



30¢.

Mackin. Twp.
Detroit. Mich.
U. S. A.



ФРАНЦ ШІНДЛЕР.

ФІЗИКА

ДЛЯ ВИЩИХ ПОЧАТКОВИХ ШКІЛ.

(105 МАЛЮНКІВ В ТЕКСТІ.)



З НІМЕЦЬКОЇ МОВИ ПЕРЕКЛАВ
АНДРІЙ САБАТ.

ОПРАЦЮВАВ І ЗРЕДАГУВАВ
Т. ГУБЕНКО.

КОШТУЄ 6 ГРИВЕНЬ.

КИЇВ — ВІДЕНЬ.

ВИДАННЯ ТОВАРИСТВА «ВЕРНИГОРА».

1918.

Друковано 15.000 примірників.

ЗМІСТ.

	Стор.		Стор.
Метрична система мір
I. Про тіла взагалі.			
1. Просторість і матерія тіл; по- дільність	7	5. Мішанина й розчин	10
2. Стани скруності тіл	7	6. Непроникливість	11
3. Роди цілких тіл	8	7. Щілинність (Поруватість)	12
4. Спійність і прилипність	10	8. Тягота	12
		9. Тягар	13
II. Про тепло.			
10. Температура, передавання (уді- лення) тепла	14	16. Топлення і ціпнення (тверд- нення)	19
11. Розширення під впливом тепла .	15	17. Парування і кипіння	20
12. Термомір	16	18. Краплення пари	21
13. Нагрівання води і струї в ній .	17	19. Вокісні повітря і головні П аміни	22
14. Нагрівання повітря; протяг і вітер	18	20. Джерела тепла	23
15. Ширення тепла	18		
III. Про магнетизм.			
21. Магнетне притягання, природні і штучні магнети	24	23. Розбудження магнетизму; удер- жання магнетної сили	26
22. Полярність	25	24. Магнетне відхилення (відхил); компас	26
IV. Електричність.			
26. Електризаування через поти- рання	27	32. Електричність атмосфери; гро- мовиця; громозізд	33
27. Провідники електричності .	28	33. Електричність від зіткнення; звено Вольти; електричний струмінь	34
27. Додатна і відjemна електричність	29	34. Найавичайніші гальваничні еле- менти	36
28. Електризаування через вплив. (Електрична індукція)	29	35. Діїства гальваничного струменя	36
29. Електрична машина	30	36. Електричний давоник і телеграф	38
30. Діїства електричності, розбу- джені тертям	31		
31. Електрофор і лейденська пляшка	32		
V. Про внутрішню ріжнородність тіл.			
а) Неорганічні тіла.			
37. Хемічна сполука, хемічний роздклад; елементи	40	42. Сірка і фосфор	45
38. Атмосферичне повітря	42	43. Хліор	46
39. Вода	43	44. Вапно	47
40. Вугіль, вугляний квас і окис вугля	43	45. Поташ і сода	48
41. Горіння і ефільні газ	44	46. Скляні і глиняні вироби	48
		47. Залізо	49
		48. Цинок і мідь	51
		49. Оліво і цинка	51
		50. Шляхетні метали	52

Стор.	Стор.		
б) Органичні тіла.			
51. Цукор і крохмаль	52	54. Квасне мусування (ферментація); оцтовий квас	55
52. Жири	53	55. Засоби поживи	55
53. Спиртове мусування (ферментація); алкоголь	54	56. Тління і гниття	57
 VI. Механіка.			
а) Механіка цілких тіл.			
57. Осередок тяготи	57	68. Тиснення течей	68
58. Рівновага цілких тіл; стійкість	68	69. Страна на тягарі цілких тіл в течах; плавання	69
59. Ворушило (підйома)	59	70. Ареометр	69
60. Бльок (валок) і коливорот (вогтило)	61	 б) Механіка повітряних тіл (газів).	
61. Покила площа і клин	62	71. Тиснення повітря	70
62. Шруба	63	72. Барометр	71
63. Покій (спочинок) і рух; безвладність	64	73. Лівар (духовик) і ручна сикавка	72
64. Рівномірний рух	65	74. Помпа (водотяга)	73
65. Нерівномірний рух	65	75. Баня Герона і пожежна сикавка	74
66. Перешийки рухові	66	76. Згуальна помпа і ковалський міх (роздувальний міх, димач)	75
 б) Механіка краплисто-плинних (рідких) тіл.			
67. Стан рівноваги течей	67	77. Розпряжність (пружність) водяної пари	76
		78. Парова машина	76

VII. Про голос (звук).

79. Повставання і ширення голоса	78	81. Тон і найважливі звуки (гучливі) тіла	80
80. Роди голоса	79	82. Відбивання голосу; людське вухо	81

VIII. Про світло.

83. Світло, ширення світла, тінь	82	89. Розщеплення (розклад) світла на барви; веселка	88
84. Відбивання світла	83	90. Людське око і зір (зорок)	89
85. Плоске дзеркало	84	91. Умови виразного зора; окуляри	90
86. Заломлення (переслом) світла	85	92. Мікроскоп	91
87. Оптичні сочки	86	93. Телескоп (далековид)	92
88. Утворення образів (подоб) при допомозі сочки	87	94. Хемічні дії світла; фотографія	93

Метрична система мір.

При наукових дослідах всюди вживають метричної системи мір. Основною одиницею, звідки походять всі остальні, є одиниця довжини — метер. Ця одиниця була встановлена перше у Франції р. 1799 і визначала одну десятимільйонову частину ($\frac{1}{10\,000\,000}$) чверті земного південноїника (від бігунка до рівноденника). Зразок цієї міри, виготовлений зі стопу плятнини з ірідієм, переховується в Міжнародному Бюро мір і ваг відкритому в Парижі.

Міри довжини.

1 кілометер (km)	=	1000 метрів (m)
1 метр	=	10 дециметрів (dm)
1 дециметр	=	10 центіметрів (cm)
1 центіметр	=	10 міліметрів (mm)
1 міліметр	=	1000 мікронів (μ).

Міри поверхні.

1 кв. метер (m ²)	=	100 кв. дециметрів (dm ²)
1 кв. дециметр	=	100 кв. центіметрів (cm ²)
1 кв. центіметр	=	100 кв. міліметрів (mm ²).

Міри об'ємів.

1 кб. дециметр (літра) (dm ³)	=	1000 кб. центіметрів (cm ³)
1 кб. центіметр	=	1000 кб. міліметрів (mm ³).

Міри ваги.

За основну одиницю ваги приймають грам; грам є вага одного кубичного центіметра води при 4°С.

1 кільограм (kg)	=	1000 грамів (g)
1 грам	=	10 дециграмів (dg)
1 дециграм	=	10 центіграмів (cg)
1 центіграм	=	10 міліграмів (mg).

Подаємо тут порівнюючий табель деяких мір:

Міри довжини.

1 верства	=	1,067 km	1 km	=	0,937 верстви
1 сажінь	=	2,134 m	1 m	=	{ 0,469 сажн.
1 вершок	=	4,45 cm			1,406 арш.
1 дюйм	=	2,54 cm			

Міри поверхні.

1 кв. сажн.	=	4,552 m ²	1 m ²	=	1,977 кв. арш.
1 кв. верш.	=	19,76 cm ²	1 cm ²	=	{ 0,050 кв. вершк.
1 кв. дюйм	=	6,45 cm ²			0,155 кв. дюйм.

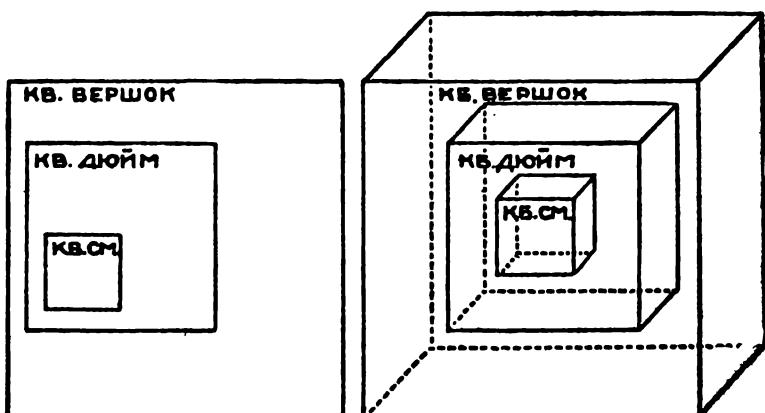
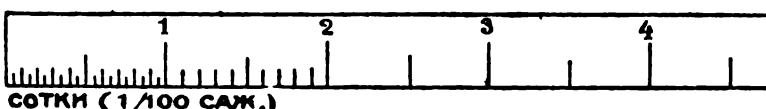
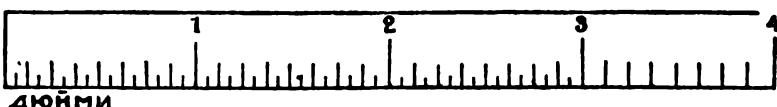
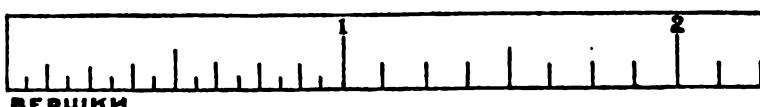
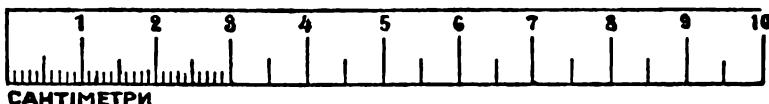
Міри обємів.

1 кб. саж. = 9,713 m^3 1 m^3 = 2,78 кб. арш.
1 кб. верш. = 87,824 cm^3 1 cm^3 = { 0,011 кб. верш.
1 кб. дюйм = 16,387 cm^3 0,061 кб. дюйм.

1 відро = 12,299 літрів
1 dm^3 (літра) = 0,081 відра.

Міри ваги.

1 пуд = 16,38 кільограмів (kg) 1 kg = 2,44 фунта
1 фунт = 409,51 грамів (g) 1 g = 0,234 золотн.



Фіг. 1. Справжній розмір метричного та звичайного укладу для порівняння.

I.

Про тіла взагалі.

1. Просторість і матерія тіл; подільність.

(Просторість і матерія.) Стіл, перо до писання, віконна шиба і всі інші предмети, котрі ми помічаємо нашими змислами, мають довжину, ширину і висоту; вони займають обмежений простір (Raum). Предмети, що займають обмежений простір, звомо тілами (Körper).

Властивість тіл займати якийсь простір звемо простористою тіл (Ausdehnung).

Стіл зроблений з дерева, перо до писання — зі сталі (криці, заліза), віконна шибка — зі скла. Те, що заповнює простір, зветься матерією або субстанцією (Materie, Substanz).

Шкільна книжка займає менші місця, ніж стіл; глечик займає більший простір, ніж шклянка. Кулі до гори часто бувають однакові завбільшки. Простір, що займає тіло, звемо його обємом (Rauminhalt, Körperinhalt або Volumen).

(Подільність.) Всі тіла подільні: цукор і крейду можна потовкити й роздробити, а інші цілі тіла — покраяти, попилити пилником, помолоти і т. і. і таким чином роздробити їх на менші частини. Розпустімо шматок цукру в воді; кожна крапля води буде мати солодкий смак, бо кожна містить в собі частинки цукру.

Цю прикмету тіл, в наслідок котрої їх можна зовнішньою силою або яким іншим чином розкласти на менші однакові частини, звемо механичною подільністю тіл (mechanische Teilbarkeit).

Яка надавичайно велика подільність тіл, можна легко бачити на пахучих матеріях і тих, що барвлять. Як то?

Найменші частинки тіла, яких ми вже не можемо спостерегти, але які ще мають всі фізичні властивості цього тіла, звемо частинками маси (дробинками) або молекулами (Moleküle).

2. Стани скупності тіл.

Бажаючи поділити ріжні тіла, наприклад: залізо, дерево, воду, або пересунути їх частинки, ми помічаємо якийсь опір; частинки тіл виявляють скупність, співпрацю (Zusammenhang).

В залізі, дереві і багатьох інших тілах складові частинки держаться купи так сильно, що їх не так легко можна пересунути або розлучити; тому предмети з заліза дерево і т. і. самостійно

удержують свій вигляд. Тіла, часточки (молекули) котрих мають таку велику скруність, що предмети, вироблені з них, самі удерживають свій вигляд, звуться ціпкими тілами (feste Körger).

Обем ціпких (твердих) тіл тисненням можна зменшити; отже вони стискальні. Розтягненням, випростовуванням і т. п. їх обем збільшується; отже вони розтягливі.

Часточки води, оліви і інших тіл мають таку малу скруність (спішку), що сі тіла самі собою без посудини не можуть заховати ніякого певного вигляду; лише в дуже малій кількості прибрають вони вигляд кулі або краплі. Тіла, часточки котрих мають на стільки малу скруність, що не можуть самостійно заховувати свого вигляду і лише в малій кількості утворюють краплі, звено каплисто-плинними (рідкими) тілами або течами (Flüssigkeiten).

Течі можна стиснути, але тільки в дуже малій мірі; розширяються ж лише під впливом тепла, що легко помітити.

Як що зануримо один кінець рурки в воду, а з другого кінця дмухнемо в рурку, то побачимо, як повітря виходить бульками на верх і помітимо, що кожна кількість повітря займає якийсь простір. Повітря є також тіло. Його часточки можна легко пересунути і розлучити; крапель вони не утворюють.

Як що в великім замкненім просторі (кімнаті) знайдеться хоча-б і в малій кількості світільного газу, то його своєрідний запах почусмо незабаром і в цілім просторі: Часточки світільного газу, як і повітря, змагаються як найдалі розійтися. Тіла, часточки котрих дають дуже легко себе пересунути і розлучити, не утворюють крапель і намагаються, аби як найдальше віддалитися від себе, звуться повітряними тілами або газами (Gase).

Гази, що повстали з течей, звуться парами, наприклад водяна пара. Повітряні тіла можна легко розширити і стиснути. Які стани скрунності має вода в природі?

3. Роди ціпких тіл.

(**Тверді і м'які тіла.**) Штабку заліза можна зігнути або зламати лише великою силою; віск же подається, як що його потиснути пучкою. Ціпкі тіла, часточки котрих можна пересунути або розлучити лише великою силою, звуться твердими тілами (harte Körger), а такі тіла, часточки котрих можна пересунути або розлучити при допомозі малої сили, звено м'якими (weiche Körger).

Кремінь твердіший від вапняків, залізо від міди і золота, а найтвёрдіший зо всіх тіл є діамант.

(**Крихкі і податні тіла.**) Коли захочемо змінити положення часточек скляної рурки або палички ляку, нагинаючи ці тіла, то вони враз втратять сполучність і тіла зломляться. Ціпкі

тіла, розєдання часточок котрих наступає на-
гло без попередньої зміни вигляду тіла, звуться
крихкими тілами (spröde Körger).

Надзвичайно крихкі є так звані «скляні (батавські) слізози» і «бельонські
пляшечки», котрих одержують наглим остудженням ще дуже гарячої
скляної маси.

Зігнімо дерево або шкіру або вдармо кілька разів по кутому
залізі; ми побачимо, що ці тіла приберуть інший вигляд, але
сполучність (счіпка) їх часточок не зміниться. Цікі тіла,
часточки котрих можна значно пересунути так,
що вони не тратять своєї сполучності (і розєд-
дання котрих наступає тільки цісля значної
zmіни вигляду тіла), звуться тілами податними
(zähе Körger).

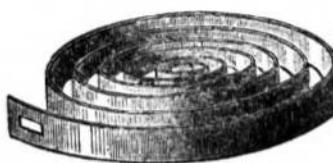
(Непружисті і пружисті тіла.) Залізний цвях можна зігнути
і наданий йому вигляд він удержує надалі. Пересунені часточки
олива та воску також не повернуть назад до свого первісного
положення. Тіла податні, пересунені часточки
котрих лишаються в своїм новим положенні, хоч
сила, що їх пересувала, вже перестала на них
впливати, звемо тілами розтягливими (dehnbare,
streckbare Körger).

На розтягливості полягає: вироби плиточок золота, бляхи, дроту і т. и.

Коли натягнемо шматочок кавчуку або зігнемо лозину, то ці
тіла зараз же прибрають знову свою первісну форму, як що сила,
що змінила їх вигляд, більше на них не впливає,
а пересунення часточек не вийшло поза певні
межі. Податні ті-
ла, пересунені
часточки кот-
рих повертають
більш-менш зно-
ву до свого пер-
вісного по-
ложення, як що



Фіг. 2.



Фіг. 3.

сила перестала на них діяти, звуться тілами
пруживими (elastische Körger).

Сила, за допомогою котрої пересунені часточки повертають
самі до свого первісного становища, зветься пруживістю
або еластичністю (Elastizität, Federkraft).

Найбільш пружистими (пруживими) тілами є: кавчук, кістя
слонова, рогівка (китова), струни з кишок, загартована сталь
(криця) і т. и.

ПРУЖИСТИХ ТІЛ УЖИВАСМО: 1. Щоб викликати рухи (фіг. 2).
Пружини в годинниках, пружини в рушницях. 2. Для охорони від
шкоди, яка-б моїла повстati від тиску або удару. Пружини
в меблях до сидження (фіг. 3), в бричках, стовчаках (пуфера) вагонів. 3. Там,
де потрібне тісне зіткнення або щільне припірання.
Еластичні підв'язки, коркові затички і т. и.

Для чого завивають скляний, гончарський крам і інші предмети, що
легко розбиваються, в сіно, солому і т. и.?

4. Спійність і прилипність.

(Спійність.) Часточки тіл, як вже сказано вище, мають більшу або меншу сполучність. Причиною цієї сполучності є сила, при допомозі якої часточки тіла взаємно притягаються. Цю силу притягання, що споє однородні часточки тіла, ми звемо силою сполучності або спійністю (Kohäsion).

Як що ми зломимо кусник дерева або розібремо камінь, то знову зложити цілості цих тіл з дрібних частей, як би ми старанно ці частини не прикладали і не тискали одну до другої, вже не можна. Зовсім не буде з м'якими і плинними тілами, бо склад цих тіл іс перешкоджає їх часточкам тісніше зближуватися. Спійність має силу лише на незмінно малі віддалення.

Частинки тіла можна й інакше розлучити; тіло можна розрізти, розломити, роздушити або скрутити. Величина опору, який протиставляє тіло розлученню своїх частей, звуться міцністю (відержністю) тіла (Festigkeiten des Körpers).

(Прилипність.) Як що ми потягнемо крейдою по дерев'яній дошці, то часточки крейди поглипають до дерева і на дошці ми зоставимо лінію; як що ми дві плоско вигладжені металеві або скляні плити стулімо рівними площами старанно до купи, то вони держаться одна другої; вода, зрошуючи дерево і скло, поглипає до них. О цю силу притягання, якою дві різні однородні тіла можуть придержуватися одно другого, ми й звемо прилипністю (Adhäsion).

На прилипністи полягає: писання, рисування й малювання, білення, фарбування, позолочування, друкування, також клейння, кітування, мурування, лютування і т. і.

Занурім в посудину з водою одну широку рурку і ще кілька дуже вузьких скляніх рурочок, відкритих на обох кінцях; вода в широкій рурці стоятиме на тій же висоті, що і в посудині, а в вузьких рурках (так званих волосковатих сосудах, волосницях) підійметься вище і тим вище, чим у жча рурка. Причина цього явища полягає в прилипності течі до стін скляної рурки. Це явище звемо дієством волосковатих рурок або волосковатістю (капілярністю) (Kapillarität).

В наслідок волосковатості оліва або гас в лампі підходить до гори гнотом, бібула вбирає чорнило, а рослинна пожива підходить з коріння до листів і т. і.

5. Мішанина й розчин.

