

אוצר

החכמה והמדע

כולל

יסודי חכמת הטבע הכללית

וגם

ידיעות חדשות המעשה. וידיעות מדעים שונים

מאת

צבי בהרב ה"ג מוהר"ר מאיר הכהן ראבינאוויץ .

חבר לחברת מרבי-השכלה בישראל שברוסיא, מושבה בס"ט פעטערסבורג .

יצא לאור בעזרת חברת מרבי-השכלה בישראל אשר ברוסיא,
ובעזרת הגבירים אוהבי החכמה והמדע

(תקובים נשמותיהם בשער כיוחד בראש ספרנו, ה"הרכבה וההפרדה")

ווי לנא

ברפוס והוצאת האלמנה והאחים ראם

שנת תרל"ז לפ"ק

ОЦАРЬ ГАХАХМА ВЕГАМАДА.

О Исходе Хохмать Гатевъ Гаклолить,
т. е. Общія основанія естествовѣдѣнія,
или Библиотека наукъ и знаній.

Часть II. о силѣ пара.

Сочиненіе Г. М. Рабиновича.

В И Д Ы Н А. Въ типографіи Вдовы и братьевъ Ромигъ.

Жмудскій переулочъ въ дома №№ 327 и 328.

1876.

Дозволено цензурою, 25 Іюля 1873 года. Вильна.

אוצר החכמה והמדע

ספר

תולדות האש והמים

או

פעולת כח הקיטור המימי

כולל בקרבו ארבעה חלקים

חלק ראשון ידיעות טבע החום וחוקי פעולת הקיטור בתור כח-מניע .

חלק שני קורות המצאות מוכנות הקיטור ודרכי פעולתן וקורות המצאות המוכנות הפועלות בכח האויר-המחומם .

חלק שלישי קורות המצאות אנית-הקיטור ותבנית המכונה המכוננה להניע את האניה .

חלק רביעי קורות המצאות העגלה-הקיטורית ותניבות-הברזל .

סאת

צבי הכהן ראב"ן אוריין .

חבר לחברת סרביה-השכלת בלשאל עברית; משכנה ק"מ פעטערסבורג .

עם מאתים ועשרים ציורים . מיום 189 פתוחי-עין מצוירים .
על מקומם בפנים הספר .

ווי לנא

ברפוס והוצאת האלמנה והאחים ראָם

שנת תרל"ו לפ"ק

БИБЛИОТЕКА
НАУКЪ и ЗНАНІЙ

ОБЩІЯ

ОСНОВАНІЯ ЕСТЕСТВОВѢДѢНІЯ

○

СИЛЪ ПАРА,

ДЛЯ САМОУЧЕНІЯ.

пспулярно оставлено

Г. М. РАВИНОВИЧЕМЪ.

Съ 189 въ текстѣ печатанными политипажами.

(**BIBLIOTHEK**

der gesammten

NATURWISSENSCHAFTEN.)

B U C H

der

WÄRME UND DAMPKRAFT,

auf einfache Experimente gegründet, wissenschaftlich
und geschichtlich in populärer Darstellung,

ZUR SELBSTBELEHRUNG FÜR JEDERMANN.

Methodisch bearbeitet

von,

H. M. RABINOWITZ.

Mit 189 in den Text eingedruckten Abbildungen.,

ספר

תולדות האש והמים

א

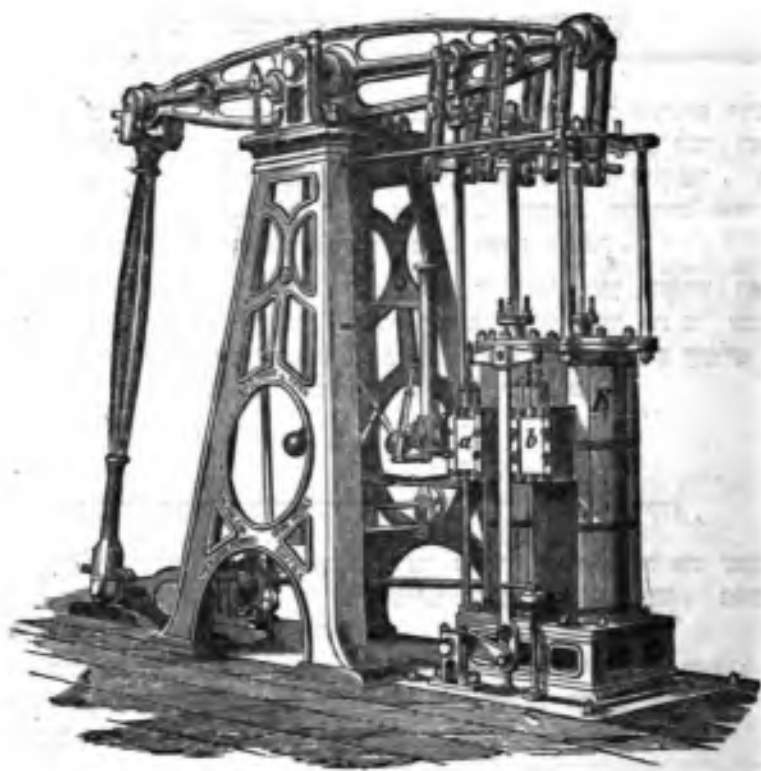
פעולת כח הקיטור המימי

חלק ראשון

יכלול בקרבו

מבע הקיטור וחקי פעולתו





מבוא

התייחסות המוכנה-הקימורית למצב החמרי והרוחני
אשר להאדם .

§ 1.

המוכנה-הקימורית, עזרה לשנות את מצב בני האדם להיטיב
לדם במצבם החמרי .

גם השקפה נמהרה בדברי הימים למאת-השנים האחרונות תורינו די באר
את השנויים הרבים והעצומים אשר עברו על כל משפחות האדם במאת-השנים
האלו, לשנותם הכלית שינוי במצבם המדיני, המוסרי והחומרי. ואם נשאל

לנפשנו: 'מה הנה הסבות הראשיות אשר הולידו את כל השינויים הרבים והעצומים האלה? או נמצא אתרי ההתבוננות, כי הידיעה אשר למד האדם לדעת להשיג תועלת מכה-הספתי (עלאסמישע קראפמע) אשר להקישור, היא הסבה אשר לה יתר שאת ויתר עז מאשר לכל הסבות הגוהרות (אשר גם הנה עזרו להועיל ברב או במעט) לשנות את מצב האדם לטובה.

מוכנת-הקישור הוא נוף מורכב מאברי ברזל אשר כוננוהו האדם בתבונה, היא היא אשר תחילה במאות השנים האלה לעבוד את כל עבודת האדם, ותהי להאדם לעבד נאמן, רב כח ומפליא לעשות, היא תשלים את האדם על תוצרים רבים אשר מבלעדה לא שלמה ידו בהם.

§ 2.

פעולת המוכנה-הקישורית במכרי ההרים (בערגווערקע).

בכל עת ובכל מקום אשר תקצר כח יד האדם לפעול את עבודתו מקוצר רוח ומעבודה קשה, תפעל המוכנה-הקישורית בכל עבודה, במעמקי הארץ ובלב ימים, בבית ובשדה.

מקרבי ההרים תעלה המוכנה הזאת ברזל ונחושת וכל אבני חסך; גם היא תרחיק בזרועה את המים הממלאים את חפירות ההרים והמעצרים את החוצבים בהר לעשות מלאכתם (1).

§ 3.

פעולות המוכנה-הקישורית במבנה האניות ובמעבר האניות.

גם במבנה האניות תעבוד המוכנה יומם וליל, לבנות אניות ברזל ונחושת, היא תרים פטישים הכבדים אלפים ככרים להלוים כמו את מטילי המתכות המלוכנים באש, היא תנוע את המפוחים הרבים אשר בסופה ורעש יגמאו רוח לנפח על האש להגדיל המדורה להלגין את הברזל, היא תדוק את הברזל ללוחות משוקעות (קאנוועקשע פלאמען) ותכונן מהם אניות-מלחמה וציים אדירים, אף היא תרוכס את האניות האלה ממקום הקנותן ותורידן לחופי הנדרות העצים, וגם בבואן במים תתפעלנה האניות ממוכנות-קישוריות המציעות את גלגליהן בין משברי מים רבים, לעבור אררות ימים מקצה המזרח עד קצה המערב ומירכתי צפון עד קצה הדרום, אל מקום אשר יהיה רוח התרים ללכת.

(1) הערה נכרם אשר נתגלה המוכנת הקישורית, היתה המלאכה נשבתה כמלרי דרים רבים, יען כי לא עצר כח האדם והבהבה להרחיק המון מים רבים המפכים בהבאורות.

§ 4.

פעולת המוכנה-הקיסורית לסלילות נתיבות הברזל ולחפור תעלות .
 המוכנה-הקיסורית תרקע מטילי ברזל ארוכים (שינען) למסלות הברזל , אף היא תעגל גלגלים ואופנים למרכבת הקיסור , היא תבנה גשרים של ברזל , גם היא תחפור תעלות לחבר ים אל ים ונהר אל משנהו , למען העביר את האדם עם אלפי אלפים ורבבות כברים סתורת ידים ויבול הארץ ביום אחד בדרך רחוקה אשר התמחהו בה לפנים שבועות וחדשים , ועבודת סוסים לעשרות למאות ולאלפים תעבוד מוכנה-קיסורית אחת מבלי לנוח מבלי עיף ורפיון כח ומבלי כל יגיעה .

§ 5.

פעולת המוכנה-הקיסורית לעצור בעד הרעב וההנדיל המסחר .
 בכל מקום שהעגלה-הקיסורית תגמא ארץ במרוצתה חיש כברק על נתיבות הברזל , ובכל מקום אשר אופני אניות הקיסור יחצו , את משברי הנהרות והימים וכל סופה וסערה משחק להם , שמה לא יסבולו בני האדם עוד חרפת רעב כשנות ראו רעה בטרם אשר נודעו להם עקבות המוכנות האלה , כי המוכנה הקיסורית תביא להם על כנפי גשרים אוכל להשיב נפשם , ובמזוירם תקח יגיע כפיהם להובילם אל ארצות אשר סתורת ידם נדרשת .
 סוף דבר הנתיבות ביבשה ובימים לעגלות ולאניות הקיסור הן הנה עורקי החיים (לעבענם-נערוען) אשר לכל גווי הארצות הנאורות .

§ 6.

פעולת המוכנה-הקיסורית בבתי המלאכה .

אמנם כאשר תפליא המוכנה לעשות את כל העבודות הקשות האלה אשר חשבנו עד כה , כן תפליא גם לעשות עבודות קטנות מלאכות נקיות וקלות אשר תלאה עין אנוש לראותן , כי המוכנה הזאת אשר תעשה מעשה מקשה מטילי מתכות כבדים לאלפים כברים , היא גם היא תדוק גושי מתכות למטילים-דקים ותחתוך אותם לנתחים קטנים להכין מהם כל כלי הפץ , גם היא תדוק את המטילים העבים וכבדים ותמתחם לחוטים דקים מן הדקים אשר כמעט לא יתראו לעין אנוש מרוב דקותם , והיא גם היא תחתוך את החוטים למחטים דקים , היא תלמוש את ראשיהם . והיא תנקוב את אזניהם .

§ 7.

פעולת המוכנה-הקיסורית בעבודת השרדה והבית .
 בארצות נאורות רבות תעבוד המוכנה הקיסורית גם את האדמה בדריש

ובקציר , היא תשודר את הארמה ותישר תלמיה . היא תזריע את הזרע ותקצור את הקמה ותאלם אלומותיהם . היא תרוש את הבר מן התבן . היא תכרות את העצים ביער ותקצור את שרשיהם , ותהפך ארץ לא זרועה לשדות ולכרמים , ומדבר שממה לארץ פוריה אשר מטובה ישבעו רבבות עם .

גם בעבודת הבית תעזור המוכנה-הקיסורית עזר רב להאדם , היא תנסר את העצים לעשות מהם כל כלי הבית , היא תמחון את הבר לקמה אשר נאפה ממנו את הלחם אשר נאכל , היא תסוה את הפשתה , הקנבוס , הצמר , הצמר-גפן והמשי , גם היא תארג מהם את הבגדים והיריעות אשר נלבש ואשר נכסה בהם את הרצפה ואת כל כלי הבית , מטה , כסא ושולחן .

§ 8.

המוכנה הקיסורית עזרה להיטיב את האדם במצבו הרוחני .

אמנם לא לבד את כל חפצנו החמרים נשיג בעזרת המוכנה הנפלאה הזאת , כי גם בכל צרכנו הרוחניים תעזר לנו להשיגם מהיר וקל , אך בעזרת המוכנה-הקיסורית תוכל המוכנה-הקיסורית-ההרפסה-הנמורה (דאמפֶּשֶׁנעלֶפֶרעססע) להדפיס ביום אחד כארבע מאות אלף ושמונים אלף ידיעות גייר או כשלושה מיליאן ושמונה מאות אלף וששים אלף עמודים אשר כל אחד מהם יגדל כעמודי הספר הזה , אך בעזרת המוכנה הקיסורית יתבוללו העמים והגוים ללמד וללמד איש את רעהו ואיש מאחו וילמד ידיעות ומלאכות מועילות .

§ 9

פעולת המוכנה-הקיסורית ללמוד טוב מעם ודעת להעמים .

אלפים ורבבות אניות הקיסור יעברו מים אל ים , אלפים ורבבות עגלות הקיסור ירצו מארץ אל ארץ , רבוא רבבות אנשים מכל לשונות הארץ יסעו עליהם יום יום לכל ארבע רוחות השמים .

מסע-עמים (איינע פֶּאָלקערֶוואַנדערונג) אשר היה דבר יקר מאד (זעהר זעלמען) בימי קדם , ואשר תמיד היו נרשמים דרכי מסעם ברשמי דם נפשות אדם לאלפים ולרבבות , כי בכל מקום מסעם הביאו שממה וקללה ויכו את כל הארצות וזרם , כאשר ידענו מדברי ימי-הביניים ממסעות עמי ההונען , הגאמהען וטאמארען , מסע-עמים רבים כזה נראה בזמנינו מדי יום ביום , כי אם נבקש חשבון נמצא כי כל אניות הקיסור וכל עגלת-מסלת-הברזל יעבירו מיום ליום המון נוסעים רבים אשר מספרם יגדל ממספר בני קדר אשר נסעו במחנה משינגישי-כאן מיגני הארץ ומרעיש הממלכות , אבל במסעם זה יביאו הנוסעים על הארץ אשר יעברו בה ברכה ולא קללה , כי בכל המקומות אשר תעבורנה בהם אניות-הקיסור ואשר תחלפנה בהם

העגלות הקיסוריות ומסלות-הברזל, שמה תתרבה העושר והאושר, שמה תפרח הדעת והחכמה, שמה תודרך האמונה והצדק, שנאת הלאומים (נאציאנאלהאם) ואי-סבלנות-תּהֵי (אינמאלעראנץ) והעצלות והבטלה ראשי כל המא יתמו, ולעומתם תגדל התשוקה להכסדר ולחרושת המעשה.

ארצות רחוקות זו מזו אלפים פרסאות תסדרנה כיום הזה כאשר סדרו לפנים שתי ערים בנות מחוז אחד הקרובות זו לזו, וערים המרוחקות אשה מרעותה כמאה פרסאות תתאחדנה על ידי כסילות-הברזל ועל ידי אניות הקיטור ותהיינה כרחובות בנות עיר אחת.

כל כשרון מעשה האדם וכל עבודתו, כל חכמתו ותבונתו תעבורנה מאיש לאיש, מעיר לעיר, מארץ לארץ, מגוי אל גוי ומממלכה אל עם אחר, כיבול הארץ כן גם פרי-עץ-הדעת אשר להאדם, יחליפו וימירו יושבי הארצות איש ברעהו, כל גַמִּים ומנהג טוב וישר וכל תחבולה והמצאה חדשה תעבר על כנפי נשרים בכל מקום אשר הִכְוֵנָה הקיסורית הנוסעת מעתה.

נקל היה לנו לכתוב ספר שלם ולהראות לכל איש גלוי, כי רוב העושר והכבוד והדעת אשר הוסיפו עמי אייראפע ואמעריקא במאת-השנים האחרונות הִנֵּה פרי המוכנה הקיסורית, אבל די הוא לכל משכיל אמתי גם בהמעט הזה שאמרנו פה, וכל גבון דבר ישמע ויוסיף לקח.

להבין את פעולת מוכנת הקיטור על מצב האדם נתבונן בשום לב על כל מעשה בני האדם בערים הגדולות אשר שמה תמצאנה מוכנת-קיסוריות למכביר, ונראה לדעת כי בלעדי המוכנות האלה היו שמה כל הדברים יגעים.

אלו שבתו וינפשו הערים לאנדאן, בירמינגהאם, מאנשעסמער, פאריז, וויען, בערלין פעטרסבורג, ומאסקווי ונייאארק, ועוד ועוד ערים גדולות כאלה, אלו שבתו הערים האלה רק שנה אחת מכל מלאכתם לעשות במוכנות-הקיטור, או היו משתנים ל-עה, כל מצבי רבבות עם היושבים בהנה. ולא לבד בהערים האלה אבל גם בארצות הרחוקים מהם אלפים פרסאות ואשר לא ראו עוד מוכנה קיסורית בעיניהם לעולם היתה רבה העוובה והמחסור, והעוני היתה מתגברת בהם מיום ליום.

§ 10.

תכלית ומטרת ספרנו זה.

נקדה כי דברינו אלה אשר דברנו עד הנה יעוררו בלב כל משכיל רגשי תשוקה להשתוקק לדעת קורות ותבנית ומעשה המוכנה הנפלאה אשר תפליא לעשות נפלאות וגדולות ונצורות כאלה, ואשר במשך זמן קצר צלחה לה לשנות לטובה את מצב החמיי והרוחני מרוב משפחות בני האדם, ובפח תתעורר בהם גם התשוקה לדעת:

כמה גדול כח הקיטור ?
 מי היו הממציאים הראשונים את המוכנה הזאת ?
 איז היה מקום כבודם ?
 ובאיזה זמן חיו ?
 מה הגיעו עליהם על ככה ?
 ובאיזה אופן באו אל המציאותיהם ?
 ולמלאות את תשוקת המשכילים החפצים להבין כל דבר לאשורו , הגנו
 להודיע בספרנו זה בדברים ובציורים :
 את טבע ופעולת הקיטור .
 את קורות התגלות המוכנה הקיטורית .
 את תבנית המוכנת אשר בהן יעבוד הקיטור את עבודתו .
 את דרכי פעולתיהן של המכונות האלה .
 חבל כאשר לכל נבאר פה באר היטב ומפורש ושום שכל למען יבינם
 בנקל כל קורא ספרי זה .



פרק ראשון

פעולת החום בהטבע

§ 11.

פעולת הקיטור לשנות פני כדור הארץ .

הקיטור הוא הבן הגבור וליד אבותיו הגבורים מעולם, הן המה האש והמים . הקיטור הזה פעל כבר פעולות כבירות ועצומות בארץ עוד בשרם שום אדם עליה, וגם בשרם אשר צמח עליה כל שיח השדה וכל ירק ועשב הארץ, כי כהקיטור כן גם שני מולידיו: החום והמים, הן המה היו האומנים הבונים הראשיים אשר מהם קבלה הארץ את תמונתה אשר לה כיום הזה, ואם כי בכלל נשלמה כבר הארץ בתבניתה הנאותה לה, בכל זאת לא יתדלו עוד החום והמים והקיטור לשנות את פני הארץ (בשטחים קטנים) יום יום .

המים יפרקו חלקי אדמה ממומי ההרים, וישטפם לתוך העמקים והבקעים להישיר את פני האדמה בשומם את הרכסים למישור . שטף מים רבים כי ישטוף על פני חלקת אדמה או יקח אתו חול ואבנים וישטיפם לתוך הגהרות, ומשמה יובאו הלאה אל מקום שהנחלים הולכים בים .

אבל גם במעמקי הארץ פנימה יעבדו מבלי הרף גם החום גם הקיטור וליד החום והמים, ומגמתם הוא להרעיש מוסדי הרים כאשר תרגזו ותרעש הארץ, גם המה יציקו בכח ספוגיותם את הרוח בכטן ההרים להקיא אש ולהבה מקרבם אשר בנפול הלהבה לארץ תתקרר ותתקשה לאבן . הן אלה קצות דרכי החום בהטבע 1).

1) הערה החום הוא מקור חיים לכל חי ולכל צמח כאשר נבאר בספרינו חכמת החיות (פזיאלוגיע) .

החום הוא הכח המעורר כחות אחרים הנרדמים בהטבע, ביחוד תגדל פעולת החום לעורר את כח המשיכה-הכעמית, כמו שבארנו בספרנו ההרכבה וההפרדה או חכמת הכעמיע . מפעולות המים החום והקיטור לשנות את פני הארץ נבאר כרחבה בספרנו מחקרי ארץ .

§ 12.

פעולת החום בעבודת האדם .

את החום קבש האדם זה משנות קדם לעבור בו עבודת פרך , אבל שנות אלפים עברו והחום עבר את עבודת האדם והאדם לא ידע את שם

צורה 1 החיי-הרוח (ווינד-מיהלע)

AB הסדן שהכנפיים קבועים עליו
 C,C כנפי-הרוח (ווינד-פליג-עלען) .
 DE אופנים האחוזים בשיניהם זה בזה .
 F התיבה שבה קבועות אבני
 החיים והרכב .
 GH עמור-המצב (שטאנדער) שהבנין
 נוסד עליו .
 I משענת לעמור-המצב .
 K קורה אשר על ידה יוקף כל
 הבנין למען הציג הכנפיים למול
 פני הרוח הנושב



עברו זה , כי דמה בנפשו כי בכת הרוח וככת המים וככת החיים הוא עובד , אבל ממצב יריעותינו בחכמת הטבע כיום הזה . נודע לנו כי גם כח הרוח גם כח המים גם כח החיים אך המנות יגונו הגה מכת החום .

§ 13.

הרוח הנרשב יפעל בכח החום .

זה זמן כבר אשר יעבוד האדם בהרוח הנושב והוא ימתן אתו ברהיים , כי כנפי-הרהיים (צורה 1) רק בבח תנועת הרוח יסובבו על קוטרם (1) . אבל מה הוא הרוח , אם לא תנועת האויר הנודד במקום למקום ? ומדוע יגוד ויתנועע האויר , אם לא בסבת בלתי השתוות החום במקומות שונות על פני הארץ ? כי במקום אחד אשר השמש תזויר בעצם הרה , תחמם את האויר יותר מאשר במקום אחר אשר עבים ועננים יכסו את פני השמים ולא יתנו לקרני האור להבקיע שם , או גם באשר כי האויר אשר על פני היבשה יתחמם ויתקרר יותר בנקל מאשר יתחמם ויתקרר האויר אשר על פני המים (2) .

כל פעולות רחי-הרוח (ווינדמיהלע) הוא לפי זה . רק תולדות פעולת החום אשר להשמש .

צורה 2



העברות הרוח (לופס=צונג)
בהילת הפתוחה מעט

(1) הערה . את פעולת הרוח על כנפי רחי-הרוח בארנו בספרנו הבנייה והתנועה סימן 106 ואת באור תבנית רחי-הרוח ואופן פעולתם בארנו שמה ברחבה בהסמנים . 408 עד 416 .

(2) הערה . המופת כי הרוח יולד מבלתי השתוות חום האויר במקומות שונים , הוא :

אם נפתח מעט כהורף פתח שבין שני חדרים : אשר האחד מהם הוא חם והשני הוא קר , אז יתפרץ האויר הקר והכבד לכא בהחדר החם דרך הפתח מתחת ספק להאסקופה , והאויר החם הקל יתפרץ לכא בתוך החדר הקר דרך הפתח מלמעלה סמוך להמשקוף , ולכן אם נציג נר דולק בהחדר החם קרוב אל המפתח או יוגרש השלהבת לתוך החדר החם , יען כי האויר הקר המתפרץ לכא מתוך החדר הקר אל תוך החדר החם ימה בדרך הילוכו אל החדר החם גם את השלהבת פנימה .

אבל אם נציג נר שני בהחדר החם קרוב אל משקוף הפתח , או יוגרש השלהבת אשר לה מהחדר החם ולחוץ , יען כי האויר שבהחדר החם המתפרץ לצאת ממעל אל החדר הקר יכריח גם את השלהבת להנמנות בנטיית תנועתו .

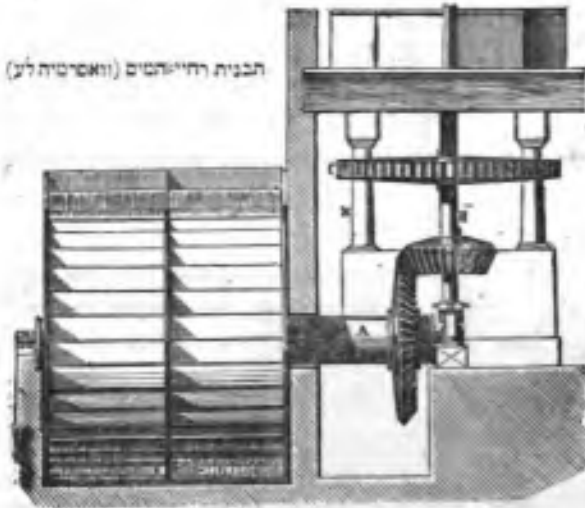
את החיוון הזה תורינו הצורה 2 , ואת סבתו נבאר בספרנו אותות השמים המדבר בתנועת אויר-הנשימה ומתולדות הרוחות והסופות .

§ 14.

המים השומפים יפעלו בכח החום :

גם את המים כבש האדם לעבר עולם לו ויכריחהו לשאת את אניותיו אל מקום אשר יהיה הרוח ללכת, גם הכין לו רחיים העושים את מלאכתם בכח פעולת המים השומפים הלוחצים על רחתי אופני-הרהיים (מיהל-ראד שויפעלען) (צורה 3)

צורה 3



המתגלגלים בנטיית שטף הנהר (1). אבל אם נתבונן היטב, או נראה לרעת כי המים מצדם מבלעדי החום לא יוכלו לפעול כל פעולה-מניעה (בעווענערע ווירקונג). אם נגרע מהמים המציעים את גלגלי-הרהיים את חומם, או יקפאו לקרח ויעמדו כמו נד.

אם נגרע את חום המים בהמקורות, או יקפאו לקרח ולא יתגלגלו כמורד ההר למלאות את הנחלים ואת האגמים.

אם נגרע מהמים את חומם, אז לא ירדו ולא יפלו על הארץ בתור אגלי-כסף רק בתור פתי קרח ושלג, ובנפלים ארצה לא היו מתנועעים אל הנחלים, אך במקום שיפלו שמה ינחו.

דבר הלמוד מסופו: כי סבת הנועת המים הוא כח החום המעצור את חלקיהם לבל יתלכדו לגוף מוצק.

(1) הערה את חוקי הנועת המים בארנו בחתבה בספרנו המנוחה והתנועה בהסימנים

331 עד 341 ואת הבנית ובנין רחיי-המים בארנו שם בהסימנים 407, 408.

§ 15.

עליות האֵדים להולדות העבים והענגנים. היא פעולת החום.

באחד ממאמרנו על כחות הטבע מצאנו חשבון (1): כי בכל רגע ורגע (יעדע ועקונדע) יגביה החום, קימור-מימי בתור אָד (תעולה מן שטח פני כל כדור הארץ) למרומי העבים במשקל מאה ועשרים ושנים מיליאן ליטרא-ספינות (שיפֿפֿונד) (כל ליטרא ספינות עשרה פוד או 400 ליטרות רוסיות), והנה יש עבים וענגנים הגבוהים משטח הארץ רק כאלפים רגל, ויש הגבוהים כעשרים אלף רגל ויותר, על כן לא נפריו על המדה, אם נחשוב את הגובה של עשרת אלפים רגל, להגובה-האמצעי ממקום עליות המים בתבנית אֵדים מעל הארץ עד המקום אשר יתקשרו שמה לעבים וענגנים, וכאשר נבקש חשבון נמצא כי במספר-האמצעי (דורכשניטטליך) יתנשאו בכל דגע ורגע למרום העבים: מאה ושנים ועשרים מיליאן ליטרא-ספינות מים, (שהוא 48800 מיליאן ליטרות רוסיות) העולים למרום בגובה עשרת אלפים רגל.

והנה בכח הסוס הוא להרים בכל רגע ורגע רק חמש מאות ליטרות משא בגובה רגל אחת. ולמען נמצא חשבון כמה סוסים היו נצרכים להעבודה הזאת? (ר"ל להעלות את המים עד מרומי העבים), נצרך לנו להכפיל עשרת אלפים פעמים את המספר 48800 מיליאן ויוצא לנו ארבע מאות ושמונים ושמונה ביליאן ליטרות-הרגל (פֿוספֿונד) (ליטרת-הרגל הוא סדת אחדות-הכח (קראפטאיינהייססמאס), וכמות הכח הזה שבחרו בו חכמי המעכאניק למדוד על ידו את פעולת הכחות הוא כרי להרים משקל ליטרא אחת בגובה רגל אחת), ומעתה נחלק את המספר ארבע מאות ושמונים ושמונה ביליאן על המספר חמש מאות, שהוא כמות כח-הסוס, אז יצא לנו, כי למען הרים את כל המים אשר יעלו בתבנית אֵדים מעל הארץ מנסיבת פעולת החום, היה נצרך לזה תשע מאות אלף מיליאן ושבעים וששה אלף מיליאן כח סוסים (פֿערדעקראַפֿטע) העובדים יום ולילה מבלי מנוח. אבל באשר כי הסוס יוכל להתמיד בעבודה קשה כזאת (מבלי אשר יחלש בזמן קצו יומית) רק שמונה שעות בכל יום, על כן נצרך להכפיל את מספר הסוסים עוד שלש פעמים, למען שיוכלו הסוסים לעבוד עבודתם הליפות בזה אתר זה מבלי הפסק ומבלי עֵיף וַיָּנֶע, ויהיה לפי זה מספר הסוסים הנצרכים להעלות את המים משטח הארץ עד למרומי העבים: שני ביליאן ותשע מאות אלף מיליאן ועשרים ושמונה אלף מיליאן, ויעלה לפי זה על כל אחד מבני אדם החיים בתבל, מאיש ועד אשה מוקן ועד היונק כשלשת אלפים סוסים, אבל בזה לא הגענו עוד גם לקצה פעולת התים בהטבע, כאשר נבאר זאת במקום אחר בדברנו מפעולת חום השמש.

(1) הערה היסודות אשר יסדנו עליהם את החשבון הזה נבאר ברחבה בספרנו אותות השמים החוקר על חכמת תכונת חוג האויר (מעטעאראלאניע).

§ 16.

אופן פעולת החום בהקימור .

בראשונה ידע האדם לפעול רק בכח הנטוע בשרירי-גופו (מיט זיינער מוסקעל-קראַמט) ואחרי כן השכיל האדם לפעול גם בכח-שרירי-החיים אשר קבש אותם מִרדה בהם, אחרי כן התחכם להשתמש גם בכח-המים-השוטפים ובכח הרוח-הנושבת, ואם כי כבר הוחיל האדם לחשוב מחשבות: כי כח חזק אצור וגנוז בהאש, בכל זאת לא ידעו עוד העמים הקדומים להעביד את האש בתור כח הפועל פעולות-מעכאניות (ר"ל פעולות מניעות (בעוועגענדע קראַפֿטע), אך חממו בו את הבתים, ובשלו בו את מאכלם, ולכל מלאכה אחרת לא הצליח להם החום, אבל מני אז נתגלה מוכנת-הקימור, התחכם כל איש להעביד את החום בכל מלאכה ובכל עבודה, ועוד ראו לדעת כי רק החום הוא הכח הפועל בהקימור, כי המים שבהקימור הן המה רק האמצעים-המתפעלים מהחום, והוא:

על ידי החום יומתחו ויתפשטו המים (כאשר יתרחבו גם הגופים המוצקים על ידו).

והנה מוכנת הקימור תעבוד את עבודתה על ידי פעולת החום אשר יפעל להמתיה ולהגדיל את מדת המים, והמים המתרחבים בכח החום, יעתיקו ויניעו את כל גוף המעצור והמפריע את התפשטותם, ואם נתן להגוף-המעצור (המתנועע בגשיות תנועת המים דַּבְּחָמִים) איזה תמונה-נאותה אשר על ידה יוכל הגוף הזה להאציל את תנועתו על גופים אחרים, עד אשר יתנועעו גם המה בתנועות הנאותות לנו, אז הולדנו בזה כבר את המוכנת-הקימורית.

בימי קדם כאשר עבד האדם את כל עבודתו בידיו וביתר אברי גופו, וגם אחרי כן כאשר העביד את החיה ואת הבהמה את המים ואת הרוח, לא ידע כי אך בכח החום יפעל גם הוא וגם כל החיים הנותרים וגם הרוח וגם המים את עבודתם, אבל כהיום נודע לכל חכמי הטבע כי כל הכחות הפועלים בעולם יולדו מהחום, וכי כל החום הנמצא בעולם יוכל להתהפך בתור כחות פועלים, וכן להיפך, כל כח הפועל בטבע יוכל להתהפך לחום (כמו שנבאר בספרנו חכמת החום) וגם האדם והבהמה הפועלים והעובדים בכל עבודה, יפעלו רק בסבת החום הטבעי האצור בהם, כאשר נבאר את כל אלה באותות ובמופתים בספרנו חכמת החיות (פִּיזִיּוֹלֹגִיָּע).

אמנם פעולת החום במוכנות-הקימור, תגלה ותראה לעין כל איש (גם הבלתי יודע עד מה מחכמת הטבע), פה יראה לדעת כי מלא חֲפָנִים גחלי-אבן בוערים שמשקלם הוא ליטרא אחת, יוכלו להפוך בזמן קצר כאחת עשרה ליטרות מים לקימור, ובכח אחת עשרה ליטרות קימור, נוכל להרים 627202 ליטרות (פוד 17430) ברום הנל אתה .

פרק שני

יתרון פעולת המוכנה-הקיטורית על פעולת האדם,
החיה והבהמה, המים והרוח.

§ 17.

פעולת הרוח, המים, האדם והבהמה.

במצעדים גדולים צעד האדם למעלה במעלת שלימותו, כאשר צלחה לו לעבוד בהמים השוטפים ובהרוח הנושב, כי את אשר קצרה ידי מאות אנשים לעשות, קָעַל המים על גלגלי הרחיים (מיהל ראדער), ואת אשר לא יכלו לפעול עשרה סוסים למען האדם יעשה למענו הרוח הנושב על מפרשי-תורני-האניות (שיִסֵּם ועעלען) ועל כנפי רחיי-הרוח (ווינדמיהל פליגעלען), אמנם בכל-זאת לא יוכל האדם להשתמש בהמים והרוח ככל אֵנת נפשו, באשר כי:

המים יעלו ויחסרו מעת אל עת וישטפו אך במקומות קצובים, ואך ביגיעה גדולה ובכחזיר רב תצלח לנו להטות את מרוצת שטף המים בנהרות ובנחלים אל המקום אשר נרצה שילכו שמה לפעול את עבודתנו.

גם הרוח אשר יעבוד תנם אין כסף, הוא עבד הפכפך ונמהר, עבד אשר מעת אל עת יִשְׁנָה את נשיות דרכו ואת עוצם כחו, וכל עבודתו היא עבודה בלתי מסודרה, ונפסקת מוזמן לזמן.

גם פעולת האדם והחיים תצלח אך לעבודות בלתי מתמידות יומם וליל ובלתי קשות, ועל כל אלה יקרה כחיר העבודה הנעשית בידי האדם ובכה הבהמה והחיה עד מאד וביחוד אם נעבוד בהם בערים גדולות סוחרת עמים אשר שמה יהיה כל צרכי האדם והבהמה יקרים במחצתם למאד, אמנם בהמוכנה הקיטורית נוכל לעבוד בכל מקום אשר נמצא אך מעטמים ומעט חומרי-תבערה (ברענמאטעריאל) אין מעצור עתה להאדם לעשות כל עבודה וכל מלאכה בכל מקום אשר ימצא מוכשר לו, ובעוד אשר

הזכרחנו בימים מקדם ללכת בעקבות שטף המים ולעבוד את העבודה במקום אשר יהיה רוח שטף המים ללכת, נוכל להביא כהיום את המוכנה הקיסורית אל בתינו, לאסוף אותה אל תוך האניה, לאסור אותה לפני מרכבתנו, וכן נוכל גם להעלותה ליום ההרים ולהורידה במעמקים .

סוף דבר : המוכנה הקיסורית היא שעמדה לנו שנוכל להשתמש בכה מתמיד ובלתי נפסק, ומשפחת האדם כולו עלתה מעלה גדולה לפנים, על ידי מציאת המוכנה-הקיסורית, מעלה, הגדולה במדרגתה כמדרגת העליה שנתעלו העמים הפראים ביום אשר עזבו את מסעם לצוד ציד הית השדה וישבו בארץ, והתחילו לעבוד את האדמה ולשמרה, לאכול מפריה ולשבוע כמובנה ולהוציא לחם מן הארץ בפועל כפיהם וזועת אפיהם .

יתרון המוכנה הקיסוריית בכל הוא (לפי אשר נתבאר לנו) **כי תעבוד את מלאכתה בכל מקום ובכל זמן שנרצה, בערים ובכפרים, בשדה ובבית, בהרים ובעמקים, בימים וביבשה, בשבתנו בבית ובלכתנו למסעינו, בקיץ ובחורף, ביום ובלילה .**

§ 18.

פעולת המוכנה-הקיסורית היא מסודרת יותר מכל פעולת יתר כחות הטבע אשר ישתמש בהם האדם לעבודתו .

אין כל כח בכל גבול הטבע שיוכל האדם לסדר את פעולותיו בסדר נאות כזה כאשר יסדר את פעולת מוכנת-הקיסור, כי את פעולת המוכנה-הקיסורית יוכל האדם להנביך ולהחליש ככל חפץ לבבו, ומה נתפלא לראות בבואנו באחת הלשכות מבתי המלאכה הגדולים העושים את פעולתם בכח הקיסור, כי המוכנות-הקיסוריות מניעות למאות ולאלפים גלגלים ואופנים, פטישים ומטילים וכל כלי מלאכה, וכלם ירוצו יתנו וינעו במהירות נפלאה, והנה אם כי כל אחד מהאופנים המתנועעים בכח המוכנה-הקיסורית יוכלו למעך את גוף האדם ולשבר עצמותיו כרגע, ובכל זאת הלא ישפיק כח נער קטן להביא אל המנוחה כרגע את כל אברי המוכנה-הקיסורית המולידה את כל התנועות האלה, בקתמי בידו האחת את הצינור המביא את הקיסור לתוך המוכנה על ידי אשר יקיף מעט את הברזא (האָהן, קראָהן) הסותמת את פי הצינור .

§ 19.

כבירות כח הקיסור .

אין כח בכל גבול הטבע שיוכל לעשות עבודות גדולות ונפלאות לתועלת האדם ככח החום בעברו במוכנת-הקיסור .

בעזרת שלש מוכנות קיטוריות גדולות המניעות קני-מוריקי-מים (פומפעני-ווערקע), הריקו ההאלאנדים במשך שלשים ותשע חדשים (מסוף שנת 1848 עד ראשית שנת 1852) לשון ים מלא מים, הוא הים ההארלעמי (הארלעבערזעע) ויהפכו ים ליבשה אשר במשך עשרים השנים שעברו מאז ועד היום, נהיה קרקע תהום הים ההארלעמי (אשר דללו אח מימיו) לארץ פוריה, דשנה ורעננה, אשר מפרי יבולה ומטובה יאכלו וישבעו רבבות אדם ובהמה.

כמות המים אשר הוריקו ההאלאנדים מהים הזה, היה שמונה-מאות-ירשלים-ישנים מיליאן מעמער מעוקבים (1 שמשקלם הוא שני מיליאן ליטרה עם 11770 מיליאן ליטרה רסיות) (סה"כ $50294\frac{1}{2}$ מיליאן פוד מים שהוא כששים ושמונה אלפים מיליאנען וועררא רסיות מים), ובכל יום ויום הוריקו המוכנות יותר מששים וחמשה מיליאן וועדרא מים. **ובאשר** כי בכל ארץ האלאנד לא נמצא כי אם בערך קרוב לשני מיליאן נפש אדם מבין שתים עשרה שנה ומעלה, על כן אלו היו כל אנשי הארץ מבין שתים עשרה שנה ומעלה עובדים בעבודה הקשה הזאת, כי עתה היה עולה על כל איש שלשים וארבעה וועדרא מים להריק מדי יום ביום.

קני-מנהלי-המים (דיא וואשערלויטונג) המשפיקים מים ליגלש מאות אלף בתי העיר לאנדען ישפיקו ליושבי העיר הזאת (הגדולה בכל ערי חבל) המים וארבעה מיליאן גאלאנען מים או עשרים מיליאן וועדרא מים ליום, וכל העבודה הזאת תעבודנה שלשים מוכנות-קיטוריות העובדות בכח שני אלפים וארבע מאות סוסים העובדים יום ולילה מבלי הפסק, ובאשר כי הסוס התי יוכל לעבוד עבודה קשה כזאת רק ששנה שעת ביום, לכן היה נצרך לזאת שבעת אלפים ומאתים סוסים חיים, ובאשר כי כת סוס אחד היא ככה שבע אנשים, לכן היה נצרך להעבודה הזאת חמשים אלף וארבע מאות אנשים, וכל איש מהם היה נצרך להשפיק ערך ארבעים וועדרא מים בכל יום ויום.

(1) הערה מעמער היא מדה עיפהית וארכה הוא אחר מארבעים מיליאן סאורק תקו אשר יקוף את כדור הארץ, $71\frac{1}{2}$ מעמער ישנו אל מאה אמות רסיות (ארשין).



פרק שלישי

מה הוא קיטור? ובמה כחו גדול לפעול פעולות גדולות?

§ 20.

שלשה המצבים השונים בהגופים .

כל הגופים הנמצאים בהסבע יפרדו לפי ערך התקשרות חלקיהם, לשלשה מצבים שונים אשר נסמן אותם בהמשגים: מוצק (פֶּעֶסֶט), נוזלי (פֶּלִיסִיג) וּאֵיֶרִי (גַאזֶארֶמִיג) .

א. מוצקים נקראים הגופים אשר אישי חלקיהם מקושרים זה לזה בקשר אמיץ והמולידים גופים בעלי תמונות עצמיות, (ועלבשטאנדיגע פֶּאָרמען), וחלקיהם המתלכדים לא יתפרדו זה מזה, רק אם ינתקו או ישברו הגופים בכח ידוע המשתנה בכמותו לפי מדרגת חוקת וקשיות הגופים .

כאשר ינתן בכלי, גוף מצק בלתי כתות לאבק דק, או ילחץ רק על תושבת הכלי למטה, אבל לא ידחק לא על דופני הכלי מבפנים ולא יתפרץ להרים את מכסה הכלי למעלה .

נוזלים או נוטפים (פֶּלִיסִיגע־אָדער טראָפֶּפֶּבֶּאָרע־קאָרפער), נקראים הגופים אשר קשור חלקיהם הוא רפה למאד, עד שכמותם גדולים מהם לא יוכלו להתלכד ולהתאחד לתמונה-עצמית קצובה (צו איינער ועלבשטאנדיגען בעשטימען פֶּאָרעם) רק יזובו (זיא צערפֶּלישען), והמה מגרים לכל רוח אם לא יעצרו על ידי איזה כלי .

אם ינתן הנוזלים בכלי או יקבלו את תמונת תוך הכלי הזה, וכמותם קטנים מהם יתלכדו בתבנית כדורים קטנים השונים בגדלם לפי כמות כח ההתקשרות אשר בין אישי חלקיהם, הכדורים האלה יקראו בשם טיפות או נטיפים (טראָפֶּען), המים הוא גוף נוזלי והוא יתלכד לנפצי מל ואגלי מסר .

כאשר ינתן גוף נוזלי בכלי ידחק גם על תושבת הכלי תם על דפנותיו מסביב, אבל לא ידחק על מכסה הכלי להרימהו למעלה .

ג. אוירים או גופים-מתפזרים (לופם פֿאַרמינע-אָדער עקשפּאַנוויע-קאָרפּער),
הן המה הגופים אשר חלקיהם יכספו להתרחק זה מזה בכל זמן אשר ימצאו מקום
מכשר להתפשט בו, ובלתי אפשר לאספם במקום אחד כי אם בכלי הסתום
מכל עבריו.

האווירים הנתונים בכלי ידחקו לא לבר על תושבות ודפנות הכלי אבל
גם יתפרצו לעלות ולדחוף למל מכסה הכלי למעלה.

§ 21.

יחום החום למצב הקישור (צוואמעהאַנגס-אדער אגרענאט-צושטאַנדע)
של חלקי הגופים.

שלישה המצבים השונים שישתנו הגופים ביחום קישור-חלקיהם, תלויים אך
בהשתנות מדרגות החום אשר יצטרך לכל גוף וגוף לדפות את התקשרות חלקיו.
יש גופים מציקים אשר ימסו והיו לנוזלים כמעט ירחו או, כמו החמאה
אשר יותך בחום שלשים מעלות, חלב-פרים (הינדער סאלג) יותך בחום שלשים ושנים
מעלות, דונג יותך בחום ששים מעלות, ואמנם לעומת זאת יש גם גופים אשר לא
יותכו כי אם בהתחמם במדרגות חום גבוהות למאד, כן לא יותך הכסף כי אם בהתלבנו
ותחמם עד אלף מעלות, זהב לא יותך כי אם בחום 1250 מעלות, ברזל לא
יותך כי אם בחום 1600 מעלות, וחומר (טהאָן) לא יותך כי אם בחום שלשת
אלפים מעלות.

כאשר ישתנו הגופים המוצקים בכמות מדרגת החום שיצטרך להם להתיכם
ולהפכם לנוזלים, כן ישתנו גם גופים נוזלים רבים בכמות מגרעת החום או בכמות
מדרגת הקור שיצטרך להם למען הקפיאם לקרח ולהפכם לגופים מציקים.

המים יוקפאו כבר לקרח בדרת חומם אך עד המעלה 0, אבל שמן טערפענטין
לא יקפא לקרח כי אם עד רדתו אל עשר מעלות קור, והכסף חי יקפא אך בדרתו
ארבעים מעלות אחורנית למטה מנקודת הקרירות, והשפירטום לא יוקפא כי אם
בקור של תשעים מעלות מתחת לנקודת הקרירות.

אמנם כאשר ישתנו הנוזלים במעלת הקור הנצרכות להקפיאם, כן ישתנו
גם בכמות מעלות החום הנצרך להנוזלים למען התהפך ממצב-הנוזלי למצב-
האווירי, והוא:

יש נוזלים אשר כמעט תגע ידינו בהם יתהפכו בכבת חום היד לאוירים,
כמו הכלאָרוואַשער-שטאַף-אָעטהער (1) ויש אשר יוצרך לזה חום גדול כמו כסף חי

(1) הערה עיין מסגולות הנוזלי הוה בספרנו התרכבה וההפרדה אי חכמת הכעמיע.

שלא יתהפך לנוף אוירי רק אחרי עלותו במעלות חימו לשלש מאות וששים מעלות . יש גופים אשר בהם נוכל לראות את כל שלשה מיני המצבים השונים ביותר התקשרות חלקיהם , ר"ל שנוכל לראותם במצב-המוצק כאשר יוקפאו לקור , ובמצב-הנחלי כאשר יתחממו עד מעלה ידועה , ובמצב-האוירי כאשר נוסף להם עד אשר ירתחו .

המים הוא גוף נוזלי להיות חומם למעלה מהמעלה 0 ולמטה מהמעלה המאה , המים יוקפאו לקרח בדרת חומם עד 0 מעלות ומשכה ולמטה , והמים יתהפכו לגוף אוירי בהתחמם ממאה מעלות ולמעלה .

כל הגופים האוירים שנולדו מגופים נוזלים או מוצקים על ידי תוספת החום בהמה , נקראים בשם גופים קימוריים (ראמפפע) , ולכן :
הנוף האוירי הנולד על ידי רתיחת המים יקרא בשם קימור-המימי (וואשער-ראמפפע) .

§ 22.

כח-המפזר אשר להגופים-הקימוריים ולהגופים-האויריים .

בחינות רבות הורנו כי גם בין חלקי הגופים היותר מוצקים נמצאים מקומות פנוים (לעזרע צווישענריימע) המבדילים בין חלקיהם-היסודיים או עצמיהם-הפרדיים (אטאמען) הדקים מן הדקים , וכי גם בגוף אחד לא נמצאו שני אטאמען הנוגעים זה בזה בנגיעה-בלתי-אמצעית (אונמיטטעלבארע בעריהרונג) , האטאמען יתלכדו לגופים רק בסבת כח המשיכה הנמוע בכל אחד מהם למשך איש את רעהו משיכה חזקה כל עוד אשר יתקרבו זה לזה .

גם הורנו בחינות אחרות : כי החום יגדיל וירחיב את מרת הגופים על ידי אשר יגדיל את המקומות הפנוים בין אישי חלקיהם (1) .

והנה בהיות הנוף במצב המוצק או יהיה הכח המושך אשר להאטאמען

בהנוף הזה חזק מאוד , ובהיותו במצב הנוזלי נתרפה כבר הכח המושך , אבל בכל זאת לא נתבטל בו עוד מכללו והאטאמען הקרובים זה לזה ימשיכו עוד איש את משנהו להתלכד ולהתאחד לשיפות קטנות או גדולות .

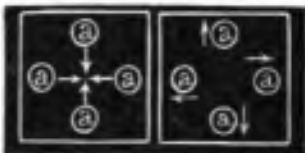
אם נשער לנו כי ארבעה חלקים

נוזלים a (צויה 4) כאיזה גוף נוזלי נתרחקו זה מזה בסבת איזה כח המפריד ביניהם ,

או מיד בסור הכח המפריד ישונו למשוך זה את זה בנמיות התיצים המצוירים

צורה 5

צורה 4



צורה 5 באור משיכת החלקים החכריים שבה-נוזלים . צורה 4 באור דחיפת החלקים החכריים שבה-אוירים .

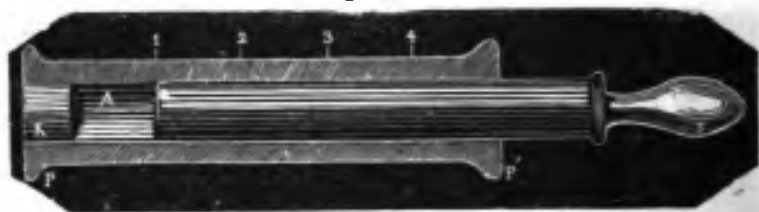
בהצורה 5 ויבספו להתאחד בנקודה אחת ויולד מהם נטף, אבל את חלקי האחד נצרך לתאר לנו כי נתרחקו זה מזה על ידי החום, ויחללו לפעול בכח משיכתם איש על רעהו למישוך איש את משנהו אל נקודה אחת, רק יאלצו בסבת חומם להתפשט בהלל העולם ולהתרחק זה מזה בנטיית החיצים שבהצורה 4, ואת הכח הזה שעל ידו יתרחקו חלקי האויר זה מזה בסבת חומם נקרא בשם כח-המפזר (עקשפאנוויז-קראפט אדער שפאנגקראפט אדער רעפולויאן).

§ 23.

הגדרת כח-המפזר בהקמורים.

הכח המפזר יתגדל בהוספת חים החלקים האויריים והקמוריים, ובאשר כי כל נוף יתוסף בחומו כל עוד שנוסף ללחץ אותו ולהקטין את מקומו, וכח-המפזר אשר להנופים האוירים יתוסף בהוספת החום (1), לכן יתוסף גם כח-המפזר בהנופים האוירים בהוספת הלחיצה עליהם, והוא: אם נקח שפופרת $P P'$ צורה 6 המפולשה משתי עבריה, ונסתים את הקצה P בהמנופה K ובהקצה

צורה 6



הגדרת כח המפזר על ידי הוספת הלחיצות האויר

השנית P' נתחב את הקנה S שעביו הוא כחלל השפופרת, ונרחוק את הקנה S לעומת המנופה K באופן שיתלחץ האויר שבהשפופרת בין הקנה S ובין המנופה K , לכן אם נחלק את הלל השפופרת פנימה שבין המנופה K ובין קצה הקנה S לארבעה חלקים שווים, או יתוסף כמות הכח-המפזר בערך ההוא כאשר נתקטן המקום שבו נתלחץ עמוד האויר A , ר"ל: האויר הנלחץ ילחץ גם הוא מצדו על המנופה K (בהתקרב הקנה אליה עד הנקודה 3) בכח הגדול ארבעה פעמים יותר מאשר ילחץ עליו בהיות הקנה S מגיע רק עד הנקודה 4, ובהוספת הלחיצה יתוסף גם החום, כי אם נלחץ עוד את האויר בין K ובין S או יהתם האויר כאר ער אשר יוכל להרליק ספוג-יבש (טראקענע זייער-שוואם) הרבוק בקצה הקנה S או בקצה המנופה K .

(1) הערה עיין בספרנו המבחה והתנועה סימן 49.

על מוסדות הוספות החום בהתלחץ האויר במקום צר למאד, נתקנו כלי-הדלקה (צינדאפראטע) אשר בהם תולד האש על ידי התלחצות האויר פתאומות.

הכלים האלה יקראו בשם מדליקי-האש-האויריים (פנעאומאטישע פייערצייג).

הצורה 7 תורינו כלי כזה אשר אופן פעולתה נתבאר לנו בספרנו חכמת הכעמיע להגופים המתבויתים, כי שם מקומו להתבאר, יען כי בו לא יתלחץ האויר בכחות לחצים חזוניים כי אם בכח התשוקה אשר לאיזה גופים לבלוע אויר רב בקרבם.

בבלי-המדליק צורה 7 מתלחץ אויר-יסוד-המימי, כי יובלע האויר הזה בהמון-רב מבינות לחלקי אבק של המתכות פלאטין,

בסבת הבלעת הגופים האויריים בגופים מוצקים ויתלחצו בהם, יתמו הגופים למאד עד כי פעמים רבות יודלקו מאליהם.

ביחוד יגדל כח פחמי-העין לבלוע בקרבם המון-רב מאויר-הנשימה ולהתלהב ולבעור באש לא גופה, וכבר נשרפו בתים רבים אשר אבק של פחמים היו צבורים בהם למכביר, כמו בתי רחיי-אבק-המורה (פולווער-מהלען).



צורה 7 כלי-הדלקה האוירי

§ 24.

אופן הולדות הקימור (דאמפֿבילדונג).

אם נמלא כלי מים צורה 8 ונציג אותה מנולה לרוח, או נראה כי משעה לשעה יתמעטו המים בהכלי. הסבה לזה הוא כי הלקים רבים יפרדו מהמים ויעלו למעלה בתור אדים ויתבללו עם האויר, ואז נאמר על המים כי המה הונדפו (זיא זינד פֿערוונשטעמט).



צורה 8 גריפת הנזלים (פֿערוונשטונג)

כל עוד אשר יהיו המים יותר המים, אז תהיה הנדיפה יותר נמהרה, אולם גם המים הקרים ינדופו תמיד אך בשעורים קטנים למאוד, וגם מהמים שנפקאו לקרת יעלו אדים דקים מן הדקים המתאחרים כמרומ האויר לעבים ועננים ומהם ירד השלג בחורף על פני הארץ. בחינה ראשונה נמלא בבקבוק של זכוכית צורה 9 מים קרים ונשים נר

לזק תחת הבקבוק וקנה-מדת-החום (מהערמאמעטער) נקבע בתוך הבקבוק פנימה, או נראה כי במשך איזה רנעים בהתחם כלמטה תושבת הצלוחית, תולדנה אבעבועות קטנות של מים על התושבות ומשמה תתרוממנה האבעבועות ותעלנה מעלה מעלה עד הגיען קרוב לשמח פני המים מלמעלה, ושמה תעמדה רגע ותבקענה, כל עזר אשר יתחם המים בן תרבינה האבעבועות וכן תמהרנה לעלות למעלה ולהתבקעות, וסרגע לרגע יעלה עמוד כסף החי של קנה מודד החום למעלה במדרגת חומו עד כי יגיע מקץ איזה זמן למדרגת חום 100 מעלות, ואז לא יתרום עוד עמוד המהערמאמעטער גם כאשר נוסף להגדיל השלבת עד מאד :



צורה 9

רתיחת הנזולים והתהפכותם לקיסור

אבל ברגע ההוא אשר יורה המהערמאמעטער על מדרגת המאה, אז תולדנה האבעבועות בכל נקודות הכלי בשיעור רב וסרר מאוד ואז נאמר כי המים ירתחו (ראם וואשר דרעם).

בחיינה שנייה אם נמלא צלוחית אחרת בנזולים אחרים ונחם גם אותה מעל לשלבת או נמצא גם בה החיזיונות האלה, אבל נקודות-הרתיחה תשתנה בהנזולים השונים.

כך דרך משל ירתח העסהער מיד כאשר יעלה המהערמאמעטער שלשים מעלות והספירטוס ירתח בהיות חומו שבעים ושמונה מעלות.

אבל לעובת זאת לא ירתח שמן-פשתים (ליינאל) כי אם בהיות חומם 316 מעלות, וכסף-חי רק בהיות חומו 360 מעלות, אבל כאשר כי בספרנו זה אין לנו לבאר רק את פעולות סוכנות-הקיסור לבד, לכן ישפיק לנו פה לבאר רק את סגולות הקיסור-המימי, ואת טבע הקיסור מכל יתר מיני הנזולים נבאר בספרנו החום והאש.

§ 25.

רתיחת הנזולים הוא הולדת הקיסור מבלי מפריע (זירען איזם אונגעהירערטעם דאמפפבילדונג).

החיזיונות אשר נתגלו לנו בשתי הבחינות שבארנו בהסימן הקודם, ילמדנו בינה להבין: כי הרתיחה הוא הולדת-הקיסור-מבלי-מפריע (ראם זידען איזם איין אונגעהירערטעם דאמפפבילדונג), וכי כל זמן אשר לא ירתח הנזולי או לא הוסר

עוד המפריע הזה כמגו , וכי למען הסיר את המפריע נצרך לכל נוזלי כמות חום שמדרגתו קצובה , דרך משל להמים חום מאה מעלות , להספירטום שבעים ושמונה מעלות, לשמן פשתים שלש מאות ויש עשרה מעלות .

אמנם מה הוא המפריע המניע את הולדות הקישור לפני הרתיחה ? ה"ל מה היא הסבה המפריעת את המים לרתוח בטרם שיתחבבו עד מאה מעלות ?

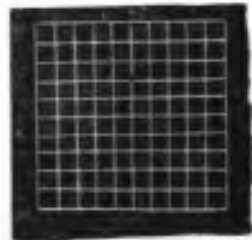
המפריע הזה הוא מבלי כל ספק רחיקת

אור הנשימה על שטח הנוזלים , והוא :

כבר בארנו במופתים רבים בספרנו

על פני שטח הארץ ועל כל הנופים אשר עליה במשקל חמש עשרה ליברות לכל שטח שכמותו הוא אצבע מרובע אחת , (הוא שטח בגודל הצורה 10) ולכן כל עוד אשר לא נמצא איזה כח אשר יתנגד בפעולותיו אל פעולת לחיצת האוויר , לא יוכלו חלקי הנוזלים לעזוב את הכלי ולבקוע את האוויר הלוחץ על פני שטח הנוזלים מלמעלה .

והנה מגמת הפעולה של האוויר הנשימה הלוחץ על פני המים בתכונה ממעלה למטה , הוא לקרב את חלקי המים שבתוך הכלי כי ירחיק את חלקי המים העליונים על



צורה 10 אצבע מרובעת

המנוחה וההתנועה בין 186 \$ עד 193 \$ כי חוג האוויר השובב את כדור הארץ ירחק



צורה 11 כלי מודיק האוויר (לופוסוסט)

חלקי המים התחתונים ומנמת כח החום הוא להרחיב את המים בכמותם, ויען כי דופני הכלי יעצרו את ההרחבות המים למטה או אל אחר מן הצדדין, על כן יתפרצו חלקי המים להתרחב רק למעלה ולעלות בתור קיטור מעל פני המים, ולכן תהיינה פעולת ההתרחבות על ידי החום ופעולת ההתלחצות על ידי האויר-הנשימה, פעולות מנגרות זו לזו, ועל כן יפריע האויר בלחיצתו את רתיחת המים, כל עוד אשר לא תשוה פעולת כח-המפזר הנולד בהמים (על ידי החום) לפעולת כח לחיצת האויר על שטח פני המים שבהכלי.

§ 26.

ארבעה מופתים כי לחיצת-האויר תפריע את הנוזלים להרתיה עד אשר יתחממו במדרגת-חום קצוב.

לאות כי הלחיצה אשר ילחץ האויר על שטח המים הוא סבת מניעת הולדת הקיטור במרם הרתיחה, הוא :



צורות 12 גם 13 הכנות לעכות (צופעה דיכסען) את האויר, או בלי-מצעבי-האויר (קאמפרעסיאנס פומפען).

המופת הראשון. כאשר נביא מים החמים רק כשלישים מעלות מתחת להפעמן אשר בכלי-מרוק-האויר (לופט פומפען) צורה 11, או יתחילו כרנע להרתיה שמה סבלי אשר יהוספו בחוםם.

וכבר ידעו הכמי חרושת-המעשה במלאכת-נופת-צופים (צוקער פאבריקאציאן) למצוא תועלת גדולה בהרתיה-הבלתי-המה הזאת, והוא: העסים אשר יוציאו כמיץ-הרק (ריבענואפט) יפרד מהר ליסודותיו, ועל כן למנוע את ההפרדה-הכעמית הזאת המפסידה מאד למלאכת נופת-הצופים נצרך להקטיר-קליל (פאלשטאנדיג אבצור-ראמפען) במהרה את כל לחותה למען אשר ישאר רק הצוקער המוצק, ובאשר כי תערובת מים וצוקער לא תקטר כליל רק בהתחממה יתר על מאה מעלות, ובחום גדול כזה הלא יתהפכו חלקים רבים מהצוקער המוצק לדבש-של-נופת-צופים (זיראפ), על כן התחממו בעלי חרושת המעשה לשום את התערובת הזאת בכלים שהורק מהם האויר למען הקטירה במעלות חום בלתי גבוהות.

המופת השני. אם נרתיה את המים על ראשי הרים גבוהים או יודרתו

בחום מעט מאשר אם נרתיחם על ארץ מישור. על ראש ההר מאַנפּ בלאַנק שגובה הוא 14700 רגל ירתחו המים בעלותם בחום רק $86\frac{1}{2}$ מעלות (1), והוא באשר כי עמוד-האוויר הדוחק על ראשי ההרים הוא קצר במדתו וקל במשקלו יותר מהעמוד-האוויר הדוחק על ארץ מישור.

המופת השלישי. אם נביא מים בתוך כלי שנתעבה בו האוויר צורות 12 13 (אשר נתבאר מעשהו בסימן 353 מספרנו המנוחה והתנועה), ונרתיחם בהאוויר העב שבתוך הכלי, או נצרך להעלות את חום המים הרבה יותר על מאה מעלות בפרם שיתחילו לרתוח.

המופת הרביעי. גם באוויר החפשי ישנתה נקדת-הרתיחה (דער זיד-

פינקט) במקום אחד על פני הארץ, לפי השתנות מצב העמוד של כסף חי בהבאָראַמעטער צורה 14 (2), בהיות גבוה של הבאָראַמעטער ששה ושבעים צענטימעטער או שמונה ועשרים אצבעות פארזיוות, אז ירתחו המים בחום מאה מעלות, ואם יעמוד העמוד של כסף החי בהבאָראַמעטער שפל מן שמונה ועשרים אצבעות, אז ירתחו המים בחום מצער ממאה מעלות, ואם יעמוד הבאָראַמעטער גבוה מן שמונה ועשרים אצבעות אז לא ירתחו המים עד אשר יתחממו יותר ממאה מעלות.



צורה 14
כלי-מודד-האוויר
(באָראַמעטער)

§ 27.

התיחסות חום הרתיחה של הנוזלים אל כמות כח-המפזר אשר להקיטור הנוזל על ידי הרתיחה. ואל כמות דחיקת-האוויר על שטח הנוזלים.

נקל הוא לכל מבין דבר לאשורו לדעת גם הסבה: מדוע יפריע דחיקת-אוויר-הנשימה את הולדת הקיטור? והוא: באשר כי הקיטור הוא גוף נוזלי-ספוגי (עלאסטישע-עליסיגיטיים) אשר נולד מהמים שנמתחו בכח החום, על כן תוכל ההמתחה הזאת אשר להמים (ר"ל העברתו ממצב הנוזלי-הגוּסְפִי למצב הנוזלי-האווירי) להעשות מבלי מפריע רק אתרי אשר יִנְצָח כח ספוגיותם של המים הנחמים את כח לחיצת-האוויר הלוחץ על פני המים ואשר לא נתן את חלקי המים להתפשט, ואל כמות הכח-הספוגי הזה יגיעו המים רק אז, כאשר יתחממו במדרגת-חום קצובה, וכאשר יתמעט בהם הכח המקשר את חלקיהם כן

(1) הערה מנסיבת רתיחת המים על החרים הרמים בפרם אשר יגיע חוכם למאה מעלות, לא יוכלו יושבי ההר לרכך את הבשר על ידי הבישול.

(2) הערה עיין בספרנו המנוחה והתנועה פרק שמיני סימן 137.

התמצט עד שעור קצוב גם מדרגה-המעבה (דיא דיכמיגקיימ) אשר להם .
 והנה בראותנו כי בעלות המים בחומם למדרגת מאה מעלות, או יתהילו המים
 להתח ולתהפך לקיטור, על כן נזכיה טוה בצדק: כי כח כפוגיות הקיטור-המימי אשר
 חוטו הוא מאה מעלות, ישוה בדיוק לכח הלחיצה שילחץ האויר בכובדו על פני המים,
 וכאשר כי לחיצת-האויר ישא בשווי-המשקל (אין גלייכגעווייכט) עמוד של כסף הי
 הגבוה שמונה ועשרים אצבעות פארזיות (כמו שבארנו לנכון בספרנו המנוחה והתנועה
 § 196 ובאשר יתבאר לנו בספרנו זה במופת), לכן יחזיק גם הקיטור הזה שחוטו הוא מאה
 מעלות עמוד של כסף חי גבוה שמונה ועשרים אצבעות בשווי-המשקל, וכאשר
 ילחץ האויר על שטח כל אצבע מרובע במשקל חמשה עשר ליטרות, צורה 15
 תל שטח כל רגל מרובע במשקל ארבעה ותשעים פוד 1), כן ילחץ
 בכח כזה על שטחים כאלה גם הקיטור שחוטו הוא מאה מעלות,
 כאשר יתבאר לנו כמות כח דחיקת הקיטור במופת .



צענטימעטער
מרובע

להקך החשבונית הארוכות, נבחר סעתי בהמדה-המעטריות אשר נתקבלה כבר מכל העמים הנאורים לקצוב בו כל השעורים
 בהכסת הטבע, והוא דחיקת האויר-הנשימה או של קיטור מחום מאה מעלות על
 שטח צענטימעטער מרובע שגודלו הוא כגודל שטח-הצורה 15 היא 1033 גראם ($2 \frac{5}{16}$ ליטרות וסיות) ועל שטח כל מעטער מרובע ידחק האויר
 בכח 10330 קילוגראם (או 25225 ליטרות וסיות או $630 \frac{5}{8}$ פוד) .

צורה 16



התפסמות כמות המים בהוספת חובם

§ 20.

התפסמות כמות המים על ידי החום בדתחממם מנקודת הקפאון עד נקודת הרתיחה (פאן געפריי-כיו צום זיד-פונקט) .

המים וכל יתר הנזולים יתרבו במרתם כאשר יתחממו .

בחזינה, נקח מים שהיו מעורבים זמן

כביר עם קרח וניתן אותם בבקבוק קטן צורה 16 באופן שיתמלא הבקבוק על כל גדותיו, ומתחת להבקבוק הוה נשים שלהבת של ספיריטוס, או יתחממו המים הקרים ויתוספו בבמותם ויעברו על גדות הבקבוק מעט מעט, את השלהבת נחזיק מתחת להבקבוק עד רגע התחלת הרתיחה, ואז נסיר אותה מתחת הבקבוק, והנה המים הנשארים

(1) הערה עיין בספרנו המנוחה והתנועה סימן 186 ותמצא את הדרך אשר בה נודע לנו לקצוב בדיוק את כמות כח לחיצת האויר .

בהבקבוק יתצמצמו במדתם בהתקררם, ואם נשקול את המים שנשארו בהבקבוק אחרי הרתיחה, או נמצא כי נחסר מהם $\frac{1}{2}$ במשקלם. דרך משל: אם נתן בהבקבוק שנים ועשרים לאָט מים קרים 0 מעלות, או נמצא כי אחרי הרתיחה נחסר מהם לאָט אחד, ומשקלם יהיה אז רק אחד ועשרים לאָט.

הבחינה הזאת תורינו כי המים יתוספו במדתם $\frac{1}{2}$ כאשר נחמם אותם מקודת הקפאון עד נקודת הרתיחה (פֶּאָן געֶריר-ביז צום זיר-פונקט) ואם נתן בקדרה אחד ועשרים לוג מים קרים ונרתחם, או יהיה מדתם ברגע הרתיחה שנים ועשרים לוג.

§ 29.

כמה תגדל מדת הקיטור ממדת המים אשר נולד מהם?

אמנם מה יהיה משפט המים אם נוסף לחמקם גם אחרי הרתיחה? .
גם זאת הורינו כבר הנסיון, והוא:

אם נרתח את המים עד אשר יתהפכו והיו כליל לקיטור אשר חומו הוא מאה מעלות, או יתגדל כמות מדת הקיטור מכמות מדת המים שנולד הקיטור מהם בשעור 1691 פעמים, ר"ל אם בכלי המחזיק 1691 לוג, נשים לוג אחד מים קרים ונרתח אותם אחרי אשר נסתום הכלי, או ימלא כל הכלי בקיטור אשר חומם הוא מאה מעלות, ולכן יולד מאצבע-מעוקבת (קוביקצאלל) מים קרים רגל-מעוקבת קיטור בקרוב, שחומו הוא מאה מעלות (כאשר כי הרגל-המעוקבת תחזיק בקרוב 1728 אצבעות מעוקבות). המים הקרים המה עבים (זינד דיכטער) לפי זה 1691 פעמים ממעבה הקיטור בהיות חומו מאה מעלות.

§ 30.

ערך משקל הקיטור המימי מחום מאה מעלות. למשקל אויר-
הנשימה מחום 0 מעלות.

מדרגת-המעבה של האויר-הנשימה בהיות מדרגת חומו 0, הוא $\frac{1}{273}$ ממדרגת-מעבה של המים הזכים השוים להם במדרגת חומם, ולכן כאשר נבקש חשבון, נמצא: כי יהיה ערך מדרגת מעבה-הקיטור בהיות חומו מאה מעלות אל ערך מדרגת-מעבה-האויר שחומו הוא 0 מעלות, כערך המספר 46 אל המספר 100, ר"ל 46 מדות ממולאות מאויר-הנשימה שחומם הוא 0 מעלות ישקלו כמשקל מאה מדות ממולאות בקיטור שחומם הוא מאה מעלות, אבל באשר כי האויר-הנשימה ידק בעלותו בחום מעלה אחת בשעור $\frac{1}{273}$ ממדרגת-מעבו כמו שבארנו בספרנו המנוחה והתנועה § 342, לכן יהיה ערך מדרגת-מעבו של האויר שחומו הוא מאה מעלות לערך מעבה-האויר שחומו הוא 0 מעלות כערך המספר 1 אל

המספר $11\frac{9}{10}$, ר"ל כל אצבע מעוקב מאויר-הנשימה מחום 0 מעלות מתפשט בהיות חומו מאה-מעלות והיה כמותו או $11\frac{9}{10}$ אצבעות מעוקבים, על כן אם נבקש חשבון, נמצא: כי ערך מדרגת-המעבה של אויר-הנשימה מחום מאה מעלות לערך מדרגת-המעבה של קימור מחום מאה מעלות הוא כמעט כערך המספר 100 אל המספר 63, ר"ל משקל מאה כדות קימור מחום מאה מעלות ישוה למשקל ששים וששל כדות אויר-הנשימה מחום מאה מעלות, או למען הקל החשבון נעגל (וואלען וויר אברונדען) את המספרים ונאמר: משקל האויר-הנשימה מחום מאה מעלות יהערך למשקל הקימור מחום מאה מעלות, כערך המספר 8 אל המספר 5, או שמונה אצבעות מעוקבים קימור מחום מאה מעלות, ישקלו כמשקל חמש אצבעות מעוקבים אויר-הנשימה מחום מאה מעלות.

ובאשר בירגל אחד מעוקב של מים קרים הנמדד במדה רוסית ישקל $69\frac{1}{2}$ ליטרות רוסיות, לכן יהיה משקל 1 רגל מעוקב קימור יותר מעט מן $1\frac{1}{2}$ לאש (או $\frac{4}{10}$ ליטרא ברייק) וכמשקל מעטר מעוקב קימור מחום מאה מעלות יהיה $\frac{1}{17}$ קילאגראם.



פרק רביעי

חום הקשור וחום החפשי (געבונדענע-אונד פֿרייע-וואַרמע)

§ 31.

מדוע בכלי פתוח לא יתוסף חום המים בכל משך רתיחותם .

עוד דבר נפלא אחד נצרך לנו לבאר, והוא: מדוע לא יוסיפו בחום המים הרתוחים הנתונים בכלי פתוח מעל האש גם כאשר נגדיל המדורה ונרתיחם זמן כביר? (כאשר נודע לנו בסימן 24), איו איפוא נשאר כל החום אשר יעלה לנו להקטיר את המים קליל לקיטור?

בראשית השקפתנו היה נקל להשיב על זה, ולאמר: כי החום יאָצר בתוך הקיטור, אבל הלא כאשר נמדוד את מדרגת חום הקיטור, לא נמצאהו גם אותו חם יותר על מאה מעלות.

חכמי הטבע שלפנינו, אמרו: החום הוא קשור (איוט געבונדען) בהקיטור והקיטור יחזק בו ולא ישלחתי לחפשי, ועל כן לא יוכר לנו החום כאשר נשים בתוך הקיטור את כלי-מדד-החום (טהערמאָמעטער) למדוד את חומו, ובגלל הדבר הזה קראו להחום הנעלם הזה בשם: חום-קשור (לאטענמע אדער געבונדענע וואַרמע), להבדילו מהחום-החפשי (וענייבלע-אדער פֿרייע וואַרמע) אשר יוכל להִמָּדד בעזרת הטהערמאָמעטער, אבל בחשבם או את החום לחמר לא ידעו לבאר אל נכון הסבה:

מדוע נקשר החום בהקיטור? ומדוע הוא חפשי בהמים בעלותם ממדרגת הקרירות אל מדרגת הרתיחה?

אמנם לפי מצב חכמת הטבע כהיום הזה, נוכל למצוא באור נכון לכל החזיון הנפלא הזה, אך בטרם אשר נבאר זאת נעשה נא בחינה (פֿערויך) אחת אשר על ידה תוקל הבנת הביאור גם לכל מתחיל לחקור בחכמת הטבע. בחינה. נקח שתי קרורות של חום השוות בנדלן ובעיבי דפנותיהן זו לזו,

את הקדרה האחת אשר נסמן אותה בהאות א נמלא בליטרא אחת מים הקרים 0 מעלות, ובהקדרה השניה אשר נסמן אותה בהאות ב נתן ליטרא אחת של שלג שמדרגת קרירותם הוא גם כן 0 מעלות, ונציג את שתי הקדרות על טבלא אחת של תנור חם, ובכל אחת מהנה נשים מהערמאמעטער למדוד את החום אשר יתוסף בהקדרה על ידי חום התנור, והנה המהערמאמעטער הנתון בהקדרה א שבה נתון המים, יעווב מיד את מצבו על מעלה 0, ויתרומם לעלות מהרגע הראשונה שתנתן הקדרה על התנור, אבל המהערמאמעטער שבהקדרה ב אשר בה נתון השלג, ישאר על מצבו בנקודת 0 ולא יתרומם למעלה כל עוד אשר נמצא בהקדרה ב שלג שלא נמס עוד, וגם ברגע אשר יהם כל השלג שבהקדרה ב לילך תמס, יהיו המים שבה (שנולדו בה פֿהמקת השלג) קרים כהשלג אשר ממנו נולדו, כי המהערמאמעטער אשר בה, יורה 0 מעלות, אבל אם נביט אז על המהערמאמעטער אשר בהקדרה א, אז נמצא כי ברגע אשר יתם השלג לילך תמס בהקדרה ב ובעוד אשר מיהמסת השלג יהיו אז קרים 0 מעלות, אז נתחממו כבר המים שבהקדרה א בשעור שבעים ותשע מעלות חום.

ובאשר כי המים שבהקדרה א והשלג שבהקדרה ב היו ברגע נתינתם על טבלא-התנור שוים במדרגת קרירותם, ובכל משך עמידתן על הטבלא הלא קבלו שתי הקדרות חום בכמותם שוים, (יען כי בזמן אחד ומסקור חום אחד התחממה גם שתיהן) ובכל זאת יורה לנו המהערמאמעטער וגם נרגיש בחוש כי המים אשר בהקדרה א המה חמים יותר בשעור שבעים ותשע מעלות מהמים אשר בהקדרה ב, לכן אמרו חכמי הטבע שלפנינו:

”מִי־הִמָּסֵת־הַשֶּׁלֶג בְּלֵעָו בקרבם שבעים ותשע מעלות חום בעברם ממצב־המוצק אל מצב־הנוזלי“.

§ 32.

החום לא יוכל להיות נבלע ונקשר בהגופים, אבל הוא כח אשר יוכל להתעלם ולהגלות בתוך כח אחר.

אכנס המושג בליעת-החום הוא מושג בלתי צודק המיוסד על השערה מזרה אשר שערו להם רוב חכמי הטבע בדבר מהות עצם החום, והוא: זה לא כביר לימים האמינו כמעט כל חכמי הטבע כי נמצאו בגבול הטבע חומרים משוללי-הכובר (אונוואַנבאָרע שטאַפֿע) 1, וגם את החום חשבו לאחד מהחמרים האלה, ועל כן שערו להם חכמי הטבע: כי כשם שאפשר שיבלע איזה גוף מוצק את הנוזלים, וגוף נוזלי את האוירים ולא נודע כי באו אל קרבם

1) הערה את כסול השערה ממציאות חמרים בלתי-חמריים כאלה, הורינו כבר בספרנו אבן השואבת בחקרנו על חכמת המאנגעטיזמוס.

(רק על ידי הוספת משקלם) כך אפשר הוא בהחום שאין לו משקל שיבלעו הגופים את חומר החום בקרבם מבלי אשר יורגש החום בהגוף ההוא כלל, ועל כן שיערו בנפשם: כי כִּי-הִמְסַת-הַשֶּׁלֶג בלעו בקרבם שבעים ותשע מעלות חום, ויקראו להחום-הנבלע בתוך מִי-הַהֶמְסָה בשם חום-מְקוּשָׁר (געבונדענע אדער לאטענמע וואַרמע), ר"ל החום נקשר בחלקי מִי-ההמסה ולא יצא מהם החוצה, ועל כן לא נרגיש אותה בחושינו ולא נראה את פעולתו להגדיל גובה העמוד של כסף חי אשר להטהרמאָמעטער .

אבל לדעתנו לא נבלע ולא נקשר החום בהגופים, רק החום נתחלף ונהפך לכת ארז הוא כח המתיר או כח המפזר את החלקים הדקים אשר הגוף הורכב מהם, כמו שנבאר בהסימנים הבאים .

§ 33.

באור חזיון התעלמות החום בהקימור .

ממצב חכמת הטבע כהיום הזה, לא נוכל לשער לנו את החום מוגשם לחומר עד שיוכל להיות נבלע בגוף אחד ונסתר בין חלקיו אשר יתקשר בהם, ובגוף אחר יהיה יצא לחוץ לפעול חפשי על כל סביביו .

על פי מופתים המתאמתים על פי הנסיון ועל פי חכמת השעור, נודע לנו כהיום: כי החום הוא איננו חומר, אבל הוא רק כח-מניע (איינע בעוועגענדע קראַפֿט) אשר על ידו יתנועעו החלקים הדקים מן הדקים (האַטאָמען) שהגופים הורכבו מהם, ועל כן בכל מקום שתתגלה פעולת החום בהגופים, אז יכספו חלקי הגופים להתרחק איש מרעהו בסבת תנועתם .

והנה על פי חקי התקדויות הכחות בהטבע (נאך דעם געוועזענע פֿאן דער ערהאלטונג דער קראַפֿטע) אשר כבר בארנו באחד ממאמרינו על חכמת הטבע, נודע לנו: כי אין כח בעולם אשר יולד או יושבת מעצמו (פֿאן זיך זעלבסט), ר"ל כל כח הנולד מחדש הוא יליד כח אחר שקדם לו, וכל כח אשר יתעלם לעינינו, הוא יוליד ברגע התעלמותו כח אחר השווה אליו בכמות פעולתו, וכי משני כחות המנגדים בפעולתם איש לרעהו, יתמעט כמות פעולת הכח האחד בשעור התרבות כמות פעולת הכח השני המנגד לו, ר"ל בכמות הכח אשר עלה להכח האחד לנצח בו את הכח השני .

והנה אם נתבונן על פעולת הכח-המקשר אשר לחלקי הגופים, ונמצא שמטמתו הוא לקרב את החלקים שבהגופים ולאִתְּקֵם לחומר אחד, ונתבונן גם על פעולת כח החום, ונמצא שמטמתו הוא לִרְחֵק את החלקים שבהגופים זה מזה, כאשר נראה בחוש, כי החום יגְדִיל וירחיב את מדות הגופים הַתְּחִמִים ויתיר את אגודת הקשר שבין חלקי הגופים המוצקים, ועל כן יותכו הגופים המוצקים והיו על ידי החום לגופים נוזלים, נתבונן נא עוד כי אם נוסיף להמם את הגופים המתכבים, אז יתהפכו הנוזלים המותכים והיו לאוירים ובוה יאבדו את שארית כח-ההתקשרות

שבין אישי חלקיהם או יהיה הדבר הלמד מכל חתבתונות האלה: כי כח-ההתקשרות (5אָהעוּיאן) וכח החום ינגדו זה לזה בפעולתם, ולכן במדה היא אשר ינצח כח החום את כח-ההתקשרות (5אָהעוּיאן) באיזה גוף, כן במדה היא יתמעט כח-החום בהגוף ההוא.

ומעתה אחרי אשר הקדמנו כל אלה, דעת לנבון נקל יהיה לבאר לו הסבה: מדוע נתחממו המים שבחקירה א, בעוד אשר לא נתחממו מי-המסת בהקדרה ב? אשר בהבחינה שבסימן 31, והוא:

מגמת כח החום הוא להרחיב ולהגדיל מדת הגופים ולהתיר אגודת חלקיהם של הגופים המוצקים, כל גוף מוצק אשר קשר אגודת חלקיו יתרפה יותך ויהי לגוף נוזלי, והנה ההתקשרות שבין החלקים אשר להגוף המוצק, תחוק הרבה משעור ההתקשרות אשר לחלקי גוף הנוזלי, ועל כן כאשר יפעל כח-החום בשעור אחד ובזמן אחד על שני גופים שונים אשר האחד מהם הוא מוצק (כמו השלג) והשני הוא נוזלי (כמו המים), או הלא יבין כל משכיל כי בטרם אשר יתגבר כח-החום על חלקי הגוף המוצק להתיר אגודתם, הנה כבר יעלה ביד החום להחם במעלות רבות את הגופים הנוזלים אשר אגודת חלקיהם המה כבר רפויים בהם גם בטרם שהוחמו, ועל כן גם בהבחינה מהשלג והמים אשר בארנו בהסימן 31, עבד החום בהקדרה ב להתיר אגודת החלקים בליטרא אחת של שלג, כשעור העבודה אשר עבד להחם בהקדרה א ליטרא מים בחום שבעים ותשע מעלות, כי בטרם אשר נתרפו אגודת החלקים של השלג כבר נתוכף החום בחלקי המים הרפויים מאו, ובאשר כי בהקדרה ב היה נצרך לכח החום לעבוד שתי עבודות כאחת, והוא: גם להתיר אגודת חלקי השלג גם לחממם, ואין כח אחד יוכל לעשות שתי פעולות בבת אחת, מבלי אשר תושבת הפעולה האחת כשעור ההוא אשר תתגדל הפעולה השניה, לכן בכל זמן אשר עבד החום להתיר אגודות חלקי השלג ולהתיבם למים, בעת ההיא חדלה ונשבתה פעולת כח החום במי-ההמסה.

להשבתת כח החום אשר יחדל לפעול פעולות מחממות בעת אשר יעבוד להתיר אגודת החלקים בהגופים המתכים, נקרא בשם קישור-החום.

§ 34.

המופת כי כח החום יוכל להתהפך ולהיות לכח המפזר.

לאות כי כל החום אשר העלה את המים בהקדרה א מן 0 מעלות עד 79 מעלות (בהבחינה סימן 31) עלה בהשלג להתיר אגודות חלקיו בהתהלכו תמם, נוכל לעשות את שלש הבחינות הקלות האלו:

בחינה ראשונה. נקח ליטרא אחת מים שמדרגת קרירותם הוא 0 מעלות ונערב אותם עם ליטרא אחת מים שמדרגת חומם הוא שבעים ותשע מעלות, או תהיה מדרגת חום התערובות (שמשקלה הוא שתי ליטרות) $39 \frac{1}{2}$ מעלות.

בחגיגה שנייה . נקח לישראל אחת מים חמים שתומם הוא השע ושבעים מעלות וניתן בהם לישראל אחת של שלג שמדרגת קיריותו הוא 0 מעלות, אז ילך השלג תמם בהמים, והנה משקל התערובות מהמים החמים וממי-המסכה השלג יהיה גם כן שתי ליטרות, אבל מדרגת חומה של ההמסה תהיה רק 0 מעלות, לכן דבר הלמד מהבחינות האלו, כי כל השבעים ותשע מעלות החום אשר להליטרא-מים-החמים עלו להתך לישראל אחת של שלג, ר"ל החום פעל רק להתיר אגודת חלקי השלג ועל כן לא עלתה מדרגת חום מי-ההמסה על מדרגת חום השלג. השבעים ותשע מעלות החום אשר יעדיפון המים ממדרגת 0 מעלות על השלג ממדרגת 0 מעלות, ואשר לא יורגשו לנו לא על ידי החוש ולא על ידי המהערסאממער, יקראו חכמי הטבע בשם חום-קשור (לאמענטע-ארעד געבונדענע ווארמע).

ממצב חכמת הטבע כהיום הזה נצרך לנו לשער בהמושג חום-הקשור את התחלפות כח-החום לכח-המפור, כי הכחות-הטבעיים לא יתבטלו בהבריאה מעולם ועד עולם, אך לנצח נצחים המה קיימים, ואם יודמן שנתעלמו מעינינו כחות-טבעיים על זמן ארוך או קצר, כי עתה תהיה התתעלמות הזאת אך תמורה והתהפכות שנתהפך הכח-הנעלם לכח חודש אחד או גם להרבה כחות חדשים, (כמו שנתבאר כל זאת במופתים נאמנים על פי הנסיון ועל פי סופתים מחכמת השעורים, בספרנו אחרות כחות הטבע), ולכן בכל מקום שיתעלם כח-החום באיזה גוף ולא יורגשו לנו לא על ידי החוש ולא על ידי המהערסאממער, אז יתגלה כח-המפור תמורת כח החום הנעלם שהגוף הוא.

בחגיגה שלישית. אם נערויב שלג שמדרגת חומו הוא עשר מעלות קור עם מלח-הבישול (קאפואלין) שמדרגת חומו הוא גם כן עשר מעלות קור, אז ילכו גם המלח גם השלג תמם ויולידו המסה-קלחית (איינע זאליץ-לאזונג) שקיריותה הוא עשרים מעלות, יען כי בהוספת הכח-המפור בההמסה (בעכבה מסעב-המוצק למצב-הנוזלי) נתמעט חומה.

על ידי תערובות מגופים שונים אשר בהתערבם יתהפכו מגופים מוצקים והיו לנוזלים, צלחה לחכמי הטבע להוליד בחדר חם קיריות-מלאכייתי (קישמליצע קעלמע) מששים מעלות קור ויותר.

§ 35.

התגלות החום על ידי התהפכות הנוזלים למוצקים.

כאשר יתעלם כח-החום באיזה גוף בהתגלות בו הכח המפור את חלקיו, כן להיפך יתגלה כח-החום באיזה גוף כאשר יתעלם בו הכח המפור את חלקיו, ולכן כשם שנתעלם החום כאשר נהפך גוף מצק (שלג) והיה לנוזלי (מים), כן להיפך יתגלה החום בהתהפך איזה גוף נוזלי והיה לגוף מצק, דרך משל: בהתברר

המים עם השירי-השרוף (נעבראָנמען אָדער אונגלאַסמען קאלק) וזיה לגוף מצוק הנקוב בשם שירי-כבוי (נעלאַשטער קאלק).

בחגיגה בהבקבוק אשר לימין הצורה 17 נתן שלש ליטרות שירי-שרוף רק וגשפוך בו ליטרא וחצי מים קרים או יבלע השיר את המים אל קרבו, כמות השיר יתגדל, ואחרי כן יתחמם השיר למאד ויתפרר לאבק לבן ורק כקמה והוא הנודע לנו בשם שירי-הכבוי (נעלאַשטער קאלק).



בקבוקים שנתאחרו על ידי קנה החבור (פלאשען) מיט איינער פֿערבינדונגס-ראַהרע

מהשירי-השרוף יעלה קיטור מימי (וואַשער-ראַמפּף) בשפכנו את המים עליו, ואם נקבץ את הקיטור-המימי הזה (על ידי שפירת-כמוסה) לתוך בקבוק סתומה המצוירה פה לשמאל הצורה 17, או יתעבה שמה הקיטור והיה למים, ומשקל המים

אשר יולדו מהתעבות הקיטור יהיה רק חצי הליטרא, ולכן תחסר לנו עוד ליטרא שלמה מים אשר נמצאנה אם נשקל את השירי-הכבוי, כי משקלו יהיה ארבע ליטרות.

מהבחינה הזאת נלמד שני דברים, והמה :

- א: כי בהתחבר המים עם השירי-השרוף יתקשו המים והיו לגוף מצוק.
 - ב: כי בהתהפך המים ממצבם הנוזלי והיו לגוף מצוק או יתגלה חום.
- אם נדקדק במידת החום אשר יולד בהשירי-הכבוי מנסכות התהפכות המים ממצב-הנוזלי למצב-המוצק בהתחברם עם השירי-השרוף, או נמצא כי על ידי התחברות הזאת נתגלה חום בכמות הגדול הרבה יותר משעור החום אשר יתעלם בתור חום-קשור כאשר תתהפך ליטרא אחת של שלג והיתה לליטרא מים, כי מלבד אשר נתחממו הארבע ליטרות שירי-כבוי בחום גדול, הלא הוקשר (אויזט פֿערידאמפּט) עוד חצי הליטרא מים לקיטור, ובהיפוך הכא נראה לדעת כי בהקטרת חצי הליטרא מים תתעלמנה 270 מעלות חום, והוא כמות חום הגדול הרבה יותר משלש פעמים מכמות מעלות החום אשר תתעלמנה בהתהפך ליטרא אחת של שלג והיתה למים, כי בכל ליטרא שלג תתעלמנה רק 79 מעלות חום (כמבואר בסיסן 34).

§ 36.

חום-החפשי (פרייע וואַרמע) .

את מקור החוספת לכמות החום אשר נתגלה בהשירי-הכבוי בהבחינה אשר

בהסימן הקודם, נצרך לנו לבקש בהתחככות אשר יתחככו חלקי המים בהתלחצם מבינות לחלקי השיד בעת שנתחברו המים חיבור-כעמיע עם השיד ונדבקו זה בזה והיו לנוף אחד, ובספרנו חכמת-הכעמיע נראה דיגמאות רבות מהולדות חום גדול על ידי ההרכבות-הכעמיות, ובכל מקום אשר יתחברו שני גופים, אשר האחד מהם יעבור ממצב-הנוזלי למצב-המוצק, או גם בגופים נוזלים אשר יתעבו (ריא דיכטער ווערדען) על ידי הרכבתם-הכעמיות, יולד חום, כן יתגלה חום, אם נשפוך מים לתוך חומץ-הנפרתי (שוועפעל-ווייערע), באשר כי המים יתעבו (ווערדען דיכטער) על ידי חבורם עם החומץ-הנפרתי .

גם כאשר יתחברו המים לקרח יתגלה החום, וזאת היא הכבה אשר בתורף ביום שירד השלג יעלה הטעהרכאמעטער מעלות אחרות למעלה .
את החום הזה אשר יתגלה בהגופים העוכרים ממצב-הנוזלי למצב-המוצק או ממצב-האווירי למצב-הנוזלי יקראו חכמי הטבע בשם חום-החפשי (זענויבלע-אדער פרייע ווארמע) .

ממצב חכמת הטבע כהיום הזה נצרך לנו לשער בהמושג חום-החפשי את התחלפות כתי-המפור (עקשפאנויווע קראפט אדער רעפלוויאנס-קראפט) בכח החום, ר"ל במדה ההוא אשר נתמעט בהגופים הכח המפור את חלקיהם, כן במדה ההוא נתוסף חומם .

§ 37.

כמות כח החום אשר יתעלה בהקיטור-הימימי .

כבר ראינו בכימן 34 כי על ידי התבט השלג המוצק למים-נוזלים, תתעלמנה

צורה 19



רתיחת המים על ידי הבאת מילון של קיטור לתוך כלי של מים קרים בהם תשע ושבעים מעלות החום, לכן דעת לנבון נקל כי בהתהפך המים לקיטור

יתעלם החום בהקיסור עוד בכמות יותר גדול מאשר נתעלם בהמים, והוא יען כי בהקיסור יתגלה הכח-המפזר בשעור יותר גדול מאשר יתגלה בהנוזלים.

אמנם איכה נדע בדיוק כמה חום יתעלם בהקיסור הנולד מרתיחת המים? גם זאת לא יפלא בעינינו לדעת כאשר יתבאר לנו פה על ידי בחינה קלה מאד להעשות, והוא:

בחינה: בהבקבוק אשר מימין להצורה 18 נתון חמשה וחצי לאָט מים זכים וקרים ממדרגת 0 מעלות, ונרתיה המים על ידי שלהבת של ספיריטוס אשר נציג מתחת להקערה שהבקבוק נצב בה, ונרשום לנו את אורך הזמן אשר עלה לנו להרתיה את המים אשר בהבקבוק, ונמצא דרך משל כי אורך הזמן היה רביעית השעה, ואחרי כן נסתום את פי הבקבוק במגופה-נקובה (דורכנעבאָהרמען קאָרק) אשר שפופרת-כפופה תקועה בה, ואת הקצה השנית מהשפופרת-הכפופה הזאת נתחוב בתוך צלוחית המצוירה משמאל בהצורה 18 ואשר גם בה נתון חמש וחצי לאָט מים קרים שמדרגת קרירותם הוא 0 מעלות, ואז נשים שנית את השלהבת של ספיריטוס מתחת להבקבוק.

והנה המים שבהבקבוק יתחילו על יד על יד להתהפך לקיסור, ובאשר כי אין להקיסור הנולד בהבקבוק כל מוצא אחר כי אם לצאת ולעבור דרך השפופרת-הכפופה התקועה בתוך המגופה, על כן בצאת הקיסור מקצה השנית של השפופרת יבוא אל תוך המים שבהצלוחית.

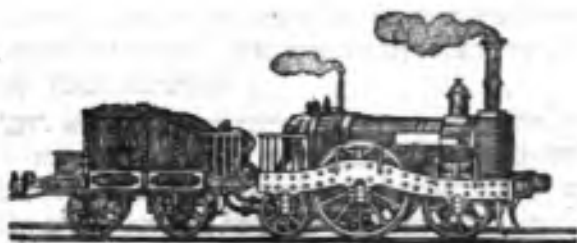
הקיסור אשר יבא בהמים הקרים יהיה חומם מאה מעלות ושמה יתקעה וישוב שנית והיה למים, אבל על ידי תערובות המים הקרים שבהצלוחית עם הקיסור החם, יתחמו גם המים שבהצלוחית על יד על יד, עד כי בעבור עוד רביעית השעה בדיוק, יתחילו גם המים אשר בהצלוחית לרתוח, וברגע אשר יתחילו המים שבהצלוחית לרתוח, נכבה את השלהבת הבערת מתחת להבקבוק, ונסיר את הכפופה עם השפופרת התקועה בה מעל פי הצלוחית, ונשקול במאזנים את משקל המים שנשארו בתוך הבקבוק ואת המים הנמצאים בתוך הצלוחית, ונמצא כי משקל המים אשר בהבקבוק הוא רק ארבעה וחצי לאָט ומשקל המים אשר בתוך הצלוחית הוא ששה וחצי לאָט.

הבחינה הקלה והפשוטה הזאת, תלמד אותנו לדעת ארבעה דברים, ואלה המה:

א כי במדת החום אשר תשפיק לנו להחם בה חמשה וחצי לאָט מים קרים ממדרגת 0 מעלות עד מאה מעלות, במדת החום ההיא נוכל להקטיר (צו פערדאמפּען) רק לאָט אחד מים שחומם הוא מאה מעלות, ולהפכם לקיסור במשקל לאָט אשר חומם הוא גם כן רק מאה מעלות.

ב: באשר כי הקיסור לא נתרבה בחומו על חום המים הרתוחים

שמהם נולד, על כן נודע לנו כי כל החום אשר ישפיק להרתיח בו $5\frac{1}{2}$ לאט מים נתעלמו בתוך לאט אחד של קיטור אשר חומו הוא מאה מעלות. ג: כי בהתעבה לאט ואחד של קיטור אשר חומו הוא מאה מעלות ויתחפך למים אשר חומם הוא גם כן מאה מעלות אז נוכל בכח החום-החפשי אשר יתגלה בו (תמורת הכח-המספור אשר יתעלם בו) להרתיח חמש וחצי לאט מים שהיו קרים במדרגת 0 מעלות. ד: דבר הלמד מסופו כי כמות החום שהיה נעלם בתור חום-קשור בהקיטור-של-מאה-מעלות-חום, הוא תמש מאות וחמשים מעלות בקרוב.



פרק חמישי

קיטור אשר יוצלח לעבודת מלאכה.

§ 30.

טבע הקיטור אשר יולד בכלים סתומים .

בהסימן 24 ראינו לדעת כי אין עצה ואין תחבולה להגדיל את מדרגת חום המים וחום הקיטור יותר על מאה מעלות כאשר יורתחו המים בכלים פתוחים , ומכל אשר נתבאר לנו עד כה נקל לנו לדעת גם הסבה להחזיון הזה , והוא : כי ברגע אשר יגיעו המים למדרגת מעלת חום המאה , או יתנגדו בכח-התפורותם אל הרחיקה אשר ירחוק אויר-הנשימה על פני שטח המים , ועל כן יוכלו כל הלקי הקיטור להתרוסס או בהאוויר למעלה מבלי כל מפריע , וכל החום אשר נוסף או להכנס את המים-הרותחים לא יוסיפו את מספר מעלות חום המים וחום הקיטור ,

אבל כל עבודת החום הוא רק להתיר אנודות הלקי המים ולהפכם לחלקים מהפזרים בתור קיטור , וכל חלק קיטורי שיחמם עד מאה מעלות לא ישאר עוד בהכלי , ועל כן לא יתוסף חומו .