(Мішаниця.) Налиймо в посудину води і вина; незабаром ми матимемо однородну теч, котра буде мати, хоча й у меншій мірі, як властивості води, так і вина. Під впливом прилипності найменші частинки цих течей змішалися між собою. Однородна цілість, що повстає від змішання двох різно-родних течей, зв'ється мішаниною (Mischung).

Води з оливкою і деякими іншими течами змішати не можна, бо вони мають більшу спійність ніж прилипність.

Мішанину повітряних (газових) або ціпких (твердих) тіл, як напр. водяної пари з повітрям або цукру з мукою, звемо змішкою (Gemenge).

(Розчин.) Як що ми вкинемо до води грудочку цукру, то прилипність між часточками цих обох ріжнородних тіл на стільки велика, що поволі вона зможе перемогти спійність (скіпку) часточок цукру і шматочок цукру розпадеться на чим раз менші

часточки, що нарешті стануть такими маленькими, що голим оком їх не зможемо додбачити. Ці часточки мішаються спочатку лише з більшими часточками води, а далі і з часточками всієї води. Цілковитий розпust (розвод) ціпкого тіла в течі в однородну змішку звється розчином (механічним розчином, *Lösung*).

Теч, при допомозі котрої розводимо якесь тіло, звється розчиняльником (*Lösungsmittel*).

Цукор, куховарна сіль і багато інших тіл розпускаються в воді, жир і смола лише в алькоголю; вугіль не розпускається ні в одній відомій нам до цього часу течі. Невсі тіла можна розчинити; ті - ж тіла, що можна розпустити, розпускаються не у всіх, а тільки в деяких течах.

Розчин тіла можна прискорити через попереднє роздроблювання або спорошкування, мішання під час розводу, а найбільше через нагрівання течі.

Коли нагрімо розчин куховарної солі в одвертій посудині, то вода випарує, а сіль віділиться.

Коли теч випаровує поволі і без перешкоди, то деякі тіла, як напр. куховарна сіль, цукор, виділяються з своїх розчинів в певні, обмежені площинами фігури, що звемо кристалами.

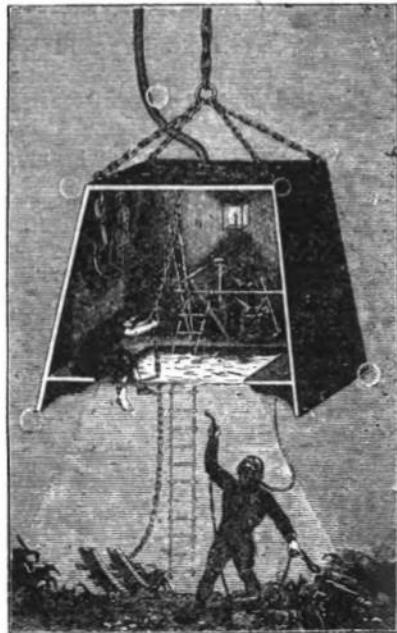
6. Непроникливість.

Уверчуочи в дерево свердлика, ми помічаємо опір; свердлик же лише тому заходить в дерево, що він усуває на бік ті часточки дерева, що йому заважають.

Як що в вузьку, але всюди однакової ширини, посудину, до половини наповнену водою, вкинемо кілька однакової величини куль, то за кожним вкиненням одної кулі вода підійметься на той же самий обем.

Вставмо у воду шклянку відтулиною вниз; ми бачимо, що вода не заходить у шклянку, бо повітря в шклянці перешкоджає цьому. Нахилім тепер шклянку; тоді частина повітря зможе з неї вийти, а натомісъ увійде в шклянку така сама кількість води. Простір зайнятий яким-небудь тілом, не може бути рівночасно зайнятим ніяким іншим тілом; ця властивість тіл звється непроникливістю (*Undurchdringlichkeit*).

На непроникливості повітря полягає порковий давін (фіг. 4). Це є привязана до ланцюгів скриня, одверта зі споду, з литого або клепаного заліза, в середині якої навколо до стін прибиті лавки до сидження. Щоб під водою було світло, покрівля давона має кілька відтулин, закладених грубими



Фіг. 4.

скляними плитами. Гумовою рурою (Z), що від покришки норкового дзвону йде до гори і стоїть в зручному звязку з кораблем, невпинно помпують свіже повітря у середину дзвону. Щоб корець міг із дзвону вступити в воду, він вдається в непромокальній, кавчуковий одяг і накриває голову норковим шеломом, в котрому проти очей вставлені грубі скла; повітря допроваджують норцеві через гумову руру, що зединується з дзвоном. При допомозі норкового дзвону затоплені предмети і морські продукти добувають з дна моря на верх. Тепер масмо вже такі узброяння для норців, при допомозі котрих можна дістатися на дно моря і без норкового дзвону.

Чому не можна, швидко наливаючи течі, наповнити пляшки лійкою, що щільно пристасе до шийки пляшки?

7. Щілинність (поруватість).

На губці до миття, на хлібі, на камяній жужелиці і де-яких інших тілах ми бачимо цілком виразно безліч проділів, не виповнених матерією тіла. Ті проділи звемо порами. На багатьох тілах, як напр. дереві або людській та звірячій шкірі, голим оком пор ми не побачимо, хиба тільки, як будемо дивитися на них через побільшуоче скло.

Але часто з певних проявів і прикмет тіла можна зробити висновок і без того про існування в ньому пор. Коли ми нагріємо свіжу воду, то з неї виринуть повітряні бульки; живе срібло можна перетиснути крізь густе дерево або крізь шкіру; вода згодом всяка в найтвірдше каміння. При стисканні обем тіла зменшується тому, що часточки тіла зближаються до себе; а це також свідчить про поруватість тіл. Властивість тіл мати пори зветься щілинністю (поруватістю) (Porosität).



Фіг. 5.

Властивість щілинності тіл має дуже велике значення в техніці; доказом цього є гарбування звірячих шкір, фарбування ниток і тканин, фільтрування течій за допомогою бібулі або полотна з метою відділення нерозпущених примішок і т. і. (фіг. 5).

Де щілинність тіл є шкідлива, там можна її обмежити тим чи іншим чином; на цьому полягає поливання гончарських виробів, вкладання яєць до гашеної вапні і т. і.

Чого під час сльоті набрякають віконні рами? Як велике значення має для водних тварин та обставина, що морська вода, вода озер, рік і т. п. має в собі атмосферичне повітря?

8. Тягота.

Камінь, що пустили вільно з руки, падає на землю. Він упаде і тоді на землю, коли ми його підкинемо вгору, як би це високо не було. Краплі дощу, сніжинки, зерна гряду — тіла, що повстають в дуже значній вишині — теж падають на землю. Намагання тіл падати на землю звемо тяготою (Schwere).

Тягота тіл свідчить нам про те, що існує якесь сила, котрою земля притягує всі тіла; цю притягальну силу землі звемо силою тяготи.

Прив'яжімо на однім кінці відповідно довгої нитки оливяну кульку, а вільний кінець будемо тримати рукою; куля не зможе

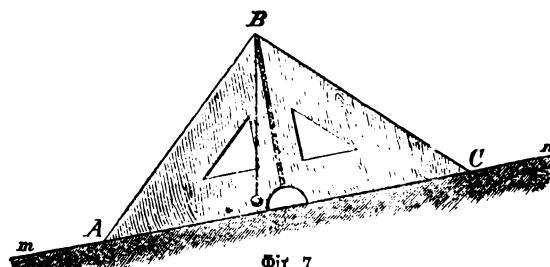
тоді впасті на землю; однак завдяки тяготі кулі нитка випростовується в простій лінії згори до долу (фіг. 6). Таку нитку, до котрої на однім кінці привязана оливянна куля або якесь інше відповідно важке тіло, звемо стрімницею або оливянкою (Lot oder Senkblei).

Напрям, зазначений вільно і спокійно звисалою оливянкою, звемо прямовисним або вертикальним (стрімким) (lotrecht oder vertikal).

Як що пустимо вільно падати камінь, шматок металю, то-що, біля точки, звідки звисає оливянка, то тіло впаде на землю по лінії, рівнобіжній до оливянки. Тіла падають на землю, коли їм нішо не заважає, в прямовиснім (стрімкому) напрямі. Оливянни уживають: 1. щоб вирішити, чи стоїть предмет вертикально (оловянка мулярів, теслів, геометрів і т. і.); 2. щоб вимірити глибину (оловянка моряків); 3. щоб довідатись, чи площа в одорівна (поземна). Приладдя, що уживають до цього, звуться поземницею (або ґрунтовагою (Schrot- або Setzwage).

(Фіг. 7.) Це дерев'яний, рівнораменний трикутник з причіпленою до вершка оливянкою. Коли куля оливянки попадає в заглиблення, що зроблене на середині підставки, а нитка в вертикальний рівчачок, то підставка трикутника, а значить і площа, на котрій вона міститься, мають поземне положення. Коли нитка з рівчаком робе кут, то підставка трикутника, а значить і площа, на котрій вона міститься, мають схил.

Силу тяготи має не тільки земля, але взагалі всі небесні тіла (загальна сила тяготи або гравітація). На цьому полягає обопільне притягання небесних тіл, приплив і відплив моря і т. и.



Фіг. 7.

Фіг. 6.

9. Тягар.

(Тягар взагалі.) Положімо на долоню камінь; ми відчуємо якийсь тиск, що нахиляє руку додолу. Як що ми держимо камінь привязаним на нитці, то почувавши тягнення до долу. Кожне тіло давить в насілдок своєї тяготи на підставу; підвішене ж тіло виявляє вертикальне тягнення вниз. Той тиск, яким тіло в насілдок своєї тяготи давить на підставу (або то тягнення, яким воно тягне додолу при-

лад для подніжного), звемо тягarem тіла (Gewicht).

(**Безглядний тягар.**) Щоб можна було зміряти тягарі тіл, ми повинні тягар якогось тіла прийняти за одиницю. Сливе загально прийнятою одиницею тягару є грам, себ-то тягар одного кубічного центиметра чистої води (при 4° C). Тягар тіла без огляду на його обєм, котрий одержуємо звичайним важенням, зветься безглядним (абсолютним) тягarem (absolutes Gewicht).

Тягар тіла знаходимо вагою (вагівницею).

(**Питомий тягар.**) Положімо на одну шальку вагівниці шматочек олива, а на другу такої-ж величини шматок заліза; ми побачимо, що шматок олива важчий від шматка заліза. Порожній куб наповнений водою показує на вагівниці певний тягар; як що наповнимо цей же куб оливкою, то, важучи його, побачимо, що олива лекша від тієї ж самої кількості води. Ріжні тіла в рівних обємах мають ріжний тягар.

Візьмімо до вищепереданих досвідів кілька кубів, зроблених з ріжних матеріалів, з котрих кожен має об'єм точнісінько один кубичний центиметр і ми побачимо, що чиста (дестильована) вода заважить 1 грам, олива — $\frac{9}{10}$ грама, куб з оливою — 11 грамів, а куб заліза — 8 грамів. Тягар одиниці об'єму якогось тіла звемо питомим тягarem тіла (spezifisches Gewicht).

Питомий тягар деяких тіл: плятини (кутої) 22, золота (кутої) — 19·3, ртути (живого срібла) — 13·6, олива (валкованого) 11·3, заліза (кутої) 7·8 заліза (литого) 7·2, цинку (литого) 6·8, букового дерева (сухого) 0·65, соснового (сухого) 0·47, оліви — 0·92, найменшого алькоголю 0·79.

Коли масмо лите залізо в обємі 5 cm^3 , то безглядний тягар цього заліза — тому, що 1 cm^3 литого заліза важить 7·2 грамів — мусить мати 5 раз 7·2 гр., себ-то 36 гр. Звідси виходить: Безглядний тягар якогось тіла можемо знайти, як помножимо питомий тягар його на кількість одиниць його обєму.

Увага: Властивості: просторість, механичну подільність, стискальність, розтягливість, непроникливість, щілинність (пористість), тяготу і тягар мають всі тіла без винятку; тому і звемо їх загальними властивостями тіл.

II.

Про тепло.

10. Температура, передавання (уділення) тепла.

Коли ми наблизимо руку до полумя або виставимо її на сонце, то почуємо тепло. Як полумя так і сонячне проміння так ділають (впливають) на шматок металю, на камінь або інші тіла, що вони нагріваються.

Тіла можна нагрівати до ріжного ступня; от чому ми і маємо такі вирази: гарячий, теплий, літній, студений, холодний і т. і. Ступінь нагрітості тіла зветься його температурою.

«Студінь» («холод») не є якоюсь іншою від «тепла» силою природи; виразами «студінь» і «спека» ми висловлюємо тільки

ріжний ступінь одного й того ж явища — «нагрітості» якогось тіла.

Положімо шматок дуже розпаленого заліза на відповідно велику металеву плиту з звичайною температурою; тоді залізо передасть своє тепло плиті і ми побачимо, що температура заліза зменшиться, а плити збільшиться. Це передавання тепла триватиме доти, поки обидва тіла не стануть однаково теплі. Те ж саме ми помітимо, як що вкинемо в воду гарячий шматок металю або якесь інше розігріте тіло. Це явище, при котрому більш нагріте тіло передає своє тепло іншому менш нагрітому, зветься передаванням (уділенням) тепла (Mitteilung der Wärme).

11. Розширення під впливом тепла.

Під впливом тепла всі тіла розширяються.

Металеву кулю в холодному стані можна легко просунути через обручик, але як тільки ми її нагрімо, то вона застряне в обручі і знову пройде через його тільки тоді, як ми її відповідно остудимо (фіг. 8). Тепло розширило металеву кулю.

Заткнімо цілком повну пляшку води корковою затичкою і пропустімо крізь неї нешироку скляну рурку; як тільки ми нагрімо пляшку, а значить і воду, то вода в скляній рурці підійметься і тим більше, чим більше нагрімо воду.

Як що зануримо посудину з довгою шийкою (пляшку, скляну реторту) в воду і будемо нагрівати ширшу частину посудини, то побачимо, як з шийки вилітає бульками повітря. Перестаньмо тепер нагрівати посудину; тоді повітря, що залишилось в посудині, приbere знову свій первісний обєм, а на місце повітря в посудину ввійде відповідна кількість води.

Від нагрівання всі тіла розширяються (роздаються), а від остудження стягаються.

Між цілкими тілами під впливом тепла найбільше свій обєм збільшують металі; течі розширюються (розходяться) більше ніж цілкі тіла, а найбільше між всіма тілами збільшують свій обєм гази.

Властивість тіл розширюватися під впливом тепла можна спостерегти і в щоденному житті; її часто використовують при звичайних роботах. При замурованні металевих казанів і сковорід довкола залишають щілину; ковалі насаджують залізні обручі на колеса і жердки в гарячім стані; рури до водопроводів, світильного газу і т. і. мусять, як висувки у далекоглядів, всовуватися одна в другу.

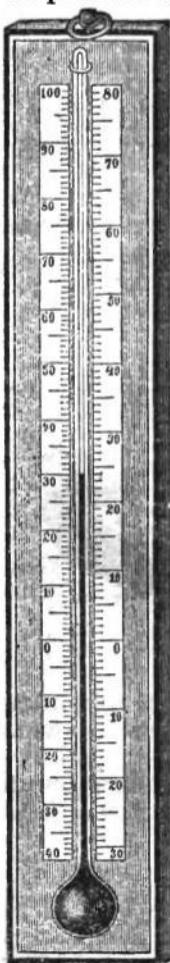


Фіг. 8.

Деякі тіла, як наприклад глина, шкіра, дерево, зменшують свій об'єм при підвищенні температури, бо через нагрівання стачають вогкість, що знаходиться в їх порах.

12. Термомір.

Об'єм деяких тіл в певних межах при підвищенні температури цілком рівномірно збільшується, а при пониженні так само зменшується; отже ступінь збільшення об'єма тіла вказує нам на ступінь його нагрітості. Прилади, що полягають на цьому і дають можливість мірити температуру, звуться термометрами або термометрами.



Фіг. 9.

Звичайний термометр з живого срібла (фіг. 9) складається з таких частей: 1. з дуже вузенької однакової скрізь ширини, засклепленої скляної руки, що має внизу кругляву або вальцовувату посудину (баньку), 2. з добре прочищеної рути (живого срібла), що заповнює всю нижню посудину і частину рурки і 3. з скалі, себто поділки, по котрій можна підрахувати висину стовбця рутти (живого срібла), а тим самим і її температуру. Скаля зроблена або на самій скляній рурці або дощечці, що причіплена з боку до рурки і має дві головні точки, точку роставання (топлення) льоду і точку кипіння води.

Щоб одержати точку топлення льоду, занурюють вже засклеплену рурку банькою з руттю в лід, що тане; точку кипіння знаходять, вставляючи нижню частину термометра в пару води, що кипить в одвертій посудині.

По R é a u t i g'у (читай Реоміру) ділимо весь відступ між обома точками на 80, а по Ц е л ь з і ю на 100 рівних частей; кожна така частина звуться ступнем. В обох скалях точку таяння леду назначають 0; точку кипіння води по скалі Реоміра — числом «80», а точку кипіння води по скалі Цельзія числом «100». Винайдені ступні зазначають також нижче зерової точки, а також, коли того треба, і понад точкою кипіння (100). Ступні вище зерової точки відзначаємо знаком «+» або й цілком перед ними нічого не пишемо, а ступні нижче зера пишемо з знаком «—»; крім того біля числа пишемо літери R (Реоміра) або C (Цельзія), щоб знати, по якій скалі відраховують ступні; напр. $+16^{\circ}R$, $-4^{\circ}C$.

Чим більше знижується температура рутти до точки її замерзання ($-40^{\circ}C$), тим неправильніше зменшує вона свій об'єм; тому руттного термометра не вживають до вимірювання низких температур.

До вимірювання низких температур вживають алькогольового термометра; цей термометр уладжений так само, як і руттний, тільки замість рутти він має безводний забарвлений алькоголь. Алькоголь зменшує свій об'єм рівномірно і під час великого студні і не замерзає навіть при $100^{\circ}C$ (точка замерзання — $110^{\circ}C$).

Термометра - уживають в помешканнях, школах, шпиталях, оранжереях і т. і., а також і при наукових дослідах.

(З мінастури в термометр.) Цільсія вище згаданого $80^{\circ} R = 100^{\circ} C$ або $4^{\circ} R = 5^{\circ} C$; значить $1^{\circ} R = \frac{5}{4}^{\circ} C$, а $1^{\circ} C = \frac{4}{5}^{\circ} R$. — Щоб ступні Реоміра змінити на ступні Цельзія, треба перші помножити на $\frac{5}{4}$. Як змінити ступні Цельзія на Реоміра?

Термометр показує $+16^{\circ} R$, як температуру повітря в кімнаті; скілько ступнів показувал би термометр по Цельзію? Кров здорового чоловіка має температуру $37.5^{\circ} C$; скільки ступнів вона має по Реоміру?

В Англії, Голландії і Америці вживають тепер ще часто ртутного термометра, відступуя від якого між головними точками поділений на 180 ступнів (термометр Фаренгейта).

13. Нагрівання води і струй (струмки) в ній.

а) Налиймо в пляшку води звичайної кімнатної температури (фіг. 10) і заткнімо її проверченим в двох місцях корком. Крізь одну дірку засуньмо у пляшку термометр, а крізь другу скляну рурку і запамятаймо висину води в рурці. Як що ми тепер остудимо воду в пляшці, поставивши пляшку в другу посудину з льодом або снігом, то помітимо, що вода в рурці спадає; але коли термометр покаже $+4^{\circ} C$, то водастане підіматися в той час, як її температура спадає до 0, при котрій вода замерзає. Як що ми тепер нагрімо пляшку, то вода знова почне зменшувати свій обєм, а ртуть подійматися; почавши від $+4^{\circ} C$, вода знову розширюється. При $+4^{\circ} C$ вода є найгустішою.

б) Будемо нагрівати тепер воду в посудині зі споду (фіг. 11); найсамперед нагріваються частини води, що знаходяться на дні посудини; нагріваючись вони розширюються (роздаються), питомий тягар їх стає менший і вони підімаються до гори. Холодні ж ще верхні частини, а тим самим густіші і тому питоменно важчі, спадають на дно, але нагрівшися, підімаються також вгору. Цей рух триває доти, аж поки вся вода не нагріється однаково. Зявище це можна зробити видним, коли вкинути до течі спорошкованого бурштину або трачинія (тирси). Нагріта вода лекша від холодної і підноситься вгору, тоді як холодна вода спадає; викликаний таким чином коловий рух частинок води, звемо струєю або циркуляцією води (Strömung oder Zirkulation des Wassers).

Як настане мороз і повітря охолодиться, то стояча вода остужується у всіх верствах аж до $+4^{\circ} C$; холодніші ж верстви лишаються на поверхні, де і утворюється лід. (Вага цих явищ для життя водних тварин!)



Фіг. 10.



Фіг. 11.

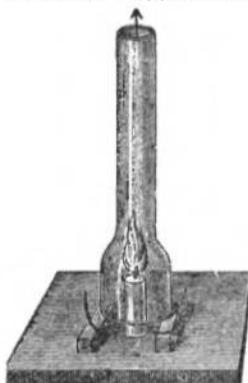
Яке значіння має мороз для пухкості ораної землі і яке значіння це має для врожайності землі?

Чому рури в криницях і водопроводах тріскають, коли вода в них замерзне?

14. Нагрівання повітря; протяг і вітер.

(**Нагрівання повітря; протяг.**) Як що держати над полумям або над нагрітою піччу на дуже легенькій ниточці шматочок точенького паперу, то папір підлетить угору. Причиною цього явища є нагріте повітря. Тепле повітря лекше від зимнього і тому підіймається в гору.

Як що поставимо скляний ціліндр на двох дерев'яних підставках над свічкою, що горить (фіг. 12), то привязаний до нитки шматок паперу, який ми держимо над ціліндром, ще з більшою скорістю (швидкістю) піднесеться до гори.



Фіг. 12.

Пустімо біля спідньої відтулини ціліндра дим; по його руху ми докладно знаємо, що є якийсь рух, котрий заганяє його до ціліндра. Сірник запалиться вгорі ціліндра, а внизу ні. Коли тепліше повітря підіймається вгору, то знизу підходить на його місце зимнє повітря; повітряний рух, що повстає від цього, зветься протягом (*Luftzug*).

З цього явища ми часто робимо ріжний вжиток: лампове скло, комини від печей мають на меті допроваджувати відповідну кількість повітря, щоб удержати як слід горіння. Під час звичайного палення повітря кімнати циркулює (кружила) в печі і так огрівається все повітря в кімнаті.

Як можна пояснити протяг біля вікон і дверей?

(**Вітри.**) Через нерівномірне нагріття поверхні земної кулі і повітря повстають повітряні струй, що і звуться вітрами. В вищих верствах атмосфери повітряні струй йдуть з теплішої околиці до холоднішої, а в нижчих верствах навпаки вітер тягне з зимнішої до теплішої. Що до на пряму, то вітер називаємо по тій стороні світа, звідки він в і; напр., вітер західний, північний (Москаль), північно-східний. Напрям вітрів ми знаємо при допомозі так званої вітренниці (флюгера) і сполученої звичайно з нею вітрової рожі (сторони світа, а також і напрям вітрів представлени тут як зірка або розета).

З огляду на властивості вітрів ми їх поділяємо на зимні і теплі, вохкі і сухі; крім того ми розріжняємо вітри правильні і неправильні. До перших належать вітри на суші і на морі, в краях надбережних і пасати, що повстають в тропічних країнах; а до других належить більшість місцевих вітрів. Через зустріч двох вітрів з протилежними напрямами повстають вихри (турагани). Де-які вихри мають страшну силу.

15. Ширення тепла.

(**Проводження тепла.**) Як що один кінець шпильки будемо держати в полумі, то незабаром нагріється і другий кінець. Час-

тинки її, що стикаються з полумям, передають своє тепло найближчим, а ті дальшим частинкам тіла. Перехід тепла від частинки до частинки якогось тіла звемо проводженням тепла (Wärmeleitung).

Як що один кінець короткого металевого дроту будемо тримати вогні, то швидко цілій дріт стане такий гарячий, що на другім кінці його не можна буде вдергати голою рукою. Але не те буде, як що ми в вогонь всунемо кінець деревяної палички; більша частина її може згоріти, а ми на другім кінці не почуємо тепла. Невсі тіла однаково проводять тепло. Тіла, котрі швидко приймають тепло, а також швидко проводять його далішне і швидко віддають, звуться добрими провідниками тепла (gute Wärmeleiter). Тіла, котрі забирають тепло поволі, поволі його проводять далі і тільки поволі можуть його віддавати, звуться поганими (лихими) провідниками тепла (schlechte Wärmeleiter).

Найліпшими провідниками тепла є металі; до поганих провідників належать: вовна, шовк, піря, дерево, солома, земля, попіл, вугіль, сніг і п.

Як що хочемо, щоб тепло швидко розходилося, то вживаємо добрих провідників (залізні посудини куховарні, залізні печі і п.); де ж хочемо тепло затримати, то вживаємо лихих провідників. В останньому випадку або тепло, яке вже маємо, тримаємо укупі (постеля, одіж і т. і.) або тепла, що напливає, не допускаємо (огніві кліщі, залізко, дверці від печі мають деревяні ручки). — Чому з початком зими криничні рури, водопроводи і деякі рослини обивують соломою і т. і.? Чому вода літом в дерев'яних посудинах буде довше зимою, ніж в металевих?

Як що наповнену водою пробну рурку нагріємо в верхній частині, то тут вода буде кипіти, а внизу вона так і залишиться зимою. Вода лихий провідник тепла.

Всі інші течі, а також і тіла повітряні ставляться так само до нагрівання, як і вода. На поганім проводженні тепла в повітрі полягає вживання подвійних вікон.

(Промінювання тепла.) Як що ми станемо біля вогню або біля дуже напаленої печі, то з того боку тіла, котрим ми звернені до вогню або печі, почуємо значне тепло. Це тепло зникає зараз же, як ми поставимо якусь заслонку між собою і вогнем або піччю. З інших досвідів довідуємось, що тепло від теплого тіла розходитья у всіх напрямках простими лініями (проміння тепла).

Тепло, що простими лініями розходитья від кожного тіла на всі боки і з великою скористю (швидкістю) проникає повітря, звуться промінястим (промінним) теплом (strahlende Wärme).

З досвідів знаємо, що: тіла з темною і шершавою поверхнею віддають серед таких самих обставин більше тепла, ніж тіла з рівною і ясною поверхнею. Цим то і пояснюються, чому груби з темною і шершавою поверхнею гріють краще, ніж груби з чистою і ясною поверхнею.

Тіла з темною і шершавою поверхнею також більше і приймають тепла, ніж тіла з гладкою (рівною) і ясною поверхнею. Тому влітку ми вдягаємося в ясну одіж. Темне рілля нагрівається швидче, ніж світле.

16. Топлення і ціпнення (твірдення).

(Топлення.) На весні сніг і лід топиться і стає водою. Як що держати оліво або цину в залізній ложці над полумям, то вони

розділюються (стають плинні). Цей перехід від тепла ціпкого (твірного) тіла в каплисто-плинний (рідкий) стан звемо топленням (Schmelzen).

Лід ростає при 0°C , масло при 31°C , віск при 64° , цина при 228° , оліво при 330° , срібло при 945° , золото при 1035° , куте заливо при 1600° , плятина при 1775°C . Кожне тіло має певну температуру топлення, котру і звемо точкою топлення (Schmelzpunkt).

Деякі тіла, як дерево, вугіль і і. не топляться.

Як що ми вставимо тепломір в посудину з потовченим льодом, то ртуть покаже нам 0° . Нагріймо тепер посудину; лід почне таяти, але ртуть зістанеться на своєму місці; постачання тепла не підвищує температури льоду, що тане. Але як тільки лідувесь ростане, то ртуть в тепломірі почне підійматися. Температура тіла не змінюється під час топлення; тепло, що постачаємо, йде на топлення тіла.

Тепло, котре потрібне на топлення якогось ціпкого тіла, зветься утавним теплом (укритим теплом) топлення (gebundene Wärme), бо ні термометром, ні нашим чуттям його не можна спостерегти. Тепло ж, яке виявляється на підвищенні температури тіл, звемо вільним теплом (freie Wärme).

(**Ціпнення [тверднення].**) Взімку вода замерзає і стає льодом. Як що остудити стоплене оліво, то воно знову стане ціпким (твірдим). Перехід тіла з каплисто-плинного стану в ціпкий (твірдий) зветься ціпненням (твірдненням) (Erstarren).

Ціпнення починається при певній температурі, при так званій точці ціпнення (точці замерзання), котра сходиться з точкою топлення. Докладні досвіди виявляють, що під час ціпнення тіла одержуємо вільне тепло.

17. Парування і кипіння.

(**Парування.**) Вода, алькоголь, камфора, виставлені в одвертих посудинах на вільне повітря, поволі убивають і врешті цілком зникають; вони випаровують. Повітряні тіла, що повстали від цього, звуться парами.

Перехід краплисто-плинного (рідкого) тіла в газовий повітряний стан зветься паруванням (Verdunstung, Verdampfung), а ціпкого тіла — сублімацією. Парування відбувається лише на поверхні тіл.

З досвідів дізнаємося, що для парування тіла потрібне тепло. Натрімо руку алькоголем; руці буде холодно, бо тепло, що потрібне для парування алькоголю, береться від неї. Після дощу повітря охолоджується.

(**Засоби, що прискорюють парування.**) 1. Парування прискорюється збільшенням вільної поверхні. Тому ми розстелюємо мокру білизну, а також і свіже скосену траву; та сама кількість течії випаровує в плоскій місці швидче, ніж в вузькій посудині (шклянці). 2. Парування прискорюється підвищеннем температури. В теплі, літні дні дороги висихають швидче, ніж взімі. 3. Парування

прискорюється швидким усуненням пари. Мокрі предмети висихають швидче, коли вів вітер.

(Кипіння.) Як що нагрівати в одвертій посудині звичайну воду до пиття, то насамперед з води виходять бульки повітря, що є між частинами води; після цього на дні посудини утворюються маленькі бульки водяної пари, але підходячи до гори і стрічаючись там з холоднішими верствами воді, вони згущаються знову і тим утворюють шипіння; пізніше вони доходять аж до поверхні. Коли температура всієї води доходить до 100° С, то пара утворюється не лише в нижній частині води, але і в цілій її масі і тоді вона сильно булькотить — вода кипить. Переход течі в пару (газовий стан), коли пара виходить не лише з поверхні, але й з середини, звуться кипінням (Sieden).

Температура течі під час кипіння (в одвертій посудині) лішається незмінною. Ступінь тепла, при якім кипить теч, звуться **точкою кипіння.**

При тисненні повітря 760 mm киплять: етер при 35° С, алькоголь при 80° , вода при 100° , ляна олія при 316° , ртуть (живе срібло) при 358.5° С.

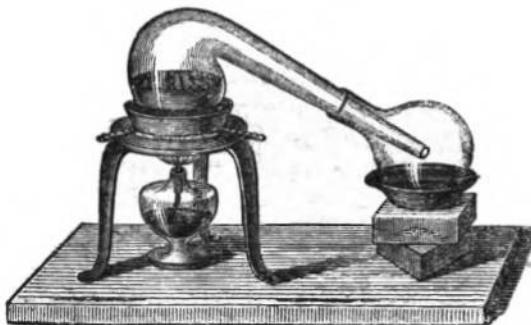
На високих горах вода кипить при нижчій температурі, а в глибині колапень при температурі вищій, ніж на рівнині. — В так званім пульсовим молотку (Pulshammer), приладі, що складається з двох скляних куль, сполучених скляною руркою, замкнений алькоголь — тому, що в апараті нема повітря — кипить від тепла руки. Чим менший тиск повітря, тим швидче теч кипить.

18. Крапління пари.

Як що держати над посудиною, в котрій кипить вода, холодну покришку, то незабаром побачимо на ній зі споду краплі води. Через остудження пара стає краплисто-плинною (течею).

Спровадьмо руркою пару з пляшки, в котрій кипить вода, до іншої посудини з холодною водою; пара тут згусне, кількість води тут збільшиться і її температура стане вищою. При переході пари в плинний (рідкий) стан ми одержуємо вільну теплоту.

На властивості течей переходити в пару, з котрої остудженню знову можна одержати теч, і полягає так звана дестилляція (фіг. 13). Коли треба відділити течі з ріжними точками кипіння, напр. воду від алькоголю, або теч від розведеніх в ній ціпкіх тіл, то вживають дестилляції; цю мету як раз має дестилляція джерельної води.



Фіг. 13.

Для дестилляції певеликої кількості течі користуються часто скляним дестилляційним приладом. Він складається з реторти, до якої наливають теч, що має дестилюватися, і з бані, в якій пари стає плинною. Баня охолоджується холодною водою, що є в мисочці або краплями спадає згори на баню.

Сублімацію можна також і ціпкі летні (летючі) тіла відділити від нелетних (нелетючих). Таким чином ми прочищуємо сирову сірку від каміння.

19. Вологість повітря і головні її зміни.

(**Вологість повітря.**) Велика кількість пари при паруванні води, вологі землі і рослин, що на ній ростуть, без перестанку відходить в повітря, так що повітря завше має якусь частину водяної пари.

Кількість водяної пари в повітрі непостійна і залежить від температури повітря. Чим тепліше повітря, тим воно більше приймає водяної пари.

Коли повітря має стільки водяної пари, скільки воно при відповідній температурі взагалі може в собі вмістити, тоді кажемо, що воно наасично парою. Як що кількість водяної пари більша половини того, скільки потрібно до повного наасичення повітря, то кажемо, що повітря в охке, а як що вона менша, то повітря сухе.

Сухий поташ, виставлений на вільнім повітрі, дуже швидко стає в охком, бо приймає з повітря воду.

Волосся, волокна (китової) рогівки, деревяні і соломяні волокна на вологім повітрі продовжуються; кишкові струни, остатки з герані і інші скручені тіла на вологім повітрі розкручуються, а на сухим зсуваються. На цьому принципі збудовані прилади до діляння вологості (гігрометри). До найзвичайніших гігрометрів належить гігрометр струновий (Darmsaitenhygroskop) і остатковий (Grannenhygroskop).

(**Роса і наморозь [паморозь].**) Внесімо до теплої кімнати холодну шклянку; ми побачимо, що вона спітніє, себ-то покриється краплями води. Це станеться от через що: холодна шклянка віднімає від повітря, що її оточує, тепло; повітря вже не може утримати таку кількість водяної пари і частина її осідає на шклянці краплями.

І в природі ми зустрічаємося з цім явищем. Коли вліті зайде сонце, тоді променисте тепло землі швидче переходить у світовий простір нижче з повітря, а через те поверхня землі, як також і всі предмети, що на ній є, особливо ростини, охолоджуються.

Близькі верстви повітря від цього також охолоджуються, водяна пара гусне в краплі, котрі й осідають на предмети росою.

Пізньої осені і ранньої весни температура перед сходом сонця, особливо ясними ночами спадає часом аж до 0°C і нижче, так що роса замерзає; такий опад подібний до снігу, і зв'ється памороззю (намороззю).

(**Мряка і хмари.**) Коли повітря для певної температури наасичене водяною парою, а температура знижується, тоді частина водяної пари згущується і таким чином утворюються надзвичайно малесенькі водяні бульки, котрі мають дуже малу вагу і тому держаться в повітрі. Хоча вони дуже маленькі, але їх видно,

коли їх багато нагромадилося. Це звище, коли воно повстає біля поверхні землі, звемо м р я к о ю (Nebel).

Як що вогні повітряні струї підіймаються до вищих верств повітря з нижчою температурою або як холодні вітри дістаються до вогніх, теплих верств, то тут високо також повстають маси мріяки, які і звемо х м а р а м и (Wolken).

По їх вигляду і густоті ми розріжняємо хмари п і р я с т і (це є легенькі ізольовані хмарки, складені з льодових шпильок і поміщені високо в повітрі), в е р с т о в а н і (при заході і сході сонця), г р о м а д н і (о б л а к) (найчастіше повстають вліті; густі хмари, що постійно ростуть; виразно обмежені) і д о щ о в і.

(Дощ, сніг, крупа і гряд.) Як що хмари стрінуться з холодними повітряними струями або спустається на повітряні верстви, пересичені водяною парою, то поодинокі водяні баньки зіллються в краплі; повітря їх не зможе більш удержувати і вони упадуть на землю д о щ е м (Regen).

Великий дощ, що недовго триває, зветься з л и в о ю; дуже великий дощ, що йде довше, зветься х м а р о л о м о м; п е р е х і д н і дощі ширяться на малі просторіні, а сльота на великі.

Як що водяна пара замерзне в горі в повітрі, то з неї утворюються тонкі голочки льоду, котрі правильно згуртовавшись, зіднуються в ріжноманітні шестикутні форми, сніжинки (фіг. 14; праворуч в шестикутнику поодинокі сніжинки в натуральній величині).



Фіг. 14.

Пізньої осені і на весні повітряні верстви, що лежать більче до землі, тепліші, ніж ті, що лежать вище. Як що в вищих верствах повітря утворюються сніжинки, то вони, спадаючи до низу, купчаться в тепліших верствах в грудочки снігу, котрі і звемо к р у п а м и (Graupen).

Зовсім відмінною появою є гряд (Hagel). Він падає круглявими шматочками льоду, що бувають завбільшки з горох, а часом голубячі або курячі яйця. Гряд падає більше під час спеки.

20. Джерела тепла.

а) **Найголовнішим джерелом теплоти на землі є сонце.** Досвід учить, що нагрівання сонця тим більше, 1. чим більш прямовисно (стрімко) падає проміння на поверхню тіла, 2. чим довше воно гріє і 3. чим краще тіла приймають і задержують тепло. Цим і пояснюється щоденна зміна температури, ріжні температури в поодиноких порах року і т. і.

б) **Земля має своє власне тепло.** Спостереження дають доказ, що температура тільки верхніх шарів землі залежить від їх вла-

ствостей, сонця і т. д., а в глибині сливє кожних 24 *m* температура землі збільшується на 1 ступінь.

Доказом того, що земля дійсно в своїй глибині гаряча, є ріжні теплі джерела (карльсбадське джерело 75° С) і вулкані. Де-які землетруси стоять в звязку з теплотою землі. (Тиск пари, що витворюється в середині землі.)



в) Потрімо швидко монету об поверхню дерева або сукна, монета стане гаряча. Як що вдаримо сталлю (крищею) по краю кремення, то відірвані твердим каменем шматочки стали так розігріються, що аж розпаляться. Візмімо замкнений зі споду скляний ціліндр з грубими стінками і опустімо швидко толок (смок), що щільно замикає повітря в ціліндрі, до дна ціліндра (фіг. 15); тоді стиснене повітря витворить стільки тепла, що шматочок губки, причіплений зі споду до толока, заблісне, як блискавка, і займеться. Звідси бачимо, що тепло утворюється також механічними засобами (тертя, удар і т. і.).

г) Як що до холодної води налити чистого сіркового квасу, то вона стане гарячою. Шматок паленого вапна, політий холодною водою, розігріється. Дерево, вугіль і інші запальні тіла, горючи, утворюють тепло. В цих випадках тепло утворюється хемічними діяннями (дійствами).

Фіг. 15. Утворювання тепла в зібраних до купи вожких рослинних субстанціях або тих, що гніють, полягає також на хемічних процесах. Це тепло іноді буває таке велике, що тіла (наприклад, тирса, гній, потовченій вугіль і т. і.) займаються навіть самі.

Особливе значення має тепло тварин, причина якого лежить в певних процесах життя. (Віддих, травлення, зміна матерії.)

III.

Про магнетизм.

21. Магнетне притягання, природні і штучні магнети.