אמנם כל חכם לב יבין מדעתו : כי אם נרתיח את המים בכלי סתום במקום אשר הקיטור הנולד לראשונה לא יוכל לצאת הפשי החוצה , אך ישאר בהכלי וירחוק בכח ספוגיותו על פני המים אשר לא נהפכו עוד לקיטור , אז לא ישפיק עוד חום-מסאה-מעלות להקיטור את המים הנותרים בהכלי , באשר כי המים שבו ילחצו בכח גרול סדקיטור אשר עליהם , והרחיקה הזאת היא יותר חזקה מהרחיקה אשר ילחצו המים מאויר-הנשימה כאשר נרתיח אותם בכלי פתוח .

צורה 10

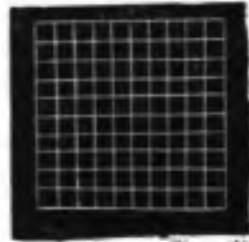


כלי-מזריק-האוויר (לוססומסע)

הנסיק והחשבון הורונו כי בכלים סגורים יתגדל החום של המים ושל

הקיטור כאשר נוסף לחם אותם אחרי שנרתחים, וכל אשר יתגדל חום המים וחום הקיטור כן יתגדל גם כן כח ספוגיות הקיטור, הוא :

בח'ינה: נריק מבלי שתומה הסחויק עשר מדות את האויר, בעזרת כלי-מוריק-האויר צוה 19 ונתן בהכלי הזה חמש מדות מים קרים, אז באשר כי המים לא ילחצו מהאויר החיצון בתוך הכלי הריק מהאויר, על כן כל מעצור אֵין ברגע הראשונה אשר יפריע את המים מלהתהפך לקיטור. חלל הכלי (הריק מהאויר) יתמלא ברגע בקיטור דק למד, אבל הקיטור ההוא יתחיל ללחוץ על שטח פני המים שבהכלי ואז תעצר על ידי זה ההקטרה (דיא פֶּרְדֵּאמפֶּלֶונג) בהכלי, ואם נוסף לחם את הכלי, אז ברבות חום המים תתרבה גם כההתפורות חלקיהם ויולד קיטור חדש, ולכן דעת לנבון נקל: כי הקיטור שבתלל הכלי-הפתוח יתעבה מרגע לרגע, וכאשר יתגדל הקיטור במדרגת-מעבהו (אין ויזנער דיבטינגקייט) כן יגדל וכן ירבה גם כח לחיצתו אשר ילחץ על המים אשר לא הוקטרו עוד, ובהגיע חום המים בתוך הכלי למאה מעלות, אז יתגבר כבר כח הלחיצה אשר להקיטור עד כי ילחץ על כל שטח אצבע מרובע (ש-דלו הוא כגודל הצורה 20) בכח חמש עשרה ליטרות, שהוא ככמות הלחיצה אשר ילחץ האויר-הנשימה על כל תופים אשר על פני הארץ .



צורה 20 אצבע מרובע

והנה אלו נפתח את הכלי ברגע הרואי אשר יתחממו בו המים והקיטור עד הגיעם למאה מעלות, אז היה כל הקיטור אשר בהכלי עולה למרום האויר מבלי כל ספריע, יקן כי כח לחיצתו של הקיטור ישוה אז אל כח לחיצת אויר-הנשימה, ולכן היו כל חלקי המים הנוותרים בהכלי מוקטרים כזה אדר זה וכתרוכסים באויר מבלי אשר יוסיפו להתחמם עוד, אבל אם לא נפתח את הכלי, אז תעצר ההקטרה (אחרי שהגיע הקיטור בחומו לחום מאה מעלות) כל עוד אשר לא נוסף לחם את המים .

אמנם אם נוסף לחם את המים בכלי סתום אחרי אשר התחממו כבר והגיעו בחומו למאה-מעלות, אז תתחיל ההקטרה שנית, אבל הקיטור יהיה אז הם ועב יותר מהקיטור אשר חומו הוא רק מאה-מעלות ואשר יולד בכלים פתוחים .

לקיטור אשר כה-דחיקתו ישוה לכח דחיקת אויר-הנשימה נקרא קיטור בן לחיצה אוירית אחת, (דאמפף פֶּאן איין אמטאספֶּרישען דרוק), ר"ל קיטור שכמות כה-התפורותו הוא חמש עשרה ליטרות לכל אצבע מרובע .

כאשר יהחם המים עם הקיטור בכלי סתום עד $121 \frac{1}{2}$ מעלות, אז יהיה כח לחיצת-הקיטור (ר"ל כח דחיקתו על דופני הכלי הסתום) פי שנים ככח הלחיצה אשר ילחץ אויר-הנשימה, ועל כן נקרא הקיטור שחומו הוא $121 \frac{1}{2}$ מעלות בשם קיטור-בן-שתי-אמטאספֶּרען, ולחיצתו הוא שלשים ליטרות לכל שטח אצבע מרובע .

יש מכנות קיטוריות אשר בהנה יעבוד קיטור בן עשר אממאָסערען, ועל כן יהיה כח דחיקתו מאה וחמשים ליטרות לכל שטח שגדלו הוא אצבע מרובע כגודל הצורה 20.

39.

קיטור-שבוע (געזאָטיגטער אָדער זאָטונירטער דאמפף).

הקיטור הנולד בכלים סתומים אשר עוד נמצאו בהם מים שלא הוקטרו קליל, יוכל לעלות בחומי למעלה ממאה מעלות, והקיטור הזה משנתה תמיד ברוטו אל מדרגת חום המים שבהכלי.

סבת החיזון הזה הוא: כי המים אשר יוחמו בכלי סתום לא יוכלו לרתוח חפשי, יען כי יעצרו תמיד מלרתוח על ידי לחיצת הקיטור הדוחק עליהם (כמבואר בסימן הקודם), ועל כן לא יעלה כל החום (מהחמים הנוערים תחת הכלי) להפוך את המים לקיטור, אבל רוב החום יעלה לקחם את המים ואת הקיטור יתר על מאה מעלות.

הקיטור הזה הנולד בכלים סגורים יבלע חלקי מים דקים מן הדקים אשר עוד לא הוקטרו, ועל ידי זה יגדל הקיטור במדרגת מעבהו.

לכל מעלה ומעלה מדרגת החום אשר יתחמם הקיטור יתערך כמות ידועה ממים אשר יוכל הקיטור לאצור בקרבו, למען אשר ישיג את מדרגת-מעבהו (זיינע דיכטיגקייט) ואת כח-ספוגיותו (זיינע עלאסטציטאָט) הראויים להיות לו לפי מעלת חומו, ועל קיטור אשר יאצור בקרבו חלקי מים כפי השעור הראוי לו לפי מדרגת חומו, נאמר שהוא: קיטור שבוע במים.

כאשר יתקדר הקיטור או לא יוכל עוד לאצור בקרבו חלקי מים רבים, ולכן יתעבו כמות ידוע מחלקי המים שבהקיטור וישובו ויהפכו למים, וזאת היא הסבה אשר חלק רב או מעט מהקיטור יתהפך והיה לנוזלים בדרת חומי, מהחלק מהקיטור-המקורר הנשאר עוד בתור קיטור (גם אחרי שנתקדר) יהיה גם הוא שבוע, ר"ל הוא יאצור גם או בקרבו כמות חלקי מים בשעור הנאות לחומו ולמדרגת ספוגיותו.

§ 40.

קיטור הנולד מעצמו (שפאָנטאנע דאמפּענעטוייקעלונג).

אם נחמם בכלי סתום את המים עד שיעלה חומם גבוה ממאה מעלות, ובדופן הכלי נקבע ברוז, או כאשר נפתח את הברזא יצא הקיטור הנמצא בהכלי עד אשר ישנתה כח דחיקת-הקיטור הלוחץ בהכלי מבפנים לכח לחיצת-האוויר הדוחק מכתוץ על פתח הברזא, אמנם בצאת הקיטור בחפזה מהברזא ירדו

המים בחומם וישארו רק בחום מאה מעלות, והוא יען כי הקיטור החם מאד אשר יצא החוצה לא ידחק עוד על שטח פני המים, ועל כן יולד עוד קיטור חדש מהמים אשר בתוך הכלי, אבל באשר כי להולדת הקיטור החדש נצרך גם חום חדש, לכן יאצילו המים להקיטור החדש את חומם העודף על מאה מעלות, ולפי שעור החום ההוא יולד הקיטור החדש, דרך משל:

אם בכלי סתום אשר מכילת חללו הוא רגל מעוקב אחד יקצא קיטור מחום $121 \frac{2}{3}$ מעלות, ועוד נמצאים בו גם מים במשקל לישראל אשר חומם הוא גם כן $121 \frac{2}{3}$ מעלות, והנה באשר כי הקיטור החם $121 \frac{2}{3}$ מעלות הוא גדול פי שנים בכח ספוגיותו מכח לחיצת אייר-הנשמה כנגד פי הברזא, ולכן כאשר נפתח הברזא או יצא הקיטור לחוץ במדת מחצית-הרגל-מעוקבת, באופן אשר המתצה השנית מהקיטור ימלא את כל חלל הכלי בהתפזרו, וכח ספוגיותו ישוה אז רק לכח לחיצת-האייר על פתח הברזא מבחוץ, אבל באשר כי המים היו מחוממים בשעור $21 \frac{1}{3}$ מעלות יותר, (מאשר יתחממו ברתחתם בכלי פתוח) מצמבת התלחצותם (בהכלי הסתום) מהקיטור אשר על גביהם, ולכן כאשר סרה מעליהם לחיצת הקיטור אשר יצא דרך הברזא לחוץ, או הוציאו המים את תוספת חומם מקרבם ויולידו קיטור חדש, ובאשר כי לפי סימן 37, נודע לנו כי להולדת משקל לישראל ארת קיטור נצרך לנו חמש מאות וחמשים מעלות החום, לכן הלא נוכל למצוא חשבון כי בשעור $21 \frac{1}{3}$ מעלות חום נולד קיטור שמשקלו יותר מעט מחלק $\frac{1}{36}$ ממשקל המים שבהכלי, וגם הקיטור הזה יעזוב את הכלי ויניס גם הוא דרך פתח הברזא. הקיטור הזה אשר יולד בסבת אצילות חום המים נקרא בשם קיטור-הגדול-מעצמו (שפאָנמאנער דאמפּף).

§ 41.

קיטור המחומם יתר על המדה הדרושה (איבערהיצטער דאמפּף).

בהסימן הקודם ראינו לדעת כי יתחמם הקיטור בכלים סתומים ועלה במדרגת חומו גבוה ממאה מעלות רק או כשתתרבה מדרגת מעבהו, אמנם במה דברים אמורים כשיוש מבלעדי הקיטור גם מים בהכלי, אבל אם נמלא כלי ריק רק בקיטור לבד מבלי כל תערובת מים, וגוסיף לחמם את הכלי עם הקיטור באש, או יוסיף הקיטור להתחמם גם מבלי אשר יבלע בקרבו חלקי מים יותר, ועל כן לא יוכל הקיטור הזה להשתנות במדרגת-מעבהו אם כי שישתנה במדרגת-חומו.

הקיטור הזה אשר מדרגת-מעבהו תהיה בו פחות מהנדרש להיות לפי ערך מדרגת-חומו נקרא בשם: קיטור-המחומם יתר על המדה (איבער-היצטער-דאמפּף).

גם בהקיטור הזה הבלתי שבוּע במים כל צרכו יתרבה כח-ספוגיותו ברבות מעלות-חומו, אולם תוספת כח-ספוגיותו לא תהיה בו כמדת תוספת כח-הספוגיות בקיטור-השבוּע-במים-כל-צרכו, אבל כח-ספוגיותו יתגדל רק במדה

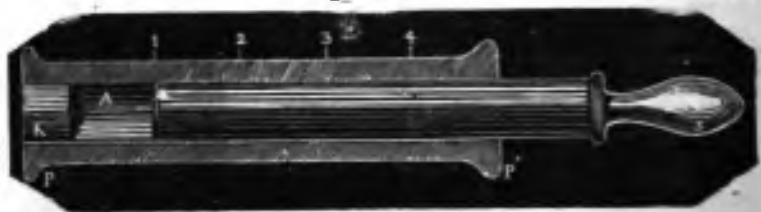
הדיא אשר היה מתגדל כח ספוגיות האויר המחוסם והוא לכל מעלה ממעלת החום יתגדל כמותו רק בשעור $\frac{1}{273}$ מכפי אשר היה כח ספוגיותו בטרם שנתעלה חומו.

§ 42.

הקיטור יתחמם כאשר יתלחץ ויתקמן בכמות מדתו, ויתקרר כאשר יתפור ויתגדל בכמותו.

בחנינה. אם נתן בצילינדער P צורה 21 קיטור מחוס מאה מעלות, ונסתום

צורה 21



הגדלת כח המפור על ידי הוספת התלחצות האויר י

אותו בהקנה S באופן אשר קצה הקנה מבפנים יגיע עד הנקודה 3, או אם נלחץ את הקנה עוד הלאה לפניו עד הנקודה 2, יתעבה הקיטור, ואם נוציא את הקנה עד הנקודה 4 או ירוק הקיטור, באופן הראשון יתגבר תחום הקיטור, ובאופן השני יתקמן חומו, באופן הראשון יצא חלק מהחום הקשור לחפשי, ובאופן השני יתעלם חלק מהחום הפשוט ויהיה לחום קשור, ולפי באורנו על החום הקשור ועל החום החפשי אשר באורנו בפרק הקודם נאמר: כי כאשר נעצר הבח המפור מלהרחיב את חלקי הקיטור או נתחלף בחום, וכאשר החל באופן השני הבח המפור לפעול חפשי או נתעלם החום.

דרך משל: אם בהצילינדער נמצא ליטרא אחת של קיטור שחומו הוא מאה מעלות, ועל ידי דחיקת הקנה S מהנקודה 3 עד הנקודה 1 נתקמן הקיטור בכמותו במחציתו או הלא יתעבה הקיטור על ידי הלחיצה הזאת פי שנים, אולם כבר נודע לנו כי בהתגדל פי שנים מדרגת-המעבה של הקיטור אשר חומו הוא מאה מעלות, או יתוסף חומו בשעור $21\frac{1}{2}$ מעלות ועל כן יצאו לחפשי $21\frac{1}{2}$ מעלות מחום-הקשור אשר להקיטור וישאר כמות החום-הקשור אשר להקיטור-המלוחץ ההוא רק $528\frac{1}{2}$ מעלות, אבל אם נוציא את הקנה מהנקודה 3 ונציג אותו בפתח הצילינדער לעומת הנקודה P, או ירוק הקיטור פי שנים, ובאשר כי במדרגת-מעבה כזאת יוכל תחום הקיטור להיות רק שמונים מעלות, לכן תתעלמה עשרים מעלות חום-חפשי ותתהפכה לחום-קשור, ועל כן יהיה או כמות החום-הקשור אשר להקיטור המודק 570 מעלות.

בכל האופנים האלה נניה כי לא נאבד מהחום ולא נתוסף עליו באומה מאיזה סבה חיצונית .

§ 43.

כמות כח הספוגי אשר להקיטור ממדרגת-חום שונות .

כבר ידעו חכמי הטבע אשר היו בהמאה העברה כי אם נרתיה את המים בכלים סתומים או יתרבה על יד על יד גם חום הקיטור גם מדרגת-מעבה וגם כח-ספוגיותו , אבל עוד לא ידעו אל נכון כי לכל מעלה ומעלה ממדרגת החום יחשך גם ערך-קבוע מכמות כח-הספוגי (אשר להקיטור השבוע) , ועל כן החלו חכמים רבים בחצי השני סמאת-השנים העברה לנסות בהכמה את מדרגת-הספוגיות אשר להקיטור .

צורה 22



ביאור קציבת דחיקת הקיטור

הראשון אשר הודיע במאמר מיוחד בשנת 1767 בחינות חכמי הטבע בהענין הזה היה הדאקטאר ציגלער מווינמטרטהור .

ביחוד הגדילו לעשות בבחינותיהם המחוכמות החכמים כעמאנקאר ופריסטיאן בפאריז , והחכם ארצבערגער בווינ , וחבורת פראנקלין באמעריקא הצפונית , אבל על כולם עלו בדיוק בחינותיהם של חכמי צרפת והמה: דולאנג , רענאלט ואראנא, ובהלוח אשר בסיכין הכא נציג את תוצאות בחינותיהם, והנא :

אם נביא קיטור בהכלי A המלא עד סחציתו בכסף חי והמהובר על ידי השפופרת B עם הקנה התלולה C צורה 22 , או דחוק הקיטור את הכסף חי לעלות למעלה בתוך הקנה C ועל פי שעור הגובה אשר יעלה העמוד של כסף חי בהקנה C , נדע לנכון את כח ספוגיות הקיטור , החכם דולאנג השתמש לבחינותיו בקנה הגובה שבעים רגל פאריזי (עוד 10³ שאוען או 32 ארשין רוסיות) .

האוויר-הנשימה ילחץ על עמוד של כסף חי להעלותו בגובה שמונה ועשרים

צורה 23



מדת הרעצעמעטער

אצבעות פאריזיות או בגובה ששה ושבעים צענטימעטער , הצורה 23 תורה לנו מרת הרעצעמעטער שהוא עשרה צענטימעטער , נמשך מזה כי העמוד של כסף חי אשר ינשא מת דחיקת האוויר יגדל $\frac{7}{10}$ פעם בארכו מאורך המדה המצוירה פה .

§ 44.

לוח כח הספוגי אשר לקוטור-המימי (עלאסטיציטאט דעם
וואשער-ראמפפעב). .

מדרגת החום	מצב הבאר-אמעטער	כמות הלחיצה	מדרגת החום	מצב הבאר-אמעטער	כמות הלחיצה
מעלות חום	גובה מצב עמוד הכסף חי	כמות לחיצת אור הנשימה	מעלות חום	גובה מצב עמוד הכסף חי	כמות לחיצת אור הנשימה
(סעמפערמאור)	צענטימעטער	אטמאספערען	(סעמפערמאור)	צענטימעטער	אטמאספערען
200 ₁₅	1140	15	100 ₁₀	76	1
203 ₁₆	1216	16	121 ₁₄	152	2
209 ₁₄	1368	18	135 ₁₁	228	3
214 ₁₇	1520	20	145 ₄	304	4
224 ₁₉	1824	24	153 ₁₁	380	5
226 ₁₉	2280	30	160 ₁₉	456	6
244 ₁₈	2660	35	166 ₁₅	532	7
252 ₁₅	3040	40	172 ₁₁	608	8
265 ₁₉	3800	50	177 ₁₁	684	9
312 ₁₀	7600	100	181 ₁₆	760	10
363 ₁₅	15200	200	186 ₁₀	836	11
445 ₁₅	38000	500	190 ₁₀	912	12
492 ₁₅	68800	800	193 ₁₇	988	13
517 ₁₀	76000	1000	197 ₁₂	1064	14



פ ר ק ש ש י

מהירות תנועת הקיטור.

8 45.

המהירות אשר בו ינום הקיטור התוצה אם נפתח הברזא
מהכלי אשר הוא אצור בו .

הדתבוננות העיוני על פי חוקי חכמת-תנועת-האווירם תורינו לדעת : כי
הקיטור (ככל יתר הגופים האווירים) יתנועע במהירות כזאת (כצאתו מהברזא ויזרום לתוך
המקום שהורק סגנו האויר) כאשר היה מתנועע בו הגוף אשר היה נופל מצובה
כזאת : אשר תשוה לטובה העמוד של קיטור אשר משקלו (של העמוד הקיטורי)
ישוה אל המשקל אשר הכח הספוגי אשר להקיטור ההוא יוכל להרים אותו .
והנה כבר נודע לנו כי משקל הקיטור מתום מאה מעלות , הוא אחר מאלף .
ושבע מאות ממשקל המים , ר"ל , המים הקרים יכבדו אלף ושבע מאות פעמים
מהקיטור , והנה בספרנו המנוחה והתנועה סימן 61 נודע לנו : כי הכסף חי יכבד
מהמים $13 \frac{6}{10}$ פעמים , ובספרנו זה בסימן הקודם נודע לנו : כי בכמת הכח הספוגי
של הקיטור אשר חומי הוא מאה מעלות נוכל להרים עמוד של כסף חי בגובה 76
צענטימעטער, ולכן לא יבצר מעתה מאתנו למצוא חשבון לכמת גובה העמוד של
קיטור אשר ביכולת הקיטור ההוא להרים בכח ספוגיותו , והוא :

הקיטור מתום מאה מעלות יקל מהכסף חי 1700 פעם $13 \frac{6}{10}$ שהוא
23120 פעמים , ואת המספר הזה נצרך לנו להכפיל בהמספר 76 צענטימעטער
(שהוא סדת גובה העמוד של כסף חי אשר יוכל הקיטור הזה להרים) ויצא לנו 1757120
צענטימעטער או $17571 \frac{2}{5}$ מעטער .

והנה לפי משפטי-נפילת-הגופים (דיא פאללנעזעצע דער קארפער) אשר
בארנו בספרנו המנוחה והתנועה ברחבה (מסימן 228 עד סימן 247) נודע לנו :
כי אם יפול איזה גוף מצובה 17571 מעטער , אז יגיע לארץ במהירות 587 מעטער
לעקונדע , ועל כן לפי החשבון-העיוני הזה תהיה מהירות הקיטור מתום מאה

מעלות (בצאתו מהכלי שהוא אצור בו אל המקום שנתיוקן מהאוויר) גם כן 587 מעטער
לזעקונדע .

אמנם באשר כי הקימור בצאתו מהכלי לא יבוא במקום הריק מהאוויר, אבל
יפגש בהאוויר-הנשימה המתנגד אל תנועתו, לכן נצרך לנקות מהגובה ההוא
אשר תצא לנו בחשבון את הגובה של העמוד הקימורי השווה במשקלו למשקל
העמוד-האווירי הלוהץ עליו, ועל ידי חשבונות ארוכות שלא הצגנו פה יצא לנו
כמות המהירות של הקימור היתצא מהכלי שהוא אצור בו אל האוויר התפשי
בהמספרים שהצגנו בהלוח אשר בהסימן הבא .

§ 46.

לוח מהירות תנועת הקימור .

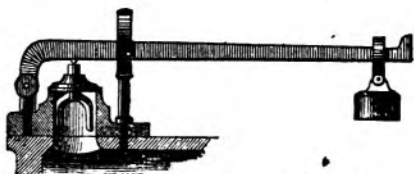
קימור	מחום	100 מעלות יתנועע באוויר הנשימה במהירות 0 * מעטער
230	105	
314	110	
343	112 1/4	
370	115	
412	120	
427	121 1/2	
448	125	
472	128	
475	130	
500	135	
520	140 1/2	
537	145 1/2	
562	153	

§ 47.

חשבון כמות הקימור אשר יצא בזמן קצוב דרך ברזא פתוחה .
המהירות אשר בה יעבור הקימור בהפתח נקבי הכלים שהקימור אצור

בהם הוא דבר הכרחי מאד לרעת, כי יודמן פעמים רבות אשר יולד בהקלחת-
 הקיטורי (דאמפֿקעסעל) כמות של קיטור גדול בכמותו ובכח-ספוגיותו יותר מהשעור
 הנדרש לעבודת המוכנה, ואז תתרבה הסכנה שתוכל הקלחת להתפוצץ לרסיסים,
 ולתכלית הוזה כוננו בהקלחת פתחים שונים הסגורים בדלתות על מסגור חזק,
 וכאשר יראה המכונן (דער מאַשיניסט) כי כמות הקיטור הוא יותר מדי בהקלחת,
 או יפתח את אחד מדלתי הקלחת הנקובים בשם דלתי-הבטחון (זיכערהייסס-
 ווענטיללע) למען אשר ינום הקיטור העודף, אשר אין חפץ בו החוצה. הצורה 24
 תורה לנו את אופן סגירת דלתי
 הבטחון ומעשהו יתבאר בחלק
 השני מספרנו זה.

צורה 24



מסגר לדלתי-הבטחון לסגור את מוצאות-
 הקיטור (זיכערהייסס-ווענטיל)

השני מספרנו זה.
 אמנם כל משכיל יבין
 מדעתו כי נזק גדול הוא להפסיד
 את הקיטור הנולד, ולכן כאשר
 נודע להמכונן גודל שטח הפתח
 ומהירות תנועת הקיטור, או יוכל
 לשער בדיוק נכון את כמות הזמן

שיוצרך לעזוב את הקיטור לצאת דרך הפתח הפתוח.
 דרך משל: אם נודע להמכונן כי בהקלחת נתרבה הקיטור אשר חומו הוא
 105 מעלות, יתר על המדה הדרושה בשעור $4 \frac{24}{100}$ מעטער, גם ידוע לו כי
 גודל מפתח דלתי-הבטחון אשר להקלחת הוא בכמות 15 צענטימעטער מרובעים,
 אז ימצא את הזמן אשר יצטרך לעזוב את הקיטור לצאת מהפתח הפתוח על
 האופן הזה: 1 מעטער-מרובע יכיל בקרבו עשרת אלפים צענטימעטער מרובעים,
 (כי מאה פעם מאה הוא עשרת אלפים) ובאשר כי מהירות הקיטור של 105 מעלות בהתנועעו
 באוויר-הנשימה לפי הלוח אשר בסימן 35 הוא 230 מעטער, לכן יצא
 הקיטור דרך הפתח בכל זעקונדע 230 פעם $\frac{15}{10000}$ מעטער. שהוא $\frac{345}{1000}$
 מעטער, ובאשר כי $4 \frac{24}{100}$ מעטער הוא $\frac{4140}{10000}$ מעטער, לכן נמצא את כמות
 הזמן במספר זעקונדען כאשר נחלק המספר $\frac{4140}{10000}$ שהוא כמות הקיטור היוצא מהקלחת דרך
 דלתי-הבטחון בזעקונדע אחת, במשלנו זה יצא לנו למצאת-החלוקה (קוואצייענט) המספר
 12, ועל כן נודע לנו כי בזמן שנים עשר זעקונדען ינום כל הקיטור העודף החוצה.

פ ר ק ש ב י ע י

חשבון כח הקיטור להניע משאות כבדים ולהרימם .

§ 48.

כח המניע אשר להקיטור .

עד הנה דברנו רק על הלחיצה אשר ילחץ הקיטור-הסגור על הדפנות הפנימיות מהכלי אשר הוא מוסגר בו, ומעתה: נתבונן נא גם על כמות הכח שיפעל הקיטור כאשר ילחץ על איזה גוף אשר יוכל להתנועע הפשי בנמית (אין דער ריכטונג) תנועת הקיטור, ונחקור: איזה משא יוכל הקיטור להרים בכח-ספוגיותו? ועד איזה גובה ירים. הקיטור איזה משא בעל משקל קצוב? כל אלה הפעולות תקראנה בשם הכללי כח-המניע (דיא מעכאנישע קראכט) אשר להקיטור, ובהכח הזה ישתמשו חכמי-חרושת-המעשה לעבוד עבודתם במכנת-הקיטור.

§ 49.

כמה משא יוכל הקיטור להרים בכחו? ועד איזה גובה ירום את המשא?

בתוך הכלי צורה 25 אשר שטח חללו הוא במדת רגל אחת מרובעת נתן לישראל אחת מים קרים ונשים אש מתחת לתושבת הכלי, ועל פני המים בתוך הכלי נתן את העלי (קאלבען) B, ובהטבעת אשר בקצה המטה של העלי נקשר תבל ונעבור את התבל מעל לשני גלגלים קטנים הקלים להתנועע (לייכט בעווענגליכע ראָללען), ובקצה התפשי מהתבל נקשר משא אשר משקלו הוא שווה למשקל

העלי B , ד"ם : אם משקל העלי B הוא עשר ליטרות , נתלה בקצה השני מהתבל משא הכבד גם כן עשר ליטרות , באופן אשר העלי B ינשא מהמשא ולא ידחק על פני המים אשר מתחתיו , אבל רק יגע בהם , מבלי ללחוץ עליהם .

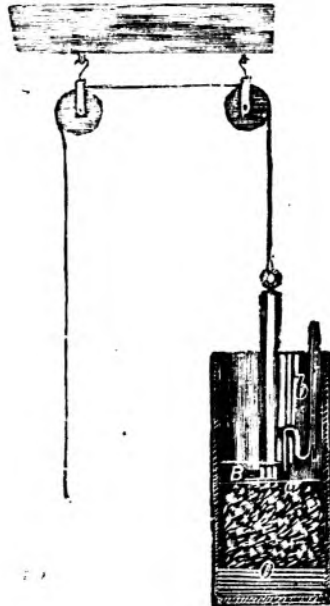
והנה כאשר יתחממו המים בהכלי וירתיתו אז יתהפכו על יד על יד לקיטור , והקיטור ידחק בכח ספוגיותו על שטח התחתון של העלי B להרימהו למעלה , ובאשר כי העלי B לא ילחץ במשקלו על הקיטור כי כבר יתנגד למשקלו של העלי המשקל הקשור בקצה התבל , לכן לא ימצא הקיטור בהתפשטותו למעלה כל מפריע במשקל העלי B , ורק להעמוד האוירי הלוחץ על שטח העליון של העלי B יתנגד הקיטור בכחו בהתרוכזו למעלה , והנה הלחיצה אשר ילחץ האויר-הנשימה על שטח כל גוף , היא ידועה לנו כבר שכמותה הוא חמש עשרה ליטרות לכל אצבע-מרובע , ובאשר כי בכל רגל מרובע נמצאו מאה וארבעים וארבע אצבעות-מרובעים , לכן תהיה מרת הלחיצה של האויר על שטח רגל מרובע , שני אלפים ומאה וששים רגל , או חמשים וארבעה פוד .

והנה דעת לנבון נקל : כי כל זמן אשר כמות כח-הספוגי של הקיטור לא יהיה ככמות כח הלחיצה אשר לאויר-הנשימה , אז לא יוכל הקיטור להתרומם למעלה , יען כי לחיצת-האויר תפריע אותו מתנועתו , אבל בהגיע חום הקיטור למדרגה ממאה מעלות ,

אז יתגבר כמות כח-ספוגיותו על כמות הלחיצה של עמוד אויר-הנשימה , והעלי יתחיל להתרומם , ולמען כנוע את עליות העלי B למעלה , נוכל להכביר במשקלים על שטחו העליון .

המשקל הלוחץ על שטח העלי למעלה לא יתן את המים להתהפך לקיטור , ועל כן יתחממו המים יתר על מאה מעלות כמשפט המים הנחמים בכלים סתומים , ובהגיע חום המים אל $121\frac{1}{2}$ מעלות יתרבה כח-ספוגיותם , עד כי הקיטור הנוול מהם יוכל להעלות את העלי וגם משקל אלפים מאה וששים ליטרות הלוחץ עליו . דעת לנבון נקל : כי אם נשים על העלי B משקל 4320 ליטרות , אז לא יתרומם העלי כי אם רק אחרי עלות המים בחומם מאה ושלושים וחמש מעלות . אולם נשער נא בנפשנו כי הורק האויר בהכלי מעל לשטח העלי B , ואז הלא יעלה למעלה גם הקיטור שחושב הוא רק מאה מעלות את העלי אשר הכבירו עליו

צורה 25



הנה לקצוב את כמות כח-המניע אשר לתקיטור (אמאראש צור בעשטימסונג דעם דאמפסקראטס)

במשא שמשקלו הוא 2160 ליטרות, כי כבר נודע לנו: כי כח ספוגותו של הקיטור של מאה מעלות הוא כבמות הלחיצה שילחץ עמוד אויר-הנשימה, וגם נודע לנו: כי כמות לחיצת העמוד מאויר-הנשימה הוא 2160 ליטרות לכל רגל מזובע, ולכן במדה ההיא אשר יתגבר הקיטור על לחיצת עמוד-האוירי, כן במדה ההיא יתגבר גם על לחיצה של 2160 ליטרות משא הלוחצים על שטח רגל כרובע.

§ 50.

חשבון כח המניע אשר להקיטור במדה ובמשקל האנגלי.

רוב חכמי הרושת-המעשה יחשבו במדה ובמשקל האנגלי, לכן נחשוב גם אנחנו פה את כמות הכח-המניע אשר תוכל לעבוד לישראל במשקל ענגלית מהקיטור שחומו הוא מאה מעלות, ואשר לא נמצא בפעולתו כל התנגדות מלחיצת-האויר, והוא:

אם נקמיר לישראל אחת (במשקל ענגלית) מים לקיטור מחום מאה מעלות, אז יהיה כמות הקיטור $27 \frac{1}{3}$ רגל-מעוקבים, ובאשר כי העמוד-האוירי הלוחץ על שטח רגל-ענגלית-מזובע הוא במשקל 2088 ליטרות, לכן במקום אשר לא יצרך הקיטור לנצח את התנגדות האויר, אז יוכל להרים את העלי המסובל במשא של 2088 ליטרות ברום $27 \frac{1}{3}$ רגל, והוא כח אשר יוכל להרים משקל לישראל אחת ברום $(27 \frac{1}{3}$ פעם 2088 שהוא) $56790 \frac{1}{3}$ רגל, או להרים משקל $56790 \frac{1}{3}$ ליטרות אנגליות (או 1656 טון) ברום רגל ענגלית אחת (1).

(1) הערה מדה הרגל האנגלית היא כמדת הרגל הרוסית וארכה הוא 305 מילעמטער.





כורית נשיות גובה הדרך לסלול עליה את מסילת הברזל .

ספר

תולדות האש והמים

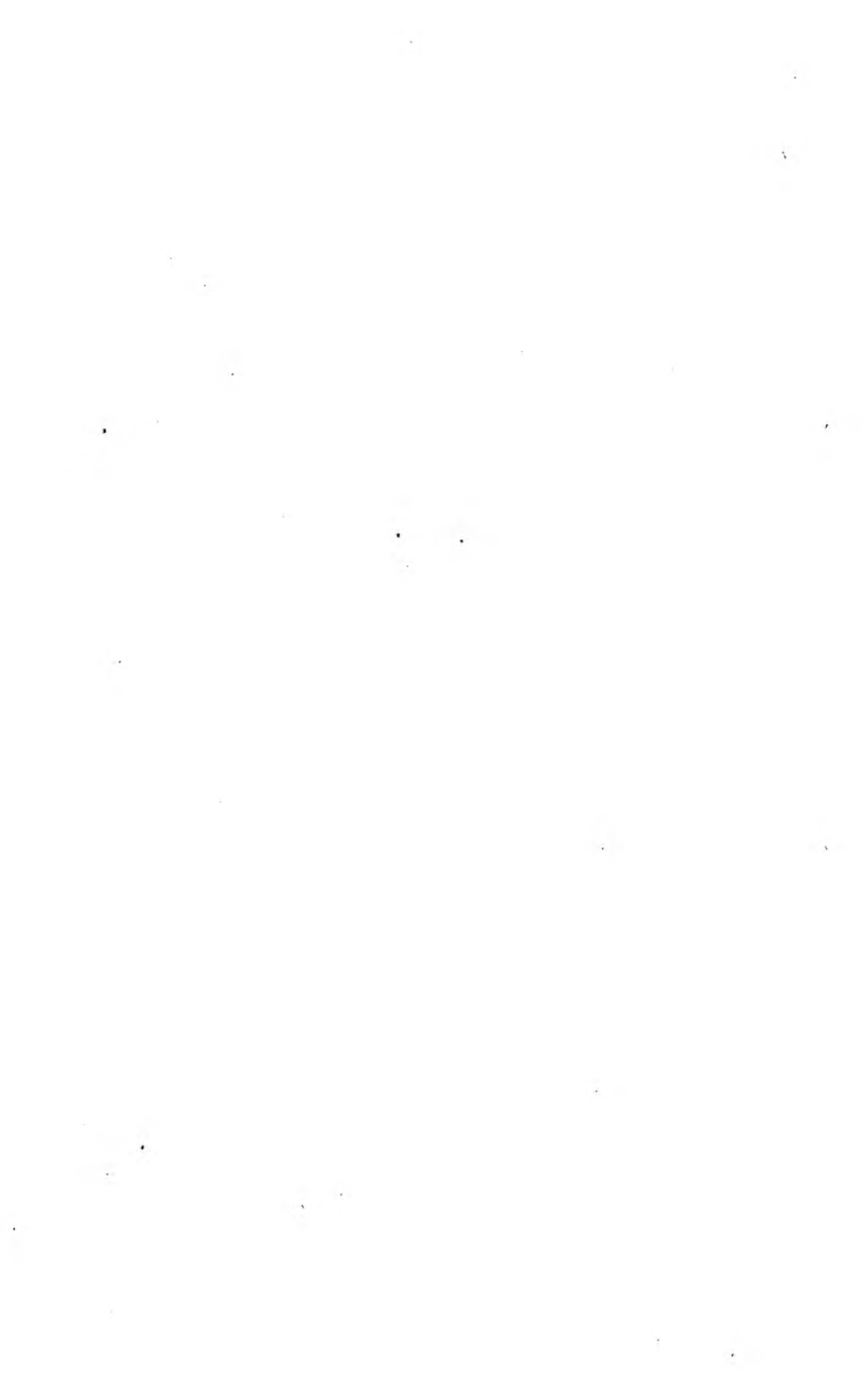
א

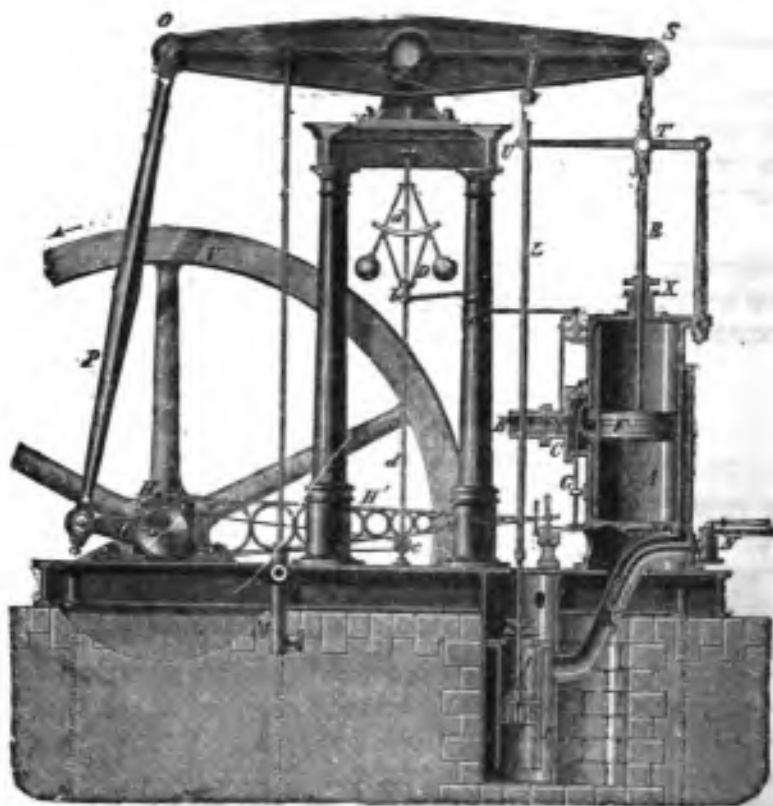
פעולת כח הקיטור המימי

חלק שני

יכלול בקרבו

תבנית מוכנת הקיטור וקורות המצאתה





פרק שמיני

קורות המכונה-הקיטורית עד המארכיו מן ווארקעסמער

§ 51.

מי המציא את המכונה הקיטורית ?

בכל אלה אשר הקדמנו עד הנה נחשוב כי יצאנו ידי חובתנו לבאר את
 טבע הקיטור ככל אשר יצטרך לנו להבנת פעולת מיכנת-הקיטור , ומעתה נוכל
 להתחיל לספר את קורות המצאת המכונה-הקיטורית .
 בתשובת השאלה : מי המציא לראשונה את המכונה הקיטורית אשר תפליא

לעשות גדולות ונוראות בכל ענפי מלאכת הרש וחושב ובכל עבודה קשה ? מי היה אבי ההמצאה הזאת אשר תוצאותיה נכבדות להאדם להיטיבו במצבו החמרי מכל ההמצאות הרבות אשר נתגלו מני שום אדם עלי ארץ ? וגם במצב החתני אשר להאדם לא נפריו על המדה אם נאמר : כי המוכנה הזאת עזרה להועיל להאדם להרימו מעלה מעלה כאשר הרימה אותו המצאת מלאכת הדפוס .

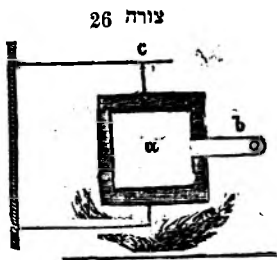
בתשובת השאלה הזאת נאמר לראשונה בכלל : כי המצאת המוכנה-הקיסורית היא המצאה כבירה ונשגבה עד לכאד עד אשר תגדל מהיות מחשבת איש אחד , ואחרי כן נעביר לפנינו אחד אחד את כל החכמים ממציא המוכנה הזאת ומתקניה .

§ 52.

הערץ האלכסנדרני (Hero) .

בהרביעית השניה אשר למאת-השנים האחרונה התעוררה תשוקה עזה בלב כל סופרי דברי-הימים-האחרונים לחכמי קדם , יש מהם אשר תפצו לקרוא מפורש ושום שכל בכתבי-החרטומים (היראגליפֶען) אשר תקקו על קירות הפראמידען כי כבר ידעו והשתמשו המצריים הקדמונים בהקיסור בתור כח-עובד , אבל כמעט בלם האמינו כי החכם היוני הערץ האלכסנדרני היה ראשון למציא מוכנת הקיסור .

מבלי לחקור ולדרוש אחרי הסבה אשר הועירה אז את חכמי אייראפע להנחיל להדורות הקדמונים כבוד אשר לא נאוו להם , ולגזול את פרי מחשבת הדורות האחרונים וליחסם (לא במשפט ולא בצדק) לחכמי דור הקדם , דור עקש ופתלתול , דור אשר לא שער ולא עלה על לבו מעולם לחשוב כי ימים יבואו ותתגלנה המצאות נפלאות כאלה, מבלי לחקור ולדרוש אחרי סבת כל אלה נאמר בקצרה: כי שנו מאד הסופרים האלה



וכי להקדמונים לא היה גם כל מושג מהכת הנסתר בין חלקי המים בהתהפכם על ידי התום והיו לקיסור . הקדמונים דמו כי הקיסור הוא אויר הנולד מהמים, ולא הבדילו בין הקיסור ובין אויר-הנשימה , אחרי כי חשבו כי גם האויר-הנשימה יליד המים הוא כי בהנרוף המים יולד מהם אויר הנשימה (1) . גם החכם הערץ אשר חי 120 שנים לפני ספירת הנוצרים לא השכיל אז בדבר הזה (ר"ל

כידעת סבע האויר) מכל בני דורו , על כן כאשר מצא הערץ כי כאשר נחמם את האויר בכלי a צורה 26 אשר תוכל להתנועע פשוט

(1) הערה את ההבדל הגדול שבין הגופים-האוירים והגופים-הקיסורים, כארנו בסימן מיוחד בספרנו המנוחה והתנועה § 344 , ופה נשהפס להניד כי גם בקור-מלאכותי (קינשטליכע קאלטע) של תשעים מעלות וגם בלחיצה חזקה של ששים אלף ליטרות על שטח אצבע מרובע כגודל הצורה 20 לא צלחה לחכמי הטבע להפך את האויר-השימה לנוזלים .

על צירה c, ונפתח את הברזא b או יתחיל הכלי להתנועע על ציריו, (ובאשר כי החכם הערא חשב גם את הקיסור-המימי לאויר) לכן אמר כי גם אם נהפך בהכלי הזה סיס לקיסור ונפתח את הברזא, אז יתנועע הכלי גם כן, ולמען אשר יהיה נקל להכלי להתנועע יעץ הערא לעשות אותו עגול ככדור.

החכם הערא לא ירע להוקיר את סגולת-הקיסור מסגולת האויר-המתחמם, וגם לא שם אל לבו לחשוב איזה עבודה מעכאנית נוכל לעבוד על ידי התנועה הקעלית הזאת, ועל כן לא נוכל לחשוב אותו בין סמציאי המוכנה הקיסורית.

§ 53.

מדוע יתנועע הכדור של הערא?

סבת התנועה אשר להכדור של הערא הוא בלתי השחוות הלחיצה של

צורה 28

צורה 27



אופן-החסיס השוכבי (סורביניק)



אופן-הקענטי (קענטי-שיטר ראד)

האויר או של הקיסור המתחמם בלחצם על דופני הכדור מכפנים, והוא: כל גוף נוזלי או אוירי הכמלאים איזה כלי ילחצו בכת שוה על כל פנימיות דופני הכלי מסביב, אולם אם נפתח נקב באחת מדופני הכלי, או תושפת שיווי-הלחיצה (ווירד ראס גליי-ברוקק נעשטארט), אהרי שלחיצת הדופן-המנוקבת היא קטנה אז מתלחיצה שתסבול הדופן הבלתי-מנוקבת-שבנגדה, ושעור הבלד הלחיצה נמצא, כאשר נשער בהשבון את כת הלחיצה שהיו רוחפים הנוזלים או האוירים על שטח הנקב אלו

היה כתום, ולכן אם הכלי המנוקב-בצדו יוכל להתנועע תפשי על ציריו, אז יתנועע בכח עודף הלחיצה אשר להרופן-הבלתי-מנוקבת על הלחיצה של הרופן-המנוקבת, והתנועה המעקלית תתמיד במשך נזילת הנוזלים או במשך הוצאת האוויר המחומם מהכלי .

על היסוד הזה יפעלו גם אופני-המים המתנועעים בתכונה-שוכבת (האַרְאָצְאָמְאָלֶע וואַשער האַדער) הנקובים בשם אופני-המים הזענגעריעם (1) צורה 27 . האופן-הזענגערי הוא צילינדער מלא מים הסיוב על קוטר-זקופי (ווערשיקאלע אקסע) ובקרבת תושבתו קבועות בו שפופרות אחדות בתכונה-אופקית (האַרְאָצְאָמְאָל) ובקציהן כפופות הנה מעט כלן בנמיה אחת, וכאשר נמלא את הצילינדער במים אז יתנועע האופן בנמיה-המנגדת (אין ענמגעגענעזעצטער ריי5מונג) לנמיות כפופות השפופרת, והתנועה הזאת תתמיד ולא תפסק כל עוד שלא תפסק נזילת המים .

באופן-זענגערי כזה ישתמשו לפעמים גם העושים מעשה-אש (דיא פֿייערווערק מאַכער), אך שמה יפעלו גופים-אוויריים תחת הנוזלים, והוא אופן-זענגערי בעל שפופרות רבות אשר בכל אחת מהנה יושם ראקעטען רבים ויודלקו אחד אחד, ועל ידי זה יושפת שיווי-הלחיצה בהשפופרות והאופן יתנועע בסופה ויזרוק מרכו אש פלדות מצבעים שונים .

§ 54.

גיאָוואַנני בראַנקאַס האַימאַלקי (Giovanni Brancas) .

אמנם עד היום הזה לא צלחה לחכמי המעכאניק להעזר להועיל בהקיסור ולעבוד בו בתוך כח להניע את האופן-הזענגערי, אם כי רבות עמלו ויגעו חכמי הטבע בהמאה השבע עשרה להוציא לאור איזה מוכנה-קיסורית המיוסדת על תחבולת הערץ האלכסנדרני .

אולם מדוע לא נוכל לכונן מוכנה-קיסורית על פי תחבולת החכם הערץ כאשר צלחה להם למצוא תחבולה כזאת לכונן את האופן-המים-האופקי (טורבינע) צורה 28 ואת האופן-הזענגערי צורה 27 ?

אמנם נקל מאד להשיב תשובה משפקת על השאלה הזאת, והוא: הכת-הקיסורי המוכשר לעבוד עבודות קשות הוא כת-ספוגיותו של הקיסור, ואת הכת הזה יאצור הקיסור בקרבו רק בכל עת אשר הוא סגור ומסוגר בכלים סתומים, אבל בצאת הקיסור תפשי ממסגר הכלי הסתום, יאבד כרגע את כת-ספוגיותו ולא יוצלח עוד לכל עבודה, ועל כן נשארה מעל גם תקות החכם האיטלקי בראנקאס (בשנת

(1) הערה האופן-המימי הזה יקרא בשם זענגערי על שם החכם זענגער אשר המציא אותו ואת אופן פעולתו בארנו בספרנו המנחה והתנועה סימן 156 .

1529) אשר הפך לפעול בתור כח-כניע בהקיטור היוצא מפי גולם של נהמשת העשוי בתבנית איש צורה 29, והוא :

צורה 29



מאמרו של ד"ר זאבולוט טאטוס

בחלק הגולם ההוא יעץ בראנקאם לתן מים ולהמם באש, וכאשר יתהפכו המים בבטן הגולם על ידי ההום והיו לקיטור, אז יעץ לפתוח את פתח השפופרת הנהון בפי הגולם, למען אשר הזרם-הקיטורי היוצא מפיו יגיע את האופקי האופקי העומד למולו, ועל ידי מעשה-אופנים (רוךך ראדעי-ווערקע) יפעול הקיטור מלאכת שונות .

הצורה 29 תורה לנו את תבנית הטוכנה אשר המציא החכם בראנקאם ואשר מעולם לא זכתה להבנות ולצאת לאור עולם בתור טוכנה-פעלת (אלם ווירקענדע-מאשינע) רק נשארה בבהי-מסכנות לאספת כתבים וציורים עתיקים מצוירה על הנייר בתבניתה אשר יראה אותה הקורא מצוירה-פה.

§ 55.

בלאסקא דע-גאראי (Blasco de Garay) הספרדי .

הזכרון הראשון להבנת טוכנה-קיטורית לעבוד עבודות קשות נמצא בארץ ספרד, והוא :

רב החובל בלאסקא דע-גאראי בנה מוכנה אשר רצה להניע בה אניות מבלי משוט ומבלי תימן, במצות הקיסר קארעל החמישי נעשו בשנת 1543 בחינות עם המוכנה הזאת בחוף-האניות אשר בהעיר בארצעלאנע. החכם גאראי הסתיר את תבנית בנין המוכנה פנימה מעיני הרואים, אך זאת היה נראה לעין כי בהמוכנה נמצאה קלחת-גדולה של מים חמים, וכי גלגלים היו נמצאים משני צידי האניה. לפי ההודעות אשר הודיעו הבוחנים בפקודת הקיסר, הלכה האניה בכח המוכנה אשר בנה בלאסקא שלש פרסאות-ימים (ועעמילען) (הוא יותר מעש מן 8 ייערסט), במשך שתי שעות, משקל האניה היחה מאתים טאָננען או שנים עשר אלף פוד.

הממציא את המוכנה הזאת קבל אח שכרו בעד פרי חכמתו מהקיסר, אבל תחבולתיו לא יצאו לאור.

אחד מהמפורים אשר חי בדורו של דע-גאראי כתב כי ההמצאה הזאת לא יצאה אל האור בגלל כי הוצאות הבסקף לעבודת המוכנה עלה במחיר גדול, וכי האנשים והמשא אשר על האניה היו בסכנה גדולה.

סוף דבר מתבנית הפנימי אשר למוכנת דע-גאראי לא נודע לנו מאומה עד היום הזה.

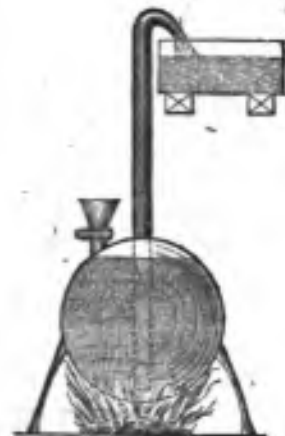
§ 56.

המוכנה-הקיסורית אשר המציא זלמן דע-קא (Salmon de Caux)

הצרפתים וביהוד החכם המהולל אראנא מיהסים את המצאות המוכנה-

צורה 30

הקיסורית להמהנדס (אינוענר) זלמן דע-קא, נולד 1576, אולם אם נתבונן על תבנית המוכנה הזאת המצוירה בתצורה 30 או נראה כי אין כל ערך ויחס לה עם המוכנה-הקיסורית, וכי הוא רק באר-המקלח מימיה בנובה ידוע על פי כח הקישור, החכם הזה הוציא לאור בפארזי בשנת 1675 ספרו אשר בו יבאר את חקי הכחות המולידיים תנועה. בספרו זה החוקר ביהוד על תנועות בארות-וורקי-המים (אָנמטענען) (עיין בספרינו המנוחה והתנועה סיפן 200) יזכיר בין תחבולות אחרות גם תחבולה אחת אשר בעזרת חום האש נוכל להרים את המים בנובה ידועה, אמנם החכם הזה לא השאיר כל ציור מהמוכנה אשר המציא לזה, אבל כנראה מדבריו בספרו הנזכר נוכל לתאר לנו את תבניתה כמו בתצורה 30 שלפנינו, והוא:



מוכנת הקישור של החכם זלמן דע-קא

שופרת זקופה קבועה בו ומגעת עד קרוב לתושבתו של הברזר פנימה, ניתן

סם, ותחת הכדור יושם אש לחממו, והיה כאשר יתחילו המים שבתוך הכדור להתנוח, ירחק הקיסור הנולד במשך הרתיחה על שטח פני המים שבהכדור, והמים הנרחקים יתפרצו לעלות בנוכה בתוך השפופרת הקבועה בהכדור, ובאופן הזה נוכל להעלות את המים הנחמים בתוך המרתף אל אחת מהדרי העליה.

אבל כל פעולת המיכנה הזאת הוא רק כפעולות יתר הבארות-זורקיי-המים (אנמנענע) ורק כזה היא נבדלת מהנה, כי תחת אשר הבארות תורקנה מים קרים יעלה הכדור של דע-קא מים חמים בנוכה.

§ 57.

ממשלת צרפת אמפה את דע-קא לבית מקלט המשוגעים.

זלמן דע-קא נילה את המצאתו במכתב גלוי בספר, ובקש מהממשלה הצרפתית בומי המלך לודוויג השלשה עשרה לעזור לו להוציא את מחשבתו לאור עולם, אבל הממשלה לא נתנה און קשבת לבקשתו, כי מצאה את שכרה יוצאת בהפסדה, ר"ל הממשלה מצאה כי הפסד חומרי-התבערה (ברענמאטריאללען) העולים לחסום המים הוא גדול משכר עבודת המיכנה, ובאמת היה נצרך לחמם עד מאה מעלות את כל המים אשר הועלה למעלה בעזרת מוכנת דע-קא, והוא הולדת חום רב אשר לא יוצלה לכל מלאכה.

אולם אם דרכי כל איש ישר בעיניו ואף כי תחבולת הממציאים איזה המצאה חרשה בחכמה או בחרשת-המעשה, ועל כן גם דע-קא לא נסג אחר סתשבתו גם אחרי אשר שכלה הממשלה את עצתו, וירבה להפציר את הממשלה פעמים רבות ורצופות בוו אחר זו מבלי הרף, אז תרה מאד אף המניסמער השריץ רישעליע על דע-קא, ולמען אשר לא יוסיף עוד דע-קא לבקש ולהתחנן על אודות המצאתו ולהטריד את העריץ הזה רנעים אחדים מסנוחתו, צוה רישעליע לאסוף את דע-קא אל בית-המהפכת נקום מקלט-המשוגעים (אין אירדענהויז) אשר בפאריז ולהיות שמה לאסיר עולם, ומעצור רעה ויגון יצא דע-קא מדעתו וישתגע, אבל זכר-דע-קא נשאר לברכה ושם רישעליע יהיה לחרפות ולדראון עולם כפי סופרי קוחת המדעים.



פרק תשיעי

בנון המוכנת-הקיסורית על ידי המארקז מן
ווארקעסטער (Marquis von Worcester) ועל ידי החכם
שמואל מאָרעלאַנד (Samuel Moreland).

§ 58.

המארקז מן ווארקעסטער.

האנגלים יחשבו ראשון למציאת מוכנת-הקיסור את המארקז פאן
ווארקעסטער, האיש הזה היה איש מהשבות ומתהלל במדת שקר (איין פלאנעני-
מאכער אונד אויפֿשניידער), כי בשנת 1663 לקח בפעם אחת מאה כתבי-זכיות
(פאָמענטען) על מאה המצאות חדשות.

גם סבלי לראות את הספר אשר עליו כתובים מאה המצאותיו, ויכול כל
חכם להשכיל מדעתו כי רובם ככלם היו הבל ורעות רוח, אבל המצאה אחת
ממאה ההמצאות היתה דבר הראוי להשמע, והיא ההמצאה להרים את המים
בכח האש (1).

ואלה המה דברי המארקז פאן-ווארקעסטער בטפרו מאה-ההמצאות בדברו
בהנומער 68 מהמצאת הרמת המים בכח האש.

«מצאתי החבולה נפלאה וכבירה כח להרים את המים בכח-האש ולא בכח
«שפופרת-יטרויקי-המים על ידי המצצה (זויגפוטפע), כי כחה (של השפופרת הזאת)
«מוגבל כידוע, ורק על פי תחבולה הדישה אשר אחרי שיצלה לי להכין לי כלים
«החוקים כל צרכם, או תהיה הגובה אשר בו יעלו המים בלתי מוגבלת עוד.
«והנה אחרי אשר צלחה לי למצוא כבר תחבולה גם לעשות את כלי החקים כל
«צרכם עד כי יוכלו להתנגד אל הלחיצה אשר ילחצו דופני הכלים מבפנים,
«מלאתי חליפות כלי אחר כלי במים קרים, ויצא לי בעזרת כח-הקיסור באר-
«סקלחת-מים (פאָמענטען), אשר מבלי הפסק חורק קילוח-מימי בגובה שלשה עשרה
«מעטער. מדה אחת מים שנהפכו לקיסור העלתה לי ארבעים מדות מים קרים
«בגובה (שלשה עשר מעטער), ולזה נצרך רק איש אחד אשר כל עבודתו הוא רק לפתוח

(1) הערה לסי סופרי האנגלים חקר המארקז אה טבע הקיסור בבית האמורים בסאָווער
בעת אשר ישב במאמר והוכרח לכשל בעצמו את מאכלו.

«לסתום הבנופות בשתי ברות (האהנע), או להביא את הסילון של הקיטור בתוך «הכלי המלא, או להביא סילון של מים קרים בתוך הכלי הריק, אולם בכל כשך הפעולה נצרך להבעיר מדורה גדולה».

על הרברים האלה סמכו סופרי ענגלאנד להנחיל כבוד המצאת המוכנה. הקיטורית ליליד ארצם. דברי המארקז דע-וואַרקעסמער המה בלתי ברורים, ולא נדע עד היום אם גם היא בעצמו או איזה איש אחר בנה מוכנה על פי התנאים המבוארים בדבריו אלה, גם לא השאר המארקז אחריו כל ציור או תבנית שהמוכנה אשר המציא.

§ 59.

תבנית המוכנה שהמציא המארקז דע-וואַרקעסמער.

אף כי לא בנה המארקז דע-וואַרקעסמער את המוכנה אשר המציא וגם לא השאר כל ציור ממנה, בכל זאת היינו יכולים לבנותה בתבנית הזאת המצוירה בעודה 31, כי נוכל לשער לנו מדבריו הבלתי ברורים את כל אשר חפץ לעשות, והוא:

נשער לנו קלחת-קיטורי (ראמפֿל-קעכסעל) אשר שתי צינורות ff הצאנה ממנו ובאות לעני כלים b גם e העומדים משני צדי הקלחת, הכלי b לימינו, והכלי e לשמאלו, הכלים האלה המה סגורים, והמים אשר בתוכם לא נוכל להריק מהם כי אם על ידי קנה-העליה (שטייגראָהר) g הקבוע בכל אחד מהם ואשר פי וקצה התחתון מהקנה g נמצא בקרבת תושבת הכלי.



מוכנת-הקיטור של המארקז (דע וואַרקעסמער)

ומעתה נשער לנו כי הכלי b נתבלא במים והברזא p של הצינור f המוביל את הקיטור לתוכו היא פתוחה, אזי ילחץ הקיטור על פני שטח המים בהכלי b ויגרשם למעלה דרך קנה העליה g להזריקם למעלה בכח-הקיטור בנובה גדולה, ובעוד שיורקו המים מהכלי b נוכל למלאות במים את הכלי e, וכאשר יתבלא הכלי e נפתח הברזא o, והקיטור יריק בלחיצתו את מי הכלי e בעוד אשר הכלי b יהמלא שנית, וכן תוכל להתמיד הפעולה-המתחלפת-מכלי-הפסק.

§ 60.

המארקין דע-וואַרקעסטער ראה את זלמן דע-קאָ בבית מקלמ-
המשונעים ושמה למד לדעת ממנו את כח הקיסור ופעולתו .

לפי דברי סופרי הצרפתים נגב המארקין דע-וואַרקעסטער את דעת זלמן דע-קאָ , כי בהיות המארקין דע-וואַרקעסטער בפאריז בשנת 1641 ראה את פני דע-קאָ בבית-המהפכת ודבר עמו שמה על אודות המצאה גדולה .

עוד נמצא מכתב אשה כבודה אחת מאצילי צרפת אשר כתבה לאחד משרי המלך ביום השלישי לחדש פֿעבריאָר 1645 בענין הזה , כדברים האלה :

הלכנו אני והמארקין דע-וואַרקעסטער אל הביקעסעריע (הוא שם בית-המחזקת) בכקום אשר המארקין קָה למצוא במשונע אחד איש בעל שכל נשגב , וכאשר הלכנו בחצר בית החולים הייתי קרובה אל המָט מאשר אל החיים , ומרוב פחדתי אתו בחזקה את זרועות מוליכי , כי ראיתי את זלמן דע-קאָ עומד אחר השֶׁבֶּכָה אשר להחלון , ומבלי הפגות קרא «לא משונע אני , אבל המצאה גדולה מצאתי , המצאה המוכשרת להעשיר את הארץ כאשר תצא לאור עולם» . ואחרי אשר הדיע לנו השומר את עניני המשונע הזה , אמר המארקין אל השומר הוליכני אל האיש הזה כי הפצתי לקחת דברים אתו , ויעש השומר את בקשתו , ובזמן קצר שב המארקין אלי נכה רוח , הוי ! (קרא המארקין) , האומלל הזה באמת משונע הנהו , תלאות ומאסר (נעפֿאנגענשאַפֿט) שללו את דעתי (ובפנותו אל פֿקידו הבית אמר המארקין) ארם הוצאתם אותו מדעתו , כי כאשר אסרתם אותו פה במאסר הלא נאסר החכם היותר גדול בדורו בכבלים , בארץ כגורי אבותי (אמר המארקין) היו מעשירים לאיש כמותו בהון רב תחת להוציאו מדעתו על ידי מאסרו בבית המשונעים .

זאת היא ההעלקה מהמכתב בכל הגוגע להמצאות המוכנה-הקיסורית על פי החכם דע-קאָ .

המארקין דע-וואַרקעסטער שמע כפי הגראה את דברי דע-קאָ בדבר כח-הקיסור , ובשובו לארץ מולדתו לענגלאנד כתב אותה בין מאה המצאותיו אשר הוציאן לאור בספר בשנת 1663 , ואחרי עבור ארבע שנים מת בשנת 1667 .

אמנם יתרון מוכנת-וואַרקעסטער על מוכנת דע-קאָ הוא : כי המוכנה של וואַרקעסטער יכולים להעלות את המים בגובה גם כשהם קרים .

אם השכיל כבר גם דע-קאָ בהמצאתו להרים מים קרים תחת המים , או אולי תִּדַּשׁ זאת דע-וואַרקעסטער מדעתו , זאת לא נוכל לדעת עד היום הזה .

§ 61.

שמואל מאַרעלאַנד (Samuel Moreland) .

כעשרים שנה אחרי אשר יצא לאור ספר מאה-ההמצאות של וואַרקעסטער

יעץ המעבאניק שמואל מאָרעלעאָנד יליד ענגלאַנד ללודוית הארבע עשרה מלך צרפת, לבנות מוכנה-קיטורית להרים את המים. מדברי המעבאניק מאָרעלעאָנד נראה לדעת כי כבר בחן ונסה בתכנתו את טבע הקיטור ופעולתו, כי במקום אחד בספרו יאמר: כי המים בהתהפכם לקיטור יתגדלו בכמות מקומם כשני אלפים פעמים, והוא דבר אשר לא נודע עוד לפניו.

אבל גם מתבנית ותואר המוכנה הזאת שהמציא החכם שמואל מאָרעלעאָנד, ומדרכי פעולתה לא נודע כהיום דבר ברור.

§ 62.

לראשונה לא השכילו חכמי המעבאניק לעבוד בהקיטור ישר (דירעקט) בתור כח-עובד, והשתמשו בו רק בתור כח-עוזר לעורר כח אחר.

עד מחצית המאה השבע עשרה לא נמצאה עוד מוכנה-קיטורית מכשרת לעשות עבודות מסודרות, בימים ההם ידעו רק כי הקיטורים הנולדים מהמים הנרתחים בכלים סגורים, ילחצו בכח גדול על דופני הכלים האלה מבפנים, ובכלל לא ידעו בימים ההם להבדיל בין הסגולות-המיוחדות אשר להקיטור ובין הסגולות-המיוחדות אשר להאזיר, כי לא ידעו אז עד מה מהסגולות אשר להקיטור וגם מסגולת אזיר-הגשימה ידעו אז אך מעט מועיר.

אמנם כאשר החלו יושבי אייראפע לחצוב בהרים ולהעלות מהם כל מיני אבן ומתכות, אז נולדה בהם תשוקה עזה למצוא מוכנה אשר תעזר להם להריק את המים אשר יקוּו בהחפירות העמוקות, ולשפכם על פני שטח הארץ מלמעלה, ועל כן היו כל ההתחלות לעבוד בפעולות הקיטור אך להניע את המים ולהעלותם מלמטה למעלה.

ובאשר כי כבר ידעו אז מהלחיצה החזקה אשר ילחץ הקיטור על דופני כלים סגורים מבפנים, לכן היה כבר באפשרם לבנות מוכנות-הקיטור בעלי לחיצות-חזקות (האָכדרוּק-מאשינגען), הן הנה המוכנות היותר פשוטות העובדות בכח הקיטור (1), אבל (כאשר יתבאר לנו בהסימנים הבאים נראה לדעת כי) בטרם אשר נתגלה המוכנה-הפשוטה בעלת לחיצה-החזקה, נתגלו מוכנות-קיטוריות אחרות לפניו, אשר הנה מרכבות למאר (שמארק-קאָמפליצירטע), ואל תתמה על החפץ, כי זה כלל גדול בכל המצאות בני האדם בחרושת-המעשה ובהמדעים, כי בראשית ההתגלות הנה מרכבות עד מאד, וכל אשר יוסיפו אחרי כן חכמי תרושת-המעשה להתבונן עליון ולהשתמש בהן, אז ימעימו את חלקי הרכבתן ותשובנה להיות פשוטות.

(1) הערה. פעולות ותבנית המוכנות העובדות בקיטור בעל לחיצה-חזקה (האָכדרוּק-מאשינגען) נבאר בפרק מיוחד מספרנו זה.

גם המכונה הקיטורית לא יצאה מהכלל הזה, ממצויי המכונה הקיטורית הראשונה לא ידעו בראשונה את הדרך הקצרה להשתמש ישיר (דירעקט) בכח ספגיות הקיטור ולעבוד בו עבודתם הנדרשה להם, אך השתמשו בכח הקיטור רק בתור כח-אמצעי (אלם פערימטעלענדע-קראפט) לעורר על ידו כח אחר לפעול את פעולותיהם.

הכח אשר העירו על ידי כח-הקיטור הוא כח הלחיצה אשר להאוויר-הנשימה (לופט דרוק) אשר יתבאר בפרק הבא.



פרק עשירי

כח לחיצת אויר-הנשימה (קראפט דעם לופמדרוקקעם).

§ 63.

התגלות כח לחיצת אויר-הנשימה .

אחת מהתגלות היותר נעלות אשר נתגלו בחכמת הטבע הוא במח התגלות הזאת: כי יש משקל גם לרוח, ולכן ילחץ האויר על כל הגופים הנמצאים בו. ואחרי כן מצאו חכמי הטבע גם דרכים לקצוב בדיוק את כמות משקל הרוח.

הלחיצה הזאת אשר לאויר היתה נסתרת שנות אלפים מכל בני האדם, יען כי היא תלחץ על הגופים מכל עבריהם מסביב, ועל כן לא נוכל לראות ולדראות ולדגיש אותה, כי אם אז כאשר תצלח לנו להכיר את הלחיצה הזאת בחלק אחד משטח הגוף בעוד אשר על כל יתר חלקי הגוף תשאיר לחיצת-האויר כמקדם.

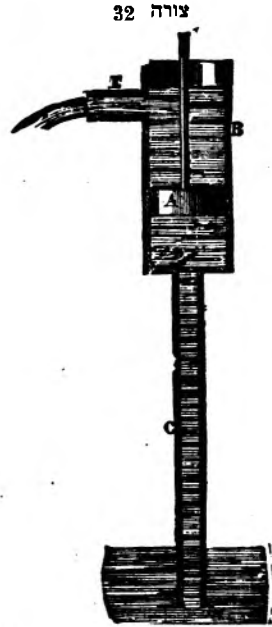
אמנם עד חצי המאה-השבע-עשרה לא היה להאדם כל אמצעי (קיין מיטמעל) אשר על ידו יוכל לגרש את האויר מאיזה מקום. כל חכמי קדם דמו אז כי הוא דבר נמצע במבע שיתרוקן איזה מקום מהאויר, כי עוד משנות קדם נחלו חכמי הטבע דעה-טוהרה מחכמי יון ומצריים הקדמונים: כי הטבע תשנא בתכלית השנאה את הריקות (דיא נאטור האַבע אינען אונבעינגבאַרען אַבשיי פֿאַר דעם לעערען).

בתכלית השנאה המדומה הזאת אשר תשנא הטבע להריקות, מצאו חכמי קדם באור נכון ומשפיק להסבה: מדוע יעלו המים בגובה השפופרת של כלי-הרקת-המים? כי אמרו: באשר כי הטבע תשנא את הריקות אשר יולד בין פני המים ובין שטח התחתון פֿהעלי (קאָלבען), על כן יעלו המים למעלה למלאות את המקום שנתרוקן מהאויר.

אמנם יסודות הדעה הכובת הזאת משנאת-הריקות אשר האמינו בה כל

יושבי תבל שנות אלפים , נהרסו בפעם אחת בשנת 1640 , והוא :
בהיכל הנסיך אשר בהעיר פֶּלְאָרְעֵנְגְן תקנו עושי-המלאכה כלי-הדקה
חדשים , ומה השתוממו כל אנשי העיר לראות כי גם
אחרי אשר היו מתוקנים כלי-הדקה על מכונם , בכל
זאת לא יצאו המים מפי שפופרת-הגזילה (אויספלוס=
ראָהר) T אשר בכלי המדויק צורה 32 , וכאשר בדקו
בתוך חלל שפופרת-העליה (שמייראָהר) B מצאו
כי המים יעלו בו רק עד גובה שלשים ושתים רגל
פאריזיים , ומשמה ומעלה לא יתרוממו אף בגובה עובי
הט השערה .

וכאשר נשאל החכם הגדול גאלילעאָ לִבְאֵר
את סבת החזיון הזה : מדוע תפסק שנאת-הריקות
למעלה מן שלשים ושתים רגל ? או חפץ לבאר כי
כח התקשרות של חלקי המים לא יוכל להתנגד למשא
הכבד שיכבד עמוד של מים אשר גברו הוא שלשים
ושתים רגל, ועל כן בעלות המים בהשפופרת גובה יותר
על שלשים ושתים רגל, או ינתקו המים משמח העלי A
כאשר ינתק החבל הארוך אם יהיה כמות משקלו
גדול מכח חזקתו , אבל מדר ראה גאלילעאָ לדעת
כי שגה בביאורו, והתחיל לחשוב בדעתו כי האויר הוא
גוף אשר יש לו משקל, ויעץ לעשות שני קנים-משותפים=
בתושבותיהם (קאָמְנְעִירְעֵנְדֵעַ ראָהרְעֵן) צורה 33 ,
הקנה האחד A קצר ופתוח למעלה, והקנה השני B C



קנה מוריק המים

ארוך למעלה מן 32 רגל וריק מהאויר וסתום בקצהו העליון , או אז ידחק האויר הלוחץ
על פי הקנה הפתוח A את עמוד של מים בגובה 32 רגל בהקנה הארוך
והסתום B C . אמנם גאלילעאָ לא בחן בעצמו בהקנים-המשותפים כי קדמחו המות .
החכם טאָרְצִיעֵלְלָאָ תלמידו (וסמלא מקומו של החכם גאלילעאָ בתור מורה-

לחכמה-הסבע בבֶּלְאָגְנֵעַ) הבין לדעת כי סבת עליית המים בשפופרת העליה B
צורה 33 היא לחיצת-האויר הלוחצים על המים הסובבים להשפופרת מתחת , ולכן
נוכל להעלות המים בשפופרת-העליה B רק בגובה כזה אשר עמוד-המימי העולה
ישוה במשקלו למשקל העמוד-האווירי הלוחץ על המים , והוכיח מזה בצדק שמשקל
האויר הלוחץ על איזה שטח הוא כמשקל עמוד-מימי שגובהו הוא 32 רגל פאריזיות .

§ 64.

הבחינה שבחן החכם טאָרְצִיעֵלְלָאָ לנמות את אמתות השערתו
בדבר לחיצת-האויר .

לדראות אמתיות השערה הזאת במפת נסה טאָרְצִיעֵלְלָאָ בהכמתו למלאות

שפופרת ארוכה כמטה וחצי בכסף חי, את הקצה התחתון מהשפופרת סתם מארציעללא



צורה 34 צורה 35

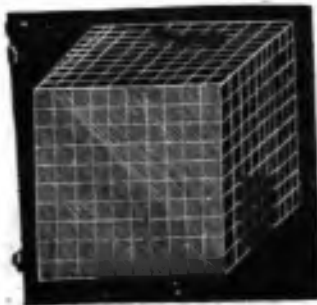
צורות 34 גם 35 בחינת החכם מארציעללא



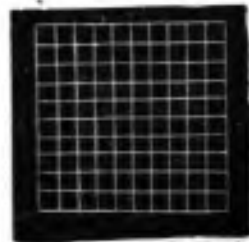
צורה 33

צורה 33 הבנת לבחון את לחיצת-האוויר

במנופה, ואת הקצה העליון הפתוח סתם באצבעו כמו שתורנו הצורה 34, ואז הוכיח מארציעללא נאמנה לאמר: אם באמת תהיה לחיצת-האוויר סבת בלתי עליית המים בכלי-ההרקה בנובה יותר מן שלשים ושתיים רגל, כי עתה הכסף החזי הכבד במשקלו כמעט ארבע עשר פעמים מהמים, לאיעלה במסת לחיצת האוויר כי אם בנובה עשרים ושמונה אצבעות פאריויות, ואז הפך מארציעללא השפופרת באופן שהיה הקצה אשר סתם באצבעו למטה והקצה הסגורה במנופה היה למעלה, ובתכונה הזאת הביא מארציעללא את קצה השפופרת (בעוד שהוא סתום באצבעו) ויטבול אותו בקערה המלאה לת בכף חי צורה 35,



צורה 37 אצבע סעוקב



צורה 36 אצבע סרוכע

ובהסירו או אצבעו מעל פי השפופרת ירד עטד הכסף חי שבהשפופרת למטה, וכאשר

הגיע עמוד הכסף החי לנובה 28 אצבעות נשאר העמוד נצב ולא ירד עוד למטה . הנסיון הזה אשר נסה מארציעללא הוליד לנו את הכלי היקר מאד לחכמי הטבע הוא כלי מורד-כובד-האוויר (בארממעטר) צורה 14 (שנתכאר לנו תועלתו בספרנו המנוחה והתועיה 187 § 8) .

על פי החשבון והנסיון נודע לנו כיום כי לחיצת האוויר על שטח אצבע מרובע בגודל הצורה 36 , הוא כפי הלחיצה שילחץ עמוד של כסף חי אשר שטח תושבתו הוא בגודל הצורה הזאת ונבהו הוא עשרים ושמינה אצבעות , והנה עמוד כזה יכול בקרבו 28 אצבעות מעוקבים כסף חי, ובאשר שמשקל אצבע מעוקב כסף חי שגדלו הוא בגודל הצורה 37 הוא יותר מעט מן $17\frac{3}{8}$ לאט, לכן יהיה כמות לחיצת האוויר על שטח בגודל אצבע מרובע 15 ליטרות, ר"ל 28 פעם $17\frac{3}{8}$ לאט, שהוא $479\frac{1}{4}$ לאט, הליטרא היא 32 לאט.

§ 65

המצאות כלי-מוריק-האוויר .

הנסיון של מארציעללא הראה לדעת: כי אפשר שימצא מקום ריק מהאוויר, אולם עוד לא נודע אז כל הבנה (איין אפפאראט) אשר על ידה נוכל להרוק את האוויר מכל כלי שנרצה (1) עד שהמציא בשנת 1650



צורה 38 כלי-מוריק-האוויר

(1) הערה. אם נרוק האוויר משני חצאי-כדורים נכובים (אין צוויי האהלע האלב-קוגעלען)

אשר מרת אלכסונס הוא כרוחב שתי אצבעות, אז ילחצם האוויר החיצון וידביקם זה לזה ככח מאה שמונים ושסונגה וחצי ליטרות, והוא יבן כי מרת שטח כל כדור אשר אלכסונו הוא שתי אצבעות הוא $2\frac{56}{100}$ אצבעות מרובעים, ר"ל שטחו יגדל כשתים עשר וחצי פעמים משטח האצבע-מרובע אשר גדלו הוא בגודל הצורה 36. וכבר נודע לנו בסיון 37 כי האוויר ילחץ על כל שטח אצבע-מרובע בכמות חמש עשרה ליטרות .

הצורה 39 תורה את מחצית הכדורים כשהם נפרדים, והצורה 40 תורה אותם כשהם מרובקים בכח לחיצת-האוויר וכי אין בבה ידי האדם להסריסם, כי פעולות רבות אשר חיי האדם תלויות בהנהגה הנקראת תולדות לחיצת-האוויר החיצון, כמו: הגשימה ושאיפת הרוח (ראם אפאמען), השתיה (טרניקען), והתבלעה (דאם שלוקעען) ויניקה הילדים מדי-



צורות 39 גם 40 לחצית כדורים נכובים המלוחצים בכח האוויר

אמותיהם, בארנו כבר ברחבה בספרנו הבנוחה והתנועה פרק שמיני מן סימן 192 עד סימן 193 .

החכם אמא פאן גועריקא (שר-האזרחים נירגערמייסטער) במאגרעכורג) את ההכנה הידועה לנו בעת בשם כלי-מוריק-האוויר (לוי־מ-פומפע) צורה 38 .
את תבנית ההכנה הזאת ופעולתה ואופן הרקתה את האוויר בארנו לנכון במפרנו המנוחה והתעוה § 191-192 .



צורה 41. הכניחה להורות לחיצת-האוויר אשר עשה אמא פאן גועריקא לעיני הקיסר פֶּערדינאנד ולעיני המטיבים אשר נאספו בשנת 1854 ליום הועד (רייכסטאג) .

באמצעות כלי-מוריק-האוויר הוריק אמא את האוויר משני חצאי-כדורים גבוים, אשר מרת אלכסונם היא שליש רגל, והנה באשר כי בחלל הכדורים לא נמצא האוויר ופתוח

צורה 43

צורה 42



תנועת הגופים המוצקים על ידי רתיחת הנוזלים



תנועת הגופים המוצקים על ידי רתיחת הנוזלים

להכדורים רחק האוויר על כל שטח רגל מרובע בכח 54 פוד, לבן גלחצו שני חצאי הכדורים זה לזה בכח 1525 פוד, יען כי כמות שטחם הוא $\frac{1}{281}$ רגל-מרובע, ועל כן לא היה בכח שנים עשר מוסים אשר משכו ישעה מהם לרוח אחד ועשעה מרם לרוח שני להפריד את חצאי הכדורים זה מזה, צורה 41, אבל כאשר פתח אמא פאן גועריקא ברוא אשר סתמה את נקב אחד ממחצית הכדורים והאוויר בא

לתוך הכדור, או נפרדו שני מחצית-הכדורים זה מזה באפס יד, על ידי הבחינה הזאת אשר עשה גועריקא לעיני המלך והעם בשנת 1654 ראו כלם בעליל את כח לחיצת-האוויר .

§ 66.

תנועת הגופים המוצקים על ידי התחלפות פעולות לחיצת האוויר ולחיצת הקישור .

בחינה ראשונה. בתוך שפופרת של זכוכית הסתומה מצד אחד ופתוחה

מצדה השנית נתן מעט מים, ונרתיה אותם מעל לשלהבת של שפירטוס צורה 42, ואחרי אשר יתחילו המים לרתוח נסיר השלהבת ונסתום את פי השפופרת בקנה דק אשר נתחול בקצהו נייר או פשתן, באופן אשר קצה הקנה המבורך יתנהג בכבדות בתוך השפופרת, ר"ל אשר אך בכח חזקת היד נוכל להניע את הקנה בתוך השפופרת אָנה וְנָה.

הנה אם נתחוב את הקנה בפי השפופרת בעוד אשר יהיו המים רותחים, או יתנועע הקנה מעצמו בהצטננם המים, ויודחק בתוך השפופרת פנימה עד כי יגע בפני המים שבה.

הסבה להתנועה הזאת היא לחיצת אויר-הנשימה, והוא :

כאשר יורתחו המים או יתהפך חלק קצוב מהם והיה לקיטור הממלא את כל חלל השפופרת אשר על פני המים, ובאשר כי אין שני גופים יוכלו להיות בזמן אחד במקום אחד, על כן יגרש הקיטור את האויר מתוך השפופרת ויירש את מקומו, ולכן כאשר נסתום או את השפופרת עם הקנה כמו שתורינו הצורה 43, או תהיה השפופרת חציה ממולאה במים וחציה ממולאה בקיטור, אבל בהצטנן השפופרת, או יתעבה הקיטור שבה וישוב להיות למים, והמקום בהשפופרת שבו פני המים ובין קצה הקנה הסותמה ישאר פנוי וריק מהאויר, ועל כן ידחק האויר בחיצון את הקנה לתוך השפופרת פנימה.

בחינה שניה. אחרי אשר נצטננו המים שבתוך השפופרת וכבר נדחק הקנה לתוכה, נשוב שנית לחמם את השפופרת מעל להשלהבת עד אשר ירתחו המים שנית, או יתנועע גם הקנה שנית, אבל בפעם הזאת תהיה תנועתו אחורנית, והוא כי יתרחק הקנה מן פני המים ויתקרב אל פי השפופרת, ואם נוסף לחמם זמן כביר את השפופרת או יורק הקנה ממנה בקול רעש חזק.

הסבה לזאת היא: כי על ידי רתיחת המים בהשפופרת הסתומה נתחממו המים והקיטור אשר בה יותר על מאה מעלות (לפי המבואר בסיפן 22), ועל כן נולד בהשפופרת קיטור-בעל-לחיצה-חזקה אשר כח לחיצתו יגדל כפלים או גם פי שלושה מכת לחיצת-האויר-החיצון, ועל כן תחוק לחיצת הקיטור מבפנים על לחיצת-האויר אשר מבחוץ, והקנה מוכרח להתנועע מהשפופרת ולחזוץ, בגמית תנועת הקיטור המתפרץ גם הוא בכח לחיצתו לצאת מהשפופרת החוצה.

הבחינות האלו תורנו: כי אם נעזוב לפעול חליפות על גוף הסותם את פי שפופרת פעם את האויר ללחצו פנימה ופעם את הקיטור לדחפו החוצה, או נוכל להוליד על ידי חליפות-הפעולות האלו בהגוף הסותם הוה תנועת-רצוא-ישוב (איין הינ-אוונד הער-בעווענונג).

בדברנו בספרנו זה בפרק מיוחד ממוכנת הקיטור שהמציאו האומנים געווקאָמאָן וקאָוליי, נראה לרעת: כי בתנועת-רצוא-ישוב הזאת, השתמשו האומנים האלה בהמצאתם את המוכנה-הקיטורית הנקראת על שמם.

§ 67.

תנועת הנוזלים רצוא-ישוב על ידי חליפת הפעולות מלחיצת האויר ולחיצת הקימור .

בחינה, אם נרתית את המים בהצלוחית אשר משמאל בהצורה 44 על ידי הבאת סילון של קימור חם היוצא מהבקבוק הנצב לימינה מעל לשלהבת של שפירמוס (על הדרך שבארנו את אופן הרתיחה הזאת כסימן 37 מספרנו זה) , ואחרי שיתחילו המים לרתוח בהצלוחית נסיר את השלהבת אשר מתחת להבקבוק, אז ישובו כרנע המים

צורה 44



תנועת הנוזלים רצוא ושוב על ידי רתיחת והצטננות המים

אשר בו. הצלוחית לעלות דרך הקנה הכפוף ולבוא אל תוך הבקבוק, עד אשר יחמלא הבקבוק על כל נדותיו .

הסכה לזאת היא: כי על ידי רתיחת המים בהצלוחית נולד בה קימור אשר גרש את האויר אשר מלא אותה (כטרם שהורחתו המים שבה) , וכאשר נסיר את השלהבת מתחת הבקבוק, אז יצטנן הקימור שבתוך הצלוחית על ידי ויתהפך למים, והקימור הקר הנשאר בה יחלש בבה לחיצתו, ועל כן יתפרץ האויר-החיצון לבוא בתוך הצלוחית, וידחק על פני המים שבה, ועל כן מסרחים המים לעלות בכח לחיצת-האויר עליהם, ולבוא לראשונה בתוך הקנה-הכפוף וממנו אל הבקבוק שנתרוקן על ידי הרתיחה מהמים ונשאר פניו (1) גם מהאויר .

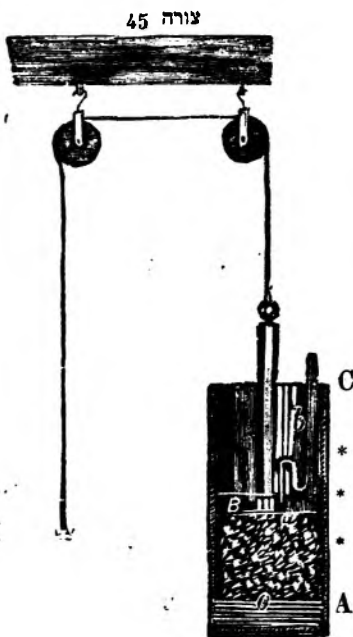
(1) הערה. יתר פעולת לחיצת האויר, עיין כספרנו המנוחה והתנועה סוף שמיני פן סימן 186 ער סימן 209 .

§ 68.

תועלת לחיצת האויר לעבוד בה בתור כח-עובד .

אחרי אשר נתודע לנו על ידי בחינות החכם אֶמֶאָן גועריקא חוקת כח לחיצת-האויר בתור כח-עובד (אלם ארבייטענדע-קראַפֿט), יגעו ביחוד החוצבים בהרים להעזר בהכח הזה להריק את המים המפכים מהחפירות העמוקות .

והנה מהמבואר למעלה נודע לנו כי לא נוכל להשתמש בלחיצת האויר בתור כח כי אם אחרי אשר נריק את האויר מאיזה מקום, והנה הן אמת כי כבר נמצאת הכנה להריק את האויר, אולם הרקת האויר על ידי כלי-מריק-האויר דורשת יגיעה רבה הגדולה מהעבודה אשר יוכל האויר הלוחץ לפעול בתור כח-עובד, ועל כן תוציא שכר עבודת לחיצת-האויר בהפסדו, ובגלל הדבר הזה לא יכלו אז חכמי תרושת המעשה להשתמש בכלי-מריק-האויר לתכלית הזאת, רק שמו אל לבם להוליד להם באיזה תחבולה אחרת מקומות הפנוים מהאויר, והרעיון הזה קלא אז את לבב כל החכמים המצוינים בחזר ההוא, ויה החילם לעשות: בראשונה נסו להריק את אויר הנשימה על ידי לחיצת האויר אשר יולידו בהדליקס אבק הַרְרִיה (שיספולווער) בכלים סגורים, ואחרי כן נסו לעבוד בכח ספוגיות הקיטור (עלאסמיצמאָטמ דעם דאמפֿעם) כאשר נבאר את מעשיהם בהסימנים הבאים.



הכנה לבאר פעולת מוכנת אבק ורה (שיספולווער מאשינע)

§ 69.

מוכנת האבק-מורה (פולווער-מאשינע) .

הואיגהענעז (Huighenes) ההלאנדי אחד מהחכמים היותר מצוינים אשר חי בהמאה השבע עשרה, התעסק בשנת 1673 בהיותו אז בפאריז בבנין מוכנה אחת אשר תעבוד בכח לחיצת-האויר, ואת האמצעי אשר על ידו ישיג מקום פנוי מהאויר דמה למצוא באבק-הַרְרִיה (שיספולווער) .

המוכנה אשר המציא לזה היה צילינדער של מתכת C A סתום מתחת ופתוח מלמעלה צורה 45 . בתוך הצילינדער היה יכול להתנועע חפשי בתנועת

עולה ויורד עלי-מתנועע (איין בעווענליכער קאָלבען B) שמרתו היא כמדת חלל הצילינדער. במקומות אחרים מדופני הצילינדער (המצוינים בהצורה כמובנים כזה*) היו נמצאים נקבים הסגורים בדלתות שהיו יכולות להפתח מהפנים אל החוץ (5אן אינגען נאך אויסען), על ידי פתח שיוכל להסגר בחוקה היו מביאים מעט אבק מורה בהצילינדער. את העלי הגביה הוגיענעם בראש הצילינדער עד הנקודה C בעוד אשר הדליק את האבק-מורה, והנה האויר הנולד מהדלקת האבק-מורה פתח בחוקה את הדלתות הסותמות את הנקבים שברופני הצילינדער והאויר הנלחץ יצא מהצילינדער החוצה, או אז נסגרו הדלתות על ידי הכנות ידועות מאליהן, והאויר הנשימה דחק על שפת העליון מהעלי-המתנועע להורידו למטה בתוך חלל הצילינדער עד הנקודה 0.

באופן הזה צלחה להחכם הוגיענעם להוליד מקום פנוי מהאויר בכח המקתת האויר הנולד משרפת האבק-מורה, אבל בכל זאת לא צלחה המוכנה שלו לעבוד עבודת-מסודרות, ועל כן לא יצאה מחשבתו אל הפועל.



פרק אחד עשר

דעניז פאפין בנה מכונות קיטוריות

§ 70.

• דעניז פאפין (Dionisius Papin)

במשך שבתו של החכם הואיגענעס ההאלאנדי (Huighenes) 1 בפאריז, עזר לו איש צעיר לימים רב תבונות הוא החכם אשר זכרו לא יסוף לנצח ושמו דעניז פאפין לא ישכח מפי סופרי קורות המדעים עדי עד .

דעניז פאפין נולד בהעיר בלאָאזי בשנת 1647, בימי עלומיו למד את חכמת הרפואה, בשנת 1671 עסק בפאריז ברפואת המעשית, ואחרי כן עזב את חכמת הרפואה וייעם את כל מעינו בחכמת-השעורים ובחכמת המבוע .

בשנת 1675 יצא פאפין מצרפת (טרדף על צוארו מחמת הקאטאליקען כי הוא היה סטהוגענאָטען) וילך ענגלאנדה . בלאנדען הכירו והוקירו את חכמתו ויבחרו בו 1680 להבר בהאקעדעמיע להלמודיים . בלאנדאָן התחבר פאפין עם החכם המהולל באַאילע, ושניהם עשו אז בחינות רבות שלש שנים רצופות לנסות את כח ספוגיות הקיטור בתור כה-עובר, ויגדל שם פאפין בכל הארץ .

§ 71.

קדרה-הסגורה, ודלת-הבמחוק (שליכטמאָפּ אונד זיכערהייטסווענמילל) .

בשנת 1681 הוציא פאפין לאור קונטרס אישר בו ביאר את פעולת

(1) הערה. הוא החכם הואיגענעס אשר המציא את מורה-שעות-המטולסלת . עיין בספרנו הכנתה והתנועה סימן 282 .

הקדרה הסגורה (1) אשר המציא ואשר נוכל לבשל בה בזמן קצר את הבשר וגם העצמות יתרכבו כאשר יבשולו בהקדרה הזאת והיו למקפא . הצורה 46 תורה לנו את הבנית

צורה 46



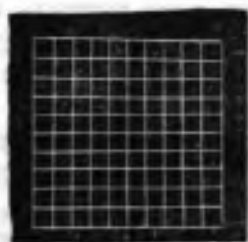
קדרה הסגורה

הקדרה הסגורה (1) אשר המציא ואשר נוכל לבשל בה בזמן קצר את הבשר וגם העצמות יתרכבו כאשר יבשולו בהקדרה הזאת והיו למקפא . הצורה 46 תורה לנו את הבנית

הקדרה=הפאפיאנית הזאת, והיא : אל קדרה של ברזל A שדפנותיה עבות למאד יתובר צמר פתיל B על ידי שרזיבוען חוקים, גם המציא במכסה הקדרה למעלה פתח קטן הסגור בדלת של ברזל, ועל הדלת ינוח מוט חזק של ברזל שיוכל להתנועע על צירו למעלה, בקצה המוט ינתן משקל כבד למען אשר ידחק המוט למטה להסגיר את הדלת כעל הפתח, ובאשר כי בכלים סגורים נוכל להעלות גם את הקיטור גם את הכים בחום יותר ממאה מעלות (עיין סימן 26) וכן נודע לנו (בסימן 32) כי הקיטור יתוסף בכח ספוגיותו כל עוד אשר יתוסף בחומו, והנה אם תהיה ד"מ מדרגת חוקת דופני הקדרה בשעור שתוכלנה להתנגד ללחיצה-פנימית שידחק עליהן הקיטור רק בכח שלשים ליטרות לכל אצבע מרובע,

אשר גדלה הוא כגודל הצורה 47 אבל אם תגדל הלחיצה למעלה משלשים ליטרות כי

צורה 47



אצבע מרובע

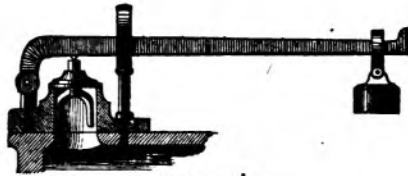
עתה תפוצץ הקדרה, הלא או לא נוכל להכנס בה את המים כי אם עד $121\frac{1}{2}$ מעלות, כי הלא אם נוסף להכנסם או התפוצץ הקדרה, ולמנוע את ההתפוצצות הזאת מעשה הדלת מלבעלה ועל הדלת ינתן המוט הלוחץ עליה רק במשקל פחות מעט משלשים ליטרות לכל שטח אצבע מרובע, ועל כן אם יתגבר בפנימיות הקדרה כה-הכפוגיות אשר להקיטור, או יגביה הקיטור את המוט מעל הדלת וינטס החוצה, עוד בטרם אשר יתרבה כה-ספוגיותו לפוצץ את הקדרה אשר הוא סגור בה. דלתיים כאלו הסגורות על ידי לחיצת

משא קצוב עליהן תעשינה בכל כלי כולדי-הקיטור, ובאשר שעל ידי הדלתות האלו

(1) הערה. רבים מסופרי קירות הסדעים יחשבו כי המצאת קדרה-הסגורה היתה תעדי הראשון להמצאות המכונות-הקיטוריות שהמציא פאפין אחרי כן, אבל סגו מאד הסופרים בזה-כי פאפין לא חשב אז ולא עלה על דעתו להשתמש בהקדרה הזאת לכל מלאכת עבודה רק לבשל בה את הבשר והעצמות .

הננו בטוחים שלא יתפוצצו הכלים, לכן תקראנה הדלתות האלו בשם דלתי-במחון (זיכרהייטס-ווענשיללע). הצורה 48

תורנו דלת-בטוחה כזאת מצוירה לבדה.



דלת הבמחון

אמנם מלבד אופן הסגירה

לדלתי-הבמחון המצוירה פה, מצאו חכמי הטבע והמעכאניק תחבולות מתחבולות שונות להכין דלתים

לבמחון בתבנית ובתמונות שונות, כאשר יתבאר לנו בדברנו מתבנית בנין מכנית עגלת הקיטור בחלק הרביעי מספרנו זה.

§ 72.

המצאת פאפין להוליד בעזרת הקיטור מקום פנוי-מהאוויר ולהשתמש בהקיטור בתור כח-מניע.

בשנת 1681 נקרא פאפין מאת הסענאט אשר לממשלת ווענעדיג להיות לחבר לחכמי האקאדעמיע אשר יסדה אז, ואף כי נחל שם פאפין כבוד החמים, אולם במצבו החמרי ירד מאד, ועל כן שב אחרי שנתים ימים שנית לאנדאנה, אבל גם שמה לא מצא עוד את המנוחה וידל פאפין מאד, ואז החל לחשוב מחשבות לעבוד בהקיטור בתור כח-עובד.

בשנת 1687 נקרא פאפין מאת נסיך העססען לכוא מארבורנה ולהיות שמה פראַפּעסער לחכמת השעורים, ויואל פאפין לשבת במארבורג. בעשרים השנים אשר חי פאפין בהעיר הזאת אָן וחקר וחקן הרבה בכל הנוגע לחקירת כח הקיטור.

בראשונה נסה לחדש את בחינותיו עם האבק-מורה, בתקותו אולי תצליח לו לעשות סוכנה-מעולה העוברת בכח אבק-המורה, אבל מהר ראה לדעת: כי אין חכמה ואין עצה ואין תבונה ואין כל תחבולה לסדר את פעולת הכח הנמחר הזה, אולם יגיעת פאפין לא היתה לריק, כי במשך בחינותיו בהאבק-מורה נולדה בו מחשבת-תרוץ, והוא להוליד בכח הקיטור מקום פנוי מהאוויר, והוא: מבחינותיו אשר בחן פאפין לבדו ומבחינות חכמים אחרים נדעו לו שני דברים נכבדים למאד בידעת טבע הקיטור.

א: כי על ידי החום נוכל בנקל להוסיף בהקיטור את כח-הספוגיות עד שיתגבר כח לחיצתו של הקיטור על כח לחיצת האוויר.

(1) הערה. נסיך הארץ (דער לאנד-גראף) קארעל נסיך ארץ העססען היה איש אוהב את המדעים ואת חרושת-המעשה, ובמצותו ובהוצאותיו עשה פאפין את בחינותיו לבחון את כח ספוגיות הקיטור בתור כח-עובד (אלס ארכייטענדע קראפט).

ב: כי בהתהפך הקיטור על ידי ההצטננות להיות למים, אז יתעלם בבת אחת כל כח-ספוגיותו.

משתי הידיעות האלו הוכיח פאפין בצדק: כי ספוגיות-הקיטור הוא הכח היותר מוכשר-להוליד על ידו מקום פנוי מהאוויר.

במאמר אחד אשר הוציא פאפין לאור בשנת 1690 יבאר ברובה את המצאתו זאת, והוא:

אדרי אשר יוכיח פאפין בצדק: כי האבק-מורה לא יוכשר להוליד על ידו כח הפועל פעולות מסודרות, (יאמר פאפין) «לכן נכסית להגיע אל התכלית הזאת (ר"ל להולדת מקום פנוי מהאוויר) בדרך אחרת, והוא:

באשר כי מסגולת המים הוא שכמות קטן ממנו אם יתחממו הרכה יתגבר כח ספוגיותם וישוו בכח-לחיצתם לכח לחיצת-האוויר, ועל ידי ההצטננות ישוב הקיטור להיות בכמצב-הנוזלי מכלי אשר ישאר בו מאומה מהכח-הלוחצי, לכן עלה על דעתי: שאפשר לבנות מוכנות אשר המים יולידו בהם מקום פנוי מהאוויר (וכל זה יעשה בתום בלתי גבוה במדרגתו ובמחיר טועם).