Де-які залізні руди мають властивість притягувати шматочки заліза і придерживати їх. Як що магнетний залізняк посипати не заржалою залізною тирсою, то багато цієї тирси причепиться до його поверхні; магнетний залізняк їх придережує. Як що такий шматок залізняка має відповідну силу, то ми можемо спостерегти, що він вже з деякого віддалення притягує залізну тирсу. Тіла, які вже по своїй природі мають властивість притягати до себе залізо з деякого віддалення, а також і придерживати його, звемо природними магнетами (*naturliche Magnete*).

Причиною магнетного притягання є магнетна сила або магнетизм.

Магнетний залізняк і його притягальна сила були відомі вже народам в старовині; таку руду знаходили тоді в Малій Азії. Тепер знаходимо її головним чином в північних частинах земної кулі (в Швеції, Норвегії, Московщині і північній Америці).

Як що протягнемо кілька разів дротинкою, що вживають для оброблення панчох, по тім місці природного магнету, де найбільше при досвіді причепилося залізної тирси, то дротинка набуде всі прикмети магнету. Тіла, котрі таким штучним чином одержують магнетну силу, звуться штучними магнетами (*künstliche Magnete*).

Як що візмемо до нашого досвіду замісьць сталевої дротинки залізний цвях або шматок мягкого дроту, то ці тіла не стануть магнетні. Для три виків штучних магнетів вживають лише сталі. Штучним магнетам надається видгляд штабок, підків або стрілок.

Магнетне притягання виявляється і тоді, як між магнетом і немагнетним залізом положимо картку паперу, скляну шибу, тонку дощечку і т. і. Магнетна сила діє із крізь інші тіла.

Магнетів уживають на фабриках голок і в ріжніх інших залізничних верстатах; магнетами витягають у робітників з очей частинки заліза, що туди часто попадають під час праці. Ті, що шлюфують голки, часто мають на обличчі магнетну маску, зроблену з сталевого дроту, щоб за її допомогою охоронитися від вдихання залізного пороху. До наукових досвідів, до забав («слухняний лебідь») також часто вживають магнетів.

22. Полярність.

Магнет не має однакової сили у всіх частинах. Як що ми посыпемо магнетну штабку залізною тирсою, то побачимо, що найбільше їх начепляється на кінцях штабки (фіг. 16), а чим ближче до середини, тим їх буде менше; сама ж середина залишиться зовсім без тирси. Кожен магнет

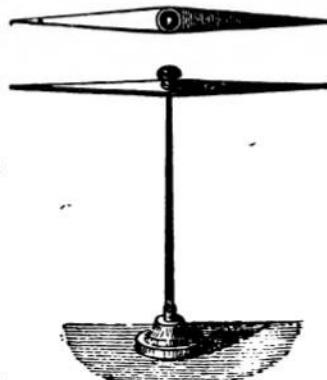


Фіг. 16.

має лише два місця, де магнетна сила виявляється в найбільшій мірі; ці місця звуться бігунами (Pole).

Як що причепимо просту магнетну штабку на нитці так, щоб вона висіла поземно, то вона завше займатиме такий напрям, що один бігун показуватиме на північ, а другий на південь. Кожен вільно рухомий магнет займає в спокої завше таке становище, що один бігун показує на північ, а другий на південь; тому перший звуться північним, а другий південним бігуном магнету.

Щоб завше знати північний і південний напрям, вживаємо так зв. магнетної стрілки. Вона складається (фіг. 17) з тонкої, загостреної з обох боків, вільно рухомої магнетної штабки, що на середині при допомозі агатової оправи лежить на гострому сталевому шпилечку. Щоб можна було легко розпізнати бігун магнетної стрілки, що завше показує на північ, він звичайно покривається синьою фарбою.



Фіг. 17.

Наблизивши до північного бігуну вільно рухомого магнета північний бігун магнетної штаби або до південного бігуну стрілки південний бігун штаби, ми побачимо в обох випадках, що бігуни відхиляються. Але коли до північного бігуну магнетної стрілки наблизити південний бігун штаби або навпаки, до південного бігуну стрілки північний бігун штаби, то побачимо, що бігуни притягуються. Рівноіменні бігуни магнетів відпинаються, ріжноіменні притягуються.

Ці досвіди ясно вказують на те, що в кожнім магнеті є два магнетизми: північний і південний.

23. Розбудження магнетизму; удержання магнетної сили.

а) Як що до шматка м'якого заліза наблизимо магнет, то воно

намагнетизується; цей шматок заліза може притягувати другий, другий — третій і т. д., але як тільки ми віддалимо магнет, залізо зараз же втратить свою силу. Як що до шматка заліза наблизимо магнет північним бігуном, то на біжчому кінці заліза буде південний магнетизм, а на дальшім — північний; в протилежному разі — навпаки. Магнетизування тілом таким чином звемо магнетизуванням через вплив (індукцію) (Magnetisierung durch Ver-
teilung).



Фіг. 18.

Щоб сталеву штабку зробити магнетом, нам приходиться вживати інших засобів, бо сталь магнетизується через індукцію (вплив) не так легко. В сталевій штабці збудити магнетизм можна, потираючи її сильним магнетом. Цей рід магнетизування звемо магнетизуванням через потирання (Magnetisierung durch Streichen).

б) Щоб сила магнетів (природних і штучних) не ослабла, ми мусимо їх узбройти. Це робиться через прикладання до їх кінців шматка м'якого заліза, так званого якоря (фіг. 18); такі магнети не гублять своєї сили.

Коли злучимо два або більше магнетів так, що їх рівноіменні бігуни лежать вкупі, то ці магнети малют таку силу, як і один сильний магнет; такі злучені магнети звемо складним магнетом або магнетною батареєю (магазином).

Магнет слабшає, як що відірвати якір прямо в нормальнім (сторчовім) напрямі до бігунів, замісць того, щоб відсунути його на бік; сила його слабшає також від нагрівання, сильного притрушування і ржавлення.

24. Магнетне відхилення (відхил); компас.

Докладні розсліди переконують нас, що північний бігун магнетної стрілки не звертається докладно до географичного бігуну земної кулі, але трохи відхиляється на схід чи захід, дивлячись, в якому місці. Кут, який утворює в стані спокою вісь магнетної стрілки, вільно рухомої в поземнім

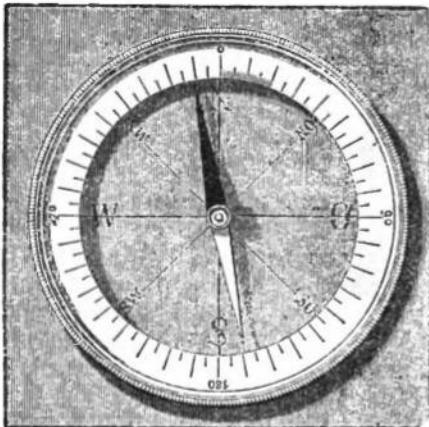
напрямі, з правдивим північним напрямом (географичним південником), звуться магнетним відхиленням (відхилом) (*magnetische Abweichung*).

Магнетне відхилення має ріжні значення для різних місцевостей.

Насадімо магнетну стрілку на сталевий шпильк в середині кружка; поділімо обвід його на 360 рівних частин (ступнів) або на сторони світа і вложімо тепер це все в дерев'яну або мосянкову коробку, яку замкнемо зверху скляною шибкою; такий прилад звуться компасом (фіг. 19).

Компаса часто вживають мореплавці, гірники і подорожні що відкривають нові краї.

Хінці (Китайці) вже за 1100 років перед Христом знали про вжиток магнетної стрілки. Наукові розсліди показали, що земля теж має магнетну силу і що землю можна уважати за великий магнет, бігуни которого лежать біля географичних бігунів. Магнетну силу землі звемо земним магнетизмом.



Фіг. 19.

IV.

Електричність.

25. Електризування через потирання.

Скляна паличка або паличка ляку, натерті сухим клаптиком вовни, притягають вже з помітного віддалення легкі тіла, як шматочки паперу, кульки з бузинового стрижня і т. п., а зіткнувшись з ними, знову їх відпихають. Тіла, котрі мають властивість, інші легкі тіла з невеликого віддалення притягати до себе, а зіткнувшись з ними, відпихати їх назад, звемо електричними тілами (*elektrische Körger*).

Причину такого притягання і відпихання звемо електричною силою або електричністю.

Докладні досвіди дають ось що: через потирання всі тіла можуть бути наелектризовані; але найліпше електризуються скло і живиця.

Натерши дуже сильно скляну паличку на сухім повітрі, ми помітимо в темряві, що паличка буде світити. Як що підсунемо щиколоток пучки, то на нього з тріскотом перескочить іскра і рівночасно почуємо, що нас щось укололо. Як що ми наблизимо руку, то нам буде здаватися, немов-би ми попали в павутину. Крім того ми помітимо якийсь особливий запах,

дібний до запаху фосфора. Електричність буває часто сполучена з світлом, звуком і іншими явищами.



Досвіди удаються найліпше, коли скляну паличку будемо натирати шкіряним клаптиком, намазаним амальгамом. Амальгама в смішка, що складається з однієї частини цинку, одної частини цини і двох частин живого срібла.

Електричне притягання і відпихання було відоме вже Грекам за 600 літ перед Христом; вони спостерігали його на бурштині (антар, електрон).

Доторкнімся до так званого «електричного маятника» (фіг. 20) (себ-то до кульки з бузинового стрижня, підвішеної на шовковій ниточці) яким-небудь наелектризованим тілом; як що тепер наблизити кульку другого електричного маятника, то перша притягне спочатку другу, а потім доторкнувшись відіпхне її. Електричність може переходити

з одного тіла на друге і тим електризувати його; це звичайно звено електризуванням через увінення (передавання) (Elektrisierung durch Mitteilung).

У сильно наелектризованих тіл електричність перескачує з них на ненаелектризовані тіла іскрами крізь повітря.

Точні розсліди про електричність показують, що електричність купчиться лише на поверхні тіл.

26. Провідники електричності.

Як що доторкнемось патертою скляною паличкою до металевої кулі, що лежить на скляній ніжці (обов'язково сухій), то куля стане наелектризована на цілій поверхні. Як тільки доторкнемось до кулі пучкою, електричність зникне зараз же з цілої поверхні. Скляне або живичне тіло електризуються лише в тім місці, де торкнемося скляною паличкою; всю електричність наелектризоване скляне або живичне тіло тратить лише в тім місці, де доторкаємося пучкою.

Тіла, які, легко прийнявши електричність, зараз же проводять її по цілій поверхні і також легко і цілком віддають її, звуться добрими провідниками електричності. Тіла, які електризуються лише в місці дотику, електричність проводять дуже погано або й зовсім її не проводять і віддають її лише там, де торкнемося, звуться поганими провідниками електричності.

Найліпшими провідниками електричності є металі; вугіль, графіт, вода, вохке повітря, вохка земля, людське і звіряче тіло і багато інших тіл з добрими провідниками. До поганих (лихих) провідників належать: скло, смола, живиця, шовк, кавчук, тверда гума, повітря, волосся і т. і т. коли ці тіла сухі.

Для того, щоб запобігти тому, щоб добрі провідники не тратили швидко своєї електричності, ми уживамо поганих провідників (таким чином ми і зовсім добре провідники). Тому електричним приладам надають скляні ніжки, а кулька з бузинового стрижня висить на шовковій ниточці.

Добрі провідники електричності, що мають грани (стіни), кути, вістря, віддають, як що вони наелектризовані, дуже легко

цими частинами електричність своїому оточенню, як що це оточення менш наелектризоване або й ненаелектризоване («відплив» і «виплив» електричності). В протилежному разі вони дуже легко цими частинами приймають знову електричність («висисання»).

27. Додатна і відємна електричність.

Наелектризујмо кульку електричного маятника потертою скляною паличкою, тоді побачимо, що наближена знову скляна паличка, відпихає кульку від себе. Як що ж тепер наблизимо наелектризований живичну паличку, то ця зараз же притягне кульку і зіткнеться з нею, після чого кулька стає неелектричною.

З цих досвідів виходить:

1. Є дві електричності. Електричність, яка була на склі, звемо додатною ($+E$), а ту, що була на живиці, відємною ($-E$).

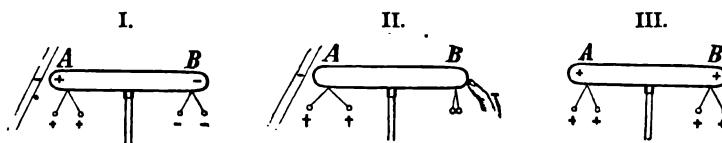
2. Рівноіменні електричності двох тіл відпинаються, ріжноіменні притягуються.

3. Під час дотику (або відповідного зближення) ріжноіменно наелектризованих тіл обидві електричності зеднуються і наступає часткове або цілковите їх вирівняння, що залежить від того, чи кількості електричностей були рівні чи нерівні.

На відпиханні однаково наелектризованих тіл полягає електроскоп, прилад до розпізнавання, чи наелектризоване якесь тіло. Електроскопи є різні; найпростіший з них — електричний маятник.

28. Електризування через вплив. (Електрична індукція.)

Наблизьмо до ізольованого (на скляній ніжці) ненаелектризованого металевого вальця, що має на обох кінцях на нитках по два маленьких маятники з бузинового стрижня, наелектризований паличкою живиці (фіг. 21 I), але так, щоб безпосередньо електрич-



Фіг. 21.

ність з одного тіла не могла перейти на друге; тоді побачимо, що маятники розійдуться; причиною цього є появу електричності на металевім вальці. Наблизивши скляну паличку, ми побачимо, що вона відпихає маятники, що причеплені в точці A і притягує ті, що привязані в точці B ; звідси робимо висновок, що кінець металевого вальця, звернений до наелектризованої живичної палички, має додатну ($+$), а протилежний кінець в ідємну ($-$) електричність. Як тільки віддалимо жи-

вичну паличку; то маєтники опадуть (зійдуться), а металевий валець не матиме електричності. З цих досвідів робимо висновки:

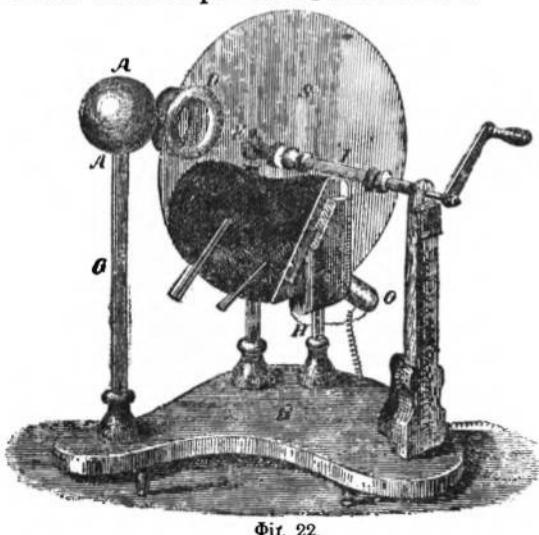
1. Кожне тіло має обидві електричності в одинаковій кількості; тому впливи їх на зовнішні тіла урівноважуються.

2. Коли наблизити наелектризоване тіло до ненаелектризованого, то електричності, які в останньому є з природи, але досі були сполучені, розділяються; наближене тіло притягує нерівноіменну електричність і відпихає рівноіменну. Таке електризування тіл звемо електризуванням через вплив (індукцією) (Elektrisierung durch Verteilung).

Повторімо вище згаданий досвід; як що ми, під час як наелектризована живична паличка наблизена до провідника, торкнемо його пучкою, то кульки, що висять на дальнім кінці, зійдуться (фіг. 21 II); навпаки, кульки на більшій кінці розійдуться ще більше. Як що тепер віддалити пучку, а також і живичну паличку, то на металевім валці скрізь буде додатна ($+ E$) електричність, которую можна тепер легко відвести яким-небудь добрым провідником. Доки живична паличка була біля валца, цю ($+ E$) електричність, як ми бачили, не можна було відвести. Цю електричність ми звемо звязаною (gebundene Elektrizität); другу ж — вільною (freie Elektrizität).

29. Електрична машина.

Щоб мати більшу кількість електричності через тертя, вживаємо електричної машини.



Фіг. 22.

Головні частини (фіг. 22) електричної машини Вінтера є такі: 1. скляний круг (S), якого крутять корбою довкола поземної осі, що приходить через середину шиби; 2. дві шкіряні подушки (H) на окремій підставці, сталевими пружинками притиснені до скляного круга, чому під час обороту вони й труться об круг; 3. кондуктор (A), себ-то металева куля, що лежить на склянім стовбці. До неї

прикріплена пара перстенів (D), що мають на своїм внутрішнім боці металеві шпилки злучені з кондуктором добрым провідником.

Як що машина в русі, то кондуктор A стає наелектризованим: на склянім кругі повстає додатна ($+ E$) електричність, которая

й передається через металеві шпилки на кондуктор; рівночасно на подушках повстас відемна ($-E$) електричність, котра відводиться ланцюгом або шнурком в землю або проводиться на др үг и й кондуктор (O), злучений з подушками.

Щоб одержати великі іскри, а також щоб можна було електричність користую спровадити з машини до інших пристріїв, вживаємо так аваного іскротяга (Funkenzieher) (фіг. 23). Він складається з двох сливе прямокутно злучених прямих штаб з металевими кулями на кінцях; довше рама (плече) в рухоме.

Щоб змінити діяння машини, часто накладають на кондуктор дерев'яний обруч (Verstärkungsring), крізь який протягають залишний дріт; цей дріт сполучують з кондуктором.

30. Діїства електричності, розбудженої тертям.

1. **Діїства світла.** Наблизьмо до кондуктора електричної машини щиколоток пучки або взагалі який-небудь інший добрий провідник; перескочить іскра.

Як що добрий провідник електричності в кількох місцях перериватимемо поганими провідниками, напр. склом або сухим повітрям, то одержимо цілий ряд електричних іскор. На цьому полягають світлінні явища на «діамантовій» рурці, на «діамантовій» таблиці і т. і.

Насадинши на кондуктор під час обігу електратної машини шпичасту металеву дротинку, ми побачимо в темряві на шпичці сніпок світла, що походить від електричності, що розсівається в повітрі.

2. **Діїства тепла.** Електрична іскра дуже легко запалює такі запальні рідкі, як алькоголь, етер, сірчак вугля і т. і.

В електричній пістолі (фіг. 24) пара сірчака вугля або який-небудь інший запальний газ займається, від одержаного тепла розширюється і затичка (p) вилітає в повітря. (Електричне запалювання вибухових матерій і т. і.)

3. **Механічні діїства.** Сюди належать електричне притягання і відпихання, а також і передіравлювання тіл (скла, паперу) електричною іскрою.

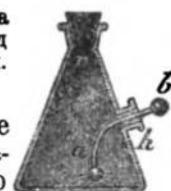
На електричнім притяганні й відпиханні полягають електричний маятник (§ 25) і багато електричних цієцьок, як електрична парасоля, електричний гряд і т. і.

4. **Діїства на живих тваринах.** Як що іскра перескочить з кондуктора на яке-небудь місце нашого тіла, то ми почуємо легке уколення.

Як що проведемо електричність дротом з кондуктора на язик, то почуємо кислявий смак. Чоловіка, що стоїть на ізольованому стільчику (з дерева на скляних підщоках) і держить руку на кондукторі, можна нааселектризувати і потім тягнути з його тіла іскри; шматочки паперу вилітають з його рук і т. і.



Фіг. 23.

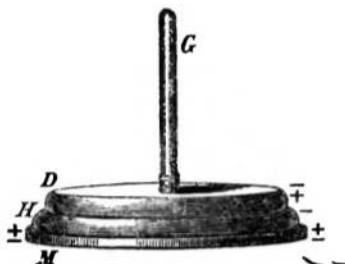


Фіг. 24.

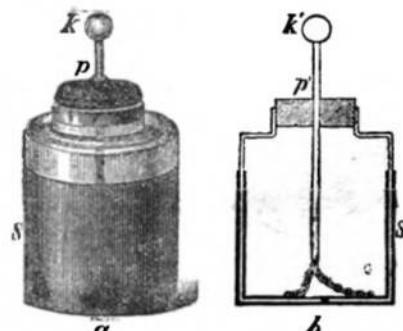
31. Електрофор і лейденська пляшка.

1. **Електрофор** (фіг. 25) є прилад для утворення тертям електричності. Він складається з еbonітного кружка H , що на споді виліплений станіolem або лежить на якій-небудь іншій металевій підставці M і з трохи меншої металевої покришки D , що має ізольовану скляну або живичну ручку G . Замісць кружка з еbonіту можна взяти кружок із живиці (що складається з кольофонії, шеляку і терпентини).

Як що еbonітний або живичний кружок натрішаємо або натремо звірячою шкірою (напр. хвостом лиса), то він наелектризується від менно. Накриймо його тепер покришкою; тоді спідній бік покришки буде наелектризований додатно, верхній же відемно. Як що ми тепер знову піднесемо вгору накривку, то побачимо, що вона не буде наелектризована, бо її додатна і відемна електричності знову злучилися. Торкиувши накривку пучкою перед підняттям її, ми відведемо її відемну електричність і тому після підняття покришка буде мати вільну додатну електричність. Еbonітний або живичний кружок цього приладу має властивість заховувати електричність на довший час; тому цей прилад звуться електрофором, себ-то прилад, що носить електричність (від грецького слова форео-несу).



Фіг. 25.



Фіг. 26.

2. **Лейденської пляшки** (фіг. 26) вживають для скупчення і згущення електричності. Вона складається з скляного слоя або пляшки, що в середині і зовні обліплений металем (станіolem) приблизно до $\frac{2}{3}$ своєї висоти. Цей верхній край обліплюється смолою. Середня окладка злучена при допомозі ланцюжка з металевим дротом (p), що закінчується металевою кулькою (k) (дивись на фіг. b); дротик проведений до середини крізь накривку або затичку.

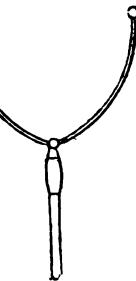
Коли держимо лейденську пляшку в руці і проводимо з кондуктора електричної машини або з покришки електрофора іскри на металеву кульку дротинки, то середня окладка електризується додатно ($+ E$), а через вплив цієї електричності на зовнішній окладці повстають: відемна електричність ($- E$), що вяжеться з $+ E$ внутрішньої окладки і вільна електричність ($+ E$), которую відвідимо рукою до землі. Через те, що $+ E$ внутрішньої і $- E$ зовнішньої вяжуться, то кульпі, а також і внутрішній окладці, можна ще уділяти кілька разів електричність і за кожним пристом на зовнішній окладці відемна електричність ($- E$) прибавляється. Коли кулька більше не приймає електричності, то кажуть, що пляшка є наряджею.

Торкнімся однією пучкою зверхньої окладки, а другу наблизьмо до кульки; тоді пляшка розрядиться; рівночасно почусмо більше або менше сильний струс, що звено електричним ударом.

Для того щоб одергати сильніші дії, лейденські пляшки звіднують по кілька докупи; таке сполучення звуться лейденською батареєю. Сильні електричні удари часто загрожують небезпекою для людини; вони можуть викликати крівяний кашель або пораження.

Для розрядження лейденської пляшки найчастіше вживають розрядича (фіг. 27) (Entlader), що складається з двох зігнених рухомих металевих дротиків, що на кінцях мають металеві кульки; дротинки прикріплені до ізольованої ручки.

При допомозі електрофора і лейденської пляшки ми можемо зробити найбільшу частину з тих досвідів, які робимо за допомогою електричної машини.

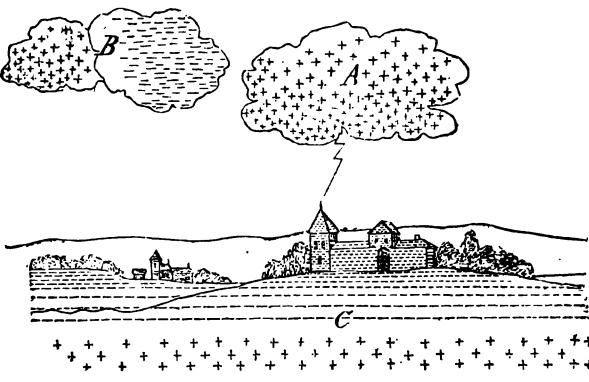


Фіг. 27.

32. Електричність атмосфери; громовиця; громозвід.

[Електричність атмосфери, туча (громовиця).] Вже з початком 18-го століття припускали, що атмосфера має в собі електричність і що громовиця є зявищем електричної природи. Певний доказ цього дав славетний американець Венямин Франклін при допомозі дуже небезпечного досвіда. Під час надходячої громовиці він запустив (1752) на шнурі з конопель паперового змія з насадженням металевим шпеником. Коли шнур промок і через те став добрим провідником, Франклін одержував з ключа, привязаного до шнурка, дуже сильні іскри (бліскавки). Сам шнур він держав шовковою хусткою (поганим провідником). Ці зявища, а також і пізніші досвіди, довели без сумніву, що: повітря, а також і хмари, завше мають більшу або меншу кількість вільної електричності.

Коли хмара, що скупчила певну кількість електричності, наблизиться до землі або до іншої хмари, то вона ділає на цю хмару через вплив (фіг. 28, наочне уявлення), притягає неодноіменну електричність і відпихає рівноіменну. Неодноіменні електричності хмар і землі лучаються часто крізь повітря при допомозі великої іскри, що і звуться бліскавкою. Грім же є гуркіт, що повстає в час переходу бліскавки крізь повітря, который змінняється ще через відбиття звуку від хмар, гір, будинків і т. и. Чим далі від нас громовиця, тим пізніше чуємо грім.



Фіг. 28.

Іноді під час погоди можна спостерегти блискавки без грому; воно походить або віддалекої громовиці або від дуже наелектризованих хмар, що розряджуються через випромінювання. — Часом тихі розрядження електричності, що скучилася під впливом близької наелектризованої хмари, можна бачити на кінцях веж (башт), щоглів, вітрових хоруговок, громозводів і навіть на одежі і волоссі, як сині сніпки світла або білявого полумя. Це зявіще, зване огнем св. Ельма або св. Олени, можна бачити лише увечері або вночі. — Полярне світло (північне, південне), що бував в околицях земних бігунів, є також електричного походження.

Діїства блискавки взагалі страшні. З величезною силою вона розриває на шматки погані провідники, нищить їх, запалює легко займисті тіла, розжарює і палить добре провідники, людей і тварин отоломшує, параліжує або й убиває.

Щоб під час громовиці охоронитися від блискавки, треба звертати увагу на такі правила: 1. Не наближуватися до високих предметів, що проводять і памятати, що сажа і дим є добрими провідниками електричності. 2. Звернути увагу на те, щоб не бути найвищим предметом серед поля на великий просторін. 3. Не бігти, а тим самим і не пріти, бо пара збільшує здібність шкіри проводити електричність. 4. Коли знаходимся в помешканні, то не замикаємо сполохливо вікон і дверей, бо можна удушитися в тому разі, як блискавка вдереться до помешкання; але треба стерегтися протягу.

(Громозвід.) Аби охоронити будинки, кораблі і інші високі предмети, а також по більшій часті і людей від шкідливого діяння блискавки, уживаємо громозводів (Blitzableiter). Громозвід складається з металевої тички із частини, що відводе.

Тичка має в висоту 3—5 м, а завтовшки 1,5 см; зроблена вона з кутого заліза і вгорі загострена: вістря добре позолочене, щоб не ржавіло. Цю тичку містять прямовисно (вертикально) на найвищій точці того предмету, котрий бажають охоронити від блискавки; на нижній кінці вона добре ізольована. З досвідів довідається, що така жердка може охоронити лише предмети в кругі, луч чого рівняється приблизно подвійній висоті жердки; тому часто на великих будинках ставлять кілька таких жердок. Частина громозвіда, що відводе, складається з залізного дроту; вона луčиться зо всіма жердками і веде до вхідного, глибокого місця в землі або до керници.

Громозвід винайшов Франклін (1753).

33. Електричність від зіткнення; звено (елемент) Вольти електричний струмінь.

(Електричність від зіткнення.) (Berührungslektrizität). Візьмімо дві вигладжені та чисті з ізольованими ручками плити двох ріжких металів, напр. цинку та міди, складимо їх цілими поверхнями і відіймімо їх рівнобіжно; тоді побачимо, що цинк має додатну електричність, а мідь — від'ємну.. Це можна бачити при допомозі дуже чуткого електроскопа. (Основний досвід Вольти.) Як що зануримо шматок міди в розведенім сірковім квасі, то вільний кінець його буде мати додатну електричність. Через власне зіткнення двох ріжких добрих провідників повстає електричність, яку ми звемо електричністю від зіткнення (дотику) або гальваничною електричністю.

Перший зауважив ці зявіща в 1789 році італійський лікарь Гальвані; але пояснив їх добре першим професором Вольта, сучасником Гальвані.

Причину повставання електричності від взаємного дотику двох ріжнородних добрих провідників, звемо е л е к т р о м о т о р о ю с и л о ю (силою, що розбуджує електричність).

Металі і де-які інші тіла можна уложить в один такий ряд, що попередній метал зіткнений з слідуючим електризується додатно, а кожний слідуючий — відємно. Цей ряд є слідуючий: цинк, оліво, ціна, залізо, мідь, срібло, плятина і вугіль.

(Звено (Елемент) Вольти.) Занурімо рівночасно цинкову (фіг. 29 Z) і мідяну (K) плиту в дуже розведеній сірковий квас, але так, щоб обидві плити не стикалися і прикріпімо до їхнього верхнього кінця по мідяному дроту; як що ми зіткнемо між собою дроти і після зіткнення віддалимо їх, то одержимо електричну іскру. Як що візьмемо до цих досвідів замісць цинку і міді інші метали, то одержимо таке саме явище, тільки в ріжнім ступні. С п о л у ч е н и я д в о х ці п к и х провідників з однім або двома провідниками плинними (рідкими) з метою утворення електричності, звемо гальваничним елементом.

Гальваничний елемент, складений з цинку, міди і розведеного сіркового квасу, зветься елементом Вольти.

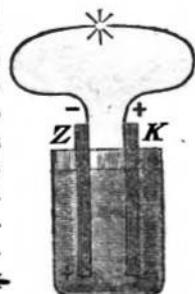
Вільний кінець міди зветься додатним, а кінець цинку відємним бігуном елемента. Як що дроти, що йдуть від бігунів (бігунові дроти, злучники), злучені між собою, то звено є замкнене, а як ні, то розімкнене (перерване).

(Електричний струмінь.) Як що злучити дротом (злучником) обидва бігуни гальваничного елементу, то ріжноіменні електричності, що скупчуються на бігунах, будутьувесь час збуднуватися через злучник і утворять в ньому безпереривну течію електричності, або так званий е л е к т р и ч н і й або гальваничний струмінь (elektrischer Strom oder galvanischer Strom).

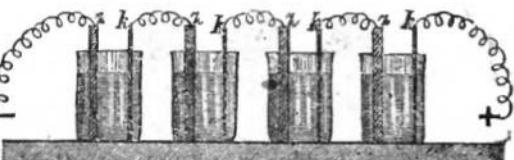
Швидкість електричності в найліпших провідниках доходить до 300.000 *km* на секунду.

Як що сполучимо між собою кілька елементів Вольти (фіг. 30) таким чином, що мідяна плита першого елемента буде сполучена мідяним дротом з цинковою плитою другого, мідяна плита другого з цинковою плитою третього і т. д., то цинковий бігун першого елемента і мідяний бігун останнього дадуть нам значно більше електричності, ніж один елемент. Як що обидва ці бігуни сполучимо злучником, то по ньому буде проходити тим сильніший струмінь, чим більше сполучено таким чином елементів. Сполучення кількох елементів в один пристрій звемо гальваничною батареєю або складним звеном.

Покладімо на скляній підставі мідяні і цинкові плити одну на другу і вложімо між кожними двома парами пліток по шматку сукна, замоченого в заквашенні воді або в розчині куховарної солі; тоді будемо мати стовпець Вольти. Його замкнути можна, сполучуючи мідяним дротом кінцеві плити стовиця.



Фіг. 29.

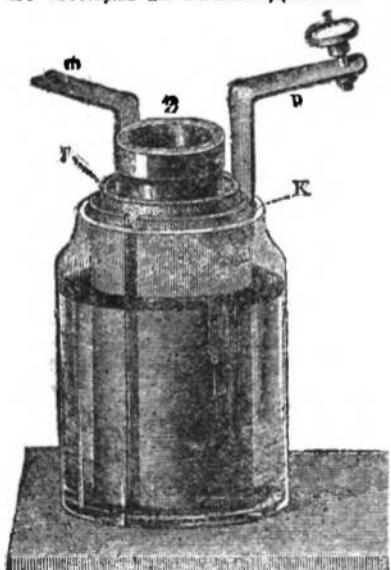


Фіг. 30.

34. Найзвичайніші гальваничні елементи.

Електричний струмінь, утворений елементом Вольти, тратить свою силу дуже швидко. Причиною цього є хемічні процеси, що виступають в електричному звені. Частина цинку розпускається в квасі, але в наслідок ділення електричного струменя виділяється знову і осідає на мідяній плиті. Чим більше осяде цинку, тим слабшим робиться електричний струмінь і коли нарешті вся мідь покриється цинком, електричність перестане текти цілком.

Гальваничні елементи, в яких струмінь не слабшає в довгий час, звуться постійними елементами. Їх називають по іменам їх винахідників.



Фіг. 31.

Елемент Даніеля (Daniell) (фіг. 31) можна вважати лише відміною елемента Вольти. Він складається з скляної посудини, в якій стоїть в насиченім розчином сірчануміди (мідяного купервасу) мідяна пластина (*Cu*), звинена в валець. В мідяній плиті міститься поруватий, закритий знизу, глиняний валець (*T*), як болоня, в який наливають розведеного сірчаного квасу і вкладають вальцовувату цинкову плиту (*Z*). Кінець мідяної плити є додатній бігун.

Болонка не дає переходити сірчановій цинку (цинковому купервасу) до міди, а тим самим не дає осидати цинкові на міді.

Елемент Смія (Smee) складається з тоненької срібної плити, покритої плятиновою губкою, себто роздробленою плятиною, котра вклалася в дуже розведений сірчаний квас між двома злученими між собою грубими цинковими плитами. Металеві плити відділені одна від другої дерев'яними бляшками. Болонки тут не вживають. Срібна плита є додатним бігуном.

Вищеагадані елементи однакового складу можна сполучити в батареї таким самим чином, як і елементи Вольти.

Крім цих елементів є ще багато інших гальваничних елементів.

35. Діїства гальваничного струменя.

1. **Фізіологічні діїства.** Якщо візьмемо в руки кінці провідних дротів досить сильної гальваничної батареї, то тілом піде електричний струмінь і коли ми перервемо або знову замкнемо звено, то почуємо кожен раз струс в суставах плеч, що й є якраз наслідком ділення струменя на нерви.

Часто електричного струменя вживають лікарі до лікування. Сильний електричний струмінь бував небезпечною для людей, а також і для великих тварин.

2. Світляні і теплові діїства. Під час замикання і розмикання батареї повстають і скри.

Як що злучимо бігунові дроти батареї з тонкими шпичастими вугляними стовпчиками, то при відповідній зближенні гострих кінців вугля повстасє в ітиль на дуга (так звана вольтова дуга), майже така ясна, як сонце; це електричне вугляне світло (дугове світло). Його вживають до освітлення вулиць і великих просторів (салі, фабрик), на надморських світильниках баштах (маяках), до військових справ і т. д.

Сполучімо провідні дроти батареї тонким, коротким, заливним дротом; він розпалиться аж до білості жару і може навіть розтопитися.

Гальваничної електричності вживають також до утворення жарового світла (Glühlicht). Жарова лампа Едізона (фіг. 32) складається з грушовидної безпівторяної скляної посудини, в якій розпальюється звужене бамбусове волоконце, аїгене, як підкова (*a c b*) і прикріплене до плятинових дротиків. — Жарове світло вживається для освітлення помешкань, театрів, кораблів і копалень.

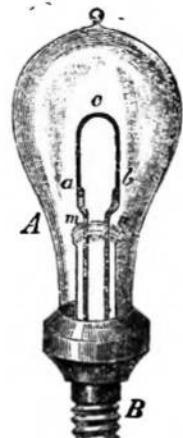
3. Хемічні діїства. Занурімо плятинові бляшки, сполучені з провідними дротами гальваничного елементу, в розчин сірчану міди (мідяного купервасу); через кілька часу побачимо, що бляшка відемного бігуна поволі покриється міддю. — Як що електричний струмінь пропустимо через воду, то вода розпадеться на свої хемічні складові частини, себ-то на водень і кисень.

На властивості гальваничного струменя розкладати розчин солей металів і виділяти метал, полягає гальванопласттика, себ-то штука роблення з металю пластичних відбитків предметів за допомогою гальваничного струменя.

Для гальваничного відбивання малих предметів (монет, медалей) вживаємо часто прилад, показаний на фіг. 33. В широкій скляній посудині (*A*) висить скляний валець (*B*), закритий знизу міхуром (шкіряною болонкою). В цій другій посудині занурена цинкова плита (*Z*) на мідяному дроті, а в першій на такому самому дроті лежить поземно широкий мідяний шматок (*F*). Обидва дроти сполучені шробукою (*S*). Тепер кладемо предмет (*a*), що маємо відбити, на мідяну плитку (*F*) та наливаємо до більшої посудини фільтрованого розчину мідяного купервасу, а до мейшої дуже розведеного сірчаного квасу; тоді повстасє гальваничний струмінь, в наслідок чого розчин сірчану міди розкладається, і мідь виділяється поволі на нашому предметі (*a*).

Таким самим чином предмети гальванично позолочують, посріблюють і т. д.

4. Магнетні діїства. Як що підковоподібне м'яке залізо (фіг. 34) обвинуті спирально мідяним ізольованим дротом і пропустити крізь дріт електричний струмінь, то залізо зробиться сильним магнетом. Воно притягує тепер якір вкупі з відповідним тягarem. Магнет, що повстасє в наслідок електричного струменя, звено електромагнетом, а магнетизм, викликаний електричним струменем, зветься електромагнетизмом.



Фіг. 32.



Фіг. 33.



Фіг. 34.

Як тільки ми перервемо електричний струмінь, то залізо зараз же втратить свою магнетну силу і якір відпаде. Як що замісць мягкого заліза візьмемо сталь, то під впливом електричного струменя вона стане тривалим магнєтом.

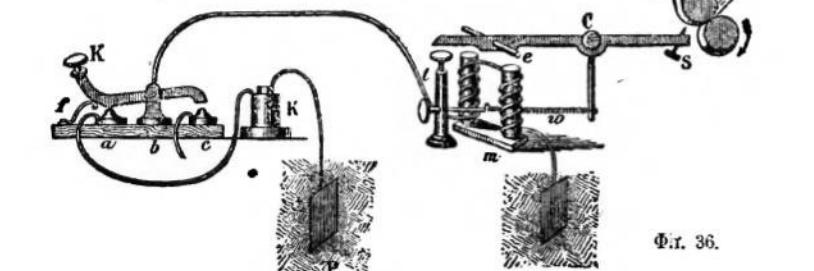
Коли якорь пристає дуже щільно до заліза, то він удержується ще деякий час і після того, як електричність вже більше не йде дротом. Це можна пояснити тим, що в залізі залишається частина розбудженого магнетизму.

36. Електричний дзвоник і телеграф.

На надзвичайно великій швидкості електричного струменя в добрих провідниках і на можливості через це в кожнім віддаленні намагнетизувати хвилево (на мить), мяке залізо полягають електричний дзвоник і писучий телеграф.