אדרי כן יבאר פאפין במאמרו את ההכנה אשר בה נסה בחכמה את כח הקיטור, והוא:

בתוך הצילינדר A צורה 45 יתנועע העלי B, ובתוך העלי B ימצא פתח a אשר יוכל להקדם בהקנה הכפוף b, במבעת המוש המחובר אל העלי קשור חבל העובר על שני גלגלים, על ידי בריח (בלתי מצויר פה) נוכל לעצור בעד העלי שלא יצא למעלה כגובה הצילינדר.

אם נרצה לפעול בהכנה הזאת, אז נתן בה מעט מים דרך הנקב a ונוריד את העלי B למטה בהצילינדר עד שיגיע שטחו התחתון של העלי בפני שטח המים בהנקודה 0, ואז נסתום את הנקב a בהקנה b, ואחר כן נשים אש מתחת להצילינדר, המים יתהפכו לקיטור, והעלי B יתרומם עד הגיעו אל הבריה שבראש הצילינדר למעלה, ואז נסיר את האש מתחת הצילינדר, הקיטור שבתוכו יתהפך על ידי הצטננותו שנית למים אשר ינחו שנית בשטח 0, המקום החלל שבין 0 ובין ראש הצילינדר הוא ריק או מהאוויר, לכן ילחץ האוויר החיצון על שטח העליון של העלי ויורידו בבת גדול למטה, ואם יהיה דרך משל שטח העלי רק אמה מרובעת אחת (נחשוב מרחק האמה 3 רגל) וגובה הצילינדר ארבע אמות, אז ברדת העלי בבת החיקת האוויר למטה, יוכל להעלות למעלה משא הקשור בקצה השני מהחבל, וכובד המשא שנגבה יוכל להיות כשעור הלחיצה שילחץ האוויר על שטח אמה מרובעת. משקל המשא יהיה (במשכנו 54 פוד לכל רגל מרובע והאמה המרובעת היא תשע רגל מרובעים) 9 פעמים 54 פוד שהוא 486 פוד, משא כבד כזה תוכל המוכנה הזאת להעלות בגובה ארבע אמות בכל פעם ופעם אשר ירד העלי למטה.

§ 73 .

התקונים אשר תקן פאפין את המוכנה אשר המציא .

בכל התועלת הגדולה אשר היו יכולים להשיג ממוכנת פאפין , ובכל התבונה הנכונה הצפונה בה להוליד כח חזק ביגיעה קלה ובמהיר מועט , בכל זאת לא השכילו בני דורו להשתמש בה .

אמנם כדרך כל החכמים הגדולים לא השליך גם פאפין את דעתו אחרי נזו אם כי לא ראה כל פרי בעמלו , ויחשוב וימצא תחבולה לעשות את פעולת המוכנה שלו יותר מסודרה ויותר מהירה , כי תחת להסיר את האש כפעם בפעם מתחת להצילינדער ולהמתין עד שיתהפך הקישור למים על ידי ההצטננות , השכיל פאפין לזרוק מים קרים בהוך ההכנה בכל עת אשר עלה העלי למעלה , ועל ידי זה צלחה לו להגביה את המשא ארבע פעמים בכל מינוטע , בתכנית המוכנה (מיט דעם מאָדעל זיינער מאשיננע) אשר אלכסון הצילינדער שלה היה רק כמלוא רוחב שהי אצבעות , הרים פאפין משא שבעים ליטרות ארבע פעמים במינוטע אחת . גם הוא מצא אחרי כן תחבולה להוליד את הקישור בכלי מיוחד ולהוביל אותו דרך צינורות אל הצילינדער אשר בו יתנועע העלי .

גם הוא יעץ להפוך את התנועה הישרה אשר להעלי לתנועה מעגלית בעזרת הסדן=הכפוף (קרוים=צאפֿלען) אשר תבניתו ומעשהו מבואר בספרנו המנוחה והתנועה סימן 369 .

בסוף ימיו בנה פאפין מוכנה=קישוריית אשר הניע בה בעזרת שני אופני=הרחתים (שוויפֿעל ראָדער) אניה קטנה , ובה חפץ החכם הזה לנסוע כגרמניא (כמקום אשר לא ראה פרי בעמלו) לבריטאניע (ארץ מגדלת חכמי=חרשת=המעשה) , אולם בעברו באניתו זאת את נהר פֿולדא ויבא אל שפך מי הנהר וועזער , שמה קשרו הספנים עליו קשר וישברו את אניתו וגם את פאפין חפצו להמית , כי פחדו כי יחסר לחםם בצאת לאור התגלות פאפין להניע אניות בכח הקישור .

אז נפלו מאד פני פאפין בראותו כי כל עמלו שעמל בכל ימי חייו היה לריק , ואת פרי המצאותיו אכלו זרים בארץ נכריה , ולדעתנו רק התלאות האלו אשר באו על פאפין והשיגוהו , הן הנה עצרו בעד פאפין כי לא המציא את המוכנה=הקישורית בתבניתה אשר לה כהיום הזה .

הידיעה האחרונה אשר נודעה מהאיש המצוין פאפין , הוא : כי בשנת 1707 היה עוֹדנה בחיים , אבל לא נדע בבירור שנת מיתתו ומקום קבורתו עד היום הזה . יש אומרים שמת פאפין בשנת 1710 , ויש אומרים כי מת בשנת 1713 בענגלאנד בעירום ובחוסר כל .

פרק שנים עשר

זאוועריי (Savery) בנה מוכנה-קיטורית, דעניז פאפין תקן את מוכנת זאווערי וגם המציא פאפין את המוכנה-קיטורית העובדת בקיטור בעל לחיצה-חזקה .

§ 74.

המצאת המוכנה-קיטורית על ידי זאווערי .

בערך אשר התעסק דעניז פאפין למצוא מוכנה-קיטורית בארץ אשכנז , התעסק גם הקאפיטאן מהאמבאס זאווערי למצוא מוכנת-קיטור בענגלאנד , ואף כי העמק פאפין לחקור כטבע הקיטור יותר מאווערי , בכל זאת הוציא זאווערי מוכנה-קיטורית מועילה שנתקבלה בענגלאנד ובכל ארצות אייראפא בעוד אשר כל ימי פאפין אשר חי בגרמאניא היו רעים , כי הגערמאנים גם אז כהיום הזה לא יקבלו בנקל המצאה חדשה הנולדת בארצם .

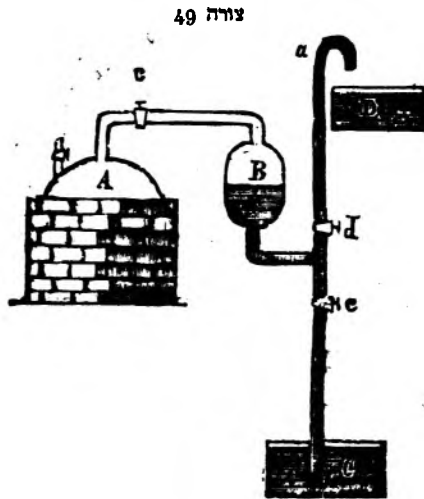
זאווערי השיג כתב-זכיה (פאטענט) מממשלת בריטאניא על המצאתו בשנת 1698 , בקונטרס שהרפים פעם ראשונה בשנת 1699 ופעם שניה עם הוספת בשנת 1702 באר זאווערי את המצאתו ,

על ידי מוכנת-זאווערי הורם קלוח-מים עד גובה קצוב ופעולתה היתה בלתי נפסקת .

כמוכנת זאווערי עבד הקיטור עבורת משנה , לראשונה הוליד בשפופרת רחבה מקום פנוי מהאוויר , ואז נלחצו המים לעלות בה עד גובה שתיים ושלשים רגל (שיין סימן 63) , ואחרי כן הביא בהשפופרת הזאת עוד סילון של קיטור אשר בכח ספוגיותו (עלאסטסיס קראנט) הרים הקיטור את המים בגובה למעלה משלשים ושתים רגל .

לתכלית הזאת בנה זאווערי לראשונה את המכונה בתבנית הצורה 49, והוא :

בהקלחת A יהפכו המים והיו לקיטור על ידי חום האש הנתון תחתיה, והקלחת A היא מחוברת על ידי צינור עם הכלי B, והכלי B הוא מחובר מלמטה על ידי צינור אל השפופרת-הזקופה, אשר קצה התחתון הוא תקוע בהבאר C שנרצה להריק מימיה, והקצה העליון מהשפופרת יגיע עד המקוה D ששמה יושפכו המים המדוקים מהבאר.



מכונה הקיטור אשר בנה זאווערי

בבוא הקיטור מן הקלחת

A אל הכלי B, נמתח את הברזות d גם e אשר בהשפופרת-הזקופה, ואת הברז a אשר בהצינור המחבר את הקלחת A עם הכלי B, ואז יתעבה הקיטור כאשר יתקרב ויולד בהכלי B מקום פנוי מהאוויר, ולכן ידחוק

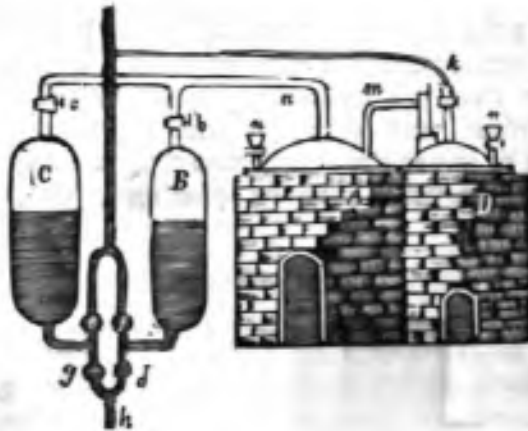
האוויר שבהבאר את המים לעלות מן הבאר C ולבוא בתוך השפופרת a, ואם לא יהיה הכלי B נבזה למעלה משלשים ושתיים רגל מעל פי הבאר, אז ימלאו המים גם חלק מהכלי B, אם נסתום אז את הברז a שבהצינור המחבר את הקלחת A עם הכלי B. ונפתח הברזות e גם d ואם יהיה להקיטור הבא בהכלי B כח-ספוגי חזק, אז ידחק הקיטור את המים הנמצאים בהכלי B יכריחם לעלות למעלה בשפופרת a ולבוא משמה אל מקוה-המים D. אמנם למען שתהיה פעולת הקיטור בלתי נפסקת, הכין זאווערי שתי מקואות-מים ושתי קלחות, ותמרת הברזות התחתונות הכין דלתים (ועתגמללע), ויכוון את המכונה בתמונת הצורה 50, והוא :

בהקלחת A יולד על ידי האש מבלי הפסק קיטור בעל כח-ספוגי חזק, והקיטור הזה יבא חליפות מן הצינור a פעם אל המקוה B ופעם אל המקוה C, ואם תהיה הברז b סתומה והברז e פתוחה, אז תפתחנה הדלתות d גם e ותסגנה הדלתות f גם g, בהמקוה B יתקרב או הקיטור הנסגר שם, ועל כן יעלו המים אל המקוה B דרך השפופרת התחתונה h למלאות את המקום הריק, ובעת ההיא ידחק סילון הקיטור על המים הנמצאים בהמקוה C ויכריחם לעלות למעלה דרך הברז a אל השפופרת הזקופה, ואם נפתח אחרי כן את הברז b ונפתח את הברז e או תצא לאור פעולה הפוכה, ר"ל המקוה C תתמלאה במים ומהמקוה B יוגרשו המים.

אמנם באשר כי בהקלחת A נצרך תמיד להוסיף מים-רותחים למען שתהיה בה הולדת-הקיטור בלתי נפסקת, לכן הכין זאווערי שד קלחת שניה D, שבה יבואו המים דרך הברז a שבהשפופרת K, ועל ידי הצינור m הכפוף בדמות דיופי

(העכער-פארמיג) יבואו המים הרותחים מהקלחת D אל הקלחת A. על ידי

צורה 50



מוכנת הקיפור אשר בנה זאווערי

המשפך (טריבסער) ו ה התמלאנה במים שתי הקלחות במרם התחלת הפעולה .
החכם זאווערי מדד כבר את פעולת-המוכנה הזאת במספר כח-המסוסים (פפערע
קראפטמע) אשר היו נצרכים לעבוד עבודה כזאת כאשר עברה המוכנה שהמציא .

§ 75.

חסרונות שנמצאו עוד במוכנת זאווערי .

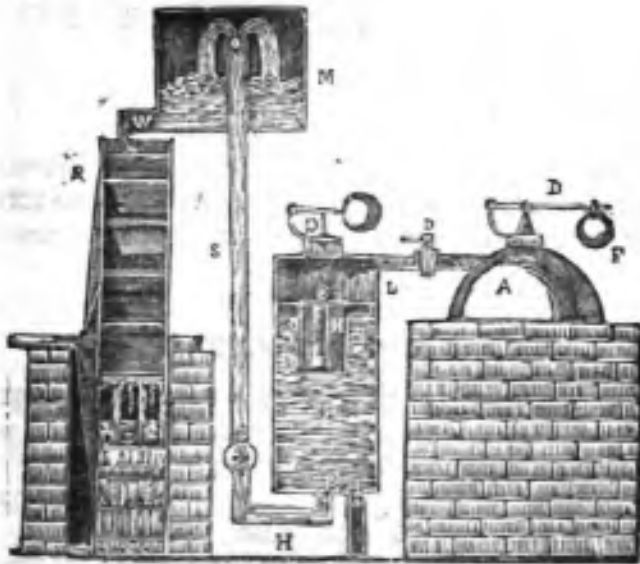
- א. המוכנה הזאת (שכארנוה בסימן הקורם) פעלה מבלי הפסק ובכח גדול , אבל עוד נמצאו בה חסרונות רבות ומעוותים הצריכים תקון .
- א. להקיפור היה נצרך להיות כח-ספוגי גדול למען העלות את המים גבוה מעט מטובה המוכנה .
- ב. חום גדול היה הולך לאבוד מבלי כל תועלת , באשר כי חלק גדול מהקיפור אשר דחק מבלי-אמצעי על פני שטח המים נתקרר ונתעבה והיה שנית למים .
- ג. לאנשים בלתי נזהרים היתה סכנה גדולה לעבוד בהמוכנה הזאת , יען כי ראשונה לא ידע זאווערי עוד מפעולות דלתי-הבסחון (זיכערהייסס-ווענשיללע) שהמציא החכם פאפין , ושנית יען כי קלות המים העולה למעלה היה חם למאד ובגפלי על האיש הבלתי נזהר היה סולד אורו .
- ד. חלק גדול מהמים שהעלתה המוכנה לא פעל כל עבודה , רק עלה לקרר את הקיפור למען אשר יתעבה ויהיה שנית למים ויוליד מקום ריק מהאוויר .
- ה. פעולת המוכנה היתה מוגבלת , כי היתה מכשרת רק להעלות את המים עד גובה ידוע , אבל לא צלחה לעבוד בהקיפור עצמו בתור כח-עובד למלאכות שונות כאשר יעבוד הקיפור בהמוכנות כהיום הזה .

§ 76.

החכם פאפין תקן את מוכנת זאווערי .

החכם לייבניץ שלח להחכם פאפין בשנת 1705 ציורים מהמוכנה אשר המציא החכם זאווערי, אז ראה פאפין והתבונן על כל החכונות שנמצאו בהמוכנה הזאת, וימצא תהבולה למנוע את הפגישה הבלתי-אמצעית אשר יפגוש הקיטור בהמים במוכנת-זאווערי , וגם בקש ומצא דרך במיוחד להסיר המכנה שתוכל להיות מהתפוצצות הקלחת והצילינדר אשר תרבה. מדרגת-ספוגיותו של הקיטור יתר על המדה הדרושה , ועל כן שנה פאפין את מוכנת זאווערי בהתמונה אשר תורה לנו הצורה 51 , והוא :

צורה 51



מוכנת זאווערי אשר תקן אותה פאפין

מקלחת הקיטור A יצא הצינור L אשר בעזרת סתימת הברזא שבה היו יכולים לעצור את הקיטור לכל יצא מהקלחת A , ועל ידי פתיחת הברזא היא היו יכולים להוביל סילון של קיטור בהצילינדר I , גם שתי דלתי-הבסתין תקן פאפין , האחת על הקלחת , והשניה על הצילינדר לשמור את הקיטור שלא יתגדל בספוגיותו , בתוך הצילינדר הבין פאפין מכסה-חלולה N שהיתה צפה על פני המים . ובאמצע המכסה-הצפה החזיק (בעפעפמינסע עי) את הכלי החלול H . על ידי המכסה הצפה

NH מנע את פגישת הקיטור בהמים, כי סילון הקיטור הבא דרך הצינור I , דחק על המכסה NH , והמכסה דחקה על פני המים, בהתקרב הקיטור אשר למעלה מהמכסה NH נולד גשמה מקום ריק מהאוויר, ועל כן התפרצו המים הקרים לבא מתחת דרך הדלת (ווענטיל) B , כי הדלת ההיא תפתח אל תוך הצינור I כאשר יודחק עליה מלמטה למעלה ותחתם כאשר יודחק עליה מלמעלה למטה, וכאשר יבא סילון של קיטור חדש למעלה מהמכסה, או ידחוק הקיטור על המכסה, והמכסה מתדבקת בחזקה על פני המים שבהצינור והמים יסתמו את הדלת B בדחקם עליה מלמעלה למטה, ובהסתם הדלת יוכרחו המים הקרים שנלחצו לצאת מהצינור לבא דרך הצינור H ודרך הדלת (ווענטיל) E הנפתחת בלחיצת המים תחתיה, ואז יעלו המים בכח הדחיקה-הקיטורית בשפופרת-העליה (שמיניגארה) S , ובהגיעם לראש השפופרת יושפכו המים אל המקוה M ומשמה ירדו המים לתוך רתתי-אופן-המים (שוויפלען דעם וואססער ראדעם) R .

למען הנדיל את פעולת המים על רתתי-האופן (ראד-שוויפלען), עשה פאפין את המקוה M סגורה מכל צד, והיה כאשר בא הסילון של מים בכח דחיקה-חזקה להמקוה M , או ידחוק הסילון על פני המים הממלאים את המקוה, ועל כן ילחצו המים שבהמקוה לשטוף מהצינור W על רתתי-האופן במהירות גדולה ובכח-לחצני חזק להגביר את מהירות מרוצת האופן.

בשנת 1717 נבנו שבע מוכנות כאלו תחת השנתת החכם בחכמת הטבע זעזאגיל, המכנה הראשונה קנה פעמער הגדול והיא הרימה את המים בגני הקיטור בנובה ארבעים רגל.

§ 77.

מוכנה בעלת-לחיצה-חזקה (האָדְרוּקֶ-מאַשינע) שדמציא החכם פאפין.

כאשר ראינו בסיומן 72 השתמש או פאפין בהקיטור רק להוליד מקום ריק מהאוויר, ובתור-כה-עובד לא פעל הקיטור אז רק האוויר עבד את העבודה על ידי לחיצתו בעת שיתפרץ לבא במקום הריק, ולתכלית העבודה הזאת היו נצרכים שני דברים אלה:

א. לשמור שלא תגדל לחיצת-הקיטור פנימה מלחיצת האוויר-החיץ, ולוח היה נצרך לקרב תמיד את כלי-הקיטור מבחוץ למען שלא יתחמם הקיטור שבהם למעלה ממאה מעלות.

ב. להביא תמיד סילון של מים קרים לתוך הקיטור החם אחרי שהגביה הקיטור כל צרכו את החום (קאָלבען) B שבהצינור a b (צורה 52/53, למען אשר יתעבה הקיטור בסבת הקור וישוב להתהפך למים ועל ידי זה הלך כמות חום גדול לאבוד. החכם פאפין ראה והתבונן: כי אפשר לפעול גם בקיטור שכח לחיצתו הוא למעלה מכח לחיצת-האוויר-החיץ, אם נשכיל להציא את הקיטור באוויר-החפשי על ידי

פתיחת ברזא בהצילינדער מלמטה תחת להפוך את הקיטור למים אחרי אשר השלים עבודתו, והוא: כבר נודע לנו בסימן 45 כי הקיטור בעל החיקה-חזקה ינום מצב הכלי שהוא סגור בו ומתמיד לצאת לאויר-החפשי עד אשר תשתוו לחיצת-הקיטור שבתוך הכלי הסגור ללחיצת-האויר החיצון .

על היסוד הזה בנה פאפין את המכונה-בעלת-לחיצת-חזקה (האֶנְדְרוּקֶק-מאשינע) , בתבנית הצורה 53 .

מקלקלת A יוצאים שני קנים תלולים

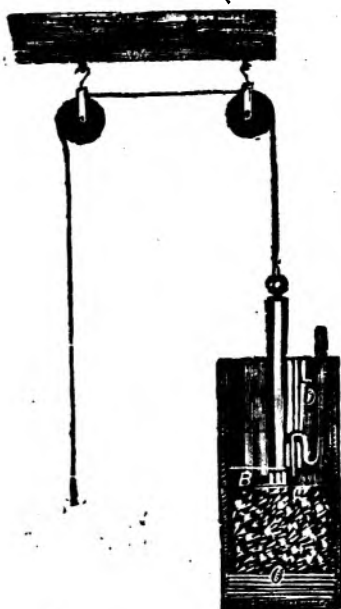
וכפופים המובילים את האויר דרך הברזא B פעם אל הצילינדער R ופעם אל הצילינדער S, הברזא B היא מתוקנה באופן הזה אשר אם נסתום על ידה את הקנה-הכפוף המוביל את הקיטור להצילינדער R, אז יפתח-על ידה הקנה-הכפוף המוביל את הקיטור להצילינדער S, ויפתח גם הקנה הישר M המוציא את הקיטור מהצילינדער S החוצה . במצב כזה מצוירת הברזא B בתצורה 53, ולתיפך: אם נסתום על ידי הברזא B את הקנה-הכפוף המוביל את הקיטור להצילינדער S, או יפתח הקנה-הכפוף המוביל את הקיטור להצילינדער R,

גם יפתח הקנה-הישר M המוציא את הקיטור מהצילינדער S החוצה . בהמצב אשר תעמד הברזא בהצורה 53 יבא הקיטור מקלקלת A להצילינדער R בעוד אשר הקיטור שבהצילינדער S ינום החוצה, אבל אם נקיף את הברזא B בשער רביעיית-העיגול, אז לתיפך יבא הקיטור הקלקלת A להצילינדער S והקיטור שבהצילינדער R ינום החוצה .

החותמות (קאָלבען) C גם D תלויות בשני קצות השמאליים של מוטות-המאזנים (באָלאַנצירע) CH על ידי בדי-החותמות (קאָלבען-שטאַנגען) E F, ובשני קצות מוטות-המאזנים הימניים מחוברים שני בדים של שני כלי-ההרקה Q P (געשטאַנגע דער פּוּספּענ-ווערקע) המוריקים את המים מהבאר N להעלותם דרך שפופרת-העליה (שטייגראָהר) O ולשפכם אל תוך מקוה המים T .

כאשר יבא סילון של קיטור מתחת לאדמת מהחותמות או אז ידחק הקיטור את החתם למעלה ועל ידי זה יורד אחד ממטילי-ההרקה למטה, והמים ילחצו לעלות מהבאר אל תוך שפופרת-העליה, אולם כאשר תסתם הברזא B אז יצא הקיטור שבאחד משני הצילינדער חפשי לרוח, והלחיצה של הקיטור הנשאר בהצילינדער תשתוו בו ללחיצת האויר-החיצון, החותם (דער קאָלבען) ילחץ אז

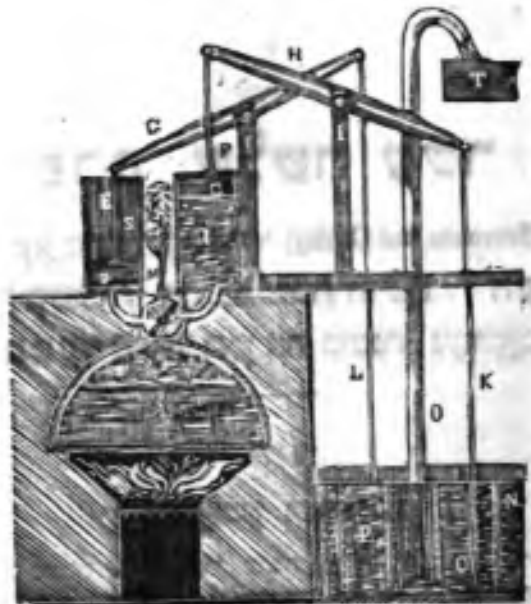
צורה 52



מוכנת הקיטור אשר בנה פאפין

מלמעלה על ידי האויר בשעור ההוא כאשר ילחץ מלמטה על ידי הקיסור, ולכן אם יהיה התחתון כבר במשקלו או יפול מנסבת' כובד לתחתית הצילינדר.

צורה 53



מוכנת מאמין העזבות בקיסור חזק (האֶכְרוֹקֶסֶמַשִּׁינֵע)

אמנם גם עצת פאפין הזאת לא עשתה כל תושיה, כי לא נמצא בימיו איש אשר יבנה לו מוכנות-קיסוריות על פי המשפטים אשר הורה לעשות. את פעולת המוכנה בעלת-לחיצה-חזקה (האֶכְרוֹקֶסֶמַשִּׁינֵע) הזאת באר לראשונה המהנדס האֶפְמַאן בשנת 1724.

פרק שלשה עשר

נעווקאָמען וקאָוולי (Newcomen und Cawley) בָּנָה
מוכנה-קיטורית על פי שמה חדשה, הענרי
פּאָטער (Potter) תקן את מוכנת נעווקאָמען.

§ 78.

נעווקאָמען וקאָוולי.

אחת מהמכונות של זאווערי עבדה בהעיר הקמנה דארמוטה, בהעיר
הזאת גרו אז שני אוהבים בעלי מלאכות שונות, שם האחד מהאָמאָס
נעווקאָמען ומלאכתו הורש-ברזל, ושם השני יאָהאָן קאָוולי ומלאכתו סָנָג (איין
גלאָזער), וכאשר שבתו שני האנשים האלה בערב מכל מלאכתם אשר עשו ביום, אז
נדברו תכמי לב אלה ונעדרו יחדו ללכת מדי ערב בערב לראות את פעולת המוכנה-
הקיטורית אשר זר היה מעשיה להם, ויתענגו לראות ולהתפלאות על נפלאותיה
אשר תפליא לעשות.

נעווקאָמען היה איש יודע-ספר, וכל דבר הקשה אשר נודמן לו במלאכתו
היה מביא אל מכירו החכם המהולל בהכמת הטבע דאָבֶערש האָקקע, ובעצתו
היה שואל נעווקאָמען בכל דבר הנוגע לחרושת-המעשה, ועל כן בקש קאָוולי מאוהבו
נעווקאָמען להודיע במכתב לראָבֶערש האָקקע את חוות דעתם על דבר פעולת
המוכנה-הקיטורית, כי רבות ושונות עלה על דעתם לחשוב בהתבוננם על
פעולת המוכנה, ובמרוצת דברי מכתביו הרבים אשר נִרְיֵין נעווקאָמען להחכם
האָקקע, גלה נעווקאָמען את דעתו כי דעת פאָפּין מצאה חן בעיניו, והוא לתקן
מוכנה-קיטורית אשר תדים ואשר תוריד חותם-מתנועע (בעוועגליכער קאָלבען)
בצילינדרער, וגם אמר נעווקאָמען עם הספר אשר כתב להאָקקע כי כבר נועד הוא
ואוהבו קאָוולי להוציא לאור מוכנה כזאת הבנויה על פי שמת המהנדס
הצרפתי פאָפּין, אולם האָקקע יעץ להם כפעם בפעם לשוב ממחשבת פאָפּין,

אבל אחרי כן נאות להם האקקע בתנאי אם תצלה להם להוליד את המקום-הריק-מהאוויר בזמן יותר קצר מאשר צלחה זאת לפאפין .

מדבררי ההכם הטבעי האקקע לא נפלו פני האומן נעווקאמען ואוהבו קאוולי, ואולי לא שמו לבם אל דבריו מאשר שלא הבינו לנכון את טעמי חוקי השבע אשר הורה להם האקקע, אולם להתפתחות המוכנה-הקיסורית היתה בלתי ידיעתם בחוקי הטבע לתועלת גדולה, כי על כן לא שמו את לבם לכל סתירותיו, ומבלי הרף יגעו ועמלו ומצאו את הדרך הנכונה להוציא לפעולות ידים את מחשבת לבם .

§ 79.

נעווקאמען וקאוולי עשו תכנית (כאדעל) למוכנה-קיסורית חדשה .

בבית-הפחמי (שמידע הויז) שלו החל נעווקאמען להבין לו תכנית (איין כאדעל) מהמוכנה אשר הפך לבנות לפי תבונתו, לראשונה עשה לו צילינדער של נחושת אשר הותם-מתנועע (בעווענגליכער קאלבען) עולה ויורד בו, אולם את הקיסור לא אבה נעווקאמען להוליד בהצילינדער עצמו כאשר עשה פאפין, אבל הוא הוליד אותו בקלחת מיוחדת לזה, ולמען שיצטנן מהרה הקיסור הבא בהצילינדער, הפצו שני האומנים להשתמש במים קרים השוטפים על דופני הצילינדער סבחוץ, כאשר השתמש בהאמצעי הזה גם זאווערי .

נקל להבין כי ההכנה הזאת טובה היא מהכנת פאפין שבארנו במימן 56 בכמה מעלות, כאשר נראה לדעת בדברנו כמעשה המוכנה הזאת .

אחרי אשר צלחו הבריונות אשר בחנו שני האוהבים בהתכנית אשר הכינו להם, דרשו האנשים ההרוצים האלה מהממשלה כתב-זכות (פאטענט) למען יאכלו גם מפרי תבונתם ויגיע כפיהם, אולם זאווערי בכה כתב-הזכות על המוכנה-הקיסורית אשר השיג בשנת 1698 מנע את הטוב מהם, כי עצר את הממשלה מלהן להם את כתב-הזכות אשר בקשו, אחרי כי המצאת התעבות-הקיסור על ידי שטף מים קרים השוטפים על דופני הצילינדער סבחוץ הוא פרי מחשבת זאווערי .

§ 80.

המוכנה הגדולה הראשונה אשר בָּנו נעווקאמען וקאוולי .

נעווקאמען וקאוולי היו גם שניהם מבעלי אמונת הקוועקער, ולכן מלבד שהיו שונאי הריב מטבעם, הלא תהעב גם האמונה הזאת אנשי כזה ומדנים ותצוה בחזקת היד לכל מאמיניה לשבת מריב, ועל כן נתפשרו עם זאווערי לעשות אתו אגודה אחת ולבקש מאת הממשלה את הזכות על שמות שלשתם, וזכות כזה השיגו בשנת 1705, אמנם זאווערי מאהבתו את הכיצאהו הקורמת

עשה את פעולתו בעצלתים, ועל כן לא יצאה לאור כל מוכנה על פי השמטה החדשה שהמציאו האומנים נעווקאמען וקאאולי, וגם האומנים החרוצים לא יכלו להוציא לאור מוכנה גדולה בנויה על פי שיטתם, כי לא היה להם מוצא לכסף, ואומנותיהם חרושת-הברזל והנגז-הזוכית הורידו את כבודם בעיני אדוני הפירת החרים, ועל כן לא בטחו בהם ובהמצאותיהם. כה עברו שבע שנים ועוד כל נעשה כל חדש בבנין המוכנה-הקישורית.

אבל לכל זמן ועת לכל חפץ, בשנת 1712 התעורר אחד מאדוני הפירת החרים ושמו באַק מעיר וואלווערהאמפמען, ויבקש מאת נעווקאמען וקאאולי לבנות לו מוכנה-קישורית על פי שיטתם, למען שיוכל להריק על ידה את המים מתוך הפירת-פחמי-האבן (שטיינקאהלען-גרובען) אשר לו. גדולה היתה גייעת האומנים החרוצים האלה לבנות מוכנה גדולה כזאת, אולם בכל זאת בעזרת פועלים חרוצים צלחה להם לבנותה ולהציגה על מקומה ולעבוד בה.

§ 81.

נעווקאמען וקאאולי מצאו תחבולה לקרר את הקישור על ידי הבאת סילון של צונן לתוך הצילינדער-הקישורי (דאמפפֿצילינדער).

אחרי אשר עבדה המוכנה הראשונה אשר בנה נעווקאמען ימים אחדים, והחזתם (דער קאָלבען) התנגד בתוך הצילינדער בכבדות, עד כי כמעט אבדה כל תקוה אשר המוכנה תפעל הפעולה הנרצה ממנה, והנה פתאום התחיל החזתם להתנועע בנקל ובמהירות עד כי עבדה המוכנה עבודה גדולה אשר לא שערו כל מביני מדע בחכמת המעבאניק, וכאשר חקרו האומנים על סבת ההשתנות הנפלאה הזאת, מצאו: כי נקב אחד אשר נפתח (שלא בידיעתם ושלא ברצונם) בדופן החזתם, הוא אשר הטיב את פעולת המוכנה, והוא:

למען מצווע את מעבר הקישור בין החזתם ובין הצילינדער היו שופכים על מכסה-החזתם מים קרים עד שעמדו המים על המכסה בעומק האצבע, והנה המים שנולו טפות טפות דרך הנקב שבדופן המכסה ובאו לתוך הצילינדער פנימה, עזרו מאד לקרר את הקישור ולהפך חלק גדול ממנו למים, ועל ידי זה נולד בהוך הצילינדער מקום פנוי מהאוויר.

הרמיוזה הזאת אשר רמו המקרה להאומנים החכמים, היתה די להם להוסיף לקח, ומאו והאלאה לא שפכו עוד מים קרים על דופני הצילינדער מבחוץ, רק הביאו לרנעים סילון של מים-קרים בתוך הצילינדער פנימה, ואחרי התקון הזה היתה לאל ידם להעלות ולהוריד את החזתם בהצילינדער עשר פעמים במינוטע אחת.

§ 82.

תבנית מוכנת-הקישור של נעווקאמען .

הצורה 34 תורה לנו את המוכנה-הקישורית שהמציא נעווקאמען .

בהמוכנה הזאת יולד הקיטור בהקלחת a, ומשמה יבוא אל הצילינדר e כתחת להחום h, הצילינדר e הוא פתוח למעלה, ובהחתם h קבוע מצויל קצר המחובר בשלשלת אל קצה הימני של המיט המתנועע על צירו כמוט-המאזנים, והקצה השמאלי של מוט-המאזני מחובר (גם כן על ידי שלשלת) להמוט m הקבוע כרותם-המתנועע

צורה 54



המוכנה הקיטורית אשר בנה נעוקאסען

בשופרת של כלי-ההרקה (אין אינער פומפע) השקוע בבאר עמוקה ותכליתו הוא להריק את המים מהבאר ולשפכם על פני הארץ, בשני קצות המוט-המאזני i מחוברות שתי קשתות עגולות, למען אשר השלשלאות תשארנה תמיד בקו ישר גם בעלותן גם ברתתן.

בתושבת הצילינדר e נמצאו שלשה נקבים d, e, f, אשר יוכלו להגבר בשלש ברוזות, בתוך הנקב e קבוע הצינור המוביל את הקיטור (בהפתח הברוא k) מהקלחת a אל תוך הצילינדר e כתחת להחום h, והנה ככה דחיקת הקיטור ועל ידי כובד המשקל l יהרום החום h למעלה, ומוט כלי-ההרקה m יורד בתוך הבאר, וכאשר יגיע החום h למרום-מצבו (אין זיינעם האלסטען שטאנדרפונקט) אז יתמלא הצילינדר e בקיטור על כל נדותיו, ואז תפתח הברוא h הסותמת את הצינור אשר קצהו העליון קבוע בתוך סקה-המים g, וקצהו התחתון הוא קבוע בהנקב d שבתושבת הצילינדר, דרך הצינור ההוא יבוא סילון של צונן מתחת להחום h ויעבה (פערדיכטעט) את הקיטור הנמצא שמה, והמים אשר יבואו מהצינור הזה גם הים אשר יולדו מהתעבות הקיטור יוצאים דרך הנקב f וישפכו לחץ דרך הצינור o, בהתהפך הקיטור

למים יולד תחת התיים ה מקום ריק מהאוויר, ועל כן ידחק החותם מהאוויר
התיצון לרדת כמה בהצילינדרער.

§ 83.

הענרי פאָטמער.

בהצורה 54 המציירת לנו את המוכנה-הנעווקאמעינית נראה איש עומד
ומתויק בידו את הנצב (נרף) של הברזא II פעולת האיש הוח היא עבודה נכבדת למאד,
יען כי הוא מסדר את פעולת המוכנה למען תעבוד את עבודתה בסדרים נכונים, מרגע
לרגע היה פותח וסוגר האיש הזה חליפות פעם את הברזא II ופעם את הברזא K,
להביא חליפות בהצילינדרער C פעם כילון של קיטור ופעם סילון של מים קרים.

אמנם כאשר היתה עבודת האיש הזה נכבדה להישיר לכת המוכנה, כן
היתה העבודה הזאת מינעת בשר ורוח כל איש המתעסק בה, כי העבודה הזאת
דרשה מאת העובד לשום כל מעינו על תנועת המוכנה, ולפתוח ולסגור חליפות את
דלתי המוכנה מרגע לרגע, כי אם יעלה ויורד החותם רק עשר פעמים במינוטע אחת
או הלא נצרך להעבוד לפתוח ולסגור הברזות עשרים פעמים בכל מינוטע.

באחת מהמוכנות העובדות בקאָרענוואַליז עבד בשנת 1713 את העבודה
הקשה הזאת נער חכם לכב ושמו הענרי פאָטמער, הנער הזה היה מטבעו שמת
ושוב לב רוב תבונות, ועל כן כבדה עליו העבודה פי שנים מאשר כבדה על
יתר הנערים כגילו, ועל כן חשב הענרי פאָטמער מחשבות: אולי נמצאת איזה
תחבולה אשר העבודה-המינעת לפתיחת ולסגירת הברזות תיעשה מאליה מבלי פעולות
ידיו, כה העמיק הנער במחשבתו, התבונן יגע ומצא תחבולה מוכומה להעמים
את עבודתו על המוכנה בעצמה, למען תפתח היא ותסגור היא בעצמה את דלתי
הברזות, והוא:

הנער הענרי פאָטמער התבונן כי את הברזא K צורה 54 (המעברת סילון
של קיטור) הוא מוכרח לפתוח כאשר הורד הקצה הימני מהמים i אל מקום תכלית-
שפלותו (מיפסמען שטאנדפונקט), ואת הברזא II המעברת סילון של מים הוא מוכרח
לפתוח כאשר יעלה הקצה i למקום תכלית-רומו (האָכסמען שטאנדפונקט), ועל כן לקח
פאָטמער שני תבליים דקים ויקשרם בקציהם מזה בשני קצות מוט-המאזני i, ובקציהם
מזה קשרם בשני הנצבים (האנגרי־נרי־פֿע) אשר על ידם יפתחו ויסגרו הברזות II, K,
ואת הכל עשה פאָטמער במדה נערכה עד כי באמת צלחה לו מחשבתו לפרוק את
העבודה הקשה מעליו ולהעמיסה על המוכנה, והמוכנה עשתה הכל יפה בעתה,
פתחה וסגרה חליפות את הברזות לרגעים ובסדר ישר.

המצאת הנער הזה היא המצאה גדולה ורבת התועלת לאין חקר, כי רק
על ידה נשתלמה המוכנה-הקיטורית להיות למוכנה אשר בסדר עבודתה היא בלתי
תלויה בדעת העובדים, כי כל שגיאה קלה אשר שנה העובד (לפני המצאת פאָטמער)

היתה מפסידה את כמות העבודה וגם הויקה להמוכנה עצמה, אבל על פי המצאת הנער פאטמער הפליא המוכנה-הקימורית לעשות פעולות מסודרות מבלי כל שניאה. חכמי הרושת-המעשה הכירו מהר את תועלת המצאת הנער פאטמער, ועל כן השתמשו בהמצאתו חמש שנים מבלי לשנותה מאומה.

בשנת 1818 בנה המהנדס בייצמן מוכנה-נעווקאמענית, אז עלה על לבו להחליף את ההכלים אשר המציא פאטמער ולשום תמורהם ממילי-ברזל מתנועעים על צירים שונים.

בהמוכנה המתוקנה על פי המצאת פאטמער ותהכולת בייצמן עלה וירד הצילינדער חמש עשרה פעמים במינוטע אחת.



פרק ארבעה עשר

יאמעס (רועמס) וואט תקן את המוכנה הנעוקאמענית .

§ 84.

יאמעס וואט .

הגענו כעת בספורינו את קורות המוכנה-הקיסורית לספר פעולות איש מצוין אחד אשר הגדיל לעשות בתיקוני המוכנה-הקיסורית 'מכל אשר היו לפניו, שם האיש ההוא הוא יאמעס וואט, והוא אחד מחכמי-ההנדסה היותר גדולים שהיו בעולם .

וואט נולד ביום 19 יאנואר בשנת 1736 בהעיר גרענאק אשר במדינת שאַטלאַנד, אמו למדה אותו את הקריאה, ואביו למד אותו את הכתיבה ואת החשבון, גם נתן לו אביו כלי-מלאכה רבים, כגרה ומקבת וצבת ופצירה-פים, ובהם בנה וסתר הנער את כלי-השעשועים אשר השתעשע בהם בעודו נער .

בבית-הספר לא הלך וואט כי אם מעט מועד, כי היה ידוע חולי מנעוריו, אמנם רפיון גיתו וזאת היא שעמדה לו להתחוק את רוחו, אתרי כי לא הושם מועקה לכשרונותיו, מוריו לא הכריחוהו ללמוד דברים אשר אין לו חפץ בהם ולמודים אשר ימעט תועלתם להעולם-המעשה, ובהיות הנער חפשי מעול מורים, ועתותיו היו בידו לסדרם כרצונו, למד רק פה שלכו חפץ, ועל כן ראה פרי בעמלו, ויחכם מכל הנערים אשר בגילו .

עוד בעודו נער נראו בוואט כשרונות תרומיות, בראשי כשרונותיו היתה רוחו החוקרת תמיד לבאר לו תעלומות חזיונות-הטבע. את כל חזיון-טבעי יקר ונעלם הביא וואט במשפט, ויחקר ויתבונן למה? ומדוע? יתראה החזיון

הוה, איך? וכמה? תהיינה פעולותיו, מתי? ואנה? התחיל החיזון להתראות, ובאיזה זמן? ובאיזה מקום? יתם החיזון, ומה תהיינה תוצאותיו? גם כח המצייר היה חזק בו ויכול לשער ולתאר בנפשו הרכבת דברים שונים הפועלים לתכלית אחת, ומלבד שתי כשרונותיו אלו, היה לו כח-הזכרון נעלה מאד, ועל כולם נתנו אלהים בינה יתרה להבין ולהשכיל דבר מתוך דבר.

עוד בהיותו נער בן שש שנים, ידע וואָט לצייר ציורים מחכמת המרידה ולהעריך כמות מרתם על ידי ההיקף השכלי, ראשית מעינו שם הנער הזה בחכמת-הסבב, וביחוד חקר באהבה את סבבי הצמחים (באָטאניק), ואת טבע הדוממים (מינעראלאָגיע), גם קרא ושנה הרבה בספרי רפואה וגם חקר בידיעת העמיע. ויגדל הנער וואט ויהי לעלם בן תשע עשרה שנה חכם ונבון ומשכיל בלמודים, בשנה ההיא היא שנת 1755 בחר לו וואָט את חכמת המעבאניק לסגולתו, ויסע וואט ללאַנדאָן אל המהנדס מאָרגאָן ללמוד אצלו חכמת המעבאניק. שנים עשר יום התמחה אז וואָט בנסיעתו מביתו ללאַנדאָן, ענה מאד בדרך ההיא כחו, ורבת שבעה לה נפשו עמל ותלאה, ולא עלה אז על לבו לחשוב: כי בכח ההמצאה אשר ימציא יסעו בני הדור הבא את הדרך ההיא בזמן שתים עשרה שעות.

יד תרוצים היתה לו לוואָט לתקן בדיוק נמרץ כל כלי-המרידה שהשתמשו בהם חכמי המרידה והתוכנים וחובלי-האניות, רק שנה ארת למד וואָט אצל מאָרגאָן בלאַנדאָן וידע את חכמת המעבאניק-המעשי על בוריה, ואחרי כן עזב וואָט את העיר הזאת ויבא לנלאונאָוו בשנת 1756, ויחפוץ להבין לו שם בית-מלאכה לתקן כלי-מדידה שונים, אולם חבורת-האומנים (האנדווערקער-צונסט) התנגדו לו בכח הוכיות אשר להם משנות קדם, ולא נתנו להגדר הגר להאחו בתוכם, ובמצב הרע אשר היה. אז וואָט הושיעו לו הפראָפּעסאָרען אשר בנלאונאָוו, וישימוהו למהנדס האוניווערזיטאָט, וגם נתנו לו מקום באחת מלשכות האוניווערזיטאָט, וגם נתנו לו הרשיון לעבוד בערות החופש על חשבונו ולעשות גם הוא לביתו.

§ 85.

וואָט תקן את מוכנת נעווקאָמען.

בלשכת חכמת-המבב (פּיזיקאלישען קאבינעט) אשר להאוניווערזיטאָט עמדה תכנית מהמוכנה-הנעווקאָמענית, ועל ידה בארו המודים את פעולת הקיטור לתלמידי בית הספר, אמנם התכנית הזאת היתה משהתה עד כי לא צלחה עוד למלאכתה, ועל כן בקש אנדרשוואָן מורה-חכמת-המבב את וואָט לתקן את התכנית הזאת (וזאת היתה בראש שנת 1763).

את התכנית הזאת תקן וואָט בנקל, כי בהתבונן עליה מצא: כי הצילינדער הוא גדול בה בערך להקלחת, ועל כן כאשר הקטין מעט את הצילינדער או התחילה המוכנה הקטנה לפעול את פעולתה בסדר ישר.

מהיום שהוא והלאה נתרבו מספר התלמידים השומעים את הקריאה (פְּאָרְלֵעוֹנִג) אשר קרא הפראָפֶּסָאָר אנדער־זאָהן לְבָאָר את פעולת כה-הקישור בכלל ואת פעולת המוכנה-הנעווקאָמעניִת בִּיחוד .

בִּיחוד היה וואָס משתוקק תמיד לשמוע את הקריאה הזאת , ויתן אל לבו להבין על בוריו את כל החיוניות-הטבעיים אשר נתגלו לו על ידי בחינת הפראָפֶּסָאָר אנדער־זאָהן , ובכל עת מצוא אשר היתה לו שעה פנויה , בחן וואָס את המוכנה וירא ויתבונן כי נמצאו בה מעוותים רבים הצריכים תקון .

בראשונה התפלא וואָס על הכמות הנדול של קישור שהיה נצרך להוליד למען הגביה את החותם שבהמוכנה עד תכליה-רזומו , כי היה נצרך לזה קישור שיגדל בכמותו פעמים אחדות מאשר יוכל הצילינדער להכיל בקרבו בבת אחת, ולפי רבות כמות הקישור הלא כן ירבה גם כמות חומרי-התבערה הנשרפים להוליד את הקישור .

אמנם הפסד הקישור ואברן חומרי-התבערה בהמיכנה-הנעווקאָמעניִת היה מעוות אשר לא יוכל לתקון וחמיון שלא יוכל להמנות לולא התחכם וואָס גִּשְׁנוֹת תכלית שנוי את בנין המוכנה-הקישורית , והוא :

הקישור המחומם והמים הקרים באו חליפות בזו אחר זו בהצילינדער אשר להמוכנה-הנעווקאָמעניִת , ועל כן היה נאבד כמות גדול מהקישור על ידי אשר נצמטן הקישור והיה למים בסבת נגיעתו בהרפנות הקרות אשר להצילינדער , וכל עוד אשר לא התחמטו דופני הצילינדער שנית על ידי החום-החפשי (פְּרֵייעֶ וואָרמע) שנולד על ידי התעבות-הקישור והתהפכו למים (עיין סימן 36) לא יוכל הקישור הבא בהצילינדער לעבוד את עבודתו להגביה את החותם , ועל כן עלה קישור הרבה לחמם את הרפנות המקוררות של הצילינדער , והקישור הזה לא עבד אז כל עבודה להגביה את החותם .

§ 86.

כלי-מעבה-הקישור (קאָנדענזאטאָר) .

ימים רבים חקר וואָס להבין ולהשכיל את חקי פעולות הקישור , לראשונה סרד בדיוק את הוספת כמות המים בהתפשטם מדי עברם ממצב-הנוזלי למצב-האווירי , וימצא כי קישור מחום מאה מעלות יגדל בכמותו 1700 פעמים מכמות מים-הקרים שמהם נולד הקישור , ואחרי כן שם את לבו לחקור אחרי כמות הפחמים שנצרך להשרף למען הקישור (פֶּרֶדראַמפֶּען) כמות ידוע ממים כליל לקישור , ואז ידע לנכון את כמות המים הקרים הנצרכים להשפך אל תוך הצילינדער למען אשר יתעבה הקישור והיה למים , ואחרי שנודע לו כל אלה , ואחרי אשר נתגלה לו גם חיוניות-החום-החפשי והחום-הקשור (שכארנו בפרק חמישי מספרנו זה), ידע וואָס נאמנה כי מוכנת-נעווקאָמען לא תוכל להוליד מתחת לחותם מקום הפנוי-לגמרי מהקישור , אבל ביכולתה הוא רק להמעיט אה מדרגת-המעבה (דיכטיגקייט) של הקישור .

הן כבר ראינו כי הכאת סילון של צונן בתוך הצילינדער של המוכנה-הנעווקאָמעניִת היא תחבולה בלתי נבונה, אחרי כי נפעל בזאת על חלק אחד מהצילינדער שתי פעולות הסותרות אשה את רעותה ונפסיד בזה כמות גדול מהקישור , ועל כן

המציא וואָט תתבולה מתוכמה אחרת, והוא: לצנן את הקיטור בכלי סתום מיוחד לזה ולחבר על ידי צינור (שיוכל להפתח ולהסתם על ידי ברזא) את הכלי אל הצילינדר, ואת הכלי הזה קרא וואָט בשם כלי-המעבה (קאָנדענזאמאָר, פֿערדיכטער).

אם נסתום את הברזא של הצינור המחבר את כלי-המעבה עם הצילינדר, נפתח ברזא אחרת שעל ידה יוכל הקיטור לבא מהקלת אל כלי-המעבה, או יגרש הקיטור את האוויר המלא את כלי-המעבה דרך פתח מיוחד לזה, ואם נסתום אחרי כן הברזא מהפתח ההוא, או יקלא כלי-המעבה בקיטור על כל גדותיו, ואם נסתום אז גם את הברזא המובילה את הקיטור מהקלת לתוך כלי-המעבה, ונביא סילון של צונן לתוך כלי-המעבה או יתעבה רוב הקיטור שבו והיה למים, והחלק הנשאר מהקיטור יורד מחומו מעלות רבות אחורנית ויורק מאד, ועל כן אם אחרי אשר עלה החומו למעלה בהצילינדר נפתח אז צינור אחד המחבר את הצילינדר עם כלי-המעבה, או יתפרץ הקיטור שבהצילינדר לבוא לתוך חלל כלי-המעבה, והמקום בהצילינדר שמתחת להחותם יתרוקן מהקיטור, ואז יורד החותם למטה על ידי דחיקת האוויר-החיצון עליו. נמשך מזה כי על ידי כלי-המעבה שהמציא וואָט ישוב הקיטור ויתהפך למים בכלי מיוחד מבלי אשר יצטנן הצילינדר.

§ 87.

כלי קדיק-האוויר (לדַט פּומפּע).

דעת לנכון נקל כי על ידי הבאת המים פעמים אחדות בכלי-המעבה, או יתמלא הכלי הזה מחד במים ובאוויר-הנשימה שהיה נסגר בחלקי המים עוד בהיותם נוזלים, (האוויר האצור בהמים יוצא מהם לחפשי בתהפכם לאדים או כאשר יובאו המים במקום שלחיצת האוויר שמה הוא קטנה מהלחיצה אשר ילחץ-האוויר על שטח פני הארץ), ועל כן בקש וואָט תתבולה להריק כפעם בפעם את המים ואת האוויר הנאספים בכלי-המעבה, ולזה תקן כלי-הדריק מיוחד אשר קרא אותו בשם כלי-קדיק-האוויר, והמוט של המריק הזה (רי פּומפּענשטאנגע) עולה ויורד בכח המוכנה עצמה, כי הבר וואָט את המוט הזה במטילים אל מוט-המאָנזי (באלאנציר) אשר להמוכנה, ובעליית וירידת מוט-המאָנזי יעלה ויורד גם מוט-כלי-ההריקה.

את ההמצאות האלו המציא וואָט בשנת 1765, ובעזרתן צלחה לו להמציא את כמות חומרי-התבערה (הנצוד להסיק המוננה) עד שנשרף מהם רק החלק הרביעי מבפי שנשרף למען הוליד את הקיטור במרם שהמציא וואָט את המצאותיו.



פרק חמשה עשר

מוכנת-וואַט.

§ 88.

מוכנת וואַט הפועלת רק בדרתה.

אם נחבר להמוכנה הנעווקאמענית את כלי-המעבה (קאָנדענזאטאָר) ואת כלי-טריק-האוויר כפי אשר תקן אותם וואַט, אז תתגדל תועלת המוכנה עד מאד, ואולם למוכנה כזאת לא נאות עוד לקרוא בשם מוכנה-קיסורית, כי באמת לא יפעל פה הקיסור כל מלאכה, רק כל פעולותיו הוא להוליד בהצילינדער מקום ריק מהאוויר, והפועל האמיתי בהמוכנה הזאת הוא האויר אשר יוריד את התותם למטה אחרי שהורק הקיסור מתחתיו, אולם וואַט הפץ לעבוד גם בהקיסור עצמו, ועל כן התחכם להוביל את הקיסור בהצילינדער פעם מתחת להתותם ופעם למעלה ממנו, ועל ידי זה החליף את הצילינדער-הפתוח-למעלה שהיה במוכנת נעווקאמען וישם תחתיו צילינדער-סתום, ובוה הרויח ריוח גדול למאד בכמות התום, יען כי בהצילינדער הסתום לא נתקדד הקיסור במהרה כאשר נתקדד בהצילינדער הפתוח.

המוכנה הזאת נקראת מוכנת וואַט הפשוטה בפעולתה (דיא איינפאך ווירקענדע וואַט'סע מאשינע), נקראת כן להבדילה מהמוכנה אשר המציא וואַט באתרוונה הפועלת בכח הקיסור גם בעלות התותם וגם בדרתו, והנקראת בגלל פעולתה-הכפולה הזאת בשם מוכנת-וואַט-הכפולה בפעולתה (דאָפּפּעלט-ווירקענדע-וואַט'סע-דאָמפּלמאשינע).

§ 89.

התחברות וואַט עם הדאָקטאָר ראָבאָק, ואחרי כן עם מאטהיאום בולטאָן.

שלש שנים עברו למן היום אשר המציא וואַט את המצאותיו בשרם אשר צלחה לו לבנות מוכנה גדולה על פי שטתו, ואך אחרי אשר נתחבר אליו

הראקטאר ראבאק ויתן לו כסף או בנה את המכונה הגדולה הראשונה, אולם לא עברו כי אם שנים מעטות וראבאק ירד מנכסיו ואבד את כל הגו על כן נשאר וואָט מבלי עזרה.

ימים רבים חי וואָט או חיי צער, עד אשר בשנת 1773 התחבר אליו התכמ והעשיר בולטאן או רוח לו, כי לבולטאן העשיר היה בתי-מלאכה רבים בהעיר זאהא הקרובה לברמאנגהאם, והממשלה נתנה לוואָט ולבולטאן כתב-זכות (פאָטענט) על מצד שבע עשרה שנים.

בעת והיא אשר התחבר בולטאן אליו פנה וואָט את לבבו מכל עסקיו, וישם את כל מעינו להקן את מוכנת-הקיטור באופן שתהיה מוכשרת לא לבד להריק מים מהבאר אבל גם לעשות כל מלאכה גדולה וקטנה, כאשר תפליא המוכנה לעשות כיום הזה, גם המציא וואָט הרכים להשתמש בקיטור בעל דחיקה-גבוהה (צוא ארבייטען מיט האַבררוקק) ועל ידי זה צלחה לו לעבוד בהמוכנה-הקיטורית פעולה כפולה, ר"ל גם בעלות החותם וגם בירידתו.

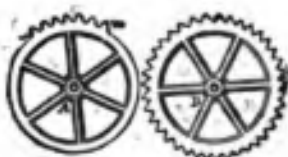
אמנם לא בנקל צלחה לוואָט להפיץ את המצאתו, כי שנאת החדשות מושלת בכל, וגם בכל דבר אשר תועלתו גלויה לעינים לא יבחרו ההמון בשרם יעברו מועד מועדים, אבל חכמת בולטאן (ויותר מחכמתו ^{על}) גם עשרו הרב הן המה וזעילו לנצח את השנאה לחדשות, כי בולטאן נזר אומר לבלי למכור בראשונה כל מכונה גם בעד כל מחיר, אבל השכיר את המוכנות לכל איש אשר רצה לעבוד בהן, באופן הזה בנה וואָט בבת אחת מוכנות אחדות, ובשרם שנמכרה המוכנה הראשונה כבר היו נשכרות מוכנות במחיר שלש מאות אלף סלעים.

§ 90.

המשכורת אשר לקח וואָט מאת כל איש השוכר את המופנות אשר המציא.

מאת כל שוכר מוכנה-קיטורית לא דרש וואָט כי אם את מחיר חלק השלישי שהפחמים שהיו נשרפים יותר אלו נעבדה עבודה כזאת במוכנת-נעווקאמען, אבל השכר הזה העשיר את וואָט ואת שותפו בולטאן, כי

צורה 55 צורה 56



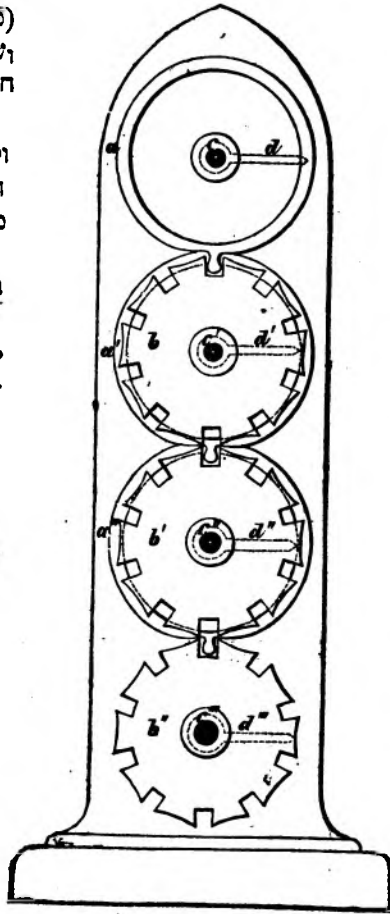
דרכת אומני מוכנת המנין

עלה להם הרווח הקצוב (שליש הפחמים) יותר מרמשת אלפים סלעים לשנה בעד מוכנה אחת, וכאשר הרווחו המה 3000 סלעים אז הלא הרווח השוכר את המוכנה עשרת אלפים, ולמען אשר יודע לוואָט אל נכון את כמות הפחמים אשר הרווח השוכר בעבדו בהמוכנה הבנויה על פי שפתו, נסה וואָט לראשונה את המוכנה-

הנעווקאמענית אשר עבדה כבר אצל השוכר, וקצב בדיוק את משקל הפחמים שעלו להעלות ולהוריד אלף פעמים את החותם בהצילינדר ער במוכנת נעווקאמען, ומצא

יך משל עשרים ליטרות , ואחרי כן קצב בדיוק את משקל הפחמים שנישרפו במשך הזמן שהגביהו והורידו בהמוכנה שלו את התחתם אלף פעמים ומצא רק חמש ליטרות, נמצא כי השוכר ירויה בהשתמשו במוכנת וואט 15 ליטרות פחמים לכל אלף תנועות-החתום (פיר יעדע טויזענד קאלבענ-בעווענגען) , ועל כן היה וואט נוטל שכר עבודתו מחיר חמש ליטרות פחמים לכל אלף תנועות .

צורה 57



מוכנת המצין (צאָהלער-ווערק)

אמנם במה נודע לוואט כמה עליות וירידות עשתה המוכנה שלו בבית מלאכת השוכר ? גם לזה מצא החכם וואט תחבולה מחוכמה שהודיעה לו בדיוק בכל עת שרצה: כמה עליות וירידות עלה וירד התחתם בהמוכנה שלו , והוא :

וואט תקן בכל אחת מהמוכנות שהשכיר לאחרים מוכנת-המצין (איין צאָהלער ווערק) אשר נבאר את פעולתה פה בקיצור אבל די באר לכל נבון דבר , והוא :

אם נרכיב האופן צורה 55 אשר שלשים וחמש שנים הסובבות לכל מקיפו נמצאות בו עם האופן צורה 56 אשר רק שבע שנים נמצאות בו החתכות רק בקשת שארכה הוא $\frac{1}{5}$ מקיפו של האופן , אז דעת לנבון נקל : כי בכל תקופה ותקופה שיקיף האופן צורה 56 יאחו בשבע שנים בין שבע שנים אשר להאופן צורה 55 , ולכן בהשלים האופן צורה 56 תקיפה שלמה לא ישלים האופן צורה 55 כי אם $\frac{1}{5}$ מתקופתו, ולכן בעוד שישלים האופן צורה 56 חמש תקופות לא ישלים האופן צורה 55 כי אם תקיפה אחת , והנה דעת לנבון נקל : כי אם נתבר שני אופנים אשר בהאחד מהם נמצאות עשר שנים , ולהשני לא נמצא כי אם שן אהה , אז הלא יקיף האופן בעל שן הארת עשר פעמים בטרם שיקיף האופן בעל עשר שנים רק פעם אחת .

אם נרכיב ששה אופנים צורה 57 אשר לשלשה מהם b, b, b נמצא עשר שנים לכל אחד , ולשלשה מהם a, a, a לא נמצא לכל אחד כי אם שן אהה , ועל סדני האופנים e, e, e, e, e, e קבועים הכורים (צייגער) d, d, d, d, d, d , והנה בהשלים

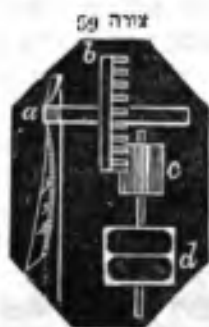
האופן a תקופה שלמה אחת, או יעתיק את האופן b האחזי-בו רק כמרחק שן אחת שהוא $\frac{1}{10}$ מהקיפו, לכן בהשלים a עשר תקופות ישלים b תקיפה אחת, והאופן b ישלים עשר תקופות במרם יששלים האופן, b תקיפה אחת, נמצא כי בהשלים, b תקופה אחת כבר השלים a מאה תקופות, ובהשלים, b עשר תקופות ישלים, b תקופה אחת, לכן במרם ישלים האופן, b תקופה אחת השלים האופן b עשר תקופות והאופן b מאה תקופות והאופן a אלף תקופות, והמרים (דיא ציינער) יורו על לוח הציונים (צייפערבלאט) את מספר התקופות, והוא: המורה d יורה על האחריות; d, העשיריות; d, המאה; d, האלפים.

מוכנת-המנין (צאהלער ווערקע) כזאת תקן וואט לכל אתה ממוכנות הקיטור שהשיכור לאחרים לבלאבה.

§ 91.

הולדת תנועה-מעגלית (ראמירענרע בעווענונג) בבוח הקיטור.

במוכנה הנפעלת מכה המים-השוטפים או מכה הרוח-הנושבת, נוכל להוליד תנועה-מעגלית, יען כי המים יפעלו כבלי-אמצעי על האופנים בעלי-התמים (שויפעל ראדער) ויסבבו אותם על קוטרם (אָקסע) כמו שהורנו הצורה 58, וכן גם הרוח בנושבת על מפרשי-כנפי-הרוח צורה 59 יקיף את הכנפים גם כן מבלי-אמצעי בתנועה-מעגלית



הרוח מניע את כנפי הרחיים במעגלה



המים מניעים את האופן במעגלה

מסביב לקוטרם a שהוא גם כן הקוטר של האופן b, אבל כבר מאד היה להוליד תנועה-מעגלית בכח הקיטור, כי אם נפעל מבלי-אמצעי בכח הקיטור על דחתי-האופנים, או הדיה פעולתו מצער, כי כבר ראינו בסימן 38 כי כל כח הקיטור הוא כח-ספוגיותו (אויט זיינע עלאסטיציטאט), ואת הכח-הספוגי הזה ישיג הקיטור אך בהיותו כגור ככלי סתום וכאשר יגדל חומו, אבל מיד כצאת הקיטור לאויר העולם הלא יתפשט כרגע ויאבד על ידי זה את מטרנת חומו ויתקרר, ועל ידי התקררותו יתעבה ויתהפך והיה למים ויאבד את כל כח ספוגיותו, ובגלל הדבר הזה לא צלחה לכל הכמי הרושת-המעשה אשר היו לפני החכם וואט להוליד מוכנה בכח הקיטור אשר תוכל לסבב מבלי-אמצעי נלגלים ואופנים בתנועה-מעגלית, ולאטת דברינו אלה הלא

נצרך לנו להזכיר רק את פעולת הגולם צוה 29 אשר יצר במחשבתו החכם בראנקאם האיטאליקי בשנת 1529 עיין סימן 54 .

ועל כן לא יגע לריק החכם המהגדס הנעלה וואס להליד תנועה-מעגלית בכח הקיטור מבלי-אמצעי , אבל חשוב מחשבות למצוא תחבולה להפוך על ידי אמצעים רבים את התנועה-הישרה אשר להקיטור (המתנועע בכלים סגורים וסתומים) בתנועה-מעגלית וסביבית (ראָטמירענדע), ולהמטרה הוואת הגיע וואָס באמצעות הרכבה-מחוכמת שהרכיב את בד-החותמת (קאָלבענשטאנגע) וחבר אותו עם כמילים אודים בחטוקים (דורך געלענקע), ואו צלחה לו לתחליף את תנועת בד-החותמת שהיא תנועה-ישרה בתנועה-מעגלית אשר בכחה להקיף אופנים וגלגלים על סדניהם, ואם צלחה על ידי תחבולות וואס לתחליף רק פעם אחת התנועה-ישרה בתנועה-מעגלית, אז הלא אין מספר ואין חקר עוד להמון האמצעים אשר נוכל למצוא בעזרת חכמת המעבאניק להוליד הנועות מתנועות שונות בנסיות דרכן ומשונות במדירותן .

§ 92.

אצילות-התנועה-בהמוכנות מחלק לחלק .

הציורים אשר יבואו פה בשלשה הלוחות מן צד 104 עד צד 106 הצננו לדוגמא להראות אך מעט מהרבה מהאמצעים אשר כוננו להאציל את התנועה בהמוכנות מחלק לחלק במוכנה אחת, או להעתיק את התנועה מהמוכנה האחת ולהאציל אותה למיכנה אחרת, והן המה :

א. אופני-הקרות (ווינקעל-ראָדער, אדער קאָניסע ראָדער) צויות 60 61 62 63 פעולתם ותועלתם בארנו לנכון בספרנו המנוחה והתנועה בהסימנים 372, 376, 377 .

ב. אופנים-מניעים (געטריבע) צויות 64 65 66 מבווארים בספרנו המנוחה והתנועה בהסימנים 372, 373, 377 .

ג. אופנים-חלקים (גלאַסע ראָדער), המתחככים זה בזה מבלי אמצעי צויה 67 מבוואר בספרנו המנוחה והתנועה סימן 379 .

ד. אופנים-מרובעים ואופנים בעלי קצוות צויות צויות 68 69 בארנו בספרנו המנוחה והתנועה בסימן 381, ובסימן 426 .

ה. אופן-המפסיק והמחדש תנועת המוכנה לרגעים צויה 56 הכנה מעולה כאד במקום שתעבוד המוכנה פעולה בלתי-מתמדת רק נפסקת ומתחדשת לרגעים, מבוואר בספרנו המנוחה והתנועה סימן 385, ובספרנו זה סימן 90 .
ו. לוחות-הסולמות (שטופענשייבען) צויה 70 הכנה מעולה למאד לשנות את מהירות תנועת הלקי המוכנה, למר ולאתר אותה ככל חשף לבבנו, מבוואר בספרנו המנוחה והתנועה בסימן 382 .

ז. אופנים-המתנועעים בתוך אופנים אחרים צויה 71, תכליתם הוא להגיע שני האופנים (הפנימי והחיצון הנאחזים איש בשיני אחיו) לנטיה אחת (נאך איינער ריכטונג), מבוואר בספרנו המנוחה והתנועה בסימן 375 .

ח. אופן-המתנגל בתוך האופן-הקבוע (היפאציקלאאידענראד) צורה 72, תועלתו רבה מאד במסכת-הקישור המדפסת-במהרה (ראמפף-שנעלל-פרעססע), מכואר בספרנו המנוחה והתנועה במסמך 386.

מ. הרכבת האופן בעל שניים עם המוט-החרוץ בעל השניים (איני-איינאנדער-גרייפען געצאגהנטער ראָדער אין געצאגהנטע שטאנגען), ותועלתה להוליד על ידי התנועה-המעגלית אשר להאופנים תנועת-רצוא-ושוב בהמשלים, והן הנה ההרכבות המצויחות בהצורות 73, 74, 75 המבוארות בספרנו המנוחה והתנועה בהסימנים 393, 394, 395.

י. אחיזת מוט בעל השניים במקיפי השרויבע צורות 76, 77, 78 המבוארות בספרנו המנוחה והתנועה בהסימן 390.

יא. אחיזות מקיפי השרויבע בשני האופן, ושני האופן בשני המוט-החרוץ צורה 79, מכואר בספרנו המנוחה והתנועה בהסימנים 391, 392.

יב. אופני-הרצועות (ריממענ-ראָדער). כל ההרכבות-המעכאניות (כלער לחות הסלמות) אשר בארנו עד הנה היו תוצאותן להאציל את התנועה בין שני חלקי המוכנה הנוגעים זה בזה מבלי-אמצעי, אבל על ידי אופני-הרצועות ואופני-השרשרות נוכל להעתיק ולהאציל את התנועה מאופן אחד על אופן שני הרחוק כארו כרחק גדול או קטן, הצורה 80 תורה לנו את הרכבות שני אופנים על ידי רצועה מבלי-קץ (ענדעלאזער-ריממען) אשר שני האופנים המורכבים יתנועעו לרוח אחת, והצורה 81 תורנו את הרכבות שני אופנים ברצועה אחת אשר כל אחד מהאופנים יתנועע לנטיה המנגדת לנטיה האופן המחובר עמו, ההרכבות האלו מבוארות בספרנו המנוחה והתנועה סימן 371.

יג. אופני-השרשרות (קעטמענראָדער). במקום שנצרך להאציל את התנועה מאופן האחד אל השני (5אן איין ראָד צום אנדערען) במרחקים גדולים, ובמקום שנצרך לנו לעבוד בהסכנה עבודות קשות לא נוכל להשתמש ברצועות של עור, אבל נחבר את האופנים בשרשרות של ברזל, ובלישות שני האופנים תאחזה בתוליות-השרשרות, כמו שתורנו הצורה 82. המרחק שבין חוליא לחוליא בהשרשרות ישוה להמרחק שבין שתי שניים בהיקף האופן, השרשרות תיעשינה בתמונת שונות לפי תבנית ופעולת האופנים המתחברים על ידן, הצורות 83 עד 90 תורנו שמינה תמונת שונות מהשרשרות שתכליתן הוא לחבר האופנים זה לזה.

יד. הכנות להחליף את התנועות מנטיה האחת לנטיה המנגדת לה, ולחבר או להפריד שתי מוכנות, או להחליף התנועה ממוכנה האחת למוכנה השניה, צורות 91, 92, 93, המבוארות בספרנו המנוחה והתנועה בהסימנים 402, 403, 404.

מז. סדן-הכפוף (קרוימאפפען), תועלתו להחליף הנועה ישירה למעגלית ותנועה מעגלית לישרה צורות 94, 95, מכואר בספרנו המנוחה והתנועה סימן 389.



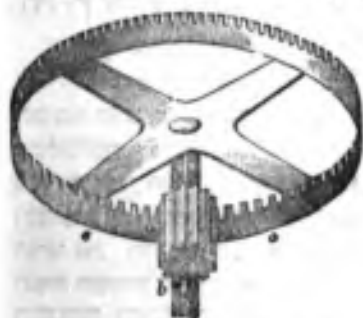
צורה 62



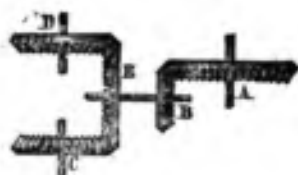
אופני הקרנות, צורה 61



צורה 60, אופני הקרנות
(חינקעל ראדער)



צורה 64, אופנים בניעים (געשריבע)



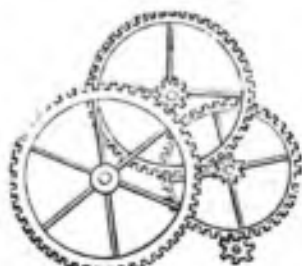
צורה 63, אופני הקרנות



צורה 67, אופנים חלקים



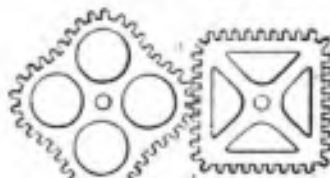
צורה 66, אופנים בניעים



צורה 65, אופנים בניעים



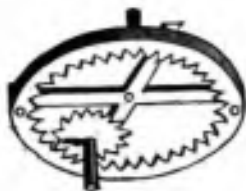
צורה 69, אופנים בעלי קצוות



צורה 68, אופנים מריכעיס



צורה 72, אופן המתגלגל בתוך האופן הקבוע (היפואציקלאן אירטנראד)



צורה 71, אופן כחוד האופן



צורה 70, לוחות-הבולמות (שמופענשייבען)



צורה 73, אחיות האופן בשני המוט-התרוץ הכסוף



צורה 76, אחיות שיני המוט-התרוץ בכספות ססימי השרויבע



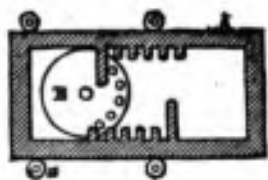
צורה 74, אחיות שיני האופן בשיני המוט-התרוץ



צורה 79, אחתה מקיפי השרויבע כשיני האופן ושיני האופן בשיני המוט-התרוץ



צורה 78, אחיות שיני המוט בכספת מקיפי השרויבע



צורה 75, אחיות שיני האופן בשיני המוט-התרוץ



צורה 77, אחיות שיני המוט בכספת מקיפי השרויבע



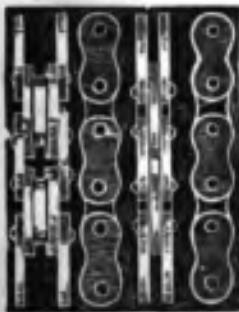
צורה 82, אוטני השרירות
(קמטטני-ראנדער)



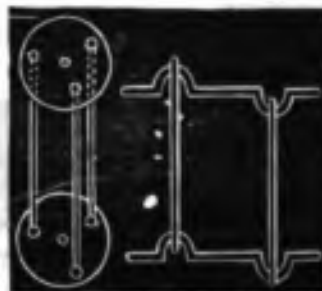
צורות 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90
שרירות האופנים (רארק טמטען)



צורה 90,
אופני הרצועות
(ריסטני-ראנדער)



צורות 87, 88, 89, 90
שרירות האופנים (רארק טמטען)



צורות 94, 95
מקוואלמסק (קרוס-צאמטען)



צורה 81, אוטני
היצנר



צורה 91, אוטני כחליפי
הטעק



צורה 93, אוטני כחליפי התנועה



צורה 92, אוטני כחליפי התנועה

§ 93.

ברוא בעלת-ארבע-דרכים (פיער-יוועני-האהן) .

לבען שתעבוד המכונה הקיטורית גם בעליית החותם כאשר תעבור בדהו , המציא וואס הכנה אשר על ידה היה באפשרי לחבר חליפות פעם עם הקלחת ופעם עם כלי-המעכה (קאנדענזאטאר) את החלל בהצילינדער שממעל להתחתם , באופן אשר בצאת הקיטור מהחלל התחתון של הצילינדער יובא לתוך כלי-המעכה או יבא קיטור חדש מהקלחת לתוך החלל העליון של הצילינדער .

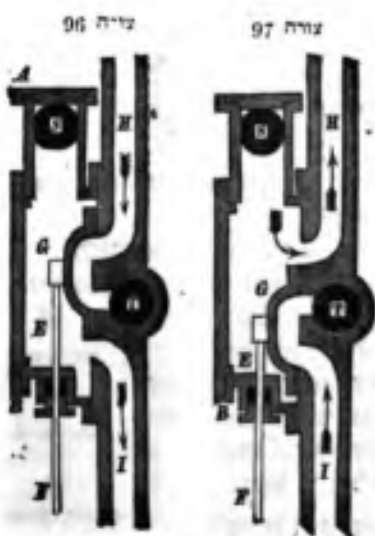
האמצעי אשר בו השתמש וואס להביא את הקיטור בהצילינדער פעם ממעל להתחתם ופעם מתחת להתחתם , היא ההכנה הנקובה בפי הכמי-חרושת-המעשה בשם ברוא בעלת-ארבע-דרכים (פיער-יוועני-האהן) . את הברוא הזאת המציא החכם פאפין והשתמש בה במיכנת-האבק-מורה שכארטו בפיימן 54 , אבל וואס השכיל לחבר אותה אל המיכנת-הקיטורית .

הברוא בעלת-ארבע-דרכים היא מעוקבת מרופן אל רופן שתי פעמים , ולכ אפשר לקבוע אותה באופן כזה אשר מארבעה צינורות, שהברוא הזאת תוכל לפתוח ולסתום את פתוחיהם, נוכל להבר חליפות שני צינורות עם צינור אחד מהשנים הנותרים.

§ 94.

בריח-המועתק (שיבערווענטילל) .

כאשר כי הברוא בעלת-ארבע-דרכים היתה עלולה מאד להתקלקל , על



בריח-המועתק (שיבערווענטילל)

כן החליפו אותה בהכנה הנקובה בשם בריח-מועתק (פיערשיבבארעווענטיללע) .

שני מצבים שונים מהבריה- המועתק מצוירים בהצורות 96 , והוא : הצורה 96 תורה לו את מצב הבריה- המועתק G בעת אשר יבא הקיטור מתחת להתחתם , והצורה 97 תורה לו את מצב הבריה-המועתק G כאשר יבא הקיטור בהצילינדער ממעל להתחתם , והוא : A H יתאר לנו שפופרת מלאה קיטור העומדת סמוך להצילינדער , E F הוא מוט המתנועע בתנועת עולה ויורד בהשפופרת A B , המוט ההוא יקבל את תנועתו על ידי לוח-יתא-המרכז (עקסצענטריק) (שיתבאר לנו מעשהו בהסיסן הבא) , הקיטור החדש יוצא דרך הצינור S מהקלחת שהוא נולד בו ויבא אל השפופרת A B , והקיטור שכבר עבר פעולתו יוצא מהשפופרת דרך הצינור T , והיה כאשר יורד החותם בתוך הצילינדער לתכלית-שפלותו , או יפתחו צינורות .

הקיסור I גם H, דרך הצינור I יבא קיסור חדש מתחת להחותם וירים אותו, ועל ידי הצינור H יורד הקיסור שממעל להחותם שכבר השלים את עבודתו ויגום התוצה דרך הצינור T, אבל בהמצב אשר תורנו הצורה 97 תהיינה כל התכונות הפוכות, כי פה יוכל הקיסור (שהשלים עבודתו) שמתחת להחותם של הצילינדר לבא דרך הצינור I ולגום דרך הצינור T, אבל הקיסור החדש הבא ממעל להחותם דרך הצינור H ידחיק את החותם למטה.

צורה 98



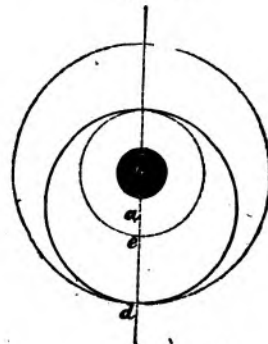
לוח-יוצא-מרכז (עקסצענטריק)

§ 95.

לוח-יוצא-מרכז (עקסצענטריק).

למען אשר יועתקו הבריחים-המועתקים בסדר נכון, המציא ויבא את הלוח-יוצא-מרכז, והוא לוח עגול הסובב על סדן התקוע בו, אבל הסדן קבוע בהלוח למעלה ממרכז הלוח, כמו שתורנו הצורה 98. אם נציג רגל אתה מהמחוגה על ציר הלוח C צורה 99 ונרחיב את רגל השנית מהמחוגה עד נקודת-המקף היותר קרובה להנקודה C ונדגב ברגל השניה מהמחוגה (היא הרגל הנוגעת במקף) עיגול מסביב להנקודה C, אז יצא לנו עיגול קטן a בתוך העיגול הגדול d, ועל ידי זה יתחלק העיגול הגדול לשני חלקים, והמה: א. עיגול-הקטן a אשר הסדן C הוא מרכזו. ב. מבעת-עגולה e שהמנתה הוא כתמנת תרמש-הירח (מאנדויכלפארמיני), (רגל כמו שתראה הירח בתרובע הראשון והאחרון בכל חודש).

צורה 99



באור תנועת הלוח-יוצא-מרכז

והנה אם נחבר מוט אל איזה נקודה במקף הלוח-יוצא-מרכז הסובב על צירו, או תהיה תנועת המוט ההוא תנועת-עולה-ויורד, אחרי שפעם יתקרב המוט אל הסדן C ופעם יתרחק ממנו, ומדת ההתרחקות וההתקרבות הוא כמדת הקו e d שהוא כמלאו הרוחב היותר גדול אשר להמבעת המקפת את העיגול a, נשער לנו כי הלוח-יוצא-מרכז צורה 100 אשר מרכזו הוא b יתנועע מסביב לצירו a, או דעת לנבון נקל: כי בכל פעם שיקף הלוח תקופה שלמה ירים וישפיל חליפות את שני הדפים הנוגעים בו ועל ידו יולד בהדפים חליפות תנועת עולה ויורד.

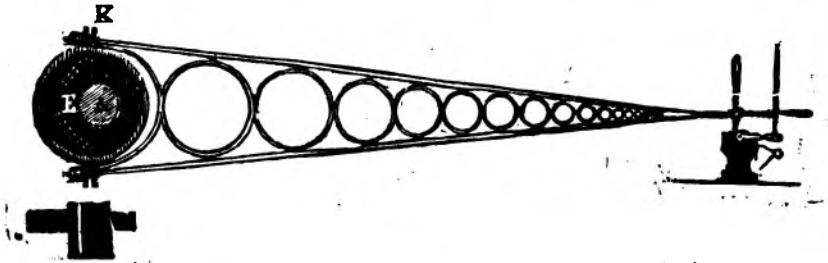
צורה 100



תנועת הגומים תנועים בלוח-יוצא-מרכז

הצורה 101 תורה לנו את הלוח-יוצא-מרכז ואת מוטי-המשיכה (צוג שטאננע) המחובר עמו למען הניע את הבריח-המועתק, ולפי אשר בארנו פה יבין כל איש מדעתו כי בתנועת הלוח-יוצא-מרכז E הקבוע על הסדן A יתנועע מוטי-המשיכה אנה והנה, ואם נחבר למוטי-המשיכה את בריח-

המועתק או ימגיר ויפתח הבריח-המועתק את פתחי הקיטור בכל תקופה ותקופה.
 צורה 101



לוח-יוצא מרכז עם מוט-המשיכה (עקסצנטריק נעבשם צוג-שטאנגע)

§ 96.

כח-התנופה (שוואונגקראפט).

להבין את פעולת המכונה-הקיטורית אל נכון, נצרך לנו עוד להקדים ולבאר פעולת חלקים אחרים ממנה, אולם החלקים האלה לא יוכלו להתבאר אם לא נקדים לבאר מעט את כח-התנופה או כח-המבריח-מהמרכז (שוואונג-אדער-צענטריפונאל-קראפט), והוא:

אם נסבב איזה גוף בתנועה-מעגלית, או יולד כוסף חזק בכל חלקיו לנוס ממרכז מעגל התנועה והלאה, הכוסף הזה יתרבה כל עוד שיגדל משקל-הגוף המתנועע וכל עוד שתגדל עקמימות מסלול תנועתו. אם נקשור אבן בתוס ונסבב את האבן במעגלה כמו שתורנו הצורה 102, או תמתח האבן את החוט ותכריחהו להיות מתוח גם

צורה 103



כח-התנופה

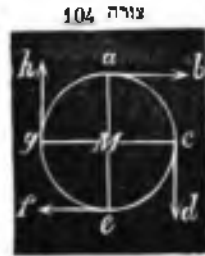
צורה 102



כח-התנופה

כשתהיה האבן למעלה והחוט למטה, כח-ההמתחה הזאת די לנתק לפעמים גם את החוט, והאבן הנתקת מהחוט לא תרד גם אז בקו ישר למטה אך תעוף הלאה בנשיית החץ, וכן נוכל לסבב במעגלה צלוחית מלאה מים מבלי אשר ישפכו צורה 103. סבת הכוסף הזה שייכספו הגופים המתנועעים במעגלה לנוס ממרכז מסלולם נמצא אחרי העיון, והוא:

הנסיגן יורנו כי כל גוף המתנועע מנסבת איזה כח יכסוף לברוח מהכח ההוא ולהתנועע בהנמיה-המתארכת (פֶּרְלֶאָנְגְּעֵרְטֶע-רִיכְטֻמֻּנְג) של קו נשיית הכח הפועל עליו להניעו, ולכן גם בהגוף המתנועע במעגלה יכספו כל אחד מהלקיו לברוח בקו ישר הגנוע ככל אחת מנקודות כסלוליהם-העגולים, ולכן תכסוף גם כל נקודה-יחמירית אשר במקף האופן צייה 104 המתנועע על סדנו M לנוס בקו ישר, והוא : אם האופן יסוב על סדנו M מן השמאל אל הימין, או תכסוף הנקודה a לברוח בקו ישר a b, והנקודה c בקו ישר c d, והנקודה e בקו ישר e f, והנקודה g בקו ישר g h, אך הכח המקשר את חלקי החומר להיות לנוף אחד לא יתן להנקודות-החמיריות לעזוב את מקומן ולהתפרד מהגוף המתנועע, והנה : אלו היה כח-התנופה חזק מכה-ההתקשרות (פֶּאָהֶאָזִיגֶן) כי עתה היו כל חלקי האופן מתפוצצים ברנע החלחלת תנועתם-המעגלית והיו מתפורים לכל רוח להלאה ממקף האופן, אמנם אם כי קצרה יד כח-התנופה לנצח את הכח-המקשר ולפזר את חלקי החומר, בכל זאת לא ינוצח גם כח-התנופה מכה-המקשר, ופעולת כח-התנופה תגלה לנו על ידי הכוסף אשר יכספו חלקי החומר להתרחק ממרכז התנועה-המעגלית.



ציור 104 באור מכת דבריה מן המרכז

את דרגי פעולת כח התנופה לכל משפמיו והוקוחיו בארנו ברחבה בספרנו המנותח ודתנועה מן סימן 254 עד סימן 269 עיין שם .

§ 97.

פעולת האופן-המעופף בהמוכנה-הקימורית (שוואונרצר) .

כאשר יבוא הכריח-המועהק G למרום מצבו, כמו בצורה 96 או בשפל-מצבו כמו בצורה 97, או ינוח כהרף עין, אבל בכל אורך דרכו בין שני המצבים הגבוליים האלה, יתנועע במהירות וסבלי הפסק, כי אלו יתמהנה כהרף עין בחצי דרכו או יכתום בבת אחת את שני הצינורות H גם I המשפיעים את הקימור בהצילינדר, ואת הצינור T אשר הקימור (שהשלים את נכדתו) יוצא דרכו אל מחוץ להצילינדר, ואז היה החותם נח ברנע וכל תנועת המוכנה היתה נפסקת. לתכלית הזאת (ר"ל למנוע הפסק תנועת המוכנה) חבר וואט את האופן-המעופף ציור 105, אל הסדן-הראשי (היופמ-אקסע) מהמוכנה-הקימורית, למען אשר במרתצת האופן בתזקת כח-התנופה האצור בו אשר יכריחוהו להקף תקופות רבות גם אחרי שכבר שבת הכח-

ציור 105



איפן-המעופף (שוואונרצר)

המניע מעבודתו, (יזן כי חלקי החומר אשר במקומו יכספו להתרחק מסריגן התנועה) ובכח התמדת התנועה-המעגלית יפעל האופן-המעופף גם אחרי אשר יקטרו הצינורות, וימחר להעביר את הבריה בדרכו למען שלא תפסק תנועת המוכנה. סבת כוסף חלקי מקיף האופן-המעופף להתמיד בתנועתם, נחבאר בהסימן העבר, ואת חוקי פעולתו של האופן הזה ואת כמות כחו בארנו ברחבה בספרנו המנוחה והתנועה מן סימן 397 עד סימן 400 עיין שם.

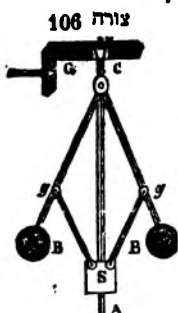
§ 98.

קִישָׁר-הַכְדוּרִי (קִישָׁר-רַעְנוֹלֵאמָאָר) וּמִסְגֵּר-הַמְחַנֵּק (דְּרֵאָסְסֵל-קְלֵאֲפֵפֵע).

בין ההכנות שהמציא וואץ להתמיד התנועה ולהישיר תהלוכת הקיטור בהמיכנה, נכבדת למאד ההכנה הנקובה בשם קִישָׁר-הַכְדוּרִי צורה 106, והוא: פְּעָמִים רבות יודמן כי על ידי ההסקה הבלתי-מסודרת תתגבר ותחלש לרגעים הולדת הקיטור, וכן בהמיכנות אשר ברגע אחד צריכות לעבוד עבודה-קשה ובשניה רק עבודה-קלה כמו במיכנת ריקיעי-הפחים (וואלצ-ווערקע), או תתגבר ותחלש התנועה חליפות בהמיכנה, והפעולות תהיינה בלתי מסודרות.

למנוע את השתנות המהירות בהתנועה שבהמיכנה-הקיטורית המציא וואץ את הקִישָׁר-הַכְדוּרִי אשר בעזרתו קִישָׁרְת המיכנה בעצמה את מהלכה, כי תרחיב את מפתח פי צינור השפעת-הקיטור כאשר תתמהמה במהלכה, ותעצור את מפתח צינור ההשפעה כאשר תמחר המוכנה את תנועתה, והוא: אם נקח קנה-זקוף ונקשור בקצהו העליון שני הימים אשר בכל אחד מהם תלוי כדור קטן, או ינחו הכדורים על יד הקנה כל זמן שינוח הקנה שהחוסים קשורים בו, אבל אם נגלגל את הקנה-הזקוף אנה והנה בין אצבעותינו במהירות גדולה, או יולד הכוסף בכל אחד מהכדורים לכרוח ממרכו התנועה, ועל כן יתרחקו הכדורים מהקנה וינזכרו יותר למעלה כל עוד שתגדל מהירות תנועת הקנה.

הצורה 106 תורנו הכנה כזאת, והוא: האופן G יקבל את תנועתו



מישר הכדור (קונצל רעגולאמאר)

את תנועתה על ידי האופן G להאופן C ולקוטרו A, או יולד במשך התנועה כח-התנופה

מהסגן אשר האופן-המעופף של המוכנה קבוע עליו, ועל ידי שְׁנֵי האוחזים בְּשְׁנֵי האופן C יאציל האופן G את תנועתו להקוטרו-הזקוף אשר האופן C קבוע עליו, בקצה הקוטרו-הזקוף מחוברים למעלה על ידי המוקים (געלענקע) שני מסילים g g הנושאים על קציהם התחתונים שני כדורים, באמצע המסילים g g מחוברים עוד שני מסילים B B המתאחדים שניהם בקציהם התחתונים להתרחק (הילוע) S, והנה כאשר תנוח המוכנה או ינוח גם האופן G וגם האופן C, והמסילים g g יקשנו מהכדורים הכבדים וירדו למטה וינחו על יד הקיטור A, יזו ידובקו גם המסילים B B אל הקוטרו A, והנרתק S יורד גם הוא למטה לעומת A, אולם כאשר התנועה המוכנה ותאציל את תנועתה על ידי האופן G להאופן C ולקוטרו A, או יולד במשך התנועה כח-התנופה

בהמדורים , וכיחיהם להתרחק ממרכז התנועה , ועל ידי זה ירימו הכדורים את המטילים B B , והנרתק S המחובר להם ינשא גם הוא בנובה למעלה סן A . אל הנרתק הזה יחוברו מטילים המורכבים זה לזה בחמוקים (דורך שערינרע פֶּערבונדענע שאנגען) , ולכן בהנשא (על ידי התגברות תנועת הסובבה) הנרתק למעלה יכסה הנרתק באחד מרפנות המטיל התחתון חלק גדול של פתח צינור-השפעת-הקיסור , וברדת הנרתק S למטה (כאשר תחלש תנועת הסובבה) אז יורד גם הדופן-המכסה למטה מפתח הצינור והקיסור יוצא או דרך פתח רחבה באין מעצור .

ההכנה הזאת המגדלת והמקטנת את פי צינור-השפעת-הקיסור, תקרא בשם מסנר-המתניק (דראססעל-קלאפפע) , כאשר כי היא תחניק את הצואר של הצינור המשפיע את הקיסור אם ירבה להשפיע להמוכנה קיסור יותר קרי .

§ 99.

הדגהגה-הישרה (די געראדע-פיהרונג) שהמציא החכם וואמ .

במוכנת געווקאמען ראינו כי למען אשר יעלה ויורד החותם שבהצילינדער בקו ישר, נתחבר אל המוט הקבוע בו שלשלאות אשר עלו ויורדו על קשתות-עגולות המחוברות

צורה 107



מוכנת געווקאמען

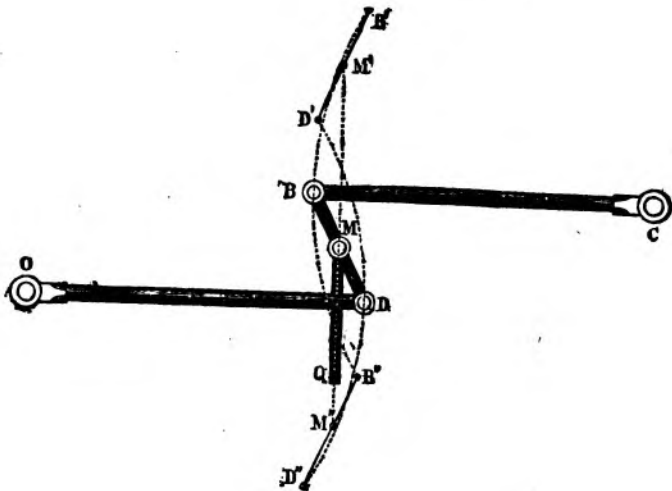
לשני קצות מוט-המאזני(באלאנציר) מזה אחת ומזה אחת, וכאשר כי שמה עלה החותם למעלה לא בכח הקיסור אבל רק על ידי הכרעת המשקל I צורה 107 לכן היה אפשר

בה להעלות את החותם באמצעות שלשלת הקשורה בו, אבל במוכנת וואָט אשר גם עליית החותם תהיה בכח הקישור, על כן לא השפיקה השלשלת הנכפפת בנקל להאציל את תנועת החותם על מוט-המאזני (באלאנציר), אבל ממיל של ברזל מקשה בלתי נכפף היה נצרך לזה, ובאשר כי מחצית הממיל המקשה הזה נצרך להתנועע בצילינדר הסתום הימב למען אשר לא יצא ממנו הקישור, על כן בלתי אפשרי להרדיב את הפתח במכסה הצילינדר במקום שהממיל מתנועע בו למען שיהיה באפשרי להממיל להתמוטט במפתח מכסה הצילינדר אנה והנה, כי אז הלא היה הקישור מתפרץ לצאת מהצילינדר בעד פתח המכסה אשר לא יסתם כל צרכו כממיל החותם.

שאלה עמוקה היא בחכמת המעכאניק למצוא את הדרך הנכונה: איך להניע את מוט החותם בקו ישר? אולם החכם המהולל וואָט מצא גם תתבולה להתיר את השאלה העמוקה הזאת באופן נעלה ומחוכם עד מאד, והוא:

וואָט מצא אחרי ההתבוננות כי אם יתקשרו שלשה ממילים באופן ידוע על ידי המוקים (שענינרע) זה לזה, או נוכל לחבר ממיל רביעי בחמוק אל אמצעיתו של הממיל התיכון, ובכל תנועה אשר יתנועעו או שלשה הממילים הנתורים יכריחו את הממיל הרביעי להתנועע תמיד בקו ישר, והוא הנקוב בשם **טרובע-מקביל**.

צורה 108



טרובע-מקביל (פארא לעלאגראם) של החכם וואט

בצורה 108 נתאר לנו כי C B הם O D המה שני ממילים אשר האחד יוכל בקצהו הימני לסבב על הציר C, והשני יוכל לסבב בקצהו השמאלי על הציר O, ובמשך תנועתם של הממילים תעבורנה הנקודות-הקיצונות אשר להממילים האלה את הקשתות המנקרות בהצורה 108, ואם נחבר בחמוקים (הרוך שענינרע) את הקצה B של הכמיל הימני עם הקצה D אשר להממיל השמאלי וההתקשרות הזאת תהיה על ידי

המטיל M, או לא יפריע המטיל התיכון M את עליית וירידת שני הקצוות B D אשר לשני המטילים הנקשרים עמו, באשר כי על ידי כשרונו להתנועע לכל צד תינצב המטיל M תמיד בתכונה נאותה אשר לא תפריע את תנועת המטילים המקושרים עמו, אם יתנשא קצה המטיל הימני B עד הנקודה B' או יתרומם המטיל השמאלי עד D', והמטיל התיכון M יבוא או בהתכונה המצויה בהקו השחור B' D', ואם ישפל קצה המטיל הימני עד הנקודה B'', או ישפל קצה המטיל השמאלי עד D'', והמטיל התיכון M יבא או בהתכונה שיוורנו הקו השחור B' D', ואם נתבונן איזה דרך עבר המטיל התיכון במשך התנועה הזאת, או נמצא כי נקדת-אמצעיתו M הלכה בקו ישר M' M'' M''' כאשר כי בכל התנועות שיתנועע המטיל התיכון הוא טובב תמיד על מרכזו M, ולכן אם נחבר אל הנקודה התיכונה M שבהמטיל התיכון את מוט-החותם Q או יתגב המוט הזה בדרך הישר.

וואם נתאר לנו תמורת המטיל B C את מתצית מוט-המאזני שלן המוכנה,

ותמורת המטיל O D נושא (איין

צורה 109

העבעל) (עיין בספרנו המנוחה והתנועה פיסן 117) אשר צירי של הנושא הזה הוא קבוע באחד מעמודי המוכנה, או נבין היסב את פעולת ההנהגה הישרה על המוכנה אשר המציא וואם.