(**Електричний дзвоник.**) (Фіг. 35.) При допомозі зажимів *a* і *b* прилад прилучається до електричного звена. Тоді електричний струмінь від зажима *a* йде до шруба *h*, переходить на спружину *Z*, далі через якір *A* в обмотку електромагнетів *E—M* і простує до зажима *b*. Коли ток проходить по обмотці електромагнета, залізо маєтися і притягує якір *A*; цим ток електричний переривається, бо спружина *Z* не торкається тоді до шруба *h* і залізо перестає бути магнєтом; через те якір відходить до свого первісного становища, звено знову замикається; залізо знову маєтися, притягує якір і т. д. Це звичає буде тривати доти, поки в замкнене гальванічне звено. До якоря прикріплений молоточок *K*, котрий дригає вкупі з ним і бе по чащі дзвоника *C*.

(**Електромагнетичний телеграф.**) Під телеграфом або далекописом розуміємо взагалі кожен прилад, при допомозі котрого можна швидко порозумітися на далекі віддалення. Найбільш уживаним електромагнетичним телеграфом є писучий



чи (писальний) телеграф Морзе (Morsé). Цілий прилад складається з приладу до писання (що приносить знаки), ключа (що

дає знаки), провода (дрота) і батареї. Фіг. 36 уявляє схематично названі складові частини в відповідному сполученні.

Прилад до писання складається (фіг. 36 праворуч) з двох залізних стовпців, що сполучені на споді поперечкою (*m*) і обкручені ізольованим мідяним дротом. По-над залізними стовпцями міститься в малому віддаленні залізний якір (*e*), прикріплений до підйоми. Як тільки електричність (від *t*) пройде дротом довкола залізних стовпців, то вони стануть магнетними і притягнуть вниз якір, що вісить над ними. Але через це рівночасно підносяться вгору сталевий шпенник (*s*), прикріплений на другому кінці підйоми і так сильно тисне на тасьму паперу, що на папері робиться знак. Тасьма паперу звичайно дуже довга і накручена на бльок. Вона рівномірно посувався при допомозі годинникового приладу (на рисунці його не видно) і уміщених біля шпенника валочків.

Струмінь, що йде лише мить, робить на папері крапку; ток, що йде довше, робить лінію. Цих двох знаків вистачає, щоб порозумітися, бо ріжними сполученнями ліній і крапок можна виразити не лише всі літери азбуки, але також всі цифри і знаки прописок, напр.: *a* = .—, *b* = —.., *v* = .—.—, *k* = —.—, *n* = —., *ц* = —.—. і т. д.

Як тільки залізні стовпці розмиканням електричного звена втратять свою магнетну силу, то підйома (ворушило) за допомогою сталевої спиральної пружини (*w*) вернеться до первісного стану. Перед електромагнетом стоїть мосянжовий стовпець (*t*), по котрому єдин кінець підйоми; він перешкоджає якорові зіткнутися безпосередньо з бігурами.

Ключ потрібен для замикання і розмикання гальванічного звена (батареї). Він складається (фіг. 36, ліворуч) з двораменою мосянжовою підйоми (ворушила), що міститься на дошечці і займає за допомогою спружини (*f*) таке становище, що один її кінець дотикається до мосянжового стовпця (*c*). В такому вигляді батарея розімкнuta.

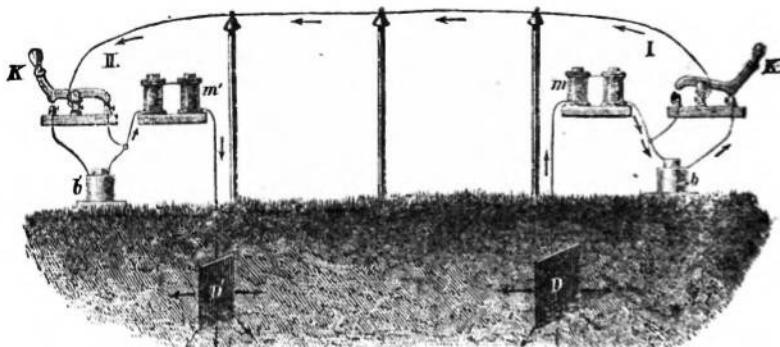
Як що ворушило при *K* опустимо додолу, то головка на ворушилі діткнеться до мосянжового стовпця *a* і батарея буде замкнена. Тепер електричність, що входить при *a*, йде плечем ворушила і середнім стовпцем *b* до провідного дроту, а від нього при *t* до приладу, що пише.

Провід складається з залізного або мідяного дроту, 3—4 *mm* завтовшки, що проводиться завше к різь повітря звичайно на стовпах. А щоб електричний струмінь не ввіходив в землю, то дріт не причіплюється безпосередньо до стовпів, але обкручується довкола порцелянових або скляніх дзвонів, що прикріплені на верхніх кінцях стовпів.

Для телеграфування досить одного провідного дрота, як що ми його кінці прилютуємо на обох стаціях до великих металевих плит і ці плити закопаємо в землю.

Для підземних проводів беруть дроти ізольовані гутаперчою, вложені в оливянні рурки. Для підводних проводів вживають каблів (телеграфичні лінії). Вони складаються часто з кількох зірчених мідяних дротів, ізольованих гутаперчою.

Батарея (на фіг. 37 показана одним елементом b і b') постачає електричність. Для телеграфування найбільше вживають елемента Даніеля (Daniell).



Фіг. 37.

Кожна телеграфична стація повинна мати (фіг. 37) батарею (b , b'), прилад до писання (m , m') і ключ (K , K').

Сполучення поодиноких пристрій можна бачити з схематичної фігури, яка саме уявляє, що ключ на першій (праворуч) стації опущений до-долу як раз для давання знаків.

Морзе винайшов свій телеграф р. 1837. Пізніше винайдені ще ріжні и іші електромагнетні телеграфи.

V.

Про внутрішню ріжнородність тіл.

а) НЕОРГАНІЧНІ ТІЛА.

37. Хемічна сполука, хемічний розклад; елементи.

(**Хемічна сполука.**) Візьмімо сірчаний порошок і змішаймо його добре з сливе подвійною кількістю дрібнєсенької залізної тирси; в цій змінщі крізь побільшуюче скло ми виразно побачимо частинки сірки поруч з частинками заліза, а при допомозі магнету ми зможемо навіть відділити частинки заліза від сірки. Як що ми нагріємо цю змішку в пробівці, то одержимо при сильному розпалюванні нове тіло, сірчак заліза (Schwefel-eisen). Під побільшуючим склом ми побачимо тепер однородну масу, которая вже не буде мати ні властивостей сірки, ні властивостей заліза.

Як що змішавмо в мисочці сірчаний порошок з в шість раз більшою кількістю живого срібла, то одержимо чорний порошок, так звану чорну цинобру, которую можна легко перемінити в червону цинобру.

Сполучення двох (або більше) ріжнородних тіл в одно нове, цілковито однородне тіло, звемо хемичною сполукою (*chemische Verbindung*).

Сила, що придержує до купи частинки тіл в хемичній сполузі, зветься хемичним притяганням.

Докладні досвіди показують, що сірчак заліза повстас через сполучення 4 частин сірки і 7 частин заліза, цинобра ж через сполучення 2 частин сірки і $12\frac{1}{2}$ частин ртути.

Як що прибавимо трохи більше одного тіла, то цей додаток хемично не лу читься. Тіла сполучуються між собою лише в певних відношениях кількості.

(Хемічний розклад.) Наповнімо пробівку (фіг. 38)

приближно до чвертини червоним окисом ртути, заткнімо її проверченим, добре пристаючим

корком, крізь котрий проведена зігнена під кутом скляна рурка і все це прикріпімо до підстави (штативу) (фіг. 38) так, щоб кінець довшої частини скляної рурки був занурений в ванні під водою.

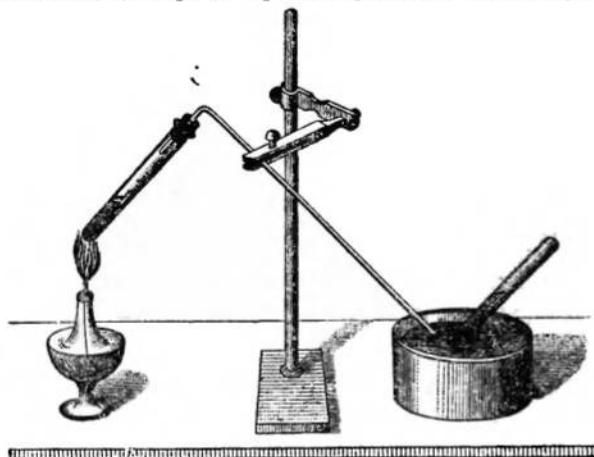
Як що нагріти тепер пробівку сильною поломінню спиртяної лямпочки, то з окису ртути виділиться газ, котрий скляною руркою діде до води, де і виходить до гори бульбашками; його дуже легко зібрати в якій-небудь посудині. В верхній же частині пробівки і в скляній рурці, що вживають для провода газу, ми помітимо незабаром багато крапель ртути. Вийнявши з води посудину, наповнену газом і зануривши туди тліочу тріску дерева, побачимо, що вона заходить і горітиме живіше, ніж в повітрі; але сам газ не буде горіти. Цей газ зветься киснем (*Sauerstoff*).

Нагріванням окис ртути розкладається на ртуть і кисень.

Відповідними засобами можна також і цинобру розклади на сірку і ртуть, сірчак заліза на сірку і залізо. Розклад тіла, що складається з однородної маси, на хемично ріжнородні тіла, зветься хемичним розкладом (*chemische Zerlegung*).

Одержані через хемичний розклад складові частини тіла звемо хемичними складовими частинами його.

(Складні і прості тіла.) Тіла, як напр. окис ртути, цинобра і інші, що складені з однородних часточок маси (молекулів) і котрі можна розкласти на хемично ріжнородні тіла, авуться складними тілами.



Фіг. 38.

Всі досвіди з метою розкласти також кисень, сірку, ртуть, залізо на інші тіла, показали, що цього зробити не можна. Тіла, які не можна відомими нам до цього часу засобами розкласти на ріжнородні тіла, звемо простими (первістними, поєдинчими) тілами, первнями або хемичними елементами.

До цього часу знаємо біля 80 первнів і ділимо їх на металі і неметалі (метальоїди).

38. Атмосферичне повітря.

(Склад.) Запалімо свічку, прикріплена до шматочка корка або на мисочці, пустімо її на воду і накроймо великим скляним дзвоном так, щоб вода замикала його (фіг. 39); незабаром половина свічки погасне, вода в давоні підійде до гори і наповнить майже одну п'яту частину його. На горіння пішла $\frac{1}{5}$ частини повітря; останні ж $\frac{4}{5}$ його не можуть підtrzymувати горіння. Цю п'яту частину, що пішла на горіння, складає кисень.

Як що вложимо до газу, що лишився в дзвоні, тріску або яке-небудь інше запальне тіло, то воно гасне. Тварини в такім повітрі гинуть. Частина повітря, що лишається після горіння в замкненім просторі, зветься азотом (Stickstoff); він, подібно кисню, є також елемент (первень).

Кисень і азот в атмосфері не сполучені хемично, лише змішані. Атмосферичне повітря є мішанина газів і складається по обєму сливе з $\frac{1}{5}$ кисня і $\frac{4}{5}$ азоту.

Крім цих складових частин атмосферне повітря має ще водяну пару, вугланий квас і амоніак. Останні два гази мають велику вагу для відживлювання рослин. Пил, гази від гнилтя, хоробні матерії т. і. роблять повітря небезпечним для здоров'я.

(Кисень.) Кисень є газ без барви і без запаху. Сам не горить, але підримує і прискорює горіння палких тіл; конче потрібний для віддихання, але вдихуваний в чистім виді прискорює життєвий процес і тим щодить здоровю.

Кисень сполучується хемично сливе з всіма первнями (елементами). Кожна хемична сполука якого-небудь елемента з киснем зветься взагалі окисом (оксид); напр. окис заліза, окис ртути.

Кисень є складовою частиною більшості мінералів і багатьох органічних тіл. Його назва походить від того, що багато розпущеніх в воді окисів мають кислявий смак.

(Азот.) Азот є також газ без барви і без запаху. Сам не горить, але горіння і віддихання також не підримує.

Азот є також в тілах багатьох тварин і рослин; в мінеральному царстві його особливо багато в салітрі і в ріллі.

З киснем азот утворює багато сполук; найважнішою з них є азотовий квас (Salpetersäure). Розведений водою азотовий квас є безбарвна



Фіг. 39.

або жовтява, неприємно смердюча теч; вона дуже квасна і їдка; синій лякмусовий папір барвить на червоно. Азотовий квас зоветься також салітровим квасом тому, що робиться з салітри. В техніці його вживають до розпускания металів і. т. и.

39. Вода.

(Склад.) Вода є складне тіло і складається з кисня і водня.

Киньмо в пляшку (фіг. 40) з широкою шийкою кілька шматочків цинку і налиймо туди води; далі заткнімо пляшку переверченим в двох місцях корком і в одну дірку вставмо лійкувату рурку, що сягає аж до dna пляшки, а в другу рурку, що витягнена вгорі, в гострий кінець.

Як що тепер налити у пляшку крізь лійкувату рурку трохи сірчаного квасу, то почне виділятися газ. Частина води розкладеться; кисень її сполучиться з цинком в окис цинку, а цей знову з сірковим квасом в сульфат цинку, который зараз же й розпускається в воді, тоді як вільний водень (Wasserstoff) виходить провідною руркою до гори. Водень є газ без барви і без запаху.

Піднесімо по кількох хвилинах видлення газу (коли вже все повітря виперте з пляшки) запалений сірник до відтуліни провідної рурки; газ займеться і горітиме блідою, але дуже гарячою поломінню.

Водень більше ніж в 14 раз лекший від атмосферного повітря. Змішка його з киснем (повітрям) звуться грімлячим газом, бо як тільки запалити й, вибухає.

(Властивости.) Вода, що є в природі, ніколи не буває зовсім чистою. Вода з снігу і з льоду має в собі тільки повітря; так само дощівка (вода, що зібрали під час дощу). Джерельна ж вода (вода до пиття) має в собі розпущені цілкі мінеральні тіла (вапно), а також велику кількість вугляного квасу; таку воду ми звемо твердою. Під час свого дальнього бігу, вже як річна вода, вона більшу частину цілких тіл виділяє і тоді звуться мякою водою. Джерельна вода, що має багато мінеральних складових частин і вживався для лікування, звуться мінеральною водою (сірчані, сільні джерела і і.).

Твердої води для прання, барвлення, варення стручкуватих ростин і т. д. вживати не можна, бо вапно, що з неї виділяється, затикає пори і перешкоджає всяканню води.

Амоніяк (смородець), сполука водня з азотом, утворюється під час гниття субстанцій (гною), складовою частиною которых є азот; він є в атмосфері і ріллі. Це є безбарвний газ, гострого запаху. Вода вбирає його дуже жадібно. Цей розчин звуться амоніяковою водою або сальміяковим (нашатирним) спиртом (Salmiakgeist) тому, що амоніяк добували раніше з сальміяку (нашатиру). Амоніякової води вживають в техніці.



Фіг. 40.

40. Вугіль, вугляний квас і окис вугля.

(Вугіль.) Як що в вільно заткненій посудині нагрівати тіло органічного походження, напр. дерево, то дим і запальні гази виходять і вкінці лишиться чорна решта, которая в герметично

замкненій посудині витримує найбільший жар, більше не зміняючись. Ця решта зветься вуглем і складається головно з окремого елементу, що зветься вуглем (вуглецем) (Kohlenstoff).

Вугіль є цілком тіло без запаху і без смаку, що не гориться навіть при найбільшому жарі, який ми тепер можемо мати.

Деревний вугіль добувають в великій кількості в багаттях (Meiler) (фіг. 41). Для цього складають дрова в півкулясту купу, котра в середині має прямовисний канал, а долі поземний. Цю купу дров накривають землею і травою, аби припинити доступ повітря і в поземнім каналі підкладають вогонь. Деревного вугля вживають для роблення стрільного пороху, на паливо і т. д.



Фіг. 41.

Кістяного вугля або сподіюм вживають для роблення масти (вакси) на чоботи, для чищення ліхой води до пиття, для відбарвлення цукрового соку і т. п. Сажа, що утворюється при паленні смоляків і смоли, вживається для вироблення друкарської фарби. Камінний та брунатний вугіль, торф і антрацит зуться мінеральним вуглем. Графіт і діамант складаються також із вугля (вуглеця).

(Вугляний квас.) Як що шматочки мармуру в посудині полити сільним квасом, то виділяється безбарвний газ, тяжкий від атмосферного повітря, котрий можна через те збирати в одвертій посудині. Запалена свічка гасне, як що її внести в цей газ. Він зветься вугляним квасом (Kohlensäure) і є сполука вугля (вуглеця) з киснем.

Вугляний квас утворюється також при горінні, гниенні і кисненні органічних тіл і при процесі віддихання людей і тварин. Там, де з якої-небудь причини утворюється багато цього газу, напр. в пивницях, керницах, печерах, буває дуже небезпечно для живих істот, бо вдихування його веде за собою обезсилення і смерть. — Як що ми маємо йти в місце, де, ми гадаємо, назіралося багато вугляного квасу, то повинні йти з одвертим світлом і нести його і ніч че вишини рота, бо вугляний квас важче повітря і тому нагромаджується при землі; як що світло гасне, то треба зараз же вертатися.

Вода легко вглитає вугляний квас, що надає їй кислявого смаку (джерельна сілька вода). Вугляного квасу вживають до роблення мусуючих напітків (содової води, піняного вина) і т. і.

(Окис вугля.) Окис вугля, що зветься також чадом або гаром, є газ без барви і без запаху, котрий утворюється при горінні вугля з недостатнім допливом повітря. Окис вугля є також сполукою вуглеця з киснем. Запалений горить синявою поломінню і утворює вугляний квас. Вдихуваний в великій кількості веде непримінність і смерть.

Не треба ніколи квапитися замикати в печах кагли, доки вогонь цілком не вигасне.

41. Горіння і світильний газ.

(Горіння.) Як що шматочек деревного вугля держати над поломінню спиртної лямпочки, то вугіль розпалюється, його маса в цей же час потрохи убуває і врешті цілком зникає. Кисень

повітря сполучується з вуглем і дає вугляний квас з рівночасним утворюванням світла і тепла. Сполучу кисня з яким-небудь іншим тілом з рівночасним утворюванням світла і тепла звемо горінням (*Verbrennung*).

Стеарин, віск, дерево не запалюються зразу; поперед треба їх розігріти до певної температури. На стеарині і воску це можна легко бачити, бо ці тіла раніше топляться і потім лише горять. Якщо запалену свічку накрити шклянкою, то вона погасне. Для запалення і підтримування горіння тіл потрібні відповідна температура (температура запалення) і достатній доступ повітря.

Коли хочемо загасити вогонь, то повинні припинити доступ повітря і по можливості охолодити тіло, що горить. Це ми робимо під час пожежі невеликих предметів покриванням їх або обливанням водою; вода відбирає тепло у тіла. При пожежі тіл, що лекші від води (олива, жир), не можна вживати такого засобу до гашення; в такому випадку беруть піпілу, пісок або землю.

Запальні гази і такі тіла, що під час горіння утворюють запальні гази, горять поломінню.

На поломіні свічки (фіг. 42) можна добре розріжнити чотири частини: 1. темну частину (*a*), що оточує гніт і складається з газових продуктів розкладу пального матеріалу; 2. синю частину, при спідній частині гноту, де спаляються гази при доступі повітря на окис вугеля; 3. частину, що світе (*f, e, g*), де гази, що горять, виділяють вугіль, а цей розпадається до білості; 4. несвітіючу обвідку, що оточує цілу поломінь; тут наступає цілковите спалення при достатнім доступі повітря, через що поломінь тут найгорячіша.

(**Світильний газ.**) Нагріваймо в пробівці, заткненій корком, крізь котрий проходить спичаста рурка, потовчений камяний вугіль. Незабаром з рурки почне виходити газ, котрий легко займається; це є т. зв. світильний газ (*Leuchtgas*).

Щоб одержати світильний газ в великій кількості, нагрівають камяний вугіль в замкнених глиняних ціліндрах (ретортах) аж до розпалення. Газові витвори, що від цього одержуємо, йдуть крізь цілій ряд рур та резервуарів (приладів для очищення), в яких виділяється дьоготь (теч темного коліру) і не ужиточні гази. Очищений таким чином світильний газ уявляє у себе мішанину різних газів (легких і тяжких углеводнів). Вугіль, що застосується в ретортах, зветься коксом.

Легкий углеводний газ (*Kohlenwasserstoffgas*) утворюється також в багах і вугляних копальнях; тому він і зветься також багняним (болотяним) і копальним газом (*Sumpf- und Grubengas*). Змішаний з атмосферним повітрям і запалений він сильно вибухає, через що так небезпечно гриликам працювати в вугляних копальнях.

Тяжкий углеводний газ надає світильному газові своєрідний запах.

42. Сірка і фосфор.

а) **Сірка** є крихке, ціпке, ясно жовте тіло без смаку і без запаху; як що її потерти, то вона стає електричною і має особливий запах. Вона горить синюю поломінню і утворює під час горіння безбарвний газ, що зветься сірчастим (сіркавим) квасом і є окисом сірки. Сірка є елемент.

Під час нагрівання сірка топиться; як що її нагрівати далі, то вона кипить і обертається в темно червоний газ (сір-



Фіг. 42.

ч а н у п а р у), котрий при наглуому остудженні згущається знову в ціпку порошкову сірку (сірчаний цвіт). Чиста сірка не є отрутою.

В природі сірка дуже росповсюджена; в самороднім стані її особливо багато в вульканічних краях. Але частіше вона стрічається в ріжких хемічних сполуках з металами в мінералах (як іскриш зализа, олівіаній, гіпс і т. і.) і в воді сірчаних джерел. Вона є також в насінні стручкуватих овочів, гірчицій олії, в білку яєць, в костях і інших органічних тілах.

Сірки уживають до роблення стрільного пороху, штучних огнів, сірників, пинобри і т. і.

Сірчастий (сірка вий) квас (*schwefelige Säure*) має неприємний запах і не горить; вибілює органічні матерії (овечу вовну, шовк, солому, рожі), припиняє киснення і нищить шкідливі бацілі. Сірчаний квас (*Schwefelsäure*) або вітріолева олія є теч дуже квасна, ідка та олівчаста; синій лакмусовий папір вона барвить в червоний колір; в техніці сіркового квасу вживають до роблення ріжких фабричних виробів. Сірководень (*Schwefelwasserstoff*) в запальний, отруйний газ, з запахом гнилих яєць; повстас при гнитті тіл, в склад котрих входить сірка.

б) **Фосфор** є жовтязве, просвітляється тіло, подібне воску і належить до первнів (елементів).

Фосфор дуже легко запалюється і плавіть сам і тому його треба переховувати під водою; вийнятий з води виділяє з себе білу пару, що світить поночі (звідси його назва «фосфор» — той, що носе світло) і має особливий часниковий запах. Від нагрівання він топиться, запалюється і дає фосфорний квас (білий дим) (*Phosphorsäure*). Фосфор є швидко ділаюча отрута. — Як що жовтий фосфор нагрівати в вуглянім квасі, то він перемінюється в темночорвоний порошок, в червоний фосфор. Цей фосфор вже не димиться, не так легко запалюється, в темряві не світить і не є отрутою.

В природі фосфор знаходимо лише в сполуках. Від вивітрювання мінералів він є також і в ріллі, звідки він переходить в ростини, особливо в зерно. В тілі людини і тварин він має особливе значіння для витворювання костей.

Добувають фосфор з костей тварин; вживають його до фабрикації легко запальних річів; жовтим фосфором трутуть шурі.

Запальний матеріал звичайних сірників склядається з жовтого фосфору (1 kg фосфору вистачає на 2 міліони сірників), гуми і фарби.

43. Хльор.

Первень хльор є зеленясто-жовтий, неприємно смердючий газ; добути його можна, як що злегка нагрівати в пробівці мішанину сільного квасу і мураку (двоокису мангана, піролюзит, бравнштейн).

Вже в малій кількості він сильно дратує органи від дихання; в великій кількості викликає кашляння кровю і удушення.

Холодна вода в великий кількості вглітає хльор і набирає його властивості (хльорова вода). Органічні фарби (індіго, кар-

мин) від хльору біліють; хльор нищить також баціли, що спричиняється гниттю та хворобам.

Хльору вживають до білення полотен і бавовняних матерій, до дезінфекції (нищення бацілів) і т. і.

В природі хльор стрічається лише в хемічних сполуках, а саме в камяній і морській солі.

Хльороводень (Chlorwasserstoff), безбарвний, гострий, квасно смердючий і дуже їдкий газ, одержують його нагріванням куховарної солі з сірковим квасом; він зветься тому також сільним квасом (Salzsäure). Вода жадібно вглицає його і тоді він зветься розведеним сільним квасом, котрого вживають в медицині або, як сільний спирт, в ріжних галузях техніки.

44. Вапно.

Візьмімо шматок крейди, зважмо його і добре розпалімо його; як що ми тепер його зважимо, то побачимо, що він стратив сливу половину своєї ваги. Крейда розклалася хемично: вугляний квас виділився, а те, що лишилося, і є вапно (палене вапно). Докладні розсліди показали, що вапно є окисом ясножовтого металю, вапня (кальцію) і тому воно зветься ще окисом вапня; крім того воно зветься за свою їдкість також їдким вапном (Ätzkalk).

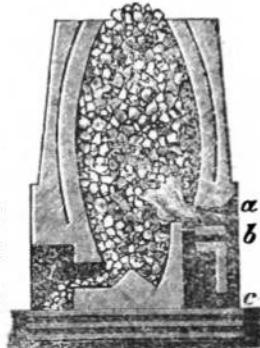
Як що до паленого вапна налити трохи води, то воно жадібно вбирає її, нагрівається і розпадається в порошок, котрий зветься «гашеним вапном». Додавши більше води, ми витворимо спочатку вапняну кашу, а далі теч подібну до молока, вапняне молоко; як що налити дуже багато води, то утворюється прозора теч, т. зв. вапняна вода. Палене вапно забирає поволі з повітря вугляний квас і тоді одержують карбонат (вуглян) вапня. Розчин вапна має луговатий смак і червоний лякмусовий палір барвить в синій колір; такі окиси звемо основними (луговатими) окисами або основами (луговинами) (Basen).

Вапна уживаємо до білення стін, до роблення мулярської заправки (Mörtel), до вищерстення шкіри (в гарбарстві), до роблення скла і інших фабричних виробів.

Випалювання вапна. В великій кількості вапно одержують через випалювання вапняку (вапневого карбонату).

«Випалювання» відбувається в спеціально для цеї мети збудованих печах, вапнярках. Цій меті найбільше відповідають такі печі (фіг. 43), де випалювання відбувається невпинно, а саме, ці печі так збудовані, що палене вапно (при f) можна вибирати і рівночасно досипати до печі вапняку.

Із сполук вапна найважніші слідуючі: карбонат (вуглян) вапня, що знаходиться в багатьох мінералах (вапняку, мармуру, крейді), в ріллі, шкаралупах яєць, мушель і слизяків, в костях і т. і.; сульфат (сірчан), що стрічається в природі головно, як гіпс і алябастер; фосфоран вапня є важливим складником молока, муки, костей і зубів; хльористе вапно, що вживають до білення і робиться штучно.



Фіг. 43.

Крім вапна (вапнової землі) є ще інші сполуки, котрі всі звуться землями. Найважнішими з них є тальковаземля або магнезія, глиняна земля і кремяна.

45. Поташ і сода.

(Поташ.) Полиймо попіл з дерева гарячою водою і почекаймо, поки відстоїться; тоді ми одержимо теч, котра буде мати луговаті властивості. Як що ми цю теч випаримо, то на споді лишиться сіра маса, котру звемо поташом. Поташ, політий сільним квасом, віддає вугляний квас. Розсліди показують, що поташ складається з карбонату калія (потаса) (потасового вугляну).

Калі є окис сріблясто-білого металю, що зветься потасом (калій) (Kalium). Калі легко розпускається в воді; його розчин їдкий і фарбує на синю червоний лякмусовий папір.

Поташу вживають при фабрикації скла, при робленні потасової (калійної) салітри, галуну, мила до прання (вибавлювання великих плям) і т. д.

Аби мати велику кількість поташу, в лісових місцевостях палять дерево в купах або в ямах, а попіл визолюють в особливих діжках, що звуться зільнинами або поливаннями. Досить міцний розчин випаровують в казанах і одержана маса продається, як сирій поташ. Поташ, очищений через перепалення, зветься кальцинованим поташом.

(Сода.) Як що з попелом з морських і надбережних ростин зробимо те саме, що і з попелом дерева при виробі поташу, то одержимо масу, що складається головно з карбонату натрія (содового вугляну) і зветься содою. В чистім стані сода утворює прозорі, як вода, кришталі, котрі на повітрі тратять воду і тому розпадаються в білий порошок (вивітрення). Тепер соду найбільше добувають з содового хльориду (хльориду натрія) (камяної, морської і куховарної солі).

Соди вживають до роблення мила (твърде мило), в барвничім промислі, до прання, до витворювання содового лугу (при виробі мила), содової салітри, скла і т. д.

Натрон є окис металю; що зветься содою (натрієм) (Natrium). Розчин натрону в воді (содовий лут) є їдкий і барвить червоний лякмусовий папір на синю.

46. Скляні і глиняні вироби.

а) Скло. Роаржняють кілька сортів скла: 1. содове (натрове) скло (одержують від стоплення соди, вапни і кварцу; вживають його до виробу звичайних скляніх річів), 2. потасове (калійне) скло (роблять з поташу, вапни і кварцу; найкращі скляні вироби робляться з нього) і 3. пляшкове скло (найпростіший рід скла; робиться з глини, вапна, кварцу і соди і вживається на прості зелені та брунатні пляшки до вина та пива).

Вироблення скла. Змелений сирій матеріал, валтій у відповіднім відношенні, добре мішують, перемішують далі з потовченім склом і кладуть це все в великі глиняні вогнетривалі тиглі (горшки); ці горшки ставлять

в спеціально збудовані для цього печі, де вони й нагріваються, поки матеріал не стопиться. Щоб скло вийшло чисте, без барвистих, його треба обезбарвити; для цього домішують таких субстанцій (матерії), як салітра, піролізим (мурак) і аршеник (мішак).

Додавши до скляної маси окисів відповідних металів, будемо мати барвисте скло. Так напр., додавши окису кобальту будемо мати синє скло, окису заліза брунатно-червоне; як що до скла додати окису цині, то воно стає молочнобілим і непрозорим (емайля).

Скляні вироби бувають з дутого і літого скла.

Дуте скло виробляють ось як: Файкою, себто заливною довгою ($1-1\frac{1}{2}$, m) рурою (фіг. 44), оправленою почасти в дерево, робітник бере з тігля стільки стопленої скляної маси, скільки потрібно до виробу предмета і видував її у відповідно великий баллон. Далі маханням, гнутилем, гладженням або втисканням в форму надаває робітник баллону бажаний вигляд. Готовий скляний виріб охолоджують поволі в печах до остуджування. — Дається і скляні палочки виливають.

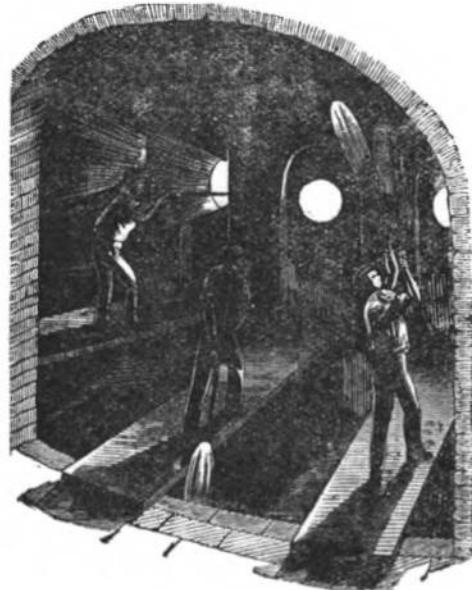
б) **Глиняні вироби.** Розріжняють густі і дірчасті глиняні вироби. До перших належить порцелян і камінні (фаянсові) вироби, до останніх звичайні гончарські вироби і цегла.

Порцелян добувають з найчистішої глини (каолину) і полевого скельця [скалинця] (шпату, ортоклязу, Feldspat). Ці дрібно змелені мінерали добре мішують, перемивають і в вохкім стані кладуть в форми; ці форми сушать на повітрі і потім випаляють їх на дуже сильнім вогні у відповідних порцелянових печах. Порцелян є давній і просвічув.

Камінні (фаянсові) вироби випаляють вже з менш чистої глини і до них додають більше ортоклаазу. Вони не такі гарні, як порцелянові річи.

Звичайні гончарські вироби вироблюють з валнистої глини (гончарської глини); по висушенні їх на повітрі їх покривають поливою або ґлязурою [пісок і глейта (Bleiglätte) стерті з водою] і випаляють в гончарських печах. Як що до ґлязури додати відповідного окису металя, то одержуємо барвисту ґлязуру.

Цеглу виробляють з звичайної глини. Після випалення вона стає червоною, бо має в собі окис заліза.



Фіг. 44.

47. Залізо.

Найважніший металль залізо в частому стані є біло-сіре, дуже тягливе тіло; його надзвичайно тяжко стопити ($1600^{\circ} C$).

В стопленім стані воно луčиться в ріжнім відношенні з вуглем і добувається через те ріжні цінні властивості. В торговлі розріжняють три головні сорти заліза: сирове або лите залізо, куте залізо і сталь (криця).

Сирове або лите залізо (чавун) лекше стоплюється, ніж інші його сорти; ні кувати, ні зварювати його не можна; має в собі від 2 до 5 % вугля. Його вживають до виробу кованого заліза, стали та ріжних литих виробів.



Фіг. 45.

Eisenkies). Крім того залізо є ще в ріжких сполуках в ростинах (в хльороді) і в крові людей та у тварин, котрі мають червону кров.

Добування заліза. Залізо добувається лише з його окисовихrud. Для цього руду кладуть шарами наперемінку з паливом (коксом, деревним вуглем) в спеціально побудовані печі (горнила, Hochofen), де під впливом жару окис заліза тратить кисень, а чисте залізо виділяється. В розтопленім стані воно міститься на самім споді печі, звідки його потім випускають.

Куте або штабове залізо дуже гнучке; добре кується і зварюється; має біля 0,3 % вугля; вживають його до роблення дротів, бляхи і ріжних кованих виробів.

Сталь (криця) є найтвірдіша зо всіх родів заліза; має дрібно-зернисту будову (структурну) і містить в собі від 1 до 1,5 % вугля; добре кується і зварюється; відзначається своєю еластичністю. Ріжнородні прилади до країння, голки, пружини до годинників, залізничні шини (рейки) і багато інших речей готуються зі сталі.

На вогкім повітрі залізо окисає (ржавіє); більша частина квасів розпускає його.

В металічному (самородному) стані в природі залізо рідко стрічається, сливє лише в метеорах. В природі є розповсюджене в окисненому стані, як магнетит, залізний блесть, червоний залізовець, залізний скалинець (шпат) або в сполученні з сіркою, як искриш заліза (залізний блиск, пірит,

Горнило (фіг. 45) є піч заввишки 6—15 m і збудована з дуже вогнетивалого матеріалу. Найвища частина печі, якою вкладають руду та вугіль і звідки виходять гази, зветься гіхтом; до неї прилучається шахт. Нижча частина печі зветься вогнищем.

Щоб достачити відповідну кількість повітря, необхідного для спалення, вживають міхів до роздування. Розтоплене залізо виливається окремими відтулинами.

Як що розпустити залізо в сірковім квасі, то утворюється вітріоль заліза, зелений вітріоль (купервас). Його вживають в фарблярстві, при дезинфекції і т. і.

48. Цинок і мідь.

а) **Цинок** є крихкий металль синяво-блізкого коліру і легкотопиться. Розтоплений і розпалений аж до біlosti цинок горить синявим світлом і дає окис цинку (цинкова біль, Zinkweiß). Вживають цинку на покривання дахів, на ринви, ванни, плити до гальваничних елементів, до роблення фарб і т. и.

Самородний цинок в природі не знаходитьться. Його найважніші руди є гальман (цинковий шпат, Zinkspat) і сірчан цинку (цинкова світнія, ефалерит, Zinkblende).

б) **Мідь** є металль особливого червоного коліру, дуже розтязглий; топиться дуже тяжко. Уживають її до витискання монет, до роблення посудин, на плити гальваничних елементів, на дріт до проводження електричності, до лягатур (сплавів) (Legierung, себто металічних стопів), до роблення фарб і т. и.

Самородна мідь стрічається кришталлями в природі, але рідко. Найважніші її руди є: мідянець (куприт, das Rotkupfererz), малахіт і халькопірит.

Вітріоль міди або синій вітріоль (купервас) (сульфат міди); вживають його до виготовлення гальваничних елементів, в гальванопластиці в барвярстві і т. і.

Найважніші і найбільш уживані стопи, (сплави) міди є: а) бронза (бронза, спиж), а саме: для дзвонів (Glockenspeise) складається з 78 частин міди і 22 частей цинку, а для гармат (Kanonengut) з 90 частин міди і 10 частин цинку, б) мосаяж (Messing) має 70 частин міді і 30 частин цинку, в) нове срібло (пакфон) складається з 60 частин міди, 30 частин цинку і 10 частин никлю. Так зване хинське срібло в ніщо інше, як посріблене нове срібло.

49. Оліво й цина.

а) **Оліво** є сірий, м'який металль; блищить лише на свіжості поверхні, бо покривається окисом. Легко топиться і при цьому покривається сірим тонким шаром окису оліва (оливяним попілом).

Оліва вживають на олівяні плити, рури, на виливання широту і куль, на олівяну ґлейту (Bleiglätte с.-то окис оліва), до виробу фарб (оливяної біли і мінії) і б. і.

В природі оліво в чистім стані не знаходитьться, а лише в сполучках з іншими тілами. Із руд відомі: галенит (оливяний блеск, Bleiglanz) і олівянець білий (Weißbleierz).

б) **Цина** є сріблясто-блізкій, досить м'який металль кришталевої будови; витягається в дуже тоненькі бляшки (станіоль); на повітрі поволі змінюється, дуже легко топиться ($228^{\circ} C$). Під час довгого топлення окислюється і утворює окис цинку (цинковий попіл).

Цини вживають на церковні знаряддя, дудки до органів, на куховарні посудини, забавки, до цинування і лютування, до стопів (сплавів, Legierung); станіюлю вживають до пакування ріжного краму (мила, чеколяди, тютюну), до виробу ріжних електрических приладів і т. д.

Цина не дуже розповсюджена в природі; найбільше її знаходять як циняк (каситерит, Zinnerz); самородної цини не знайшли ще до теперішнього дня.

50. Шляхетні металі.

Ртуть (живе срібло) є сріблясто-білий, при звичайній температурі плинний метал; твердим стає тільки при $-40^{\circ} C$. Парує вже при звичайній температурі, але кипить лише при $358.5^{\circ} C$. Вдихана ртутна пара отруйна. Ртуть розпускає срібло, золото і цину; такі сполуки звуться амальгамами.

Ртути вживають до влаштування термометрів, барометрів і інших фізических приладів, на амальгами до дзеркал і т. д.