כל אשר בארנו עד כה ישיפיק לנו לבאר את ההנהגה הישרה רק בדרך העיין, אבל בפועל ישנו חכמי-הרושט:



ברובע-סקביל במוט-המאזני של המוכנה הקיסרית

המעשה מעט או הרבה את סדור הרכבות המטילים לפי אשר יאות להם לפעולתם, אבל כל הרכבותיהם מיוסדות תמיד על פגולת התנועה הישרה אשר להמטיל התיכון שבארנו. אלו היה נצרך לנו להנהיג בקו ישר רק את מוט-החותם לכד, או היתה משפחת לזה הרכבה של שלשה מטילים המורכבים בהתכונה שבארנו בצורה 108 (*), אולם על הרוב יחברו חכמי הרושט-המעשה אל ההרכבה הזאת גם את המוט של כלי הרכת-האחד (לופט-פומפנען שטאונגע) שבארנו פעולתו בספן 87, ואז תהיה התקשרות המטילים יותר מורכבה, ותכניתה תהיה על הרוב בתמונת הצורה 109, והוא:

(* הצורה אחרי החכם וואס עמלו וינעו חכמים רבים וביחוד הפראפעטאר משע בנישאון

למעט את הנהגה הישרה כאופן שתהיה יותר מדויקת מהנהגה שהמציא וואם, אבל ככל אשר היו לפניו הנהיג לעשות כזה ידויו ואהובי הרב הסתגרם והעלה דאקמאר ליפמאן ליפסקן, כי כצא דרך נכונה לעשות את ההנהגה הישרה מדויקת בתכליה הדיקו מה שלא נמצא לפניו. המצאתו זאת נדפסה 1871 בהבולטיען של האקאדעמיע להמדעים אשר להקיסר יר"ה בספ' פעסטערבורג בתלק XVI סן צד 57 עד 60. ההרכבה שהמציא נקראת על שמו הנהגה-ישרה של דראקמאר ליפסקן, ובכל כתי הגנרלים אשר חמט המעבאניק נלמדת שמה נדרש מהחלמידיים שידעו את דוקי ההרכבה-המעבאנית הזאת, כי כבר נתפשטת הידיעה הזאת בכל העולם.

ההנהגה-הישרה (דיא נעראדע פירונג) היא מורכבת מן הלק של המוט המאזני A O אשר אליו יחברו שני המטלים AB גם C D ושני הבדים המקשרים אותם, והמה D B גם DE הנקובים בשם בדי-ההנהגה (לייט שטאנגען) או מומות-החמוקים (לענק שטאנגען), והמה סובבים על צירים-קבועים (פֶּעשטע צאפֶּען), האות B יורה לנו על ראש של מוט-החותם אשר בהצילינדער הקיטורי, והאות E יורה לנו על ראש המוט אשר לכלי-הרקה-האזיר.

§ 100.

תבנית מוכנה-הקיטורית הבנויה על פי שמת וואט.

אחרי שבארנו את פעולת כל החלקים הנכבדים אשר במוכנת וואט, יהיה

צורה 110



מוכנה קיטורית בנויה על פי שמת וואט

הבקל מעתה להקרא להבין את הרכבות המוכנה השלמה המצוירת בצורה 110, והוא : מהקלחת (הכלתי סגורה גם) יבא הקיטור דרך הצינור B אל הצילינדער-המניע

(מרייבצילינדער) A, בשם **מניע** נקרא הצילינדער יען כי על ידי תנועת החתם F בו מעלה ומטה תאצל התנועה אל כל חלקי המוכנה . בצואר הצינור B סמוך למפתח פיו להריק את הקיטור בתוך הצילינדער יסגר חלל הצינור בהמסגר C, והוא מסגר-החונקי (דראַססעלקלאפפע) שבארנו בסימן 98, המסגר-החונקי הוא מחובר על ידי המסילים a a עם הנרתק b המחובר אל המישר-הכדורי D, (שבארנו פעולתו גם כן בסימן 98), באופן אשר אם תמדה המוכנה את תנועתה יותר מדי או יכספו הכדורים D לברוח מקוטרים d, ובהתרחקם ממנו יתרומו הכדורים למעלה וירימו אתם יחד גם את הנרתק b, הנרתק ימשוך אתו את המסילים a a והמה יגביהו את המסגר-החונקי C למעלה ויחנקו על ידי זה את צואר הצינור B, ואם תלך המוכנה בעצלתים או יפלו הכדורים D למטה, והנרתק b ישפל, ואז ירדו אתו יחד גם המסילים a a, והמסגר C ישפל גם הוא ויפתח את הצינור-סילון-הקיטור יעבור או מהצינור B אל הצילינדער A בכמות גדול ויגביר את תנועת החתם . הקוטר g אשר המישר-הכדורי הוא קבוע עליו יקבל את תנועתו על ידי רצועה המחברת את האופן הסניע e (הקבוע על הקנה התחתון של הקוטר הרוף d) עם הסדן אשר להאופן המעופף V.

בצאת הקיטור מהמסגר-החונקי C, יבא לראשונה אל חדר-הקיטור (דאספֿאקאמער) E הנקוב גם בשם **תיבת-הבריה** (שיבער-קאסטען), נקרא כן באשר כי בו נמצא הבריה-המועתק אשר יוכל להעתק מעלה ומטה על ידי המט G, ועל ידי ההעתקה הזאת יבוא הקיטור בהצילינדער A פעם למעלה מטהותם F ופעם למטה ממנו, כאשר נודע לנו כבר בסימן 94.

הצילינדער A הוא סתים מכל עבריו, ומט-החתם R יעבור בו בפתח צר אשר במכסה הצילינדער מלכעלה, באופן אשר האויר החיצון לא יוכל לבא בתוך הצילינדער לרהוק על החתם F, ועל כן כאשר יבא הקיטור בהצילינדער ממעל להחתם F, אז יוכל הקיטור שכבר השלים את עבודתו כמתת להחתם לנוס חפשי דרך הפתח אשר יפתח לו הבריה-המועתק ולבוא דרך הצינור K המקלה מים קרים אל כלי-המעכה (קאָנדרענזאמאָר) I. הלקי האויר הבאים מהצינור K עם המים הנולדים (מתהפכות הקיטור למים) בכלי-המעכה I, יורקן משמה על ידי כלי-מריק-האויר i ואשר המט שלו L הוא מתובר למט-המאזני על ידי הציר W.

תנועת המט G של הבריה-המועתק תאצל לו על ידי המט של לוח-היוצא-מרכזו H המקבל את תנועתו מלוח-היוצא-מרכזו H.

וכאשר יבא החתם לתכלית שפלותו בהצילינדער F, אז יפתח דרך להקיטור אשר השלים עבודתו מלמעלה להחתם, ומתחת להחתם יבא קיטור חדש להרים את החתם שנית, והקיטור שהיה מעל החתם יתעבה בכלי-המעכה I והיה למים .
עוד כלי הרקה שני M נמצא בהמוכנה אשר על ידה יורקו המים שכבר ג תחממו על ידי התעבות הקיטור בהם, אולם המים החמים האלה לא ישפכו תוצאה, אבל יבואו דרך שני צינורות להכלי אשר ממנו תשיג הקלחת את מימיה, ועל כן נקרא כלי-ההרקה M בשם **כלי-מריק-המשפיע** (שפייע פומפע), יען כי ממנו תתפרנס הקלחת במים המים-כלי-ההרקה-האוירי j יפעל שתי פעולות כאחת. א) הוא יריק את האויר מאת כלי-המעכה. ב) הוא מוצץ את המים-הקרים משפופרת-המציצה (ויינראָר) N להביאם

בתוך כלי-המעכה לעבת (צו פֿערדימטין) על ידם את הקיסור בת מידות ולהפכו למים. מוט כלי-ההרקה M מחובר להורוע השמאלית של מוט-המאזני (בלאנציר), המוט R היותא מהחותם F מחובר עם קצה הימני של מוט-המאזני על ידי הציר S, ולכן כאשר יעלה ויורד החותם F, יעלה ויורד גם מוט-המאזני S, וברדת קצה המוט-המאזני הימני S למטה יעלה הקצה השמאלי שלו O למעלה, ולהיפך. המוט P יתבר את הקצה השמאלי O של המוט-המאזני עם הסדן-הכפוף (קורבעל) Q המחובר לקצה הסדן אשר האופן-המעופף V קבוע עליו, ואם ינתן אורך קצוב להמוט P אשר בעלייתו ובירירתו יסבב הסדן-הכפוף Q תקופה שלמה, אז הלא יקיף האופן-המעופף V תקופה אחת בכל עת אשר יעלה ויורד החותם F פעם אחת, ובאשר כי מהירות עליית וירידת החותם F היא תלויה במהירות העתקת מוט-הבריה G, ומהירות מוט-הבריה G היא תלויה במהירות תנועת הלוח-יוצא-מרכזו H, אשר מהירותו גם היא תלויה במהירות תקופת-האופן-המעופף V, לכן הכרית המהירות מהחלק האחד שבהמוכנה את המהירות מהחלק השני שבה, וכל התנועות תהיינה בהמוכנה הזאת במהירות אחת ובזמן אחד.

§ 101.

קורות שנות חיי וואַט האחרונים.

האיש המצוין וואַט הוא אחד מהשרידים היחידים אשר קצרו בחייהם את פרי עמל תבונתם, ואשר השלימו לעת זקנותם את אשר החלו לעשות בימי ילדותם, לא נפל דבר ארצה מכל אשר אָוּתה נפשו של וואַט לעשות ויעש, וכל מחשבתו אשר השב להיטיב את המוכנה-הקיסורית עלתה בידו, כי לכל אשר הפיץ כי תעשה המוכנה, עשתה. המוכנה-הקיסורית חרלה להיות אך הכנה פשוטה העובדת עבודות עבד נקלה לשאוב מים כנבע, אבל היא עלתה בראש כל המוכנות ותצלח לכל מלאכות כבירות, עד כי כל פעולות הגבורים כאין נגדה, ותצלח לכל מלאכת חרש וחושב ותפליא לעשות מכל האומנים שבעולם.

וואַט גדל ותתעשר גם נחל כבוד ושם עולם, אמנם בכל מקום אשר תשים ההצלחה קן לה שמה הגדל ותפרח גם הקנאה, מקנאים רבים עמדו עליו ויחפצו לגזול מידו את זכות-המצאתו על ידי תחבולות רבות, שמנה שנים הוכרה וואַט לשבת בלאַנדאָן ולדפוק על דלתו בתו-המשפט להוציא כנגדה צדקן ולאור משפטו, עד כי ראו ונוכחו כל שופטיו מתקוממו ומקנאו כי הצדק אתו.

ובאשר תמו בשנת 1800 חמש ועשרים השנים שנות-ימי-זכות-המצאתו או התפטרו גם וואַט גם בולטאָן מעבודתם, וימסרו את בתו-מלאכתם בידי בניהם, ובית וואַט נהיה לבית-ועד לכל ההכמים, ואנשי המדע ואנשי השם כארצות רהקות באו לראות את האיש המורם מעם ולשמיע את חכמתו.

כחות נפשו הנשונה לא עזבו את וואַט עד זקנה ועד שיבה עד יום מותו, כאשר הגיעו ימי שנות וואַט למעלה משבעים, חשב וואַט כי רפתה רוח ביתו, אולם מעוררו היה וואַט איש אשר לא האמין בהשערות בכל מקום אשר

היה לאל ידו לשאול את פי הנסיון ולדעת האם נאמנה השערתו אם לא ? , ולמען דעת אל נכון : אם נתמעטו כשרונות נפשו או לא ? נסה וואַט בהיותו בן שבעים וחמש שנים ללמוד את שפת אנגלא-זאכסיס אשר היתה לו נכריה עד העת ההיא , אמנם מה שמח לראות כי שנה בהשערתי , כי על נקלה למד את השפה הזאת על בוריה וירא לדעת כי חזקה עוד רוח בינתו במקדם .

בשנת 1814 קראה האקארעסיע-להמרעים בפאריו לוואט להיות אחד מחבריה. אהוב מבני משפחתו וכבודר מבני עמו חי וואט באררית ימיו חיי שלום ושלה שמח וטוב לב , בקיץ שנת 1819 נראו בו אותות אשר על ידם נודע לכל כי קרב קצו , וגם וואַט בנפשו ידע כי קרוב יום מותו , בדברי חסד ורחמים נחם לפני מותו את כל בני משפחתו המתאבלים עליו , וממקור לבבו המהור הודה לאל אשר האציל עליו מחכמתו להצליח את כל יושבי תבל בכלל ולעמם ביהוד בעבודתו הגדולה אשר עבר כל ימי היו , ובחמשה ועשרים ימים לתודש אנוסט שנת 1819 נוע וואַט וואַט אל עמיו . בן שמונים ושלוש שנים היה וואַט במות גיורתו , אולם רוחו הכבירה חיה תחיה לנצח ולא תשכח כל עוד ימי השמים על הארץ , כי אך מעטים המה בני אל-מות כוואַט אשר פעולת חייהם תתפשט בכל ארצות תבל מקצה הארץ עד קצהו , ומעשיו יהיו לא לבד נזכרים אבל גם נעשים לדור דורים מעולם ועד עולם .

§ 102.

מצבת הכבוד אשר הוקמה לשם וואַט לזכר עולם .

מצבות רבות הוקמו לשם ולזכר האיש הגדול אשר גם בלעדן לא ימישו זכרו ולא ישכח שמו לעולמי עד , ולכן לא נפרט אותם פה , אבל רק מצבה אחת נזכיר אשר העמידו לו ברהיכל-הכבוד לאנשי-השם (רוהמעס-האללע) אשר בבית הוועסטמינסטער-אבטיי , שמה הוקם בהסכם המלך וכל גדולי ארץ בריטאניא הבנית דמות וואַט , ועל ספר מצבתו חקוק כדברים האלה :

«לא למען הקים שם איש אשר (גם מבלעדי המצבה) לעד ינון שמו כל הימים אשר תפרחנה האומנות והמדעים פרי השלום , אך למען הראות : כי האנשים למדו לדעת לכבד את היותר ראוי לקבל תודתם , הקימו המלך ושרי המלוכה ואצילי אזורחי הארץ את המצבה הזאת ליאמעס וואט , להאיש אשר את כחות נפשו (שהסכין מנעוריו לנסות בהם כל דבר בחכמה) הקדיש להשלים את מעשה המוכנה-הקיסורית , ובזאת הגדיל מעייני הישועה לאנשי ארצו , והרבה את כח-האדם והרים את נפשו על מצב רם ונשא בין החכמים המפוארים ובין המטיבים לכל משפחות בני האדם .

«יאמעס וואַט נולד בנרענאק שנת 1736 ונפטר בהאמפילד אשר

«בשטאפֶעזירא בשנת 1819» .

פ ר ק ש ש ה ע ש ר

קורות ימי אליווער עוואַנס וקורות ותבנית המוכנה
הפועלת בקיסור בעל לחיצה-חזקה .

§ 103.

מוכנה העובדת בלחיצה-חזקה .

אם כי שהעלה וואַט את המוכנה-הקיסורית למדרגה גבוהה בשלמותה, בכל זאת הגיח עוד מקום להתגדר בו לחכמי תרושת-המעשה הבאים אחריו, והוא: וואַט השתמש תמיד בקיסור שמדרגת לחיצתו הוא רק כרביעית או כמחצה יותר מכמת הלחיצה של אויר-הנשימה, ועל כן נקראות מוכנות וואַט בשם מוכנות-בעלות-לחיצות-קמנות (גידיער דרוקק-מאשינען) וגם הפך וואַט את הקיסור למים בכלי-המעבה, אמנם חכמי תרושת-המעשה הבאים אחריו בנו מוכנות אשר לחיצת הקיסור העובד בהם תגדל פעמים אחדות מלחיצת אויר-הנשימה וגם לא השתמשו בכלי-המעבה בהמוכנות אשר בָּנָן . את המוכנות העובדות בקיסור שלחיצתו גדולה מלחיצת האויר-הנשימה, תלקו חכמי המעבאניק לשתי מחלקות, והנה :

א. מוכנות-בעלות-לחיצות-בינוניות (מיטמעל-דרוקק-מאשינען), נקראות המוכנות כאשר תהיה לחיצת הקיסור העובד בהנה גדולה מן $1 \frac{1}{2}$ וקמנה מן $2 \frac{1}{2}$ פעמים מלחיצות אויר הנשימה .

ב. מוכנות-בעלות-לחיצות-חזקות, נקראות המוכנות כאשר תהיה לחיצת הקיסור העובד בהנה גדולה יותר מן $2 \frac{1}{2}$ פעמים מלחיצת אויר הנשימה . ברוב המוכנות העובדות בקיסור אשר לחיצה חזקה לו, התקינו חכמי תרושת-המעשה להוציא לחוץ את הקיסור שכבר השלים את פעולתו בהמוכנה מבלי לקרר אותו ומבלי להפכהו למים, הן אמת כי הפסידו על ידי זה מכת הקיסור כמת לחיצה הגדולה

כלחיצה אחת של האויר-הנשימה , באשר כי בצאת הקיטור לחוץ עוד במרם שנתהפך למים , או יתנגד לו האויר החיצון בלחיצתו והקיטור ימהר לצאת מהמוכנה רק בכח תוספת הלחיצה אשר לו יתר על לחיצת אויר-הנשימה, כי הקיטור שלחיצתו היא שוה ללחיצת אויר-הנשימה לא יוכל לצאת מתוך הכלי ולבוא לאויר-הנשימה, אבל ההפסד ההוא שהפסידו בכח הקיטור יתמלא בשכר שגרויח בהמוכנות החדשות, כי נוכל להסיר מהנה את הכנת מעבה-הקיטור (קאנדענזאמאך) והנה לפעולת ולתנועת כלי-ההרקה המכוננים להריק האויר והמים אשר בכלי-המעבה היה נצרך כח גדול השוה כמעט לכח לחיצת הקיטור היוצא מהמוכנה, אמנם מכלעדי זאת לא נמצא כל הבדל-עצמי (וועזענשליצער אונטערשייד) בין המוכנות בעלות לחיצות קטנות שהמציא וואַט ובין המוכנות בעלות לחיצות בינוניות או לחיצות חזקות, כי גם במוכנת וואַט נוכל להגדיל את לחיצת-הקיטור עד שיגדל פעמים אחדות מלחיצת אויר-הנשימה, ובכל זאת תהיה עוד ההכנה שבה יתעבה הקיטור לתועלת, ועל כן אם להשתמש בהמוכנה שהמציא וואַט או בהמוכנה שהמציא החכמים הבאים אחריו ? אין הדבר תלוי בבנין המוכנה עצמה אלא במקרים חיצוניים אשר על פיהם נדע אם טוב לנו להשתמש בההכנה המעבה את הקיטור , או אם טוב לנו להוציא את הקיטור מהמוכנה חפשי באויר .

§ 104.

ערך התועלת אשר לשני מיני המוכנות הקיטוריות: א) העובדת בלחיצה קטנה . ב) העובדת בלחיצה-חזקה .

להמוכנות בעלות לחיצות החזקות אשר תהמר בהנה ההכנה המעבה את הקיטור, נמצא יתרון מן המוכנות העובדות בקיטור שלחיצתו קטנה, יען כי בעלות לחיצות החזקות נִקְה פשוטות יותר בתבניתן וגם תוכלנה להיות קטנות במדתן וחזקות בכחן מהמוכנות העובדות בקיטור שלחיצתו קטנה, ונוכל לנוע את החותם בהן במהירות גדולה למאד. ביחוד תגדל תועלת המוכנות האלו במקום אשר לא נוכל להפך את הקיטור למים כמו במוכנות עגלה-הקיטור, אולם ביחוס הוצאת חומרי-התבערה נופלות הנה המוכנות בעלות לחיצות-החזקות ממוכנות וואַט , כי במדה אחת פחמים נוכל במוכנת וואַט לעבוד עבודה יותר גדולה מאשר נעבוד במדת פחמים ההיא במוכנה בעלת לחיצה-חזקה , באשר כי המוכנות בעלות לחיצות חזקות דורשות למלאכתן קיטור בכמות יוחר גדול מאשר תדרושנה מוכנות וואַט .

אמנם החסרון הזה מהפסד חומרי-התבערה יוכל להמנות אם נוכל להשתמש לתועלת בהקיטור היוצא מהמוכנה כמו להחם בו מים או להסיק בו חרדי בתי המלאכה או ליבש בהם חומרים לחים וכדומה , אמנם יש גם תחבולה לכלי הוציא את הקיטור לחפשי עד אשר השלים לעבוד את כל עבודתו ככל שיוכל הקיטור הזה לפעול לפי ערך חומו , ואת התחבולה הזאת נבאר בהסימנים הבאים .

§ 105.

• לעאופאלד (Leupold)

הממציא הראשון את מוכנת הקיטור בעלת לחיצה-חוקה היה דעניז פאפין כאשר בארנו בסימן 77. את תבנית המוכנה שהמציא ואת המונחה תורנו הצורה 53 (צד 87) אולם בארצות נערמאניא לא ידעו להשתמש או במוכנת פאפין, באשר כי חרושת-המעשה (די מעלניק) היה שם עוד בשפל המדרגה, ובארץ ענגלאנד נאכרה בנין מוכנות-קישוריות חדשות מסעם הזכות אשר היה לוחץ עד שנת 1800 על המצאתו, ועל כן לא נעשה בכל המאה השמונה עשרה כל חרש באייראפע כדבר תקוני המכונות העובדות בכת הקיטור בעל לחיצה-חוקה, אם כי שנמצא אז חכם אחד אשר הורה לעשות מוכנה העובדת בקיטור אשר לחיצתו חוקה למאד.

בספרו של המהנדס לעאופאלד היקוב בשם מהעאמרום מאשינארום (Theatrum mashinarum) שהוציא לאור בשנת 1725 הראה לנו המהנדס הזה כי היה לו מושג ברור מפעולת המוכנה-הקישורית העובדת בקיטור שלחיצתו חוקה, והוא :

לעאופאלד יכתוב בספרו זה כי הוא המציא תחבולה לבנות מוכנה חדשה אשר את אופן פעולתה יבאר לנו בדברים האלה :

«בכל אחד משני צילינדריים הסתומים מלמטה ופתוחים מלמעלה העומדים זה בצד זה יתנועע חותם בתנועת עולה ויורד, ושני ברי-החותמות האלה נקשרים איש איש מהם אל קצה האחד של מוט-מאזני (באלאנציר) מיוחד, בעוד אשר בקצה השני של כל מוט-המאזני נקשר מוט-כלי-ההרקה (פומפענשטאנגע) .

והנה מן הקלחת אשר בה יולד קיטור בעל לחיצה-חוקה נוכל להביא חליפות את הקיטור פעם מתחת להחותם אשר להצילינדער האחד ופעם מתחת להחותם אשר להצילינדער השני, ואחרי אשר יעלה הקיטור בכת לחיצתו את החותם האחד עד תכלית גבהו, אז נפתח ברזא בהצילינדער אשר בעדה ינום הקיטור בחפזה, והחותם אשר יתלחץ או מתחת רק כשיעור הלחיצה אשר ילחץ עליו האויר-החיצון מלמעלה, ירד מנסיבת כובדו למטה בהצילינדער, ובבואו לתכלית-שפלותו נוכל להביא שנית סילון של קיטור מתחתיו להרימו שנית כמשפט הראשון. המוכנה הזאת תוכל להבנות באופן כזה אשר היא בעצמה תפתח ותסגור חליפות את הברזות» .

מדברי המהנדס הזה נראה די באר, כי המוכנה אשר המציא היתה הרכבה משתי מוכנות-הפשוטות-בפעולתן (אינינאך ווירקענדע) (עין סימן 88) למען השיג על ידי הרכבתן פעולה בלתי נפסקת, כי ברנע שתפסק הפעולה על ידי עליית החותם האחד בהצילינדער האחד, תתחדש הפעולה על ידי ירידת החותם השני בהצילינדער השני.

אולם עצת המהנדס לעאופאלד נשארה אך דבר-שפתים, ולפעל ידים לא הגיעה,

באשר כי היה לעאופאלד איש גערמאני ואנשי ארצו לא השתמשו או במוכנות כי אם מעט מזער, כי תרושת-המעשה היתה או בנעמארניא בשפל המדרגה.

§ 106.

אָליווער עוואַנס (Oliwer Ewans).

אָמנס באַמעריקא נמצא איש מצוין אשר שאָר רוח לו, והוא לא ידע בראשונה מכל אשר נעשה באיראפּע בכח הקיטור, והוא המציא מנפשו את מוכנת הקיטור העוברת בלחיצה-חוקה. שם האיש הזה הוא אָליווער עוואַנס אחד מחכמי תרושת-המעשה היותר מהוללים אשר היו באַמעריקא הצפונית.

אָליווער עוואַנס נולד בשנת 1753 בקרבת העיר פֿילידעלפֿיא, הוריו היו עניים ולא למדהו כל מדע, ובעודו נער נתנו אותו לחרש-עצים הבונה עגלות (וואַנגער), ועוד בטרם אשר כלה הגער עוואַנס את שנות עבודתו המציא כבר שתי מוכנות מפליאות לעשות, פעולת המוכנה האחת היתה לפזות צמר ופשתים, והשנייה היתה מוכנה הפועלת להניע רחיים ולפתון בר.

בשנת 1772 ראה עוואַנס כי נערים כגילו השתעשעו לירות (צוא שיסען) בכח הקיטור, והוא: אחד מהנערים מלא במים שפופרת של ברזל-עשת (שביל של קנה-חיריח) (פֿלינטענלויפֿראָהרע) ויכתום אותה בכגופה ויתן אותה על האש, (הוא משחק המורגל גם היום באַמעריקא), ויהי כאשר הרתיחו המים והתהפכו לקיטור, נדחפה הכגופה מן השפופרת בקול רעש חזק מאד, המחזה הזה העיר את לבב עוואַנס לחקור ולהתבונן על כח הקיטור, וחשוב מחשבות להשתמש בו בתור כח-עובר, אבל ענין ומרדו-לא נתנו לו להוציא אז את מחשבתו אל הפועל.

כאשר המציא עוואַנס את שתי המוכנות שהזכרנו, קנאו בו אנשים רבים ושימחה לגונב דעת אחרים, אבל עוואַנס הקריב את משפטו לפני השופטים ויצדיקו את הצדיק, כי נוכחו לדעת: כי שתי ההמצאות הן הנה פרי מחשבתו ואין לזר חלק עמו.

בכל התלאות אשר באו והשיגו לעוואַנס בהמצאותיו הראשונות לא ירא ולא נמצע מלחשוב מחשבות להמציא עוד המצאות חדשות, וישם אל לבו להמציא גם מוכנה הפועלת בכח-הקיטור.

§ 107.

אָליווער עוואַנס בקש כתב-זכות על בנין עגלה המתנועעת בכח-הקיטור, וממשלת פענזעלוואַניאָ חשבה אותו למשוגע בגלל בקשתו זאת.

מוכנה-קיטורית לא ראה עוד עוואַנס בעיניו, אבל בספר קרא על דבר המוכנות שהמציאו נעווקאמען גם וואַט בענגלאַנד, וארזי שגורע לעוואַנס את

דרכי פעולת המכונה על פי שיטת החכמים הקודמים לפניו, התפלא מאד: מדוע לא השתמשו החכמים האלה בהקיסור בעל לחיצה-חזקה?

בשנת 1785 דרש עוואנס מאת ממשלת פענזעלוואניא כתב-זכות על המצאתו שהמציא להניע עגלה בכח הקיסור, וישחקו שרי הממשלה על חלומותיו ועל דבריו, ואם כי בשנת 1787 נתנה הממשלה ההיא לעוואנס כתב-זכות על מוכנת-הרחיים אשר המציא, בכל זאת חשבה למשוגע כאשר דבר עוואנס עוד הפעם מהמצאת העגלה-הקיסורית, אבל עוואנס לא שם לבו על דברת שרי הממשלה וישחק בלבו על בלתי ידיעתם, ובמשך שנים אחדות עלתה בידו להפליא את העולם כולו בשתי המצאותיו הגדולות לאין חקר, והוא:

א. מציאת המכונה בעלת דחיקה-חזקה (האָפֿדרוקק-מאשינע).

ב. בנין המכונות אשר בכח הקיסור הפועל בהנה תתנועענה ממקום למקום.

§ 108.

עוואנס השיג כתב-זכות על המצאותיו מאת ממשלת מאריאלאנד.

בשנת 1797, עשר שנים אחרי שחשבה ממשלת פענזלוואניא את עוואנס למשוגע, נתנה ממשלת מאריאלאנד כתב-זכות לעוואנס על המצאתו להניע עגלות בכח הקיסור, אבל בכל זאת לא האמינו בו גם אז עשירי העם, וגם באמערקא גם באיראפע לא נמצא איש אשר רצה להשתתף עם עוואנס בעסק העגלה-הקיסורית, עד אשר התאזר עוואנס חיל ומבלי עזרת זולתו בנה על הוצאותיו עגלה-קיסורית אשר נסע בה דרך תצות העיר להפליא עין כל רואיו, ובכל זאת לא נוכחו עוד מקנאי עוואנס ויציאו דבה על המצאתו, כי אמרו אשר העגלה-הקיסורית תדרוש במחיר פעולתה מדר כסף העולה בערכו רב מאד על ערך עבודתה, ושכרה תצא בהפסדה.

האמערקאנים לא הכירו ולא הוקירו את פעולת עוואנס עד אשר תמו בענגלאנד בשנת 1800 ימי-הזכות אשר להמצאת וואט, וחכמי דרושת-המעשה החלו בענגלאנד לבנות מוכנות בעלות דחיקת-חזקות על פי שיטת עוואנס, אז התעוררו גם האמערקאנים לכבד את החכם יליד ארצם, ולעזור לו בהלואות כסף, ומאו והלאה הגדיל עוואנס לעשות, והמצאתו לכנות המוכנות בעלות לחיצה-חזקה נתפשטה בכל העולם.

בשנת 1804 נתנה האספה (קאָנגרעו) אשר לבעלי ארצות הברית באמערקא את תודתה בכתב גלוי לעוואנס ותקרא לו בשם הכבוד "ממייב לארץ מולדתו", גם האריכו את הוסיף לכתב-הזכות אשר לו על המצאותיו עוד על משך עשרים וחמש שנים. בשבעת השנים מן שנת 1804 עד 1811 הגדיל עוואנס את בית מלאכתו בפייסבורג. בחדש מארץ 1811 יצא איש מבית המלאכה אשר לעוואנס בפייסבורג ותבע את כל בית המלאכה ואת כל אשר בה, ובהגיע השמעה הרעה לאוני עוואנס (שחיה או בנייאיק) כי נשקף כל הונו נתחלחל מאד ויחלה וימת בעוד ארבעה ימים ביום 15 מארץ שנת 1811.

עוואנס היה אחד מחכמי ההנדסה היותר גדולים ונסף על ידיעתו הרבה

בחכמת המעכאניק-המעשה חבר עוואנס שני ספרים בחכמת המעכאניק-העיוני וזכרו לא יסוף לדור דורים .
את פעולת המוכנה בעלת הלחיצה-החזקה נבאר בהסימן 110 אחרי אשר נקדים בהסימן הבא עוד ידיעות אחדות הנצרכות להקורא לדעת במרם יבין את מעשה המוכנה לכל חלקיה .

§ 109.

מוכנות הפועלות בקיסור-מתפשט (עקסאנויאָגס-מאשינען) .

בהסימן 77 נתבאר לנו כי המוכנה הפועלת בקיסור בעל לחיצה-חזקה תוציא את הקיסור חפשי לחוץ (אחרי אשר כלה הקיסור את מלאכתו בתוך הצילינדר), לכן בההוצאה הזאת שיצא הקיסור בהיות לו עוד לחיצה-חזקה נאבד שיעור גדול מבח המוכשר לעבודה , ההכס עוואנס חקר ודרש למצוא תחבולה להמעיט גם את ההפסד הזה וגם זאת צלחה בידו כמו שנבאר פה .

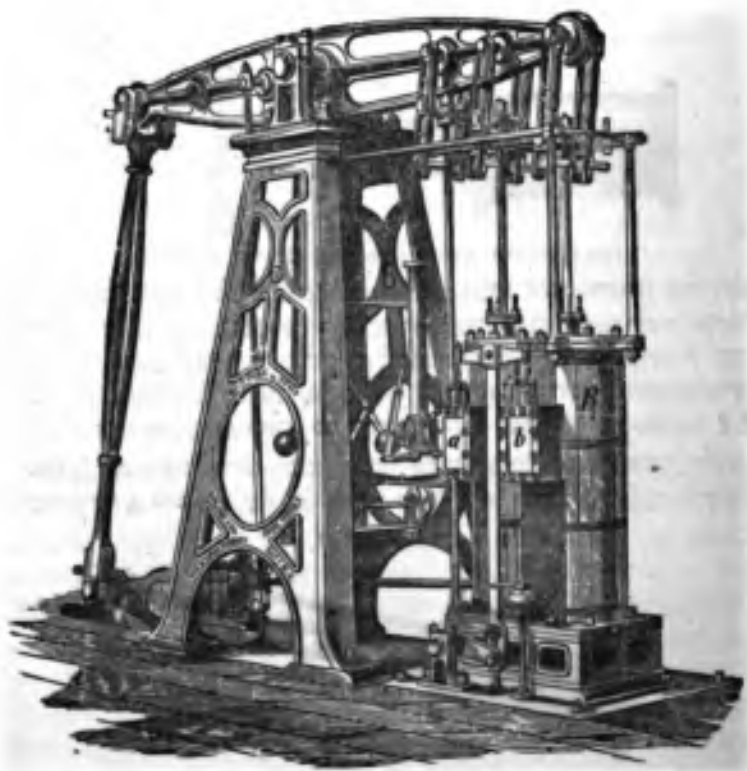
גם בהמוכנה שתמצא בה הכנה מיוחדת לעבות (צוא פֶּרֶדֶרִיכֶסֶן) הקיסור וגם בהמוכנה אשר לא תמצא בה ההכנה הזאת, יוצא הקיסור מהצילינדר (אחרי שהשלים עבודתו) בדחיקה-חזקה הגדולה יותר מהלחיצה-האווירית שתמצא בהמקום אשר יבא הקיסור שמה . במוכנת-וואס יהיה כמות הדחיקה של הקיסור ברגע צאתו מהצילינדר ככמות לחיצת האויר-החיצון, ובהלל ההכנה-המעכה (קאָנֶדֶנְזאַטאָר) אשר שמה יבא הקיסור תהיה הלחיצה רק כחלק העשירי מהלחיצה הזאת, נמשך מזה כי נפסיד מלחיצת הקיסור כשעור $\frac{9}{10}$ מלחיצת אויר-הנשימה, ובהמוכנות העובדות מבלי לעבות את הקיסור יוצא הקיסור לחוץ בלחיצה החזקה פעמים אחדות מלחיצת האויר, ולכן נפסיד מבח הקיסור בהמוכנות האלו כמות-לחיצה הגדול כשתי או כשלוש פעמים מלחיצת-האויר. והנה כל משכיל יבין מדעתו כי כל עוד אשר לחיצת הקיסור שמאחורי החותם תגדל מלחיצת הקיסור אשר מלפני החותם או הלא יוכל הקיסור עוד לפעול אויה עבודה, ולכן נצרך לבקש תחבולה אשר יתקטן ההבדל הזה (ר"ל בין שתי הלחיצות שמאחורי ומלפני החותם) במרם אשר נוציא את הקיסור לחפשי, ואת התחבולה הזאת מצא עוואנס באופן נקל למאד, והוא: כי לא נתן את הקיסור לבוא מבלי-הפסק בהצילינדר עד אשר יעלה החותם בו לתכלית רוסו, אבל מיד כאשר נעתק החותם ממשח למעלה רק כשליש או כרביעית מאורך דרכו, מת- עוואנס לסתום את הצניור המוביל את הקיסור לתוך הצילינדר, והקיסור בעל דחיקה-החזקה האצור בהצילינדר מתחת להחותם התחיל להתפשט ולהרים בכח את הצילינדר, דרך משל: אם תהיה לחיצת הקיסור הבא מהקלחת אל הצילינדר שלש פעמים גדולה מלחיצת אויר-הנשימה, ונסתום את צניור-השפעת-הקיסור אחרי שעבר החותם שלישי דרכו, אז יצא הקיסור לחוץ אך בלחיצה הגדולה מלחיצת האויר-החיצון, והוא: באשר כי הקיסור המוסגר בהצילינדר יתפשט בו שלש פעמים בכמותו, ושיעור לחיצת הקיסור הוא נערך בערך-מהופך לשיעור התפשטותו (דער דרוקק דעס דאמפּפֶּעס שטעהעט אין אומגעקעהרטען פֶּרֶהאַלטניס צוא זיינער אויס דעהונג) ולכן קיסור שנתפשט פי שלשה יתמעט גם בלחיצתו שלש פעמים .

§ 110.

תבנית מוכנת הקיטור בעלת לחיצה-חזקה שהמציא המהנדס
עוואנס ועל פי התקונים אשר תקן בה המהנדס וואלף.

המהנדס האנגלי ארטהור וואלף התקין במוכנת עוואנס שני צילינדרים, ואת תבנית המוכנה בעלת לחיצה-חזקה הבנויה לפי שיטת וואלף תורנו הצודה 111, לכל אחד מהצילינדר A גם B נמצאים חדרי-הקיטור מיוחדים a גם b, אשר בכל אחד מהם נמצא בריה-מעתק מיוחד, שני הבריחים מחוברים למוט-מתנועע

צודה 111



מוכנת-קיטורית העובדת בלחיצה חזקה והבנויה על פי שיטת המהנדס וואלף

אחד אשר בעלייתו וירידתו של המוט יעתיק את הבריחים לסגור ולפתוח חליפות את צינורות הקיטור, הצינורות המובילים את הקיטור בשני הצילינדרים המה מתוקנים באופן הזה אשר ברגע שיפתח האחד יסגור השני, אחריו שיפעול הקיטור בהצילינדר A הקטן או יצא ממנו ויבוא אל הצילינדר B הגדול ממנו להחשט

שמה ואו יעלה החותם שבהצילינדר B ויעזור בפעולתו להחותם שבהצילינדר A אשר יתפעל גם הוא מהקיסור החדש אשר יבא בו מן הקללת , הצילינדר הקטן A יעבוד בתוך בין הצילינדר הגדול B ובין ציר המוט-המאזני , ועל כן יעלה החותם a בהצילינדר A בנוכה פוחתה מאשר יעלה החותם b בהצילינדר B .

§ 111.

מוכנות-מתמוטמות (אמצע-לירענדע מאשינען) .

יש מכנות קיסוריות רבות שבהנה לא נוכל לעשות ממטיל אחד את המוט-המאזני, כמו

צורה 112



מוט-החותם המורכב (צוואמבענגעזעצשע קאלבענשטאנגע)

במכנות של עגלת הקיסור, לכן בהמוכנות האלו יורכב המוט (היוצא מהחותם) משני חלקים המחוברים זה לזה בציר, למען שכאשר ידחק החותם בתוך הצילינדר או יעמרו שני חלקי המוט בקו ישר אחד , וכאשר ידחק החותם לצאת החוצה או ינסה החלק העליון מהמוט לאחר הצדדים למען יוכל לסבב את הסך-הכפוף (קורבעל) D צורה 112, ולמען שלא ידחק גם החלק התחתון מהמוט A לאחר מן הצדדים יוקבע המוט בין שני מטילים E E .

אמנם אם נרצה שיהיה המוט המחובר אל החותם בלתי מורכב משני חלקים, אז יתלה הצילינדר A צורה 113 על שני צידים באופן אשר יוכל הצילינדר להתמוטט

צורה 113



מוכנה-קיסורית מתמוטמת (אמצע-לירענדע מאשינען)

אנה והנה בהתאוך ובהתקצר המוט על ידי הנועת החותם-הצירים האלה יעשו כתבנית צינורות חלולות , ועל כן יוכל הקיסור דרך הצינור האחד לבוא לתוך הצילינדר פנימה ודרך הצינור השני יצא הקיסור החוצה, באופן הזה בנויות הנה המוכנות אשר כוננו להניע את האניות (שיפסראמפפמאשינען) .

פרק שבעה עשר

תבנית ומעשה קלחת-הקיטור לכל כליו .

§ 112.

קלחת-הקיטור (דאמפֿקעססעל) .

אחד מהחלקים היוהר נכבדים ואשר לא יחסר בכל מוכנה-קיטורית היא הקלחת שבה יולד הקיטורית כמאתה תוארה ותבניתה של הקלחת שונות הנה לפי הפעולות השונות אשר תוציא המוכנה לאור .

איזוהי קלחת טובה ? כל שתוליד קיטור הרבה בערך לחומרי-התבשרה הנשרפים בה , וכל שלא תהיה גדולה יותר מדי , וכל שלא תהיינה דפנותיה דקות כדי שלא תתבקענה מלחיצת-הקיטור , אמנם גם עבות ביותר לא תצרכנה הדפנות להיות כי או לא יולד בה הקיטור בזמן היותר קצר , וכל אשר יגדל שמה-ההסקה (דיא הייצפֿלאַטע) (י"ל החלק מתקלחת אשר מצדו חיצוני יגע בו האש ומצדו הפנימי שכנגדו יגע בו המים) כן הגדל וכן המרר ההקשרה (דיא פֿערדאמפֿלונג) בהקלחת .

הגמסיון הורנו כי את התועלת היותר גדולה נשיג מהחומרים-הבווערים כאשר תוליד הקלחת בכל מינוטע ליטרא אחת של קיטור לכל ששח-הסקה של עשר רגל מרובעים , (פער מינוטע 1 פֿלונד דאמפֿ פֿיר יעדע 10 קוואדראטפֿוס הייצפֿלאַטע) . הן אמת כי על ידי מידות אש גדולה נוכל להוליד בששח-הסקה כזה גם שתיים ושלוש ליטרות קיטור לכל מינוטע , אבל או נפסיד הפסד גדול בחומרי-התבשרה , יען כי תום רב יוגרש דרך הארובת עשן .

ביתום תבנית הקלחת יש למנוע שלא תמצאנה בה צלעות זוויות חדות , ולכן תעשה הקלחת בתבנית צילינדער ארוך אשר שני קצותיו המה מעוגלים בתבנית שני הצאי-כדורים . בתוך הצילינדער המצאנה שתיים או שלש שפופרות המפולשות משתי עבריהן; באופן אשר האש תוכל לעבור בהן מן הקצה אל הקצה למען הגדיל את שמה-ההסקה , מספר השפופרות האלו הנקראות בשם שפופרות-דרתיחה (זיד ראָהרען) יתרבה כאשר נרצה לפעול בהמוכנה עבודות גדולות , יען כי בערך רבות העבודה כן יהיה גם כמות הקיטור הנדרש לזה בזמן קצוב , ולפי ערך כמות הקיטור הנדרש כן יהיה גם ערך כמות ששח-ההסקה .

בהקלחת אשר למכנת עגלת-הקיטור קבועות מאה עד מאתים שפופרות=הרתיתה, ובזה נשיג שמה-הסקה גדול במקום צר, רותב חלל השפופרות האלו הוא כשתי אצבעות וחצי, ואם יהיה אורך השפופרת שש עשרה רגל או יהיה שטח-ההסקה אשר לכל אתה מהשפופרות לכל הפחות שמונה רגל מרובעים. נמשך מזה כי קלחת של עגלת-הקיטור שנמצאו בה מאתים שפופרות כאלו יש לה שטח-ההסקה של אלף ושש מאות רגל מרובעים, ולכן תוכל קלחת כזאת להקטיר בכל מינוטע מאה וששים ליטרות או $5\frac{2}{3}$ וועדראָ מים לקיטור, ולנסיעה שתסע העגלה שעה רצופה נצרך להולדת הקיטור שלש מאות ועשרים וועדראָ מים. בהסימנים הבאים נבאר את ההכנות הנצרכות להמצא בכל קלחת מולדת הקיטור.

§ 113.

צינור המשפיע המים בהקלחת.

בכל קלחת המולדת את הקיטור נצרך להמצא צינור המשפיע מים בה בשיעור אשר יחסרו בה המים על ידי ההקטרה, באופן אשר תמיד ישאר בהקלחת שמה פני המים בנובה אחד, יען כי אם יתמעטו המים ויירדו מנבהם או יוכל חלק גדול מהקלחת להתחמם יותר מדי עד שיתלבן החלק ההוא ותתפוצץ הקלחת כאשר יבואו בה מים קרים, וכן גם כאשר ירבו המים ויעלו בנובה בתוך הקלחת או יעלו חלקי מים רבים ויחבוללו עם הקיטור ויפריעו את תנועת החותם, וגם חום רב יופסד בזה.

§ 114.

מודד גובה המים שבהקלחת (וואססערשטאנדר מעסכער).

למען דעת את גובה מצב המים בהקלחת בכל רגע, המציאו חכמי תרושת-המעשה הכנות מהכנות שונות, והיותר פשוטה מכולן הוא: לקבוע בדופן של הקלחת שתי ברות זו למעלה מזו, האחת גבוהה מעט מעל הגובה-הקצוב הנדרש להיות תמיד למצב-המים בהקלחת, והשניה למטה מעט מהגובה הקצוב ההוא. המכונן (דער מאשיניסט) הרוצה לבחון את גובה המים, יפתח את שתי הברוות בזו ארז זו, ואם תוציא הברוא העליונה קיטור והתחתונה מים, או יהיה הגובה כהלכתו, אבל אם תוצאנה גם שתיהן מים או יהיה הגובה מהמים יתר על המדה הדרושה, ואם תוצאנה גם שתיהן קיטור או יהיה גובה המים פחות מהמדה הדרושה.

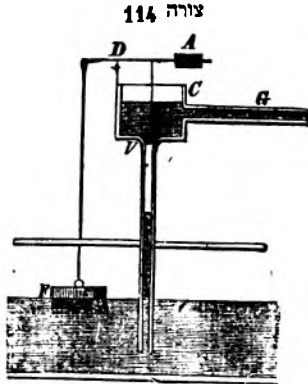
§ 115.

משפיע-המים (וואססער ציפֿיהרער).

במכונות בעלות לחיצה-חזקה יובא המים אל הקלחת באמצעות כלי

משפיע-המים (שפייזעפוספע), אבל במוכנות בעלות לחיצות קטנות יושפעו המים

בהקלחת, על ידי ההכנה צורה 114, והוא: על פני המים שבהקלחת יציף בול עץ F, ובו קשור חוטי-ברזל העולה דרך תרופן העליונה של הקלחת, הקצה העליון מהחוט נקשר בהורוע השמאלית של הנושא (העבעל) D A הסובב על ציר זקוף D, ועל הקצה הימני מהנושא קבוע המשקל A, האות G תודנו את הצינור המשפיע את המים, C הוא כלי אשר בו יקוו המים הבאים מהצינור G, והנה נקל להבין שכאשר ירד גובה המים למטה בהקלחת, או ירד למטה גם העץ F הצף על פני המים, ואז יסיב העץ F בכובד משקלו את הנושא על נקודת-מסבתו (דרעהפונקט) D, והורוע השמאלית מהנושא תרד למטה בעוד אשר הורוע הימנית ממנו תעלה למעלה, ואז תתרומם אָקָה גם המנופה V



כלי משפיע המים (וואסער צוהרער)

הקשורה בחוט של ברזל אל הורוע הימנית של הנושא, והמים יבואו מהמקוה C דרך פתח המנופה V אל השפופרת הזקופה והפתוחה לתוך הלל הקלחת, ונוילת המים לא תפסק עד אשר יעלה שנית גובה פני המים והעץ F הצף עליהם בגובה כזאת עד אשר יעמוד הנושא בתבנית יושר-המאזני (וואנערעכט), ואז תסגיר המנופה V את פי השפופרת, ונוילת המים לתוך הקלחת תפסק.

§ 116.

כלי מודד לחיצת הקיטור (מאַנגאַמעטער).

כשם שנדרש לדעת גובה מצב-המים בהקלחת, כן נצרך לדעת גם את כמות הלחיצה אשר ילחץ הקיטור בכח ספוגיותו על דופני הקלחת מבפנים.

על הרוב ישתמשו האומנים להמרידה הזאת בכלי המורכב משתי שפופרות, האחת קצרה ורחבה A צורה 115 אשר בה יבא הקיטור מהקלחת, והשניה שפופרת ארוכה B C, בתוך השפופרת A ינתן כסף חי, וכאשר יובא כילון הקיטור לתוכה או ידחוק הקיטור בלחיצתו את שטח הכסף חי למטה בהשפופרת A, ויעל כן יעלה עמוד של כסף חי בהשפופרת B C למעלה, ועל פי גובה מצב העמוד של הכסף-חי בהשפופרת B C נדע את כמות הלחיצה, דרך משל: אם יעלה הכסף-חי בגובה 28 אצבעות עד C, אז נדע מזה כי שיעור לחיצת הקיטור הוא כשיעור לחיצת האויר-הנשימה, באשר שגם הוא יעלה את הכסף-חי בלחיצתו בגובה 28 אצבעות.

השפופרת B C תוכל להעשות מוכוכית, ואז נוכל לראות את גובה מצב העמוד של כסף חי בה, ועל ידי כספרים החקיקים על דופני השפופרת נדע את מדת גבהו, אולם באשר כי הוכוכית הוא נקל להִשְׁבֵּר לכן השכילו בעלי תרופת-

המעטה להחליף אותה בשפופרת-כתבותי , ועל עמוד הכסף-חי שיעלה בהשפופרת

צורה 115

ישימו חתיכה של ברזל אשר יצוף על הכסף-חי כאשר יצוף העץ על פני המים , בהברזל הצף על פני הכסף-חי יקשרו חוט של ברזל ויעכירו את הקצה השני מהחוט מעל לגלגל הקבוע למעלה מהשפופרת ובקצה הזה של החוט יקשרו משקל קטן , והיה בעלות העמוד של כסף חי עם הברזל הצף עליו למעלה , או ירד המשקל הקשור בהחוט למטה , ומצב המשקל ההוא המתנועע לאורך עמוד אשר הקוק בו קנה-מדה יורנו את גובה העמוד של כסף חי , וכזה יודע לנו גם כמות הלהיצה אשר להקישור .

§ 117.

מודר לחיצת הקישור שהמציא החכם בורדא .

דעת לנבון נקל כי בסוכנות העובדות בקישור בעל לחיצה-הוקה לא תוכשר החכמה שנתבארה בהסימן הקודם , באשר כי או הצרך השפופרת B C צורה 115 להיות ארוכה יותר מדי , ועל כן ישתמשו בסוכנות כאלו במודר-לחיצת-הקישור המתכותי הקישור היותר חזקות , והיא כתוקנה מן שפופרת של נחשת קלל דקה ותלולה וסתומה משני קצותיה , הכפופה כתבנית טבעת d אשר תחסר לה רק קשת קטן להשלימה לעיגול שלם , המטבעת תחובר בתוך תיבה עגולה והלולה במקום אשר יוכלו קצותיה להתקרב ולהתרחק זו מזו . באמצע המטבעת נבצא נקב אשר בו יוכל לנכנס הקישור על ידי צינור דק , והנה כאשר ידחק הקישור לתוך השפופרת העקומה-בתבנית-טבעת , או יפעול הקישור בכחו לישר את עקמומיות השפופרת בדחיקו על שני קצותיה להרחיקם זה מזה , בהקצה d מחובר מסמר הסובב על ציר , ובהתרחק הקצה d מהקצה b או ימשוך אליה את הקצה העליון מהמסמר בעוד אשר קצתו ההתחנן עובר על קשת המחולק לקיום המזרים



מודר לחיצת הקישור

צורה 116 שהמציא החכם הצרפתי בורדא , והיא הכנה שעל ידה נוכל לסדוד גם את לחיצות

צורה 116



מודר-לחיצת-הקישור המתכותי

במספרים על כמות הלהיצה שילחצו הקישור על החלל הפנימי מהשפופרת-העקומה . בהכלי הזה ישתמשו למדוד את דחיקת הקישור בהקלתת של עגלת הקישור .

§ 118.

דלתי-הבמחון (ויכערהייטס וועגמיל).

את תבנית ופעולת ההכנה הזאת שתורנו הצורה 117, והנקראת בשם דלתי-



דלת הבמחון (ויכערהייטס וועגמיל)

הבמחון בארנו כבר לנטון בהסיסן 71, ופה נצרך לנו רק להעיר: כי כמות שמת הדלתות האלו נצרכות להיות נשכרות בגדלן; לכמה מכילת הקלחת ולמהירות הקיטור היוצא ממנו, כי אם תיעשינה הדלתות קטנות יותר מדי, אז לא נהיה עוד בטוחים על ידן שלא תהפוצץ הקלחת, יען

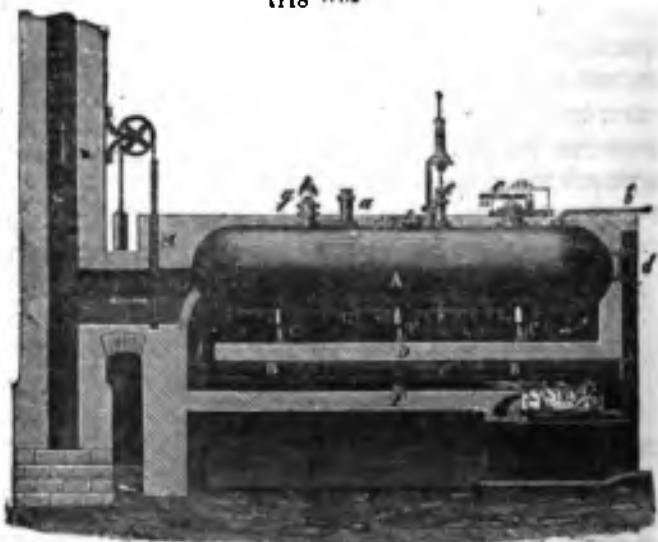
כי אז תגבר עוד הלחיצה בתוך הקלחת פנימה על ידי הקיטור הנולד מעצמו (שפאנמאנע דאספּבילדונג), שבארנו בסיומן 40, ואם נעשה אותן גדולות יותר מדי או נפסיד קיטור ללא תועלת, כי בפתיחת הדלת ינוס הקיטור בשיעור יותר מדי דרך הפתח הפתוח לרותה.

§ 119.

תבנית הקלחת הקיטורית עם כל ההכנות שבה.

הצורה 118 תורה לנו את הקלחת-הקיטורית של המכונה הפועלת בלחיצה-הזקה,

צורה 118

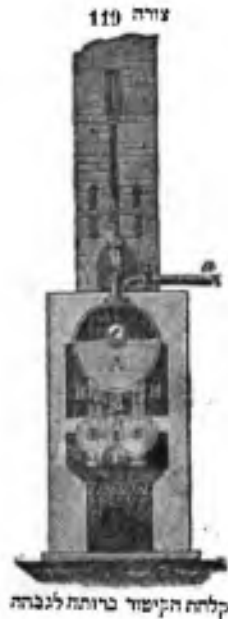


קלחת הקיטור כרותה לארכה

והיא מתוארת פה כאלו היא כרותה לכל ארכה, למען שנוכל לראות את כל אשר בתוכה.

האות A יורה על גוף הקלחת, B B הנה שפופרות-הרתיתה (זיראָהרען) המחוברות עם הקלחת על ידי השפופרות C C הנקראות בשם צוארי-הקישור (פערבינדונגס האָלע), D הוא השביל שבו יעבור האש בין שפופרות-הרתיתה B ובין דופן הקלחת A, האות E יתאר לנו את הכירה (פיערהערד), F הוא עמוד של ברזל אשר עליו נשענות שפופרות-הרתיתה B B .

השלהבת תצא מהכירה E ותעבור לשמאל מתחת להשפופרות B B ומשמה תשוב ללכת לימין בין השפופרות-ובין הקלחת דרך שביל האש C (פיער וועג) ההולך מתחת להקלחת A, וכאשר תעבור השלהבת לכל אורך השביל הזה תשוב ללכת אל השמאל בשני שבילים H H לאורך דופני הקלחת משני צדיה, את השבילים H H לא נוכל לצייר בהצורה 118, אבל את תכונתם נראה בהצורה 119 אשר הצייר לנו את הכרייה-הזקופה (וענקערעֶ־שטען דורכשניט) של הקלחת עם הכירה, משני השבילים H H תבוא השלהבת לארובת-הענן L, האות M יורה לנו על עמוד של ברזל שיוכל להעתיק מעלה ומטה למען הרחיב או הקטין את חלל שביל-האש ונקרא בשם רשימה (רעגיסטער). העליות והירידות של העמוד הזה תיעשינה על ידי המשקל הקשור בהחבל הכרוך מעל להגלגל, כאשר תורנו הצורה 119 באר היטב, האות a יורה לנו את הצינור המוליך את הקישור מהקלחת אל המוכנה, האות b יורה על הצינור המשפיע את המים בהקלחת, האות c יורה על דלת-הבטחון (ויכער-היימסיווענטיל), האות d יורה את קנה-המדה למרוד את גובה המים בהקלחת, האות e יורה על ההכנה הצפה בהמים אשר על ידה יודע לנו גובה מצבי-המים, f היא הדלת הסוגרת את הפתח אשר בו יוכל לבא האיש המנקה לנקות את רופני הקלחת מבפנים ולטהר אותה מהשיד אשר יורבק בה על ידי רתיחת המים, רוחב הפתח הזה הוא כשמונה עשר אצבעות .



פרק שמנה עשר

המוכנות העובדות בכח האויר-המתחמם (היישלוֹפּמִי)

מאשינען) או מוכנות-החום (קאָלירישע מאשינען).

§ 120.

יתרון מוכנות-החום מן מוכנות הקיטור .

כבר הראנו לדעת בראש ספרנו זה: כי כל הכחות אשר ישתמש בו האדם לעבוד עבודתו הנה רק תמונות שונות מפעולות החום, מהכח הפועל בשרירי גוף האדם והבהמה (מסקעל קראַפֿט), עד הכח של הרוח הנושב על מפרשי תורני האניות ועל כנפי רחיי-הרוח (ווינד קראַפֿט), וכח המים המנוגים במורד (וואסער קראַפֿט), וכח הקיטור (ראמפֿקראַפֿט), הן המה כולם תולדות כח החום, ועל כן בקשו חכמי חרושה-המעשה תחבולות: אולי ימצאו דרך להשתמש בכח-החום באופן המועיל יותר מאשר תועיל פעולת כח-החום בהפכו את המים לקיטור. הן אמת כי על ידי הקיטור יוכל האדם לעבוד עבודות כבירות אשר לא שערום אבותינו מעולם, אולם הלא כאשר נבקש חשבון נמצא: כי גם בהמוכנות הקיטוריות היותר טובות נקבל תועלת אך ממחצית או משליש החום אשר יעלה להוליד את הקיטור, וכל החום הנותר יאבד לבלי תועלת בצאתו עם הקיטור מהמוכנה בתור חום-קשור (עין בסימן 34) ובצאתו בתור חום-חפשי (עין בסימן 36) עם האויר והעשן החם היוצאים מהארובות עשן, וגם יאבד חום רב על ידי ההשפעה והאצילות (דורך שמראַהלונג אונד מיטטהיילונג) שישפיעו ויאצילו כל חלקי המוכנה הנחמם להאויר ולכל הגופים אשר סביבותיהם, ועל כן בקשו החכמים תחבולות: אולי תצלה להם להמציא מוכנה אשר בה לא נפסיד את החום בשעור גדול כזה כאשר נפסיד בעבדינו בכח החום בהמוכנה-הקיטורית, גם בסבת המדורה הנדולה הנדרשת להוליד את הקיטור, וגם בסבת הסכנה הרבה להציג מוכנה-קיטורית כזאת בבית אשר יגורו בו בני אדם, וביחוד בבית הבנוי ברחובות קריה, נמצעו רבים מלהשתמש בהקיטור בתור כח-עובד, ועל כן בקשו חכמי-ההנדסה תחבולות להשתמש בכח החום באופן אשר המוכנה שיפעל החום בה תהיה באפשרי

להביאה לכל בית-מושב ולעבוד בה מבלי כל סכנה, ולזה המציאו שני חכמים שתי מוכנות המיוסדות על יסוד אחד, והוא: גם שניהם השכילו לעבוד בכח של אויר-מחומם, אבל משתנות הנה המוכנות שהמציאו זו מזו מאד בהבניהן ובאופן פעולתן. את תבניות ופעולות שתי המוכנות האלו נבאר בהסימנים הבאים.

§ 121.

מוכנת-החום הראשונה שהמציאה המהנדס עריקואָהן (עריקואָהן קאָלאָרישע-מאשינע).

הרעיון להשתמש באויר-מחומם בתור כח-מניע, עלה כבר על לב החכמים שחיו כמאה שנה לפנינו, אולם הרעיון הזה לא יצא לפעולת אדם עד שנת 1827, כי בשנה הזאת בנה יאָהאָן סמירלינג בנלאָואָו מוכנה הנפעלת מכח התפשטות האויר-המחומם, ואחרי חמש שנים יעץ גם עריקואָהן השוועדי לבנות מוכנה הנפעלת מאויר-מחומם, אבל עצתו לא מצאה אז חן בעיני בעלי תרושת-המעשה כאשר לא הצליח גם החכם פרעקן בלויענבורג בחפצו גם הוא לבנות מוכנה פועלת בכח האויר-המחומם.

אמנם המהנדס הנעלה עריקואָהן הוא אחד מהחכמים המצוינים, איש אשר אם פעם אחת התעורר רעיון בלבו אז לא יעובנו ולא ירפנו לא ישקום ולא ינוח עד אשר יוציאהו לאור, ועל כן כראות עריקואָהן כי באייראפע לא הצליחה לו המצאתו, שם פניו לאמעריקא-הצפנית, וחמש עשרה שנים רצופות עסק עריקואָהן בהמצאתו עד כי צלחה לו לבנות בשנת 1848 מוכנת-החום אשר כמות כחה היה בכח חמשה סוסים, ובשנת 1849 בנה מוכנה שניה גדולה בעלת כח ששים סוסים, ומאז והלאה נבנו עוד מוכנות-חום אחדות, המוכנה הראשונה אשר באה לאייראפע היא המוכנה אשר הוצגה לנס באסיפת תרושת-המעשה לכל באי עולם בלאָנדאָן 1851.

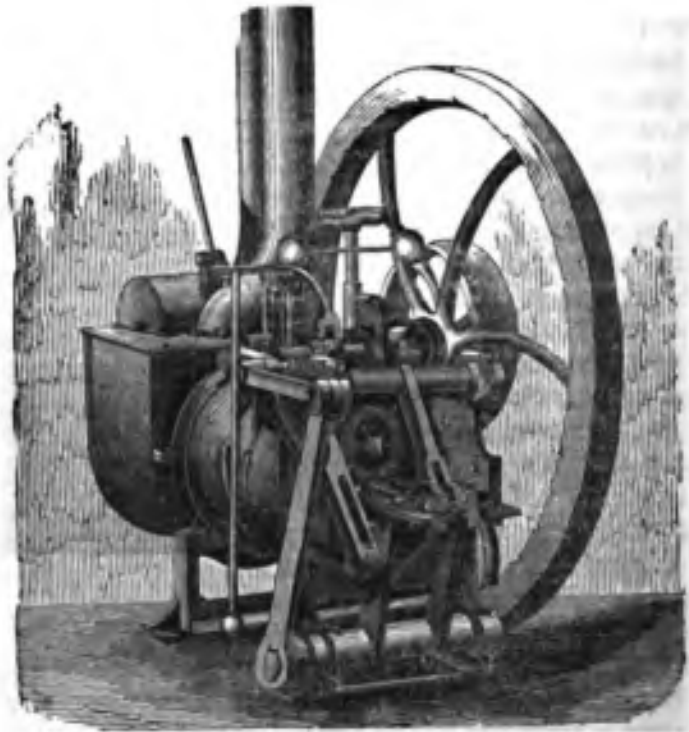
§ 122.

האניה אשר בנה עריקואָהן ואשר הניעה אותה בכח מוכנת-החום שהמציא.

עריקואָהן לא השתפק עוד במוכנות העובדות בכתי-המלאכה, ויבן גם מוכנה גדולה להניע אניה גדולה בים, כח המוכנה אשר בנה לזה בשנת 1852 היה בכח שש מאות סוסים, ביום 15 סעברואר נעשה הברזנה להניע בכח-המוכנה הנפעלת מאויר-מחומם אניה גדולה מאד, אשר נקרא שמה עריקואָהן כשם הממציא את המוכנה, אורך האניה היה 250 רגל (ערך 36 שאזען) ורחבה 42 רגל, וכח-סבילתה (סראָג-קראַפֿט) היה 2200 מאָנען (132000 סיד), גלגלי האניה הזאת היו גבוהים כשלשים ושתים רגל ורחבם עשר רגל, ולפי ערות הבחונים-עלה לתנועת האניה הזאת רק חלק העשירי ממשקל הפחמים שהיה נצרך להניע אניה גדולה כזאת בעזרת מוכנת-הקיפור.

אמנם בכל זאת נוכל לשפוט בצדק: כי לא השתלמה עוד אז המוכנה העריקואנית כבנינה, יען כי לא עברה שנה תמימה ותחליף האניה הוות את מוכנת-עריקואהן במוכנת-הקישור, וישכח שם עריקואהן עד ארניעה, אמנם גם הפעם לא טמן המהגרים הזה את ידיו בצלחתו אך התאזר חיל לעבוד עבודת משנה, וכישת 1861 צלחה

עורה 120



מוכנה הקוברת כח אויר מחומם

לו למצוא את המוכנה צורה 120 אשר נבאר את יסודי פעולותיה בהסימן הבא ואת תבניתה בסימן 124. המוכנה הוות מצאה חן בעיני כל הכמי תרשת-המעשה.

§ 123.

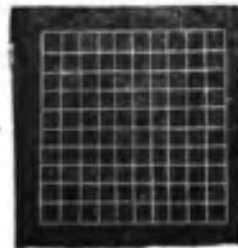
יסוד-הפעולה במוכנת עריקואהן.

על פי הנסיון נודע להכמי המבוע: כי אם נחמם את אויר-הנשימה במעלה אחת, או יהנדל כמותו בשועור $\frac{1}{272}$ מכפי שהיתה מרתו בטרם אשר תורם, רץ אם נחמם 272 מרות אויר-הנשימה שהומו הוא 0-מעלות עד שיהיה הומו מעלה

אחה, או יהיה כמותו של האויר 273 מדות, וכן יתוסף האויר בכמותו בשעור $1/272$, גם אם נחמם אויר של 100 מעלות עד שיהיה חומו 101 מעלות, או כאשר נחמם אויר של 200 מעלות עד שיהיה חומו 201 מעלות, והנה דעת לנבון נקל לפי זה כי כאשר נקה כמות קצוב מאויר ונעלה את חומו במדרגת 272 מעלות יותר מאשר היה מעלת-חומו במרם אשר נתחיל להמם אותו, או הלא יתוסף כמותו פי שנים, ר"ל מדה אחת אויר שנעלה את חומו 272 מעלות יותר מכפי שהיה, יתפשט בכמותו והיה לשתי מדות, ואם נעלה חום האויר בשעור 544 מעלות (ר"ל 2 פעם 272) או תתפשט מדה אחת סמוך והיתה לשלש מדות, והנה כל ההתפשטות הזאת היתה אפשרי רק במקום שהאויר יוכל להתנועע חפשי במקום ריק, אבל אם נסגיר מדה אחת של אויר-הנשימה ונחמם אותו בכלי סגור או תעצורנה רופני הכלי את האויר-המרוכס מלהתפשט, ועל כן יתגבר בהאויר-המרוכס כמות הלהיצה שילחץ על רופני הכלי ויתרבה כחו לפי ערך הוספת חומו, ובאשר כי האויר-הנשימה מחום המורגל ירחוק על הכלי שהוא אצור בו בכמות 15 ליטרות לכל שטח מצבע מרובע צידה 121 (כמבואר

בסיפן 25) לכן דעת לנבון נקל כי כאשר ירבה חום האויר בשעור 272 מעלות, או יתוסף שעור להיצתו על רופני הכלי כפלים, כאשר כי אלו לא עצרו הדפנות את האויר מלהתפשט או הלא היתה המדה האחת מהאויר מתהפכת לשתי מדות אויר אשר כל אחת מהנה היתה שזה בלהיצתה כלהיצת האויר מחום-המורגל, ומשעם הזה ילחץ האויר המרוכס עד 272 מעלות על רופני הכלי הסגור שהוא נמצא בו בשעור שלשים ליטרות לכל שטח מצבע-מרובע, ואם יתחמם האויר בשעור 544 מעלות או ילחץ בשעור 45 ליטרות לכל שטח בגודל מצבע-מרובע, ועל כן הלא יבין מעתה כל משכיל: כי אם נביא אויר-

צורה 121



מצבע מרובע

המחומם 544 מעלות בתוך צילינדר אשר חותם (קאָלבען) יוכל להתנועע בו, או הלא יעתיק האויר-המחומם את החותם בבה גדול, כי להיצתו תהיה על שטח החותם ארבעים וחמש ליטרות לכל מצבע-מרובע, ואם יהיה שטח החותם רק מאה מצבעות מרובעים או הלא יעתיק בבה 4500 ליטרות ($112 \frac{1}{2}$ פיר), אמנם דעת לנבון נקל: כי נוכל להחם את האויר גם עד אלף מעלות ואת החותם נוכל לעשות בכמות 400 מצבעות מרובעים, ואז הלא ירחק החותם בבה האויר-המחומם בשעור שלשים אלף ליטרות או שבע מאות וחמשים פוד.

ולכן אם תצלה לנו להביא לתוך הצילינדר סומן לזמן קצוב (דרך משל ככל יגע ויגע) כמות אויר קצוב (דרך משל פעם סעוקב) מחום קצוב למען העזיק בבה להיצת האויר-המחומם את החותם ולהגיעו בתנועות מסודרות אנה והנה, או נוכל להשתמש גם בבה התפשטות האויר-המחומם בתור כה-עובד כאשר נעבוד היום בבה התפשטות הקיטור.

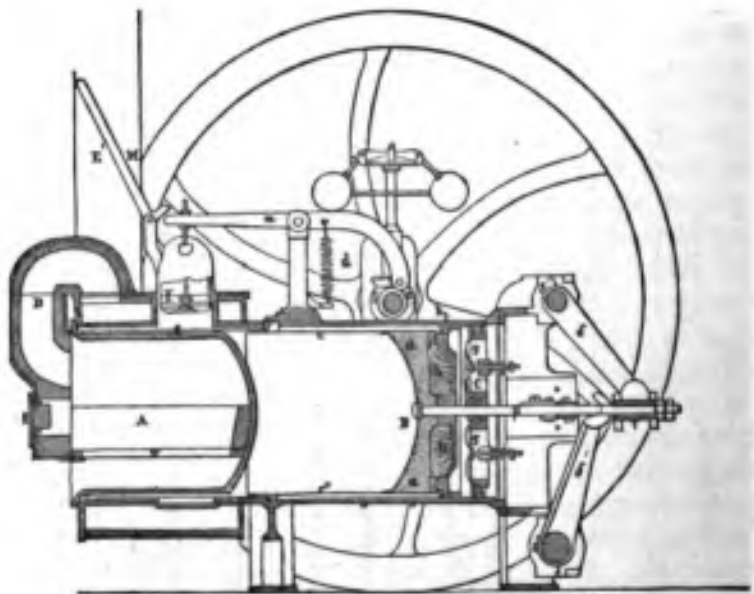
§ 124.

חבנית מוכנת-החום (קאלארישע מאשינע) של המהנדס עריקזאָהן .

הצורה 120 תורה לנו את תבנית-החיצונה ממוכנת עריקזאָהן כאשר נביט עליה ממול פניה, והצורה 122 תורה לנו את הכריתה-הקופה אשר לה (זענקערעכטער דורכשניט), והצורה 123 תורה לנו את תבניתה החיצון כפי שתראה אם נביט ועליה מן הצד .

הצילינדער-המניע (מרייבצילינדער) אשר להמכנה הזאת הוא פתוח מלפניו וסתום מאחוריו, והחום יוכל להתנועע בו לעומת צד הפתוח כאשר ילחץ האויר החם

צורה 122



מוכנת עריקזאָהן חבנית כריתה הקופה

מאחוריו, ויבא שנית לתוך הצילינדער פנימה לעומת הצד הסתום על ידי תנועת האופן-המעופף הגדול .

תנור-ההסקה A הוא הדר מונבל בתוך הצילינדער המשתרע לאורך הצילינדער מתחת, ותבניתו היא כחבית עגולה, והחותם (קאלבען) B הוא גם כן עגול כחבית, גבנוני מלמעלה ושקעורית מתחת (אבען קאנוועקב, אונטען קאנקאוו), באופן שכאשר יתנועע החותם מן הימין אל השמאל יעבור בתושבתו השקעורית מעל להתנור A ויכסה את התנור בגרתיק של ברזל C C, ואז יקבל החותם את חומו מתתנור, השלהבת העולה מהפרמים ומהעצים הנשרפים בהתנור תעלה כינון דרך הצינור

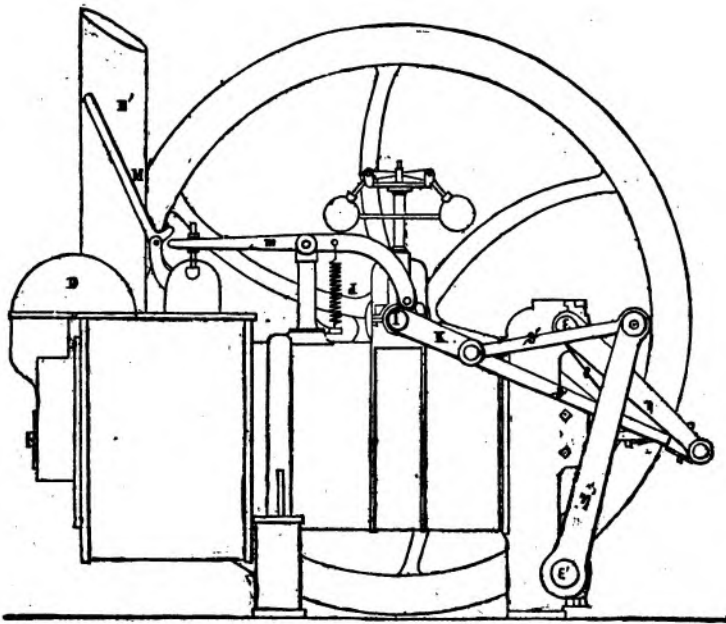
העקום D ומקפת מסכיב להדפנות הפנימיות אשר להצילינדרער ומשמה תעלה השלהבת דרך הצינור E אל הארובות עשן .

§ 125.

חמוכנה העריקואנית תפעול על ידי נשימת-האוויר (דורך אטהמינג) ,
כי תשאוף אל קרבה אוויר קר , ותנשם מתוכה אוויר חם .

אם נתבונן על פעולת המוכנה העריקואנית , או נמצא כי בכל פעם אשר יקוף האופן-המעופף תקופה אחת, או תגמא המוכנה מלא פיה מהאוויר-החיצון ותעביר את האוויר הזה אל הקצה האחרון מהצילינדרער במקום אשר האוויר יתחמם שמה בנגש בהתנור בדפנותיו הבעורות, והאוויר יתפשט ברתחממו ויעתיק את החום B מאחור לפנים.

צורה 123



חבנית מוכנת עריקואן כאשר נביט עליה מצדה

החותרם (דער קאלבען) הוא מורכב משני חלקים B גם C אשר יוכלו להתקרב ולהתרחק איש מאחיו. בהצורה 123 נראה את שני החלקים בקצה הימני של המכונה מקורבים זה לזה בתכלית הקירוב, אבל בהתנווע החותרם או ירוץ אנה והנה כל חלק וחלק שבהחותרם לבדו, ובמשך תנועתם ימצא רוח (המשתנה בגדלו) בין שני חלקי החותרם B, C, משני חלקי-החותרם האלה נקרא החלק החיצון C בשם חותרם-העובד (ארבייטס קאלבען) ותנועתו היא מתונה (לאנגזאם) , ואורך דרכו הוא רק כמחצית אורך הדרך

שיעבור החותם-הפנימי B הנקרא בשם חותם-המפרנס (שפיוצקאלבען). הדופן של החותם-הפנימי B הקרוב לחותם C יעשה מרפנות כפולות. ובתוך הרפנות הכפולות יתן אפר (אשע) כרי שלא יתחכם החותם C מהום החותם B. מקום האפר כסימן בהצורה 123 עם האותיות a, a המוש 6 אשר קבוע בקצהו השמאלי אל החותם B יעבור דרך החותם C ושם יקבל את תנועתו על ידי תנועת האופן-המעופף. למען אשר יוכל האויר-החיצון הקר לבוא מצד הימין ולחדור בהמוכנה עד התגור להתחכם שם, נמצאים פתחים גם בהחותם C וגם בהחותם B, והפתחים האלה יפתחו ויסקרו על ידי דלתות (ווענטיללען). דלתי-החותם C הנה מסומנות בהאותיות g, g אבל בהחותם-המפרנס נמצאות תעלות דקות רבות אשר תוכלנה להפתח ולהסתם על ידי התרבקות והסרת טבעת אחת אשר בהתנועע החותם אל תוך הצילינדער לשמאל תדבק בו הטבעת ותסתום את נקביו, ובוצאתו לעומת פתח הצילינדער לימין תתרחק ממנו הטבעת ונקביו יפתחו, ואז יוכל לצאת האויר החם שבתוך החותם B ולבוא דרך הדלתות g אל תוך הצילינדער. הטבעת תוכל להתנועע אנה והנה בחלל הצילינדער, ומקיפה החיצון הוא דבוק בצמצום (פאסט גענויא) במקף-הפנימי של הצילינדער, אבל במקף-החיצון של החותם B נמצאת בליטה עגולה ככין טבעת במקום h, אשר אם תדבק הטבעת בכח האויר לעומת הבליטה אז תדבק הטבעת בהבליטה ותסתום את נקבי החותם B, ואם תדחק הטבעת בכח האויר הלחץ להתרחק מהבליטה והלאה, אז יפתחו נקבי החותם B.

§ 126.

באור תנועת-רצוא-ישוב (הין-אונד-הער-גאנג) אחת במוכנת עריקזאָהן.

נניח כי החותם C גם החותם B נמצאים בהתכונה המצוירה בתצורה 123 וכי המוכנה תתחיל לפעול, והנה: על ידי תנועת האופן-המעופף ידחק המטיל 6 פנימה, והחותם B יתנועע לשמאל, ואז תדבק בו הטבעת ותסתום את נקביו, אמנם באשר כי על ידי התרחקות החותם B מן החותם C יולד מקום-פנוי שהאויר הודק בו, על כן ידפוק האויר-החיצון על דלתי החותם C ויפתח אותן, ואז יבוא האויר-החיצון דרך הדלתות הפתוחות למלאות את המקום-הפנוי, ותעברת האויר-החיצון לא תפסק כל עוד אשר יתנועע החותם B הלאה לשמאל, ואודי שהתרחק החותם B מן החותם C בתכלית מרחקו, אז יתחיל גם החותם C להתנועע לשמאל, ועל ידי תנועתו יתנועע גם האויר (אשר ידחק לפניו) אל השמאל ובלחיצתו של האויר יפתחו דלתות החותם C, בעת היא יתלחץ האויר בהמקום-הפנוי שבין החותם C ובין החותם B אשר יתחיל אז לשוב מדרוכו ולהתקרב שנית אל החותם C, וכאשר תגדל התלחצות האויר מבינות להתחממות או חוסר בכח ההתלחצות הזאת הטבעת מעל פיות הנקבים שבתוך החותם B, ואז יבוא האויר-הקר שביניהם אל תוך החותם B ויתחכם בדפנותיו ובדופני התגור הבוער, ובזמן קצר כאד אשר יתכמה האויר במקום החם ההוא יתהמס עד שלש מאות מעלות, ובכח התפשטותו יעתיק האויר את החותם B ואת החותם C אל פתח הצילינדער

לימין , ובאשר כי החותם B הוא פתוח או , על כן לא יסבול הוא כל להוציא מהאוויר , אבל להוציא תעתק על ידו אל החותם C והוא החותם-העובר (ארבייטס קאלבען) אשר הסוג האחרון בו יסבב את סדן האופן-המעופף במענלה , ועל ידי תנועת האופן-המעופף ישוב החותם B להתנועע אל השמאל , ואחריו ירדוף החותם C , והתנועה חוזרת תלילה כמשפט שבארנו .

אולם המוכנה העריקואנית לא תתמהמה להשלים תנועת-ירצוא-ישוב אחת אשר להחותם אף כחלק אחד מאלף מהזמן אשר עלה לנו לבאר את תנועתה .



פרק תשעה עשר

מוכנות הפועלות בכח אויר-המרעיש (קנאלל גאז מאשינען).

§ 127.

אויר-המרעיש (קנאללגאז).

במרים אשר נוכל לבאר את פעולת המוכנה הנפלאה הזאת, נצרך לנו לבאר מעט מסבע האויר-המרעיש שהוא מקור הכח הפועל בהמוכנה הזאת, והוא: אם נערב בכלי אחד שתי מדות מאויר יסוד-המימי (וואסערשטאף גאז) ומדה ארת מאויר יסוד-החמצוי (זויערשטאף גאז), אז נשיג אויר-מעורב הנקוב בשם אויר-המרעיש (קנאללגאז), בשם אויר-המרעיש נקרא: יען כי אם נקרב שלהבת של נר או אם נתחוב ברזל מלובן בתוך הכלי שתערובת האויר נמצא בו אז יודלק האויר כרגע ויבער בחום גדול למאד וישמיע קול רעש גדול בקול קנה-החיריה. סבת הרעש הזה היא: כי שני האוירים השונים יתאחדו יחד על ידי החום למיזגה-בעמית שהוא המים, אבל על ידי החום הרב שיולד בהמשכם זה לזה שני היסודות-האויריים: יסוד-החמצוי ויסוד-המימי להדבק זה בזה ולהיות למים, יתחממו המים האלה עד מאד ויתחפכו ברגע הולדם לקיטור, ובכח התפשטות הקיטור בפתע פתאום יולד הרעש, אם נדליק את האויר-המרעיש בכלי סגור או יתפוצץ הכלי לרסיסים (1).

בכח ההתפשטות הזאת אשר להאויר-המרעיש בקשו חכמי-ההנדסה לעבוד עבודות מעולות, ויחשבו תחבולות להמציא מוכנה אשר בה יודלק האויר-המרעיש ואשר בכח-ההתפשטות הנולד על ידי חום הדליקה תצא פעולה מסדרת, אולם כל עוד אשר חפצו חכמי-ההנדסה להשתמש באויר-המרעיש המורכב מיסוד-החמצוי ומיסוד-המימי-הנקי לא יכלו להוציא כל תועלת ממנו, אחרי כי פעולתו הפתאומית והכבירה עד למאד היתה רבת הסכנה ובלתי מסדרה.

§ 128.

החכם לעאָנאָרע המציא מוכנה העוברת בכח האויר-המרעיש.
להחכם לעאָנאָרע צלחה למצוא תחבולה לעבוד בכח-ההתפשטות אשר

(1) הערה. את סבע אויר-המרעיש כאינו בספרנו הורכבה והתפרדה.

להאוויר-המרעיש הנולד מתערובות האוויר-הנשימה והאוויר-המאור (לייבט נאו) 1).
האוויר-המאור הוא האוויר אשר בו יוארו הרחובות והבתים בהערים הגדולות, והוא
אוויר מורכב מיסודי-המימי ומיסוד-הפחמי (קאָהלענוואַסער=שטאַף).
אם נערב שלש מדות אוויר-המאור עם מדה אחת אוויר-הנשימה, אז יודלק
האוויר בהריתו אש (כהאוויר-המרעיש) בקול רעש גדול, ואמנם החכם לעאָנאַרע מצא על
פי הנסיון כי אם נערב ערך תשע עשרה חלקים מאוויר-הנשימה עם חלק אחד מאוויר-
המאור, ונדליק אותם בכלי אשר חותם-מתנועע (איון בעוועגליכער קאָלבען) יסגיר
אותו, אז יוכשר החום הנולד על ידי השריפה ההיא לעבוד עבודה-מסודרה בהמתיתו
את האוויר הסגור בהכלי, ועל ידי זה יוכרח החותם לצאת החוצה .

§ 129.

לעאָנאַרע ממציא מוכנת האוויר-המרעיש .

החכם לעאָנאַרע אשר צלחה לו למצוא את התחבולה להשתמש באוויר-
המרעיש בתור כח-עובד, היה פועל באחד מברי המלאכה העושים כלי נחושה
(מאָנטאָר אין איינער בראַנז-פֿאַבריקע) בפאריז, ואחרי כן התעסק במלאכת
הגאלוואני-פלאַסטיק, וכאשר לא הצליח לעאָנאַרע בעסקיו, בקש תחבולות לבנות
מוכנות המתנועעות בכח העלעקטרימאָגנעטיזמוס, ובראותו כי יקר מאד מחיר
העבודה בכח העלעקטריציטאָט, שם לעאָנאַרע אל חכמת הכעמיע פניו, וינסה לעבוד
בכח-התפשטות של האוויר-המרעיש, ואחרי בהינות רבות המציא התחבולה להשתמש
בתערובות האוויר-המאור עם האוויר-הנשימה, ובשנת 1860 השלים לעאָנאַרע את
בנין המכונה הראשונה אשר המציא .

מוכנת-לעאָנאַרע מצאה הן בעיני חכמי חרושת-המעשה, ומחר נתפשטה
בכל העולם. במהיר הוכות לבנות מוכנות כאלו בארצות ספרד ובראזיליען שקל זען
פאָע מאה אלף פֿראַנק על יד לעאָנאַרע, ובכל ארצות תבל נפו חכמי חרושת-המעשה
לבנות מוכנות על פי שיטת לעאָנאַרע .

§ 130.

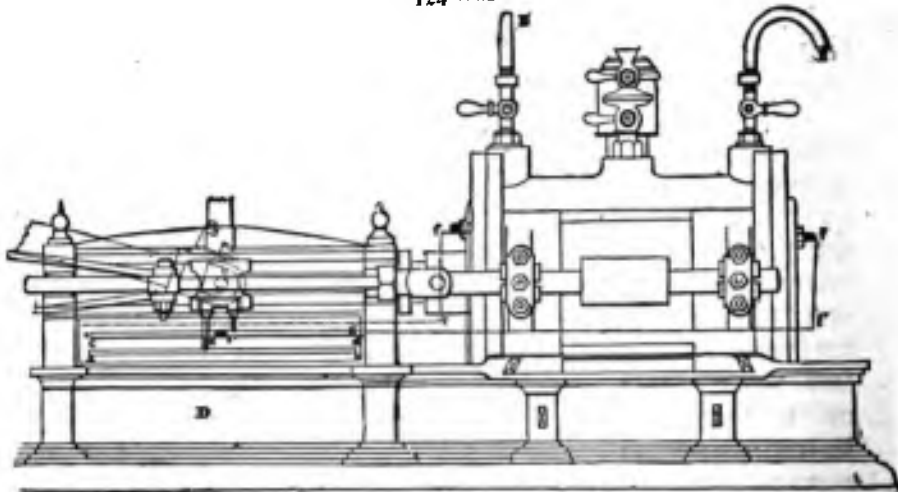
תבנית מוכנת-לעאָנאַרע .

הצורה 124 תורנו את תבנית המכונה-הלעאָנאַרית בהביטנו עליה מן הצד,
הצורה 125 תורנו את פנימית המכונה בכריתות ארכה בתכונה אופקית (אין האַרץ-
צאָנטאַל-לאָנגע-דורשנישט), והצורה 126 תורנו את פנימית המכונה בכריתות
גבהה (אין זענקערעשטען דורשנישט), והצורה 127 תורנו את פעולת החום
העלעקטרי להדליק את האוויר-המאור בהמוכנה .

(1) הערה . את טבע האוויר-המאור בארנו בספרנו המנוחה והתנועה פירק שמונה עשר
ובספרנו חכמת הכעמיע פירק שמונה ועשרים .

בהצילינדער C צורה 125 יתנווע רצוא ושוב החתם K אשר ממנו יוצא

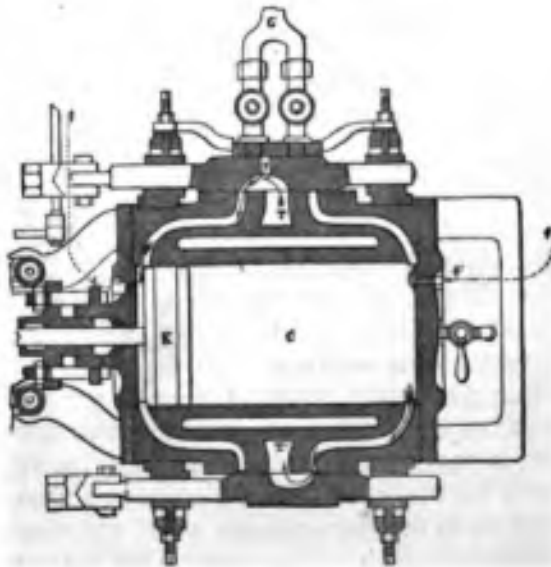
צורה 124



מוכנת לעאנארע

מוט האוחו בסדן אופן-מעופף (הכלתי סצור פה) להניעו, גם בהמוכנה הואת נמצאים

צורה 125



מוכנת לעאנארע מרונה לארבה

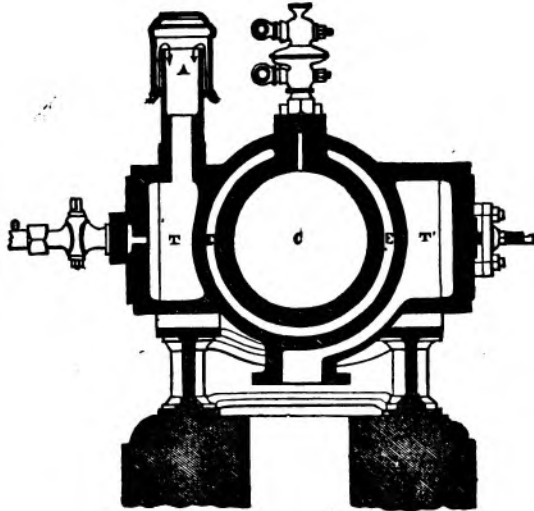
. מוכנת לעאנארע מרונה לארבה מוכנת לעאנארע מרונה לארבה

בריהים מועתקים
(שיבער) כאשר בהמוכנה
הקישורית, הפותחים
והתורים צינורות להכניס
ולווציא את האויר פעם
דרך הצינור T פעם
דרך הצינור T. דרך
הצינור T יבא האויר-
הנשימה מאחורי החתם
להתמוג ולהתאחד שמה
עם האויר-המאור, ודרך
הצינור T יוצא הקישור-
המימי והאויר חומץ-
הפחמי (קאהלענזייערע
נאז) שיולדו מערפת
האויר-המוג וגם החלק
מהאויר-הנשימה אשר
לא נתאחד עם האויר-
המאור ואשר בכח חום

השיריפה נתפשט בכמותו והעתיק בהתפשטותו את החתם K.

החום יגדל מאד בקרב הצילינדער , ולכן למען קרר את הצילינדער יקוף אותו נרתק של פחי ברזל ובהמקום הפנוי שבין הנרתק E E צורה 126 יעבור סילון של מים קרים .

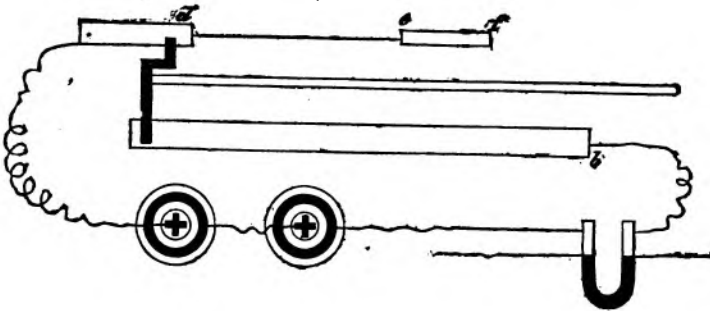
צורה 126



מוכנת לעאנארע כרותה לגבהה

בהמצב אשר נמצא בו הבריה-המעטק בהצורה 126, יבא האויר-המאור דרך הענף השמאלי אשר להצינור G ויתאחד בהחלל T עם אויר-הנשימה אשר ימצוץ

צורה 127



הבנה לחוליד הניצוץ העלסקרי

לתוכה דרך השפופרת A המצוירה בהצורה 126 ויכנס בתוך הצילינדער מאחורי החותם, ואחרי אשר מצצה המוכנה אויר די צרכה, אז תסגרנה שתי הצניורות: גם הצניור המציץ את האויר-המאור וגם הצניור המציץ את האויר-הנשימה. וברגע ההוא יודלק האויר המעורב בתוך הצילינדער באמצעות ניצוץ-עלסקרי שיוולד בהכנה מיוחדת המצוירה בהצורה 127 . האויר המתפשט בהצילינדער על ידי חום השרפה יעתיק את החותם ויעביר אותו מאחור לפנים .

המוכנה הלעאנארית היותר גדולה , בנה המהנדס מאַרינאָני וכחה יגדל ככח שמונה סוסים .

§ 131.

המהנדס מארינאני (Marinoni) תקן את מוכנת-לעאָנאַרע .

נתבונן נא על תהלוכות הפעולה במוכנת-לעאָנאַרע, ונראה כי לראשונה הוא מן ההכרח להקיף ביד את האופן-המעופף (שוואונגראד) למען אשר יתבוללו האויר-הנשימה והאויר-המאור בצד השמאל של החותם בהצורה 125 ויבואו לפעול מאחורי החותם, בבוא האויר-המאור לתוך המוכנה יקתם הצינור G צורה 125, ואז יודלק האויר-המאור על ידי הניצוץ-העלעקטרי הנולד על קצי חומי הסוללה-הגאלוואנית f צורות 125 גם 127, ומן הדליקה הראשונה הזאת תתחיל המוכנה לפעול את פעולותיה מעצמה מבלי שתצטרך עוד לעזרת ידינו.

הבריה אשר לפני הצינור שממנו יוצא האויר-המהוכחם החוצה, לא יסתום את פתח הצינור עד אשר יגיע החותם בתנועתו קרוב לקצה דרכו, למען אשר יוכלו האוירים שגולדו על ידי הדליקה הנמצאים מימין להחותם לנוס החוצה דרך הפתח הפתוח הזה, ובכל תנועת-רצוא-ושוב של החותם תשאוף המוכנה את האוירים אל קרבה בעזרת התנועה-המתמדת אשר להאופן-המעופף.

עוד מעט אתה נמצא במוכנת-לעאָנאַרע, והוא: כי ברגע הראשון תהיה בה תנועת החותם נמהרה ביותר, וכל עוד אשר יתרחק החותם בדרכו מן תחלש התנועה הזאת, כי הלא בערך התפשטות האויר מאחורי החותם מן תקטן גם כח-ספניותו (זיינע עלאסטיציטאָט), ועל כן אלו היתה המוכנה עובדת מבלי אופן-מעופף או היתה פעולתה בלתי מתמדת, אך היתה פועלת בנדיחות פתאומיות רצופות בזו אחר זו, ולכן תצרך המוכנה הזאת לאופן-מעופף כבד אשר בכח-תנופתו (דורך זיינער שוואונגקראַפֿט) יישר את התנועה הבלתי מסודרה ויהפכה לתנועה-שוה-המהירות (אין איינע בעווענונג מיט גלייכפֿארמיגער געשווינדיגקייט).

המהנדס מארינאני עשה להצילינדער שתי דלתות (ווענטילע) אשר בעדן יבוא לתוך הצילינדער פנימה בכל תנועת-רצוא-ושוב אשר להחותם נצוק דק של מים חמים, המים האלה יתהפכו כרגע לקימור, והקימור הזה יגביר את לחיצת האוירים המזוממים, וגם ההדלקה לא תהיה פתאומית בסבת הקימורים האלה, גם יתעלם בהקימור חלק קצוב מהחום, וביהוד גדלה תועלת הקימור הזה כי בהתערבו עם השמן-המשחה (שמיר אָלע) שבהצילינדער יהיה לחומר-המשחה (שמיר מיטטעל) הטוב מאד להמעיט את הרתחכות בין דופני החותם והצילינדער.

§ 132.

המהנדס הוגאן (Hugon) הסיר את הסוללה-העלעקטריית

(עלעקטרישע באטעריי) ממוכנת לעאָנאַרע .

כאשר בארנו בהסימנים הקודמים את פעולת מוכנת-לעאָנאַרע לא שמנו אל

לבנו לבאר את אופן פעולת הסוללה-העלעקטרית צורה 127, המכוננה להדליק כפעם בפעם את האויר-המרעיש שבתוך הצילינדער, יען כי ההכנה הזאת הוסרה כבר ממוכנת-לעאָנאָרע, בי המהנדס הוגאָן מצא כי טוב יותר להדליק את האויר באמצעות שלהבת קמנה של אויר-המאור ולהמציא תחבולה אשר בכל תנועה ותנועה שישלים החותם בתוך הצילינדער יפתח פתח קמון בהצילינדער כנגד השלהבת הזאת, ואז יתלהב האויר-המרעיש מאש השלהבת ההיא .

בהסרת הסוללה-העלעקטרית הוסבה מאד המכונה-הלעאָנאָרית, כי עם ההכנה הזאת הוכרו יחד גם כלים רבים ממנה שהיו מתוקנים רק לסגור ולפתוח את הצירים (פאָללע) אשר להסוללה הזאת .

§ 133.

המוכנה-הלעאָנאָרית הפשוטה-בפעולתה אשר פָּנה המהנדס אָטטו (Otto) אַטטוֹאִים איינפֿאַרצײַטיקנידע קנאללאַז-מאשינע) .

המהנדס אָטטוֹאִים לא ישתמש בהאויר-המרעיש בתור כח-עובר, אך ישתמש בו רק להרים את החותם למעלה, והחותם יורד מעצמו למטה מנסיבת כובדו הרב ומנסיבת האויר-החיצון הלוחץ עליו, ובירידתו למטה יעבוד החותם את עבודת המוכנה .

לתכלית הזאת הציג המהנדס אָטטוֹאִים את הצילינדער בהמוכנה שלו בקומה-זקופה, ואת החוהם המתנועע בתוך הצילינדער בתנועה-עולה-ויורד עשה כבד מאד במשקלו, וזגה בהדלק האויר-המרעיש מתחת לתחתם או יורוק בכח גדול את החותם למעלה .

מִן החותם יוצא כוח-חרוץ (געצאקטע שטאנגע) של ברזל-עשת בעל שְׁנַיִם רביים, והמוט הזה יאחוז בשניו בין שְׁנַיִם איפנים-בעלי-שְׁנַיִם (די געצאהנמע שטאנגע גרייפֿט אינ'ס טריבווערקע געצאהנמער ראָדער) .

דעת לנבון נקל: כי בהמוכנה הזאת יפעול החותם להניע אותה רק במשך ירידתו למטה, אבל במשך עלייתו למעלה לא יפעול החותם מאומה, אולם החותם יתפעל או רק מכח התפשטות האויר המגביה בכחו את החותם למעלה, ועל כן יהיה פעולת מוכנת-אָטטוֹאִים כפעולת מוכנת-נעווקאָמען שבארנו בחלק השני, ואלו לא נתחבר האופן-המעופף להמוכנה הזאת כי עתה היתה פעולתה נפסקת ומתחדשת לרגעים, אבל האופן-המעופף ייִשר (רעגולירט) את הפעולה בה, כי בעת אשר יעלה החותם למעלה ולא יפעול על תנועת המוכנה או יפעול עליה האופן-המעופף בכח תנופתו (דורך זיינער שוואונקראַפֿט) .

§ 134.

כשרון הפעולה אשר למוכנות-לעאָנאָרע .

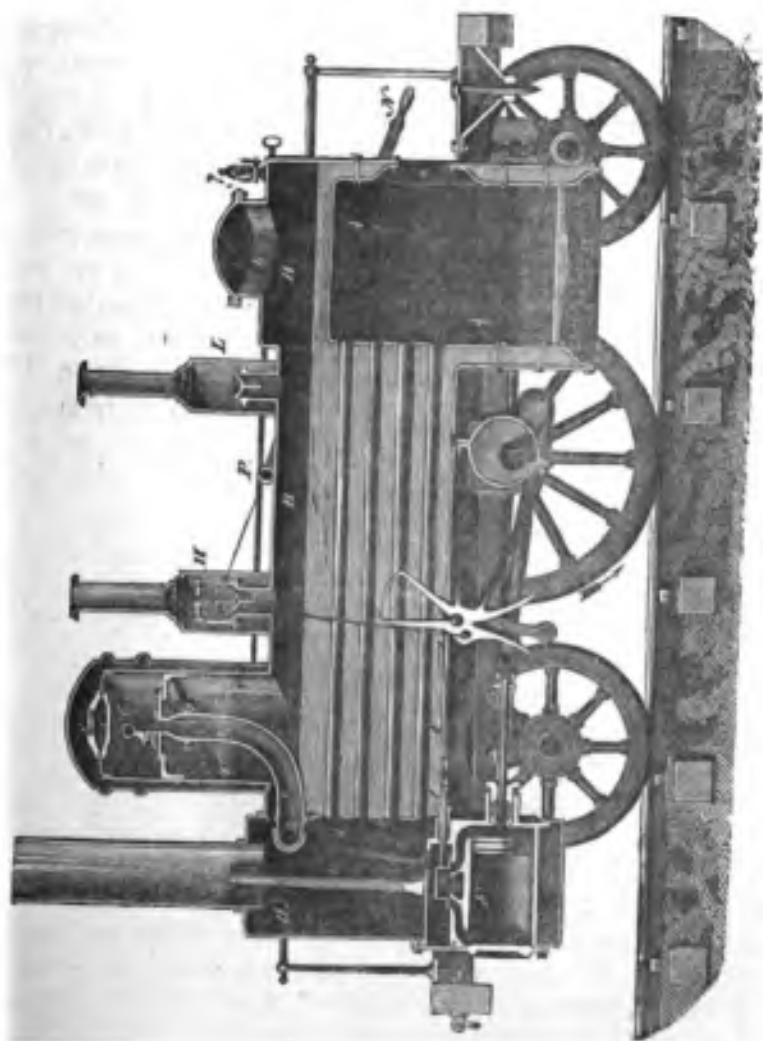
כל המוכנות האלו הבנויות על פי שמת לעאָנאָרע הֵנָּה טובות למאד, כי

צריכות הנה רק למקום מצער ונער קטן יוכל לנהוג בהן, כי כל מלאכתו הוא להשגות על שמן-המשחה להמשיך משעה לשעה מעט מהם בין החלקים המתדבכים אשר בהמוכנה, וגם נוכל להתחיל ולהפסיק את פעולת המוכנה בכל רגע ורגע בכל הנצרך לנו למלאכתנו, גם יוכל כל בעל מלאכה להשתמש בה, כי תוכלנה המוכנות האלו להבנות קטנות למאד, באופן אשר כח עבודתן יהיה אך כרביעית מכה הסוס או ככה שני פועלים מבני אדם, ומחיר האויר-המאוד אשר יעלה להניע מוכנה קטנה כזאת במשך עשרים וארבע שעות יום ולילה מבלי הפסק, הוא פחות מעט משלשה פראנק או כשבעים קאפייקען כסף או כשלשה קאפייקען לכל שעה.

ואם נתבונן כי המוכנה אשר כחה היא כשני פועלים תוכל לפעול כל העשרים וארבע שעות מבלי הפסק בעוד אשר הפועל לא יעבור כי אם שמונה שעות (אחד גבוי זמני האבולת המנוחת והכשלה), אז הלא אם נרצה לפעול את הפעולה הזאת אשר תפעל המוכנה ולעשותה בכח ידי פועלים, אז יצטרך לנו ששה פועלים, ובאשר כי את כל עבודת הששה פועלים תעבור המוכנה במחיר שבעים קאפייקען ליום, אז הלא תעבור פעולה פועל אחד ליום במחיר $11 \frac{1}{2}$ קאפייקען.

מחיר מוכנה קטנה כזאת הוא כשמונה מאות סלעים או כתשע מאות רובל כסף.





ספר

תולדות האש והמים

א

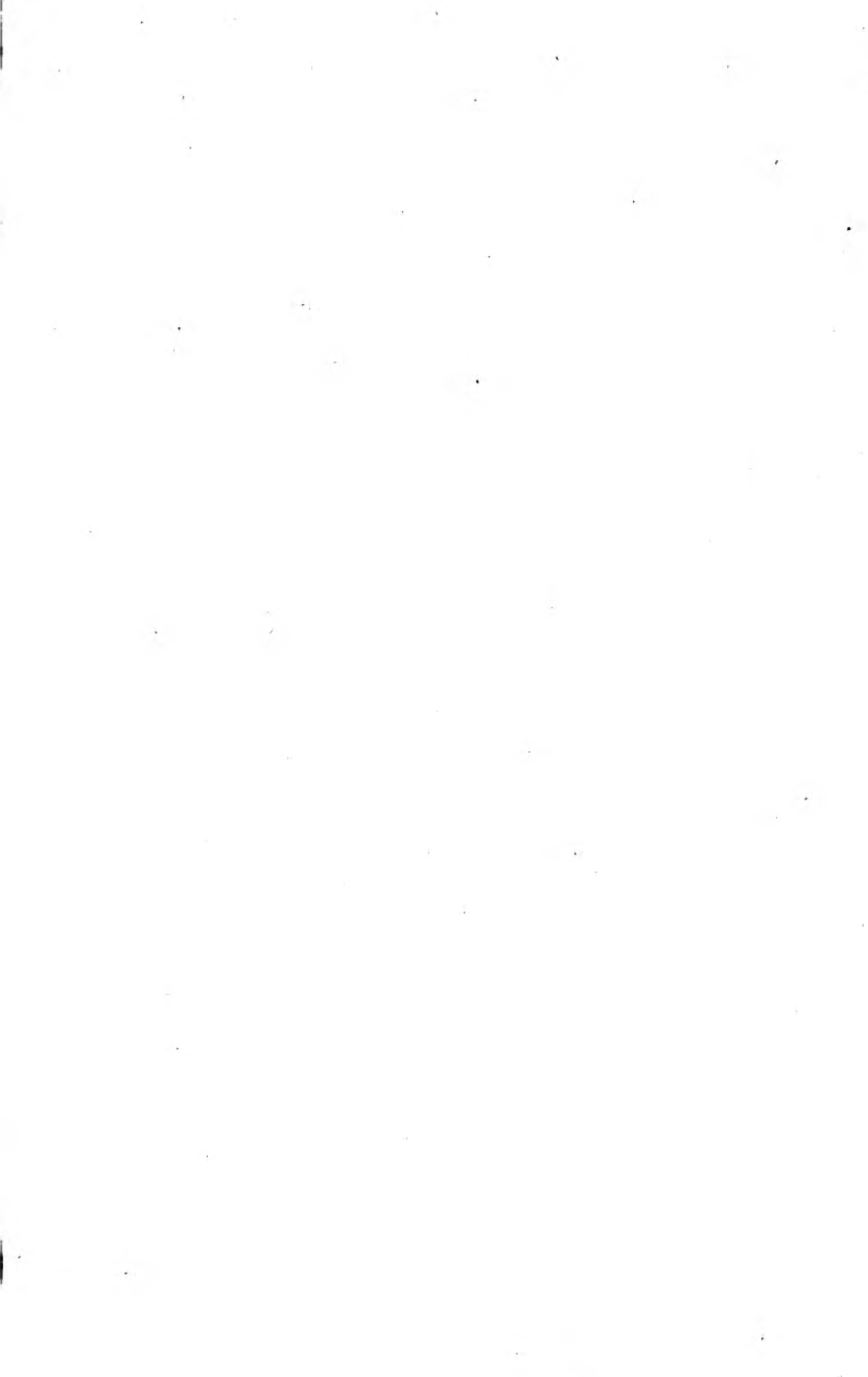
פעולת כח הקיטור המימי



חלק שלישי

יכלול בקרבנו

תבנית אניית הקיטור וקורות המצאתה





פרק עשרים

מעבר האניות (שייטצ'הרט) בימי קדם .

§ 135.

המצאת האניות, הדוכרות (פלאמען), והמשוטמים (רודער) .

סופרי קורות ימי קדם יספרו לנו הגדה עתיקה : כי פעם נצב איש על שפת הנהר ובעודנו חושב מחשבות לעבור את הנהר וירא עץ צף על פני המים ועליו ישב עכבר , משתומם עמד האיש ויבט עד אשר הגיע העץ עם העכבר אשר עליו אל החוף השני מהנהר , אז נתן האיש אל לבו ללמד דעת מהחיה הקטנה הזאת , ויבחר גם הוא עץ וישכב עליו ויחבקהו בודעותיו ויצף עליו לאורך ולרוחב הנהר , ויהי האיש ההוא הספן הראשון בכל משפחות האדם .

על יד על יד השכילו בני האדם להכין להם ברבות הימים מושב או משכב טוב ונאות על העצים אשר צפו עליהם , ואחרי כן התבוננו בינה גם לעשות הלל בתוך העץ ולתן בו החפצים אשר רצו להעביר מחוף האחד אל משנהו , על גזעי-עץ הלולים כאלה יצופו גם היום הגוים הפראים .

למען הגיע את העץ למחוו הפצם התחילו הספנים הראשונים להניע את המים בידיהם וברגליהם, אמנם אחרי כן השכילו לבחור בענפי עצים להניע בהם את המים , ובה המציאו את המשוטמים (רודער) .

§ 136.

מעבר האניות בימי קדם .

התקופה הראשונה לקורות מעבר-האניות חתולה בערפל ככל התקופות הראשונות לקורות ימי עולם . המצאת מעבר-האניות קדמה זמן כביר להמצאת המכתב , כאשר נראה גם היום את פראי העסקימען ותושבי זעעלאנד הדישה אשר השתלמו כבר במדרגה-ידועה במבנה-האניות ובמעברן מאי לאי בין גלי הים הסוער לצוד ציד התנינים הגדולים, בעוד אשר אינם יודעים גם היום מאומה מתכתב, ועל כן ניגע לריק גללות צפונות בדברי הימים הראשונים למעבר-האניות .

כבר הראנו בספרנו חכמת המאננעטיזמוס כי עמי קדם מבלתי ידיעתם את סגולת האבן-השואבת ומעשה הקאמפעס לא יכלו לעבור באניותיהם בלב ימים , אך תמיד נסעו בקרבת החופים אשר להימים , ולא הרחיקו ללכת פנימה בתוך הים , אולם בכל זאת היו גם הנסיעות האלו לתועלת גדולה להרים את העמים למעלה במדרגת השכלתם .

הדת-חלה הראשונה לחיי המדינה (שטאממענלעבען) נמצאה בהארצות אשר נהרות גדולים יעברו בהנה , על חוף יאור מצרים ועל חופי הנהרות פרת וגוון נוסדו הממלכות הראשונות-מצרים ואשור ובבל, עמים אשר שרידי בניני עריהם אשר נבנו זה כחמשת אלפים שנה יפליאו אותנו גם היום , אולם פעולה עוד יותר גדולה פעלו הפי הימים על הגוים אשר גרו סביבותם .

§ 137.

הכנענים היו ראשית כל הגוים במעבר-האניות .

הגוי אשר הצמיין ביותר מכל יתר גויי הארצות הקדמינים במעבר-האניות היו הכנענים יושבי צור וצידון , עם אשר שפה אחת ודברים אחדים דברו עם היהודים גוי נאור מאז ומקדם , ובימי המלך שלמה התחברו גם היהודים עם הצורים ויעשו אגודה אחת לעבוד באניותיהם בנסיעות רחוקות , כי אָנִי תרשיש למלך שלמה בים אשר ארחה לחברה עם אָנִי חירם מלך צור אשר אחת לשלש שנים תבוא האניה נושאת זהב וכסף שנהבים וקופים ותבנים .

אם נתבונן על החפצים אשר נשאה האניה ועל אורך הזמן הנדרש לה לנסיעה אחת , אז נוכל להאמין כי כבר ידעו הצורים את הדרך להודו-המזרחית וגם סבבו באניותיהם את חוף נגב אפריקא .

אולם עוד לפני הכנענים עברו הערביים באניותיהם מים אל ים , והן המה היו הראשונים אשר סתרו את ארצות הודו-המזרחית , ואשר הגיעו באניותיהם עד האי ציילאן .

גם המצרים בנו אניות גדולות למאד , כי בנפול צור מתגרת יד אלכסנדר המקרני והעיר הגדולה אלכסנדריא אשר בנה אלכסנדר הגדול נתמלאה מחורבנה

של צד, או הגלו חובלי-האניות אשר היו בצור וצידון, וכל עושי מלאכה במים רבים נדדו הלכו לארץ מצרים כאלכסנדריא והיו לחובלי אניותיה ולמלחיה.

מהכשדים למדו הצורים את תכונת הכוכבים ומקומם בשמים (שמשרעג-קונדע), ובהמוכבים האלה כטחו סגני הצורים לבחור בהם למורי דרכם בעברם בימים, הצורים עברו בבר את הים-התיכון לארכו ולרחבו, ויעברו להלאה מעמודי הרקלים (הוא מעבר הגיבעראלמער) ויבאו אל הים אוקינוס המערבי עד ארצות ספרד, ויביאו משמה כסף, ומשמה נסבו צפונה, ולקחת בדיל באו עד איי בריטאניא, וגם בהים-הצפוני (נאָרדזעע) עברו הצורים באניותיהם ומשמה באו אל הים-הקדמוני (אָסטזעע) עד חוף פרייסען וקורלאנר, ויביאו משם את האבן-האקדה (בערענשטיין).
כשלישת אלפים שנה לפני זמנינו זה יסרו הצורים את העיר כרתא הרתא קארטאגא (Kartago) באפריקא, ועד מוצאות (קאָלאַניען) רבות על חופי הים באזיא ואפריקא ואיראפע, וההי העיר קארטאגא שדתי בים.

§ 138.

מעבר-האניות אצל עמי ההעלענים, הבינעזים והיאפאָנים.

ההעלענים היו גם כן נוי אשר לחוף ימים שכן, ויסרו מוצאות הרבה אשר

צירה 128



תבנית אנית הנארימאנים לפני אילף שינים

נזכיר מהנה רק את זיראקום, היא העיר הגדולה אשר נתמלאה כחורבנה של קארטאגא, יושבי האי תרשיש השכילו לראשונה לעשות סכה על אניותיהם.

גם הבינעזים והיאפאָנים הכה נוסעי באניות מאו מעולם, וגם המאָלאיען שוכני מעבר לעגול-המשהו תיכנה גפוצו בעזרת אניותיהם על פני כל איי ים אוקינוס הדרומי.

הנארמאנים יושבי הצפון עברו גם הם באניות , הצויה 128 תורנו תבניה האניה אשר נסעו בה הנארמאנים לפני אלף שנים .
 בימי הבינים התחילו עמי איראמע וביהוד יושבי איטאליען,ספרד,פארטוגאל, בריטאניא , האללאנד , שוועדען, נארוועגען ודענעסארק לעבור באניות גדולות בנדרות ובימים .

§ 139.

האמצעים שהשתמשו בהם הספנים להניע על ידם את אניותיהם .

הכלית העברת-האניות (שיפאָרמ) תניע יותר למדרגת שלימותה כל אשר יושלמו יותר האמצעים-העוזרים להניע את האניות (בעווענגנס הילפס מיכמעל) , והנה לעבור מהנהרות אל המקום שישתפכו בנהרות אחרים או בימים,היו הספנים משהפקים בכח מרוצת שטף הנהר,אולם להעביר את האניות לנוכת שטף הנהר השתמשו בכח אדם ובהמה המושכים אניותיהם בחבלים , כמו שתורנו הצויה 129 , אבל התחבולה הזאת

צויה 129



אניה הנמשכת בחבלים

טובה היא רק במקום שהוכלנה האניות לצוף קרוב לשפת הנהר , ובמקום שיש דרכים מתוקנים מצדי הנהרות למדרך רגלי הבהמה והאדם המושכים את האניות , ועל כן בקשו הספנים כאז ומקדם אמצעים אחרים למען יוכלו להניע על ידם את אניותיהם גם לעומת שטף הנהר , ומצאו לזה שתי תחבולות :

א. להניע את האניות במשומים בידי אדם .

ב. להציג תורן בראש האניה ולפרוש עליו מפרש (אייז זעגעל) למען אשר ינשב בו הרוח להניע את האניות אל מקום שתהיה מנמת הרוח ללכת.

לראשונה התנועעו האניות אך במשוט אחד, ואחרי כן נתוספו על יד על יד מספר המשוטים, המלחים תופשי המשוט ישבו על ספסלים ארוכים השברים לרוחב האניה מקצה אל הקצה, הרומיים והקארטאגים הושיבו את המלחים המניעים את אניותיהם על המשה ספסלים, באניות-המלחמה אשר לאלכסנדר המוקדני נמצאו עשרה, ובאניות המלך פטאלמאאום זאמער נמצאו שנים עשרה, ובהאניה היותר גדולה הנודעת לנו מימי קדם היא אנית המלחמה אשר להמלך פטאלמאאום פילאפאטאר נמצאו ארבעים ספסלים, ועל כל ספסל וספסל ישבו הרבה מלחים תופשי-משוט, עד כי עלה לפעמים מספר המלחים על אניה אחת עד ארבע או חמש מאות איש, גם המצרים הקדמונים בנו אניות המתנועעות בכח משוטים למאות, כאשר נראה מהציורים העתיקים אשר נשארו לפליטה מתוקים על קירות הפירמידען.

§ 140.

תורני ומפרשי האניות.

המלחים הרבים אשר נדרשו להניע אניה גדולה העלו את מחד הנסיעה עד למאר, וגם דרשו מקום גדול לישיבתם, ועל כן התחכם האדם להשתמש גם בכח הרוח ויעש לו תורן ומפרש.

הרוח הוא עבר העובר עבודתו חנם אין כסף, אבל הוא גם עבר המתפרץ מפני אדוניו ולא ישמע בקולו, כי ימים רבים ישקוט הרוח וינחו לפעמים המפרשים (ועגל) תלויים לאורך התורן מבלי להמתח, ובכליון עינים יתצו הנוסעים על העת אשר ישוב הרוח שנית לפעול את פעולותיו, אבל פעמים רבות ינשב או הרוח בסופה וסערה וישבר את התורן ויקרע את המפרשים ויטבע את האניה במצולות ים.

ועל כן כאשר נפרצה מעברי-האניות בקשו חכמי הרושת-המעשה למצוא תחבולה להניע את האניות בכח-מתמיד ובלתי יקר במחרו, בכח אשר ישמע בקול האדם לעבוד את עבודתו במשטר ישר, ועל כן מיד כאשר נמצאה המוכנה-הקישורית או החלו חכמי הרושת-המעשה לנסות אולי הצלח המוכנה הזאת להניע בכח הקישור גם את האניות.

§ 141.

אניות המתנועעות בגלגלים.

להשתמש בגלגלים להניע את האניות היא המצאה עתיקה לימים מאד, כי גם הרומיים הקדמונים השתמשו כבר באניות בעלי גלגלים אשר נתגלגלו בכח פרים (דורך אקסען קראָסמע), ובשנת 1687 בנה גם המהנדס הצרפתי דוֹניע אניה בעלת גלגלים.

אמנם הכח אשר בו הניעו הרומיים והצרפתים את גלגלי אניותיהם היה כח אדם ובהמה, ועל כן עלה שבר עבודתם יתר על תועלתם, ולכן לא נתרבו או אניות בעלי גלגלים כאלה אשר שחרם יצא בהפסדם.

פרק אחד ועשרים

קורות האניה-הקיטורית עד החכם פולמאן .

§ 142.

התחלת המצאת אניה-הקיטורית .

הראשון אשר חפץ להניע את האניה בכח-הקיטור היה תובל-האניות הספרדי בלאסקא דע גארי, כאשר בארנו מבחינותיו אשר עשה בהעיר בארצעלאנע לעיני הקיסר קארעל החמישי בשנת 1543, אולם כאשר ראינו כבר בהחלק השני מספרנו זה לא נודע לנו תבנית המכונה שהשתמש לזה, כי הסתיר אותה בתוך האניה מעין הוא .

מהאניה-הקיטורית אשר בנה פאפין בשנת 1707 ומה הניע לו על ככה בארנו כבר, וכן נודע לנו כי גם זאונארע נסה להניע אניות בכח הקיטור .

§ 143.

האקאדעמיע להמדעים בפאריז המכימה לדעת המהנדס בערנאאוללע : כי בכח הקיטור לא תוכל האניה להתנועע .

בשנת 1732 שלח אחד מאצילי גרמניא מאמר בהאקאדעמיע להמדעים אשר בפאריז, ובמאמרו זה באר את התחבולה אשר מצא לבנות אניה בעלת גלגלים אשר יתנועעו בכח ארבעה סוסים הפועלים בה, ועל פי המאמר הזה נתעורר חכמי האקאדעמיע להודיע כי נכונים המה לגמול בכסף להאיש אשר יכתוב ספר להודיע: מה המה האמצעים היותר טובים אשר יעזרו אחרי הרוח להניע את האניות? את הגמול (פרעמיע) השיג הספר אשר כתב המהנדס המהולל דניאל בערנאאוללע בשנת

1753, ובספרו זה הראה לדעת: כי קצרה כח המוכנה-הקיסורית שהמציא געווקאמען כאשר תקצר גם יד המוכנה הפועלת בכח אבק-מורה שהמציא פאפין להניע את האניות, בעוד אשר החכם ג'יאמע אמר בספרו אשר כתב גם הוא אז להשיג גמול האקאדעמיע: כי אפשר להניע משומים בכח המוכנה-הגעווקאמענית, חכמי האקאדעמיע הסכימו לדעת בערנאאוללע.

גם המהנדס יונתן דולל בענגלאנד כתב ספר בשנת 1757 ובאר בו איך להשתמש בהמוכנה-הגעווקאמענית להניע את האניות בגלגל גדול הקבוע מאחורי האניה והמתנועע בכח הקיסור, אבל עצתו לא מצאה און קשבת.

§ 144.

פֿעריע זופֿרע קֿנו איש איש אניה המתנועעת בכח הקיסור.

הצרפתי פֿעריע בנה בשנת 1775 אניה-קיסורית, אבל היא היתה יכולה ללכת רק בתכונת שטף הנהר (שמראם אבווערסס) ולא יכלה להתנועע לעומת השטף.

המארכי זופֿרע בנה בשנת 1783 אניה אשר בה פעלה מוכנת-וואט להניע משומים רחבים העשויים בתבנית כנפים שיוכלו להתרחב ולהתקצר, ואניות הלכה גם לנוכח שטף הנהר, אבל מחדס כסף לא יכול זופֿרע לבנות אניה גדולה, ובשנת 1790 תגלה עם בית בורבאן מארצו ולא יכול בכספו המצער לבצוע גם את אשר החל לעשות.

§ 145.

המהנדס פֿיטך בנה אניה-קיסורית באמעריקא בשנת 1787.

בשנת 1784 שלחו שני חכמי הרושת-המעשה מכתבים אל וואשינגטאן נשיא ארצות-הברית באמעריקא, והודיעו לו איש איש במכתבו תחבולה מיוחדת לבנות אנית-קיסור, שם האחד היה יונתן פֿיטך, אשר בנה בשנת 1787 אנית-הקיסור אשר הניעה במשומים-זקופים, אך באשר כי השהמש פֿיטך במוכנה קטנה לכן התנועעה המוכנת בעצלתיים.

פֿיטך היה אומן עושה מורה-שעות ולא היה לו כסף די להוציא פעלו לאור, ועל כן השתתף עם אנשים עשירים אשר נתנו לו מוצא לכסף לבנין האניה, אבל כראות השותפים כי לא ירווחו בעסקם וכי נמשכה העבודה זמן רב, אז אמרו נואש לכספם ומשכו את ידיהם ממנו, ואחרי אשר קרה לפֿיטך אסון בארת הנסיעות אשר נסעה האניה שלו על נהר דעלאווארע כי נתפוצצה קלחת-האניה, אז עזב גם פֿיטך בשנת 1791 את אמעריקא ויבוא צרפתה לנסות שם אולי תצלח לו להמזות את ממשלת צרפת לעזור לו לבנות אנית-קיסור גדולה. הממשלה-הצרפתית נעתרה לו בראשונה, אך המלחמות עצרו או בעד הכמשלה לקיים את הבטחתה, וישב פֿיטך לאמעריקא וימת שם, ובמותו השאיר את מכתביו על דבר בנין האניה-הקיסורית

צָדוֹר וְתָתוּם, וּיְכַתּוּב בְּסֵפֶר-הַצִּיּוֹאָה אֲשֶׁר לֹא: כִּי הַכְּתָבִים הָאֵלֶּה לֹא יִפְתָּחוּ עַד עֲבוּר שְׁלֹשִׁים שָׁנָה מִיּוֹם מוֹתוֹ .

§ 146.

רומזיי בְּנֵה אֲנִיּוֹת-קִימּוּרִיּוֹת אַחֲדוֹת בַּעֲנַלְאֲנַר בִּשְׁנַת 1789 .

הַמְּכַתֵּב הַשְּׁנִי אֲשֶׁר נִשְׁלַח אֶל וואַשינגטוֹן בְּדַבְּרֵי אֲנִיּוֹת-הַקִּימּוּר הָיָה מֵהַחֹכֵם רומזיי , עֲצָתוֹ הָיָה לְחַקֵּן כְּלֵי-הַרְקָה גְּדוֹל (גְּרַאָסְסֶע פּוֹמפּעֶנוּועֶרְקֶע) הַמְּתַנּוּעֵעַ בְּכַח-הַקִּימּוּר אֲשֶׁר יִרְיֵק אֶת הַמִּים מִלִּפְנֵי הָאֵנִיָּה וּיִשְׁפּוֹךְ אוֹתָם מֵאֲחֻרְיָהּ . אֶת הַתְּחִבּוּלָה הַזֹּאת הוֹכִיר כְּבֵר הַמַּהְגֵּדִם בַּעֲרֵנְאָאוּלֶע , וְגַם הַחֹכֵם הַמְּהוֹלָל פֶּרְאֲנֶקְלִין יַעֲיֵץ לְרומזיי לְנִסּוֹת אֶת הַתְּחִבּוּלָה הַזֹּאת, וְרומזיי הוֹצִיא אֶת מַחְשַׁבְתּוֹ אֶל הַפּוֹעֵל, אֲבָל בְּאִשׁוּר כִּי הָאֵנִיָּה אֲשֶׁר הַנִּיעָה רומזיי בַּעֲזָרַת כְּלֵי-הַהַרְקָה הַמְּתַנּוּעֵעַ בַּעֲצָלְתִּים, לְכֵן חָשַׁב רומזיי מַחְשַׁבּוֹת אַחֲרוֹת, וְהוּא: לְהַנִּיעַ בְּכַח הַקִּימּוּר בְּיָדֵים אֲרוּכִים אֲשֶׁר יִשְׁעֲנּוּ עַל קִרְקֵעַ הַנְּהַר, וּבִזְוֵה יַעֲתִיקוּ אֶת הָאֵנִיָּה לְלִבְתּוֹ הָאֵלֶּה, אֶת הַבְּרִידִים חֵבֵר רומזיי אֶל סָרֵן אוֹפֶן-הַמַּעוֹפֵף (אֶקְשֶׁע דַּעַס שוואַונגֶראַרַעַס) אֲשֶׁר לְהַמְּכִינֶה-הַקִּימּוּרִית, אֲמַצֵּם גַּם רומזיי לֹא מִצָּא בְּאֻמְעִרִיקָא אֶת הַעֲזָרָה הַרְאוּיָה, וְעַל כֵּן נִסֶּע בִּשְׁנַת 1789 לְאֶנְדְּאָנָה, הָאֲנַגְלִים קִבְּלוּ אוֹתוֹ בְּשִׂמְחָה וְגַם נָתְנוּ לוֹ מוֹצֵא לְכַסֵּף, שְׂמַחַת בְּנֵה רומזיי אֲנִיּוֹת-קִימּוּרִיּוֹת אַחֲדוֹת אֲשֶׁר גַּם הֵנָּה לֹא הִנִּיעוּ עוֹד לְמַדְהַת הַשְּׁלִימוֹת .

§ 147.

חֲכָמֵי הַגֵּדֶסָה רִבִּים נִמוּ בַּעֲנַלְאֲנַר וּבְאֻמְעִרִיקָא לְבִנּוֹת אֲנִיּוֹת-קִימּוּרִיּוֹת וְלֹא עֵלְתָה בִּידֵם לְהַבִּיא אוֹתָן לְשִׁלְמוֹתָן .

בִּשְׁנַת 1788 בְּנֵה פֶאֶמְרִיק מִילְלֶעֶר אִישׁ שְׂאָמְלֶאֲנִי אֲנִיּוֹת-קִימּוּר קִמְנָה וְטוֹבָה, וּבְכָל זֹאת לֹא הָיָה לֹא לִידוֹ לְבִנּוֹת אֵנִיָּה גְּדוֹלָה . בַּעֲת הַהִיא הַתְּחִילוּ עוֹד חֲכָמִים רִבִּים לְבִנּוֹת אֲנִיּוֹת הַקִּימּוּר, הֵן הֵמָּה: לִיווִינְגְּשְׂטָאָן, שְׂמִינְגְּטָאָן, קִינּוֹלִי, רֶאָזֶעֶנוּועֶלְעֶר, קֶלְאָרְקֶע, סְמֶאָנְהַאָפֶע, בְּרוֹנְעֶל, דַּעֲבֶלְאָנְק, אֲבָל כֹּלֵם לֹא רָאוּ פְרִי בַּעֲמֵלָם, כִּי כֹלֵם לֹא הוֹצִיאוּ פְעוּלָה שְׂלֵמָה לְאוּר .

פרק שנים ועשרים

פולטאן ממציא האניה-הקיטורית .

צורה 130



צורת החכם פולטאן ממציא אנית הקיטור

§ 148.

ראבערט פולטאן אבי האניה-הקיטורית .

ראבערט פולטאן אשר את המענתי תורה לנו הצורה 130 נולד בשנת 1765 בהעיר ליטלע-ברייטאן , אבותיו היו מדלת העם ובאו מארץ אירלאנד לאמעריקא להחיות את נפשם בניגע כפיהם כעבדם בתור שכיר-יום , אבי ראבערט פולטאן מת עליו בנעוריו , והשאיר אמו העניה לבדה , ולא יכלה לשכור לבנה מורים טובים או לשלחו אל אחד מבתים-ספר העיר , תל כן למד הנער את ראשי יסודות הקריאה

והכתיבה בבתי-הספר אשר בכפר , וכמעט ידע הנער פֿולטאן לקרוא ולכתוב מעט ותמסור אותו אבו לצורף-זהב בהעיר פֿילירעלפֿיא .

אולם ראבערש לא השתפק ללמד רק את אומנתו לבדה , אבל בעתות החופש התעסק גם במלאכת הציור ובמלאכת המעֿאניק-המעשי , ובטרם אשר הגיע ראבערש לשנת השבע עשרה יָד כבר ציורים נחמדים וימכור אותם ברחובות קריה , כי ידע לצייר גם פני אנשים בדמותם ובצלמם, מלאכת-הציור נשאה לו פרי, ויאסוף ראבערש די כסף ויקנה לאמו בית ושדה במחוז וואשינגטאן , וכאשר שב ראבערש פֿולטאן סדרכו סוואשינגטאן לפילירעלפֿיע נרע אליו איש נכבד ושבו שקאָרבוט , וישתומם האיש הזה על התכונה הרבה אשר לפֿולטאן במלאכת-הציור , ויעץ שקאָרבוט לפֿולטאן לעזוב את ארצות אמעריקא וללכת לאַנדאָנה , וגם נתן לו שקאָרבוט לפֿולטאן כסף להוצאות הדרך , ויסע פֿולטאן בשנת 1784 ללאַנדאָן , אולם בבוא פֿולטאן בענגלאַנד וירא ויתבונן כי גם פה לא יעשה גדולות ונצורות במלאכת הציור, ותהי רוח אחרת אהו, כי השליך את מלאכת-הציור אחריו גוֹ והתחיל להתעסק בחכמה ומלאכת המעֿאניק , ויסע וילך פֿולטאן מלאַנדאָן לבריטינגהאם עיר היושבת במרכז-חרושת-המעשה אשר לבריטאניא , וישתלם שם פֿולטאן בחכמת המעֿאניק, ובשנת 1789 שב לאַנדאָנה, שטה פגש את רומוי ויתודע אליו , ורומוי ספר לפֿולטאן מהמצאתו את סוכנת-הקיסוד , ופֿולטאן יעץ לרומוי להסיר את המשוטים והברים ולשום תחתיהם אופנים בעלי-רחתים (שויפֿעל-ראָרער) צויה 131 , ויועדו פֿולטאן ורומוי יחד לההיעץ על אדות מכנה האניה-הקיסודית , אך רומוי מת בטרם אשר צלחה להם להוציא דבר ברור , וישאר פֿולטאן לבדו .



§ 149.

פֿולטאן המציא אניה-הצפה-בת-הומות-ים (אונסער-זעאישע-שיף) .

מקץ המאה השמונה עשרה כאשר לחמה ענגלאַנד עם צרפת, הכבידו האנגלים את ידם על כל עוברי-ימים, כי מבלי להכדיל בין העמים השלומים אהם ובין הנלחמים בהם, שלחה בריטאניא ציי-מלחמה לתור את כל הימים ולבקר את כל האניות לראות אם לא ישאו בתוכם כלי מלחמה בער הצרפתים , והדבר הזה אשר עשתה בריטאניא לא כמשפט העמים כי אם בורועה אשר משלה לה על הים , היה לפוקה ולמכשול לכל העמים אשר יסחרו מעבר לים , וביחוד נגעה הרעה הזאת אל ארצות ממשלת הרעספוליק האמעריקאנית וַדד מסחרה פלאים עשר מעלות אהורנית .

פֿולטאָן באהבתו לארץ מולדתו אמעריקא קנא את קנאתה ויאמר בלבו לקחת נקם מאת הבריטאנים, ויחשוב תחבולות להמציא אניות אשר תוכלנה לשוט בעמק המים לכל תתראנה להתרים אשר להבריטאנים, וגם חשב פֿולטאָן לשבר אניות-התרים לרסיסים בעברו באניותיו תחתן ויורה עליהן כדורי מות מתחת מדים, ואחרי אשר הוציא פֿולטאָן את כל הוננו על הבחינות אשר עשה בהמצאתו הזאת, שם פניו אל ממשלת אמעריקא לבקש ממנה משען כסף להוציא לאור תחבולותיו, אבל הממשלה לא קָלָאָה את בקשתו באמרה שתחבולותיו לא תצאנה מכח אל הפועל (זינד פראקטיס אונאויספֿיהרבראָר), וכדברים האלה השיבה לו גם ממשלת באַטאָוויע אשר גם אליה פנה פולטאָן בבקשתו, ואחרי אשר השיבו ממשלות אמעריקא את פניו ריקם גלה פֿולטאָן את מחשבתו לממשלת צרפת.

בימים ההם נדיה נאפאלעאן הראשון ליועץ כנסית צרפת, ויעתר נאפאלעאן לבקשת פֿולטאָן, ויתן לו מאוצר הממשלה גם כסף לבנות אניה הצפה בתהומות ים, ואת החגמים המהוללים וואַלֿניי. מאַנזע ולאפלאַם הפקיד נאפאלעאן לבהון ולנסות את פעולת האנייה הצפה בתהומות ימים.

ויבן פֿולטאָן אניה גדולה הצפה בתהומות ים ותשלם בנינה בקיץ 1801, ויעש בה פֿולטאָן בחינות רבות בחופי הים האַוורע וברעסט, וביום 17 אנוסט בשנה היא נשאר פֿולטאָן עם אניתו בעומק הים כארבע שעות רצופות, ובמשך ההוא עבר במרחק $2 \frac{1}{8}$ פרסאות אישכנויות (ערך 17 יוערסט), גם שבר אז פֿולטאָן (בחינות בתהומות ים) לרסיסים אניה גדולה אשר השליכה עוגן בחוף הים ברעסט. אולם באשר כי לא הצליח פֿולטאָן לשבר אף אחת מאניות-התרים אשר לענגלאנד, על כן רפתה ממנו רוח נאפאלעאן, ולא אבה עוד להחזיק בידי פֿולטאָן, וכראות פֿולטאָן כי נכזבה תוחלתו גם בצרפת, שם אל לבו לשוב מהר לארץ מולדתו לאמעריקא. בעת ההיא כאשר הכין פֿולטאָן את כל צרכיו לנסיעתו מצרפת לאמעריקא, פגש באיש עשיר וחכם אשר גם הוא עשה בחינות רבות ושונות לבנות אניה-קיטורית ולא עלתה בידו, שם האיש הזה נודע לנו כבר בהסימן 147 והוא ליווינגשטאָן אשר היה אז ציר ממשלת אמעריקא בצרפת, ויכרתו שניהם ברית לבנות אניה המתנועעת בכח מכנה-קיטורית, באופן אשר ליווינגשטאָן יתן מוצא לכסף ופֿולטאָן יבנה את האנייה.

§ 150.

האנייה הקיטורית הראשונה אשר בנה ראבערט פֿולטאָן בצרפת.

ויתחיל פֿולטאָן לבנות אניה-מכנה-קיטור, ותשלם בנינה בראש שנת 1803, בלילה האחרון בערב היום אשר נועד לבחון בו את פעולת המכנה, נדה שנת פֿולטאָן, כי חשב מחשבות: איך יפול הדבר? אם הצליח במלאכתו או לא? והנה כמעט האיר הבקר בא אליו איש ויבשר לו כי אניתו נשברה ותדר במצלות

הנהר, והאניה נתבקעה לארכה באשר כי לא יכלה שאת את משא המכנה-
הקיסורית הכבדה, ותתפוצץ האניה ותרכץ תחת משאה ותצלל כעופרת במי הנהר.
בין לילה אחת עברה וחלפה כל פעולת פֶּלְמָאן אשר עבר יום ולילה
שנה תמימה .

§ 151.

האניה-הקיסורית השנייה אשר בנה פֶּלְמָאן בצרפת .

ופֶּלְמָאן לא אמר נואש גם אחרי אשר נשברה אניתו ויחזק את לבו ויחל
לבנות אניה אחרת גדולה הוקה וטובה מהראשונה אשר נשברה, ארכה היה מאה
וחמש רגל ורחבה שתיים עשרה רגל, ותשלם גם בנין האניה הזאת בסוף חדש
יוני שנת 1803, וביום התשיעי לחדש אנוסט 1803 נסעה האניה הזאת בכח הקיסור
על נהר זיינע לעיני אלפים ורבות רואים, ובתוכם היו גם אחרים מחכמי האקאדעמיע
אשר בפאריז, הם המה החכמים המהוללים בֶּאָנוּוִיל, בֶּאָסְסִי, קֶאָרְנֶאָ, ופֶּעֶרִיעֵ.
האניה-הקיסורית נסעה פעמים רבות רצוא ושוב אנה והנה לאורך ולרחב
נהר זיינע, וכל הרואים העומדים לכל אורך חוף הנהר בפאריז השתוממו על
המראה הנפלא, מִזֶּחַזו כפים וקראו הידר, ויהללו את פֶּלְמָאן ויברכו את מעשה
ידיו, אולם כל ההתפעלות הכבירות האלו היו רק עד ארגיעה, כי עם צרפת
היה אז שכורת מלחמה, ושיחתם ומננינתם כל היום היו רק נצחון צבאותיהם
על צבאות ארצות אייראפע הנלחמים בהם, ועל כן לא עשתה ההמצאה הגדולה הזאת
בימים ההם כל פרי בארץ צרפת .

§ 152.

פֶּלְמָאן וליווינגשמאן השיגו כתב-זכות (פאטענט) באמעריקא הצפנית לבנות שמה אנית-הקיסור .

פֶּלְמָאן וליווינגשמאן ראו לדעת בצרפת את התועלת הגדולה של האניה-
הקיסורית, ועל כן חשבו להנהיל את פריה לארץ מולדתם, ויכתוב ליווינגשמאן
מכתב להשרים היושבים בבית-המחוקקים בנייאיאָרְק, ויציע לפניהם את פְּרִישֶׁת
גדולת ההמצאה הכבירה הזאת, ויבקש מהממשלה לתן לו ולפֶּלְמָאן כתב-זכיה (איון
פאטענט) על בנין אנית-הקיסור, ותעתר בפעם הזאת ממשלת אמעריקא ותתן
לפֶּלְמָאן וליווינגשמאן כתב-זכיה על משך עשרים שנים משנת 1803 עד 1823, רק
התנה עמם כי במשך שתי שנים ישלימו השותפים את בנין אניה-קיסורית אשר
תציף בלשון ים הודוֶאָן במהירות $\frac{6}{7}$ פרסה געֶאָנְרֶאֶפִּוִית (6 ווערסט) לשעה .

ובאשר השיג ליווינגשמאן את כתב-הזכיה באמעריקא, שלח את פֶּלְמָאן
לאַנְרָאָנה להחכם המהנדס יאמֶעס וואַט לבנות לו שמה על פי הציורים אשר נתן
פֶּלְמָאן לוואַט מוכנה-קיסורית להניע את האניה .

וליווינגשטאן עוב גם הוא את צרפת והלך לאמריקא, ויכתוב גם לפולטאן בענגלאנד למחר את נסיעתו ולשוב לאמריקא, ויבוא גם פולטאן לנייאארק עם המוכנה-הקיסורית אשר בנה בבית המלאכה אשר ליאמעס וואטמ ביום 13 דעצעמבער.

§ 153.

בנין האניה-הקיסורית קלערמאנט.

יהי כבוא פולטאן באמריקא בנה במבנה-האניות (שיפסווערפטע) קארעלי-בראווען אניה גדולה צורה 182, מאה ושלשים וחמש רגל ארכה, ובה סבילתה [מראנצעהוינקים] משא 3200 כבד (9600 פוד) ויקרא את שם האניה אשר בנה קלערמאנט, אולם בני אמריקא אשר ראו את בנין האניה לא בטחו גם המה בפולטאן, ויש אשר העיזו גם את פניהם למלא את פיהם שחוק לעיני פולטאן ולעיני עושי המלאכה. באחד עשר לחדש אנוסט 1807 נשלם בנין האניה-הקיסורית קלערמאנט, וכאשר ישב פולטאן באניתו לעשות בה את הנסיעה הראשונה, עמדו אלפים ורבבות

צורה 132



אניה קיסורית

אנשים על החוף ויצחקו בקול גדול, ואת האניה קלערמאנט קראו בשם סכלות-פולטאן (פולטאנטס טהאר הייט), וכאשר נתן האות הראשון (דער ערשטער זיגנאל) שהתחיל האניה להתנועע על חוף לשון ים הודואן, השתוממו כל העדה לראות כי באמת צלחה לפולטאן להגיע את אניהו בכח הקיטור, אבל כמעט שעברה האניה מרחק קמן ותתצב האניה ולא זזה ממקומה, אז הרימו שנית כל העדה את קולם לצחוק על סכלות-פולטאן ויבוזו אותו בלבם ויחשבוהו כאהד מהמשונעים, אבל פולטאן לא זע ולא קם מפני הרפת ההטן אשר חרפוהו, אך בעין חודרת בקש את הסכה אשר עצרה את אניתו במרוצתה וימצאה מדר, ויתקן את המעוות ואניתו החלה ללכת במהירות הולכת ומתגדלת, ותחצה את משברי הים לימינה ולשמאלה, אז היתה רוח אחרת עם לבב ההטן ויברכו את פולטאן ויהללו אותו בקול גדול עד כי נבקעה הארץ לקולם.

במכתב פולטאן אשר כתב לאחד מאוהביו נקרא כדברים האלה:

«כאשר בניתי את האניה-הקיסורית הראשונה בנייאארק, אז נפלנו

ההמון לפלגות שונות, יש אשר חשבו את מעשי לדבר שאינו ראוי להתבונן עליו, ויעברו עלי ועל מלאכתי מבלי שים לב, ויש חשבו את מעשי לדברי רוח והרהורי הלום לילה (פאנמאזיען אונד טרייפעריוען). גם אוהבי אשר כבדוני בשפתיהם בדברים אתי, בכל זאת הבנתי כי בלבם פחדו ממני, כי חשבו אולי יצאתי מדעתי, שמעו בנחת את באורי על פעולת המוכנה אבל הכרת פניהם ענתה בהם כי לא האמינו בי ובדברי, יש אשר נודמן לי (בעברי יום יום על כנר סבנה-האניות) לשמוע את דברת העוברים אשר לא הברוני ואת משפטם על מעשה ידי, כי בָּזוּ לְעֵגוּ חֲרָפוּ לִי וּלְתַחְבֹּלוֹתַי, ופעמים רבות לא עצרו ברוחם והעירו שתוק בקול רם עלי. החכמים בעיניהם בקשו חשבון מכסת הכסף אשר יעלה בתהו לכנות את סכלות-פֹּלְטָאָן, בכל העת ההיא לא נתן איש תקיה טובה בלבי לעורר את רוחי ולחזק את ידי במלאכתי ולברכני כי תצלח פעולתי. הכבוד היותר גדול אשר הנחילוני מְכַבְּדֵי הֵיחָה הַשְּׂתִיקָה וְהַסְתֵּרַת הַסֶּפֶק, או גרופים בדברים רכים.

אבל כאשר צלחה לי הבחינה הראשונה, ועוד במרם אשר עברה אניתי הפרסה הראשונה, אז שבו לאמונה שלימה כל הכופרים בי, והאנשים אשר הניעו ראשם בעכרם על המוכנה היקרה בעת הַבְּנוֹתָהּ, ואשר הדימו אז את ידם למרום ויברכו בקול רם לאל אשר חנן להם, דעת לבלתי אבוד את כספם בענין רע כזה, האנשים האלה נתהפכו למהללים ומפארים ומשבחים בקול רם את תבונתי ואת מעשה ידי, ואלה אשר הדרישו אז בבנותי את אניתי לחכמים נחשבו.

ידעתי קורא נעים כי תתפלא על סכלות העם לאמר: איך לא ידעו להזקיר את הגדול בחכמים? ואיך לא הכירו את חכמתו הנכה ואת התועלת הגדולה הצפונה בהמצאתו הכבירה.

אמנם מדוע נתפלא על דברת המון עם, אם נראה כי גם חכמים מופלאים אינם יודעים לפעמים להשיג ולמצוא חקר לתכלית ההמצאות החדשות בחדושת המעשה ואת הועלוהיהן אשר תוכלנה להועיל להאדם, הלא גם נאפאלעאן דראשון השיב ריקם את פני פֹּלְטָאָן, וכאשר דרש ממנו פֹּלְטָאָן שיעזור לו לבנות ציימלחמה המתנועעת בכח-הקיסור, או השיב נאפאלעאן כי לדעתו ירדוף פֹּלְטָאָן אחרי הבל ורוח, כי מושבתו לא תוכל לצאת לפעולת ידים, והלא גם התוכן הגדול והכס-הטבעי המהלל שבזמנינו אראגא הצרפתי, פחד מאד כאשר החלו בצרפת לבנות את נתיבות-הברזל הראשונות, באמרו: כי כאשר תעבורנה העגלות הנוסעות בקיץ ביום חם את התעלות-המקורות (מונעללע) או תקררו כל הנוסעים ויהלו בחלאים מסוכנים ויגיעו אל שערי מות.

במבנה אנית-הקיטור ובמבנה עגלת-הקיטור הלכה חכמת-חרושת-המעשה (די פראקטישע מעכאניק) לפני (פארווערטש) והחקירה המדעית-העיונית (די טהעאָריע) נמשכה אהרית, ומי יודע אם הגענו לעת כזאת אל כל הגדולות האלה אם היו נעזקאמען (עיינ בסיטן 78) ופולטאָן מתבים עם המצאותיהם עד עת קץ, עד אשר יתגלו לחכמי המבע העיונים (טהעאָרעטויקער) פלאות כח-הקיטור.

§ 154.

מעבר האניה-הקיטורית בפעם הראשונה תמידים כסדרן בין נייאאירק ואלבאניע.

האניה קלערמאָנט התחילה לנסוע בומנים מסודרים רצוא ושוב בין הערים נייאאירק ואלבאניע, מרחק שתי הערים זו מזו הוא כשלושים פרסאות אשכנזיות (208 ווערסט), וזמן הנסיעה היה מנייאאירק אל העיר אלבאניע 32 שעות, ומשמה לנייאאירק שלשים שעות, בהנסיעה הראשונה מנייאאירק לאלבאניע לא נמצא אף איש אחד אשר יעזו עוז בנפשו לנסוע על האניה הזאת, ובשוב האניה בפעם הראשונה מאלבאניע נמצא רק איש אחד אביר לב אשר השליך את נפשו מנגד לנסוע בהאניה הזאת לנייאאירק, אבל בכל נסיעה ונסיעה נתרבו מספר הנוסעים, והאניה קלערמאָנט החלה לנסוע מבלי הפסק לעתים קצובות יום ולילה תמידים כסדרן.

בנסיעותיה הראשונות הפילה האניה קלערמאָנט את פחדה על כל תובלי-האניות אשר פגשו אותה במימי הודואן בלילה, כי בימים ההם היתה עוד כל שפת החוף הודואן יער צומח עצי שמים, והמוכנה אשר להאניה הוסקה בחבלי זמרות לחים של העצים האלה ויעלו בהשרפם תמרות עשן כענן כבד מאד, וגם עמוד של אש התנשא כאמתים ממעל להארובת-עשן ויתלקח בלהב נורא, ובלעדי זאת היה גם קול רעש גדול מתנועת המוכנה ומהשתקשקות גלגלי האניה אשר בסופה וסערה יתגלגלו בין משברי מים השוטפים לעומתם, כל אלו נתנו לראשונה את תתם בלב הספנים, אמנם אחרי אשר הורגלו כבר אזני ועיני הספנים לשמוע ולראות את המחזה האיום ואת הקולות הנוראים האלה, אז עברה רוח קנאה על הספנים אשר עברו באניות-תוחן (זעגלשיפֿע) ויקנאו בפולטאָן, כי חשבו אותו לאיש משיג גבול, רשימו לו מכשולים רבים בדרך, וכאשר ראו כי נשמר פולטאָן מהמכשולים אשר נתנו לפניו ולא נכשל בהם, נסו הספנים לדרוף את אניתו בצדיה בעברם עליה באניותיהם ולהפוך אותה על פיה, כה התעללו הספנים בפולטאָן עד אשר הוכרחה הממשלה להזהיר את הספנים בעונשים קשים אם ייודו לעשות רעה לפולטאָן ולאניתו, אז הרפו ממנו ולא יספו עוד לצרור אותו.

בכל המכשולים האלה לא נפלה רוח פולטאָן עליו ויתאמץ לעשות גדולות ולהרחיב את העברות-אנית-הקיטור באמעריקא, וגם הממשלה תמכה בידו ותתן לו בשנת 1809 כתב-זכיה (פאטענט) לבנות אניות לעבור בכל מימי ארצות הברית אשר באמעריקא.

§ 155.

מות פולטאן .

בחדש פֿעברואר 1815 חלה פֿולטאן את חליו אשר ימות בו, וביום 24 לחדש
הוא נוע פֿולטאן ויאסף אל עמיו, אָבֿל כבד ובכי ומספד עשו לו במותו כל אנשי
אמעריקא להאדם הגדול ההוא אשר מת במבחד שנותיו בשנת החמשים לימי חייו.
ולא נעשה כמספד והכבוד הזה במות איש פרטי מעולם .

כֿותבֿי־העתים אשר הודיעו את מיתתו השחירו לאות-אבל את עליהם בזור
שחור מסביב, כל שרי הוועד בבית המחוקקים אשר לממשלת נייאֿיארק לבשו
שחורים, וכאשר הוליכו את גיית המת הנכבד הזה לקברות, יָרו כל הקאנאנען
הנמצאים על צי־הקיטורית (ראמפֿֿרענאטע) אשר נשלם בנינה או עד כי רגזה הארץ
לקולם, וכל הכבוד והיקר הזה אשר נעשה לו לפֿולטאן במותו היה רק בגלל חכמתו
הרבה, כי מעולם לא שרת האיש הזה את משרת הממשלה ולא הופקד על כל
פקדת עבודת המדינה .

פֿולטאן היה איש פרטי אשר השתדל בכל כחו ובכל נפשו ובכל מאוּדו
להצליח את ארץ מולדתו, ואלו האריך פֿולטאן ימים כהחכם יאָמעס וואַפּ, כי עתה היה
רואה כי בהמצאתו הצליח לא לכד את יושבי ארצו אבל גם את כל יושבי תבל .
שם פֿולטאן יָנן לדור דורים וזכרו לא יסוף כל עוד ימי השמים על הארץ
וכל עוד אשר לא יחרבו מימי הנהרות והימים. המצאותיו של פֿולטאן הִנֵּה רחבות
מניִים, כי הגדיל מכל אשר היו לפניו לחבר ארצות תבל מקצה הארץ עד קציה,
הוא סלל את הדרך היותר גדולה להעביר בה את טוב כל הארצות ולהעלות את
כל בני האדם על מרומי העושר וההשכלה, ועל כן ברוך יהיה זכרו לעולמי עד .

§ 156.

שמינגטאן בְּנֵה אִנִּיה־קִיטורית באירלַאנד .

בעת ההיא כאשר בנה פֿולטאן את האניה־הקיטורית הראשונה בצרפת
בנה גם איש אירלַאנדי ושמו שמינגטאן אִניה־קִיטורית, ותשלם מלאכת בנינה
בשנת 1802, באניתו היה גלגל אחד אשר הציג אותו לפני האניה .

תכלית האניה־הקיטורית הזאת היתה להעביר את האניות והרפסודות דרך
התעלות (קאנאַללע), אבל אדוני־התעלות לא נתנו לשמינגטאן לעבור באניתו
דרך התעלות אשר להם, באמרם: כי האניה הזאת תפסיד את דופני התעלות,
ועל כן נשארה תקותו מעל, וגם הוא וגם אניתו נשכחו כמת מלב .

§ 157.

האניה־הקיטורית בצרפת .

בשנת מות פֿולטאן כאמעריקא שב הכאַרקיו וזֿפּרע עם מלכות בית בורבאַן

לצרפת, כל תלאותיו אשר מצאו לזופרע וכל הצרות שבאו והשיגוהו בעשרים וחמש שנות נדודו בגלותו מעל ארצו לא חשכיוו מלבו את מחשבתו לבנות אנית-הקיסור, בצרפת לא נעשה בימים ההם עוד מאומה בדבר הזה, ועל כן חפץ זופרע להיות הראשון בארץ מולדתו לכונן אנית-הקיסור, ומאהבת המלך אותו בגלל אמונת המארכיו הזה לבית בורבאן, היה נקל לזופרע להשיג עזרה מאת הממשלה, וגם השיג כתב-זכיה לבנות הוא לבדו אנית-הקיסור בכל ארצות צרפת, וגם אנשים רבים מדע ואנשי שם נועדו יחד עם זופרע להוציא לאור את מחשבתו, וביום עשרים לחדש אנוסט 1816 בנה זופרע את האנית-הקיסורית הראשונה ויקרא אותה בשם קארל פֶּיליפּפּ על שם הגראף מן ארטמאיים אשר הריבה להיטיב עמדו.

אמנם בעת ההיא נוסדו בצרפת גם אנשים אחרים לאגודה אחת ויבנו גם הם אנית-קיסוריות על מוסדות שימה אחרת מאשר בנה אותה זופרע, היא אנדרט-פאייאל, ובאשר כי שתי האגודות צררו אשה את אחותה, על כן לא עשו גם ידי שתיהן תושיה ואגודתם הותרה.

המארכיו זופרע ירד באחרית ימיו מנכסיו וידל עד מאד, עד כי בימי זקנותו לא מצא עוד את חית נפשו, ויֶאָקֶס זופרע בשנת 1830 אל מקלט-העניים (ארמענהיו), ויחיה שם חיי עוני וצער כשתי שנים, וימת החכם זופרע שבע נדודים בעירום ובחוסר כל, זקן ושבע ימים אולם גם שבע רוגו ונדודים, בשנת 1832 מת זופרע היא שנת השמונים לימי חייו.

לזופרע יש חלק ונחלה בהמצאות המוכנה-הקיסורית, ואם כי לא זכה לשבוע ספרי המצאתו בחייו, לא נוכל לגזול ממנו את הלך במותו, ולזכר עולם וזכר שמו בכל ספרי קורות-התפתחות-האנית-הקיסורית.

גורל זופרע היה כגורל פאפיין, כל מה שאירע לזה אירע לזה, שניהם היו צרפתים, שניהם המציאו את המצאת האנית-הקיסורית ושניהם לא זכו לראות פרי בעמלם, שניהם זרעו את זרע המצאותיהם בארצם ותצמח להם קוץ ודודר, ובארצות נכריות זרעו אותן אחרים ויפרחו ויגדלו ויעשו פרי למעלה לגאון ולתפארת.

§ 158.

האנית-הקיסורית בענגלאנד.

גם בענגלאנד לא נתרבו האניות-הקיסוריות-למכביר בשנים הראשונות אחרי אשר נהגלו, יען כי נהרות הארץ היא קצרות הנה למאד, ולעבור באנית-קיסורית בלב ימים לא עלה בימים ההם עוד על לב כל איש, גם בשנת 1820 לא נמצא בענגלאנד כי אם ארבעים ושבע אניות-הקיסור, ורוב מלאכתן של האניות-הקיסוריות או, היה רק להביא את אניות-התורן מחופי הימים אל אשדות-הנהרות (פלוסמינדונגנען), אולם בכל שנה ושנה נתרבה מספר האניות עד שבשנת 1829 היו לה כבר 331 ומקץ שנת 1836 היו לה שש מאות אניות-קיסוריות.

פרק שלשה ועשרים

מעבר האניה-קיטורית מאיראפע לאמעריקא .

8 159.

עד שנת 1836 חשבו כל יושבי תבל כי בלתי אפשר לעבור באניה-קיטורית את רוחב הים אוקינוס .

עשרים שנה עברו מעת אשר בנה פֶּלֶטֶאן את האניה-הקיטורית הראשונה , ובכל זאת לא העזו עוד איש אחר לעבור ארצות ימים רחוקים באניות-קיטוריות , והיו כאשר החלו האניות-הקיטוריות לרוכב בכל הארצות , התדלדלו גם חובלי-האניות לחשוב מחשבות : אולי תצלח להם לעבור באניה-קיטורית גם כֶּסֶם אל ים ? כל חובלי-האניות וכל חכמי-הרושת-המעשה חשבו אז : כי הנסיעה באניה-קיטורית לכל רוחב ים אוקינוס מאיראפע לאמעריקא היא אחת מהנמנעות אשר לא תקום ולא תהיה לעולם, הן אמת כי כבר בשנת 1819 באה אניה-קיטורית אמעריקאנית לענגלאנד , אולם האניה הזאת לא השתמשה רק בכח הקיטור לבד אבל נעזרה גם בכח הרוח , כי גם תורן גם ספרשים היו לה , ובכל זאת התמהמהה האניה הזאת בדרכה ששת ימים יותר מאשר התמהמהו יתר האניות אשר השתמשו רק בהתורן לבד . בשנת 1825 עברה אניה-קיטורית מענגלאנד לקאלקוטא היא העיר הגדולה אשר בהודו המזרחית , אולם בדרכה זאת נגשה האניה פעמים אחדות אל החוף לקבל עצים ופחמים , וגם היא השתמשה מלבד הקיטור עוד גם בכח הרוח , ועל כן לא נודע אז עוד לנכון אם יש בכח האניה-הקיטורית לעבור את מלוא רוחב הים אוקינוס האנטלאנטי מבלי לנוח בדרכה ?

בריטאניא הממלכה הכבירה שרתי בים ובמדינות רבות בכל חמשה חלקי תבל , היושבת על מבואות ים וכולת העמים אל איים רחוקים , לה היתה משפט הבכורה לבנות אניות-קיטוריות אשר תוכל לעבור בהנה דרכים ארוכות למען אשר תוכל להגיע בהן מדר אל כל ארצות ממשלתה אשר לקצוי ארץ ואיים רחוקים . אמנם כל עוד אשר נבנו רק אניות-קיטוריות קטנות לא היתה כל תקוה לעבור באניה-קיטורית בנסיעה אחת מאיראפע לאמעריקא .

חכמים רבים וביניהם גם מהיותר מדללים חפצו להראות על פי טופתים מתכמת-השעורים : כי נסיעה בלתי-נפסקת על ידי אניות-הקיטור מאיראפע לאמעריקא הוא דבר נמנע במטבע , כל האניות-הקיטוריות אשר נבנו בעשרים השנים

הראשונות היו קטנות לשא ולסבול ולהכיל אף גם את מדת ומשקל הפחמים אשר היתה צריכה האניה לנסיעה רחוקה כזאת, אולם אחרי כן החלו בענגלאנד לבנות אניות גדולות למאד בעלות מובנות חזקות העוכרות בכח סוסים למאות, או התחילו אחרים מחבמי הרושת-המעשה לחשוב: כי יש לאל ידם לבנות גם אניות אשר בהנה יעברו מאיראפע לאמעריקא.

§ 160.

שתי האניות אשר עברו לראשונה בשנת 1838 את הים אוקינוס המערבי המפריד בין אייראפע לאמעריקא.

בשנת 1836 נועדו חכמים רבים בענגלאנד להתרעץ על דבר בנין האניות לעבור בהם את רוחב הים האנטלאטיקא (הוא ים אוקינוס המערבי), חכמים רבים אמרו גם אז כי בנין מובנה כזאת הוא מהמנועות, עד כי פראפעסאר אחד מלאנדאן כתב ספר מיוחד להראות לכל העם באותיות ובמפתים הלוקחים מהכפת השעורים: כי אניה כזאת לא תקום ולא תהיה, יען כי לא תוכל לקחת איתה את כל חומרי התבערה הנצרכים לה לנסיעה בלתי נפסקת במרחק המש מאות פרסאות (3500 וויגס), וגם בכפרו זה לא השתפק עוד הפראפעסאר ויסע בכבודו ובעצמו אל העיר בריסמאל לקרוא קריאות (פארלעזונגען) רבות באוזני העם: לבל יפתח לבבם להאמין באפשרות בנין אניה-קיטורית שיוכלו לעבור בה את כל רוחב הים אוקינוס האנטלאטי, הפראפעסאר נתעורר לנסיעתו זאת, יען כי שמע כי נועדו אנשים רבים בבריסמאל ויעשו אנודה אחת לבנות אניה-קיטורית גדולה אשר קראוה בשם גרעעט וועסמערען, ויאמרו לעבור בה בענגלאנד לאמעריקא.

צורה 133



אניה קיטורית הראשונה אשר עברה את הים האנטלאטי

אנשי האנודה לא שמעו לאזהרותיו אשר הוהיר הפראפעסאר אותם לבלו ינסו את הנמנע בטבע ולבלי יעפילו לעבור את הים האנטלאטי בכח הקיטור, ויבנו אנשי האנודה אניה-קיטורית גדולה צורה 133 אשר לא נבנתה עוד אניה גדולה כמות לפניה.

אורך האניה גרעעט וועסמערען היה 240 רגל (34 1/3 קלאפטער), ומשא כבילתה 1340 טאנען (80040 פוד), וכח המכונה-הקיטורית אשר לה היה 450 כח

סוסיס. בסוף הדש מאָרץ 1838 נשלם בנין האניה הזאת, ועל כותלי אולם הבית אשר בו קרא הפראָפּעסאָר מלאנדאָן לאמר:

«אל תאמינו בשוא נתעה כי אפשר לעבוד באניה-קיטורית את הים אוקינוס».

על כותלי האולם הזה נדבקו מודעות הכתובים עליהן כדברים האלה:

«ביום הרביעי לחודש אפריל תסע האניה גרעעט וועסמערען תחת פקודת רב החובל האַסקען מבריסמאָל לנייאִארק».

כאשר יצאה המודעה הזאת נועדו אנורה אחרת לשלוח גם המה את האניה זירוס לאמעריקא אשר כח סבילתה היה רק שבע מאות מאָנען (43408 פוד), וכח המוכנה אשר לה היה רק כח 320 סוסיס, ביום 5 אפריל נעתקה האניה זירוס ממקומה והעזוב את חוף הים בעיר קאָרק אשר באירלאנד, ואחרי אשר לקחה אתה 453 מאָנען (29096 $\frac{1}{3}$ פוד) פחמי אבן, נסעה צלחה לרוחב הים לעומת אמעריקא, וביום 8 אפריל נסעה לאמעריקא גם האניה גרעעט וועסמערען אחרי אשר לקחה אתה 660 מאָנען (40936 $\frac{1}{3}$ פוד) פחמים, ורק שבעה נוסעים בלעדי אנשי האניה נסעו אתה בנסיעה הראשונה.

בימים הראשונים לנסיעתן התנהגו שתי האניות בכבודות, כי הרוח המערבי התנגד להנה, אבל אחרי כן כאשר הוקל משאן מיום ליום על ידי שריפת פחמי האבן התחילו להתנועע במהירות גדולה, ועוד ביום 23 אפריל בבקר הגיעה האניה זירוס אל חוף נייאִארק לראשונה, ובזמן קצר אחריה באה גם האניה הגדולה גרעעט וועסמערען, אין קצה להשמחה ולמצהלות העם אשר באו לאלפים ולרבבות על החוף לקדם את פני האניות האלו, צללו הפעמונים מעל כל ראשי המגדלים ורעמו כל כלי התותח וכל ההמון קראו הידר, וכל האניות אשר בחוף נייאִארק תלו את דגליהן לנס עמים, והעיר נייאִארק צהלה ושמחה על כל התשועה הגדולה אשר נעשה למעבר האניות ביום ההוא אשר עברו שתי האניות את ים אוקינוס.

§ 161.

האניה-הקיטורית לויתן או גרעעט קאסמערען.

האניה הזאת היא האניה היותר גדולה מכל האניות שבעולם, ארכה הוא 730 רגל (עוד 104 קלאפטר), והיא גדולה במכילת חלה כשלוש פעמים מהצד מלחמה היותר גדולה אשר לענגלאנד, והפארת בנינה תפליא את עין רואה, חלל האניה מחולק על ידי דפנות של ברזל לעשרים וארבעה חלקים נפרדים. באופן אשר אם יוזק החלק האחד ממנה יהיו כל החלקים הנשארים לפליטה, כל דפנותיה אשר נעשו מלוחות של ברזל עבות למאד הנה כפולות, וְנִוּחַ כמדת האמה יפריד בין הדפנות הכפולות, לכן אם תוזק הדופן החיצונית תהיה הדופן הפנימית לפליטה, כל מעשה האניה הוא כאלו היתה נבנה אניה-פנימית בתוך אניה-חיצונית, גם אם תנקבנה כל הדפנות הכפולות בבת אחת וכל עשרים וארבעה חלקי

האניה ימלאו מים, גם או יש מעל למכסה האניה מקום הלל וסגור אשר האויר שבקרבו יוכל להתחזק את כל האניה השבורה על פני המים ולא יתן אותה לירד במצולה.

האניה-לויתן היא הזקה ככה עד כי כל הסופות והסערות שבעולם לא תוכלנה להזיקה, גם תחצה את גלי הים היותר גדולים ותעבור בהם מבלי להתטטט מרוב גדלה ומרוב משאה.

כשתים עשרה אלף נוסעים מלבד שיש מאות משרתי האניה ימצאו מקום נרחב בענק-האניות (ריזנשייף) הזאת, את תנועתה השיג האניה לויתן גם על ידי גלגלים גם על ידי שריובע, אורך מקיף הנלגל האחד הוא מאה ששים ושמונה רגל (24 קלאַפּטער), ואורך השריובע הוא מאה וששים רגל, ועוביה עשרים וארבעה רגל, ומשקלה הוא ששים מאנען (3720 פוד), בישש קלחות גדולות עד למצד יולד הקיטור, ושש מוכנות אשר כחן יחד הוא ככה 11500 כח סוסים הניעו אותה, ובלעדי כל אלה נמצאים להאניה עוד תורנים רבים וכפרשים (וענעל ליינען) במדת עשרת אלפים אמת מרובעות קשורות בהם, עשרה עוננים (אנקער) ימצאו בהאניה, ומשקל כל אחד מהם הוא יותר משלש מאות פוד, גם נמצאו בה כבלי ברזל עבים מאד הקשורים בהעונות, ומדת כולם הוא שמונה מאות קלאַפּטער ומשקלם הוא כששת אלפים פוד, וההכנות לפרוק ולמעון את האניה משקלם הוא 6200 פוד, הצורה 134 תורנו את הבנית האניה הזאת.

עויה 134



אניה המתנועעת בכח הקיטור ובכח הים

בהאניה הזאת נמצאת מוכנה להוליד את האויר-המאור (ליַט גאז) להאיר את חדרי האניה באלפים שלהבות ומדורות, וגם דופני האניה מבהוץ מוארות בלעדי זאת עוד באור עלקטרי (עלעקטרישעס ליַט), עד כי בלילה האיר האנית סביבה

במרחקים גדולים, האניה מוארה מבחוץ למען אשר לא תתגנפנה בה אניות אחרות, כי הנקל להליותן להרוף גם צי-מלחמה אדיר במצולות תהומות .

האניה לויתן הוכל לשא ולסבול משא יוהר מן עשרים ושבעה אלפים מאָנגען (היא מיליאן ושמונה מאות אלף מוד), כאשר תלך האניה מענגלאנד לאויסטראליען אז תקח אתה פחמים על כל צרכה לשבעים יום, כי בשבעים יום תשלים את נסיעתה רצוא ושוב מבריטאניא לאויסטראליען ומאויסטראליען לבריטאניא .

בתשיעי לחדש דעצעמבער שנת 1857 הובאה האניה לויתן במקום שפך נהר שהעמוץ אל הים .

את האניה הזאת בנה המהנדס ברונעל, הוא ברונעל אשר בנה גם את האניה-הקיסורית אשר עברה לראשונה את הים אוקינוס האטלאנטי . לבנין האניה הזאת עלה כתשעה מיליאן רובל כסף, ומחיר הבאתה ממקום הגנותה עד שפך הנהר שהעמוץ עלה כשבע מאות אלף רובל כסף, כמעט שתי שנים רצופות נעשו עוד תיקונים בהאניה . ובשביעי לחדש סעפטעמבער שנת 1859 הובאה בפעם הראשונה אל הים .

היותר נכבדה שבכל תועלויות האניה הגדולה הזאת הוא הכמות הרב מפחמי האבן שתוכל האניה לאצור בתוכה, בבת אחת יעמיסו עליה ששת-אלפים מאנגען (60000 מוד) פחמים אשר לפי החשבון ישפיקו הפחמים על הנסיעה רצוא ושוב מבריטאניא לאויסטראליען ומאויסטראליען לבריטאניא .

במרים אשר נבנתה האניה לויתן היו האניות הנוסעות לאויסטראליען נושאות אתן פחמים רק כשליש מכל צרכן לנסיעתן רצוא ושוב, ועל כן הוכרחו להתקרב במשך נסיעתן פעמים אחדות אל החוף לקנות פחמים בסחור פי שנים או גם פי שלשה מאשר ישלמו במחירם על חופי בריטאניא, ומלכד שהרויחו הספנים בנסיעות הליותן כארבעים למאה בפחת סחור הפחמים, עוד הרויחו בנסיעתם שנים עשרה ימים אשר נתעכבו באניותיהם על חוף הים למעון פחמים חדשים .

בשנה הזאת היא שנת 1874 נשלם עוד בנין אניה גדולה למאד אשר תעלה במהירותה על מהירות האניה לויתן, כי השלים את נסיעתה רצוא ושוב מבריטאניא לאויסטראליען ומאויסטראליען לבריטאניא במשך חמשה וארבעים יום, ותצרך לזה רק כאלפים וחמש מאות מאָנגען פחמים אשר תקח אתה בבת אחת, שם האניה הזאת הוא אָסיט (Osyth) .

פרק ארבעה ועשרים

מוכנת האניה וכלי משומטה .

§ 162.

גלגלי האניות (שיפֿסראָדער) .

סדן הגלגל יקבל את תנועתו מהמוכנה-הקיסורית , וכהו של הגלגל להניע את האניה יתערך בערך ישר לשטח קמאת החלק הנטבל ממנו במים , ובערך קרובע למהירות התנועה .

אם יהיה הרך משל כמות הלחיצה שילחצו המים על כל אמה מרובעת משטח רחתי הגלגל (ראדשוֿיפֿעלען) הטבולים במים , עשר ליטרות , או אם יהיה שטח הרחתיים הטבולים במים מאה אמות מרובעות יהיה כחם אלף ליטרות , ואם יהיה שטחם מאתיים אמות מרובעות או יהיה כחם שני אלפים ליטרות .

אבל אם התגבר מהירות תנועת הגלגל פי שנים , או יתגבר כהו (שתיים פעם שתיים) ארבע פעמים , וכשתגדל המהירות פי שלשה , או יתגבר כהו (שלוש פעם שלש) תשע פעמים , אבל כחי-המניע (די בעוועגענדע קראַפֿט) אשר להגלגל יתגדל גם כל עוד אשר יוטבלו רחתיו בעומק יותר גדול במים , באשר כי המים העמוקים נלחצים מהמים העליונים אשר עליהם , ובכח הדחיקה הזאת יוסיפו המים העמוקים ללחוץ על שטח הרחתיים הטבולים בהם .

מספר הרחתיים בהגלגל הוא נערך לפי גודל האלכסון של הגלגל , לרוב יעשה מספרם לא פחות משמונה ולא יותר מששה עשר , בפעם אחת יקבלו רק כשלשה או ארבעה רחתיים במים , ומאלה הרחתיים תהיה אך רדת אחת טבולה כולה במים ומהנשארות יקבל רק חלק גדול או קטן משטחן .

האלכסון מהגלגלים משתנה לפי גודל האניה , על הרוב לא יעשו הגלגלים גבוה למעלה מעשרים רגל. רוחב הגלגלים יתערך לגבהם בערך קצוב לאורך אלכסונם , על הרוב יתערך הרוחב אל הגובה כערך המספר 2 אל המספר 3 .

עגולי הגלגלים יעשו מברזל, ורהתייהם יעשו מעץ, רוחב הרהתיים הוא כשעור העומק אשר יטבל הגלגל במים.
על הרוב יהוכרו רק שני גלגלים לאניה אחת, אבל באניות גדולות יחוכרו לפעמים גם יותר משני גלגלים.

צורה 135



צורת פני המתרגם הקדמון ארכימעדוס

§ 163.

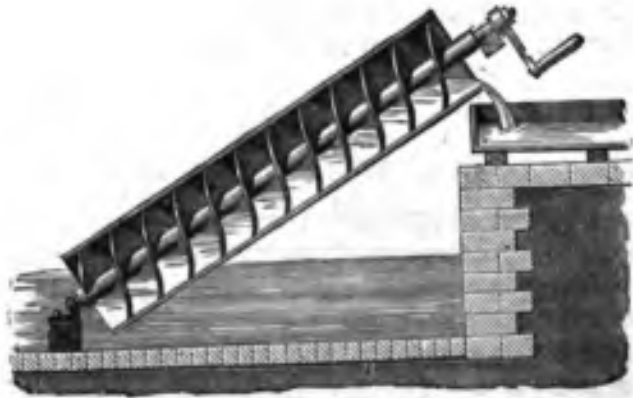
ה ש ר ו י ב ע .

כל עוד אשר הקיטור הניע את האניות רק בנהרות, היו הגלגלים, האמצעים היותר טובים להנועת האניות, אולם כאשר באו אניות בעלי גלגלים לתוך הים, או ראו מהר חובלי האניות לדעת: כי הגלגלים לא יעשו פעולה מסודרת רק לרות צח בדיות פני שטח הים חלקים, אבל בעתות הסופה וסערה כאשר יושבו מי הים כמקרה, או תהוג ותנוע האניה על הרי משברי הגלים ותתמוטט פעם לימין ופעם לשמאל, ואז יתרום הגלגל האחד מעל פני המים בעוד אשר הגלגל השני יוצלל בעומק המים, והמובנה הפעול או פעולות בלתי מסודרות, יען כי תניע את הגלגל האחד במים ואת השני ברוח, וגם להשמח אשר להגלגל הנשא מעל פני המים יתנגד הרוח הנושב, ויעצור בזה את מרוצת האניה או ידהפנה אל הצד.

עוד מעות אחד נמצא בהאניות המתנועעות בחנועת הגלגלים, כי נדרש להגלגלים רוחב גדול, ועל כן יכבד לפעמים להעבירן דרך מעברות-צרות, וביתור לציי-מלחמה לא יסכנו הגלגלים, כי הכדורים אשר יירו עליהם מכלי התותח ישכרום להסיסם, וגם יפריעו הגלגלים להעמיד בלי הותת על שטח גדול בדופני האניה, כי במקום שהגלגלים עומדים אין בלי משתית האלה יכולים לעמוד.

את כל אלה נתנו חכמי חרושת המעשה אל לבם ויבקשו תחבולות למצוא אמצעי-מניע אחר (איין אנדער בעווענונגס מיטטעל), עכלו יגעו ומצאו אמצעי אשר אין בו מכל התסרוגות האלה שהשבנו פה, והיא השרויבע-המימית צורה 136 שהמציא החכם ארכימעדיס היוני (חי במאה הארבע לאלף הרביעי) צורה 136, אולם החכם היוני היה לא ידע את מחיר המצאתו אשר מצא, כי הוא השתמש בה אך

צורה 136



השרויבע המימית שהמציא ארכימעדיס

לשוב מים מגבע ולשפכם אל כלי העומד גבוה מעט, כמו שתורנו הצויה 136 וכמו שבארנו הוקי פעולת השרויבע הזאת בספרנו המנוחה ודתנועה סימן 141, אבל חכמי זמנינו ישתמשו בהשרויבע הזאת להניע את האניות.

§ 164.

בחינות רבות להניע אניות בכח השרויבע עוד במרם שנתגלה מוכנת-הקימור.

הרעיון להשתמש בהשרויבע בתור הכנה להניע על ידה את האניות הוא רעיון כביר לימים מאד, וגם בהשרויבע נעשו בחינות רבות כאשר נעשו עם גלגלי-ההרחמים עוד במרם אשר עלה הרעיון בלב איש לחשוב מהשבות להניע את האניה בכח-הקימור, אבל כל הבהירות האלו הראו או לדעת: כי השרויבע לא תעצור כח להניע את האניה, כי נמצאו או עוד ממשולים רבים בדרכי פעולתה, והנה כאשר נודעו לחובלי הים התסרוגות אשר לגלגלי-האניות או החלו מחדש לחשוב מהשבות: אולי הצלת השרויבע המתנועעת בכח הקימור להניע את האניות.

§ 165.

המצאת המהנדס דוקע (Dukuet) .

בשנת 1731 יעץ המהנדס דוקע להשתמש בהשרויבע להניע את האניות למול שמף הנהר, אבל תבנית השרויבע אשר רצה להשתמש בה היתה דומה בתבניתה מעט לכנפי רחיי הרוח (ווינדמילפליגלען) כי גלילות השרויבע (שרויבענווינדונגען) היו חתוכות לחלקים וקבועות בהסדן בנמויות כנפי הרוח אשר להרחיים, כי דוקע חפץ שהמים יסבבו את כנפי השרויבע מסביב לסדנם כאשר יקיף הרוח את כנפי הרחיים, אבל עצתו לא מצאה חן בעיני בני דורו ולא נבנתה כל אניה על פי שיטתו .

§ 166.

דניאל בערנאָאוללי (Bernoulli) .

כעשרים שנה אחרי אשר הודיע החכם דוקע את עצתו, נתעורר גם החכם המהולל בחכמת הטבע דניאל בערנאָאוללי יליד ארץ שווייץ להשתמש בהשרויבע בתור כח-מניע להניע על ידה אניות, אם ידע בערנאָאוללי ממחשבת דוקע או אם לא ידע ? זאת לא נוכל להגיד בבידור, אבל זאת נודע לנו ברור: כי לא מחשבות דוקע היו מחשבות בערנאָאוללי, כי תחת אשר חפץ דוקע אשר המים יניעו בכחם את כנפי השרויבע, הפך בערנאָאוללי את סדר הפעולה, כי הוא חפץ שהשרויבע תנועע בכח אדם או בהמה הפועלים עליה בעזרת מוכנה המוצגת בהאניה, והשרויבע אשר תקבל את תנועתה מהמוכנה תהגלגל בתוך המים כתנועה-המהלכת-במעגלה קדימה-איינע פֿאַרשרייטענדע ראָטירענדע בעווענונג). את עצתו זאת כתב בערנאָאוללי בספר-הזכרון (דענקשריפט) אשר שלח בשנת 1752 אל האקאדעמיע הצרפתית, האקאדעמיע בהנה את דבריו ותמצא אותם נכוחים ותגמול האקאדעמיע את גמולו לבערנאָאוללי בגלל חכמתו הכבירה .

אמנם בצדק ובמשפט קבל החכם הנעלה בערנאָאוללי את תגמולו, כי באמת היה הוא הראשון אשר המציא את הדרך הנכונה לפעולת השרויבע על האניה, כי היא הדרך אשר גם היום תפעל בה השרויבע להניע את האניות, ובאשר שכל ההמצאות אינן ראויות להקרא אלא על שם מי שהתחיל להמציאן, יש לבער-נאָאוללי הזכות להחשב להממציא הראשון של השרויבע-הספינית (שיפֿסשרויבע) . אולם אם כי מחשבת בערנאָאוללי מצאה חן ושכל טוב בעיני חכמי האקאדעמיע, בכל זאת לא שמו ההמון את לבבם להוציא את מחשבת בערנאָאוללי לפועל ידים .

§ 167.

פויקטאן (Faucon) .

שש עשרה שנה עברו למן היום אשר בערנאָאוללי כתב את דבריו על

אודות השרויבע-הספנית (שיִסְשְׁרויבע) לזכרון בספר הזכרונות אשר להאקאדעמיע, ובכל זאת לא התעורר כל איש להעמיק חקר ולהרחיב את ההמצאה הזאת, עד אשר נתעורר החכם פויקטאן לחקור ולדרוש בדבר הזה בספרו המכונה השקפה עיונית על השרויבע הארכימעדום (סהעאָריע דער ארכימעדישען שרויבע), אשר הוציא לאור בפאריז שנת 1768, ואם כי שבגוף הענין לא תָרַשׁ החכם פויקטאן דבר מדעתו רק חזר ושנה את עצת בערנאָאוללי, אבל ביחוס בנין ותבנית ותכונת השרויבע הזאת נלה חדשות ונצורות רבות התועליות.

החכם פויקטאן התבונן: כי באשר שהשרויבע תתנועע מתחת לבטן האניה, על כן תצרך תמיד האניה לשוט במים עמוקים למאד, ולכן לא תוכל השרויבע כי אם להאניות השמות בנהרות עמוקים, ולמען הרחיב את תועלת השרויבע שתועיל גם למעבר האניות בנהרות בלתי עמוקים, יעיץ פויקטאן להשתמש בשתי שרויבען ולשום אותן בשני צדי האניה, או אם ירצו להשתמש רק בשרויבע אחת אוי ישימו אותה בחלק הקדום (פֶּאַרדערטהייל) אשר להאניה, וגם הוסיף פויקטאן לבאר בספרו המדויק: כי החלק העליון מהשרויבע יוכל להיות נשא מעט מעל פני שטח המים, וגם הראה לדעת: כי נודל שטח כנפֶּה השרויבע ומהירות תנועתה-המעגלית (ראָטירענדע בעוועגונג) מוכרחים להיות נערכים לערך נודל האניה המתנועעת על ידי השרויבע. את כל אלה באר החכם פויקטאן מפורש ושום שכל בספרו הנזכר, ובכל זאת כל חכמי חרושת המעשה אשר חיו במשך מאה שנים רצופות אחריו לא שמו את לבם אל דבריו, עד אשר נשכחו שם פויקטאן וספרו ולא נזכרו ולא נפקדו, וכל התחבולות הפחזכות אשר כבר מצא החכם הזה לפני מאה שנה היו נצרכות להקצא שנית מחדש על ידי חכמי דורנו, ואלו היינו מהממינים במול, כי עתה אמרנו: "הכל תלוי במול אפילו רעיון המנח בלב איש", אולם אם נשים לבנו נמצאנו: הסבה האמתית אשר בגללה לא נתקבלה עצת פויקטאן, אהיתה הלישות הכחות ויקרת מחירם אשר במ השתמשו חכמי חרושת-המעשה להולדת התנועה בהכנסת, כי לא ידעו אז להשתמש לזה כי אם בכח הבהמה והאדם כאשר כבר אמרנו, וזאת היתה בעורכם, כי לא יכלו להוציא כל תועלת-מעשי (פראַקטישען נוצען) מחכמת נבונהם.

§ 168.

החכמים שמואל בראָווען וסמיט בָּנוּ אניות המתנועעות בעזרת השרויבע.

אחרי אשר יצא ספרו של החכם פויקטאן לאור, עברו חמשים והמש שנים ואיש לא נסה עוד להוציא את מחשבות החכמים בערנאָאוללי ופויקטאן לפועל ידים, אז התעורר הקאפיטאן הצרפתי החכם דעליסלע ויבקש בשנת 1823 מהממשלה לבנות אניות אשר תתנועענה בעזרת שרויבען, אבל הממשלה לא שמעה לו, יען כי עוד לא נתפשטה האניה-הקיסורית או בצרפת, ועל כן לא שמה הממשלה את לבבה להיטיב את תנועתה, כי רוב הצרפתים חשבו אז את האניה-הקיסורית אך לדבר נפלא (וואונדערדינג) המענג רק את עין הרואה אבל לא חשבוה לדבר מועיל המביא תועלת-מעשי.

אמנם לא כחמשבת הצרפתים היתה מחשבת האנגלים, גוי עושה מעשים גדולים מאז מעולם עד היום הזה, המה למדו מהר לדעת את רב ערך האניה-הקיסורית, ועל כן חשבו תחבולות להשלים בנינה ולהיטיב את תנועתה, ואנשים רבים מאוהבי תרושת-המעשה ואשר מעבר-האניות(שיפֿפֿאהרט) יקר בעיניהם, נועדו בשנת 1825 לעשות אגודה אחת בענגלאנד, ויבטיחו שכר רב להאיש אשר תצלח לו להמציא את המוכנה היותר טובה להניע על ידה את האניות, ביהוד בקשו להסיר את הגלגלים מהאניות, יען כי המה יפסידו מאד לבניני התעלות, כי על ידי אשר ירתיחו הגלגלים את המים בתנועתם, וילידו גלים ומשברים השוברים את דופני התעלות הצרות אשר משברי וגלי המים יפגו עליהן; בחוקה, או התעוררו חכמים רבים להעמיק חקר ולבקש תחבולות למצוא את ההכנה הנאותה לזאת, והנה: מכל האניות אשר נבנו אז לתכלית הזאת עלתה או האניה אשר בנה החכם **שמואל בראווען**, כי הוא השתמש בהשחיבע ואניתו מהרה ללכת מכל יתר האניות, ומבלי סאון ורעש ומבלי להוליד גלים ומשברים עברה אניתו על גהר שהעמוע את כל האניות אשר התחרו אתה במרוצתה, ויקבל החכם בראווען את שכרו מכסף האגודה, ואמנם בכל זאת לא היה בנין האניה הזאת בתכלית השלמות, ועל כן לא יחשבו האנגלים את החכם בראווען לממציא את השרויבע הספנית, אך הנחילו את שם כבוד ההמצאה הזאת להחכם סמ׳׳׳ אשר בנה בשנת 1836 אניה קטנה המתנועעת בעזרת השרויבע, ואחרי כן בשנת 1838 בנה סמ׳׳׳ אניה גדולה, ויקרא להאניה הזאת אשר בנה בשם **ארבימעדוס**.

אורך האניה הקטנה היה רק אחד ושלושים רגל, וכח סבילתה (טראַנקראַפֿט) ששים טאָננען (3600 פוד), וכח המוכנה אשר הניעה אותה היתה רק ככח ששה סוסים.

הנסיעה-הגסיונית דיא (פראָבעֿפֿאָהרט) עם האניה הזאת היתה צלחה למאד, ובשנת 1838 בחנה גם ממשלת-הים (טאָרינגעבעהאַרדע) את האניה אשר להחכם סמ׳׳׳, ותמצא אותה נעלה על כל משאלותיה, כי תחת אשר הבטיח סמ׳׳׳ לעבור באניתו רק פרסה נערטאָנית אחת (7 וועיסט) לשעה, עברה $2\frac{1}{2}$ פרסאות, או נועדו בעלי אגודה אחת לבנות אניות על פי עצת סמ׳׳׳, ותהי **ארבימעדוס** האניה הגדולה הראשונה אשר נבנתה 1838 בעזרת האגודה הזאת. כח סבילתה של האניה ארבימעדוס היה מאתים וארבעים טאָננען (14400 פוד), ובשנת 1840 נסע סמ׳׳׳ באניתו מדאָווער עד קאלע, וכן פאָרטסמ׳׳׳ עד אָפּאַרטאָ מהלך מאתים פרסאות נעאָנראַפֿיות במשך שבעים שעות.

הנסיעה הזאת היתה מסע-ניצחון (טריאומפֿפֿצונג), כי בכל החופים אשר נחה שם סמ׳׳׳ באניתו נהרו אליו המון רב, וביניהם גם חכמים ומבני מדע, ויברכו את סמ׳׳׳ בהלל ותודה כי הגדיל לעשות, ויריעו כל העם תרועה גדולה.

§ 169.

את מי נוכל לחשוב להמציא האמתי של השרויבע-הספנית?

ביחוס שם הכבוד ממציא השרויבע הספנית, יריבו עד היום הזה ספרי קורות המדעים ותרשת המעשה מבני שלשה לאומים שונים, ואיש איש מהם יחשוב את בן ארץ מולדתו לממציא האמיתי וינחלהו לשמו ולזכרו כבוד-חכמים ויקר.

הסופרים האנגליים עטרו את שם הכבוד הזה להחכם סמיים .
 הסופרים הצרפתים הנחילו את שם הכבוד הזה להחכם הצרפתי פֶרִידֶרִיך
 זוֹאָוֶע (Sovase) .

והסופרים הגרמאנים יתימרו בכבוד בן עמם יאָזֶעף רֵעֶסֶסֶל (I. Ressel) .
 אם נעמיק לחקור בזה , יאמר החכם המהולל יוליוס צאָללנֶעֶרִי או אין כל
 צדקה גם לאחד משלושה החכמים וביחוד לסמיים האנגלי להחשב לראשי המצויאים ,
 הן אמר כי אפשר להשמע כי החכמים סמיים זוֹאָוֶע ורֵעֶסֶסֶל לא ידעו מכל אשר
 עשו לפנים החכמים הקודמים להם בהמצאות השרויבע הספנית, וגם אפשר להשמע כי
 היו באים להמצאותיהם בדרך מחשבתם (כאשר הגיעו להמצאתם החכם בערנאָאולי ופויקסאָן)
 גם אלו לא חשבו בערנאָאולי ופויקסאָן כל מחשבה בדבר ההמצאה הזאת , אולם
 באשר כי החכמים בערנאָאולי ופויקסאָן הודיעו כבר פעם את מחשבתם גלוי בספר ,
 לכן אין לנו כל צדקה לגרוע מאומה מכל כבוד החכמים המצויאים הראשונים , כי
 לא היתה ההמצאה הזאת חסרה או (אחרי שהודיעו בערנאָאולי ופויקסאָן את דעתם)
 רק לֶאֱמַת את דבריהם על ידי בחינה-כבירה (גרָאָטֶרֶשינען עקספֶרֶיטענטם) ,
 ר"ל : החכמים בערנאָאולי ופויקסאָן היו צריכים רק לדראות במפת-מעשי : כי
 השרויבע-הספנית היא באמת מוכנה מעילה להניע את האניות , ולזה היו צריכים
 רק לבנות אניות המתנועעות בעזרת השרויבע , ולכן השלמת ההמצאה הכבירה
 הזאת אחרי בערנאָאולי ופויקסאָן היתה רק עבודה הצריכה לרוח כביר ולאיש אשר
 לא ישוב אתור מפני כל התנגדות , וליד חוקה אשר יש לה כל האמצעים להוציא
 כל רעיון ומחשבה אל הפועל ואל המציאות .

ועל כן נדמה כי לא נשגה בשפמנו אם ניקח את ראשית ההמצאה הגדולה
 הזאת להחכם בערנאָאולי ואת השלמתה להחכם פויקסאָן , כי שני החכמים האלה
 התחילו והשלימו את ההמצאה הזאת בעיין (טהעֶאָרעטעם) , ולא בהם האשם כי לא
 נמצאו בזמנם אנשי מביני מדע ובעלי הון אשר עזרו להוציא את מחשבתם אל הפועל .

§ 170.

פֶרֶדֶרִיך זוֹאָוֶע (Frederik Sauvase) .

החכם המהולל פֶרֶדֶרִיך זוֹאָוֶע נולד בהעיר באַלֶאָניע בתדש ועפמעמבר שנת
 1785 , ועודנו נער נספח לעבודת הצבא במחנה-ההגנרסה (אינוענערקאָרפוס) , אולם
 בשנת 1811 התפטר מעבודתו זאת , ויבחר לו את סֶבֶנה-האניות למלאכתו , אמנם
 גם מלאכתו זאת לא הוטבה בעיניו, כי בשנת 1821 נמצא אותו באחד ממחצבי-האבנים
 (שטיינברִיע) , כי הוא בנה מוכנה לנסר על ידה את האבנים במגרה ולהחליק את
 שטחם , ולהכח העובר בהמוכנה הזאת בחר בדרוח הגושב , כי בנה לו רחיים של
 רוח המתנועעים בעזרת כנפים-שוכבים (האָרָאָטֶאָנֶטֶאללע פֶלינעלען) , ובגלל החדשות
 האלה אשר חדש זוֹאָוֶע בתוכנת כנפי-הרוח , נִפְדָה אותו הממשלה במטבעת-הכבוד
 של זהב, אולם רוחו הכביר לא ידעה שבעה, ויחשוב וימצא עוד המצאות חדשות שונות,
 ביחוד הגדיל זוֹאָוֶע לעשות בהמצאתו הכנה אחת אשר קרא איתה בשם רֵעֶדֶרֶקֶטֶאָר
 (תוראתו המצמצם או המקטין) אשר על ידה יעזרו כל חוצבי-פסל (בילדהויער) לעשות

פסילים קטנים מְכֻנָּים בתבנית ובדמות הפסילים הגדולים, ועל ידי ההכנה המועילה הואת יכול כל הוצב פסל לעשות צלמי דמות פסילים קטנים אשר יהיו דומים בתמונתם ובכל ערכי סדורי אבריהם להפסילים העתיקים הגדולים אשר נשארו לנו לפליטה מהרומים והיוונים הקדמונים.

להחכם זואווע אנו חייבים להודות על התמונות הנחמדות אשר נוכל לקנות כעת בכסף מצער, ואשר לפני המצאתו היה מהירן יקר עד למאד, גם המציא החכם הזה הכנה אחת הנקובה בשם טפוח-המימי (ההיררוילישער-וואססערבאלג) אשר נוכל להעלות על ידו נצוק של מים עד גובה גדול.

ואחרי כן חשב זואווע מחשבות גם להניע את האניות בעזרת השרויבע, נתצלח לו למצוא את הדרך הנכונה להמצאתו זאת, וגם תכנית (מאָדעלל) עשה לו זואווע מהאניה הזאת, ובשנת 1832 השיג כבר כתב-זכות על המצאתו זאת, אחרי אשר בחנו אותה חכמי הרושת-הקעשה וימצאו את התכנית שלו טובה עד מאד.

אולם כל חכמת זואווע לא הועילה לו להיטיב את מצבו-החמרי אשר ירד פלאים, כי בהיות החכם הזה מרוד כל ימיו ברעיונות מחבמים לא דאג לנפשו ויבוא מחסרו כאיש מנן, וגם ההמצאה הכבירה הזאת לא עמדה לו להיטיב מצבו, כי נושיו נגעו אותו מבלי הפנות ולא נתנו לו לבצע את אשר החל, ואנשי ההון פחדו להשתתף איתו פן יאבדו את כספם בענין רע.

נעזב מכל עזרה וחסר לחם נמסר החכם זואווע לירי השופטים בדבר חוב קטן אשר קצרה ידו הרקה לשלם לנושיו אשר לא ידעו רחם, והשופטים חרצו את משפטו לשבת במאסר עד אשר ישלם נשיו, ימים רבים ישב החכם הנעלה כלוא במאסרו ועיניו כלו לראות (בשבתו כמאסרו עוד בשנת 1843 שתיים עשרה שנה אחרי שהמציא את המצאתו הכבירה), כי סמיט האנגלי בנה בעד ממשלת צרפת אניה מלחמה גדולה למאד הנקובה בשם נאפאלעאן, והאניה הזאת היתה מתנועת בעזרת מוכנה-קיסרותית שכחה היא ככת אלף ומאתים סוסים, והיא היתה בנויה בתבנית התכנית שבנה זואווע.

ידידי כראות הצרפתים את האניה הנפלאה הזאת ואת פעולותיה הכבירות, זכרו את בן עמם זואווע ממציא האניה הזאת, ויזכרו גם את אשר נגזר עליו לשבת במאסר בגלל עניו ומרודו, אז כסתה כלימה פניהם וישלמו את החוב אשר בגללו הושם החכם הזה בבור ויוציאוהו ממאסרו, וכל כתבי העתים צעקו כירה על הרעה אשר גמלו הצרפתים לאחיהם, כי לא ההויקו בידיו לתמוך בו להוציא את פעולתו לאור, אז נתעוררו רחמי נדיבי לב בצרפת ובענגלאנד וקצבו לו משענת כסף קטנה מדי שנה בשנה עד יום מותו, אולם רוח זואווע היתה כבר חובלה עד לאין טרפא, כי ראה וזים אכלו את יגיעו ויתגשאו על נפי מרומי קרת והוא נשאר בשפל המצב, ועל כן לא התנחם זואווע על שברו, וכל נצוץ תקוה לא האיר את חשכת רוחו עד יום מותו בבית-החולים, הוא יום 17 יולי 1857. זקן ושבע ימים ושבע רגו מת האיש המצוין הזה וזברו לא יסוף כסופרי קורות המדעים לדור דורים.

§ 171.

יוסף רעססעל.

הגרמנים ייחסו את המצאת השרויבע-המפנית לבן עמם יוסף רעססעל, נולד

בהעיר לרובים אשר בבעהמקן המדינה בשנת 1793, לפי דברי סופרי הגערמאנים עשה רעססעל כבר בשנת 1812 את בחינותיו הראשונות להניע את האניות בעזרת השרויבע, אולם זאת נדע במח כי בשנת 1826 היתה השרויבע אשר עשה רעססעל מוכשרת להניע אניות, ובשנת 1827 השיג כתב-זכות (פאטענט) על המצאתו זאת, **המשל שנים** במרם שהשיג המהנדס **זואווע** כתב-זכות על השרויבע-הספנית בצרפת, **ועל שר שנים** במרם שהשיג המהנדס **סמייט** כתב-זכות בענגלאנד, ובשנת 1829 נעשו בחוף טריעסט הבחינות באניה המתנועעת באמצעות השרויבע המתקנה על פי עצת והשגחת החכם **רעססעל**, פעולת השרויבע בהאניה הזאת היתה טובה למאד, וכל ירואים שמחו על המצאה החדשה הזאת, אבל מנספה לא אדע שחרה נשכחה ההמצאה הזאת בנערמאניע עד אשר נבנו אניות-השרויבען בענגלאנד.

החכם רעססעל מת בהעיר **לאיבאך** בשנת 1857, ואף כי שכתו בני עמו את המצאתו בחייו, זכרו אותו אחרי מותו ויציבו לו בהעיר טריעסט מצבה גדולה בדמות תבניתו לזכרון עולם.

§ 172.

עוד פעולת השרויבע לפעולת הגלגלים.

פעולת השרויבע-הספנית בהוך המים היא כפעולת המקרה (**באזערער**) המנכב את ההורים לחוק בהם המסמרים, כי בכל תקופה ותקופה שיקף המקרה יחדור לתלאה בתוך העץ, והנה אלו היו המים עצם קשה כמשהעץ כי עתה היתה האניה נעתקת לפנים בכח תקופת השרויבע בכל תקופה ותקופה כשעור מלוא הרוח שבין שני מקיפים, אבל באשר כי המים המה נוזלים וקלי התנועה, לכן המה נלחצים בעת התנועה אל הצד, באופן אשר אם יהיה הקוץ בין שני מקיפי השרויבע עשר רגל אז לא תעק האניה רק בשעור שלש רגל, אבל על ידי תקופה נמהרה מהשרויבע התלקטנה כל ההעקקות הקטנות אחת לאחת ותמצאנה לחשבון מרחק גדול, והנה יש אניות אשר השרויבען שלהן העשינה שלש תקופות בכל זעקונדע.

צורה 137



שרויבע-הספנית

תמונות השרויבע רבות הנה למאד, ואנחנו לא נביא פה כי אם אחת מהנה המתוארת בהצורה 137.

השרויבע קבועה מתחת להאניה לכל ארכה, ובדי-החותמות (**קאלבענשמאנגען**) של מוכנות קטורות אחדות יניעו אותה במהירות גדולה, מקצה השרויבע מאחורי האניה נמצא גם אופן-מעופף (**שוואונגראד**) המישר את הליכות השרויבע, בדי-החותמות (**די קאלבענשמאנגען**) אשר בהצילינדער ירדו וישוכו בדרכים קצרים מאד להגדיל מהירות תקופות הסך.

עוד יתרון אחד יש לאניות-השרויבע על אניות-הגלגלים, כי באניות הגלגלים לא נוכל לעשות תרון גבוה, יען כי אז תתמוטט האניה אנה והנה בכח הרוח הנושב על המפרשים וגלגל אחד ינשא אז למעלה, ועל כן לא יועיל הרוח להניע את האניות האלו

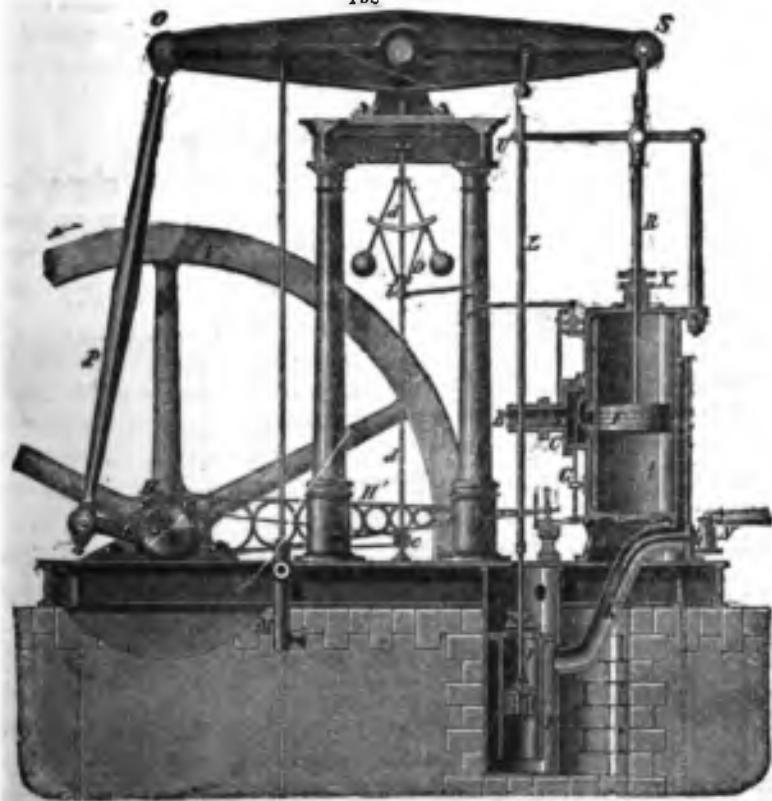
כי אם מעט מועד, אבל באניות השרויבע נוכל לעשות הורנים גבוהים, וכאשר יהיה רוח קטן או נוכל לעבוד גם בהשרויבע גם בהרות, ואם יחזק כח הרוח לבר להניע את האניה, אז תמצא הכנה בתוך האניה לתרים את השרויבע מעל המים ואז השבות המוכנה-הקיסורית מעבודתה, והרוח יפעל לברו.

§ 173.

תבנית המוכנת-הקיסורית המניעות את האניה.

בהאניות שנבנו לראשונה הציגו מוכנת-וואט אשר פעלה בלחיצה קטנה, את תבנית המוכנה הזאת חורה לנו הצורה 138, ואת דרכי פעולתה בארנו לכל

צורה 138

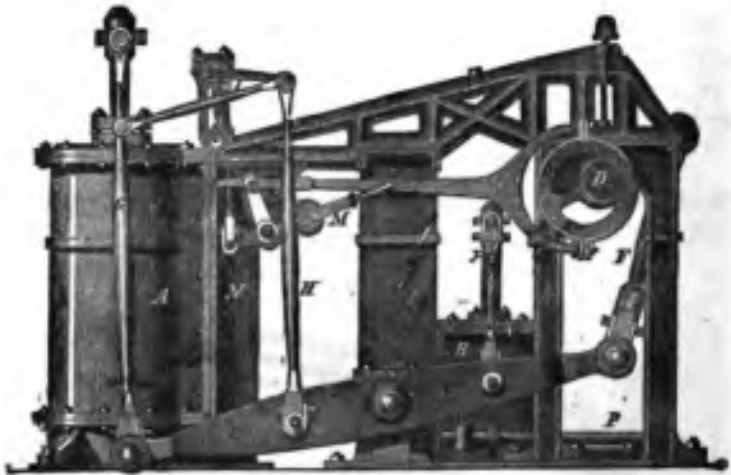


מוכנת וואט הפשוטה בפעולתה

פרטיהם בחלק הימני מכפרנו זה בפרק החמישה עשר, אמנם מרר ראו חכמי תרשימי המעשה לדעת: כי בתבניתה זאת לא תצלה המוכנה להניע את האניות, ועל כן שנו

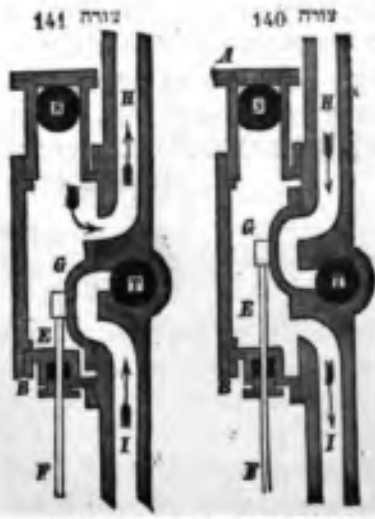
את תבנית המכונה והכונת חלקיה לפי ערך הפעולה הדרושה סמנה לתכליתה .

צורה 139



מכונת אנית הקיטור (שימפראמפמאשינע)

לראשונה התבוננו כי לא יאות אשר בהמוכנה הזאת היתה הכונת המוט-המאזני (באלאנציר) למעלה, באשר כי באופן הזה צריכה המוכנה להפנות גבוה למאר רם ונשא סעל לדופני האניות, ובוה תגדל התמוטטות האניה מצד אל צד ותתרבה הסכנה להתהפך על פיה בשוא הים גליו, ועל כן השכילו חכמי הרשת-המעשה לכונן בהמוכנה את בדי-החוחות מתחת, כטו שנראה את תכונת המוט-המאזני בהצורה 139, המוט-המאזני יקבל את תנועתו באמצעות כסיל המחבר אותו אל בדי-החוחים (קאלבעני-שטאנגע), והקצה השני של המוט-המאזני מחובר על ידי מטילים הסובבים על צירים (לענקשטאנגען) אל הסדן אשר הגלגלים קבועים על שני קצותיו, וכאשר יעלה ויורד קצה בדי-החוחים מעלה ומטה או יקיף במעגלה את הסדן ואת הגלגלים הקבועים עליו. באניות בלתי גדולות השמות



ברחים סופתקים (שיכדווענטילציע)

בגהרות ובתעלות קבועים שני הגלגלים על סדן אהר, ועל כן מתנועעות אניות כאלה בכח מוכנה אחת, אבל בהאניות הגדולות העוברות בלב ימים קבוע כל נלל

וגלגל על סך מיוחד , ולכן לא תשפיק מוכנה אחת להניע את האניות האלו , אבל כמספר גלגליה יהיה מספר המוכנות המניעות אותם, כי כל סדן וסדן יוקף בבה מוכנה המיוחדת להנעתו .

על ידי הבריהים-המועתקים (שיבערווענמיללע) צורות 141 140 שבארנו את חבניהם ופעולותיהם באר היטב בסיפן 94, תוכל המוכנה להחליף בפעם בפעם את נטיות פעולתה , ועל כן אפשר להמכונן (מאשעניסט) להניע את האניה על ידה קדימה ואחורנית (פארועטס אונד דיקוערטס) רצוא ושוב, מבלי להקף את האניה מסביב מרכזה , ר"ל מבלי להטות אותה מדרכה ימין ושמאל .

אמנם אם ירש להטות את האניה לאחד מהצדדים או להקיפה תקופה שלמה, אז הקל ההטיה הזאת למאר על ידי אצילות תנועות בלתי שוות במהירותן לכל אחד

צורה 142



מוכנה סתמוסטת (אסעלירענדע ראכטפאסשניצ)

מהסרנים שהגלגלים קבועים עליהם , ובוה יטה המכונן את האניה יותר במוח ויותר מדר מאשר ימו אותה תופשי-המשוט באניה המתנועעת על ידי כשומים .

באניות גדולות הנוסעות בלב ימים לא תוכשר מוכנת-וואט , אבל ישתמשו במוכנת בעלי לחיצות חזקות אשר דרכי פעולתן בארנו בסיפן 111 , וביחוד ישתמשו במוכנות-מתמוטמות (אסעלירענדע מאשינען) צורה 142 שבארנו פעולתן בסיפן 111 .



פרק המשה ועשרים

אניות-סוחר וצי-מלחמה (האנדעלס-אונד קרינספלאטען) .

§ 174.

אניות-סוחר (האנדעלס שיפֿטען) .

מספר כל האניות-סוחר העוכרות בימים (האנדעלס ועע-שיפֿטען) הנמצאות בעולם הוא שמונים וששה אלף ושמונה מאות, ומהן אניות המתנועעות בכח הקיטור חמשת אלפים ושמונה מאות, ואניות-התורן (וענעלשיפֿטען) שמונים ואחד אלף .
כח-הסבילה (טראנקראפט) של כל האניות-סוחר האלו הוא כתשע עשרה מיליאנען טאנן שהם אלף וסאה וארבעים מיליאנן פוד .

לסוחרי בריטאניא יש עשרים וארבעה אלפים אניות-סוחר בים, בהנה המצאנה שלשת אלפים וכאה אניות-קיטוריות, כח-הסבילה של כל אניות-הסוחר אשר לסותרי בריטאניא הוא בערך שמנה מיליאנן טאנן שהם ארבע מאות ושמונים מיליאנן פוד .

לסוחרי ארצות הברית שבאמעריקא הצפונית יש עשרים ושבעה אלפים ומאתים אניות-סוחר, בהנה המצאנה ארבע מאות ועשר אניות-קיטוריות, כח-הסבילה של כל אניות-הסוחר לסותרי ארצות הברית שבאמעריקא הוא שני מיליאנן ושש מאות ועשרים אלף טאנן .

לסוחרי ארצות שוועדען ונארוועגען יש ששת אלפים אניות-סוחר, בהנה המצאנה מאתים וארבעים אניות-קיטוריות, כח הסבילה של כל האניות-סוחר אשר לסוחרי ארצות שוועדען ונארוועגען הוא מיליאנן ושש מאות אלף טאנן .

לסוחרי ממלכת איטאליא יש ארבעה אלפים ושלוש מאות ושלישים אניות-

סוחר, בהנה תמצאנה מאה ועשר אניות-קיטוריות, כח-הסבילה של כל אניות-סוחר אשר לסוחר ממשלת איטליה הוא 1 מיליאן ומאתים וחמשה עשר אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת גערמאניא יש ארבעה אלפים וארבעים אניות-סוחר, בהנה תמצאנה מאה ושמונים אניות-קיטוריות, כח סבילתן של כל אניות-סוחר אשר לסוחר ממשלת גערמאניא הוא 1 מיליאן ומאת אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת צרפת יש ארבעה אלפים ושלוש מאות וחמש ושבעים אניות-סוחר, בהנה תמצאנה ארבע מאות אניות-הקיטור, כח סבילתן של כל אניות-סוחר אשר להצרפתים הוא 1 מיליאן ותשעים אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת ספרד יש שלשה אלפים ושבעים וחמש אניות-סוחר, בהנה תמצאנה מאתיים ועשר אניות-קיטוריות, כח-הסבילה של כל אניות-סוחר אשר לסוחר ממשלת ספרד הוא שש מאות ושמונים אלפים טאָנן .

לסוחר ממלכת האַלאַנד יש אלף וחמש מאות וחמשים אניות-סוחר, בהנה תמצאנה מאה אניות-הקיטור, כח סבילתן של כל אניות-הסוחר אשר לסוחר ממלכת האַלאַנד הוא ארבע מאות ושבעים וחמשה אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת אַסמרייך יש אלף וששים אניות-סוחר, בהנה תמצאנה תשעים וארבע מאות ושלושים אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת רוסיא יש שלשה אלפים ומאתים אניות-סוחר, בהנה תמצאנה מאה וחמשים אניות-קיטוריות, וכח-הסבילה של כל אניות-סוחר אשר לסוחר רוסיא הוא ארבע מאות ועשרים אלף טאָנן .

לסוחר ממלכת יוֹן (גריכעלאַנד) יש אַלְפִים אניות-סוחר, בהנה תמצאנה תשעים אניות-קיטוריות, כח הסבילה של כל אניות-הסוחר אשר לסוחר יוֹן הוא ארבע מאות אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת דענעמארק יש אלף ושלוש מאות אניות-סוחר, ובהנה תמצאנה שבעים וחמש אניות-הקיטור, כח-הסבילה לאניות-הסוחר אשר לסוחר דענעמארק הוא מאתיים ועשרת אלפים טאָנן .

לסוחר ממשלת פאָרמונאל יש ארבע מאות וארבעים אניות-סוחר, בהנה רק עשרים אניות-קיטוריות, כח-הסבילה של כל אניות-סוחר האלו היא מאה ועשר אלפים טאָנן .

לסוחר ממשלת בעלגיען יש תשע מאות אניות-סוחר, ובהנה תמצאנה חמשים אניות-הקיטור, אבל כל אניותיהן נְבָה קטנות כי כח סבילתן הוא רק חמשים אלף טאָנן .

לסוחר ממשלת המירקען ולכל סוחר הממשלות החסות בצל ממשלת המירקען וגם סוחר ארץ מצרים להם יתְשֵׁב, לכל סוחר הארצות האלו יש רק מאתיים ושלושים וחמש אניות-סוחר, ובהנה תמצאנה רק עשר אניות-קיטוריות, וכח-סבילתן של כל אניות-סוחר אשר לסוחר הארצות האלו הוא רק ארבעים אלף טאָנן .

לסוחר יתר כל העמים אשר לא נקבו פה בשמותם יש כשלושת אלפים
אניות-סוחר, ובהנה תמצאנה חמש מאות ושישים אניות-הקיסור, ובחסיבילתן של כל
אניותיהן הוא כשלוש מאות אלף טאָנן.

§ 175.

ערכי המשאות אשר תוכלנה להסיע האניות-סוחר של כל
סוחרים עמים שונים.

בין כל גויי הארצות העושים סוחר וקנין מעבר לימים ירבה מסחר
הבריטאנים ממסחר כל יתר העמים, אם נבחר בכה-הסבילה (טראנקוואַרט) אשר
לאניות-סוחר של עמי ממשלת המירקען למדת-האחדות (אלס איינהייטסמאַט) לשער
על ידה את כה-הסבילה מאניות-סוחר אשר יעבירו כל יתר הגוים בים, או נמצא את
שכם זה לזה על ידי המספרים אשר בהלוח הקטן הזה, והוא:

1	=	מירקיי	של	לאניות-סוחר	אם יהיה כמות כה-הסבילה אשר				
1¼	=	בעלגיען	—	—	—	—	—	—	או יהיה
2¼	=	פאָרמוגאל	—	—	—	—	—	—	
5¼	=	דענעמארק	—	—	—	—	—	—	
10¼	=	גריכענלאַנד	—	—	—	—	—	—	
10½	=	רוסלאַנד	—	—	—	—	—	—	
10¾	=	אָסמרייך	—	—	—	—	—	—	
11¾	=	האָלאַנד	—	—	—	—	—	—	
17	=	ספרד	—	—	—	—	—	—	
27¼	=	צרפת	—	—	—	—	—	—	
27½	=	גערמאניא	—	—	—	—	—	—	
30¾	=	איטאליא	—	—	—	—	—	—	
40	=	שוועדען	—	—	—	—	—	—	
65½	=	אמעריקא הצפונית	—	—	—	—	—	—	
200	=	בריטאניא	—	—	—	—	—	—	

הלוח הזה יורנו לדעת: כי האניות-סוחר אשר לסוחרים בריטאניא תוכלנה לשאת
עליהן משא הכבד שלש פעמים מהמשאות אשר תוכלנה לשאת עליהן האניות של
סוחרים ארצות הברית בצפון אמעריקא, וחמש פעמים כבד ממשא אניות שוועדען

וכשבע פעמים ממשא אניות צרפת, ועשרים פעמים ממשא אניות רוסיא, וכשמנים פעמים ממשא אניות בעלגיען, ומאתים פעמים מכל משא אניות סתרי ארצות טירקיא .

§ 176.

אניות-סוחר השמות בנדרות וביאורים .

כל האניות שחשבנו בשני הסעיפים הקודמים, הן הנה אך אניות-הים (ועעשיפֿע), אבל רבות מהנה הן מספר האניות השמות בנדרות וביאורים .

בארץ רוסיא לכד תמצאנה יותר מששים אלף אניות שונות בנדלן ובתבניתן השמות במרבית יאוריה ונדרותיה, בין האניות האלו תמצאנה כאלף אניות הקיסור אשר כח סבילתן הוא שבעים וחמשה אלף טאָנן .

אורך הנהרות השוטפים בארץ רוסיה הכבירה המוכשרים למעבר-האניות הוא כשמנים אלפים ווערסט, שהם אחד עשר אלף וחמש מאות פרסאות געאָגראפיות, ואורך הופי הים אשר על גבולות ארץ רוסיא הוא עשרים ואחד אלפים ווערסט שהם יותר משלשה אלפים פרסאות געאָגראפיות .

אין קצה לכל הפון האניות השונות השמות בנהרות אמעריקא וביאיראָפּע המערבית ובאוייע, ביחוד בארצות כינע והודו המזרחית . באמעריקא נמצא בין אניות העוברות בנהרות אניות-קישוריות רבות הגדולות למאד, ואשר עליהן יוכלו לנסוע אלפים נוסעים עם כל סחורת ידם, בין האניות האלו תמצאנה גם הבנויות לתלפיות תהריים שניים ושלישיים .

§ 177.

אניות-מלחמה, אניות-האיל (ווידער שיף).

אניות-המלחמה הבנויות בימינו אלה שונות הן גם בתבניתן החיצונית וגם בהקונן סבפנים מאניות-המלחמה אשר נלחמו בהם עד בדור העבר, כמעט לכל האניות היוצאות למלחמה הלבישו שריונות ומגיני-ברזל עבים עד חצי האמה .

יש אניות אשר בקציהן הנה תרות (שאָרף) ומקצועות (צוגעשפיצט), המקצועות החדות תעשה מברזל-עשת, האניות האלו נושאות על גבן כלי-תותח מעטים אבל גדולים למאד, ולעתות מזומנות תננתנה האניות האלו בהדרבן החד אשר להנה (שארפֿען שפאָרען) ותקבנה בנחתן את דופני האניות הנלחמת בהנה, **אניות-מגנחות** כאלו תקראנה בשם **אניות-האיל** (ווידער-שיפֿע) .

התנגחות האניות זו בזו בהלחמן הוא אחד ממכסימי מלחמה היותר נושנים, אולם בימי קדם התנתחו אך אניות של עץ המתנועעות במשוטים בכח ידי אנשים, ובמינו תתנחנה אניות של ברזל הכבדות רבבות ככרים והמתפעלות ממכונות-קישוריות אשר אלפי כחות-סוסים להנה, והמתנועעות מהר כסופה אשה למול רעותה, וכל אחת מהנה תבקש להביא את הדרבן בבטן רעותה ולקרוע את מעיל הברזל אשר עליה .

§ 178.

אנית-המגדל (טהורעם-שיף) .

המהנדס הדעני עריקואָהן אשר נודע לנו כבר בהמצאתו את מוכנת החום שבארנו פעולתה בסימן 124 הוא גם ממציא אנית-מלחמה הנקובה בשם מאַנימאַך או בשם אנית-המגדל (טהורעם-שיף), על האניות האלו נמצא מגדל אחד או גם שני מגדלים אשר יוכלו לקבב על סרן-זקופי (ווערטיקאַלע אַקסע), ובתוך המגדלים האלה קבועים כלי-תותח גדולים אשר מהם יירו כדורים (קוגעלען) ואבני-הקלע מאורכים ומקוצעים .

האנית-המגדלית הראשונה אשר בָּנה עריקואָהן הראתה את כחה הגדול וגבורתה הנוראה במלחמת בני אמעריקא הצפוניים עם הדרוזיים. שתי אניות גדולות כל אחת בעלות שלש הורנות (פֿרענאַמען) ושלש אניות-קיטוריות ולהקת-אניות (עסקאַרדאַן) הקמנות מהן הסרות למשמעתן, חנו בתוף הים להגן על העיר מראַע מבצר בני הצפון, והנה פתאום נשמע ממגדל-הצופים קול כלי-תותח להודיע לאנשי המלחמה אשר על האניות בני הצפון כי צי-מלחמה של בני הנגב הולך וקרב אליהן, אז נשאו את עיניהם אנשי המלחמה אשר לבני הצפון אשר עמדו על האניה הגדולה קומבערלאַנד ויראו להקת אניות קמנות של בני הנגב שמה למולם, בתוך הלהקה (עסקאַרדאַן) מצאה אניה אחת מזורה אשר לא תואר ולא הרר לה, נגה יורד במדרון וְאַיל ארוך של עשת-ברזל קבוע בה, האניה הגדולה קומבערלאַנד ירתה כדורים מכלי-התותח הרבים והגדולים אשר אָתה, אבל האניה המזורה לא זעה מפניה, וכל הכדורים אשר נזרקו עליה נדחפו לאחור בפגשם בקירויה ובנפלאם על נגה של ברזל, וכפתע פתאום נראה ונשמע ברק ורעם בקול רעש גדול מהאניה המזורה, וכדור גדול אחד אשר נזרק מהאניה המזורה הזאת הָגה מעל מכסת האניה ששה אנשים, ואחרי כן התחילה האניה המזורה אשר נקראה בשם מעררימאַק להתקרב במרוצה גדולה אל האניה קומבערלאַנד הגדולה הרבה ממנה, ותנגנה אותה בקרן ברזל אל צדה ותקב בה חור גדול למאד, אחרי כן חזרה האניה של ברזל אחורנית ותשב לנגח פעמים רבות בו אחר זו את האניה הגדולה קומבערלאַנד. האניה מעררימאַק החליפה את פעולותיה הנוראות להגעים, בהתקרבה אל הקומבערלאַנד שברה את צלעותיה על ידי הנגיחה, ובהתרחקה ממנה זרקה עליה כדורי מות עד אשר הורידה את האניה קומבערלאַנד במצולות תהום .

ואחרי אשר הורידה האניה של ברזל מעררימאַק את האניה קומבערלאַנד במצולה, נגשה אל האניה קאַנגרעז, ויהי כראות אנשי הצפון אשר על האניה קאַנגרעז כי כלתה אליהם הרעה, ויתנו את נפשם שבי בידי בני-הנגב שונאיהם ומנדיהם, ואחרי אשר הציתו בני הנגב את האניה קאַנגרעז באש ואת אנשיה לקחו שבי, שלחו את המשתייה הנורא מעררימאַק להשתער גם על האניה הגדולה למאד אשר לבני הצפון, היא הפֿרענאַממע מינניזאַמאַ, וגם במלחמה הזאת שגבה האניה של ברזל מעררימאַק מן האניה הגדולה מיננעזאַמאַ, כי שברה את צלעות האניה הגדולה הזאת עד כי לא עצרה מעמד לפני המערימאַק אשר תחבה בצדה את קרנה פעמים רבות ותקב בה נקבים רבים. ברפנות נשברות שָׁבה

האניה מיניוֹאֶמָא באישון לילה אל החוף ולא נותר בה כח להתיצב בקשרי המלחמה . ודנה אך חשכת הלילה שמה קץ להמלחמה האיומה הזאת , עבר הלילה והאיר השחר אז עלתה שנית האניה של ברזל מעררימאק לכלות את כל חמתה בהשאריית הנשארת מכל צי-המלחמה (פֶּלֶאָטֶע) אשר לבני הצפון , אבל בלילה הזה באה אניה אחת השלוחה מנייאֶאָרְק לעזרת צי-מלחמה הנלחם על יד המבצר מֶאָרְעָא , האניה הזאת היתה גם כן בנויה כולה מברזל שהור , אבל בתבניתה היתה משונה מתבנית האניה מעררימאק , וזה תבניתה : על רפסודה מעוגלה של ברזל בעלת שלש קצוות עמד מגדל בלתי גבוה , המגדל הזה היה יכול להתנועע חפשי מסביב לסדרנו הזקוף (וואָר דרעהבאר אום ויינער ווערטיקאללען אקסע) , בהמגדל הזה נמצאו רק שני כלי-תותח , אבל בגדלם היו נוראים למאד , כי כלי המשוחות האלה ירקו מפיהם כדורים שמשקלם היה 184 ליטרות (שהוא הרבה יותר מסאתים ליטרות ויסיה) , לאור שלהבת האניה קאָנגרעו אשר עלתה בלהב אש השמימה נגשה האניה של ברזל מֶאָניסְאָר אשר באה לעזרת בני הצפון ותתיצב מגדל למקום המערכה ותשלך את עוגנה ותשמור את מוצאות ומובאות אניות בני הנגב .

ויהי בהיות הבקר חגה האניה מעררימאק את שארית כחה לעשות קְלָה בהאניה הגדולה מיניוֹאֶמָא אשר נסה בלי כח לפני רודפה , והאניה מעררימאק לא ראתה כי המֶאָניסְאָר אורב לה מאחוריה , ויהי כאשר קרבה האניה מעררימאק אל האניה מענניוֹאֶמָא לנגחה , והנה צלחה להאניה מֶאָניסְאָר לצאת מהמארב ולבוא מאחורי האניה מעררימאק , והמעררימאק לא ראתה את האורב אשר מאחוריה עד כי הקיצה לקול הרעם אשר הרעים עליה הכדור הנורא אשר זרק עליה כלי-התותח שבהמגדל אשר באנית מֶאָניסְאָר , הכדור הזה אשר משקלו היה קרוב לששה פוד הרעיד את האניה מעררימאק עד היסוד , אז עזבה האניה מעררימאק את הרכה ולא רדפה אחרי המיניוֹאֶמָא , ותלחם המעררימאק בחמה שפוכה עם המֶאָניסְאָר פנים אל פנים , פעמים רבות התנגחו שתי האניות של ברזל אשה את רעותה , אבל גם שתיהן חזקו מֶמְמיר וקשות מצור הנה , ועל כן לא נצחו אשה את אחותה , אז התחילה האניה מעררימאק שנית לרדוף אחרי הֶרְעָנאמֶע מיניוֹאֶמָא , ואנית-המגדל מֶאָניסְאָר לא שכנה גם היא דומה , ותחגור עוז ותעצומות ותעבור במרוצתה ותבוא בְּתֶקֶף בין האניות מעררימאק ומיניוֹאֶמָא הנלחמות , ותנגח פעמים אחדות את האניה מעררימאק עד כי האניה מעררימאק חֶשְׁבָה להשבר , ובכל זאת לא אמרה האניה מעררימאק נואש ותלחם עוד כחמש שעות רצופות עם אויבתה , נורא היה מצוה המלחמה הזאת עד מאד , מי הים התגעשו לתנועת מרוצתן של שתי מצוקי-ימים האלו , ומקול סכתן רעשה הארץ , וכלי התותח אשר עליהן לא חשכו גם המה מלהכמיר כדורים כבדים על ראשי נגי האניות , ברזל בברזל ואש באש נלחמו , ומי ינצח ומי ינוצח זאת לא ידעו להגיד מראש גם שרי האניות המפקדים את המלחמה , אבל מקץ השעה החמישית למלחמת שתי האניות , גברה האניה מֶאָניסְאָר על האניה מעררימאק ותשָׁבֵר אחת מצלעותיה , אז ראתה האניה מעררימאק כי לא תוכל לעמוד עוד בקשרי המלחמה עם אנית-המגדל אשר הפליאה את מכותיה עד לאין טרפא , ותעזוב האניה מעררימאק בְּחֶרְפָה את מקום המערכה ותנס מנוסת חרב מפני אויבתה .

מן אז והלאה נודעה בעולם גבורת המאָניסאַר, וכל הממשלות השָׁתוּתות בים־כָּנוֹ למוֹ אַניוֹת־מַנְדְּלִים כֵּאלוֹ .

§ 179.

סוללות־הַמַּנְיָנִים הַשְּׂמוּתָּה עַל פְּנֵי הַיָּם (נַעֲפֵאֲנַצְרַטַע שׁוויִימַעַנְרַע בְּאַמְטַעֲרִיעִין) .

בְּלַעֲדֵי אַניוֹת־הַמַּנְדְּלִים נִכְנָנוּ בִּימֵינוּ אֱלֹהִים גַּם אַניוֹת־בְּרוֹל אֲשֶׁר קִירוֹתֶיהֶן מְשׁוּפָּעוֹת וְחַלּוֹנוֹת צְרוּת רַבּוֹת תְּמַצֵּאנָה בַּהֲנָה אֲשֶׁר בְּכֹל אֶחָת מִפְּתָחֵי הַחַלּוֹנוֹת נִשְׁקָף מִפְּתָח פִּי קֵאֲנָאָנַע גְּדוֹלָה לְמֵאֵד , הַאֲנִיוֹת הָאֵלוֹ תּוֹצַנְנָה אִשָּׁה בְּצַד רַעוּתָהּ עַד כִּי בַּהֲתַחֲבֹרֵן תּוֹלְדָנָה מִבְּצַר חוֹק הַצֶּף עַל פְּנֵי הַיָּם .

דַּעַת לִנְבוֹן נִקְלָ כִּי אַניוֹת־בְּצוּרוֹת כֵּאלוֹ צְרִיכוֹת לִכַּח גְּדוֹל לְמֵאֵד לַהֲנִיעַ אֹתָן, אֲךָ מוֹעֲשׂוֹת הֵנָּה מֵהַאֲנִיוֹת־הַבְּצוּרוֹת הָאֵלוֹ אֲשֶׁר כַּח־הַקִּיְשׁוֹר הַעוֹבֵד בְּהֵן יַמְעַט מִכַּח שְׁלֹשׁ מֵאוֹת סוֹסִים , אֲבָל יֵשׁ גַּם אַניוֹת הַמַּתְנוּעָעוֹת בְּכַח שְׂבַעָה אֲלָפִים סוֹסִים .

הַקִּיְשׁוֹר יַעֲבוֹד בְּאַניוֹת־הַמַּלְחָמָה עֹבְדוֹת־מִשְׁנָה , הַעֹבְדוֹה אֶחָת לַהֲבִיאֵן לְמַחֲזוֹ חֶפְצֵן , וְהַעֹבְדוֹה הַשְּׁנִית לְסַבֵּב אֶת הַמַּנְדְּלִים וְלַהֲכִיֵּן אֶת כְּלֵי הַתּוֹרַתָּה עַל מַצְבֶּם וְלַהֲעֹלּוֹת הַעוֹנָגִים מִקְרַקַע הַיָּם וְלַהֲנִיעַ כִּנְפֵי־הַרוּחַ לְנִקּוֹת הָאוִיר , גַּם נִמְצְאוֹת לְמַרְבִּית הַאֲנִיוֹת הָאֵלוֹ שְׁתֵּי שְׂרוּיִבְעֵן לְמַהֵר אֶת תְּנוּעָתָהּ , וְגַם אִם תְּנִיעַ הַמִּסְכָּנָה אֶחָת אֶת הַשְּׂרוּיִבַּע אֶחָת קְרִימָה בַּעוֹד אֲשֶׁר הַמִּסְכָּנָה הַשְּׁנִיָּה תְּנִיעַ אֶת הַשְּׂרוּיִבַּע הַשְּׁנִיָּה אַחֲרֵינִי , אִזּוֹ לֹא תַעֲתֵק הָאֲנִיָּה הַלֵּאָה וְלֹא תִשׁוּב אַחֲרָי , אֲךָ תִּקְרַף בְּמַעֲגָלָה מִסְבִּיב לְקוֹמְרָה , וְהַתְנוּעָה הַזֹּאת מוֹכֵרַת תְּמִיד לַהֲאֲנִיָּה כֵּן בַּהֲשַׁתְעָרָה בְּמַלְחָמָה עַל אַניוֹת אַחֲרוֹת וְכֵן בַּהֲגִינָה עַל נַפְשָׁה כֵּאֲשֶׁר תְּלַחֲמָנָה אַניוֹת אַחֲרוֹת בָּהּ .

בְּאֲשֶׁר כִּי בְּמִשְׁךְ יוֹמֵי הַמַּלְחָמָה תִּשְׂרַפְנָה עַל הַאֲנִיוֹת מִשְׂאוֹת גְּדוֹלִים מִפְּחָמִים וְגַם תּוֹרְקָנָה מִקְרִיבֵן כְּדוֹרִים כְּבָדִים לְמַכְבִּיר וּבְגַלְלֵזָה תּוֹקְלָנָה הַאֲנִיוֹת וְהַתְרוֹמַמְנָה עַל פְּנֵי הַיָּם יוֹתֵר עַל הַנּוֹבָה הַרְרוּשׁ לְהֵן , לִכֵּן כּוֹנְנָנוּ לַהֲכִלִּית הַזֹּאת חֲדָרִים מִיּוֹחֲדִים בְּתוֹךְ כָּל אַנִּיָּה אֲשֶׁר בְּאַמְצָעוֹת בְּרוּזוֹת שְׁתּוֹכְלָנָה לַהֲפָרַחָה בְּהֵם, יִתְמַלְאוּ הַחֲדָרִים בְּמִים שִׁמְשֻׁקְלָם הוּא כְּהַמְשַׁקֵּל הַנִּנְרַע מִמֶּשֶׁא הָאֲנִיָּה עַל יְדֵי מִשְׂרָפוֹת הַפְּחָמִים וְיִדִּית הַכְּדוֹרִים, וְעַל יְדֵי הַתְּחַבּוּלָה הַזֹּאת תִּשְׂאָרְנָה הַאֲנִיוֹת מִכּוֹלוֹת בְּמִים תְּמִיד בְּנוֹבָה אַחַד .

§ 180.

מִסְפַּר אַניוֹת הַמַּלְחָמָה אֲשֶׁר לְכָל הָעַמִּים .

לְהַבְרִימָאִים יֵשׁ שְׁשִׁים וְשָׁתַיִם אַניוֹת־בְּצוּרוֹת כּוֹלֵן בְּרוֹל מְהוֹר , שְׁשִׁים וְשֵׁשׁ אַניוֹת שֶׁל עֵץ מְצוּפוֹת בְּצַפּוּי בְּרוֹל עַב לְמֵאֵד וְהַמַּתְנוּעָעוֹת בַּעוֹרֹת שְׂרוּיִבְעֵן , תָּם מֵאָה וְשֵׁשׁ עֶשְׂרֵה אַניוֹת־קִיְשׁוֹר בַּעֲלוֹת גְּלַגְלִים וְאַניוֹת־תּוֹרֵן , כַּח הַמִּסְכּוֹת הַקִּיְשׁוֹרוֹת

שבהאניות הוא ככח מאה ושלושה עשר אלף סוסים, וכח-סבילתן הוא שש מאות ושבעים ושמונה אלפים טאָנן.

האניה-הבצורה היותר חזקה אשר להאנגלים תתפעל בכח שבעה אלפים סוסים.

להצרפתים יש ששים וארבע אניות-בצורות של ברזל, גם מאתים וארבע אניות המצופות ברזל והמתנועעות בעזרה שרויבען, וגם שמונה מאות ועשרים ושש אניות-קיטוריות בעלות גלגלים ואניות-תורן. כח המוכנות-הקיטוריות הפועלות בהן הוא ככח תשעים ושלושה אלף סוסים, וכח סבילתן הוא שלש מאות ושבעים ואחד אלפים טאָנן, האניה-הבצורה היותר גדולה אשר להצרפתים תתפעל בכח תשע מאות וחמשים סוסים.

לארצות-הברית אשר בצפון אמעריקא יש שמונים וארבע אניות בצורות וששים ושלוש אניות-השרויבען המצופות ברזל, וגם עשרים ותשע אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות אשר להאניות לא נודע, וכח סבילתן הוא מאה ושבעים ושנים אלף טאָנן, הגדולה שבכל אניותיהן היא האניה ניאָגאָראָ אשר כח-סבילתה הוא חמשת אלפים וארבע מאות וארבעים טאָנן.

לממשלת רוסיא יש עשרים ותשעה אניות-בצורות ומאה ושבעים אניות-השרויבען מצופות ברזל וגם מאה וארבע אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות אשר לאניות-הקיטור הוא ככח 30776 סוסים, וכח סבילתן של כל האניות הוא מאה ושמונים ותשעה אלפים טאָנן, האניה היותר גדולה מכל אניות הבצורות אשר לרוסיא היא האניה פעמער הגדול, כח המוכנה אשר לה הוא ככח אלף וארבע מאות סוסים, ומחירה הוא 3,382,400 רובל.

לממשלת המזיקען יש עשרים אניות-בצורות ושבעים אניות-השרויבען מצופות ברזל, גם ארבע ותשעים אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות של כל האניות הוא ככח 45250 סוסים.

לממשלת איטאליא יש ששים ועשרים אניות-בצורות גם תשע ועשרים אניות-השרויבען מצופות ברזל, וארבעים אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח כל המוכנות אשר לאניות-הקיטור הוא ככח 27446 סוסים, וכח סבילתן של כל אניות המלחמה אשר לאיטאליא הוא 62784 טאָנן, האניה-הבצורה היותר גדולה אשר באיטאליא היא האניה הנקובה בשם מלך פארמוגאל, כח המוכנה אשר לה הוא ככח שמונה מאות סוסים, וכח סבילתה חמשת אלפים ושבע מאות טאָנן.

לממשלת האלאַנד יש ששים ועשרים אניות-בצורות וארבעים וחמשים אניות-השרויבען מצופות ברזל וששים וחמשים אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות אשר לכל אניות-הקיטור הוא ככח 10,300 סוסים, כח סבילתן לא נודע.

לממשלת בראזיליען יש עשרים אניות-בצורות גם ששים וחמשים אניות-השרויבען מצופות ברזל ושבע עשרה אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן,

כח המוכנות אשר לכל אניות הקיטור הוא ככח 7500 סוסים, כח סבילתן לא נודע.
 לממשלת אַסמרייך יש אחת עשרה אניות-בצורות ועשרים אניות-השרויבען מצופות ברזל, גם תשע ועשרים אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות התורן, כח המוכנות אשר לאניות-הקיטור הוא ככח 16821 סוסים, וכח סבילתן של כל האניות הוא 107580 מאָנן.

לממשלת השוועדים יש שתיים עשרה אניות-בצורות גם חמש ועשרים אניות-השרויבען מצופות ברזל ומאה וששים ושתיים אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח כל המוכנות אשר לאניות הקיטור הוא ככח 5812 סוסים, כח סבילתן לא נודע.

לממשלת קיסר גערמאניא יש אחת עשרה אניות-בצורות ותשע וארבעים אניות-השרויבען מצופות ברזל ושתיים עשרה אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות התורן, כח סבילתן של כל האניות לא נודע, כח כל המוכנות של אניות הקיטור הוא 17398 כח סוסים.

לממשלת הספרדים יש עשר אניות-בצורות גם שבע ושמונים אניות-השרויבען מצופות ברזל וגם שבע ועשרים אניות הקיטור בעלות גלגלים ואניות התורן, כח המוכנות אשר לאניות-הקיטור הוא ככח 25640 סוסים, וכח סבילתן של כל האניות 42885 מאָנן.

לממשלת דענעמארק יש שבע אניות-בצורות גם אחת עשרה אניות-השרויבען מצופות ברזל, כח כל המוכנות אשר לאניות הקיטור הוא ככח 9895 סוסים, כח סבילתן לא נודע.

לממשלת פערו יש חמש אניות בצורות ושבע אניות-השרויבען מצופות ברזל, ואחת עשרה אניות הקיטור בעלות גלגלים ואניות התורן.

לממשלת יוון (גריכענלאנד) יש שתי אניות-בצורות, וארבע אניות השרויבען מצופות ברזל וארבע עשרה אניות הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות אשר לאניות-הקיטור הוא ככח 4450 סוסים.

לממשלת הרעספובליק צילע יש שתי אניות-בצורות ועשר אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות אשר לכל האניות הקיטוריות הוא ככח 1650 סוסים.

לממשלת פארמוגנאל יש שבע עשרה אניות-השרויבען מצופות ברזל ומאה ושלישים ושתיים אניות-הקיטור בעלות גלגלים ואניות-התורן, כח המוכנות אשר לכל אניות-הקיטור הוא ככח 3045 סוסים.

לממשלת מצרים יש עשר אניות-שרויבען מצופות ברזל, כח כל המוכנות אשר לעשר האניות האלו הוא ככח 4850 סוסים.

§ 181.

השקפה כללית על סכום אניות-המלחמה הנמצאות בימינו
אלה בכל הארץ .

עד ראשית שנת 1875 נמצאו בכל הארצות (בלעדי כינע ויאפאן) :

שלוש מאות ארבעים ושבע אניות-בצורות (Бронепоселья) .

תשע מאות ושלושים ושמונה אניות-השרויבען מצופות ברזל .

אלף תשע מאות ותשעים ושמונה אניות-הקישור בעלות נללים

ואניות-התורן .

על כל האניות האלו נמצאים שבעה עשר אלף ושש מאות כלי תותח

(קאנאנען) .

מספר כל חובלי האניות ואנשי הצבא והמלחים תופשי המשוט והמכוננים

(מאשעניסמען) אשר על כל אניות המלחמה הוא 263471 איש, ובמספרם לא

נחשבו כל האנשים העובדים על צי-המלחמה אשר לממשלת בעלי הברית בצפון

אמעריקא, כי לא נחקר מספרם .



ספר

תולדות האש והמים

או

פעולת כח הקיטור המימי

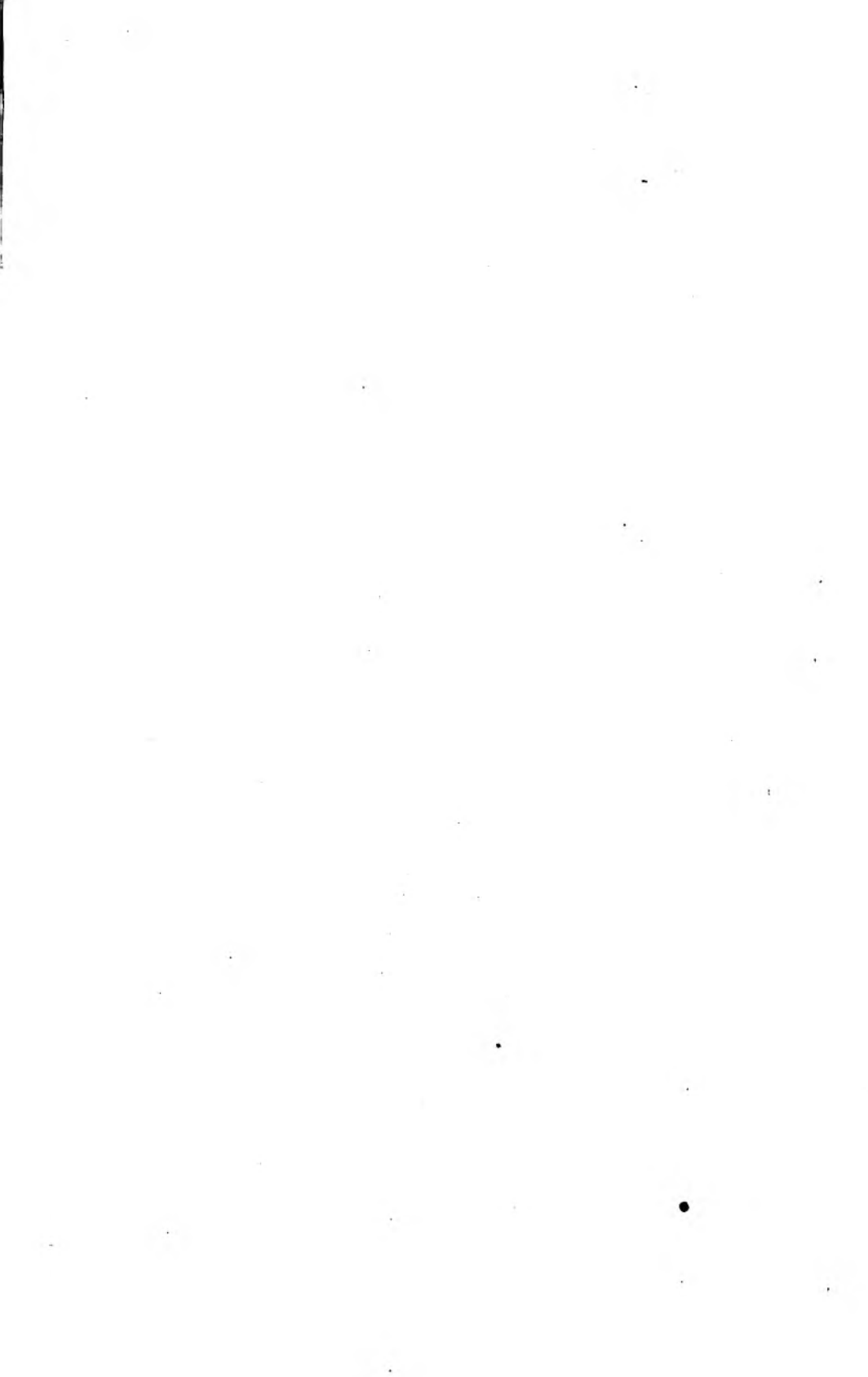


חלק רביעי

יכלול בקרבו

נתיבות הברזל, ועגלת הקיטור

(אייוענבאהנען אונד לאקאמאטיווען).





פרק ששה ועשרים

קורות המצאת נתיבות-הברזל.

§ 182.

נתיבות הברזל (אייוענבאָהנען).

אך למותר הוא לנו להרחיב את דברינו פה על תועלת נתיבות הברזל, שדי לנו במה שהקדמנו בראש ספרנו זה. תועלת הנתיבות האלה גלויה לכל, ולאות כי כל העמים ידעו להוקיר את התועלת היא ישפיק לנו להגיד: כי בהמשלי ברזל המשתרעים לאורך כל נתיבות הברזל בכל ארצות תבל, נוכל לחנור את כדור הארץ עשרים וארבע פעמים, ברוסיא לבד תמצאנה כיום (שנת 1875) מסלות ברזל סלולות בארך עשרים אלפים ווערסט שהמה יותר מן 2880 פרסאות געאגראפיות, ואם נתבונן כי ברוב המסלות נמצאות שתי נתיבות וכי כל מסלה תתפצל לענפים רבים בקרבת בתי-הדוהר (שמאָציאָנען), או נמצא חשבון כי במשלי הברזל המשתרעים על הנתיבות אשר ברוסיא לבד יכולים לחנור את כדור הארץ מסביב שתי פעמים, ובכל יום ויום הלא יבנו כל העמים הנאורים נתיבות חדשות לבקרים.

§ 183.

הדרכים הסלולים בימי קדם.

לסלול דרכים ישרים כרוצפים באבן או בעץ שיתמעטו בהם המכשולים

המעכבים את מרוצת האופנים היא המצאה ישנה ונושנה עד מאד, עד כי באמת יש לנו להתפלאות: מדוע השחיתו העמים בהדרות אשר לפנינו את דרכיהם? עד כי היו דרכיהם אבלות ביותר בימות הגשמים, כי אופני הענלות ורגלי הסוסים נטבעו בכוח, הן העמים הקדמונים: מצרים, אשור, ופרס, וארץ יהודה, סללו להם דרכים מרוצפים, ואחריהם הגדילו עוד הרומים לעשות דרכיהם מתוקנים, ביתוד השניחו היהודים לתקן את דרכיהם שלש פעמים בשנה להקל להעם לעלות לרגלים בירושלים, ורק העת החשוכה ימי-הבינים הוא הלילה הארוך והחשוך שבין ימי הנאורים אשר לעמי קדם ובין ימי הנאורים בזמננו זה, רק בחשכת ימי הבינים בעת אשר השחיתו כל הגוים את מעלליהם, בעת אשר שנאו את החכמות והמדעים רק אז נשתתה גם הארץ מרעת כל יושבי בה וכל דרכיה היו שוממים.

בסביבות חורבות בעלבעק ופאלמירא נמצאים גם היום שרידי דרכי-קדם המרוצפים בטבלאות של אבנים חלקות, וסופרי קורות ימי קדם יספרו לנו: כי היהודים והמצרים סללו דרכים כאלה גם דרך המדבר.

§ 184.

ריינאָלדס בָּנָה נתיבות-של-ברזל הראשונות.

חוצבי-הדרכים בגרמניא השכילו לסול מסלות של עצים, כי על אדני עץ המנוחים לרוחב הדרכים נתנו שתי קורות ארוכות וחלקות מימין אחת ומשמאל אחרת, וסוס אחד היה מושך על מסלת-עץ כזאת עגלה מעונה משא לארבעה סוסים המושכים אותה על דרך לא סלולה בעץ.

גם החוצבים בהרי ענגלאנד בנו למו מסלות של עץ כאלו, ובאשר כי מסלות-העץ נתקלקלו מהר עד כי משש שנים לשש שנים היה נצרך להחליף הקורות הישנות בקורות חדשות, השכילו האנגלים לכסות את שטח הקורות ממעל בפצלות של פחי ברזל, וכאשר הרבו החוצבים להוציא ברזל הרבה ממכרי ההרים ומחיר הברזל הורד, נעשה בשנת 1778 הבחינה הראשונה לשום על המסלות במקום הקורות של עץ משילים ארוכים של ברזל-יצוק (גוסאיווען).

בימים ההם החל הברזל לרוב בארץ ועוד לא ידע האדם להשתמש בו לתועלת כאשר נשתמש בו היום בכל צרכי הבית והשדה, ובמבנה הדרכים והגשרים, ובמבנה הענלות והאניות ולכל כלי המלחמה, ועל כן הורד אז מחיר הברזל עד כי נמכר במחיר מעט ואין קונה, ומלאכת תוצאות הברזל מההרים לא השיבה לבעליה גם את הכסף אשר הוציאו בשכר העובדים. רבים מארזני ההרים שלחו אז את החוצבים לביתם, ואילו לא מצא איש אחד תחבולה להתחייב את תועלת הברזל, כי עתה היו נשארים אלפים מחוצבי ההר מבלי משען לחם ורבה היתה העוובה בארץ.

האיש הזה אשר הגדיל לעשות יזכר לשוב לדור הורים, ושמו ריינאָלדס לא ישכח לעולם.

ריינאלדס היה אחד משותפי-האגודה (אקציאונרע) אשר נועדו יחד לחצוב בחררי קאלעבראקראלע, מכרה החר הזה היה היותר נכבד לתוצאות הברזל מכל מכרי הררי עננלאנד, ובעוד אשר הפצו אנשי האגודה בשנת 1767 לעזוב את מהצב הברזל ולמשיך את ידם מעבודתו, הפציר ריינאלדס בהאגודה לחצוב את הברזל גם אם הפסיד האגודה כסף כביסה, והוא הבטיח לאנשי

צורה 143



חסונת המטילים על נתיבות הברזל

האגודה לבקש במשך הזמן החבולות להרבות את צורך הברזל, ותהי ראשית מלאכת ריינאלדס לבנות גשר של ברזל על הנהר השומף לתלי החר, שני תרשי ברזל יאראן ווילקענזאקן ואלבערם דארלי עשו את התכנית מהגשר של ברזל, הוא הגשר של-ברזל הראשון אשר נבנה מעולם, ובשנת 1773 החלו לעשות את הגשר הזה, ובשנת 1779 נשלם בנינו, גם צוה ריינאלדס לצקת מטילי ברזל ארוכים ולשום אותם על אדני העץ במקום הקורות, והיה כאשר יעלה כחיר הברזל אמר ריינאלדס בלבו אז יקה את מטילי הברזל וישים עץ תחתיהם. נתיבות-הברזל האלה נהרבו בסביבות מכרה הברזל אשר לריינאלדס, וכל העם ראו ונוכחו לדעת את התועלת הרבה אשר לנתיבות-הברזל.

צורה 144



חסונת המטילים על נתיבות הברזל

אחרי כן כאשר ראו אנשי חרושת-המעשה את תועלת הברזל להקל הפעות המשאות הכבדות, יצקו מטילים בעלי הריצים (האהלע שינען) אשר אופני העגלות יתנועעו עליהם לאורך החרוץ, ואחרי כן יצקו אותם בוך גבוה מעט מצדם האחד, אחרי כן יצקו את המטילים שמוחים ואת החר עשו על צדי עגולי האופנים, והמטילים השמחיים הוחלפו על יד על יד למטילים גבוהים (האכשינען) אשר תבניתם הוא כתבנית המטילים המשתרעים על כל נתיבות הברזל בוסנינו זה, כמו שתורנו הצורות 143, 144.

§ 185.

מרוצת העגלות תקל על נתיבות הברזל מאשר על הנתיבות המורגלות.

על מטילי הברזל נקל מאד להסיע משאות כבדים, כי האישי אשר יוכל להרים מעל הארץ משא שלש מאות ליטרות יוכל להעתיק ממקומה על נתיב ברזל עגלה מעונה משא כבד במשקלו ששים אלא ליטרות, וסוס חזק שיוכל למשוך בעגלה על דרך המרוצפה באבנים משא עשרים וארבעה ככר, ויכול למשוך בלכתו במצעדים על נתיב-ברזל עגלות מעונות משא מאתים וארבעים ככרים (720 פור), יען כי שיעור ההתחככות שבין האופנים ובין-מטילי הברזל הוא אך כחלק העשירי מכמות ההתחככות שבין האופנים אשר להעגלה ובין רצפת האבנים.

§ 186.

המצאת עגלת-הקיטור (ראמפֿאוֹאֶנען).

בחינות רבות אשר נעשו להניע את העגלות בכח מוכנות-הקיטור הראשונות לא עשו תשיה , כי המוכנה-הקיטורית הוכשרה אז רק להניע את העגלות אשר המציא אליווער עוואנס בשנת 1800, הוא עוואנס המציא את המוכנה-הקיטורית בעלת לחיצה החזקה, עוואנס בעצמו בנה עגלה אשר נסע עליה ברחובות קריה בכח הקיטור כמו שהראנו בס' 108 ואחרי אשר בנו שני חכמי ההנדסה מרעוועטיק וביוויאן את מוכנת-הקיטור בעלת לחיצה החזקה גם בענגלאנד בשנת 1800, אז עלה גם על דעתם להניע עגלות בכח הקיטור , אבל גם עוואנס גם המה לא עשו תשיה בהמצאותיהם , וסבת בלתי הצלחתם לא היתה סבה היצונית אבל סבה פנימית , כי לא השיגו לנכון את בנין הנתיבות אשר עליהן תסענה העגלות-הקיטוריות , כי אף אם שהצליח תפצם בידם להסיע עגלות על דרכי הארץ המורגלים (אויף געוואָהנליכע וועגע) , בכל זאת לא היה להם כל שכר בעמלם , באשר כי הדרכים-המורגלים לא יוכשרו לתנועת עגלת-הקיטור , כי התנגדות החיכוך (רייבונגס ווידערשטאַנדע) אשר תתנגד הדרך לאופני העגלה המתגלגלים עליה והמכשולים הרבים והמעקשים הנמצאים לרוב בדרכים כאלה , קלקלו גם את הדרכים גם את המוכנות בזמן קצר , ועל כן עלה שכרם בהפסדם , ומבלי מצוח היה נצרך להם לתקן את הדרכים והמוכנות , ועל כל אלה לא נוכל בדרכים מורגלים למהר את נסיעת העגלה-הקיטורית , כי רבה מאד הסכנה לשבר את המוכנה ולהמית את האדם המישר את הליכותיה בנסעה עליה במהירות גדולה .

§ 187.

באור הסבה : מדוע לא חפצו בנוי העגלות-הקיטוריות להסיע את העגלות על נתיבות-ברזל ?

כאשר נמרו החכמים מרעוועטיק וביוויאן בנפשם להסיע את העגלה-הקיטורית רק על נתיבות ברזל ולבלי לעבור בה על דרכים מורגלים , לא ידעו בנפשם כי הגדילו בזה לעשות , ונהפוך הוא , המה דמו כי המצאתם את העגלה הקיטורית לא הצליחה בידם , אחרי כי לא יוכל להשתמש בה ככל אַנת נפשם גם בדרכים מורגלים .

ההשערה המזרה הזאת היתה נובעת ממקור השערה כוזבת אחרת אשר האמינו בה כל חכמי ההנדסה בימים ההם , והוא: בימים ההם חשבו כי כמת ההתחככות אשר בין אופני הברזל אשר להעגלה-הקיטורית ובין מטילי הברזל אשר על הנתיבות , קטן הוא למאד, עד כי אופני העגלה יסבו על סדניהם במקומם מבלי להעתק על המטילים הלאה . ההשערה הזאת עמדה לשטן ותעצור את נסיעות העגלה-הקיטורית עשר שנים תמימות , ומבלי אשר נקה איש לבחון אם היא השערה אמיתית או כוזבת עמלו ויגעו והעמיקו חכמים רבים לחשוב מחשבות להנצל מפחד אשר הפחידה אותם ההשערה הכוזבת הזאת, ויתאמצו למצוא הכנות לַנְצֵחַ את ההתנגדות-הדמיוני אשר חזו

לחם חכמי ההנדסה ברוח דמיונם, אבל לשוא פהדו פחד כי לא היה שם פחד. המלחמה הזאת אשר לחמו חכמי ההנדסה לנצח התנגדות אשר לא היתה ולא נבראה כי אם בכח הרמיון, תזכירנו את המלחמה אשר לחם הריטמער לאמאנע עם החיי-הרוח הכתובה בספר ראנקיסאט.

תאריך לנו העת לספר להקוראים את כל התחבולות השונות אשר עשו חכמי ההנדסה להעתיק את העגלה-הקיסורית על נהיבות-ברזל למען אשר לא יסבו אופניה על סדניהם במקום אחד, ואך את מהנה נזכיר פה והיא: תחבולת המהגרים בלענקינסהאפ אשר חרץ כסרני-חרוץ את המטילים של ברזל המשתרעים לאורך התיב, ועל זר החיזוקים של האופנים אשר להעגלה עשה שני ברזל למען יאחזו שני האופן בשני המטילים בנסועה העגלה עליהם, דעת לנבון נקל: כי בנסועה כזאת התמוטטה העגלה לרנעים והתנהגה בכבודות, ושני האופנים והמטילים נשברו מהר ויהיו ככלי אין חפץ בו.

כה היו הדברים יגיעים עד שנת 1813, כי אז עלה על לב החכם בלאקעטט לנסות בהכמה האם נאמנה ההשערה: כי מעומה היא ההתחככות בין האופנים והמטילים עד אשר העגלה לא תעצר כח להעתק ממקומה? והנה לשמחת לבנו מצא החכם בלאקעטט כי ההשערה הכוזבת תלפה כצל, והעגלה קדחה ללכת על המטילים כחץ יעוף, ואז ידעו כל הארץ כי אין צורך לכל תחבולה-מלאכותית למען העתיק על מטילי-ברזל את העגלה הנוסעת בכח הקיסור.



פרק שבעה ועשרים

קורות געארג שמעפענוואָהן .

§ 188.

געאָרג שמעפענוואָהן .

האַיזל המצוין הוה אשר את תמונתו תורנו הצורה 145 כראי הוא שנאריך מעט

צורה 145



צורת החכם געאָרג שמעפענוואָהן מסצויא האַקאָסאָסיווע

בספור תולדותיו ופעולותיו הכבירות אשר פעל להצליח את העולם כולו , כי ממנו נראה אות ושפת ברור כי גם בסוכת דלים יוכל להולד איש רם ונשא כאשר בדיכלי

חזני חזרי ארץ, וכי האישי אשר מלא אותו אלהים חכמת לב לחשוב מחשבות ולעשות כל מלאכת חרש וחושב, האישי ההוא יוכל לעשות גדולות ונצורות ולהמציא חדשות גם אם לא צלחה לו ללמוד בבית-ספר מעוריו, כי החכמה תעז להחכם יותר מעשרה מורים ומלמדים.

תולדות געאָרג שמעפֿענזאָהן תורונו לדעת: כי החכמה תוכל להרים מאשפות אביון להושיבו על גפי מרומי ההצלחה ולהגדיל שמו חכרו עדי עד, וכי אין שלמון גם להקמת להשכיחו מלב בני האדם עד סוף כל הדורות.

§ 189.

ימי הילדות אשר להחכם געאָרג שמעפֿענזאָהן.

געאָרג שמעפֿענזאָהן נולד בתשיעי לחודש יוני שנת 1781 בכפר וויליאם הרחוק כפרסה מעווקאסמלע, אביו היה מסיק את תגור מוכנה-קישורית(אָפֿענהייצער איינער דאספֿמאשינע) שגדריקה את המים מאחת החפירות של פחמי האבן(שמייןקאָהי לענגרובע). אמו היתה אשה ישרת מעללים, אבל בסבת ענים לא יכלו הורי געאָרג לשכור לו מלמד ללמדו כתב ולשון כאשר לא למרו גם את חמשת ילדיהם אָהיו ואחיותיו, כאשר נשלמו לגעאָרג שמונאָ שנים לימי חייו עזב אביו את הכפר וויליאם וילך אל דעווליי-ברון, ויהי גם פה למסיק, ויהיה הנער געאָרג רועה בהמה דקה, ויקבל את שכרו ארבע פענצי ליום (כער 10 קאפייקען), ואדרי כן השיג געאָרג עבודה במכרה פחמי-האבן אשר עבד בה אביו, ותהיה עבודתו לרעות את הסוסים וגם לברור את הפחמים, ושכרו הוכפל כי השיג אז שמונה פענצי ליום, ואדע עבור זמן לא כביר הופקד געאָרג לעזור לאביו להסיק את המוכנה.

געאָרג היה אז נער כבן ארבע עשרה שנה, ועל כן נשמר תמיד שלא יראה אותו פקיד בית מכרה-הדמים ולא ישלחנו לחפשי באשר כי הוא צעיר עוד לימים בערך לעבודתו, וכאשר שלמו להנער חמש עשרה שנה לימי חייו נשלמה חפירת הפחמים בדעווליי-ברון, ואביו וכל משפחתו נסעו לחפירה אחרת במרחק חצי הפרסה בהכפר יאָליים-קלאָסע, ויסיקו גם שמה האב ובנו את תגור המוכנה.

בזמן לא כביר אחרי כן הוטב מעט מצב הנער געאָרג, כי הושם למסיק-התגור הראשי (ערשטער היימצער) בחפירה אחת הסמוכה ליאָליים-קלאָסע, שמה הופקד הוא ועוד נער אחר הניזור לו להסיק מוכנה קטנה חפריקה מים ויקבל געאָרג את שכר עבודתו שיללינג ליום (ערך שלשים קאפייקען).

§ 190.

שמעפֿענזאָהן נתעלה למדרגת משגיח-המוכנה.

מהיום ההוא והלאה היה כל מנמט פני געאָרג להתרוסס למעלת משגיח-המוכנה (מאשינענוואַרמער), ותאות לבו באה לו, כי כמלאת לו שבע עשרה שנה נקרא געאָרג להיות משגיח על המוכנה חפריקה מים מחפירת וואַאָמער-ראָו ובמצבו

הזה (בהיות פקודת משמרת עבודה הסוכנה כידו), שם נעָאָרַג את כל מְעֵנֵנו להבין את תבנית ופעולת המוכנה אשר הֶפְקֵד עליה לשמרה, והתחיל להשגיח בשום לב על כל תהלכותיה. לתכלית הוּאֵת הָרַם וּבִנָּה נֶעָאָרַג את המוכנה בכל עת אשר שָׁבָתָה המוכנה מעבודתה, ויתענג מאד על החכמה הרבה אשר בה נוסדה ועל התבונה אשר בה כוננה המוכנה הזאת.

§ 191.

נֶעָאָרַג הַחַל לְלַמֵּד את הקריאה והכתיבה כאשר מלאו לו כבר שמונה עשרה שנה ליום הנָלְדוֹ.

כל עוד אשר התרוסס נֶעָאָרַג לַעֲלוֹת מעלה מעלה על מדרגת מצבו כן הרגיש יותר ויותר את מחסור הכתיבה והקריאה אשר לא למד בנעוריו, כי בהיותו נער בן שמונה עשרה שנה לא ידע עוד לכתוב ולקרוא בספר, אמנם נֶעָאָרַג לא אמר נואש ויתחיל ללכת מדוי לילה בלילה אל בית הספר אשר בכפר הסמוך לו, ויתן שכר לכודו שלשה פענין לשבוע (ערך $\frac{2}{3}$ קאפייקע), וילמוד שמה בשקידה נפלאה עד כי בזמן קצר למד קרוא בספר וגם ידע להתווסף את שמו, ובשנת 1799 החל ללמוד גם מלאכת החשבון, שתיים עשרה שעות עבד נֶעָאָרַג בכל יום ויום את עבודתו הקשה, ובכל זאת נזל בלילה שנתו מעיניו ללמוד כשתיים או שלש שעות בכל לילה ולילה קריאה כתיבה וחשבון.

§ 192.

נֶעָאָרַג נתעלה למדרגת מעצור (ברעמוער).

בהפירות פחסי-האבן אשר בענגלאנד נמצאה בלעדי המוכנה להריק את המים עוד מוכנה-קיסורית אחרת הנקראת על שם פעולתה בשם מוכנת-הסיעה (פֶּאָרְדֶּרמאשינע), כי על ידי מוכנה הזאת יסיעו את הפחמים ואת האבנים מהבור החוצה וגם העובדים הרוצים בהתפירות יעלו ויורדו בהמוכנה הזאת, כי יושבים המה בתיבות הערוכות לזה והמוכנה תוריד אותם למעמקי החפירה וגם תעלה אותם מעומק החפירה על פני הארץ בהשלימם את מלאכתם.

המוכנה הזאת צריכה שמירה והשטחה יתירה, ביחוד בעת אשר תעלה ותוריד את האנשים, ועל השומר לעצור או את מרוצת המוכנה ברגע אשר תגיענה התיבות אל פי הבור למעלה או לקרקע הבור למטה, ולתכלית הזאת הוכנה הכנה-מיוחדת לעצור את התנועה בהמוכנה, ועל ההכנה הזאת יפעל המשגיח, ולכן נקרא המשגיח אשר הֶפְקֵד על המוכנה הזאת בשם מעצור (ברעמוער).

למעצרים יובתרו אך אנשים ישרים ובמוחים, באשר כי חיי אנשים רבים הלחים בישרת עבודתם, ולכן תגדל מעלת המעצור על מעלה משגיח-המוכנה המריקה את המים, מעצור כזה הפך גם נֶעָאָרַג להיות.

בשנת 1801 באה תאוצה נֶעָאָרַג, כי הופקד אז למעצור בהפירות דאליי,

שמה קכל בשכר עבודתו בכל שבוע ערך חמשה עד שבעה סלעים .
עבודת געָאָרַג בתור מעצור היתה מתחלפת מיום ליום , ביום האחד עבד את עבודתו ביום , וביום השני עבד את עבודתו כלילה , ועל כן בעתות היום והלילה אשר היה תפשי מעבודתו . קבע לו געָאָרַג עתים לחכמה ולמלאכה , כשתי שעות למד כתיבה וקריאה , וכשתי שעות תפר מצעלים בשכר לכל האנשים התוצבים בהחפירה .

על פי מקרה אשר נודמן כי נתקלקל המורה-שעות בהחרד אשר בו גר געָאָרַג הוא תקן אותו , נהיה געָאָרַג מהיום ההוא והלאה גם למתן מורי-שעות (אוהר מייסער) .

געָאָרַג עבד את שלש העבודות האלו כאחד, והוא: השגית על המכונה-הקיסורית אשר הפקד עליה למעצור , תפר מצעלים, גם תקן מורי-שעות , ומן שכר עבודתו קבץ פרומה לפרומה למען יוכל לשא אשה עלמה עניה וטובת מעללים אשר אהבה זה כבר . בשנת 1802 נשא געָאָרַג את העלמה לאשה ותלד לו ביום ששה עשר לחדש דעצעמבער שנת 1803 את בנו המהולל ראָבֶעֶרֶט , הוא ראָבֶעֶרֶט שמעפֿענזאָהן אשר נהיה למנהגם גדול ומהולל בכל קצוי תבל ואשר עזר את אביו בהמצאתו את הלאָקאָמאָטיווע . אחר שלש שנים מתה אשת געָאָרַג עליו .

בחמלה רבה ובהשגחה גדולה גידל געָאָרַג את בנו ראָבֶעֶרֶט , וגדל הגער וישלחו אביו לבית הספר בעיר נעווקאָסטלע ללמוד שם לשון וספר ולהשתלם ביריעות חרושת-המעשה , וכאשר יבוא ראָבֶעֶרֶט לביתו בעתות החופש ובימי התנים אל אביו למדו שניהם האב והבן יחד , ואיש את משנהו השכילו .

§ 193.

געָאָרַג שמעפֿענזאָהן נתעלה למדרגת מנהגים .

על ידי ההשגחה התמידית אשר השניח געָאָרַג שנים רבות על פעולות שתי המכונות-הקיסוריות: הקריקה את המים והמעלה את המשאות , קנה לו ידיעה רבה בתיקון , ועתה הגיעה העת אשר התחיל געָאָרַג לקצור ברנה את פרי עבודתו אשר יגע ועמל בה, והוא: בחפירה אחת אשר בקילינגוואָרט פסקה המכונה מלהריק את המים כפעם בפעם , ועל כן לא יכלו התופרים לעשות מלאכתם , כי גאו המים בהחפירה ויהיו למי-ברכים ולמי-מתנים .

כל חכמי-ההנדסה אשר בהערים הסמוכות להחפירה כלו את כחם לתקן את המכונה אבל כל יגיעתם היתה לריק , כי לא יכלו לתקנה , אז בקש געָאָרַג את סקיד החפירה לתן לו הרשיון לנסות גם הוא אולי תצלח לו לתקן את המכונה , כי נפשו יודעת עד מאד את אשר תחסר להמכונה .

נקל להבין כי כל שומעי דברי געָאָרַג צחקו בלבם לאמר : «ומה יושיע המעצור הפשוט הזה (דיוער איינפֿאַצער ברעמער) להמכונה המקולקלת , אחרי אשר לא יכלו להושיע לה כל חכמי ההנדסה המהוללים אשר קמנם עבה סמטניו , וכבר נואשו מהמכונה , כי אמרו כי מעתה היא עד אשר אין תקוה לתקן אותה , אמנם בכל זאת

נעטר פקיד החפירה למלא את משאלות געאָרג בקשבו כי אם לא יועיל הלא לא יזיק עוד יותר, אחרי כי המוכנה היא כבר כלי אשר אין חפץ בו ואין לה כל מדור .

§ 194.

געאָרג שמעפֿענוואָהן נהיה למכונן (מאשעניסט) .

ויקרב געאָרג אל המלאכה לתקן את המוכנה המקולקלה אשר בקילינג-וואָרט, והנה בזמן מצער צלחה לו להשיב את המוכנה על כנה ואל עבודתה, ותפעל המוכנה את פעולתה בתכלית הסידור, ופקיד-החפירה בראותו את חכמת געאָרג הרבה בחרושת-המעשה וביחוד לבנין המכנות, הפקיד אותו להיות מכונן (מאשינעמיישטער) על כל המוכנות העובדות בהחפירה, ויקצוב לו שכר טוב במחיר עמלו, ובזמן קצר נודע שם געאָרג בכל המחוז למהנדס מהולל, ויתקן געאָרג מאז והלאה את כל מוכנות-הקיסורית המריקות מים מהחפירות אשר בכל המחוז, כי ידעו כל העם כי לא נמצא בכל המחוז איש אשר יודע את פעולת המוכנות יותר ממנו .

בשנת 1812 הפקידה האגודה (דיא אקציענעגעזעלשאַפֿט) אשר שָׁכְרָה את זכות חפירות-הפחמים בקילינגוואָרט את געאָרג למהנדס המוכנות (מאשינענע-אינזינער) ותקצוב את שכרו מאה ליטות שמערלינג (כשבע מאות רובל כסף) לשנה .

אם כי בכל הדברים אשר הודענו עד כה מפעולת שמעפֿענוואָהן לא נמצא עוד זכר מהמצאות הלאָקאָמאָטיווע, בכל זאת חשבנו למשפט צדק להודיע בין מעללי איש גדול ורם כשמעפֿענוואָהן (אשר הצליח את העולם כולו) גם אלה המעללים הבלתי נוגעים אל המצאתו מבלי-אמצעי (אונמיטטעלבר), אולם המשכיל יראה ויתבונן גם בקורותיו אלה כי כבר נורע בהם הזרע אשר צמחו אחרי כן ויעשו פרי, היא ההמצאה הכבירה (המצאת עגלה-הקיסורית) אשר ארוכה מארץ מדה, כי במשך עשרים יום הלא תוכל העגלה-הקיסורית לעבור מקצה כדור הארץ עד קצהו ממזרח שמש עד מבואו .

§ 195.

הרעיון הראשון אשר נתעורר בלב שמעפֿענוואָהן לכנות עגלה-קיסורית .

בהיות שמעפֿענוואָהן למהנדס-המוכנות היה מטל עליו גם לדאוג להביא את הפחמים מהחפירה אל הנהר מינע הרחוק סמנה כחצי פרסה, ואז התעורר בו הרעיון לראשונה לחשוב מחשבות ולמצוא תתבולה אשר על ידה יובאו הפחמים אל הנהר בהוצאות כסף מועט ובזמן קצר, ואחרי התבוננות בדבר הזה שם אל לבו להשתמש בהקיסור בתור כח-מניע, ואחרי אשר ראה

כי בקרבת החפירה היתה סלולה נתיבה של ברזל אשר עליה נסעה יום יום רצוא ושוב עגלה-קיסורית אשר בנה בלאקקעט (הוא בלאקקעט אשר הוכרנו אותו בסיכן 187), גם ראה עגלה-קיסורית אשר בנה פליעננינסקאפ אשר חשוקי אופניה היו בעלי שנים האוחזים בשני סמילי ברזל המשתרעים לאורך המסלה, או אמר נעארנ גם הוא להכיע את הפחמים על עגלות-קיסוריות.



פרק שמונה ועשרים

העגלות-הקיסוריות ונתיבות-הברזל אשר בנה שמעפֿענוזאָהן .

§ 196.

העגלה-הקיסורית הראשונה אשר בנה שמעפֿענוזאָהן .

את אשר מצא החכם יאָמעס וואָט בהמוכנה-הנעווקאָמענית, מצא גם געאָרנ שמעפֿענוזאָהן בעגלות-הקיסוריות אשר נבנו לפניו, כי כאשר לא צלחה מוכנת-נעווקאָמען רק לדבר אחד, והוא: לדריק את המים מהחפירות ועל פי חכמת וואט נתהפכה למוכנה אשר לא יבצר ממנה לעשות כל מלאכה בכל מקום ובכל עבודה, כן לא הוכשרו גם העגלות-הקיסוריות אשר נבנו לפני שמעפֿענוזאָהן כי אם לדבר אחד, והוא: להסיע בכבדות בדרך אחד את הפחמים מהחפירות, ועל פי חכמת שמעפֿענוזאָהן נתהפכה לעגלה-פּוֹרחת כחץ יעוף במהירות נעלה לעבור מארץ אל ארץ ומממלכה אל עם אחר על אלפי דרכים, להסיע אדם ובהמה ועבודה רבה בכל ירכתי תבל ואיים רחוקים .

בשקידה נפלאה חקר שמעפֿענוזאָהן את כל חלקי העגלה-הקיסורית, ומרר ראה לדעת: כי יש לאל ידו לבנות עגלה-קיסורית טובה הרבה מכל העגלות אשר נבנו לפניו, וכאשר האמין שמעפֿענוזאָהן בכוחת נפשו כי יש לאל ידו לעשות חדשות ומעילות כן בטחו בו גם אנשי האגודה אשר הפקידוהו על עבודתם, ויתנו לו מוצא לכסף להוציא מחשבותיו לאור עולם .

אז החל שמעפֿענוזאָהן לבנות עגלה-קיסורית בבית-המלאכה אשר בחפירות וועסט מאָר, אנשי המלאכה אשר עבדו אתו לא היו מורגלים בעבודה החדשה הזאת, וגם ההכנות אשר בהם נעור שמעפֿענוזאָהן לעבודתו היו בלתי נשלמת עוד בזמנו, ובכל זאת לא נפל לב שמעפֿענוזאָהן עליו וישנם את מתניו לבצע את אשר החל, וינצח על עושי המלאכה ויקנה תחבולות רבות ומחוכמות לנצח את כל המכשולים, וחכמתו הִרְבָּה היא שעמדה לו, כי הצליח להוציא לאור מפעלו .

את הקלחת להוליד בה הקיסור עשה שמעפענוזאָן בתבנית חבית עגולה



אומן השרשרות (קעספענע-ראד)

146 בתבנית הצורה (קעספענעראדער) חבית האופנים, ושני האופנים על קצות הסרנים חבר אופני-השרשרות (קעספענעראדער) השני, ויחבר אותם בשרשרות למען אשר תאצל תנועת הסרן האחד על משנהו. הצורות 147, 148, 149, 150 תורנו בתבנית השרשרות.



שרשרות האופנים (ראד-קעספענע)

1814 בחמישה ועשרים לחודש יולי שנת נסעה הלאקאמאטיווע בפעם הראשונה על מסלות הברזל אישר להפירות קילינגסווארט, נשית המסלה היתה $\frac{1}{450}$, ר"ל בכל אורך חלק הדרך של 450 רגל היה הבדל גובה שמהה במדת רגל אחת, הלאקאמאטיווע משכה משא כבד שש מאות ככר (1800 פוד) ומהירותה היתה פרסה לשעה, והוצאת הנסיעה שעלתה במשך השנה הראשונה היתה ככמות הוצאה אשר היה עולה אלו היה נמשך משא כזה בסוסים, דעת לנבון נקל כי גם שמעפענוזאָן גם אנשי האגודה לא שמתו באלו התוצאות (רעולטאמע), כי תקותם נשארה מעל כי לא הרווחו על ידי המכונה הזאת לא בכמות היפן ולא בכמות כסף הוצאה.

§ 198.

העגלה-הקיסורית השניה אשר בנה שמעפענוזאָן.

ככל החכמים הנדולים אנשי השם אשר נועדו לעשות גדולות ונצורות בארץ אשר לא ירפו משהשכתם גם אם לא תצלהנה להם המצאותיהם בפעם הראשונה, ונחפזק הוא, כי עוד יתגרו שאריות בהם להוטיב מעללם ולהגדיל פעלם, כן לא נפלה ולא נבקה גם רוח שמעפענוזאָן בראותו כי ראשית פרי המצאתו היה מצער, וירא ויתבונן

ויבטח כי אחריתה ישנה מאד , כי להורות נתן אלהים בלבו להבין ולהשכיל את כל המסמורים אשר נמצאו בהמצאתו וימלא אותו רוח חכמה ודעת למצוא תחבולות לעשות כל מלאכת תרש וחושב לחקנה , שמעפענוזאָהן בקש ומצא את הסבה : מדוע לא תסע הלאַקאָמאָטיווע במהירות ? והוא יען כי הקלחת שהשתמש בה היתה קסנה ולא עצרה כח להוליד את הקיטור בשעור הנדרש לנסיעה נמהרה, והנה להגדיל את הקלחת היה בלתי אפשר, כי אז היתה הלאַקאָמאָטיווע מעונה ומסובלה רק במשא הקלחת עם המים לבד , ועל כן מצא שמעפענוזאָהן כי אין תחבולה אחרת כי אם למרר את משרפות הפחמים בה , ואחרי אשר בקש תחבולות רבות מצא תחבולה מחוכמה להעביר את הקיטור היוצא מהצילינדער על ידי שופרת מיוחדת דרך הארובת-עשן ולהגדיל בזה את משיכת-האוויר (לופטצוג) .

אז בנה שמעפענוזאָהן עגלה-קיטורית שניה על פי יסודות המצאתו החדשה , והנה כאשר חשוב כן היה , כי העגלה החדשה נסעה שתי פרסאות בשעה אחת , בנין העגלה השנייה נשלם בשנת 1815 , ואז התחבר עם שמעפענוזאָהן גם פקיד-החפירות של האגודה אשר שמעפענוזאָהן עבד את עבודתה הוא ראָלף דאָרס , ויחפו שניהם בשנת 1815 כתב-זכיה (פאטענט) לבנות בכל מדינות בריטאניא ללאַקאָמאָטיווען על פי שיטת שמעפענוזאָהן .

ושמעפענוזאָהן בנה ללאַקאָמאָטיווען אחדות אשר נסעו יום יום על המסלות אשר לחפירות קלינגסוואָרס , ובכל זאת עברו עוד שנים אחדות בטרם אשר נתפשו הלאַקאָמאָטיווען בארץ .

ובכל זאת לא התרפה שמעפענוזאָהן במלאכתו אף כי לא ראה פרי בעמלו, ובמשך השנים האלו העשיר את דיעותיו לכונן את הלאַקאָמאָטיווע בתכלית שלימותה , וינסה בהכמה לקצוב בדיוק את שעור ההתחככות אשר בין אופני הלאַקאָמאָטיווע ובין המסילים של ברזל (שינען) אשר על מסלת-הברזל, וימצא שמעפענוזאָהן כי שעור ההתחככות לא ישתנה בהשתנות מהירות התנועה אשר להלאַקאָמאָטיווע, גם נוכח לדעת כי אין לקוות כל תועלת מהלאַקאָמאָטיווען אם לא תסענה על נתיבות ברזל (רק על דרכים מורגלים) וכי הנתיבות צריכות להיות ישרות בלתי עולות ויורדות במסלות ומדרות .

§ 199.

בנין נתיבי-הברזל מן שטאָקמאָן עד דאָרלינגמאָן .

אחד מעשירי העיר דאָרלינגמאָן עדוואָרד פעאָזע הקהיל אגודה (איין אָקציענעוועלשאַפֿט) לסול מסלת-ברזל מן שטאָקמאָן עד דאָרלינגמאָן באורך ארבע פרסאות (28 ווערסס) , בעמל גדול צלחה לפעאָזע לחבר את מוסדות האגודה (צו גרינדען דיא געוועלשאַפֿט) אחרי שעברו שלש שנים תמימת מיום אשר התחיל להקהיל אותה , וכאשר נתיסדה האגודה או השיגה בשנת 1821 הרשיון מהפאָרלאַמענט לסול את המסלה .

בספר-התנאים (שטאָטוטען) אשר להאגודה לא נזכר באיזה עולות יסעו הנוסעים על המסלה הזאת , אך זאת התנו בעלי האגודה עם הממשלה כי הרשות

נתונה להם להשכיר את המסלה במחיר קצוב לכל מי שירצה לנסוע עליה בכל מיני עגלות אשר תבשרנה בעיני השוכרים. ויהי כשמוע שמעפֿענוֹאָהן את דבר האגודה וילך אל פעאָוע נשיא-האגודה ויתודע אליו, ויכר פעאָוע את שמעפֿענוֹאָהן כי איש מלא רוח חכמה תהו, ויפקד פעאָוע את שמעפֿענוֹאָהן לראש על כל עושי המלאכה לסול את המסלה.

בחריצות נפלאה התחיל שמעפֿענוֹאָהן את עבודתו וגם הצליח במלאכתו עד להפליא, ובמשך עבודת שמעפֿענוֹאָהן לסול את המסלה בא פעאָוע לקולינגסוואַרט וירא את הלאָקאָמאָטיווען אשר בנה שמעפֿענוֹאָהן ותמצאנה הן בעיניו, אז צוה פעאָוע לבנות גם לו לאָקאָמאָטיווען לנסוע אָפֿן על המסלה אשר יסול, ויכל שמעפֿענוֹאָהן את מלאכת סלילת מסלת-הברזל בין שטאָקמאָן ובין דאָרלינגטאָן בשבעה ועשרים לחודש סעפטעמבער בשנת 1823.

לראשונה נסעו על המסלה הזאת עגלות נמשכות מסוסים ורק שלש לאָקאָמאָטיווען משכו את המשאות היותר כבדים, גם השבירה האגודה את זכותה לאגודה אחרת לעבור על המסלה הזאת בעגלה-קיסורית המתקנה להסיע את האדם (איינען פֿערזאָגענוואַגאָן), על יד על יד נוספו משקלי המשאות ומספרי הנוסעים על המסלה, עד כי הוכרחה האגודה להסיר את העגלות הגמשכות בסוסים ולשום תחתיהן לאָקאָמאָטיווען.

§ 200.

שמעפֿענוֹאָהן יסד בית-מלאכה (פֿאַבריק) לבנין לאָקאָמאָטיווען.

בעת ההיא נתחבר שמעפֿענוֹאָהן עם עוד שני אנשים, ויסרו בהעיר נעווקאָסטעל בית-מלאכה לבנות עגלות הקיסור, ראשית הבית הזה היה מצער מאד, כי מכסת כל הכסף אשר הניחו השותפים בהעסק הזה ביום הוסרו חיה רק שני אלפים ליטרות שמערלינג (ערד 14000 רילי) אבל ארריתו קִשְׁגָה מאד, כי נהיה הבית הזה ברוב הימים אחד מבתי-המלאכה היותר גדולים אשר באייראָפע. בתחלת שנת 1824 התחילה המלאכה בהבית הזה, ויותר מאלף לאָקאָמאָטיווען נבנו בבית-המלאכה ההוא עוד בחיי שמעפֿענוֹאָהן.

§ 201.

בנין מסלת-הברזל בין ליווערפאָל ובין מאַנשעסמער.

הסחורות הטובאות מן העיר ליווערפאָל אל העיר מאַנשעסמער היו נשואות בספינות השָׁמֹות בשתי תעלות חפורות, אולם בשנת 1820 לא השפיקו עוד הספנים להביא את כל משאם, כי המסחר החל לרוב ולפרוץ מיום ליום, והנהגה לתפור עוד תעלה שלישית לא היה מוצא למים, ועל כן נקהלו אנשים עשירים אחדים לאגודה אחת אשר הפצו לבנות מסלת-הברזל בין ליווערפאָל ובין מאַנשעסמער, גם נמצאו אנשים חכמים אשר התנדבו לתור את הארץ ולראות באיזה מקום תסולל המסלה, אבל רבים מבני-מרום-הארץ התיצבו לנגד האגודה, וביחוד התנגדו לה בעלי-הקרקע

(לאנד בעויםצער) ועמדם כל האנשים אשר חלק להם בהכנסות של שתי התעלות , ויריבו בעלי ברית-התעלות עם האנשים התרים את הארץ לסול בה המסלה ובמקומות אחדים נגישו גם למחלומות , ובכל זאת לא רפתה רוח האגודה , והתרים עשו במחנך מעשיהם , כי כאשר יראו מעשות מלאכתם יומם ויעשו לילה , ובמשך ארבע שנים שני-עבודה רבת העמל והיגיעה השלימו התרים את עבודתם , ויציירו על הנליון את תכונת המסלה אשר תפצו לסלול , וגם בחרה האגודה באנשים ידועים וחכמים ותשלחם לקילוינגמווארט לראות ולבחון את פעולת הלאקאמאנטיווען אשר בנה שטעפענוואָהן , וגם בחרו בשטעפענוואָהן להיות מנצח על עושי המלאכה לסול את המסלה .

§ 202.

חכמי ההנדסה אשר בענגלאנד גזרו אמר כי בעגלה-קיסורית בלתי אפשר לנסוע במהירות $2\frac{1}{2}$ פרסה לשעה .

בשנת 1825 הקריבו אנשי-האגודה את דבריהם לפני שרי הממשלה ויבקשו רשיון לסול המסלה , ואת שטעפענוואָהן שלחה האגודה בתור מהנדס להעיד להפארלאמענט כי טובה מחשבת האגודה , וגם בחרה האגודה חכמים אחדים בחכמת-חוקי-המדינה ותשלח אותם אל הפארלאמענט להראות להיושבים ראשונה במלכות את ההועלת הרבה אשר תועיל המסלה הזאת לכל הארץ , וכי גם לפי משפטי המדינה יש להאגודה הזכות והצדקה לסלילת המסלה הזאת , אבל האגודות מחוקי התעלות של מים (קאנאלל געזעלשאַפּען) שלחו גם הנה להפארלאמענט מצדן חכמי-הנדסה וחכמי יודעיות לסבֵל את עצת האגודה הנוסדה לסלילת מסלת הברזל (אייזענבאָהנעזעלשאַפּעט) להראות באותות ובמופתים כי החפץ להסיע משאות בכה עגלה-קיסור על מסלות ברזל במהירות $2\frac{1}{2}$ פרסאות לשעה הוא רעיון רעות רוח אשר אין לו כל שחר , ואם כי שהתאמץ שטעפענוואָהן בכל עוז להראות לשרי הפארלאמענט את אפשריות השגת המהירות הזאת (*), בכל זאת לא היו דבריו נשמעים , כי יושבי הפארלאמענט לא בטחו בו ובדבריו , אבל שמעו לעצת חכמי-ההנדסה הנודעים כבר למלומדים גדולים בכל הארץ , ועל כן רבו בבית-המועצה המשבאילים על המימינים , כי שרי הפארלאמענט נפלו לשתי פלגות , הרוב במספר (תשעה עשר איש) נמו אחרי חכמי-ההנדסה , והמיעוט (שלושה עשר איש) נמו אחרי שטעפענוואָהן , ועל כן השיבה הממשלה ריקם את פני האגודה-לסלול-נתיבות-ברזל ולא נתנה אותה להוציא את פעולתיה לאור .

(* הערה. שטעפענוואָהן ידע גם אז כי אפשר להשיג מהירות גם כשבע פרסאות , אבל היה ירא להגיד במהירות גדולה כזאת פן יחשבוהו למשוגע , כן ספר שטעפענוואָהן בעצמו .

§ 203.

שמעפֿענזאָהן סלל את המסלה של ברזל בין
ליווערפּאָל ובין מאַנשעסמער .

וידי לתקופת השנה חרשה האגודה שנית את בקשתה לסל מסלה בין מאַנשעסמער ובין ליווערפּאָל, ובפעם הזאת שלחה האגודה את חכמי ההגדרה מהוללים געאַרנ'רעניע וויאָהאָן רעניע לפני הפארלאמענט, ברעתה כי המסלה תסמך על החכמים הידועים האלה יותר מאשר תסמך על שמעפֿענזאָהן שהיה בן-בלי-שם עוד בימים ההם, ואז השתה האגודה ביום 6 מאָרץ 1826 את הרשיון, כי בפעם הזאת נאותו 88 משרי הפארלאמענט לבקשת אנשי האגודה, ורק 41 מאנשי הפארלאמענט התנגדו להם, אבל גם המסכמים לא הסכימו בגלל אשר נוכחו לרעת כי צדקו אנשי האגודה במשפטם, אבל רק באשר השכילו לפור כסף שבע ועשרים אלף ליסרות שמערלינג לאנשים אשר עז והעצמות בידם להמדת את שרי הפארלאמענט להפצם, ועל כן נעשה בקשתם. האגודה בחרה בשמעפֿענזאָהן בתור מהגדרם-דראַשון (אָבער איניינער) לנציח על עושי המלאכה. בבנין המסלה הזאת הגדיל שמעפֿענזאָהן לעשות, כי בכל אורך המסלה היו ששים ושלושה גשרים גדולים וקטנים, ותשע קפות-מקורות כל אחת ברוחב חמשים רגל, מלבד הגשר הגבוה שבעים רגל והרחב חמשים רגל העובר על התעלה, גם מערה-מפולשה (מונעלל) באורך אלפים רגל נמצאת בהמסלה הזאת, ואם נשים אל לבנו כי לכן היום הנסרה ארץ לא סוללה מסלה כזאת, או נשיג כבירת רוח שמעפֿענזאָהן להוציא מפעל גדול כזה לאור.

§ 204.

בנין הלאַקאָמאָטיווע ראַקעמטע .

גם אחרי שכבר נעשתה מלאכה רבה במלילות המסלה המשתרעת בין ליווערפּאָל ומאַנשעסמער לא ידעה עורגה האגודה אל נכון באיזה מיני עגלות יסעו הנוסעים עליה, אבל רק זאת הסכימה כי לא בכת-סיסים אבל בכת-הקיסור הסענה העגלות, רק עוד לא הוברר הדבר אז : אם תעמוד המוכנה-הקיסורית במקומה תסחוב בתבלים את העגלות אליה, או אם תסע המוכנה-הקיסורית עם העגלות יחד לנתוחם בדרך. כל חכמי ההגדרה וביניהם גם וואַלקער וראַסטיק מהגדרסים היותר גדולים שהיו אז בענגלאנד אמרו: לקבוע את המוכנה במקום נאמן ומקום מצבה תמשוך המוכנה את העגלות ואליה תרוצנה, ואך שמעפֿענזאָהן לבדו אמר להשתמש בהלאַקאָמאָטיווע כדרך שאנו משהמשים בה היום, ובעמל רב צלחה לו להמדת את לב ראשי האגודה לקצוב גמול 500 ליסרות שמערלינג להאיש אשר יבנה את הלאַקאָמאָטיווע היותר טובה ואשר תמצאנה בה המעלות הטובות האלו.

א. שתמיע על מסלה-אופקית (ריל הישרה מבלי מעלות ומורדות) משא ארבע מאות ככר (1200 טון),

ב. שתהיה מהירת הנועתה שתי פרסאות פרוסיות בכל שעה (14 ווערטס).
ג. שלא יעלה משקל המוכנה הקיסורית אשר עליה יותר על מאה ועשרים
כבר (360 פוד) .

ד. שלא יעלה מחיר הלאקאמאטיווע יותר על חמש מאות וחמשים ליטות
שמערלינג (ערך 3800 רובל) .

את מועד הבחינה לנסיעות הלאקאמאטיווע , קצבה האגודה ליום הראשון
בחדש אקטאבער שנת 1829 . נקל להבין כי שמעפענוואָן התאמץ בכל עוז לבנות
לאקאמאטיווע טובה אשר תמלא ליום הבחינה את כל משאלות בני האגודה ויקרא
שמעפענוואָן להלאקאמאטיווע אשר בנה בשם ראקעטטע , לאמר : כי תמהר בדרכה
כברק היוצא ממשרפות אבק-המורה .

ויבנה שמעפענוואָן את הלאקאמאטיווע בבית-המלאכה אשר לו שעמד תחת
השנתת בנו המהנדס המהולל ראָבערש. האב והבן התאחדו יחד לעשות פעולה שלימה.
בהקלחת המלידה את הקיסור עשה צינורות-הרת'יחה (זיד-ראָהרען) הרבה
אשר את פעולותיהן בארנו לנכון בסימן 112, את הצינורות האלה המציא שמעפענוואָן
מרעו , אולם גם הכמי הנדסה אחרים המציאו אותם , באופן אשר איש לא ידע
מהמצאת משנה , לראשונה השתמש בצינורות האלה המהנדס הצרפתי זענוואַן .
בשש'י לחדש אקטאבער שנת 1829 נעשו הבחינות בהעיר ראַיענרזיל , ארבע
לאקאמאטיווען אשר בָנו ארבעה אומנים שונים נסעו בזו אחר זו , אלפים ורובות
אנשים ובניהם גם הכמי-ההנדסה היותר מהוללים אשר בענגלאנד נועדו ובאו אל מקום
הבחינה לראות דבר מי יקום וחפץ מי יצליח , אולם כולם בפה אחד ענו ואמרו :
כי לשמעפענוואָן יואת הגמול , כי הראקעטטע אשר לו צודה 151 עשתה נפלאות ,
כי מהרה ללכת בשעה אחת שבע פרסאות אשכנויות (49 ווערטס) .

המסלה שבין מאנשעסטער ובין ליווערפאל נשלמה כולה ביום 15 ועפמעטבער
שנת 1830 , שמונה לאקאמאטיווען מעשה ידי שמעפענוואָן מושכות עלולות מעונות
נסעו בזו אחר זו , לפני שתי המסעות הראשונות נאסרו שתי לאקאמאטיווען :
הלאקאמאטיווע נארטהוםבריאן ועליה עמד געאָרג שמעפענוואָן והלאקאמאטיווע
פֶאָניקס ועליה עמד בנו ראָבערש , הוא ראָבערש אשר בנה אחרי כן את
הלאקאמאטיווע פלאנעט שנוכל לחשבה לתכנית (דאס פֶאָרביילד , מאָדעל) של
הלאקאמאטיווען אשר נוסעים בהנה כהיום , ואחרי כן בנה ראָבערש בשנת 1831 את
הלאקאמאטיווע אשר קרא את שמה שמשון הגבור , צודה 152 ותכליתה היתה
להסיע משאות כבדים .

§ 205.

המסלות של ברזל אשר סלל שמעפענוואָן
בענגלאנד ובארצות אחרות .

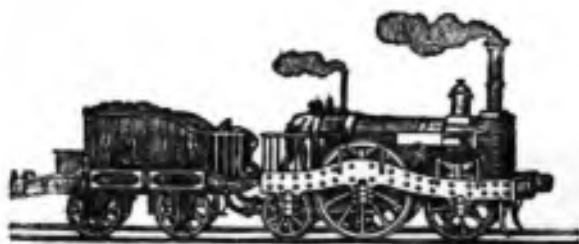
אחרי כן בנה שמעפענוואָן את המסלה של ברזל בין לאַנדאָן ובין
בירמינגהאם במרחק 22 פרסאות (153 ווערטס) , ותשלם המלאכה בשבעה עשר

צורה 151



הלוקומאטיווע האקספע

צורה 152



הלוקומאטיווע שמשון הגבור

צורה 153

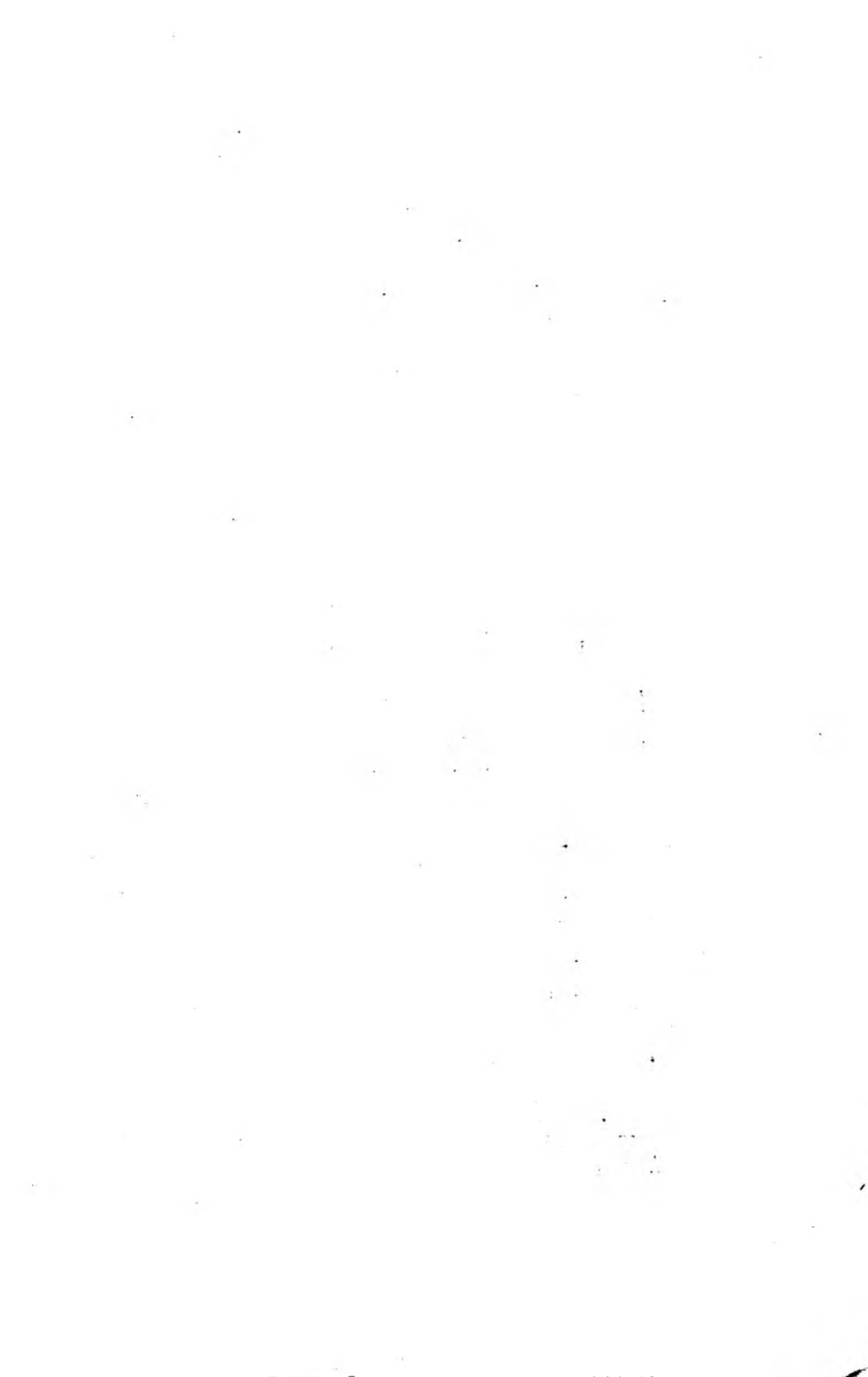


עגלה להטיע בה משאות כבדים

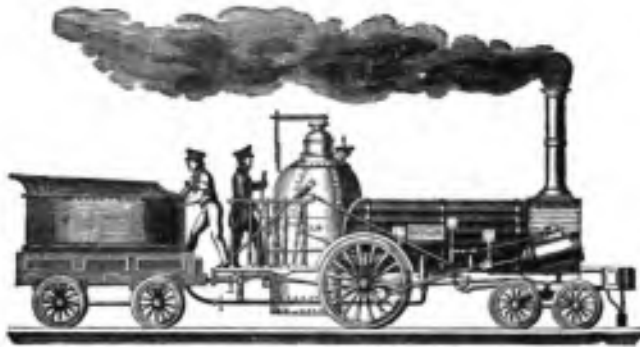
צורה 154



מסע-עגלות-הקיסור (ראמסטיאנענצונג)

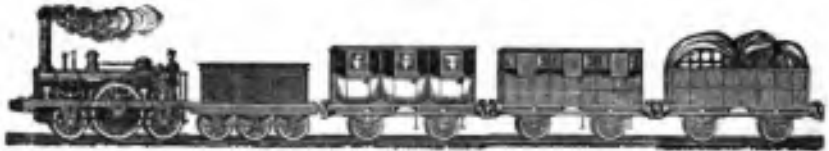


צורה 155



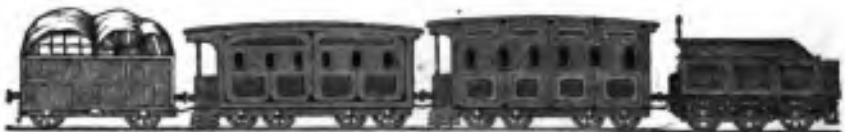
תבונת הלאקאמאטיווע עם עגלות הפסקה (מוניציאנס וואגען, פארראטהסוואגען, מענדער) הקשורה בת

צורה 156



מסע עגלות נוסעים (פערואנעגעג))

צורה 157



עגלות להסיע בהנה נוסעים (פאסאזיר וואגאגען)

צורה 158



מסע עגלות נוסעים (פערואנעגעג))



1875
MAY 10 1875
LIBRARY OF THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
CAMBRIDGE, MASS.

THE MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
CAMBRIDGE, MASS.

RECEIVED
MAY 10 1875

LIBRARY OF THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
CAMBRIDGE, MASS.

לחודש זעמטעמבער שנת 1838, ומחיר ההוצאה אשר עלה על בנין המסלה הזאת היה שלשים ושלש מיליאנן סלעים (טהאלער), יותר מן מאתים וארבעים אלפים רובל כל ווערסט.

אין מספר לכל הנפלאות הנדולות אשר עשה שמעפענאוהן בבנותו מסלת-ברזל בבעלזיען, האלאנד, צרפת, גרמניא, ספרד ואיטליא, גם יותר סאלף לאקאמאטיווען בנה שמעפענאוהן בימי חייו.

וימת שמעפענאוהן בן ששים ושבע שנים בשנים עשר לחודש אויגוסט שנת 1848 שבע בכור ועושר וזכו לא יסף עדי עד,

§ 206.

ראבערט שמעפענאוהן.

וראבערט בן נעארג שמעפענאוהן נהיה למהנדס החזק מהולל בענגלאנד, הוא המציא שיטה חדשה בבנין הגשרים, וגם בנה את הגשר היותר גדול שנבנה מיום הוסדה ארץ, הוא הגשר העובר על נהר לארענץ אשר באמעריקא הצפונית, וגם תקן ראבערט את הלאקאמאטיווען והביאן לתכלית שלמותן.

גם ראבערט נהל עושר רב וכבוד, כי נבחר לאחד משרי הפארלאמענט להיות מהיושבים ראשונה במלכות בריטאניא, אבל למגנת לב כל אוהבי חרושת-המעשה מת ראבערט כמבחר שנותנו בן חמשים ועש שנים בעשרים ושנים לחודש אקטאבער בשנת 1858,



פרק תשעה ועשרים

סלילת המסלה של ברזל.

§ 207.

איך ימצאו חכמי המדות את הדרך הישרה והיותר קצרה לסול עליה את מסלת הברזל?

בין שני המקומות המגבילים את שני הקצוות אשר בניהם תשחרע המסלה הצריכה להבנות יושלחו אנשים היודעים בהכמת המדידה, והמה יבקשו את הדרך הישרה והיותר קצרה, ולזה יעזרו בהקאמפאס המורה את רוחות העולם

צורה 159



לוח הניונים של הקאמפאס המורה על נטיות רוחות העולם
צורה 159, כי המהט-המאננעמי אשר על הקאמפאס יורה תמיד לנטיה-קצובה,
גם ישתמשו בהקנה-מרהיק-ההבטה (פערענראהר) ובשולחן-המדוד (מעסטיש)

עם כל כליו אשר אין מקוםם להתבאר פה. המודרים יהקעו יתדות במרחקים קטנים זה מזה לסמן בהם את נפיות הקו אשר יחפצו לסל בו את המסלה, ואחרי אשר ימצאו את הקו הישר הנדרש להם ימדרו בעזרת הכלים הנקובים בשם מאזני-מישרי-הדורים (ניוולירוואנע) לקצוב בדיוק את כמות מעלות ומורדות הדרך שכצאו. הצורות 161, 160 תורנו את מאזני-מישרי-הדורים ואופני המרידה בהם, והוא:

צורה 160



מאזני-מישרי-הדורים

בשני קצות שופרות-אופקיות (הארצאנמאלערארע) תחברנה שתי שופרות-קופות של זכוכית, באופן אשר המים הנמלאים בהשופרת-הקופה הימנית יעברו דרך השופרת-האופקית ויעלו למעלה בהשופרת-הקופה השמאלית, והמים יעמדו בשתי השופרות-הקופות בנוכה אחד.

השופרות-המורכבות האלו תוצננה על במים (באיים) בעל שלש רגלים אשר

צורה 161



סידרת הבדלה-נוכה (האָהעגרייפערענק) בעזרת מאזני-מישרי-הדורים

הנוכלנה להתנועע על ידי צירים, באופן שתוכלנה הרגלים להתרחק ולהתקרב זו מזו וזו לזו, ולסמן שנוכל למיוד על ידי המאזנים האלה גם את נובה המקומות מרחוק יחובר להם גם קנה-מרחיק-התבטה וגם קנה-מדה המחילק על פני כל ארכו בקיום המורים על מרת הרגל והאצבע, והוא:

נצייר לנו כי 1, 11, צורה 160 המה שני סקטורה הרחוקים זה מזה מאתים רגל, ונרצה למרוד

בדיק כמה יגבה המקום II מהמקום I, או נצית בשני המקומות קנים יזקופים, ואת המאזנים-המצמידים נצית בנקודה במרחק מאה רגל מן I ומאה רגל מן II, ונשקף משמאל מעל לשמחה נמדדי-הנחלים אשר בשפופרות-הזקופות, באופן אשר קנה-הראיה (וויזרליניע) יעבור על השטחים-העליונים של שני עמודי-הנחלים ויגיע בנקודה אחת שבקנה-המדה שבהמקום I, ועל ידי הגבהת והשפלת גם אחד אשר ביד המודד ינביה או ישפיל גם האיש העומד אצל קנה-המדה בהמקום I דף צבוע-לבן ושחור שיוכל להעתק מעלה ומטה על קנה-המדה, וכשתהיה תכונת הדף-הצבוע בגובה אחד עם שפת הנחלים שבהמאזנים, אז יתן המודד העומד אצל המאזנים את ידוע להמחוק את הדף שיחדל מלהניע את הדף, ואז ירשום המודד על הנייר את גובה המקום שהוצג עליו הדף, ואחרי אשר כלה למדוד את גובה המקום I יהפוך את פניו אל המקום II וימדוד גם אותו כמשפט שבארנו .

בהצורה 160 יראה הקורא כי קי ישר אחד יחבר את גובה שני עמודי-הנחלים אשר בשתי השפופרות עם שתי נקודות בשני קנה-המדה, והוא : בהקנה הימיני יפגוש קנה-הראיה בגובה 1 רגל, ובהקנה השמאלי יפגוש קנה-הראיה בגובה 4 רגל, ולכן יודע להמודד: שהמקום II גבוה מהמקום I בשעור שלש רגל, וכי גובה-העליה (רי שמיינוג) יתלקט בכל המרחק אחר וחצי למאה . הצורה 161 תורנו משמאל את תכונת המודד העומד על יד שולחן-המדירה והמביט בקנה-ההבטה ובימין עומד האיש המחזיק בידו את קנה-המדה ואת הדף הצבוע-לבן-ושחור .

אחרי אשר נודע להמודדים לנכון גובה כל המקומות אשר המסלה תשתרע עליהם, או תשפלנה הנבעות והעמקים יקלאו בעפר לישר הדורים, ובמקום אשר יקצא הד גבוה על ארץ מישור או יתחכו את התר לרחבו ויעבירו את המסלה בין הרי-ביתר . על הנתיבה שבין דרעורען ולייפיציג תעבור המסלה דרך גבעה נתחכה בעומק יותר ממאה רגל, גם על מסלת-ניקאלאי אשר בין פעטערסבורג ובין מאסקוי העוברת דרך הרי-וואלדראי נתחכות הנבעות בעומק גדול, העבודה הזאת לקרר בהרים תגל ביחוד כאשר תהינה הנבעות המותכות מורכבות מחול, באשר כי אז נצרך לעשות את התתך במדרון גדול מאד משני עברי המסלה ולהרחיק את שני כותלי התתך זה מזה למען אשר לא ישוב החול לכסות את המסלה .

§ 208 .

מערה-מפולשה או תעלה-מקורה (פונעל) ומעברות-הקיסור (דאמפלאהרען) .

אם תעבור המסלה דרך הרים גבוהים מאד או דרך סלעים רמים, ואם אין מקום לנסות מהקו הזה ימין או שמאל אזי מקדרים בהדר המסלה תקוב את התר לכל רחבו, כי סוללי המסלה יחפרו אז מערה-מפולשה דרך עובי התר, בצדדי המערה הזאת יבנו קירות תומה המקורות בתקרה של הומה, ומערה כזאת תקרא בשם תעלה-מקורה (פונעל) . הפונעל היותר גדול שבועולם נשלם בשנת 1870 והיא התעלה-המקורה העוברת דרך הדר מאנמצענים העומד על הגבול בין צרפת ובין איטליא, ארכה הוא 12200 מעמער (יותר מעט מן 13 ווערס) .

בהשנים האלו התחילו להעביר את המסלות גם על יאורים רחבי ידים, והוא: במסלה של ברזל תבוא הלאמאמטיווע עד שפת היאור, ושם תמצאנה אניות-קיסוריות

אשר מסלות-ברזל משתרעות עליהן, הלאקאמאטיות עם העגלות תבואנה ותעמורנה על מבסה-האניה והאניה תעביר אותן לכל רוחב היאור ותביאן אל התוף השני. מעברת-הקימור אשר נבנה עד היום להעביר את העגלה-הקיסורית היא המעברה העוברת על היאור באדענזעע והמחברת את המסלות של ברזל אשר בין הערים לינריו ורארשאך.

§ 209.

מורדות ומעלות על מסלות-הברזל.

המסלות היותר טובות הן הנה אשר אין להן מורדות ומעלות העולות ויורדות בנובה ובעומק גדול, אולם אך במקומות סעטים המצאנה מסלות ישרות כאלו אשר אין להן מעלות ומורדות כלל, והנה לישר כל ההרורים בהמסלה למען שתהיה ישרה על פני כולה תיקר מאד מתיר העבודה, ועל כן תעשינה מורדות ומעלות קטנות גם במסלות הברזל.

ברוב המסלות תעשינה המעלות והמורדות כארץ-מישור בשעור שהוא אשר תתלקט אמה אחת של מעלה או של מורד מתוך עששים ושבע אמות של אורך, ובמקום הרים



ועסקים תעשינה מעלות ומורדות באופן אשר תתלקט אמה אחת נובה או עומק מתוך שלשים ושלש אמות מרהק, ועל כן תהיינה ברוב המסלות חליפות מעלות ומורדות ושטח ישר המסווגים בצדי המסלה על ידי עמדים הנושאים עליהם דפים ישרים או נמוס למעלה או למטה, אולם יש מקומות אשר כהם תעלה המסלה גם על הרים רמים ואז תעשינה מעלות המסלה גם עד שיש או שמינה למאה, ר"ל באופן אשר תתלקטנה

שש או שמינה אמות נובה מתוך כל מאה אמות מאורך המסלה הזאת. בהרים-תלולים (שטיילע בערנע) יסולו בנוי הרכבים מסלות עקלקלות העולות ומקיפות את ההר מסביב בתבנית מקיפה-השרויבען (שרויבענשארמיג), כאשר תורנו המסלה הסלולה לצלע ההר המצויר בתצויה 162. מסלה עקלקלה כזאת נקראת בשם שביל-בית-גלגול* (ווענרעל שטראסע אדער ציקאקוועגע),

* הערה. שבילים כאלה ידעו כבר עמי הקדם לסלול על הרים, והמה נזכרים פעמים אחדות בהתלמד בססכת מאה, ערובין, כבא קמא וזהירות.

והוא: אם יהיה דרך משל מרת נובה ההר מרגלו עד ראשו שש מאות אמות אז סוללים לצלע ההר מסלה ארוכה למען אשר יתלקט בכל אורך המסלה נובה-העליה (ריא שטיינונג) אשר ישוה בכמותו לכמות נובה ההר, ובאשר כי נובה ההר הוא שש מאות אמות לכן צריך להיות אורך המסלה מאה פעמים מאה שהם עשרת אלפים אמות, ובאשר כי האורך של עשרת אלפים אמה הוא כמעט שבע עשרה פעמים גדול ממרת הגובה של שש מאות אמה לכן יעבירו את הדרך בגלילים אחדים העולים זה למעלה מזה לצלע ההר עד הגיעם אל ראש ההר ומשמה ירדו הגלילים לצלע השני מן ההר במעלות האלו אשר עלו מהצלע המקבילה.

שביל-בית-גלגול כזה נבנה בפקודת נאפאלעאן הראשון להעביר עליה את הפאסט במרכבות האסוריות במוסום מעל לראש ההר כמנמצענים, אבל זה שנים אחדות הניתו על השביל הזה משילי-ברזל, ולעת עתה תעבורנה עליה גם עגלות-קיטוריות הבטויות לתכלית הזאת בשמה מיוחדת להגדיל את ההתחככות אשר בין אופני העגלות ובין המטילים של ברזל המשתרעים לאורך המסלה.



פ ר ק של ש י ם

הכנות המכוננות להעביר ממסלה למסלה את
הלאקאמאטיווען עם העגלות הנמשכות אחריהן .

§ 210.

המסיר או המחליף (ווייכע אדער וועכשעל) .

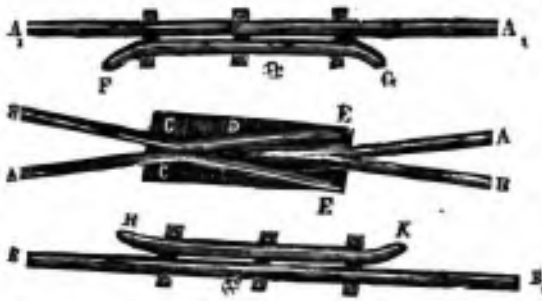
באשר כי בהמסלות אשר בהנה נמצא אך נתיב ברזל אחד (איינשפוריגע-באהנען) יודמן בכל עת אשר תפגשנה זו בזו שתי מסעי-עגלות (וואנענציגע), או כי המסע שיצאה לאחרונה תעבור את המסע שיצאה לראשונה, על כן נצרך להעשות במרחקים שונים משני צדי המסלה ענפי-נתיבות (צווייגבאהנען), ועל ענפי-הנתיבות הקצרות האלה תעבורנה המסעות אשר למול רעותה ואשר אתרי רעותה מבלי להדקף זו מזו וזו לזו, וכמו כן יודמן גם אשר שתי נתיבות של ברזל עוברות זו לרוחב זו בתכונת השתי העובר על הערב, או כי שתי נתיבות הבאות מתכונות שונות תתאחדנה והיו לנתיבה אחת על ידי נתיבה שלישית אשר תאחד אותן .

בכל האופנים האלה שכתבנו פה ובהדומים להם נצרך להיות חלק אחד מנתיב-הברזל מתנועע (בעוועגליך), והחלק הזה שיוכל להתנועע נקרא בשם מסיר (ווייכע), יען שעל ידו תוסרנה המסעות מהמסלה-הראשית אל המסלות-הצדדיות, או נקרא גם בשם מחליף (וועכשעל), יען כי על ידו תחלופנה המסעות את מסלותיהן .

אם מסילי-הנתיבות (באהנשינען) אשר לשתי מסלות-ברזל חותכות זו את זו, או ישימו הבונים רוח בכל ארבע נקודות פגישתם של המסילים, ר"ל במקום ההעברה לא יגעו ארבעה המסילים איש באחיו, ולמען אשר לא ימעדו האופנים מעל המסילים בעברם ממסלה למסלה, קבועים בצדי המקום הפתוח מסילים קצרים ומחודדים הנקבים בשם מסילי-הלחיצה (צוואנגשינען), נקראים כן בגלל כי המה לוחצים את האופנים לעבור מנתיב לנתיב .

הצורה 163 תורנו מקום כזה על מסלת-הברזל אשר בו תצווב העגלה את הנתיב האחר ותבא על הנתיב השני, והוא: העכרת-הנתיבות הוא בהנקודות C C

צורה 163

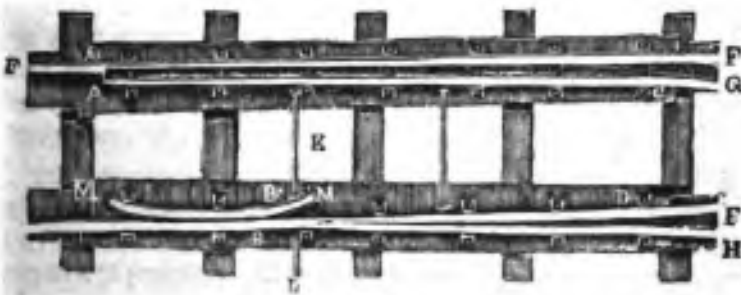


תכנית המטלים המשתרעים על נתיבות הברזל כמקום שתופרת העגלות מסלה למסלה

בהמקומות אשר צרי-הפנימיים מהנתיב A A עם B B יפנשו זה בזה. במקומות האלה נמצא הפסק (איינע אונטער ברעכונג) גם בהמטלים A A גם בהמטלים B B, וכנגד ההפסק קבוע המטיל-הלוחץ F G אל צד הנתיב-החיצוני של A, A והמטיל-הלוחץ H K קבוע אל B, B הנתיב-החיצוני השני, ולהכלית הזאת קבועים כנגד ההפסקות אל שני צדי הנתיב-הפנימי המטילים-הלוחצים E E, ועל כן לא יוכלו האופנים לזוז מהמטילים מדי עברם את ההפסקות (ביים איבערפאררען רער אונטערבראכענען שטעלען).

במקום אשר המסלות תפרדנה והיו לשתי מסלות נפרדות שמה יעשה המסיר

צורה 164



העכרות העגלות על נתיבות הברזל מסלה למסלה

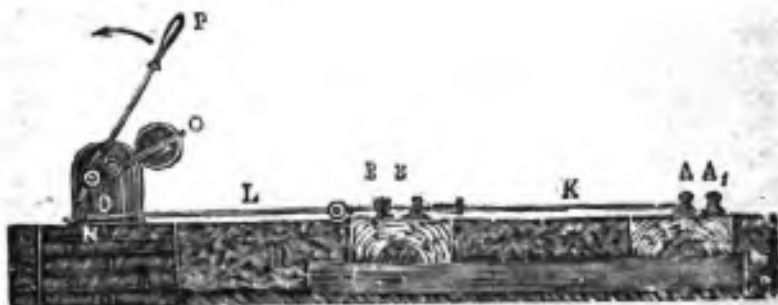
או המחליף (ווייכע אדער וועכשעל), ועל ירו אפשר להביא את מסע-העגלות על המסלה האחת או על השניה. מסיר כזה בתואר בהצורה 164, והוא:

המסלה-הראשית היא מורכבת משני המטילים-החיצוניים F F והמחליף הוא מורכב משני המטילים C A גם D B אשר יוכלו להתנועע על הצירים C גם D בהמקום אשר תחיל המסלה-הצדדית המחוברה מהמטילים-המחודרים בתכנית לשונות (צונגענפארמיגען שינען) C G גם B H, ועל ידי הכנה מיוחדת

העומדת בצד המסלה והמצורה בהצורה 165 נוכח להקיף כל אחת משתי הלשונות מסביב לציריהן ולהקריבן להמסלה האחת או להשנית .

בתכונות המצב של המחליף כאשר הוא מתואר בהצורה 165 תלכנה העגלות על המסלה הראשית ר"ל על המסילים ההיצוניים F F, כאשר כי זיה האופנים (רארעקראנצע) ולהצו למול המסילים הפנימים, והאופנים יתנועעו מצד האחד בין המסיל F A ובין המסיל C A ובצד השני בין המסילים הלוחצים (צוואננ שינען) M M גם H B, ואלס אם להיפך נרצה להסיר את העגלות מן המסלה הראשית ולהביאן אל המסלה הצדדית המחוברה מהמסילים A C גם B H, או המשכנה הלשונות G A גם D B בעזרת מומי-המושיקה (צוגשטאנצע) K עד שתדבק הלשון G A על יד הנקודה A אל המסיל A C והליצין D B.

גורה 165



תכנת המסיר או המחליף (וויכע אדער וועגעשל)

תדבק על יד הנקודה B בהמסיל-הלוחץ M M, ולכן יסתם הרוח שבין A F ובין A G מתחת להאופן המתנועע על הנתיב F עד כי המסיל A F ידבק בהמסיל A G אשר להמסלה הצדדית, ומהמסיל H B תתרחק בהנקודה B הלשון D B מהמסיל H B עד אשר זיה האופן בכואו אל B לא יוכל עוד לעבור על נתיב המסלה הראשית עד F D B אך יעבור על המסיל-הצדדי B D, בין המסיל B H ובין המסיל F B.

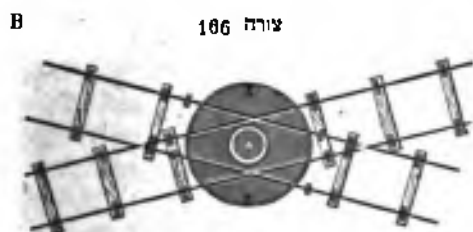
הלשונות העוקנה על ידי המוש K L הנמשך בעזרת מומי-הנושא (העבעל) P O N הסובב על צירו O צורה 165, אם נסבב את הנציב P בנמית החץ או יתנועע הקצה השני R לנטיה המנגדת לנמיתו של החץ ויעתיק באמצעות המוש K L את הלשונה B גם A אל המסילים B גם A, להרכיבם, ואז תעבורנה העגלות מהמסלה הראשית אל המסלה הצדדית, ואם יעווב האיש את הנציב P מידו או ימשוך המשא Q את המחליף עד כי ישוב מאליו להדבק במסילי המסלה הראשית.

§ 211.

לוח-המקיף (דרעהשויבע).

בהמחליפים שבארנו למעלה ישתמשו להעביר ממסלה למסלה בפעם אחת

הלאקאמאטיווען עם כל העגלות הקשורות בהנה, אבל להחליף את המסלה רק



הלאקאמאטיווע לבד או להפוך אותה באופן שתוכל לשוב ולרוץ בהמסלה אשר מסנה תבוא, כוננו לוחות עגולים גדולים הקבועים כאמצע המסלה בתבנית הצורה 166.

הלוח הזה יוכל להקף על מרכזו, כי הוא קבוע על כדור-ברזל הרצים בצניורות עגולות של ברזל, ולכן אם תבא הלאקאמאטיווע דרך משל מן המסלה A ונרצה להעבירה על המסלה B, או כאשר תבא הלאקאמאטיווע במרוצתה במסלתה A על הלוח יעצרו אותה ויקפו את הלוח באופן אשר המשילים של המסלה A יבואו בהמקום אשר הו שם לראשונה המשילים של המסלה B, ואז תעבור הלאקאמאטיווע בתנועתה הלאה על המסלה B.

212. §

העששיות-הצבועות (פארביגע לאטערנען) ויתר התכנות העומדות לנם למען אשר יודע למנהיג הלאקאמאטיווע אם לנסוע בדרכו או לחרול.



למען שיוודע להמנהיג את הלאקאמאטיווע אם לנסוע או לחרול או אם לשוב אחור או אם לנסות מדרכו, הוכנו לאורך המסלה הכנות שונות, והנה: עששיות בעלי הלונות מוכוכות הצבועות בצבעים שונים סודיעות להמנהיג את המסלה אם היא ריקה או לא, על ראשי העמודים אשר העששיות קבועות בהם גמצאים הפים-מתנועעים אשר על ידם יודע לו: אם לנסוע על המסלה הלאה או אם ימה מסנה אל הימין או אל השמאל עד אשר תעבור הלאקאמאטיווע אהרת ההולכת לעומתו, גם יש בידו הכנת-המעלעטראף אשר יוכל לחבר אותה בכל אורך המסלה אל חוט המעלעטראף להודיע אל הבידואר הקרוב כאשר יודמן לו איזה תקלה במסעו. על ידי החליל (פאייפע) התלוי על צוארו יודיע מנהיג-הלאקאמאטיווע את הפצו למנהיג-העגלות (קאנדוקטארע), למען אשר יעצרו איש איש את מרוצת העגלה שלו במרם

העגלות (קאנדוקטארע), למען אשר יעצרו איש איש את מרוצת העגלה שלו במרם

שהבא המסע (רער צוג) אל הבי-דואר, ובחליל-הקיסוד (דאמפפ-פפייילע) ישמיע קול חזק מרחוק למען ידעו משרתי המסלה לפנות מקום להמסע המיננת לבוא. הצורות 167 168 תורונו את העמודים ואת העשיות העומדות לנם למנהיגי הלאקאמאטיווע.

צורה 168

§ 213.

התעקמות המסלה.

הליכות המסלה בדרך עקלתון היא רבת הסכנה, כי נצרך להזהר שלא תושלכנה העגלות בכח-המבריה-מהמרכון (צענטריפוגאל קראַפֿט) להלאה מקשת-ההתעקמות המסלה (קרימונגס-באָגען), ועל כן בכל האפשרי יבקשו בוני המסלה לישר את המסלה, אמנם במקומות שבלתי אפשר לישר את המסלה תעשנה בימינו גם קשתות-עקומות ואו יתוקנו תקונים שונים בסרני העגלות ההולכות על המסלה הזאת אשר על ידם יוכשר כל סדן להשתנות מעט בתכונה סדי תעבור העגלה את הקשת ולמנוע את התמוטטות העגלות מעל המטילים, אבל גם המנהל את הלאקאמאטיווע יקמין את מהירות הנועתה במרם עברו את הקשת, באשר כי הכח המבריה את העגלות מהמרכו של עקמונות-המסלה יתערך בערך קצוב למהירות הנועה, וכבר מצאנו חשבון בספרנו המנוחה ודהתנועה סימן 265 לכמות אלכסון-העקמונות ולכמות מהירות תנועת הלאקאמאטיווען בעברן על הקשתות האלו, והמה נערכים לכמות משקל העגלות, לנבטן ולהמרחק אשר בין מטילי-המסלה.



העמוד אשר עליו נתלה עשית צבועה



פרק אחר ושלשים

המסלות של ברזל הסלולות בכל הארץ עד
ראשית שנת 1875 .

§ 214.

מסלות-הברזל הסלולות באייראָפּע .

בכל ארצות אייראָפּע היתה ארץ בריטאניא הראשונה לסלילת
מסלות-הברזל, וגם היום תעלה בריטאניא על כל ארצות אייראָפּא במרבית המסלות של
ברזל המשתרעות בה .

עד ראשית שנת 1875 נמצאו בבריטאניא מסלות של ברזל באורך שלשת
אלפים וחמש מאות ועשר פרסאות געאָגראַפֿיות (24300 וועיסט) . ההוצאה שעלתה
לסלילת הרכבים האלה הוא ערך שש מאות מיליאָן ליסרות שמערלינג, או יותר
מארבעה אלפים מיליאָן רובל . המסלה הראשונה נבנה בענגלאנד בשנת 1825 .
מספר כל הלאָקאָמאָטיווען בבריטאניא הוא עשרת אלפים ותשע
מאות וארבעים .

בצרפת נמצאו בראש שנת 1875 מסלות של ברזל באורך אלפים ושבע מאות
ועשרים וחמש פרסאות (18900 וועיסט) . המסלה הראשונה נבנתה בצרפת בשנת 1840 .
אחרי השלום שהשלימי הגרמנים עם הצרפתים קברה צרפת לגרמניא שבע
מאות קילאָמטער (656 וועיסט) מסלות-ברזל במחיר שלש מאות וחמשה ועשרים
מיליאָן פֿראַנק .

מספר הלאָקאָמאָטיווען בצרפת הוא ארבעה אלפים ותשע מאות וארבעים .
בכל הארצות אשר לממשלת קיסר הגרמנים יחשבו , נמצאו בראש
שנת 1875 מסלות-ברזל באורך שלשת אלפים ושלש מאות וששים פרסאות
געאָגראַפֿיות (23302 וועיסט) .

מספר כל הלאָקאָמאָטיווען בארצות גערמאניא הוא חמשת אלפים ותשע
מאות ועשרים וחמשה .

ברוסיא נמצאו בראש שנת 1875 מסלות ברזל באורך אלפים חמש מאות

ושלש פרסאות געאָגראַפֿישׁע (17422 ווערסט), ובצדוף המסלות אשר לא נמרה עוד מלאכתן תהיינה בראש שנת 1876 אורך המסלות 2996 פרסאות (20860 ווערסט).

עד ראש שנת 1874 היו נשלמות ברוסיא מסלות הברזל באורך (15191 ווערסט) ובשנת 1873 נסעו עליהן 22809111 אנשים עוברים ושובים (פאשעוירע), וכמות כל המשאות אשר עברו בשנה הזאת על כל המסלות היה הרבה יותר מן 12 1/4 מיליאן פוד, וכמות הכנסת כל המסלות היה קרוב אל מאה ועשרים ושמונה מיליאן רובל, על כל ווערסט עלה ההכנסה כך 8732 1/2 רובל.

המסלה של ברזל היותר טובה שבכל מסלות הברזל שברוסיא הוא מסלת-ניקאלי המשתרעת בין פעמערסבורג ובין מאַסקוי, על כל ווערסט ממנה עלה ההכנסה בשנת 1873 כך 31482 3/4 רובל.

מספר הלאָקאָמאָטיווען שבכל ארץ רוסיא אלפים ושש מאות ותשעים.

בארצות אַסטרײַך ואונגאַרען נמצאו בראש שנת 1875 מסלות-ברזל באורך אלפים ומאתים וארבעים פרסאות (15529 ווערסט).

מספר כל הלאָקאָמאָטיווען באַסטרײַך ואונגאַרען הוא אלפים ושמונה מאות ושבעים וחמשה.

בארצות איטאַליען נמצאו בראש שנת 1875 מסלות-ברזל באורך תשע מאות וארבעים ושמונה פרסאות (6575 ווערסט). מספר העוברים ושובים על מסלות של ברזל באיטאליא בשנת 1870 היה 18 1/2 מיליאן בקרוב, וכסף ההכנסה היה עשרים ושנים מיליאן רובל בקרוב.

מספר כל הלאָקאָמאָטיווען באיטאליען הוא אלף ומאה ושבעים וחמשה.

בארצות ספרד נמצאו בראש שנת 1875 מסלות-ברזל באורך שבע מאות ושבע ושמונים פרסאות (5458 ווערסט), ובלעדי אלה נמצאות עוד כשלוש מאות פרסה אשר לא נמרה מלאכתן.

בבעלגיען נמצאות מסלות-ברזל הרבה מאד בערך לכמות השפחה של הממלכה הקטנה הזאת אשר גדלה הוא רק חמש מאות ושמונה ועשרים פרסאות געאָגראַפֿישׁע (כגודל המחוז קירלאנד אשר ברוסיא). אורך כל מסלות-הברזל הנמצאות בבעלגיען עד סוף שנת 1874 הוא ארבע מאות ושמונים ושש פרסאות (3367 ווערסט). יושבי בעלגיען התחילו לבנות מסלות-ברזל עוד בשנת 1834.

בהאָלאַנד נמצאו בראש שנת 1875 מסלות-ברזל באורך מאתים וחמשים וחמש פרסאות (1768 ווערסט).

בארץ שוועדען נמצאו בשנת 1874 מסלות-ברזל באורך מאתים ושלושים ושמונה פרסאות (1645 ווערסט).

בארצות שווייץ נמצאו עד סוף שנת 1874 מסלות-ברזל באורך מאתים וחמש פרסאות בקרוב (1418 ווערסט).

בארצות המירקיי אשר באייראָפּע נמצאו בראש שנת 1875 מסלות-ברזל באורך מאה ושמונים ואחת פרסאות (1254 ווערסט).

בארץ רומעניען נמצאו בשנת 1874 מסלות-ברזל באורך מאה וחמשים ושבע פרסאות (1088 ווערסט) .
 בממלכת פארמונאל נמצאו בראש שנת 1872 מסלות-ברזל באורך מאה ושבע עשרה פרסאות (810 ווערסט) .
 בממלכת דענעמארק היו כל מסלות-הברזל אשר בשנת 1872 נגמרה מלאכתן באורך מאה וארבע פרסאות (716 ווערסט) .
 בארץ נארוועגען נמצאו בראש שנת 1872 מסלות-ברזל באורך ששים ושבע פרסאות (465 ווערסט) .
 בארץ יין (גריצענלאַנד) נמצאו בשנת 1874 מסלות-ברזל באורך חמשים וארבע פרסאות (375 ווערסט) .
 בכל ארצות אייראפע נמצאו בסוף שנת 1874 מסלות-ברזל באורך שמונה עשר אלפים פרסאות נעאַנצאַיזת בקרוב (124205 ווערסט בדיוק) .

§ 215.

מסלות-הברזל באמעריקא .

באמעריקא נמצאות מסלות של ברזל רבות למאד . זה הכלל : בכל מקום אשר נגה שמה אור החכמות והמדעים וההשתלמות במסדר ובתרושת-המעשה , שמה תתרבנה המסלות של ברזל למאד , עד כי נוכל לבחור במדת אורך מסלת-הברזל למדוד בהן את מדרגת הציוויליזאציען (התפתחות המדינית , דא בייגעליכע ענטוויקעלונג) אשר לכל ארצות תבל .

ארצות הברית אשר בצפון אמעריקא הגדילו מכל העמים בבנינים את מסלות-הברזל , עד כי עולות הנה בזה גם על הכריטאנים , הארצות-האלו החלו כבר לסול מסלות-ברזל בשנת 1827 , אולם ראשית מלאכתן היה מצער למאד , כי במשך שלש שנים עד 1830 לא נבנו כי אם חמש פרסאות , ובעשרת השנים מן 1830 עד 1840 בנו שש מאות וחמש עשרה פרסאות , ובעשרת שבין 1840 ובין 1850 בנו עוד אלף ושלוש מאות וארבעים ושתיים פרסאות , ובעשרת השנים שבין 1850 ובין 1860 בנו עוד ארבעה אלפים ושבע מאות וארבע עשרה פרסאות , ומשנת 1860 עד סוף שנת 1874 הוסיפו לבנות שמונת אלפים ותשע מאות ותשעים פרסאות , עד כי בראשית שנת 1875 היה לבעלי-ברית-הצפון מסלות-ברזל באורך חמשה עשר אלף ושש מאות וששים ושש פרסאות או (108646 ווערסט רוסיית) .

מחיר כל המסלות האלו עלה להם כחמשת אלפים מיליאן רובל .
 ואם נתבונן על כמות שטח הארץ ועל אורך המסלה המשתרעת בה אז נמצא כי בהרעפובליק מאקקסוסעט נמצאו מסלות-ברזל באורך ווערסט אחד כנגד שטח של שבע ווערסט מרובעים , ולעומת זאת לא נמצא בהרעפובליק פראַנצאָן כי אם ווערסט אחד של מסלת-הברזל רק על שטח של 630 ווערסט מרובעים , ובכל

ארצות-הברית בכלל נמצא ווערסט אחד מסלות הברזל כנגד חמשה ושבעים ווערסט
 סרובעים משטחן .

מספר כל הלאקאמאטיווען הנמצאים כעת בראש שנת 1875 בכל ארצות
 הברית אשר באמעריקא הוא ארבעה עשר אלף ומאתים וארבעים .

בממשלת קאנאדי נמצא בראש שנת 1875 מסלות ברזל באורך שמונה
 מאות ושבעים ושבע פרסאות (6073 ווערסט) .

בממשלת פערו נמצאו בסוף שנת 1872 מסלות ברזל באורך שלש מאות
 וששים ושלוש פרסאות (2517 ווערסט) .

בממשלת הרעפובליק ליילי אשר באמעריקא הדרומית נמצא בסוף שנת
 1874 מסלות ברזל באורך מאה ותשעים ושש פרסאות (1338 ווערסט) .

בממשלת ארגענטינע נמצאו כבר בשנת 1874 מסלות ברזל באורך מאה
 וששים ושש פרסאות (1151 ווערסט) ועוד ידה נפויה לסול מסלות ברזל באורך שבע
 מאות פרסאות אשר נמר בנין יהיה בסוף שנת 1877 .

בארצות בראזיליען נמצאו בשנת 1874 מסלות ברזל באורך מאה וששים
 וארבע פרסאות (1133 ווערסט) .

בממשלת קובא נמצאו בשנת 1874 מסלות ברזל באורך שמונים ושש
 פרסאות (596 ווערסט) .

בממשלת מעקסיקא נמצאו בראש שנת 1875 מסלות ברזל באורך ארבע
 ושבעים פרסאות (515 ווערסט) .

בממשלת אודונגואי נמצאו כבר בשנת 1869 מסלות ברזל באורך $\frac{1}{4}$ 13
 פרסאות (99 ווערסט) .

§ 216.

מסלות-הברזל באזיע .

תושבי אזיע הגרמים והעצלים יטמנו עד היום את ידם בצלחת ולא יתעוררו
 להתייא לאור כל המצאה חדשה, ולולא אנשי אייראפע שהורו להם לא היתה נודעת
 עד היום הנה מסלות-הברזל בכל רחבי ארצות החלק אזיע (הגדולה טריבע פעמים
 מחלק אייראפע) .

גם באזיע הגדילו הבריטאנים לעשות בבנותם בארצות ממשלתם אשר בהודו-
 המזרחית מסלות ברזל באורך אלף וארבע מאות וששים ואת פרסאות (10175 ווערסט)
 ועוד מאתים וחמשים וחמש פרסאות אשר תונטר מלאכתן בעוד שנה, באופן
 אשר מקץ השנה הזאת תהיינה כל מסלות הברזל בהודו-המזרחית בכל ארבע
 עשרה הנפות החיות בצל מלכת בריטאניע סלולות באורך אלף ושבע מאות ושש
 עשרה פרסאות (11932 ווערסט) .

מספר הלאקאמאטיווען הנוסעות על מסלות הודו-המזרחית הוא 1380 .

הממשלה האזיאטית האחת אשר השכיחה מפשה לסלול מסלות של ברזל היא ממשלת יאפאן , אורך המסלה של ברזל הסלולה בה הוא מאה ושבע עשרה פרסאות (785 ווערסט).

במדינות ההאזלאנדים אשר באזיע (אזעיאמישע האלענדיסע קאלאניען) בנו ההאזלאנדים מסלות של ברזל באורך ששים פרסאות (416 ווערסט) . בארצות המירקען אשר באזיע בנו אנודה-אנגלים מסלת-ברזל באורך עשרים וארבע פרסאות (166 ווערסט) היא המסלה שבין סמירנא ובין צ'ירין .

§ 217.

מסלות הברזל אשר באפריקא .

בארץ מצרים סלולות מאתים ושמונה ועשרים פרסאות מסלות הברזל (1577 ווערסט) , ומהנה נגמרו כבר מאה וארבעים ושלש פרסאות , ועוד שמונים וחמש פרסאות תוגמנה בהשנה הזאת .

בארץ אלג'יר אשר לממשלת צרפת סלולות מסלות ברזל באורך שלש ושבעים פרסאות (506 ווערסט) .

כל המסלות ברזל המשתרעות באפריקא עד היום הוזה הוא רק כשלש מאות פרסאות געאגראפיות (2083 ווערסט) .

§ 218.

מסלות הברזל אשר באויסטראליען .

בארץ אוועלס-הדרומית החדשה היו סלולות בסוף שנת 1870 מסלות ברזל באורך חמש ושבעים פרסאות (503 ווערסט) .

במחוז וויקטאריע היו סלולות בסוף 1872 מסלות ברזל באורך ארבע ושבעים פרסאות (512 ווערסט) .

בארץ המלכה (Sensat Королевы) היו סלולות בסוף שנת 1870 מסלות ברזל באורך שלש וארבעים וחצי פרסאות (301 ווערסט) .

בארץ טאסקמאניע היו סלולות בשנת 1873 מסלות ברזל באורך חמש ושלשים וחצי פרסאות (245½ ווערסט) .

באויסטראליען הדרומית היו סלולות בסוף שנת 1872 מסלות ברזל באורך תשע ועשרים פרסאות (201 ווערסט) .

כל המסלות ברזל המשתרעות באויסטראליען עד היום הוזה הוא כמאתים וששים פרסאות .

§ 219.

כמות מסלות הברזל בכל הארצות לפי ערך שטח הארץ

ולפי ערך מספר תושביה .

כמות שטח ארץ בעלגניען הוא 23880 ווערסט מרובעים , ר"ל אם נחלק את

ארץ. בעלגנין על חלקים שונים זה לזה, באופן אשר כל חלק וחלק מהחלקים השונים האלה יהיה ווערסט ("ארבו גם ווערסט רחבו, או נמצא כי ארץ בעלגנין תחלק על חמשה ועשרים אלפים ושמונה מאות ושמונים חלקים כאלה, החלק אשר יגדל ווערסט בארבו גם ווערסט ברחבו נקרא בשם ווערסט-מרובע (קוואדראט ווערסט).

מספר תושבי ארץ בעלגנין הוא 5,021,336 נפש, נמשך מזה כי על כל ששה ווערסט מרובע יגורו בבבלגנין מאה וארבעה ותשעים נפש אדם.

אורך כל מסלות הברזל אשר בבבלגנין הוא 3167 ווערסט, נמשך מזה כי על כל אורך ווערסט אחד ממסלות הברזל נמצא $8\frac{1}{6}$ ווערסט מרובעים משטח הארץ האה, ועליהם יגורו אלף וחמש מאות וארבעה ושמונים נפש אדם.

ובאופן הזה חשבנו את כמות העמט (נמדת ווערסטען מרובעים) ואת מספר הנפשות הסתיוסים בכל מדינה ומדינה לאורך ווערסט אחד ממסלות הברזל המשתרעות בהמדינה האה, כמו שמכואר בהלוח אשר נציג פה לעיני הקוראים, למען יוכלו להעריך: אם רבות או מועטות הנה מסלות הברזל בכל מדינה ומדינה לפי כמות שפחה ולפי מכסת נפשות האדם הגרות בה.

מהלוח הזה נראה לדעת: כי אם נחשוב את כמות מסלות הברזל אשר להאריצות בערך לשטחם, או יצא לנו כי בערך השטח יש לממלכת בעלגנין מסלות-ברזל הרבה יותר מאשר לכל אחת מהממשלות הנותרות, ולממלכת בראזיליען יש מסלות-ברזל מעט מאד לעומת שפחה הגדול, עד כי לבעלגנין יש בערך השטח מאה ושמונים ותשע פעמים יותר מסלות-הברזל מאשר לבראזיליען.

וכן נראה גם מהלוח הזה כי אם נחשוב את כמות מסלות-הברזל אשר באיזה ממשלה לעומת מספר תושביה, או יהיה לממשלת מאסמאני מסלות-ברזל מרובות יותר מאשר לכל אחת מיתר הממשלות, ובאריצות יאווע תהיינה מסלות הברזל יותר מעטות (כשר מספר תושבים) מאשר בכל הממשלות הנותרות, עד כי לממשלת מאסמאני יש מסלות-ברזל מאתיים ועשרים וחמש פעמים ככה מאשר באריצות יאווע.

ואלו תחמוץ ארץ רוסיא הכבירה לסול מסלות-ברזל בכל אריצות ממשלתה עד אשר שתקצא בה כמות מסלות ברזל בערך לשטחה כהכמות שנמצא בו המסלות בבבלגנין, או היתה צריכה לסול בה מסלות ברזל אשר ארכן יהיה 2,327,000 ווערסט שהם 335,625 פרסאות, ואם ארץ רוסיא תחמוץ שיהיה לה 1 ווערסט מסלת-ברזל כנגד 240 תושבים כאשר נמצא הערך הזה בממשלת מאסמאני, או נצרך לה לסול מסלות באורך 3,438,000 ווערסט שהם 498,750 פרסאות, ועל פני כל כדור הארץ היה נצרך לסול לפי החשבון הזה מסלות ברזל באורך שמונה מאות וארבעים אלף פרסאות.

(1) הערת: כמות הווערסט הוא 500 קלאמטער, או ארשין או 3500 רגל רוסיות

או אנגליות.

לוח לדעת ערך אורך הדרכים למול גדול השמחה ולמספר התושבים

שמות המדינות		כמות השמחה בווערסם מירובעים נגד 1 ווערסם מסלית הברזל	מכסת נפש תארם על כל ווערסם ממסלת הברזל
שמות המדינות	ווערסען מירובעים	נפש ארם	
בעלניען	8 1/6	1584	
ברימאניא	11 1/3	1223	
האלאנד	16 1/3	2023	
נערמאניא	20 1/3	1749	
צרפת	24 1/2	1911	
שווייץ	25 2/3	1862	
אספרייך ואונגארען	33 1/3	2167	
איטאליען	39 1/2	3950	
דענעמארק	47	2491	
אייראפע בכלל	68 1/3	2415	
ארצות הברית באמעריקא	75 2/3	310	
ספרד	82	3034	
פארטוגאל	94	3854	
גריכענלאנד	117 1/2	3870	
רומעניען	125	6230	
הודו המזרחית	168	13110	
כילי	225 1/3	1360	
רוסיא באייראפא	238	3600	
מאססאני	243	240	
אמעריקא בכלל	292	680	
שוועדען ונארוועגען	305 1/2	2760	
זיקסאריע	389 1/3	1180	
טירקיי באייראפא	400	11600	
יאפאן	441 1/2	30773	
בכל ארצות תבל יחד	442 1/2	5304	

לוח לדעת ערך אורך הדרכים למול גודל השטח ולמספר התושבים

שמות המדינות		כמות השטח כווערסט מרובעים נגר 1 ווערסט מסלת הברזל	מספת נפש האדם על כל ווערסט מסלת הברזל
		ווערסטען מרובעים	נפש אדם
פערז	---	560 $\frac{1}{2}$	1130
ארנענמינע	---	889	890
מצרים	---	1003	3023
רוסיא בכלל	---	1095	5450
אועלם הדרומית החדשה	---	1210 $\frac{2}{3}$	
קאנאדא	---	1304 $\frac{2}{3}$	657
אחרונות	---	1776	4440
טירקיי בכלל באייראָפּע אויע ואַפֿריקע	---	1984	19860
אזיע בכלל	---	3240	66960
יפּוּאָ ויתר מוצאות ההאָלאַנדים	---	3364	54100
מעקסיקאָ	---	3367	16950
ארץ המלכה	---	3958 $\frac{1}{3}$	400
אויסמראליען הדרומית	---	4309	900
אויסמראליען בכלל	---	4834	2900
בראזיליען	---	6334	660J
אפֿריקא	---	12237	98000

אלו היו בכל הארצות סלולות מסלות-ברזל באורך 1 ווערסט על כל שטח של $8\frac{1}{6}$ ווערסט מרובעים כמו שהמה נמצאים בכעלניען או היו נמצאות בכל ארצות תבל מסלות-ברזל באורך מיליאן ושבע מאות ושלישים אלף פרסאות, והוא דרך ארוכה אשר נוכל לחגור בה את כל כדור הארץ יותר משלש מאות ועשרים פעמים.

§ 220.

אורך המסלות של ברזל בכל ארצות תבל המסלולות בסוף שנת 1874

באירופא	נמללו מסלות ברזל באורך	17,935	פרסאות	124,205	ווערסט
באמעריקא	— — — —	17,603	—	122,186	—
באזיע	— — — —	1,917	—	11,932	—
באפריקא	— — — —	301	—	2,082	—
באויסטראליען	— — — —	257	—	1,780	—

לכן בכל ארצות תבל נמללו מסלות ברזל 38,015 פרסאות 262,155 ווערסט.

§ 221.

אורך ומשקל מטיילי הברזל (אייזשטיצען) המשתרעים על כל מסלולת הברזל הנמצאות בעולם עד היום הזה.

אם נתבונן: א כי על מרבית המסלות נמצאות שתי נתיבות של ברזל זו בצד זו, וכי על כל נתיבה משתרעים שני קיים-מקבילים (פאראלעל לינען) של מטיילי-ברזל, ג וכי אצל כל בתי-הדואר (בני יעדער שטאציאן) מתפצלת כל מסלה ותתפרד לנתיבות רבות למאד, וכי למען החליף בחדשים את המטיילים השבורים והמקולקלים נצרך להכין כמילים חדשים ולהנידם בצדי הדרכים ובבתי-הבסכות אשר על יד כל בתי-דואר, אם נשים לב על כל ארבעה הדברים האלה שחשבנו פה, או יודע לנו כי כמות האורך של כל המטיילים של ברזל הנצרכים להמסלות האלו הוא לכל הפחות ארבע פעמים כאורך המסלות, ולכן תהיינה אורך כל המטיילים אשר על מסלות הברזל יותר ממאה וחמשים ושנים אלף פרסה נעאגראפיות שהן מיליאן וארבעים ושמונה אלף ווערסט, ובאשר כי אורך הקו הסיוב את כל כדור הארץ הוא חמשת אלפים וארבע מאות פרסאות, לכן אם נבקש חשבון נמצא כי בכל המטיילים האלה היה די לחגור את כדור הארץ שמונה ועשרים פעמים בתורה של מטיילי ברזל, ועוד היה נשאר לנו שמונה מאות וששים פרסאות מטיילים.

ואם נחשוב את משקל המטיילים עם כל יתר הברזל הנצרך להחזיק את המטיילים אל האדנים שלשים ושתיים ליטרות רוסיות לאורך כל רגל רוסית, ובאשר כי אורך הפרסה הנעאגראפית הוא $24,235 \frac{1}{2}$ רגל רוסיות לכן יצא לנו למשקל כל המטיילים 2940 מיליאן פוד.

על מלילות כל המסלות של ברזל הנמצאות בעולם עד ראשית שנת 1875 עלה כארבעה עשר אלפים מיליאן רובל.



פרק שנים ושלשים

תבנית עגלת-הקימור לכל כליה.

§ 222.

עגלת-הקימור (לאקאמאמיווע).

המקורות הרבות שנרצה להשיג מהלאקאמאמיווע תדרושנה שתהיינה לה גם כגולות רבות מיוחדות לה לבדה, ואשר תבדל בהנה מכל יתר מיני מוכנות-הקימור. **א.** הלאקאמאמיווע צריכה להיות חזקה מאד בפעולתה, ובאשר כי פעולת המכונה תתערך בערך ישר לכמות הקימור שתולד בה בזמן ידוע, לכן נצרך להיות גדול למאד גם השטח הבהפך בתוכו את המים לקימור, אמנם ירענו שלא רבים יחבמו להבין את הברחיות המגולה הזאת, יען שידמו כי הלא אך מצער הוא הכח הנצרך להסיע המשאות על נתיבות הברזל, והוא באשר כי סוס אחד יוכל למשוך על נתיב של ברזל בנקל משא שלש מאות ככר (900 פונד), אולם מרר יודו לדברינו אם יתבוננו על שני הרברים האלה:

(א) כי הסוס המושך את המשא הזאת על נתיבות הברזל יתנועע אך במהירות ארבעה ווערסט לשעה, והלאקאמאמיווע תתנועע בזמן שהוא ארבעים עד ששים ווערסט, ולכן בערך הוספת גדול המהירות נצרך להגדול גם כח המכונה.

(ב) שהמכונה הזאת הצורך לשאת איתה במשך תנועתה את כל צרכה בעצים ובמים, ולכן צריכה להיות גם עב וכבד בכל חלקיה, ועל כן נצרך כח גדול להניעה כשהיא לבדה ומה גם להניע את העגלות המעונות האמורות בה.

כח של הלאקאמאמיווע היותר קטנה הוא ככח שלשים סוסים, ושל היותר גדולה הוא עד אלף כח סוסים, אם נניח כי בדרכים אשר המעלות והמורדות מתלקטות בהם ארבע סתך מאה, וערך הכח הנדרש להסיע המשא בהם הוא כערך 1 אל 100, או אם נערך את משא המכונה עם כל העגלות האמורות בה אל שלש מיליון קילוגרם והעגלה תתנועע במהירות אלף מעמטר לכל מינוט, או יודע כח המכונה ככח שש מאות וששים ושיש סוסים.

ב. באשר שגם המכונה תתנועע בתנועת המשא שתמשוך אחריה, לכן תהיינה מוסדות בנינה משונה מאד מבנין המוכנות-הקימות (פיקשע-מאשינען) שנתבאר לנו בפרק החמשה עשר. והוא: כמות המקום ומשקל של המכונה-הנוסעת הזאת נצרך להיות קטן הרבה מכמות ומשקל המוכנות-הקימות, יען כי פה לא נוכל לעשות לא תגור של לבנים ולא ארובות-עשן הנבחו משישים עד מאה רגל, ולכן לא נוכל להסיק את הקלות מבוזג, אבל נצרך להסיקה מכפונים, ושטח המרחם בה מן האש נצרך להיות גדול למאד, ובמקום הארובות-עשן הנבווה נצרך להריק את העשן בכח תנועת הקימור.

ג. הלאקאמאמיווע תסיע איתה כמות המים והעצים הנצרך לה להקמיר במשך נסיעתה מבי-דואר לבי-דואר, והוא במשקל גדול למאד גם אם יהיה זמן הנסיעה אך

כחצי שעה, ולכן נצרך לנו לעגלה מיוחדת אשר בה נמצא בית-קבול להמים והעצים, והיא העגלה הנקובה בשם עגלת-הממנה (מוניציפאנס-וואנען, מענדער) וכן נצרך להלאקאמאטיווע להכנות המתברות אותה עם דלל המענדער .

ד. במוכנת עגלת-הקיסור לא נוכל להישיר את התנועה על ידי האופן-המעופף המתנועע חפשי על הסדן-הראשי (כמו בחמונת-הקיסמת), גם לא נוכל להניע את אופניה על ידי מוט-המאזני (באלאנציר) (כמו באנית-הקיסיר), אך תנועת המוט האחוז בהתחתם (קאלבענשטאנגע) תעקת בה כמעט מבלי כל אמצעי על סדני-האופנים והתהפך מתנועה-ישרה לתנועה-סבובית, ולכן נצרך לנו בה שני קורבעלען* ושני צילינדער ושני מוטות-מתנועעים בהם משני עברי הלאקאמאטיווע .

ה. תנועת מוט-החיתם נצרך להיות בהלאקאמאטיווע נמהרה מאד, כי אם נניח שהלאקאמאטיווע תרוץ אך 35 ווערסט לשעה והיקף אופניה הגדולים הוא 13 רגל, או נצרך להיות מהירות תנועת החותם ששרגל לזעקונדע, והיא כבר מהירות הגדולה פי שנים מהמהירות המרגלה אשר להתחתם שבהמוכנות-הקיסמות, והנה את מהירות החותם היינו יכולים להקטין אם היינו מגדילים את אלכסון האופנים, אבל לעשות זאת לא נוכל, יען שגודל האופנים יתערך בה אל מחק המסילים (שינען-ווייטע) זה מזה על המסלה שהוא על הרוב $4 \frac{3}{4}$ רגל .

ו. גם לפי התנועה הנמהרה שתנועע הלאקאמאטיווע יחויב להיות חפז תלקיה חזקת מאד לבל יתרסקו אבריה ויתפרדו מעסבות חזק התרעות, וכן נצרך לשנות בה מעסיבות התרעות גם את תבנית צינורות-ההשפעה (שפייע רארען) (עיין סימן 113) והמער (רעגולאטער) (עיין סימן 100) מאשר הנה בהמיכנות הקיסמת .

ז. התנגדות-האוויר לתנועת הלאקאמאטיווע תגדל בערך גדול למאד בהוספת המהירות בה, וכבר בארנו בספרנו המנוחה והתנועה כי בלאקאמאטיווע קטנה המושכת רק עשרים עלות במהירות ארבעים רגל לזעקונדע, יהיה כמות ההתנגדות הזאת עד כדי כח שלשים וארבעה סוסים .

ח. נצרך לנו להשתדל שיהיה כמות ההתדבקות (אדהארענג) אשר בין אופני המוכנה ובין מסילי-הברזל אשר תחתיהם המתנגדת להמעדתם (רוטשען, גלייטען) גדולה למאד, באשר שההתדבקות הזאת היא נקודת-ההשענה-הקבועה (עשטער שטיץ פונקט) שעליה יצנח כח הקיסור את המשא לסחוב אותה אדויו, ובכל מקום שתהיה ההתדבקות הזאת קטנה יותר מדי, או יסבבו האופנים על סדניהם במקומם מבלי להלך לפנים, ולכן תהיה ערך הוספת המשא והתמעטות המהירות מוגבלה על נתיבות הברזל כי כמות ההתחככות יתגדל ויתקטן בהתרבות ובהתמעטות המשקלים הלוחצים על האופנים, לכן ישתנו הלאקאמאטיווען באופן בנינם וסדר מעינת המשאות עליהן לפי השתנות תכליתן אם כוננו להניע משאות כבדים או קלים, אם כוננו לרוץ על אורח משור או על מסלה בעלת מעלות וארדות, וכדומה .

* הערה . תקורבעלען הוא קין כסוף אשר בעורתו יוקף איזה דבר על צירו, עיין בספרי המצורה והתנועה סימן 389 .

ט. ביחוד תשהנה מאד הלאקאמאטיווע מהמוכנה-הקמת בערך התמדת הומן שתשתווה הפעולה בה, כי בעוד אשר בהמוכנה-הקמת תשוה פעולתה שברגע אחד לפעולתה שברגע השני, תשתנה הפעולה בהלאקאמאטיווע מרגע לרגע, והוא באשר כי לראשונה יתמעט המשקל גם מהדומים-הבוערים גם מהמים שבהלאקאמאטיווע על ידי השריפה וההקטרה על יד על יד, ואחרי כן יתוספו עליה מים וחומרי תבערה אחרים כנגדם בבת אחת, ושנית הפריקה גם המעינה יתחלפו בה מבי-דואר לבי-דואר בשעורים גדולים, כי פעם יכבד משאה ופעם יוקל, שלישית כי גם מהירות הנסיעה היא בלתי שוה בכל אורך הדרך, רביעית ביחוד תשתנה מאד בהלאקאמאטיווע הפעולה בכמתה על ידי הליפות המעלות והבורדות שעל נתיבת-הברזל, ועל כן פעולה המוכנה שבהלאקאמאטיווע לפעמים תתגבר ולפעמים תעצר, או גם תפסק לגמרי לרגעים או לזמן הארוך מעט או הרבה.

ולכן נצרך להעשות בהלאקאמאטיווע הכנות מהכנות שונות שעל ידן יהיה לאל יד מנהלה לעצר או למחר את תנועתה, או להפסיק את מרוצתה כרגע, גם להניעה לפנים ולאחור, ומנסיבה הזאת לא נוכל גם לעזוב את המוכנה-הנוסעת הזאת לפעול לברה כאשר נעזוב את המוכנה-הקמת לפעול לברה, יען שכמעט אין רגע אשר לא תדרוש מאתנו הלאקאמאטיווע איזה שנוי בפעולתה, ועל כן יופקרו שומרי המוכנות הנקובים בשם מכוננים (מאשיניסמען) על כל אחת ממוכנות הלאקאמאטיווען לנהל אותה לרגל מלאכתה, להאכילה גהלי אבן, להנמיאה רותחים וקיטור, לשום מתג ורסן בפיה אם תמזר בנסיעתה, ולדפוק אותה בכח דחיקות הקיטור אם תעצר את מרוצתה, לפתוח ולסתום את נקביה לרגעים כפי שידרשו: החב, המקום, הומן והמשא. סוף דבר רוח המכונן המנהל את הלאקאמאטיווע הוא באופניה, ברצונו ירצו כאיל לפנים, ובחפצו יצעדו כסרטן לאחור, על פי המנהל יסעו להלאה ועל פיו יחנו.

אחרי שנתבאר לנו השינויים שתשתנה מוכנת-הלאקאמאטיווע מהמוכנות-הקייכות ואת המטרות הרבות שנרצה להשיג על ידה, נבאר מעתה אחד לאחד את אישי חלקיה, את תבניתם ואת דרכי פעולתם, את תועלתם ותכליתם ואת אופן התקשרותם עם יתר החלקים להיות למוכנה אחת.

§ 223.

תבנית ופעולת העגלה-הקיטורית.

העגלה-הקיטורית היא מוכנה-קיטורית העוברת בקיטור אשר לחיצתו חזקה, כל פעולותיה של המוכנה הזאת הוא רק להניע את עצמה ממקום למקום על מסלות הברזל. שמה. עגלת-הקיטור מעיד עליה כי היא בנין המורכב משני חלקים ראשיים, והמה: א' העגלה. ב המוכנת, והמוכנה תחלק עוד לשני חלקים, והמה: (א) הכנה לדחלוד את הקיטור. (ב) הכנה להניע את אופני העגלה-הקיטורית, הצווה 169 תורנו את תבנית הלאקאמאטיווע פנימה כשהיא כרותה בתכונת ארכה (אים לאנגעני-דורכשניט).

העגלה היא מורכבת מן הבסיס (נעשטעל) ומן הסדנים (אקסען) ומן האופנים (ראָדער) .

הבסיס יעשה מארבע קירות של עץ מצופות ברזל, או גם כולו מברזל מהור, הבסיס ינשא משלשה סדנים אשר ששה אופנים מחוברים להם עד אשר שבתנועות האופנים יתנועעו גם הסדנים עמהם, בין הששה אופנים יהיו שנים מהם גדולים יותר מהנותרים, וסדניהם יקבלו את תנועתם על ידי המוט ה האחוז בקצהו האחד בהסתר ובקצהו השני בהמיט היוצא מהחותרם אשר בהצילינדער-הקימורי, ובאשר כי האופנים האלה יקבלו את התנועה מהמוכנה מכלי-אמצעי (אונמיטמעל-באר) על כן נקראים בשם אופנים-מניעים (טרייברראָדער), בעוד אשר האופנים הקטנים נקראים בשם אופנים-סבילה (טראנראָדער) .

האופנים-המניעים יעשו גדולים יען כי מהירות תנועת העגלה נערכת לגודל מקיפי האופנים האלה, והוא: כאשר יהנועע החותרם (קאָלבען) בתוך הצילינדער רצוא ושוב פעם אחת אז הלא ישלים גם האופן-המניע תקופה אחת, ולכן אם מרת מקיפי-אופני-המניעים תהיה בלאַקאָמאָווע אחת שש אמות ומרתם בלאַקאָמאָווע שניה תהיה תשע אמות ובשתיהן תהיה תנועת החיחס במהירות אחת, אז הלא תמדר הלאַקאָמאָווע השניה מהראשונה פעם ומחצה, כי בעוד אשר תעבור הלאַקאָמאָווע הראשונה שש פרסאות תעבור השניה תשע פרסאות, ברוב הלאַקאָמאָווען תהיה מרת מקיפי-האופנים-המניעים שש עשרה רגל, והיה אם יתנועעו האופנים שתי פעמים בועקונדע אחת אז תהיה מהירות העגלה $2/3$ 4 פרסאות (33 ווערט לשעה), אבל בהכסעות-הנמחרות (שנעללציגע) יתנועעו האופנים שלש פעמים בועקונדע, ולכן תהיה מהירותם שבע פרסאות (ערד חמשים ווערט) לשעה .

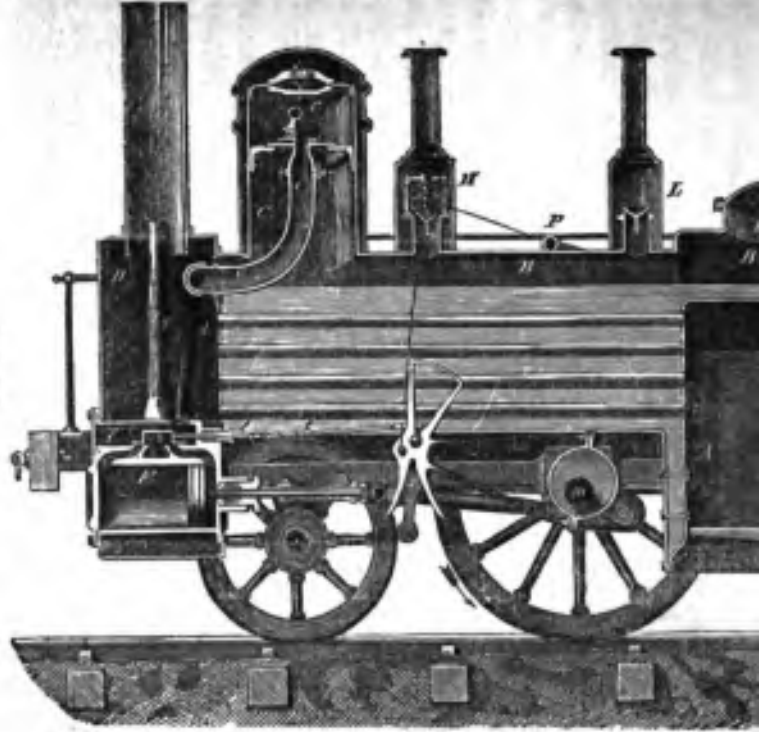
על ארני עשת-ברזל ספוגיים (עלאסטישע שטאהל-פֿעדערען) מיוסרת המכונה עם כל כלי-מילידי-הקימור (ראכפֿעריצייגענדע אַפּפּאַראַטע), והמה נחלקים לשלש מחלקות-ראשיות המהוברות זו לזו, והנה: א. התנור A, ב. הקלחת B, ג. חדר-העשן (רוי5קאָמער) D אשר סמנו תעלה גם הארובת-עשן, וכל יתר ההכנות המכוננות להניע את העגלה מנחות מקצתן מתחת להמוכנה ומקצתן בשני צדיה על קירות העגלה .

§ 224.

תנור של העגלה-הקימורית .

התנור A הוא חדר מרובע אשר קירות כפולות של ברזל לו, והמקום הפנימי אשר בין הקירות הכפולות יתמלא ברזל או באפר למען שיִשָּׂמ חומו בקרבו, תושבת התנור היא מנוקבת ותחתיה הקצא תיבה של ברזל הנקראת בשם משפך-הדשן (אָשענפֿאלל), יען כי בה ישפך הדשן הנוול בהתנור למען אשר לא יפריע הדשן את ההסקה, פתח התנור יקטר בדלת חזקה שבתוכה נמצאים נקבים רבים למען שיוכל המסיק את התנור להניע ולהפך בקנה ברזל את הפחמים שבהתנור, ולמען שיוכל הרוח לבוא בתוך התנור פנימה להגדיל את המדורה בו. האש הקצא לפי זה מאחורי הקלחת, ועל ידי צינורות-האש או קני-הרתיתה שממפרם הוא מאה עד מאה ושמונים תעבור האש לכל אורך הקלחת לצאת כשם ולבא עד חדר-העשן .

צורה 109



יועץ כשרהיה מרותה לאיכה למען אשר טבל לראות בה סודו ולקח המגיסים

§ 225.

הקלחת של העגלה-הקיסורית .

הקלחת המסומנת בהצורה 169 בהאות B היא חבית עגולה של ברזל השוה במדת רחבה על פני כל ארכה, בשני שולי הקלחת נמצאים כאה עד מאה שימונים נקבים עגולים אשר אלכסון כל אחד מהם הוא יותר משתי אצבעות, ובהם קבועות הצינורות של אש להרתיח את המים אשר בתוך הקלחת, כבר נודע לנו בסימן 119 את תכליתן ופעולתן של צינורות-האש האלו הנקראות גם בשם קני-הרתחה (וידראהרען), באשר כי על ידן יגדל השטח המוחם מצד אחד מהאש והמקף מצד השני מהמים אשר בהקלחת.

אורך הקלחת הוא כשבע או כשמונה רגל ורחבה הוא $3\frac{1}{2}$ עד 4 רגל, ולכן יהיה שטח-המוחם (הייצפלאַטע) (אם יעשו בה 180 קני-הרתחה) (וידראהרען) 680 עד 780 רגל-מרובעות (קוואַדראַט פֿוס), והנה על פי הנסיון נודע לנו כי מבלי להפסיד בחומרי-התבערה נוכל להוליד לישראל אהת של קיסור בכל מינוטע על כל שטח-המוחם (הייצפלאַטע) שגדלו הוא עשר רגל מרובעות, לכן נוכל להפוך לקיסור בקלחת כזאת בכל מינוטע 68 עד 78 ליטרות של מים, ואם תתמלא הקלחת הזאת במים בכל שעה ושעה, או תקסיר במשך שעה אהת 4080 עד 4680 ליטרות מים לקיסור, ובאשר כי משקל 1 וועדראַט מים הוא שלשים ליטרות לכן נצרך לסלאת בכל שעה ושעה בהקלחת 136 עד 156 וועדראַט מים, אולם כבר נבנו לאַקאמאָטיווען גדולות המלידות 140 ליטרות קיסור בכל מינוטע, ולכן תצרכנה לעבודתן בכל שעה כשלוש מאות וועדראַט מים.

הקלחת של הלאַקאמאָטיווע תוכל להקסיר מים על ידי קנותיה (דורך אידרע ראָהרען) בכמות הגדול כשתים עשר פעמים מאשר תקסיר קלחת של מוכנה-קצת השוה לה במדת גדלה.

אחרי שיעברו הלהבה והעשן דרך קני-הרתחה, או יביאו אל תדר-העשן D אשר משמה יתרוכם העשן לעלות ולצאת דרך הארובה, אולם באשר כי על ידי מהירות תנועת השלהבת והעשן יוליכו אתם גם חלקי פחמים-בושרים, לכן יכוסה פתח הארובה מלמעלה בשבכה הארונה סחומי ברזל והנקובה בשם צוּדד-הניצוצות (פּונקענפּאַנגער) אשר לא יתן את הפחמים לצאת החוצה.

מלבד התועלת אשר לקנה-הרתחה להגדיל את כמות הקיסור הגולר בהקלחת, עוד תועלת משנה להם כי על ידם לא תבקענה דופני הקלחת, יען כי בשרם שהתפוצץ הקלחת הלא יתפוצץ אחר מהקנים המלובן באש יותר מדפנות, ואז ישעכו המים מן הקלחת אל הלל התנור ויכבו את האש.

§ 226.

דלת-הבטחון (ויצרהייטסווענטיל) .

למען אשר יוכלו העובדים לנקות את הקלחת ואת קנותיה מהאבן-השיר אשר

תודבק בדפנותיה יקצא הפתח הגדול b צורה 169 אשר יסתם במכסה חוקה בעת הנסיעה ויפתח בעת שיגקו את הקלחת, ולמען שלא תתפוצץ הקלחת או אחד מקנותיה, נמצאת בה גם דלת הבטחון (ויסערהייסכווענטייל) המסומנת בהאות L שבארנו תועלתה בדברנו על המכונה-הקיסורית הקימת. משקל המשא הרוחק על דלת-הבטחון L הוא כבד במשקלו ערך ששים או שבעים ליטרות לכל שטח מצבע-מרובע, וכשתהיה לחיצת הקיסור פנימה גדולה מהשעור הזה או יתרוכם המשא L, והקיסור הנלחץ ינוס מן הקלחת החוצה, אמנם עוד דלת-הבטחון שניה נמצאת בהקלחת והיא המסומנת בהאות H, את לחיצת הדלת הזאת יוכל המכונן (דער מאשיניסט) לשנות כרצונו, כי על ידי תנועת הנציב N הקשור באמצעות חוט ברזל בהדלת H יוכל המכונן להגביר ולהחליש את לחיצת הקיסור פנימה, ולרעת בכל רגע: אם נצרך לו לעצור או למחר את השפעת המים בהקלחת. I הוא החליל של קיסור (ראמפף-פלייטע) אשר ישמיע את קולו בהפתח סילון-הקיסור מתחתיו, ובהחליל הזה יהן המכונן אותות שונות.

§ 227.

תהלוכת הקיסור בהמכונה-הקיסורית אשר בהלאקאמאטיווע.

הקיסור אשר יולד בהקלחת B צורה 169 יעלה בתוך הקלחת על פני המים וימלא גם את הכיפה C אשר גם לה המצאנה דפנות כפולות המבלאות באפר בניניהן למען שלא יתקרר הקיסור בבואו אל הכיפה, בתוך הכיפה C נמצאת הדלת e הסוגרת את הצינור e וגם אותה יוכל המכונן לסגור ולפתוח פאות נששו, אם יפתח את הדלת או יבא הקיסור לתוך הצינור e המתפרד לשני ראשים d ומשמה יובא אל חדר-הבריחים i (שיבערקאמפן) (עיון סימן 94) למען שיעבור הקיסור דרך דלת-הבריחים-המועתקים (שיבערווענטיילע) O להקנס בתוך אחד משני הצילינדרים הקיסוריים (ראמפף-צילינדער): להניע שמה את החותם (קאלבען) F, וכאשר ישלים הקיסור את פעולתו בהצילינדער יוצא בעד צינור-המפוח (בלאועראָהר) q דרך הארובת-עשן לכהר את תוצאת העשן ולהגדיל את הכדורה, וזאת תהלוכת הקיסור סגנע הולדו בתוך הקלחת עד צאתו מפי הארובת-עשן.

בכל תקופה שלימה אשר יקיפו האופנים-המניעים יוגרש הקיסור ארבע פעמים משני הצילינדרים המנחים משני צדי הקלחת, ולכן בהעגלות הממהרות לרוץ (שנעלציגע) אשר אופניהן יכבו בלכתם שלש פעמים בועקונדע אחת יבא הקיסור שתים עשרה פעמים בכל זעקונדע אל צינור-המפוח לגרש את העשן ולהגדיל המהרה. בדתחלת הנסיעה כאשר התנועה העגלה במתינות, נוכל להבדיל עוד למשמע אונינו את הדחופות הנפרדות אשר ידהוף הקיסור את האויר בבואו אל הארובה, אולם כאשר תמרח העגלה לנסוע או תתאחרנה כל הרפיקות והיו לקול המילה אחת (גערייש) (*).

(* הערה. וחוא באשר כי און הארם לא תוכל להבריל בועקונדע אחת דק בין תשעה קילות רצופים בזה אחר זה, ואם נשבע עשרה קילות רצופים בועקונדע אחת או לא תהיה עוד

בהלאקאמאטיווען הדרשות הוכנה הכיפה C במקום שתמצא בהצורה 169 המכסה אשר על הדלת b, והדלת b נמצאת במקום הכיפה C למען אשר יוכל המכונן לפתוח ולסגור היטב את הדלת b הקרובה אליו.

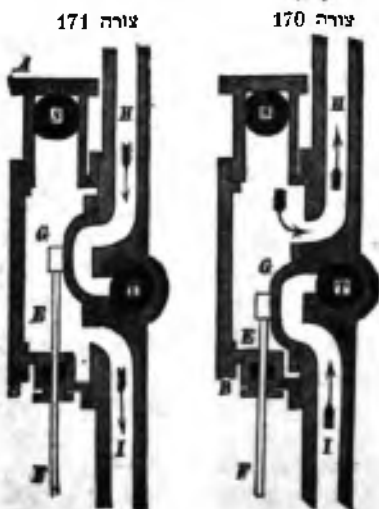
תועלת הכיפה C הוא לנקות את הקיטור מחלקי המים המתפרצים לעלות עם הקיטור, ואילו היה בא הקיטור בדרך ישרה מהקלחת אל הצילינדר F או היו באים אהו גם חלקי מים רבים והיו מחלישים את כח הלהיצה של הקיטור.

בהתחלת תנועת העגלה בהיות עוד החלל של הצילינדר קר או יתעבה הקיטור הבא בתוכו לראשונה למים, ועל כן נשמעות רחיפות חזקות אחדות בראשית הנסיעה. לגרש את המים האלה מהצילינדר תמצאנה שהי ברזות בשטח הקרום של הלאקאמאטיווע, ועל ידן יוצא סילון של קיטור כתוך כל אחד משני הצילינדרים ויריקו את המים מהם, אם יולד בהקלחת קיטור יותר מדי נוכל להריקו או על ידי פתיית הדלת II או כי יגרשו אותו דרך צינור-המפוח, ועל הרוב יובא הקיטור מן הקלחת על ידי שופרת מיוחדת אל תוך המים אשר בהפענדר לחמם אותם.

§ 220.

פעולת המוכנה להניע את האופנים.

החלקים של המוכנה-הקיטורית אשר להלאקאמאטיווע ישוו להלכי המוכנה-



בריחים-המועתיקים (שיבשרווענטיללע)

הקיטורית בעלת להיצה-החזקה שבארנו בפרק ששה עשר, ועל כן נדרב פה אך על השינוים שבה, והוא: תחת אשר שמה יפעול הכופ היוצא מהצילינדר על מטי-המאוני (באלאנציר), יאחזו פה מוטות הצילינדר בשני מסילים האחזים בשני קצות הסרן מהאופנים-המניעים, ועל כן נמצאים בהמוכנה הזאת שני צילינדרים למען יתנועעו שני האופנים במהירות שוה.

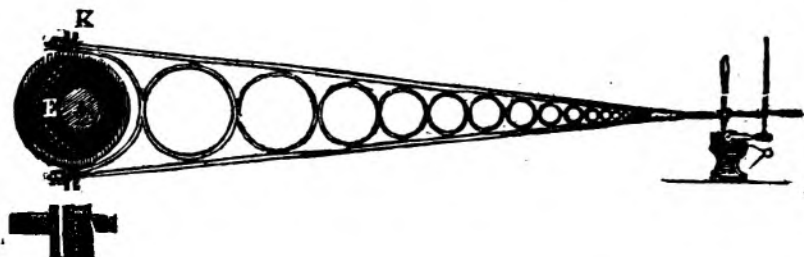
המכונן יוכל לעצור את תנועת העגלה באות נפשו, כי על ידי הרכבה של מסילים (דורך איין ויסמעס פאן העבעלען) יוכל להניע את הבריחים θ שבתוך בתי-הבריחים Γ ברצונו, ועל כן יוכל להציג את הבריח בתכונה כזאת אשר תחדל פעולת המוכנה בבת אהת, אבל בכל זאת לא תחדל אז תנועת העגלה על ידי הפסקת פעולת

המוכנה, אולם עוד תרוץ בכח הרחיפה אשר השיגה לאחרונה, הכנות הבריחים.

שמיעתה ברזח, אך כל הקולות יתאחזו לחמלה אחת בלתי נפרדת, עיין בספרנו המצגתה והתבנתה סימן 495.

המעתקים תורונו הצורות 170 171 ופעולתם בארנו כבר בסימן 91 .
 מדרגת המהירות אשר לתנועת העגלה תתערך לכמות הקימור אשר יושפע
 בהצילינדער דרך הצינור s צורה 169 , והנה ביד המכונן להגדיל ולהקטין את
 מפתח פי הצינור כרצונו, ולכוין לאל ידו למחר או לאחז את העגלה הקימורית במרוצתה.
 העתקות הבריה תעשה גם פה על ידי לוח-יוצא מרכז צורות 172 עד 174

צורה 173



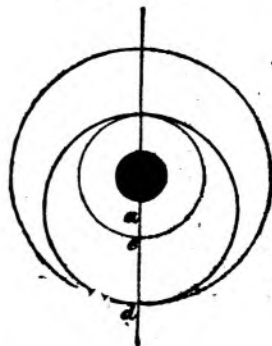
לוח יוצא-מרכז עם מוט-המשיכה הארוז בו (עקשצענמריק נעכשט צוגשטאנע)
 שבארנו את פעולתו בסימן 95 , אולם תחת אשר בהמוכנה-הקימת נמצא רק לוח-יוצא-
 מרכז אחד נמצאים פה שני לוחות כאלה, לוח אחד לכל צילינדער אחד, והמה יגיעו לרוחות
 מנגרות את המוטות המוקשרות בהם, ולכן יוכל המכונן להשיב את העגלה לאחור אם

יחליף את תנועת הבריה בעזרת
 המוט היוצא מלוח-יוצא-מרכז
 השני, כי ביד המכונן הוא להניע
 את הבריה בעזרת כל אחד משני
 לוחות-יוצא-המרכז, והנה : אם
 יחפוץ המכונן לשוב אחור בדרכו
 או יציג לראשונה את הבריה
 במצב כזה אשר תעצר פעולת
 המוכנה, ואחרי כן יחליף את תנועת
 הבריה על ידי אשר יפסיק את
 חבורו עם הלוח-יוצא-מרכז האחד
 ויחבר אותו להלוח-יוצא-מרכז
 השני , ואז יתחיל הקימור לבוא

צורה 174



צורה 173



לוחות יוצא-מרכז (עקשצענמריק)

בהצילינדער סבול פני החוץ וידחפנו לאחור, יען כי המוט הקשור בו ימשך אל תוך
 הצילינדער פנימה, ועל כן יקיף את נציב-הסדן (קורבעל) מקדם לאחור , ולכן
 יתחילו האופנים להתנועע אחורנית תחת אשר בהתהלת הנסיעה של העגלה לפנים
 התחיל הקימור לבא לראשונה מאחורי החותם והחותם קבל אז את הדחיפה הראשונה
 לילך לפנים , והמוט יוצא מאת הצילינדער וידחוק על נציב-הסדן (קורבעל) להקף
 מאחור לקדם את הסדן ואת האופנים הקבועים עליו .

שני הצילינדרים ומסות-החוחמות שבהם, נמצאים בהלאקאמאטיווען החדשים

צורה 176 צורה 175



חבנית הסוגים-המשופים

בשני עברי הקלחת, אבל בהלאקאמאטיווען הישנים נתקנו הצילינדרים בין שני האופנים-המניעים, ומקומם הוא מתחת להקלחת, והסדן אשר האופנים-המניעים קבועים עליו היה כפוף בשני מקומות כמו שתורונו הצורות 175, 176, ומסות-החוחמות (קאלבענשטאנגען) נאחזים בהכפופות, ובאשר כי גובה הכפופה יעשה בהם כשיעור הדרך שיעבור התחתם בהצילינדר, לכן באשר ישלים החותם תנועה אחת רצוא ושוב בהצילינדר יעלים או גם האופן המתנועע על ידי הטוט הארוז בהחוחם תקופה שלמה אחת.

באשר כי סדן-כפוף כזה יוכל מחר להשבר במקום הכפופה, על כן יעשו סדנים ישירים בהלאקאמאטיווען החדשים, ומסות-החוחם יאחוזו בנציב (קורבעל) המחובר לאחד מיתדות-האופן (רארשפריבע).

§ 229.

העצרת העגלות במרוצתן (ברעמוע).

בטרם אשר הבוא הלאקאמאטיווע אל הבידואר או ברתה בטורד נמקום

צורה 177



חבנית מעצור-הלחים (באקענ-ברעמוע)

גבוה, יעצור המכונן את השפעת הקיטור אל הצילינדר, אבל בכל זאת אין לאל יד המכונן לעצור את מרוצת העגלה ולהציגה בפתע פתאום, יען כי אופני העגלות יתנועעו עיד בכח ההתפעלות שנתפעלו מהנח המניע אותם, ולכן נצרך להעשות הכנות מהכנות שונות לעצור בעד מרוצת האופנים ולהנהיגם בכבדות, להחלית הזאת נניע על ידי הוספת ההתחככות בראופנים.

אחת מן הדבנות-

המורגלות שתועלתן להרבות

ההתחככות הוא המעצור-בעל-הלחים (באקענ-ברעמוע) צורה 177 אשר בארנו

את פעולתו בספרנו המנוחה והתנועה סימן 312 , הוא :
 שני הלחיים B B התלויים מתחת להעגלה על המסילים a a ילחצו בתוקף
 אל שני האופנים בעת אשר ימשך למעלה המוט-הנצב C האחוז בקצהו התחתון
 בהמט-השוכב E G שהוא מורכב משני חלקים המוכבים על ציר של ברזל F המסביר
 אותם יחד להיות למוט אחד .

את המוט-הנצב הזה יעלה המנהל (קאנדוקטער) למעלה על ידי אשר יקיף
 את השרויבע C בעזרת הנושא (העבעל) D .

הדגה רעה לנבון נקל כי בטרם אשר יעלה המנהל את המוט-הנצב, והחלקים של
 המוט השוכב E G לא ינחו בקו ישר , רק יהיו תלויים למטה בתבנית קשת כמו
 שהמה מתוארים בהצורה אשר לפנינו , או יהיה המרחק שבין E ובין G קטן
 והלחיים B B לא יודבקו בחשוקי האופנים A A , אבל כאשר ימשוך המנהל (על ידי
 תקופתו את נציב השרויבע) את המוט-הנצב למעלה או יתרומט גם שני הלחי המוט-
 השוכב עד כי לא יתארו עוד קשת , אבל יתארו קו-ישר (ויא בילדען ניכט
 מעהר איינען באגען זאגנערען איינע גראדע ליניע) , ועל ידי זה יתרחקו הלחיים
 זה מזה (כי המרחק שבין E ובין G יתגדל) ויודבקו בכח גדול אל חשוקי-האופנים ,
 ובזאת מרבים המה את ההתחכות ויעצרו את תנועת האופנים .



פרק שלשה ושלשים

עגלות-הקיטור המתנועעות על דרכים-מורגלים

(דאמפ-וואגן אויף געוואהנליכע שטראסען).

§ 230.

המוכנה-הנוסעת (לאקאמאבילע, Lokomobile).

עד הנה בארנו את בנין שני מיני מוכנות-קיטוריות, האחת אשר תעמד על עמדה ומקימה לא תנח, והשנית אשר כחץ-יעוף תסע ממקום למקום על מסלות ברזל או תמצא לה נתיבות במים עזים ותסלול לה דרך בים, אולם בין שני מיני המוכנות האלו המשתנות זו מזו ברכי פעולתן מקצה אל הקצה, נמצאות עוד מוכנות הרבה אשר ביהום פעולתן תעמדנה בתוך ביטחן, הן הנה המוכנות אשר לא תעופינה מרד כחץ יעוף אבל גם על עמדה לא תעמדנה, רק משנות הנה את מקומן לעתים מווסנות ותלכנה במצעים-מדודים על דרכים-מורגלים הכרזפים באבני-גיר מנופצות (שאשעע).

היותר מצוידה מהמוכנות האלו היא המוכנה-הנוסעת (פאדריבארע דאמפ-מאשינע) או לאקאמאבילע אשר את תמונתה תורה לנו הצורה 178, ואם כי שדומה היא כמעט המוכנה-הנוסעת הזאת בתבניתה-החיצונית אל הלאקאמאמיווע, בכל זאת משונה היא עד למאד בתבניתה-הפנימית ממנה, כי המוכנה הזאת לא תגיע את גופה בכח הקיטור ממקום למקום אבל סוסים או בקרים יאסרו לפניה להביאה אל מקום פעולתה.

במוכנות כאלו ישחמשו בעלי תרושת-המעשה בכל מקום שהעבודה היא בלתי מתמדת כל השנה, דרך משל: בעבודת האדמה לחדוש ולקצור בשדה, לכרות עצים ביער ולנסר אותם במגרה, לשדש את שרשי העצים ולהפוך יער לשדה תבואה, וכדומה לזה.

ארבעה האופנים אשר מתת להמוכנה קבועים על שני סדנים בלתי-מתנועעים.

האופנים מתנועעים על הסדנים הקבועים (פעמטע אַקסען) רק בכח החיים
הכושכים את המכונה, אבל לעומת זאת נמצא בהמכונה הזאת אופן-מעופף גדול a



הקבוע על הכרן-המתנועע (בעווענליכע־אַקסע) b המקבל את תנועתו על ידי מוט-
החותם (קאַלבענשטאַנגע) המתנועע רצוא ושוב בתוך הצילינדער-הקיטורי (ראַכפֿע-
צילינדער) a .

כאשר תעבוד המכונה את עבודתה ישימו על זר האופן-המעופף (שוואונגראַד)
את רצועת-הפרוץ (לויפֿרימֿען) להעתיק על ידי הרצועה הזאת את תנועת האופן-המעופף
אשר להלאקאָנ אבילע על הכרן-הראשי אשר להמכונה-העובדת (אייף דער הויפט אַקסע
דער ארכייטענדע מאשינע) .

בזמנינו אלה השכילו הבני חרושת-המעשה לבנות לאַקאָמאָבילען אשר מלבד
פעולתם בהור כובנת-הכח (אַלס קראַפֿט-מאשינע) להניע מיכנות אשר תתחברנה
עמון באמצעות רצועת-הפרוץ (לויפֿרימֿען), עוד יפעל בהנה גם הקיטור על
הכרן-הקדום (פֿאַרדער אַקסע) להקיפו יחד עם שני האופנים הקבועים עליו, ולכן
היכל מוכנה-נוסעת כזאת לסע במתינות ממקום למקום ככל הנדרש לה לעבודתה
כבלי אשר הצרך לכח סוסים .

§ 231.

הלאקאמאטיווען על דרכים-מורגלים (שמראסען).
לאקאמאטיווען).

הרעצאות הגדולות העולות לסלילת מסלת הברזל, העירו זה כבר את רוח הכפי הרשית-המעשה לבקש תבולות ולהתחכם לבנות עגלות-קיסוריות אשר תוכלנה לנסוע על דרך המרוצפת באבני-גיר. אין קץ לכל העמל והעבודה הרבה אשר עמלו ויגעו לבהלה חכמים רבים בשרם אשר צלחה לאחדים מהם לבנות עגלות אשר תוכלנה לנסוע בטח על דרכים-מורגלים.

העגלות האלה לא תמהרנה לרוץ כמרוצת העגלה-הקיסורית הנסעת על מסלות-ברזל, אך עם הסוסים מהתרות גם הנה במרוצתן. הלאקאמאטיווען הסתנועעות על דרכים-מורגלים הנה שתיים למיניהן:

א. לאקאמאטיווען למשאות (לאמס וואגען) אשר תסיע עגלות טעונות אחריה, העגלות-הטעונות הנמשכות אחריה הנה עגלות פשוטות אשר במקום שאין הלאקאמאטיווען מצויה הנה נמשכות מסוסים.

ב. לאקאמאטיווען לצבים ולכרפרות (אמניבוו-לאקאמאטיווען) אשר בתוצות ורתיבות הערים הגדולות שבאמעריקא ובבריטאניע תסיע אחריה עגלות נושאות אדם רב (אמניבווע).

בשני מיני הלאקאמאטיווען לא תעלה מהירותן על מהירות הסוס, כי הלאקאמאטיווען אשר תסיע את העגלות הטעונות במשאות כבדים לא תגדל במהירות תנועתה על מהירות הסוס בלכתו במצעדים, והלאקאמאטיווען הרתומה לפני העגלות הנושאות-אדם (אמניבווע) לא תגדל במהירות תנועתה ממהירות הסוס כשהוא רץ במדהרות (טראכ). במהירות גדולות מאלו בלתי אפשר לנסוע בכח הקיסור על דרכים-מורגלים, באשר כי רבו בהנה המבשולים עד מאד, ואלו היתה הלאקאמאטיווען טתנועעת על דרכים המרוצפים באבני-גיר בהמהירות הזאת אשר תתנועע על מסלות של ברזל, כי עתה היו אבריה מתפרקים כרגע והיו נפורים לכל רוח.

האופנים אשר להלאקאמאטיווען האלו יעשו רחבים למאד למען אשר לא יתהוו ירי-האופנים חריץ עמוק ברצפת הדרכים בהתנועעם עליה ככובד משאם.

למען אשר לא תתקלקל רצפת התוצות והרחובות בהערים אשר הלאקאמאטיווען תסיע בהנה את העגלות, יכתירו את יד אופני הלאקאמאטיווען מסביב במעטפה של שרף-הספוגי הגפרתי (וואולקאניזירטע-גוממי-באנדאווען). תועלת המעטפה-הספוגית הזאת היא גם להשקיט את שאון קול השתקשקות אופני הברזל באבני הרצפה. נחמד לראות ונעים לשמוע מדי תעבור לאקאמאטיווען כזאת בקול דממה דקה דרך חוצות העיר איידענבורג אשר בשאטלאנד, כי שמה תמשכנה כל האמניבווען בלאקאמאטיווען כאלה.

§ 232.

עגלת-הקיטור העוברת על מטילי-ברזל אשר היא בעצמה
. תציע אותם לפניה .

הנה כבר ראינו בדברנו מקורות התפתחות המסלות של ברזל (עשויוקקעלונגס נעשיממע דערצייזענבאנהען) כי רבות יגעו ועמלו חכמי ההנדסה להעביר בכח הקיטור עגלות על דרכים-מרגלים, באשר שחשבו אז כי על המסלות של ברזל לא תוכלנה עגלות-הקיטור לרוץ אורח, כי אופניהם ימעדו על חלקת מטילי הברזל ויסבו האופנים על ציריהם במקום אחד מבלי להעתק הלאה, ובסכת פחדם זה לא עזבו מלנסות כל נסיון ובחינה אשר עלה על רוחם, עד כי אחד מחכמי ההנדסה התחכם להסיר את האופנים מעל העגלה-הקיטורית ולתת לה תחת ארבעה האופנים ארבע רגלים עבות כרגלי השנהב, ואת חלקי המוכנה-הקיטורית כונן בתבונה רבה אשר תניע את הרגלים האלה בזו אחר זו בהסדר אשר יניע השנהב את רגליו, ואז נשתנה העגלה-הקיטורית ותהי לשנהב-קיטורי (ראמסע-עלעפאנט), כי גם מכווץ נתן המהנדס להמוכנה-הנוסעת הזאת את תבנית השנהב, אבל בזמן קצר אחרי שנברא השנהב-הקיטורי ראו כל העם לדעת כי לא לנרולות נוצר, ולכן עזבו אותו כאשר עזבו את כל המוכנות המצקות את תנועות ופעולות החיים (אויטאמאטען)-ראיות יותר להאסקה בבתי-מסכנות להפצים יקרים (מזועען) מאשר לעבוד עבודה ברחובות עיר .

ויהי כאשר ראו חכמי תרושח-המעשה כי לא הגיעו למטרתם כאשר נתן להמוכנה-הנוסעת תבנית חי כהלך על ארבע רגלים וישיבו לה את תבניתה אשר היתה לה מקדם, ויעשוה שנית בתבנית עגלה נוסעת על אופנים, אמנם עוד הרבו להעסיק חקר, ויבקשו למצוא עגלה המתנועעת בכח הקיטור ואשר המוכנה-הקיטורית אשר בה תפעל פעולות מיוחדות, והוא לשמוח ולהציע מטילי-ברזל לפני אופני העגלה ולחזור ולקבל את המטילים האלה אחרי שיעברו האופנים עליהם ולחזור להניחם שטוח מלפני האופנים למען אשר יעברו האופנים עליהם שנית .

עגלת-קיטור כזאת בנה לראשונה המהנדס באיידעל Boydel אשר השתמשו בה אנשי הצבא אשר צרו בשנת 1855 על העיר ועבאטמאפאל מבצר רוסיא על הים השחור . המוכנה הזאת העבירה אז ממקום למקום את המשאות הכבדים : כלי-הכפיץ ומתי-קבל וכלי-התותח אשר הביאו הצרים להזריד את המבצר הזה .

העגלה-הקיטורית הזאת היתה מכוננה בתבולה כזאת:אשר מסכיב לאופניה היתה מתגלגלת שלשלת של ברזל אשר חוליותיה האחוזות אשה ברעותה על ידי צירים היו ארוכות כל אחת כשליש האמה ותבניתן היתה כתבנית מטילי-ברזל שטוחים ועבים (דיקע אונד פלאצע אייוענשילען), והיה בהקף האופן אשר מרת הקיפו הוא שש אמת תקופה שלמה, תבואנה מתחתיו שמונה עשרה חוליות באלה אשר יעבור עליהן האופן בזה אחר זה .

אמנם נקל להבין כי הכנה כזאת לא תוכל להתקיים ולעמוד בעבודתה זמן כביר, כי מכווד נוטל העגלה וכנסיכת בלתי שיווי השטח על פני הארץ יתעקמו המטילים ולא יצלחו עוד למלאכתם .

גם ירידי החכם המהנדס העגלה הרב שמואל זאב וואלפשאָהן
 ממשלאַסניק רצה לכנות עגלה-קיסוריה כזאת אשר תשליך לפניו מסילי-ברזל
 ותעבור עליהן על דרכים-מורגלים, וכבר בנה תכנית מהעגלה הזאת בלעמניץ
 אשר בארץ זאכשען, אבל בכל העמל ויגיעתו הרבה לא צלחה לו להוציא מפעלו
 לאור, כי המוכנה אשר כונן לזאת היתה מורכבת מאברים רבים למאד (וואר
 זעהער קאָמפלעצירט), ועל כן לא היתה יכולה המוכנה לפעול עבודות קשות
 ולהתקיים ולעמוד בעבודתה זמן כביר, ואם כי שהשכל אתרי כן החכם הזה
 לתקן מעותים רבים בהמוכנה הזאת, ובנה בדינאבורג תכנית חדשה אשר אנכי
 ראיתיה בפעולתה, בכל זאת לא יצאה גם פעולתו זאת אל האור, כי שותפו ה' שמואל
 שווייצער אשר הויל הכסף מכיוו לכל הוצאות המלאכה הרבה הזאת מת פתאום
 בשנת 1860, ויורשיו חדלו לתן להחכם וואלפשאָהן די כסף להוציא את מפעלו
 בשלמות, ועל כן לא יצאה המצאתו אל האור עד היום הזה.

§ 233.

העגלה-קיסורית הנוסעת על דרכים-מורגלים אשר בָּנָה המהנדס לאַמץ (Lotz).

בשנת 1864 בנה המהנדס לאַמץ בעיר נאנט אשר בצרפת עגלה-קיסורית
 הנוסעת על דרכים מרופים באבני-גיר (שאָשעעשטראַסען).

כח המוכנה אשר לה הוא ככת שנים עשר סוסים, ואופני-הנסיעה (פֶּאָהר-
 ראָדער) יקבלו את הנועתם על ידי שתי שרשרות-בלייִקץ (ענדערלאָזע קעמטען)
 המחוברות את האופנים עם הסרן-הראשי (הויפּוועללע) אשר להמוכנה.

מהירות העגלה הזאת היא פרסה גרמנית (7 ווערסט) לשעה, והיא כוננה להסיע
 משאות כבדים. המרחק של המשים ושתיים פרסאות גרמניות אשר בין הערים
 פאריז ונאנט תוכל העגלה הזאת לעבור רצוא ושוב במשך שבוע אחד בעוד אשר
 תסיע אֶתָהּ משא ארבעת אלפים ככר (שנים עשר אלף פוד).

כל מבין דבר לאשורו יבין מדעתו כי בהעגלות-הקיסוריות האלו הנוסעות
 על דרכים-מורגלים נצרך להיות סדני אופניהם הקדומים מתוקנים בתחולה כזאת
 אשר יוכלו להתנועע ימין ושמאל, למען אשר תוכל העגלה לרוץ ארחות עקלקלות
 כאשר יתקמו הדרכים.

בעגלות-קיסוריות כאלה השתמשו הגרמנים כאשר צרו בשנת 1871 על
 פאריז, כי העבירו בהנה את כלי-הכסף להרום את חומת פאריז הבצורות, ביחד
 הצטיינה בין העגלות האלו בכחה ובנבורתה העגלה-הקיסורית אשר בנה המהנדס
 האנגלי פֶּאָולֶער, אבל במסעם עם העגלות הכבדות האלה על הדרכים הסלולים
 באבני-גיר (שאָשעען) אשר בסביבות פאריז, ערו ערו הגרמנים עד היסוד את
 הדרכים האלו, כי גם האבנים לא עצרו כח לשא ולסבול את המשאות הכבדים המעונים
 על העגלות, ורגבי האבנים הודקו כמיט חוצות בכח לחיצת אופני הברזל עליהם.

פרק ארבעה ושלשים

נתיבות-הברזל-האוויריות (אטמאספֿערישע אייזענבאָגען).

§ 234.

עגלות המתנועעות בכח לחיצת האויר .

עוד לפני מאתיים שנה יעץ החכם הדעני מעדהורסט לתקן שפופרת של ברזל לאורך הדרכים, וללחוץ על ידי מוכנה את האויר אל תוך השפופרות פנימה למען אשר האויר הלחוח ידחוק לפניו חותם (אייזן קאָלבען) שיוכל להתנועע בהנה, ומאחורי הדותם יאסרו עגלה קמנה ואשר בה ינתנו חבילות (פאקעטע) ומכתבים, והיה בהתנועע הדותם בתוך השפופרות על ידי לחיצת האויר מאחוריו ימשוך אחריו או גם את העגלה הקשורה בו, ובאופן הזה יובאו החבילות והמכתבים מהר מבי-דואר לבי-דואר .
שפופרות כאלה נמצאות כיום בבערלין בין בי-דואר-המעלעגראַי-המרכויות ובין היכל-הכסדר (בערזע), ובעגלה קמנה המתנועעת בהנה וישלחו המעלעגראַי ען מהבי-דואר אל הבערזע .

בלאָנראַן וישלחו חבילות גדולות בשפופרות כאלה מהבי-דואר-הכללי אל כל בתי-הדואר הרבים אשר בהעיר הגדולה הזאת .

כאשר צלחה לשלוח דברים שאין בהם רוח חיים בכח לחיצת-האויר, התעוררה התשווקה בלב חכמי חרשת-המעשה למצוא תחבולה גם להסיע אדם ובהמה בכח האויר, ונבנתה מסלה כזאת בעצת החכם האמעריקאני פינקוס (Pinkus), והוא :

לפי עצת מעדהורסט היו העגלות מתנועעות בתוך הלל השפופרת פנימה על ידי אשר קשף אותן הדותם הנדחק מהאויר-הלחוח, אחרי כן יעץ המהנדס **בלאָנשע** להדיק את האויר מלפני החותם, והחותם היה נדחק מאחוריו בכח לחיצת האויר שלא הודק עוד, השפופרת היתה צריכה או להיות רחבה כתעלה גדולה למען שתוכל לקבל בתוכה עגלה אשר אדם ובהמה יסעו בה ,

ועל כן יעץ החכם פינחס האמריקני אני להעביר בתוך השפופרת פנימה רק את החוהם לבד, אבל העגלות תתנועענה ממעל לה. ממעל להשפופרת הזאת הרחבה כשלוש רגל נמצא סדק הרחב $1 \frac{1}{2}$ אצבעות, מוט-החוהם יוצא דרך סדק השפופרת ויאחוז בהעגלה מתחת למען הניע אותה בתנועת החוהם.

בשנת 1840 התחילו הכמיי-ההנדסה האנגליים עלעג האמודע לבנות מסלות כאלה בענגלאנד במקומות שונים, ואורך כל המסלות-האוייריים שנבנו היו עד ששים פרסאות ענגליות, גם מפאריז עד טיש גשרמני נבנתה מסלה כזאת אשר עברו עליה בעגלות משנת 1847 עד 1859. אולם בימינו אלה חדלו לבנות מסלות כאלה, כי הנסיון הראה לדעת כי העגלות המתנועעות בכח הקיטור טובות הנה להסיע עליהן אדם ומשאות כבדים מאשר על העגלות המתנועעות בכח האויר.

§ 235.

תבנית המסלה של ברזל אשר עליה תעבורנה העגלות המתנועעות בכח האויר-הנלחץ.

הצורה 179 תורנו את תבנית המסלה ותבנית העגלה הנוסעת עליה, והוא בהמסלות שנבנו בענגלאנד נצרפת היתה השפופרת A צורה 179 המשתרעת לכל אורך המסלה רק ברוחב $1 \frac{1}{2}$ רגל, ובהוך השפופרת יתנועע החוהם B.

שלוש הכנות תמצאנה בהמסלה הזאת אשר נבאר פה את פעולתן, והנה:

א. הגלגלים H H.

ב. המשקל-המכריע (געענגעוויכט) M.

ג. ממילי-הברזל (שבין הגלגלים) המוחקים להעגלה בקשקשות נמוכים.

בהשפופרת A נמצא סדק לכל ארכה, רוחב הסדק הוא כעובי הגלגלים שעבים הוא כעובי המשיל היוצא מהחוהם, הסדק מכוסה לכל ארכו בדלתות רבות הנפתחות על ידי תנועות הגלגלים-הקדומים (פארדערראדער) והנסגרות על ידי הגלגלים-האחרונים (הינטערראדער) בכח כובד המשקל-המכריע.

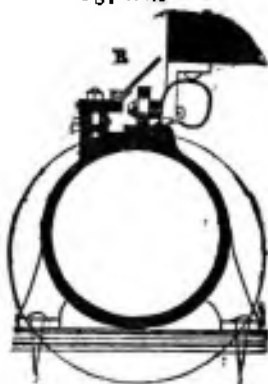
מאחורי הגלגלים תמצאנה עוד שתי הכנות הקבועות להעגלה, ההכנה האחת תרחיק את הדלתות הישב להוך הסדק, וההכנה השניה היא כלי מלאה חומר-שמי למשוך בו את צדי הדלתות למען תדובקנה הישב בהשפופרת, והחומר-השמי הזה ינתך על ידי קשת-ברזל מתומצמת שתעבור על הדלתות המשווחות בו, והדלתות הנפתחות למעלה להעביר כהנה את המשיל C צורה 180 תרדנה שנית למשה בסכת כוברין, ובסכת כובד המשקל M הלוחץ עליהם תסגירנה את הסדק כמקדם, הצורות 180, 181 תורנו את תבנית השפופרת כשהיא כרותה לרחבה (אין קווערשניט), והצורה 182 תורנו את כריתות השפופרת לרחבה ברנע אשר אופני העגלה עוברים עליה.

צורה 180



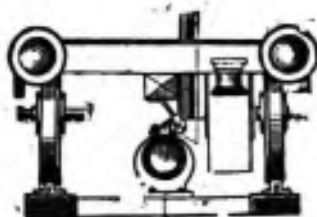
כריתת השמורת לרחבה למען נראה את העברת המוט בה

צורה 181



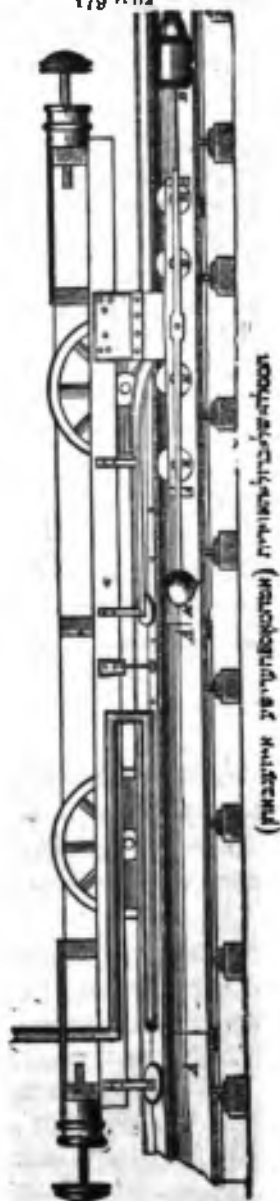
כריתת השמורת לרחבה למען תראה הדלת המתחזקת והגלגל העובר בה

צורה 182



כריתת השמורת דרחבה ברנע שיעבור והגלגל עליו לסתום דלתותיה

צורה 179



מסלול הרכיבים (ממקום קיומם אינדיקציה)

§ 236.

כמות כח העגלה המתנועעת בכח לחיצת-האוויר על מסלות- הברזל האויריות .

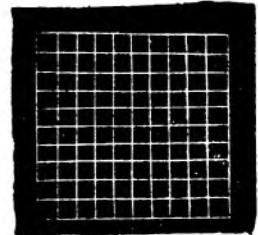
מעטה אחרי אשר נודע לנו כבר תכנית המסלה ותבנית העגלה המתנועעת עליה בכח האוויר-המרוק, לא יבצר עוד מאתנו למצוא חשבון צדק להבחין אשר בו תלחץ העגלה לנסוע על המסלה הזאת .

נקל להבין כי על ידי אשר יודק האוויר שבהשפורת מלפני החותם יקדם הסדק בכח לחיצת האוויר-החיצון הלוחץ על הדלתות מברזץ, וגלגלים-הקדומים יעמדו במרחק שלש אמות מאחורי החותם B צורה 179, ובנסעם קדימה (אָרְוֶערטס) יפתחו בזו אחר זו את דלתות הסדק, ואז יתפרץ האוויר-החיצון לבוא בתוך השפופרת פנימה ולרחוק מאחורי החותם להניעו קדימה ולהביאו למקום המרוק מהאוויר, והחותם B הנדחק ימשוך אחריו את העגלה המקושרת עמו על ידי מסיל-ברזל ארוך .

וכן יוכל כל מתבונן בהצורה 179 לדעת: כי אחרי אשר נפתחו דלתי הסדק בכח לחיצת הגלגלים-הקדומים (פֶּאַרְדֶּעררֶאָדער) הסגרנה אחרי כן בכח לחיצת הגלגלים-האחורונים (הינטעררֶאָדער), מלבד אשר ילחצו להכניס גם בכח לחיצת האוויר-החיצון עליהן .

מתחת להעגלה במקום המרוק כשלש אמות מאחורי מוטי-החותם ימצא עוד גלגל חמישי R צורה 181 ופעולתו הוא לחזק עוד את סגירת הדלתות במשך נסיעתו, למען אשר תמצא עגלה אחרת אשר הסע בזמן אחר על המסלה הזאת את השפופרת סגורה ותהומה על פני כל ארכה .

ומערה אחרי שנודע לנו כל אלה, נבקש חשבון לכה-הלחיצה אשר ילחץ האוויר את החותם מאחוריו להביאו קדימה למקום המרוק מהאוויר, והנה באשר שאלכסון העיגול מחלל השפופרת שרחבה הוא שלש רגל הוא ששה ושלישים אצבעות, לכן תהיה כדת שמתו (לפי משמטי חכמת כרידת העיגולים) 1018 אצבעות-מרובעים, ר"ל ששה החותם (דיא קאָלבענ-פֶּאַרְדֶּער) יגדל אלף ושמונה עשרה פעמים מגודל השמח



אצבע-מרובע (פֶּאַרְדֶּעררֶאָדער)

של הצורה 183 שגודלה הוא אצבע על אצבע מרובע, ובאשר שלחיצת האוויר הוא (לפי סיני 25) חמש עשרה ליטרות לכל שמח אצבע-מרובע, לכן ידחף החותם מאחוריו בכח רבש עשרה פעם 1018 שהם 15270 ליטרות, אולם בכח הזה היתה העגלה נרחפת אלו היה נתרקן מהשפופרת כל האוויר שלפני החותם, אבל באשר שבכח המוכנה-הקישורית (חמיקת את האוויר מהשפופרת) הוא רק להדיק את האוויר מלפני החותם ולא להדיק אותו לגמרי מהשפופרת, על כן יהיה כמות הלחיצה על החותם רק כיתרון לחיצת האוויר-העב אשר מאחורי החותם על לחיצת האוויר-הדק אשר מלפני החותם, והוא :

נניח כי האויר-המודק אשר לפני החתום נתקמן רק $\frac{1}{5}$ בשעור להצתו, ר"ל כח דחיקת האויר שלפני החתום הוא רק שתיים עשרה ליטרות, ויקמן לפי זה כח דחיקתו בשעור שלש ליטרות מכח דחיקת האויר-העב אשר מאחורי החתום, ועל כן לא ילחץ החתום להתנועע מאחור לקדם בכח המש עשרה ליטרות אבל ידחק רק בכח שלש ליטרות לכל שטח אצבע על אצבע מרובע, ולכן כמות הלחיצה אשר ילחץ החתום בלא להתנועע בכח לחיצת-האויר מאחוריו הוא רק שלש פעם 1018 שהם 3054 ליטרות.

והנה על המסלה-של-ברול-האוירית אשר באירלאנד הארוכה תשע אלפים רגל, עברה העגלה את כל ארך דרכה במשך חמשה מינוטין שהם שלש מאות ועוקנדעין, לכן בכל ועוקנדע עברה העגלה שלשים רגל, ולכן יהיה כמות העבודה שלשים פעם 3054 שהם 91620 ליטרות-הרגל (פֶּספֶּנְדֶּר), ובאשר שעבודת הסוס הוא רק חמש מאות ליטרות-הרגל לועקינדע, לכן תסע העגלה על המסלה האוירית בכח יותר ממאה ושמונים ושלושה סוסים חיים.

§ 237.

תבנית המוכנה המריקה את האויר מהמערדה-המקודה (מונעל) אשר בה תעבורנה בלתיכות של ברזל העגלות המוענות חבילות ומכתבים.

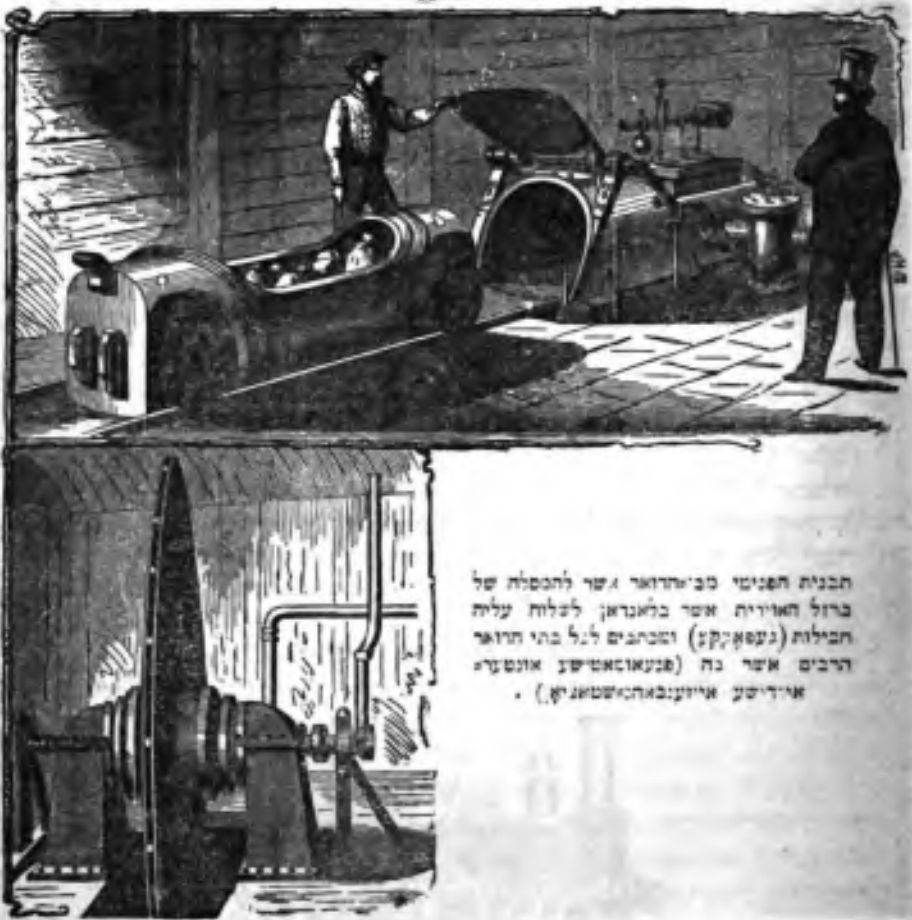
הצורה 184 תורנו את המוכנה הזאת, והוא גלגל גדול כעשרים רגל באלכסונו המורכב משני לוחות עגולים ושקועים (רונדע קאנקאווע שייבען), הלוחות המה מקבילים בצדם השקוע איש לעומת משנהו, והמה בלתי צמודים יחד אך מרוחקים המה זה מזה במרחק רוחב האצבע, הגלגל המורכב מנבוב-לוחות (האָהלע שייבען) האלה קבוע על סדן-חלול (האָהלע אקסע), האויר שבתוך חלל הסדן יוכל להתחבר על ידי פתיחת ברזא אחת עם האויר שבתוך המערה-הכגורה אשר העגלה תתנועע בה, ועל ידי ברזא שניה יוכל האויר שבתוך הסדן להתחבר עם האויר אשר בהגלגל-הנבוב, הסדן יקבל את תנועתו ממוכנה-קיטורית העומדת מאחוריו (הבלתי מצוידת פה בהצורה).

על ידי מהירות התנועה אשר להגלגל-הנבוב יולד בהאויר אשר ימלא את נבוב-הלוחות ואת הסדן-הנבוב כִּסֶּף-טבעי לחץ בחפזה ממרכזי-התנועה והלאה. סבת הכִּסֶּף-הטבעי אל התנועה שילד בהאויר הוא כח-התנופה (שוואונג-קראַפֶּט) שיהגבר בהם בההגרל מהירות תנועת הגלגל על מרכזו (עין סימן 96), ועל כן יזורקו בחוקת כח-התנופה הרחק הלאה מן הגלגל כל חלקי האויר האצורים בין שני הלוחות-הנבובים אשר הגלגל הורכב מהם.

הגלגל הזה יוצג בחדר סגור ומסוגר, ולכן האויר הנזרק בכח התנופה מבינות להלוחות שבהגלגל ילחץ בחוקה אל קירות החדר, והאויר אשר בההדר יתעבה על ידי זה יותר ויותר כל עוד שיתוסף מהירות תנועת הגלגל. והנה אם בעת שיתנועע הגלגל נפתח את הברזא שבין חלל הסדן ובין חלל המערה-הסגורה או יודק האויר שבתוך המערה, כי האויר שבהמערה יבא דרך הברזא הפתוחה אל הסדן ומן הסדן יזורק האויר מבינות להלוחות וילחץ אל קירות החדר, והעגלה העומדת או בקצה האחרון

של המערה-הסגורה הדרק מאחוריה בכח האוויר אשר לא הורק עוד ותוכרת לנסיע אל המקום שהורק האוויר מלפניה. העגלה התקרבה אז אל הגלגל, ואם נרצה שתתרחק העגלה מהגלגל, ריל שתשוב אחור בדרך אשר באה, או נסתום את הברזא אשר

צורה 184



תבנית חפניו מביאורואר אשר להסמלת של ברזל האווירית אשר כלאנדאן לכלות עלית חבילות (קסאקקס) ומכתיבים לנל בתי תרואר הריבים אשר נח (מנעואמטישע אומטיק-אירדישע איינעמאכאשטאנץ).

בין הלל-הסדן ובין האויר המלא את החדר, ואז יורק האויר מהחדר ויושלך לתוך המערה לעימת העגלה, ואז תלחץ העגלה להתרחק מהלחות ולרוץ אורת עד הקצה האחרון של המערה-הסגורה.

העגלות תוכלנה להתנועע על מסלות-ברזל המתנועעות בכח לחיצת-האוויר במהירות מאתים רגל לזעקונדע, והוא כרמש פעמים מרר ממרוצת הלאקאמאטיווע-הבורגלה הנוסעת בכח הקיטור.

מסלות-ברזל כאלה אשר העגלות תעבורנה עליהן בכח אייר-מלותין נמצאות בלאַנדאָן ובפאריז , וכעת התחילו לסלול אותן גם בוויק ובבערלין .

§ 230.

נסיעת האדם בעגלות המתנועעות בכח לחיצת-האוויר במערות סגורות .

המהנדס ראמלער השלים בשנת 1865 לסלול מסלה של ברזל מתחת לרצפת העיר לאַנדאָן , והבליטה הוא להסיע בה אדם רב בעגלות מיוחדות שבנה לזה והמתנועעות על ידי לחיצת-האוויר בכח תנועת גלגל-נכוב שנתבאר לנו מעשהו ופעולתו בהסימן העבר , ואף אם שתמצאנה מסלות של ברזל בלאַנדאָן בעומק האדמה אשר עליהן תתנועענה העגלות גם בכח הקיטור , בכל זאת טובות הנה העגלות המתנועעות בכח האוויר-המלוחץ מהעגלות המתנועעות בכח הקיטור לנסוע בהנה בעומק הארץ , יען כי ראשונה תגדל כאד מהירות תנועתן של העגלות הכתנועעות בכח האוויר המלוחץ , ושנית כי המערות לא תמלאנה בעשן ובקיטור אשר יהיו למפגע להנוסעים בהנה .

המסלה-האווירית הזאת השהרע בין מרכז העיר לאַנדאָן ובין היכל-חרהת-המעשה (אינדוסטריאלסט) אשר מרוק לעיר , המערה אשר בה העבור הכסלה של ברזל היא בנויה מלבנים שרופות, ותבנית חללה הוא עיגול-ארוך (עליפטיס) כתבנית הדופן האחרון מהעגלה המתנועעת בה, ולמען אשר לא יתפרץ האוויר-הנלחץ לצאת בין דופני העגלה ובין קירות המערה-המקורה נדבקו כסביב להדופן האחרונה של העגלה גסטא של משי (ויידענשילק) עב בעל שערות ארוכות אשר יעצרו בעד האוויר כלהתפרץ ביניהן .



פרק חמשה ושלשים

המסלות של ברזל המהללות העולות על ראשי
ההרים או העוברות דרך מערות-מקורות (מונעללע).

§ 239.

מערות-מקורות (מונעללע).

אם הקו-הישר אשר להמסלה עובר דרך סלעים והרים רמים ואין מקום
לנפות סדקו הוזה ימין ושמאל, או מקדרים בההרים והסלעים, ר"ל מליכין את המסלה
מתחת להארץ דרך עובי הדרך, והוא: חופרים בהדר או בהסלע מערה ארוכה לכל
עביו ועל קרקע המערה הזאת סוללים את המסלה.

אם המערות-המפולשות האלה הנה ארוכות למאד, או פותחין להן ארובות
מלמעלה דרך חפירות עמיקות בנובה הדר, למען אשר יוכל האויר-הנקי לבוא
ממעל אל תוך המערה פנימה ולחדש את האויר המעופש אשר בה.

ברוסיה נמצאות שתי מערות-מקורות קטנות על מסלות הברזל המשתרעות
בין הערים ווילנא וקאונע.

בגרמניא נמצאות מערות-מקורות כאלה רבות, והוא: על המסלה שבין
דרעודען ובין לייפציג נמצאת מערה אחת אשר ארכה הוא 1656 רגל, ועל מסלת-הברזל
שבין פראג ובין דרעודען נמצאת גם כן מערה ארוכה, ועוד חמש מערות-מקורות
נמצאות על המסלה הרוסינית בקרבת העיר אאצן, בלעדי עשרים ושלש המערות-
המקורות אשר בהרי טיראל.

בארץ שווייץ נמצאת המערה-המקורה המהללת בשם הדיענשטיין מונעלל
אשר ארכה הוא 83 1/2 רגל ונבחה ארבעים רגל, ורחבה שלשים רגל, בשנת 1857 נפלה
בסבת השורפה חלק אחד מתקרת המערה הזאת על העובדים בה וימתו מהם

המימים ושנים איש, וחמש מאות איש נמצעו ברב או במעט, ואחד עשר איש מתו מהאנשים אשר ירדו להציל את הנפצעים. המקום היותר עמוק אשר בהמערה הזאת יעמיק כשמונה מאות רגל מתחת לפני האדמה.

§ 240.

המסלה של ברזל העוברת דרך ההר מאַנט-צעניס (Mont-Cenis Eisenbahn).

בההר מאַנט-צעניס הוא קיר-ההררי (בערגשיידרעוואנד) המבדיל בין ארצות צרפת ואיטאליע נמצאות שתי מסלות ברזל, האחת היא שביל-בית-גלגול (ציקצאק-באָהן) אשר תשהרע עליו כנחש עקלתון אנה והנה (עיין סימן 209), והלֶאָקֶמֶטְמִיוּעֶן הנוסעות עליה מכוננות הַנָּה בהכנות שונות למען שתוכלנה לעבור את המסלה ההולכת רצוא ושוב בארצות עקלקלות עד עברן את ראש ההר ועד רדתן מעבר ההר השני אל העומק אשר לרגליו, והמסלה השנית תעבור בקו-ישר דרך עובי ההר באורך 12200 מעמטר $1 \frac{6}{7}$ פרסאות-נעֶאָגְרָאֶפִּיות (או יותר מן 12 ווערס רוסיות), ובמהתרת יבואו כהיום אנשי צרפת ואיטאליע ואנשי איטאליעֶן לצרפת דרך גבעות עולם הררי אלף.

המסלה המהוללה הזאת הוא השער העובר דרך הררי-עד האלה, הוא שער הישועה לא לבד לרבוא רבבות עם הגרים בשתי הארצות האלה, אבל הוא גם שער נפתח לאושר האדם בכלל, כי למן היום אשר נשלם בנין המסלה הזאת ידעו כל יושבי תבל כי אין מעצור עוד לרוח האדם לעשות גדולות ונפלאות בתרושת-המעשה אשר לא שערום כל גבורי קדם, ואחרי אשר צלחה להם העבודה הרבה הזאת החלו לחשוב מחשבות לעבוד עוד עבודות גדולות ונעלות מאלה, והכל לפנות האדם ולאשרו, אשרים גבורי הדעת ואבירי התבונה! מה נשגבה גבורתכם? הלא כל גבורי החיל כאין וכל מעשיהם תוהו נגדכם, כי המה בחדבם הקשה לא יוכלו כי אם להרום ולנתוץ לכלות ולאבד ולשום שמת בארץ, אבל אהם תבנו ותכוננו ותיסדו ותצליחו לכל יושבי תבל בהכמתכם ובמעשי ידיכם הרצוים בעיני אלהים ואנשים, אך למענכם חכמי הטבע וחכמי תרושת-המעשה אך למענכם תוכל להקרא העת הזאת בשם העת הנאורֶה, כי מבלעדיכם לא טובים המה הימים האלה ולא נאורים המה מימים עברו, אך אתם חכמי לב תתנו עוז ותעצמות בידי האדם לעשות מעשים רבים וגדולים אשר אין חקר לתבונתם, ולתועלתם אין תכלית כי יעמדו להור דורים.

§ 241.

המצאת הקו-הישר בעובי ההר מאַנט-צעניס לחפור בו את המערה אשר בה סלולה המסלה של ברזל.

עוד בשנת 1837 החלו חכמי תרושת-המעשה לעשות את העבודות-המיקרומט (פֶּאָרֶאָרְכִימֶעֶן), חמש שנים רצופות עברו עד אשר תמו העבודות-

המקדמת האלו. אותה מהעבודות היותר קשות היתה העבודה הראשונה אשר מבלעדיה לא יכלו העובדים להתחיל את מלאכתם, והוא לקצוב בדיוק את תכונת הקו אשר בו תעשה החפירה דרך ההר למען אשר יוכלו החופרים להתחיל את מלאכתם משני עברי ההר בזמן אחד, ולפגוש איש את אחיו באמצע עובי ההר בכלותם את החפירה, אולם למען אשר תפגשנה שתי החפירות אשר משני עברי ההר בנקודה אחת באמצע ההר, היה נצרך להם למצוא נקודה אחת גבוהה על ראש ההר ולהציג שמה עמוד או מצבה להיות לנס להעובדים משני עברי ההר, למען יכוננו בחפירתם להמשיך אותה בקיום-ישרים אשר תוצאותיהם יהיו מכוננות בהכלית הדיוק כנגד רגל-המצבה, לתכלית הזאת העמידו שני כנדלי-הצופים בשני קצות ההר, וחכמי המדה עם כלי-המדידה וכלי-ההבמה הוצנו על מצפה-המגדלים האלה.

בין המגדלים האלה יצאו התרים וחכמי-המדידה למצוא על הקו-הישר המתבר את שני-מגדלי-הצופים נקודה אחת על ראש ההר אשר העמוד שיוצג עליה יתראה לעיני שני הצופים כאחד, אבל בכל רוחב ההר כאנט-צענים לא נמצאה נקודה כזאת, ועל כן בקשו תחבולות מתוכמנות וגם צלחה להם להציג ציונים רבים (וינאללע) בין שני כנדלי-הצופים, ובעזרת הציונים האלה משכו את הקו-הישר ממגדל-הצופים האחד למגדל-הצופים השני שכנגדו.

מלאכה רבה היתה מציאת הקו הזה, כי מלכד המדידות הרבות אשר היו נצרכות להעשות כטרם אשר הצליחו להציג את הציונים בקו-ישר אחד מבלי לנסות כמלוא השערה ימין ושמאל, עוד היה נצרך לסדוד בדיוק על ידי מאוני-מישר-הדורים (ניוועלירונאגע) צורה 185, 186 את הכדל הגובה שבין כל ציגן וציגן, למען אשר לא יחפרו העובדים מקצה ההר מזה את חפירתם גבוה או שפל מאשר יחפרו אותה העובדים מעבר השני אשר להתר.

צורה 185



מאוני מישר-הדורים (ניוועלירונאגע)

דעת לנבון נקל כי כל נטיה קלה אף כעובי חוט השערה אשר ינטו בשגנה המודדים את המורים (דיא צייגער) של כלי-המדידה בין מן הימין אל השמאל ובין מלמעלה למטה היה משנה את החופרים משני עברי ההר להנחות בחפירתם מרחק רב מהנקודה-התיכונה ימין או שמאל או מעלה או מטה, ולא היו נפגשים עוד לעולם זה בזה, והנה אחרי יגיעות רבות להציג הציונים על מכוננם, ולתקן את כלי-המדידה באופן שיהיה להם הדיוק הנדרש להמלאכה הרבה הזאת, צלחה להם בזמן שנת

1857 למצוא את הקו-הישר אשר בקשו . אחרי המדידות המדויקות ואחרי התנהות הרבות אשר הגיהו המודדים את הנצאות מדידתם (נאך גענויע קאריקטורען), מצאו :

צורה 188



מאנו מיטרי-הדורים (ניוועילרו-אגע)

א. כי אורך הקו-הישר הזה הוא 12200 מעטער , ובי נקודת-התחלת החפירה על גבול איטאליען תנבה בשעור 260 מעטער מנקודת-התחלת החפירה אשר על גבול צרפת .

אם נחשב את הנובה של 260 מעטער לעומת האורך של 12200 מעטער אז יצא לנו כי שעור-העליה (דיא שטייגונג) מתלקט יותר משנים מתוך מאה , ולכן היה ראוי להעשות המסלה במדרון היותר מנבול איטאליען עד גבול צרפת , אולם באשר כי למחר את המלאכה היה נצרך להתחיל את החפירה משני הקצוות בזמן אחד , לכן היה נצרך לשום לב כי מוכרח להעשות מדרון גם לעומת גבול איטאליען, והנקדה-התיכונה שהיא נקודת התאחרות החפירות תהיה נבוהה מכל יתר נקודות המסלה , למען שנוכל להוציא מתוך החפירה את המים הרבים הנצרכים להעבודה וגם את המים אשר יוכלו להקינות מאליהם במשך החפירה , ועל כן היה נצרך לעשות את החפירה במדרון משני עברי הנקדה-התיכונה , ואם נבקש חשבון נמצא כי שעור-העליה מנבול איטאליען עד נקודת-התיכון הוא אך מעט מעט , ושעור-העליה מנבול צרפת עד הנקודה-התיכונה נעשה באופן אשר יתלקט בה הנובה מתוך האורך , חמשה , ריל אשר בכל מאה אמות אורך יתלקט חמש אמות גובה .

§ 242.

המוכנות אשר בעזרתן נעשתה החפירה הארוכה דרך הדר
מאָנט-צעניס .

רק בדרך העברה נזכיר פה : כי אחרי אשר מצאו הבונים את הקו-הישר

אשר בו תוסלל הססלה היו ידי דקרי מחקרי-אריך (נעאלאנען) מלאות עבודה לחקור ולדרוש אחרי סיני האבנים הנמצאות במעבה החר לכל אורך הקו הזה, למען שיודע להחפורים מה המה החוסרים אשר בהם יתפרו? ובאיזה מוכנות יעשו את מלאכתם? .

חכמי-הבנאים נזרו אומר לעבוד בשתי מוכנות משני צדי החר, אבל המוכנות צריכות להיות מחוקנות בתחבולות כאלו אשר כחן יעתק מעת אל עת מן והלאה בשעור ההוא אשר תעמיק החפירה בעובי החר, לכן היה נצרך להמוכנות העומדות בשתי נקודות-ההתחלות לכת-מניע אשר יוכל להעתיק את פעולתו עד הנקודה-התיכונה של החפירה שהיא במרחק פרסה נעאנראאית בקרוב או $2\frac{1}{2}$ ווערסט רוכית בדיוק. אמנם באיזה תחבולה יוליכו הבונים את הכח עד כדי פרסה ממקום הולדתו? להדליק את הקיטור בשפופרות ארוכות למען שיעשה במרחק פרסה את מלאכתו, הוא דבר בלתי אפשרי, יען כי בתרחק הקיטור ממקור הולדתו, ר"ל מהקלחת, או הלא יתקרר ויחפך שנית למים.

להביא עגלה-קיטורית-נוסעת (לאקאמאבילע) (עיין סימן 230) בתוך המערה-החפורה ולהסיע אותה לתוך המערה הלוך וקרוב אל הנקודה-התיכונה, הוא גם כן דבר שאי אפשר להעשות, באשר כי העשן והקיטור העולים מהמוכנה היו סמימים את העובדים במקום אשר אין מוצא נכון לרוח.

להעתיק את התנועה במרחק גדול כזה על ידי מוכנות-בעלות-איפנים המתנועעות בעזרת רצועות-הקרוץ (לויפרימען), היא תחבולה אשר לא תוכל לעלות כי אם על דעת איש אשר אין לו כל משגל מחכמת המעלאניק-המעשי, ואשר אינו יודע לחשוב את כמות הכח אשר יאבד לכהלה בסבת ההתחככות בהאופנים והרצועות בהעברתו איזה תנועה ממוכנה אחת למוכנה שניה על ידי אמצעים כאלה.

להוביל סילון של מים בתוך החפירה פנימה למען אשר יסבבו בכתם גלגלי-מים (וואססער-ראָדער) היה דבר הקרוב להשמע, אבל לראשונה לא היה באפשרי למצוא על ראשי החרים את כמות המים הנדרש לזה ולהכין הכנות להוריד את המים פנימה ולהביאם בצנינורות אל מקום העבודה ולהוציאם משם לחוץ אחרי אשר גלו לעבוד, ואלו היה נמצא גם כמות המים הנדרש לזה, בכל זאת היה יוצא שכר עבודתם בהפסד הכח והזמן והכסף הנדרש לאסיפת וירידת ועליית המים האלה.

בכל זאת לא אמרו חכמי תרושת-המעשה נואש, כי מצאו תחבולה-מחוכמה להשתמש בהאוויר-הנלחץ, והוא: על ידי מוכנה-קיטורית או על ידי מוכנה הנפעלת מכח המים לתצו את האוויר לתוך שפופרות ארוכות, ומפיות השפופרות יצא האוויר-הנלחץ (קאמפרימטע זולפט) לעבוד את עבודתו על המוכנות העובדות בעומק החפירה.

ועתה אחרי אשר נמצא להם האמצעי (דער מיטטעל) אשר על ידו תעתק הפעולה מהמוכנה המולדת את הכח (קראפט-מאשינע) אל המוכנה-העובדת (ארביימענדע-מאשינע), לא נשאר להם כי אם לבנות מוכנות-הכח (דיא קראפט-מאשינען) על פתחי החפירה, ולהעתיק מהם את הכח באמצעות האוויר-הנלחץ אל המוכנות-העובדות שהן מוכנות-המקדח (באָרמאשינען), פעולות מוכנות-המקדח

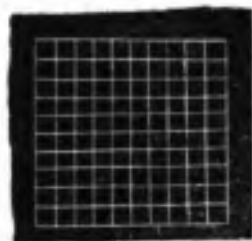
הוא לקבוע משילים ארוכים של עשת-ברזל בתוך מעבי הסלעים ולהקיפם על צירם למען יחררו ללכת בכל תקופה ותקופה האלה והלאה במעבה הסלע, וגם להביא כפעם בפעם אחרי כל תקופה ותקופה שיקיף המקרה סילון של מים צוננים לתוך החור המצוקב בכדי לקרר את ראש המקרה שלא יתלבן (ראם ער זאלל ניכס גליהען) מחום התחככותו בתלקי הסלעים, והנה בעוד אשר מוכנת-הבח עמדה על מצבה בפתח החפירה ולא הניחה את מקומה בכל משך העבודה, הלכה מוכנת-העבודה הלוך וציעוד להלאה כהחפירה אשר תפיה לה במעבה ההר.

מוכנת-המקרה נקבה נקבים חלולים ארוכים וצרים בתוך מעבה הסלעים, ואחרי אשר העמיקה המוכנה לנקוב את התלולים האלה עד עומק ירוע או שבה לאחור במרחק גדול, ואז הושם אבק-הידיה (שיספלווער) בהחלולים, והעובדים עזבו גם המה את החפירה, ובהיותם הרחק האלה מן המקום שהונח שם האבק-הידיה הרליקו העובדים את האבק הזה על ידי פגישת שני קצות הושי-ברזל היוצאים מהכנה-עלעקמריה, ואז נתפוצצו לרסיסים כל חלקי הסלעים אשר בין החלולים שנקבו מוכנת-המקרה, ואחרי הרעש הזה ישובו העובדים לתוך החפירה, ובעזרת מוכנות אחרות יוציאו את רגבי-הסלעים התוצה וישובו לעבודתם להעמיק את החפירה.

כל העבודות האלה: להקיף את המקרה, ולהניע את המוכנת-העובדת בתוך החפירה אנה והנה, ולהוציא את רגבי-הסלעים המנופצים בכח אבק-הידיה, כל אלה היתה פשולת האויר-הנלחץ, ובלעדי זאת עבד האויר-הנלחץ הזה עוד עבודה מעולה אחת, והוא: כי גרש את הקיסורי-הגפרתי הגולד בסבת הבערת האבק-הידיה וגם גרש לרגעים את האויר בתוך החפירה למען ישאפו העובדים רוח חדש אל קרבם.

מספר המוכנות העובדות בכח אחת בתוך החפירה היו משמונה עד עשרה, והנה הוצגו כולן על ענלה גדולה וחזקה למאד.

גורה 187



מצבע-הרובע (קוואדראטאלי)

§ 243.

תבנית ופעולת כלי-מעכה-האויר.

האויר-הנלחץ אשר פעל את כל הגדולות האלה, נתלחץ על גבול צרפת בעזרת כלי-מעכה-האויר (קאמפרעסיאנס-פומפען) אשר נתפעלו בכח ששה גלגלי-המים (וואססער-ארער), האויר-הנלחץ הובא לראשונה לתוך כלי של ברזל גדול וחזק למאד, ומשמה הובא על ידי שפופרות ארוכות אל תוך החפירה במקום שחצמונה מוכנת-המקרה (באהר מאשינען). האויר נתלחץ בתוך כלי-המעכה בשעור השעים לישרות על כל שטח מצבע-מרובע בגודל הצורה 187, ואם נעזב אויר-מלוחץ כזה לפעול על שטחו של תהום-עגולי אשר אלכסונו הוא רק רגל אחת, אז ילחץ התהום מהאויר הלוחץ עליו בכח עשרה אלפים ומאה ושמונים לישרות.

את הבנית כלי-מעכה-האוויר (קאמפרעסיאנס-פומפע) תורונו הצורות 189, 188, והוא: בשפופרת עבה וחוזקה A צורה 188 יתנווע הרעתם C צורה 189 רצוא ושוב, החותם B נדבק היסב מכל עבריו אל דופני החלל-הפנימי של השפופרת A עד כי האויר לא יוכל



כלי-מעכה-האוויר (קאמפרעסיאנס פומפע)

להתפרץ בינותן. שתי ברות תמצאנה בהכנה הזאת, והנה B גם C צורה 188 אשר בהכנתן לא יוכל האויר-החיצון לבוא אל תוך השפופרת A. אבל בעת אשר נצרך לעבות (צוא סערי-דיכמען) את האויר הנה נפתחות למען שיבוא בהן האויר-החיצוני להלחץ ולבוא משמה אל תוך הצילינדר הנדול K. גם b והנה שתי דלתות (ווענטילע), והיה בהתרוכס החותם לעלות למעלה או תסגר הדלת a והפתח הדלת B, ובעת ההיא יבוא האויר-החיצון דרך השפופרת D אל תוך השפופרת A, אולם כאשר תתמלא השפופרת A באויר או יורד החותם C למטה וימניו ברדתו את הדלת h, למען שלא יוכל האויר לגום החוצה דרך השפופרת D, אולם בעוד אשר תסגר הדלת b תפתח הדלת a, ומשמה ילחץ האויר לבוא אל הכלי K אשר כבר נמצא שמה אויר-מלוחץ, ומן הכלי הזה יבוא האויר אל תוך השפופרת-הארובות לנהל אל מקום המלאכה.

§ 244.

ציל-המימי (הדרחלישער ווידער).

על הקצה השני של החפירה אשר בגבול איטאליען הוקלה המלאכה על החופרים, והוא: הבה אספו את המים היורדים בסודר החר לתוך מקוה אחת, ומתוך המקוה הזאת הורידו אותם על ידי שפופרות ארוכות הנצבות בקומה זקופה, השפופרות-הזקופות האלו אחרי שתרדנה למטה הנה כפופות ועולות שנית למעלה, המים בבואם אל תושבת השפופרת למטה במקום הכפיפה ישובו שנית לעלות למעלה בהחלק מהשפופרת העולה מכמה לבעלה, ובעלותם ידחקו את האויר אשר בהשפופרת וילחצוהו לבוא אל תוך כלי-סגורה, ומשמה יוכל האויר-המלוחץ לתוך השפופרות המשתרעות לאורך החפירה למען שיעבור שמה את עבודתו להניע את מוכנות-המקרה.

החפירה דרך החר מאנטי-צענים נשלמה בשנת 1870, ומאז והלאה עברו בה כבר אלפים ורבות נוסעים מצרפת לאיטאליען ומאיטאליען לצרפת.

§ 245.

המסלה של ברזל העתידה להִבנות מתחת להמעבר סט
נאָמטהאָרד בין ארץ גערמאניא וארץ שווייץ . והמסלה
של ברזל העתידה להִבנות מתחת לתתום הים המבריִל
בין ענגלאנד ובין צרפת .

כאשר נשלם בנין המסלה הנפלאה העוברת דרך החר מאַנט-צענים , ראו
לדעת כל חכמי הרושת-המעשה כי עתה לא יִבצר מהם לעשות את כל אשר יעלה
על רוחם הכביר , וזה החילום לעשות : לסלול כעת מסלה מתחת להחר סט נאָמטהאָרד
הספריד בין ארצות שווייץ וגערמאניא , אורך המונעל אשר יתחד את עובי החר
לכל רחבו הוא שתי פרסאות געאָנראַעיות יותר מארבע עשרה אלפים מעטער , ולכן יהיה
המונעל הזה באלף ומאתים מעטער ארוך יותר מהמונעל העובר דרך החר מאַנט-צענים .
הוצאת הבנין של המסלה הזאת תעלה לפי חשבונות חכמי הרושת-המעשה למך
שלשים וחמשה מיליאָן רובל , והמלאכה תוגמר לפי חשבונם מקץ שמונה שנים .
בשנה הזאת 1875 נשלם בנין המונעל על מסלת הברזל שבין באַסמאָן ובין
אלבאָני , כוננו עמלו בו עשרים שנה והוצאת הבנין עלה עשרים מיליאָן רובל .
אולם גדולות עוד מאלה תחוינה עינינו כאשר תושלם המסלה של ברזל החפורה
מתחת לחבל הים הספריד בין ארצות ענגלאנד וצרפת , בין הערים קאַלע וראַווער
תחפר מערה ארוכה כחמש פרסאות גערמאניות (22 פרסאות אנגליות) , ויש תקוה כי
בעוד שלש שנים תושלם המלאכה הכבירה הזאת אשר לא עלה מעולם על דעת
איש לחשוב : כי תצליח בידי האדם לפעול מעשים גדולים ונוראים כאלה .

§ 246.

מסלות העולות למרומי ההרים והיורדות בבקעה .

אחרי אשר דברנו פה ממסלות המשתרעות בבטן האדמה התודרות לב
הרים והעוברות מתחת לתהומות מים , נבאר נא מעט גם ממסלות העולות על ראשי
ההרים , או על אלה אשר תעלינה הרים ותדרנה בקעות .
בעת אשר התחילו לחפור את המערה-המקורה להעביר בה מסלה דרך החר
מאַנט-צענים , נועדה אגודה אחת בענגלאנד לבנות מסלות-ברזל על השביל-בית-גלגול
(ציקצאָקוועג) אשר בנה נאפאָלעאָן הראשון על החר מאַנט-צענים הזה , והוא : בצדי
הדרך הרחבה אשר עליה עברו במשך שנים עשרה שעות מרכבות-הבי-דואר
(פאָסמוואַגען) , סללו מסלה-של-ברזל צרה , ועליה תעלה לאַקאָמאָמיווע עם עגלה
אחת הקשורה בה להסיע עליה נוסעים רבים .
המהגרים האנגלי פֿעלל (Fell) בנה לאַקאָמאָמיווע אשר בכחה להסיק (צו
קלעמערען) על מעלות ההרים ולדרת במרד כבהמה בבקעה , והוא : על המסלה העוברת
על החר מאַנט-צענים הנית פֿעלל בין שתי השורות של מטילי ברזל (כאשר תה נמצאת
בכל המסלות) עוד שורה אחת שלישית בינותן בכל מקום שחעלה המסלה למעלה או

שחרד למטה, ומתחת לה לאקאמאמיווע קבועים ארבעה לוחות עגולים המחזקים בה שנים כנגד שנים, הלוחות האלה ידובקו בחזקה אל המסיל-התיכון ועל ידי שרשרות של ברזל היצאות מסכנות הלאקאמאמיווע יקיפו הלוחות על ציריהם, ובאשר כי ידובקו הלוחות בחזקה אל המסיל של ברזל השלישי, לכן תוכל המכונה להתרומם בעזרתם על מעלות גבוהות המתקשות שמונה מתוך מאה, וכאשר יעזרו הלוחות את העגלה להתרומם למעלה כן יעצרו אותה גם מלרדת במהירות רבה למטה.

שביל-בית-גלגול עוד יותר נפלא נבנה בשווייץ על הדר ריני, אבל פה תעלה הלאקאמאמיווע במעלות על סולם של ברזל, כי בין שני המסילי-ברזל המרגלים השתרע לכל אורך הדרך עוד מסיל שלישי בעל שנים כמורג-חרוץ, לפני העגלות הנושאות אדם תעבור הלאקאמאמיווע בין בעליתן לראש הדר ובין בדרתן, ובכל זאת יהיה מהלכה בטוח למאר, עד כי גם בחזירתה יוכל המכונן (מאשיניסט) לעצרה ולהעמידה באמצע מורד הדר. הברזל-הגובה אשר בין הבי-דואר אשר על ראש הדר ובין הבי-דואר אשר לרגלי הדר הוא 1110 מעטער, ובכל זאת יהיה אורך כל המסלה לחבר את שני בתי-הדואר האלה רק 5240 מעטער, ועל כן נמצא בהמסלה הזאת מקומות-סדרון (שמיילע שטעלען) אשר נבהם יתאך לאדם כשך הספער 1 אל הכספר 4, ריל בכל ארבע אמות אורך יתלכר הגובה ברום אמה אחת.

אחד משבילי-בית-גלגול היותר נפלאים היא המסלה העוברת על הררי אלפן-הטייראליים בגובה יותר משני אלפים מעטער, ארכה הוא שש עשרה פרסאות, והיא המסלה המאחדת את ארצות נב-גרמאניא עם ארצות איטאליען, בהמסלה הזאת תמצאנה עשרים ושלוש מערות-מקורות (טונעלע) עוברות דרך הסלעים ויש מהן הארוכות 2000 עד 2500 רגל.

§ 247.

נתיבת-השלום (פאציפיק-באון) המשתרעת מים אוקינוס האנטלאנטי עד ים אוקינוס השקט.

הן כבר ראינו כסימן 215 כי אין ממשלה בעולם אשר תשוה לממשלת ארצות חברית באמריקא ברוב כמלות הברזל אשר לה, אולם הגדולה מכל מסלוליה היא הנקובה בשם פאציפיק באון (*). נתיבת-השלום, והיא כמלת ברזל המשתרעת מים אנטלאנטי עד הים אוקינוס השקט באורך שבע מאות ושש עשרה פרסאות נשאראפיות (4965 וויסט).

כאשר התחילו אנשים מכל גווי הארצות לנהור המונים המונים אל הארץ קאליפארניען אשר עפרות זהב לה, אז נוסדה כמשלה כבירה על חוף ים אוקינוס

(* הערה. תרגמו, נתיבת-השלום כי Pacification הוראתו בלשון לאמיין הבאת שלום, וכן נקרא תרוף שלום (פרידענשטיפטער, אויסוואגער, פערמישלער), בלשון לאמיין בשם Pacificator.

השקט אשר התחברה עם ארצות הברית אשר בצפון אמעריקא , ואז היה נודץ מאד לחבר את ממשלת קאליפארניען אשר בקצה מערב אמעריקא עם ממשלת ניייאַרק אשר בקצה המזרח , אם כי שרוב הארצות אשר ביניהן היו בלתי נושבות ואך זעיר שם זעיר שם נמצאו עמים פראים שרידי פלישת עמי אמעריקא הקדמונים אשר לא נגה עליהם איר הדעת , אולם אין דבר בעולם אשר אָוֶתָה נפשו של האמעריקאני ולא יעשה .

האמעריקאנים המה תרועים במלאכתם ואין כל דבר אשר יעמד להם לשטן מבלי להוציא את מחשבתם לפעולה אדם , וכמעט נמרו בדעתם לסול סמלה מבאָספאן אשר בקצה המזרח עד סאן פֶּראַנציסקא אשר בקצה המערב , החלו עשירי העם לתת כסף רב והותר להשלמת הבנין הנעלה הזה אשר אלו על עפר משלו בכל ארצות הבל , את המסלה הזאת התחילו לבנות בשנת 1863 ונשלם בנינה בשנת 1869 .

מקצה-המזרחי הקלה הטבע להם את הבנין , כי המסלה תעבור שמה בארץ מישור , ועל כן מהרו במלאכתם מאד , כי לפעמים סללו את הדרך באורך שתי פרסאות געאָראַפִּיות ביום אחד , אולם מעבר להעיר כייענע Cheyenne והלאה התחיל הארץ את תמונתה , כי המסלה בוקעת דרך הרי-הסלעים Rocky Mountains שמה תתרומם המסלה ותעלה מעלה מעלה עד הגיעה אל הבר-דואר זערמאן Sherman . הוא ביהודא יותר גבוה שבעולם , כי גבהו הוא שמנה אלפים ותשע מאות ושמונים ותמש רגל אנגליות מעל לשטח פני המים המכסים את הים , על הרי צִיָה וקמות מדבר וצחיזי סלע מבלי כל מקוה מים תשתרע המסלה עוד פרסאות אחדות , ומשמה תתחיל לרדת בין נקיקי הצורים וחגי-סלעים צדים עד בואה אל הבקעה הגדולה אשר בה נמצא הים-המלח .

על חוף ים-המלח על יד העיר אַגֶּדֶן תתחיל המסלה להתרומם שנית , פה תעבור דרך כברת ארץ המלאה לה רוכסי הרים ויאורים , ובמקומות רבים תשתרע המסלה דרך ערבות-מלח (זאלץ ווישטען) ביחד בעברה דרך ממשלת נעוואַרע ארץ אשר תחסר כל בה בלעדי משרפות-מלח ומחצבי-הכסף הנמצאים בה למכבד , אולם כמעט אשר תעווב המסלה את ערבות-נעוואַרע ותבאה בגבול המזרחי אשר לארצות קאליפארניען , אז יתגלו לעיני הנוסעים מחוות מענגי נפש ומשמחי לב , פה תעפיל המסלה לעלות מעל לראשי הרי-שלג (זירע נעוואַרע) אשר בשיא גבהם ובתועפותיהם לא נופלים המה מהררי אלף אשר באייראָפּע אבל נעלים המה עליהם עד מאד ביפעתם , כי על ראשי ההרים האלה נגלתה הטבע בכל הדר נאינה ותערה אותם בערי עדיים , כי בעוד אשר על ראשי הרי קאָלפּען אשר באייראָפּע יתעלם שלג-עולמים טראשיית השנה עד אחרית השנה יכוסו ראשי הרי זירע נעוואַרע בשלג אך בירחי החורף , אבל בירחי הקיץ ימס השלג מחום השמש . בכל צעד וצעד אשר תצעד העגלה למעלה על המסלה העולה על ראשי ההרים יוסיפו הנוסעים לראות את פעולות הטבע הנפלאות את עווה ואת הדרה , הרוח יביא בכנפיו אויר נוֹתן ריח-נירוח באף הנוסעים , עיניהם תתענגנה לראות שלל צבעים במעטפת הפרחים אשר יעטו כשלמה את כל ההרים הרמים מסביב , ועל ראשיהם צומחים מתלפות יערים העומרים בשורה

זה למעלה מזה, ובהם עצים נחמדים אשר לא שופתם עין בן אייראפע מעולם, שמה יקנו צפרים אשר אין דומה להם בצבעם הנחמד ובנעימות זמרתם.

כל אשר תוסיף המסלה להתרומם מעלה מעלה על ראשי ההרים, כן יתרחב מעגלי-הראיה (נעוי־מס קריין) אשר להנוסעים לראות בפעם אחת אלפי גבעות ובקעים, הרים ועמקים, יערים ויאורים, סלעים ונקיקים, נהרות ופלגים ואשרות מים, אולם להרבות עוד על יפעת הטבע בארץ המבורכה הזאת עובדות עוד אלפי רבבות ידים, ידי אנשים חרצים במלאכתם העוסקים בעבודת הארמה במלאכת כל תרש וחושב.

תערוכות עמים שונים נקצו באו הגה, מהבושי השחור אשר נגב מבית אביו אשר באחת מארצות התיכונות שבאפריקה עד הכינעזי הלכן אשר עוב את ארץ מולדתו בקצה מרחק אויזע יען כי לא תוכל ארצו לשאת את כל ההמון הרב מהאנשים הגרים בה, עד האייראפע אשר מסבות מההפכות נהפך עליו הגלגל וירד ממצבו וישם אל לבו לנוד בארץ ולדווקא ארצי ההצלחה אשר סרה ממנו בארץ מגורי אבותיו, וגם הושב האמפריקאני מאז מעולם (אמפריקאנישער אוראיינוואהנער) עוב את היער מבצח ומעוז ויכתות את חרבו לאתים ואת קשתו החליף במתרשה.

כל בני התערוכות האלה עזרו ארצי הטבע לפאר את הארץ כלילת יופי ולהלבישה הוד והדר, ובני הכינעזים והושבי הארץ מאז מעולם (אינדיאנער) יעברו שכם אחר במכרה-ההרים להוציא מעפר זהב, ובכל מקום אשר עין הנוסע צופה תראה מוכנות והכנות שונות ומשונות לחפור בעומק ההרים להוציא בעבודתן יקר מזולל, לזקק ולצרף כל מיני מתכות ולחצוב כל אבן טובה ויקרה.

על הראשים היותר נשאים אשר להרדי-שלג האלה נמצא שמה קרהה (קאהלע-שטעללע) ועליו נבנה הבי-דאר (שמאָציאן) של כסלת הברזל אשר נבנה הוא יותר משבעת אלפים ושבע מאות דגל.

מראש החד הרד המסלה במירד גדול עד כי העגלות תרוצנה מאליהן מבלי כח הקיטור, פה התעצלה הטבע לפאר את רוכסי ההרים והעמקים המשתרעים ביניהם, אבל לעומת זאת התאזר פה האדם בנבירת ישע ימינו לבנות ערים כלילות יופי וכפרים מדוודים, אולם מדי תרד המסלה במורד פרסאות אחדות מעל ראשי ההרים תעבור דרך ארץ פוריה מלאה גנים ופרדסים ושדמות תבואה ונאות דשא למרעה העדרים, בין הארצות הפוריות האלו תשתרע המסלה עד הגיעה אל העיר זאקראמענסאָ היושבת על הנהר אשר שמו כשם העיר, בהעיר הזאת הוא מושב כל שרי ממשלת ארץ קאליפאָניען, ובה יוכל הנוסע לבחור באחת מהמסלות של ברזל הרבות העוברות בדרכים שונים ולנסוע במרחק שלשים פרסאות מן העיר זאקראמענסאָ בירת הממשלה עד העיר זאן פראנציסקע היושבת אל מכאיות ים אוקינוס השקט והרוכלת אל כל עמי ארצות תבל.

§ 248.

העבודה הגדולה אשר עברו חכמי-הבנאים לסלול את מסלת הפאציפיק. אין קצה לכל העמל והתלאה אשר מצאו הבונים בבנותם את הכסלה, ואין

חקר לכל העבודה הרבה אשר עבדו לחפור את המערות כמעט המלעים ובבנין וגשרים לחבר שן סלע אחד אל משנהו, ביחוד גדלה עבודתם לבנות גני-השלג (שנעע דאָלער) בצדי המסלה העוברת בין תעופות החרים להגן על המסלה אשר לא תנוסה בערמת שלג המתגלגלות מעל ראשי החרים, אורך כל הגנות האלה אלו יוצגו בעורה אחת הוא יותר משבע פרסאות נעאָנאָנעציות (70 יערסע), ובלעדו הגנות האלה תעבורנה לפני כל מסע-עגלות (וואָנאָנענצונ) מוכנות-קיסמוריות-נוסעות (פֿאַרבראָע דאמפֿמאשינען) אשר במטרשות של ברזל חזקות יפגו את המסלות מהשלג הרובץ עליהן, המכונות האלו נקראות בשם **מטרשות-השלג הקיסמוריות** (דאמפֿ-שנעעפֿליגע).

ובאשר כי העמים הפראים יגיתו מעת אל עת ממחבואיהם לשום מכשולים בדרך, השכילו חכמי הרושת-המעשה לחבר מלפני כל לאָקאָמאָטיווע הכנה מיוחדת הנקובה בלשון אנגלית בשם (Cow Catcher) הוראתו ציד הפרה (קוה פֿאָנער), וההכנה הזאת תחזיק בכל מכשול אשר תמצא בדרך ותשליכוהו לצדי הדרכים למען אשר לא תכשל הלאָקאָמאָטיווע במרוצתה.

ותשלם מלאכת סלילת המסלה הארוכה הזאת בעשירי לחדש מאי שנת 1869.

בדרגע אשר הונח המסיל-הברזל האחרון (דיא לעצמע אייזענבאָהנשינע) בהמסלה הזאת* הורה המורה-ישעות אשר סקמו הוא בקצה המערבי של המסלה עשרים מינוטען קדם חצות היום בעוד אשר בקצה המזרחי של המסלה הורה כבר המורה-שעות שש עשרה מינוטען על השעה הרביעית אתר חצות היום, וההודעות יצאו ברגע הזה רחופות ומבוהלות אל כל המקומות אשר דבר ממשלות ארצות הברית באמצעיות, להודיע לכל העם כי נשלמה המלאכה הכבירה לסליל המסלה היותר ארוכה אשר כתבל, וכל יושבי אמעריקא צהלו ושמחו לראות בהשלמת בנין נתיבת-השלום (פאציפיק באָהן), כי באמת תבא המסלה ברכה ושלוש ליושבי אמעריקא ביחוד ולכל יושבי תבל בכלל.

§ 249.

**חתקונים הרבים והטובים המתוקנים למזבת הנוסעים
בהעגלות אשר על מסלת-הפאציפיק.**

בכלל תרצנה על המסלה הזאת הרבה יותר משלש מאות לאָקאָמאָטיווען המושכות אחריהן כשלשת אלפים עגלות נושאות אדם ומעונות מכל טוב ארצות תבל.

(* הערה. את המספר האחרון לחזיק בו את המסיל-של-ברזל האחרון אל ארני-העין אשר מתחתיו, נסע ראש-שרי-המשלה (דער פּרעזעדענט) בירו, והמספר היה כולו זהב מחר, וכשלשת אלפים איש ככל המסיל-הנעים המצחים על עושה המלאכה וחכמי-החרישים ושרי הממשלות ועשירי העם נעודו אל ים-המלח לראות בשבת השלמת בנין המסלה הרבה הזאת, וכאשר נשמע קול הסכה האחרונה אשר תת-הפרעזעדענט על ראש המספר חריעו כל העם תרועת גדולה.)

העגלות המתקנות לנסיעת האדם תהא ארוכות למאד ונבדחות הרבה מהעגלות הנוסעות על הסמלות אשר באיראפע, הכסאות הרכים מסודרים לכל אורך הדפנות מימין ומשמאל, ושביל ארוך (לאנגזענ-דורסאנג) עובר בין שתי שורות הכסאות לכל אורך העגלה מקצה אל הקצה, העגלות-הבורדות מחוברות יחד עד כי גם במשך הנסיעה יוכלו הנוסעים מבלי מעצור לילך מעגלה לעגלה מקצה מזה של המסע עד הקצה השני (אָן איינע-ביז צום אנדערן ענדע דעם צוגס), כל מסע ומסע יסיע אתו מקוה מים קרים, והמים ינתן להנוסעים ככל אות נפשם חנם אין כסף, ובאשר כי הסמלה תעבור גם ארצות מלכות אשר אין בהן מים לשתות, או אשר מימיהן המה מלוחים, ולפעמים לא נמצא אף מים כשיעור הנדרש להוליד מהם את הקיפור לצורך המוכנה, לכן כוננו במקומות רבים מיכנות להביא מים מדחוק על ידי שפופרות ארוכות וכלי-ההרקה (פומפען ווערקע), והמיכנות האלו תתפעלנה על הרוב מבח הרוח הנושב על כנפי-רוח (ווינדפליגעלעך) המתוקנים בראשי מגדלים גבוהים שבהם כוננו מיכנות-שואבות-המים, הכנפים האלה שבראשי המגדלים כוננו בתבונה רבה עד כי מאליהם יפנו אל כל רוח למען יבוא הרוח לנשב על מפרשי הכנפים לסבב את הכנפים ולהניעם עם כל האופנים וכלי-ההרקה המתנועעים על ידם.

עם כל מסע (מים יעדעם צוג) יסעו עגלות אחרות אשר בהנה המצאנח תדריי-הממות והנקראות בגלל זה בשם עגלות-הקָנָה (שלאָף וואַנגען), בכל ארת מעגלות-הקָנָה האלו המצאנה כחמשים ממות מוצעות למשבב הלילה, ובבקר תתחפכנה הממות והוהיינה לכסאות לישוב עליהן ביום, גם עגלה גדולה אחת תסע עצמה המכוננה כאחד מבת-המשתה (רעשטארציאָנען) היותר טובים אשר בהערים הגדולות, העגלה הזאת תקרא בשם עגלת-בית-המשתה (האָמפּעל וואַנען), בה ימצאו הנוסעים לקנות כל מאכל אשר יאכל וכל משקה אשר ישתה ומקשרות (ציגארען), גם נמצא בה חדר גדול ורחב ידים עם שולחנות ערוכים בכל טוב ממיני מאכל ומשקה, ושמה יוכלו לסעוד ברוחה כחמשים איש בבת אחת את סעודת הצהריים והערב, גם עגלה מיוחדת נמצאת שמה אשר בה הוכנו בית המבשלות ובית הרחצה,

גם בית-הדרום נמצא בעגלה אחת אשר בו יודקם מדי יום ביום מכתב-עתי להודיע להנוסעים ככל החדשות הנעשות בכל ארצות הבל והגודעות להמציא לאור על ידי ידיעות מעלעגראַפֿיות אשר יקבל בכל בן-דואר פארצות שונות וממקומות רבים, גם נמצאים בהעגלות הדורים מיוחדים לקריאת ספרים, וכן נמצא גם עקד ספרים וכמוני יוכלו הנוסעים לקנות או לשכור ספרים על זמן משך נסיעתם אשר תחמיד ששה ימים רצופים יום ולילה.

כה יסעו הנוסעים דרכם צלחה מבלי לסבול כל תלאות הדרך, כי יגלו עתם בנעימים מבלי מחסור כל דבר גם לאיש הרגיל בישיבת כרכים,

סוף דבר הנסיעה על המסלה פאָציפֿיק והישיבה בהעגלות המתנועעות עליה הוא כאלו ישב איש בבית מלא כל טוב והבית היה נוסע בידו עם כל בתי העיר כמקום למקום.

תם בעזיה החלק הרביעי ונשלם ספר תולדות האש והמים.

חלק ראשון

יכול בקרבו טבע הקיסור וחוקי פעולותיו .

- ומצב-הנזול ומצב-האוויר .
- 21 הגופים ישנתו להיות מוצקים , או נוזלים , או אווירים , כאשר ישנתו בהם הגוים במדרגותיו .
- 22 הכתה-המסור (עקסמאניזיו קראפט) אשר להגופים הקיסוריים (דאמפסע) ולגופים אווירים (גאזע) , כמה יגדל כהתמסור בגופים קיסוריים ואוויריים ?
- 23 הולדת הקיסור (דאמפסע-בילדונג) .
- 24 רתיחת הנוזלים הוא הולדת הקיסור סבלי משיע (וידען איזט אונגעקיינדערטעס דאמפסע-בילדונג) .
- 25 ארבעה מופתים כי לחיצת האויר חפריע רתיחת-הנוזלים עד אשר יתחממו במדרגת-חום קצוב .
- 26 התייחסות חומרתית הנוזלים (וידע-השעע) לכמות כהתמסור שבהקיסור הגולד על ירי הרתיחה ולכמות דחיקת-האוויר על שטח הנוזלים .
- 27 התפשטות כמות המים בהתחמם מנקודת-הקאפון (געפיררי-פונקט) עד נקודת-הרתיחה (זירפונקט) .
- 28 כמה יגדל הקיסור כמדתו המים שנוזל מהם ?
- 29 ערך משקל קיסור-המימי שחוממו הוא מאה-מעלות אל משקל אויר-הגשימה שחוממו הוא 0-מעלות .

פרק רביעי

- חום-הקיסור וחום-החפשי (געבונדענע-אונד פרייע-וואַרמע) . (מן § 31 עד 37)
- 31 מדוע לא יתוכף חום המים בכל משך רתיחתם בכלי פתוח ?
- 32 החום הוא איננו עצם-חמרי , ועל כן לא יוכל להיות נבלע ונקשש בהגופים , אבל הוא כח אשר יוכל להתעלם ולהלכות בתורו כח אחר .
- 33 באור חיוון התעלמות החום בתקיסור .
- 34 המופת שבכח החום להתהק ולהיות לכת המסור .
- 35 הולדת החום על ירי התחמכות הגזולים למצוקים .
- 36 חום-החפשי (פרייע וואַרמע) .
- 37 כמות כח החום אשר יתעלם בהקיסור-המימי .

פרק חמישי

- קיסור אשר יוצלח לעבודת מלאכה , (מן § 38 עד 44)
- 38 טבע הקיסור אשר יולד בכלים מתומים .
- 39 קיסור-שבוע (געזאמיגטער דאמפסע) .
- 40 קיסור הנולד מעצמו (שפאָנטאָנע דאמפסע-ענטע וויקקעלונג) .
- 41 קיסור המחומם יתר על המדה הדרושה (איבער-היצטער דאמפסע) .

מבוא

- התייחסות המוכנה-הקיסורית למצב-החמרי ודרחני אשר להארם . (מן § 1 עד 10)
- 1 המוכנה-הקיסורית עורה לשנות את מצב בני הארם לזיטיב להם במצב-החמרי .
- 2 פעולת המוכנה-הקיסורית במטרת-ההרים .
- 3 פעולת המוכנה-קיסורית במכנה-האניות ובמעבר-האניות (שיפ-צאריט) .
- 4 פעולת המוכנה-הקיסורית לסלילוח נתיבות-הברזל ולחפור תעלות .
- 5 פעולת המוכנה-הקיסורית לעצור בער הרעב ולהגדיל המכחור .
- 6 פעולת המוכנה-הקיסורית בבתי-המלאכה .
- 7 פעולת המוכנה-הקיסורית בעבודת השרה והבית .
- 8 המוכנה-הקיסורית היטיבה להארם במצבו הרוחני .
- 9 פעולת המוכנה-הקיסורית ללמד טוב מעם ורעה להעמים .
- 10 תכלית ומטרת של הספר הזה .

פרק ראשון

- פעולת החום בכל גבולות הטבע . (מן § 11 עד 16)
- 11 פעולת הקיסור לשנות פני כדור הארץ .
- 12 פעולת החום בעבודת הארם .
- 13 הרוח הנושב יפעול בכח החום .
- 14 המים השוטפים יפעלו בכח החום .
- 15 עליית האדים מן הארץ להוליד את העבים והעננים הוא פעולת החום .
- 16 אך יפעול החום להוליד את הקיסור ?

פרק שני

- יהרון פעולת המוכנה-הקיסורית על פעולת הארם , החיה והבהמה , המים והרוח . (מן § 17 עד 19)
- 17 פעולת המים והרוח , הארם והבהמה .
- 18 פעולת המוכנה-הקיסורית היא מסודרת יותר מפעולת כל כחות הטבע שיחממש בהם הארם לעבודתו .
- 19 כבירת כח הקיסור וגבורתו .
- פרק שלישי
- מה הוא קיסור ? ובמה כחו גדול לפעול פעולות גדולות ? . (מן § 20 עד 30)
- 20 שלשה המצבים השונים שבהגופים , מצב-המוצקי

47 חזקן לדעת כמה הקיפו אשר יאז בנסן קצת דרך כחא פתחה .

פרק שביעי

48 חזקן כח הקיפו לדגוע על ידו משאית נברים ולדריסם. (סן § 45 § 50)

49 כחא התחבצית (בעודענטערקראפט) אשר לקיפו .

49 כחא הוא סקל התשנא שיהל הקיפו לחים בבז? ועד איה נוכח דים הקיפו את התשנא?

50 חזקן כחא התחבצית לקיפו, ככחא במסקל התשנאלי.

42 הקיפו יושנס ככש יחלקו יתקן ככחא סתו ויתקד ככש יתפר ויתלל בנאזי .

43 כחא כחא התחבצית אשר לקיפו ככחא סתו חס שנת .

44 לח לדעת כחא התחבצית אשר לקיפו ויסי .

פרק שמי

מחיות הטעה הקיפו . (סן § 45 ע 47)

45 המחיות אשר בו יטע הקיפו החתה אשר כחא את הכחא סתלי אשר הקיפו אזור בו .

46 לח לדעת מחיות הטעה הקיפו .

חלק שני

כלל בקדו תבנית מוכנת הקיפו וקרות המצאתה .

66 תנועה התפוסה המצוקים כחא תפעלם חליפות פעם מלחינת האויר ופעם מלחינת הקיפו .

67 תנועה התפוס רחא ושוב כחא תפעלם חליפות פעם מלחינת האויר ופעם מלחינת הקיפו .

68 תועלת כחא להיחזק האויר לעבד בו בתוד כחא עוזר (אלס ארייטערקראפט) .

69 מוכנת האנבקרמח (פולוטר מאשינע) .

פרק אחד עשר

תולדות התכם המתגדס דעניז פאפין אשר בנה מוכנת קיפודיות. (סן § 70 ע 73)

70 פאפין עשה בחינות רבות לנסח ספתיחה הקיפו .

71 פאפין המציא את הקודה המגודה (שליכטמאפ) שנוכל לבשל בה עצמות ועצים ולהחכם לסקא רחא, וגם המציא את ולחות הבמתחן (ויזערהייסס הענטיל) להגין על מוכנת הקיפו שלא תבקענה.

72 המצאת פאפין לתוליד בעזרת הקיפו סקום פניו מהאויר , ולהשחמש בהקיפו בתוד כחא ציע .

73 התקנים שתקן פאפין את המוכנת הקיפודיות שהמציא, גם בנה אניה שהתנועה בבח הקיפו .

פרק שנים עשר

המתגדס זאוערי המציא מוכנת קיפודיות והמתגדס פאפין תקן את מוכנת זאוערי , וגם המציא פאפין המוכנת העוברת בקיפו שלחיצתו חזקה (האבדרוקק מאשינע) . (סן § 74 ע 77)

74 המתגדס זאוערי המציא מוכנת קיפודיות .

75 התמרות שנמצאו עוד במוכנת זאוערי .

76 המתגדס פאפין תקן את מוכנת זאוערי .

77 המוכנת העוברת בקיפו שלחיצתו חזקה (האבדרוקק מאשינע) שהמציא פאפין .

פרק שמיני

קרות המוכנת הקיפודית עד המצוק סן ווארקעסטער. (סן § 51 ע 57)

51 מי המציא את המוכנת הקיפודית ?

52 התכם הטעף האלמנטרי .

53 מרוע יתנועע הכוד של הטעף ?

54 התכם גיאוגאמי ברצנאס האיסמאלי .

55 המתגדס בלסקא דע גאראי הספרדי .

56 המוכנת הקיפודית שהמציא התכם זלמן דעקא .

57 כמסלה דעת אספה את דעקא לסקלם והסנועים .

פרק תשיעי

בנין המוכנת הקיפודית על ידי המצוק סן ווארקעסטער ועל ידי התכם שמאל מארעלאנד .

58 המצוק סן ווארקעסטער .

59 המוכנת הקיפודית שהמציא דע ווארקעסטער .

60 דע ווארקעסטער רחא את זלמן דעקא בבית סקלס המשוועים ולמד כחא לדעת כחא הקיפו ופעולתו .

61 התכם שמאל מארעלאנד .

62 לראשונה לא השכלו הכמי המעבאניק לעבוד בהקיפו ולהשחמש בו מבלי אמצעי (יריעקס) בתוד כחא עוכד , אבל השחמשו בו בתוד כחא עוזר לעוד על ידו כחא אחר .

פרק עשירי

כחא להיצת אויר הנשימה (קראמט דעס לופטי דרוקק) . (סן § 63 ע 69)

63 התגלות כחא להיצת אויר הנשימה .

64 בחינת מארעילאק לנסח כחא להיצת האויר .

65 המצאת כלי מריק האויר (לופס מוכפע) .

- 99 התנהגותהישיבה (דיא געדארע-פיהרונג) .
- 100 תבנית המוכנה-הקיסורית על פי ששת וואַס .
- 101 קירות שנות חיי וואַס האחרונים .
- 102 מצבת-הכבוד אשר הוקמה בענגלאנד לשם וואַס לזכר עולם .

פרק ששה עשר

קורות ימי אָליווער עוואַנס ותבנית פעולת המוכנה הפועלת בקיסור שלהיצתו חזקה . (מן § 103 עד 111)

- 103 מוכנה עוברת בלחיצה חזקה (האַלד-רוקסאשינע) .
- 104 ערך התועלת אשר לשני מיני המוכנות-הקיסוריות העוברות בלחיצה קצנה העוברות בלחיצה חזקה .
- 105 המהגרס לעאופאָלד ומוכנת הקיסור שהמציא .
- 106 קורות המהגרס אָליווער עוואַנס .
- 107 עוואַנס בקש כתב-זכות (פאַטענט) לבנות עגלה-קיסורית, וממשלת פּענגעלוואַיץ חשבה אותו למשוגע בגלל בקשתו זאת .
- 108 עוואַנס השיג כתב-זכות על המצאתו מאת ממשלת סאַריאַלַנד .
- 109 מוכנות הפועלות בקיסור תחמשט (עקספּאַניזשנס מאַשינען) .
- 110 תבנית מוכנת הקיסור שהמציא עוואַנס, ועל פי התקונים שהקן בה המהגרס וואַלף .
- 111 מוכנות-תחמושות (אָפּעלירענדע באַשינען) .

פרק שבעה עשר

תבנית ומעשה קלחת-הקיסור עם כל כליה . (מן § 112 עד 119)

- 112 קלחת-הקיסור (ראמפּס-קנססעל) .
- 113 צינור השופך את המים בקלחת .
- 114 מורד גובה המים (וואַסער שטאַנדס מעסער) .
- 115 משפיע המים (וואַסער צופיהרער) .
- 116 כלי-מודד לחיצות הקיסור (מאַנגאַמעטער) .
- 117 מורד לחיצת הקיסור של החכם בורדף .
- 118 דלת-הבחינון (ויזערהייטס ווענקעללע) .
- 119 תבנית הקלחת הקיסורית עם כל כליה .

פרק שמונה עשר

המוכנה העוברת בכח האוויר-המהומם (קאָלאַרישע מאַשינע) . (מן § 120 עד 126)

- 120 יתרון מוכנת-התחם על מוכנת-הקיסור .
- 121 מוכנת-החום הראשונה של המהגרס עריקוואַן .
- 122 עריקוואַן בנה אניה מתנועעת בכח מוכנת-התחם, על מה נוסדה פעולת מוכנת-התחם ?
- 123 תבנית ומעשה מוכנת-התחם לכל כליה .
- 125 המוכנת העריקוואַנית הפועל על ידי נשימת-האוויר

פרק שלשה עשר

נעווקאָמען הפחמי (שמיד) וקאוּולי המזנג (גלאַזער) בנו יחד מוכנה-קיסורית על פי עשה חדשה, הענרי פּאָסטער נער קמן היטיב לתקן את המוכנה-הקיסורית . (מן § 78 עד 83)

- 78 נעווקאָמען וקאוּולי ממציא מוכנה-קיסורית .
- 79 נעווקאָמען וקאוּולי עשו תבנית (מאַרעל) למוכנה-קיסורית חדשה .
- 80 המוכנה-הקיסורית הראשונה אשר בנו נעווקאָמען וקאוּולי .
- 81 נעווקאָמען וקאוּולי מצאו תתבולה לקרר את הקיסור על ידי שהביאו סילון של צונן לתוך המוכנה .
- 82 תבנית מוכנת הקיסור שהמציא נעווקאָמען .
- 83 התועלת הגדולה אשר הועיל הנער הענרי פּאָסטער בחקנתו את המוכנה-הקיסורית .

פרק ארבעה עשר

המהגרס דועכס וואַס עשה תקנות רבות בהמוכנה הנעווקאָמענית . (מן § 84 עד 87)

- 84 ימי הילדות אשר להמהגרס וואַס .
- 85 וואַס תקן את מוכנת נעווקאָמען .
- 86 כלים-עמדת-הקיסור (קאָנדיט-צאָפּאַר) .
- 87 כלי-מריק-האוויר שבהמוכנה-הקיסורית .

פרק חמשה עשר

תבנית ופעולת המוכנה-הקיסורית שהמציא וואַס וקורות ימי חייו של החכם הזה מיום היותו לאיש עד יום מותו . (מן § 88 עד 102)

- 88 מוכנה וואַס הפשוטה בפעולתה והכפולה בפעולתה (דיא איינפאַכטיג-ווינקענדע אונד דאָפּפּעלס ווינקענדע מאַשינע) .
- 89 התחברות וואַס לראשונה עם הדאָקטאָר ראָבאָק ואתרי כן התחבר עם מאַטהיאוס בולטאָן .
- 90 המשכרות אשר לקח וואַס מאת כל איש שוכר המוכנות שלו לעבודה .
- 91 הולדת הנועה-מעגלית (ראַפּירענדע בעווענונג) בכח הקיסור .
- 92 אצילות התנועה בהמוכנות מחלק לחלק .
- 93 ברוא בעלת ארבע דרכים (פּיערוועג-האַרן) .
- 94 כריה-המועתק (שיבערווענטלל) .
- 95 להודיע-אמצא-מרכז (עקסצענטריק) .
- 96 כח-התנופה (שוואַונג-קראַפט) .
- 97 האוסף-המעופף (שוואַונג-ראַד) .
- 98 מישר-הכדורי (קוגעל-רעגולאַטאָר) ומסגרת-המחנק (דראַפּטעל-קלאַפּע) .

- 128 החכם לעֲנָאָרַע המציא מוכנה הפועלה בכח האויר-המעישי .
- 129 מעט מקורות החכם לעֲנָאָרַע .
- 130 תבנית ומעשה המוכנה-הלעֲנָאָרַית .
- 131 המהגרס מארינאני תקן את מוכנה לעֲנָאָרַע .
- 132 המהגרס הוגאן תקן גם הוא המוכנה-הלעֲנָאָרַית .
- 133 המהגרס אָמָאָ תקן גם הוא את מוכנה לעֲנָאָרַע .
- 134 כשרון-פעולה המוכנה הלעֲנָאָרַית .

- כי תשאף לקרבה אויר- קי ותגשם מתוכה אויר חם .
- 126 תנועת-רצוא-ושוב בהמוכנה העריקוֹאִיִת .
- פרק תשעה עשר
- מוכנה הפועלת בכח אויר-המעישי (קנאלל-נאו מאשינע) . (סן 127 § עד 134)
- 127 מה הוא אויר-המעישי ? וכמה כחו גדול ?

הלך שלישי

יכלול בקרבו תבנית אנית הקיטור וקורות המצאתה .

- 150 האניה-הקיטורית הראשונה שבנה פולטאן בצרפת .
- 151 האניה-הקיטורית השנייה שבנה פולטאן בצרפת .
- 152 פולטאן וליווינגסטאן השיגו כתב-זכות (פאטנט) באמריקא-הצפונית לבנות אניות-קיטוריות .
- 153 בנין האניה-הקיטורית קלערמאָנבט .
- 154 מעבר האניה-הקיטורית הראשונה בין נייאירק ובין אלבאניע .
- 155 מות פולטאן .
- 156 שמינגטאן בנה אניה-קיטורית באירלאנד .
- 157 קורות האניה-הקיטורית בצרפת .
- 158 קורות האניה-הקיטורית בענגלאנד .

פרק שלשה ועשרים

- מעבר האניה-הקיטורית מאיראפע לאמריקא . (סן 159 § עד 161)
- 159 עד שנת 1836 חשבו כל יושבי תבל שבלתי אפשר לעבור באניות-קיטוריות את הים אוקיינוס .
- 160 שתי האניות אשר עברו לראשונה בשנת 1838 את הים אוקיינוס .
- 161 לזיתן , האניה-הקיטורית היותר גדולה שבעולם .

פרק ארבעה ועשרים

- מוכנת-האניה וכלי-משומה . (סן 162 § עד 173)
- 162 גלגלי-האניות (שיפ-מכרזרע) .
- 163 השרויבע המימית שהמציא החכם היוני ארכימדוס .
- 164 בחינות רבות שנעשו להגיע האניות בכח השרויבע עוד כשרם שנתגלה המוכנה-הקיטורית .
- 165 המצאת המהגרס דוקע .
- 166 המצאת המהגרס דניאל בשינאָוללי .
- 167 המצאת המהגרס פייקאָן .
- 168 התבנים שכוּאל בראָווען וסמיטה אשר בנו אניות המתנועעות בעזרת השרויבע .
- 169 את מי נוכל לחשוב להמציא תראשון של

- פרק עשרים
- מעבר-האניות (שיפ-מארהט) בימי קדם . (סן 135 § עד 141)
- 135 המצאת האניות , הרוכרות (פלאמען) והמשומים (רוזער) .
- 136 מעבר-האניות בימי קדם .
- 137 הבנענים ראשית הגויים במעבר-האניות .
- 138 מעבר האניות אצל היוונים-הליניעיים והאפאָנים .
- 139 האמצעים שהשתמשו בהם הספנים להגיע על ידם את אניותיהם .
- 140 תורני ומרשי האניות .
- 141 אניות המתנועעות בגלגלים .

פרק אחד ועשרים

- קורות האניה-הקיטורית עד החכם פֹּלְטָאָן . (סן 142 § עד 147)
- 142 תחלת המצאת אניה-הקיטורית .
- 143 בזנת 1753 החליט המהגרס בערינאולי שבכח הקיטור לא תוכל האניה להתנועע , והאקארעמי להמדרים שבפאריז הככימה לדעתו .
- 144 פעריע וזפרע בנו איש איש אניה המתנועעת בכח הקיטור .
- 145 המהגרס פִּיסֶךְ בנה אניה-קיטורית .
- 146 המהגרס רוסווי בנה אניות-קיטוריות .
- 147 הככים רבים כמו בענגלאנד ובאמריקא לבנות אניות-קיטוריות , אבל אין אחד בהם שהביאן לשלמותן .
- פרק שנים ועשרים
- קורות ימי המהגרס פֹּלְטָאָן ממציא האניה-הקיטורית (סן 148 § עד 158)
- 148 קורות ימי הילדות של המהגרס פולטאן ממציא האניה-הקיטורית .
- 149 פולטאן המציא אניה הצפה בתחומות ים (אונטער זענ'טע שיפ) .

- 175 ערכי המשאות שתוכלנה להסיע אניות-סוחר של כל סוהרי עמים שונים .
 176 אניות-סוחר השמות במזרות וביאורים .
 177 אניות-מלחמה ואניות הצי (וויעדער שיפף) .
 178 אנית-המגדל (טהורעם שיפף) .
 179 סוללות-המגינים השמות בים (געפאנצערטע שוויסמנעדע-באטערייען) .
 180 מספר אניות-המלחמה שלכל אחת מהמשלות
 181 השקפה כללית על סכום כל אניות-המלחמה הנמצאות בתבל .

חלק רביעי

יכולול בקרבו תבנית וקורות נתיבות הברזל ועגלת הקיטור .

- 197 הלאקאמאטיווע הראשונה לא הוטבה בעיני שמעפענואָהן .
 198 הלאקאמאטיווע השנייה שבנה שמעפענואָהן .
 199 שמעפענואָהן בנה מסלת ברזל מן שמאָקסאָן ער דארלינגטאָן .
 200 שמעפענואָהן יסד בית-מלאכה לבנין הלאקאמאָן-טיווען .
 201 האגורה שנוערה לכלול מסלת ברזל בין ליווערפאָל ובין מאנשעכטער .
 202 חכמי ההנדסה שבענגלאנד החליטו שבעגלה קיטורית בלתי אפשרית לנסוע במהירות $2\frac{1}{2}$ פרסאות לשעה .
 203 שמעפענואָהן סלל מסלת-ברזל בין ליווערפאָל ובין מאנשעכטער .
 204 שמעפענואָהן בנה הלאקאמאטיווע ויקרא את שמה, ראקטטע .
 205 מסלות ברזל אשר סלל שמעפענואָהן בארצות שונות .
 206 המהנדס ראָבערט בן געאָרג שמעפענואָהן .

פרק תשעה ועשרים

- מלילת המסלה של ברזל. (מן § 207 ער 209)
 207 איך מצאו חכמי המרות את הדרך הישרה והיותר קצרה לסול עליה מסלות-ברזל?
 208 מערה-ספולשה (מונעל) ומעברות-הקיטוריות (ראמפּטבאָרדע) .
 209 מעלות ומזרות על מסלת-הברזל .

פרק שלשים

- הכנות המכוננות להעביר על ידן ממסלה למסלה את הלאקאמאטיווען והעגלות הנמשכות ארריהן. (מן § 210 ער 213)
 210 המסיר (ווייעל) או המחליף (וועכשעל) .

השרויבע-הספנית ?

- 170 המהנדס הנעלה פרעדריק זואווע .
 171 המהנדס יוסף רעססעל .
 172 יתרון פעולה השרויבע על פעולה הגלגלים .
 173 תבנית המכונת-הקיטוריות המניעות את האניות.
 פרק חמשה ועשרים
 אניות-סוחר וציי-מלחמה (האנדערלס-אינד קרינגס-פלאָטען) (מן § 174 ער 181)
 174 אניות-סוחר אשר לכל סוהרי ארצות תבל .

פרק ששה ועשרים

קורות המצאת נתיבות הברזל (מן § 182 ער 187)

- 182 נתיבות הברזל (אייזענבאָגען) .
 183 הדרכים הסללים בימי קדם .
 184 ריינגלרס בנה נתיבות של ברזל הראשונות .
 185 מרוצת העגלות חקל הרבה על נתיבות-ברזל כאשר על הנתיבות-המורגלות .
 186 המצאת עגלת-הקיטור (ראמפּטוואָגען) .
 187 מדוע לא הצפו בוני העגלות הקיטוריות הראשונות להסיע את העגלות על נתיבות ברזל .

פרק שבעה ועשרים

- קורות שמעפענואָהן מציא הלאקאמאטיווע . (מן § 188 ער 195)
 188 געאָרג שמעפענואָהן היה בן דלת העם .
 189 ימי הילדות אשר לשמעפענואָהן .
 190 שמעפענואָהן נתעלה למדרגת משגיח-מוכנה-קיטורית (מאשינען וואָרטער) .
 191 שמעפענואָהן החל ללמוד את הקריאה והכתיבה בהיותו נער בן שמונה עשרה שנה .
 192 שמעפענואָהן הופקר למעצר המוכנה (ברעמזער) .
 193 שמעפענואָהן נתעלה למדרגת מהנדס (אינזיניער) .
 194 שמעפענואָהן נהיה למנצח על בוני המכונות (מאשינענמייכטער) .
 195 מה העירה את לב שמעפענואָהן להמציא הלאקאמאטיווע ?

פרק שמונה ועשרים

- הלאקאמאטיווען ונתיבות הברזל אשר בנה שמעפענואָהן . (מן § 196 ער 206)
 196 הלאקאמאטיווע הראשונה שבנה שמעפענואָהן .

תוכן הענינים

- 211 לוח המקום (ררעהשיווע) .
- 212 הציונים העומדים לבס להודיע למנהיגי
הלאקאמאטיווע לנסוע או לחזור .
- 213 התעקמות המסלה (קרימונגען דער באהן) .
- ### פרק אחד ושלישים
- מסלות של ברזל המלולות בכל ארצות תבל .
(מן § 214 עד 221)
- 214 מסלות הברזל באייראמע .
- 215 מסלות הברזל באמעריקא .
- 216 מסלות הברזל באזיע .
- 217 מסלות הברזל באפריקא .
- 218 מסלות הברזל באויסטרעליען .
- 219 כמות מסלות הברזל בכל הארצות בערך לגודל
שטחן ובערך למספר תושביהן .
- 220 אורך מסלות של ברזל שנשללו עד סוף שנת
1874 בכל ארצות תבל .
- 221 אורך ומשקל מסילת-הברזל (שיגען) המשתרעים
על כל מסלות-הברזל .
- ### פרק שנים ושלישים
- הבניית עגלות-הקיסור לכל כליה .
(מן § 222 עד 229)
- 229 בכמה תשחנה הלאקאמאטיווע מיתר מוכנות-
הקיסור ?
- 223 הבניית העגלה-הקיסורית .
- 224 התגור של הלאקאמאטיווע .
- 225 הקלחת של הלאקאמאטיווע .
- 226 דלת-הבטחון (זייכערהייסס וענגטיללע) .
- 227 תהלכות הקיסור בפעולתו בתלאקאמאטיווע .
- 228 פעולה המוכנה להניע את האופנים .
- 229 העצרת העגלות במרוצתן (ברעמוען) .
- ### פרק שלשה ושלישים
- עגלות הקיסור המתנועעות על דרכים מורגלים
(ראמפלאנגען אויף געוואהנליכע שטראסען) .
(מן § 230 עד 235)
- 230 המוכנה הנוסעת (לאקאמאטיווע) .
- 231 הלאקאמאטיווען המסיעות עגלות על דרכים
מורגלים .
- 232 עגלה-הקיסור העוברת על מסילת-ברזל (שיגען)
אשר היא בעצמה תציעם למניה .
- 233 הלאקאמאטיווע אשר בנה המהגרים לאמץ להסיע
עגלות בדרכים מורגלים .
- ### פרק ארבעה ושלישים
- נתיבות ברזל האוויריות (אמאמאספערישע
אייזענבאנהען) . (מן § 234 עד 238)
- 234 עגלה המתנועעת בכח האוויר-המלוחק .
- 235 הבניית נתיבות-הברזל האווירית .
- 236 הכח שבו ידחוק האוויר-המלוחק את העגלה .
- 237 הבניית המוכנה המריקה את האוויר מהמנועל שבו
תעבורנה העגלות הנוסעות בכח האוויר-המלוחק .
- 238 נטיעת האדים בעגלות המתנועעות בכח לחיצת-
האוויר במערות מקורות .
- ### פרק חמשה ושלישים
- המסלות של ברזל המהוללות העולות על ראשי
ההרים או העוברות דרך מערות מקורות .
(מן § 239 עד 249)
- 239 מערות-מקורות (טונעלען) .
- 240 מסלות-ברזל העוברות דרך החר מאנט-צעניס .
- 241 המצאת הקו הישר בעובי החר מאנט-צעניס לחפור
בו המערה אשר בה סלולה המסלה של ברזל .
- 242 המוכנות אשר בעזרתן נעשתה החפירה הארוכה
דרך החר מאנט-צעניס .
- 243 הבניית ופעולה המוכנות אשר בעזרתן יתעבה
האוויר (ווירד דיא לופט עקערדיכטעט) .
- 244 איל המימי (הידרולישער ווירער) הבניתו
ופעולתו .
- 245 המסלה של ברזל העתידה להבנות מתחת
להמער ס'ט גאטהארד המחבר את ארץ
גערמאניא עם ארץ שווייץ, והמסלה של
ברזל העתידה להבנות מתחת לתתום הים
המברזיל בין צרפת וענגלאנד .
- 246 מסלות העולות למרומי ההרים והיורדות מראש
ההרים לבקעה .
- 247 הבניית השלום (פאציפיק באהן) היא המסלה
של ברזל היוצרת גדולה בעולם, המשתרעת מהים
אוקיינוס האטלאנטי עד ים אוקיינוס השקט .
- 248 הנמורת הגדולה אשר עברו חכמי הבנאים למלול
את מסלת הפאציפיק .
- 249 החקונים הרבים השוכנים המתקנים לטובת
הנוסעים בהעגלות אשר על מסלת-הפאציפיק .

אל הקונים

מן שאר החבורים שחיבר מחבר הספר הזה נמצא למכור במסדה-ספרינו אשר בוויילנא וביד כל הסוכנים אשר לנו ברוסיא וחוץ למדינה :

א ספר המנוחה והתנועה מחולק לארבעה חלקים .
חלק ראשון החומר והכחות . מבאר כל הסגולות הכלליות והפרטיות אשר להגופים .
חלק שני חכמת שווי-המשקל (סטטיק Statik) .
חלק שלישי חכמת התנועה (דינאמיק Dynamik) , וחכמת תקוני המוכנות (סטטישנינענלעהרע) .

חלק רביעי חכמת השמע, והוא החלק המכבי והלמודי מחכמת המוזיקא .
בהספר הזה נמצאים יותר מן שש מאות ציורים פתוחי עין (האָלצעשניממע) .
(מחירו * 1. 75 ר"כ , ובכסף פרוסיא 5 מארק , ובכסף אוסטריא 2. 65 פלארין ע"י ,
וסבוך בכד יפה 2. 15 ר"כ , או 6 מארק , או 3. 25 ס')

ב ספר ההרכבה וההפרדה או חכמת הכעמיע מחולק לשני חלקים ובו יותר ממאתים ציורים פתוחי עין .
החלק הראשון חכמת הכעמיע הכללית .
החלק השני חכמת הכעמיע מיסודות בלתי מתכותיים .
(מחירו * 1. 60 ר"כ , או $4 \frac{2}{3}$ מארק , או 2. 40 פלארין ע"י)

ג ספר תולדות האש והמים הזה . (מחירו * 1. 30 ר"כ , או $4 \frac{1}{3}$ ס' , או 2. 25 ס')
ד ספר אבן השואבת מחולק לשני חלקים עם ציורים הרבה , החוקר על חכמת המאנגעטיזמוס ביחוד ועל כל כחות המבע בכלל .
(מחירו * 1. 40 ר"כ , או 4 מארק , או 2. 15 פלארין)

ה ספר משפטי המגבילים וספר לוחות המגבילים מורה דרך ללמוד מבלי עזרת מורה ובלי ידיעת קדמת מחכמת האלגעברא את משפטי השרשים והמדרגות ומשפטי האנאליזה מען הנוסדים עליהם , גם יבואו בו משפטי השבונות שגנים אשר יתחשבו בעזרת האנאליזה מען .
(מחירו * 1. 30 ר"כ , או $4 \frac{1}{3}$ מארק , או 2. 25 ס')

המדפיסים האלמנה והאחים ראם בוויילנא

(* פארטא ישולם בעד כל אחד מהספרים שכר פונט אחד לפי האריף .

אדרעסע אלינו :

Въ типографію Вдовы и братьевъ Роммъ. Въ Вильнѣ.
Wittve et Gebrüder Romm . in Wilna Russland .