В природі ртуть знаходитьться почести в самородному стані, почести в сполучці з сіркою, як киновар (цинобра). Киновар (цинобра) є дуже червоний порошок, котрого вживають як фарби до малювання; його одержують через очищення природного киновару (цинобра) або штучно.

Срібло є чисто білий і ясно бліскучий метал, дуже розтягливий, але важко топиться. Його вживають до витискання монет, до виробу предметів для прикраси, до посріблювання і т. д.

Срібло стрічається в природі і в самородному стані і як руда. З руд найбільш відомі і піаргіт (цинкова манка, Rotgültigerz, червона срібляста руда), аргентит (блеск срібний бліск, Silberglanz) і тетраедрит (сіромідняк, Fahlerz).

Золото є красно-жовтий метал, майже такий м'який, як оліво. Воно найбільш розтягливе зо всіх металів і дуже важко топиться. На повітрі утримує свій металічний бліск при кожній температурі. Золота вживають на монети, на ріжні речі для прикраси, до золочення і т. д.

В природі золото стрічається майже лише самородне. Нерідко воно бував також в піску рік.

Платина є метал циново-білого коліру; на повітрі не змінюється і топиться тяжче, ніж залізо. В опорошкованім стані є чорний порошок, що зветься платиновою губкою. З платини роблять бляху і дроти до хеміческих посудин.

Платина знаходитьться в природі лише самородною.

б) ОРГАНІЧНІ ТІЛА.

51. Цукор і крохмаль.

а) **Очеретяний цукор** (Rohrzucker) в чистому стані (рафінований) є білий і твердий, кришталічної будови (структурі) і має солодкий смак. Від нагрівання стоплюється в безбарвну теч, котра по остудженні твердіє і стає масою, подібною до скла (ячмін-

ний цукор). Як що його нагрівати далі, то він змінюється в бурочне тіло, що зветься карамелем; врешті він розкладається цілком і виділяє з себе запальні гази. Очеретяний цукор дуже легко розпускається в воді; як що насичений розчин його постачаємо в тепле місце, то він виділяється шостистінними скосими призмами (льодовий цукор).

Очеретяного цукру вживають до засолоджування страв і трунків, до консервування овочів (цукровані овочі), а як карамель, до забарвлювання опути, вина, печива і. т. н.

Очеретяний цукор є в соку багатьох рослин, особливо в цукровому очереті, в цукрових буряках, цукрові яворі і в деяких пальмах.

Виновий цукор (крохмальний цукор, цукор з бараболі, Traubenzucker) є м'яка маса, не така солодка, як очеретяний цукор. Находиться він по більшості в солодких овочах і в меді; його можна виробляти також штурно з крохмалю бараболі.

б) **Крохмаль** (die Stärke, das Amylum) є білий порошок без запаху і смаку і складається з мікроскопично маленьких круглявих зернят, замкнених в дуже ніжні болонки.

Зернятка крохмалю в холодній воді не розпускаються; в окропі ж розмокають, ніжна болонка тріскає і тоді утворюється слизова маса, що зветься кляйстром. При довгому варенні крохмаль поволі розпускається. Як що нагрівати сам крохмаль, то він обертається в крохмальну гуму, котра вживается до клесння.

Крохмальна мучка знаходитьться в насінні збіжжя і стручкуватих рослин, в багатьох коріннях (бараболі), каштанах, жолудях і б. и.

52. Жири.

Жири є в тілі тварин і рослин і бувають ціпкі, напів ціпкі або плинні. Жири легче води, в воді не розпускаються і в чистому стані не мають ні запаху, ні смаку. Під вlivом повітря вони розкладаються і прибирають особливий запах і гострий смак; вони стають згірклими (ranzig).

Жири роблять шкіру слизькою, а на папері і тканинах утворюють плями, що просвічують і не зникають навіть під вlivом тепла. Деякі жири розпускаються в спирті, а більшість в етері і бензині.

Жири з тварин звemo: ціпкі — лосьм, напів ціпкі — маслом і смальцем, плинні — транню.

Рослинні жири звemo оліями. Сюди належать: оліва (олія з дерева), мигдалева олія, ріпакова, лляна олія і. і. Ці олії звуться ситими оліями для відріжнення від олій летких (летуючих) або етерних, як напр. олія терпентинова, цитринова, котрі властиво не є жири, а лише плинні вуглеводні.

Жирів уживають як їжу, як світильний матеріал, як шмаровило, крім того до роблення мила, свічок, мастей і б. и.

Жири є складні тіла і уявляють з себе сполучки гліцерини і жирних квасів.

Гліцерина є теч без барви, без запаху, з солодким смаком і вживается як додаток до мила, а також і інших тіл, щоб зберегти їх від висихання, в медицині і т. д. Найважнішими жирними квасами є квас стеариновий, маргариновий і оливний.

Мила. Мила є хемичними сполуками квасів з потасом (калієм) або содом (натрієм). Потасові (калійні) мила робляться, варячи жири з потасовим лугом; вони м'які і звуться мазькими милями (*Smierseifen*). Содові мила робляться, або варячи жири з содовим (натрійним) лугом або варячи сплатку потасове мило і перемінюючи в ньому потас (калій) на сод (натрій). Туалетні мила є чисті содові мила, до котрих додано етерної олії, фарби і т. д.

Свічки. Лойові свічки роблять з мішанини волового і баранячогою. Для цього лій топлять і виливають його в цинкові форми, крізь котрі перетягнено гніт. Після остуження свічки виймають з форм і сушать їх в помешканнях з великим доступом повітря. Стеаринові свічки складаються головно з стеаринового квасу, що добувається ріжними засобами з юю. — Виробляють свічки також з мозку китів, воску і парафіну (земляного воску). (Парафін добувають з дьогто і вона не є жир.)

53. Спиртове мусування; алькоголь.

а) Спиртове мусування (ферментация) (*die geistige Gährung*). Як що до розведеного розчину винового цукру дадамо трошки пивяних дріжджів (тістувата маса, що складається з рослинних клітин) і поставимо його в тепле місце, то швидко помітимо, що теч стане каламутною і з неї почнуть виділятися газові бульки; по розсліді довідаємося, що це є вугляний квас. Коли газ перестане виділятися і теч відстоиться, то вона вже не матиме солодкого смаку, а лише особливий «спиртяний»; теч має в собі тепер спирт (алькоголь). Виновий цукор під впливом дріжджів розклався на вугляний квас і спирт. Цей розклад винового цукру під впливом дріжджів (або інших органічних субстанцій) і звуться спиртовим мусуванням (спиртовою ферментациєю) (*geistige Gährung*).

Тіло, що викликає мусування (ферментацию), звуться ферментом. Ферменти є або гриби мікроскопичної величини, або органічні субстанції, котрі мають азот, як напр. сир, блок, кров і т. д.

б) Алькоголь або **спирт** є безбарвна, дуже рухлива теч з особливим, властивим їй, запахом і пекучим смаком; кипить при $78^{\circ} C$, а замерзає при $-110^{\circ} C$; запалений горить слабою, синявою поломінню. Сконцентрований алькоголь є отрута, але розведений водою тільки оголомшує; уживаний в невеликій кількості прискорює діяльність нервів і серця.

Алькоголь одержують через дестилляцію течей, що мають в собі алькоголь від мусування. Майже безводний алькоголь звуться абсолютним алькоголем. Неочищений алькоголь звуться спиртом.

Чистого алькоголя вживают в медицині, менш чистого до палення, до оброблення покосту (ляку), до переховування природописних препаратів і т. д. Алькоголь є також головна складова частина алькоголічних трунків (горілки, вина і пива).

Горілка є мішанина алькоголю і води; її одержують через дестилляцію алькоголічних течей.

Виноградове вино добувають мусуванням соку з виноградових грон. Вино має приблизно біля 90% води і 10—12% алькоголь. — З яблук, груш і інших овочів роблять овочеві вина. Мед або медове вино одержують від мусування мішанини меду і води.

Пиво є не цілковито сферментований алькоголічний напій; його роблять звичайно з прорішного ячменю (солоду) і хмелю. Головними складовими частинами пива є алькоголь (2—8%), вода і вугляний квас; крім того воно має ще крохмальний цукор, оливні і терпкі частини хмелю і б. і.

54. Квасне мусування (ферментація); оцтовий квас.

а) **Квасне мусування** (die saure Gährung). Як що яку-небудь алькогольну течі виставити надовго на повітря, то вона кисне; алькоголь сполучується з киснем (окиснення) і дає оцет. Головна складова частина оцту звуться оцтовим квасом. Ще швидче наступає ця зміна алькоголю, як що ми додамо до течії трохи оцту або дріжджів і поставимо її в тепле місце; тоді в течії утворюється оцтова цвіль (оцтовий грибок), котра й прискорює окисання алькоголю. Зміну алькоголя під впливом ферментів в оцтовий квас звемо **квасним мусуванням**.

Виробка оцту. Оцет виробляють ось як: вино, пиво або подібні течі, заквашені дрібкою оцту, ставляють на довгий час в одвертих, плоских дерев'яних діжках (Bottich) (шеритвасах) в добре провітрених, теплих помешканнях. Для швидкої фабрикації оцту беруть розводнений чистий алькоголь. Тепер багато оцту добувають з деревного оцту. В сирому стані він неприємно смердить і має брунатний колір; але очистивши його, одержують добрий столовий оцет. Звичайній оцет має 2—5% оцтового квасу, його вживають як поживу, до консервування овочів (огірків) і т. і.

б) **Оцтовий квас** в чистому стані є безбарвна, ідка теч з ключо-кислим смаком і запахом.

Оцтан міди або гріншпан утворює темно-зелені кристалі і є отрута. Його вживають як фарби в малюванні, в фарбярстві і т. д. Гріншпан або подібні мідяні солі утворюються також, коли кислі страви і трунки готовують в мідяних, мосянкових або кепсько-циннованих мідяних посудинах, або, коли страви довгий час стоять в цих посудинах. Такі страви і трунки є отрута.

55. Засоби поживи.

а) **Засобами поживи** ми називамо такі природні субстанції (матерії), приймаючи та присвоюючи котрі, тіло живих тварин може витворюватись та підтримувати своє життя (відживлення). Пожива надолужує всі ті складники в організмі, котрі життєвим процесом вже зужитковані і виділяються як непотрібні більш (заміна матерії).

Не всі складники, що є в поживі, придатні до відживлення; ті складники, що придатні до відживлення, звуться **поживними складниками** (складовими частинами) (Nahrungsstoffe). Поживні складники, потрібні тілу тварин і людей, можна поділити на три відділи: 1. мінеральні складники (вода і ріжні мінеральні солі, як куховарна сіль і т. і.), 2. органічні, котрі мають в собі азот, як білковина, сировина

і фібрин (кровяна волокнина), 3. органічні, котрі не мають в собі азоту, як жир, цукор, крохмальна мучка. — Вартість поживи залежить не лише від хемічного складу, але ще й від того, чи стравна вона.

б) Найважнішими засобами поживи є:

Молоко. Воно складається з води, в котрій розпущені сировина, молочний цукор і мінеральні соли, і з жиру (масла), що плаває в течі маленькими кульочками.

Як що молоко стойть спокійно, то найбільша частина жиру підіймається вгору, де його і можна зібрати; де є сметана, з якої виробляють масло.

Як що молоко постоїть довгий час на повітрі, то сировина під впливом кисня починає розкладатися; молочний цукор змінюється в молочний квас і робить молоко кислим. Сировина в квасній течі не розпускається, а тому вона її виділяється, с.-т. молоко осідає (вурдиться).

Теч, відділена від сировини, зв'ється сироваткою (Molke); виділена сировина зв'ється вурдою (Torpfen). Сировину можна виділити також додаванням оцту або підвищеним клягу (Lab, частина шлунка молоцного теляти). Щоб зробити сир, сировину відділяють від сироватки витисканням, солять, надають форму і далі складають на відстоювання.

Щоб молоко не скисло, його варять або переховують в замкнених посудинах.

Яйця. Яйця мають тверду шкаралупу (Schale), котра складається головним чином з карбонату вапня, білок (Eiklar) і жовток (Dotter). Білок яйця складається з води, властивої білковини і мінеральних солей; жовток має крім цих складових частин ще жир, фосфор і барвник.

Щоб яйця не псувалися швидко, їх переховують в гашеному вапні або в зимному місці.

Мясо. Мясо складається з тонких волокон (м'язових волокон), що злучені між собою лучнотканиною і пересякнені так званою мясною течею. Найкращими є **олове мясо, свинина і баранина.**

Як що мясо поволі нагрівати в воді поки не закипить, то з нього виділяється найкращі складові частини і ми одержуємо міцну поливку (юшку). Як що мясо сразу викинемо до киплячої води, то білок стинактиться і не дозвиварити мясо. В такому разі мясо заховує в собі майже всі поживні соки. Найбільш поживнішим є **печене або пряжене мясо.**

Мясо переховується довший час, як що його насолити, забудити або нафіцювати. Як байдужу вживають оцту з сіллю. Воно переховується також, як що його покласти в порошок з деревного вугля.

Мука. Збіжеве зерно складається з твердої податливої луски і з мучної серединки. Луска складається з рослинних волокон (целюлози), серединка ж, с.-т. мука, є мішанина мучного крохмалю, клейковини (білковини, Kleber) і мінеральних солей.

Вироб хліба. Щоб спекти хліб, роблять з житньої муки і куховарної солі тісто і додають до нього кислого тіста (як фермента), котре почали пере-міняє крохмаль тіста на виновий цукор. Цей починає мусувати і вугляний квас підносить тісто вгору (тісто росте) і робить його поруватим. З тіста виробляють буханці, посинюють їх мукою, лишають ще де-який час, щоб вони кисли, і нарешті саджають їх в піч і тим переривають ферментацію.

Білий хліб печеться з пшеничної муки, додаючи до неї дріжджів. Такий хліб має менш клейковини, але за те лекше травиться.

Стручковаті овочі мають мучний крохмаль, білковину, рослинну сировину, мінеральні частини і т. і. Вони майже так же поживні, як і мясо.

Бараболя має в собі майже $\frac{4}{5}$ води, біля $\frac{1}{5}$ крохмалю і дуже мало білку та мінеральних частин. Сама по собі вона є мало вартною поживою.

56. Тління і гниття.

Рослинні і тваринні субстанції, що перестали жити, по деяким часі після цього під впливом повітря, вохкості і тепла цілковито розкладаються.

Як що цей розклад наступає головно під впливом повітря, то складові частини тіла поволі окисають і витворюються гази, як вугляний квас і і., котрі зараз же виходять в повітря. Такий розклад зветься тлінням (*Verwesung*). При незначному доступі повітря, але великий кількості вохкости, крім вугляного квасу твориться ще вуглеводень (багновий газ). Цей рід тління звемо спорожнявінням (трупішнінням) (*Vermoderung*).

Через тління і спорожняння органічних матерій повстает так званий ґрунт (перегін) (*Humuskörper*). Він є брунатного або брунатночорного коліру; дуже важливий для поживи рослин складник земної поверхні.

Розклад органічних тіл, котрий відбувається сливе виключно під впливом води, зветься гниттям (*Fäulnis*). При цьому витворюються переважно сполуки водня, як вода, багновий газ, амоніак, сірководень і т. і. — Тепло прискорює всі розкладові процеси.

Засоби до спинення тління і гниття органічних тіл повинні відповідати родові, властивості і вживанню цих тіл і є ось які: 1. замкнення доступу повітря і вохкости (обмазування дерева фарбою, шмарування шкіри жиром, щільне замикання засобів поживи); 2. усунення вохкости (сушення тіл); 3. остудження тіл до низької температури або нагрівання їх до температури кипіння води (остудження льодом, варення молока); 4. уживання тіл, що перешкоджають гниттю (антисептики), як алькоголь, саліцільовий квас, дьоготь, вугляний порошок, салітра, куховарна сіль, оцет і т. д.

VI.

Механіка.

а) МЕХАНИКА ЦІПКИХ ТІЛ.

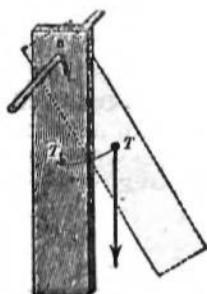
57. Осередок тяготи.

Візьмімо дощечку правильного вигляду, однакову зо всіх боків. Як що покласти її середину на (трохи тупім) кінці вертикальної голки, то вона лишається в покої с.-т. в рівновазі;

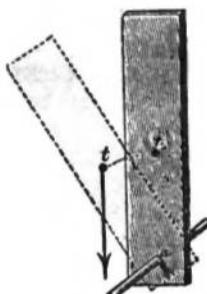
але вона зараз же падає, як що її підперти голкою в якій іншій точці, бо один який-небудь бік матиме перевагу. Це так виглядає, наче б то вся тягота (Schwere) тіла сконцентрована в одній точці. Точка, в котрій одній досить підперти тіло, щоб тримати його в рівновазі, звуться осередком тяготи (тяготною точкою) (Schwerpunkt).

Візьмімо знову нашу дощечку, провертімо в ній дірку сливе на самім краю, просуньмо крізь неї голку зовсім вільно і держімо голку поземно (фіг. 46); ми побачимо, що дощечка лише тоді буде в рівновазі, коли її серединна точка лежатиме на одній прямовисній (вертикальній) лінії під точкою підпори, с.-т. коли осередок тяготи займатиме найнижче становище. Осередок кожного тіла намагається зайняти як найнижче місце.

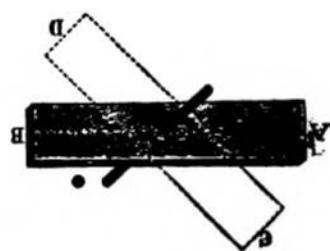
Відшукування осередка тяготи. Як що ми підвісимо тіло на нитці і зачекаємо, поки воно буде в рівновазі, то осередок тяготи лежатиме очевидачки на продовженні нитки. Як що підвісити тепер тіло в якісь іншій точці, що лежить не на найденій тільки що простій, то осередок тяготи і тепер лежатиме на продовженні нитки, отже в точці, де продовження обох напрямів перетинаються в тілі. — Цю точку можна знайти й іншим чином.



Фіг. 46.



Фіг. 47.



Фіг. 48.

При допомозі досвідів знайдемо ось що: однаково густі, симетричні тіла мають завше свій осередок тяготи на середній лінії і найчастіше в своїм геометричному осередкові.

58. Рівновага ціпких тіл; стійкість.

(Рівновага.) Більшість тіл підперті не в осередкові тяготи; вони мають свою точку підпори або вище осередка тяготи, с.-т. вони вісять, або нижче його, с.-т. вони стоять або лежать — вони підперті.

Як що дощечку завішено на голці (фіг. 46) вивести з стану рівноваги, то осередок тяготи підійметься вище. Після скількох хитань дощечка повертає до свого первісного стану рівноваги. Тіло є в певній або стійкій (stabil) рівновазі, коли осередок тяготи лежить нижче, ніж точка підпори.

Обертаймо тепер дощечку так, щоб осередок тяготи (фіг. 47) лежав докладно над точкою підпори, тоді побачимо, що і тут

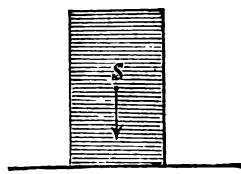
є можлива рівновага; але при найменшім поворушильні душечка зайде знову таке становище, що осередок тяготи лежатиме знову нижче. Тіло є в непевній або хиткій (*labil*) рівновазі, коли його осередок тяготи лежить вище ніж точка підпори.

Як що тепер точку підпори перенесемо в осередок тяготи тіла (фіг. 48), то, як би ми тепер не змінювали становища тіла, становище осередку тяготи не зміниться; тіло в кожнім положенні буде в стані рівноваги. Тіло, осередок тяготи якого при зміненні становища тіла не міняється (осередок тяготи сполучений з точкою підпори), с.-т. не підіймається і не спадає, є в байдужій (*indifferent*) рівновазі.

(**Стійкість.**) Тіло (книжка, цегла), котре спочиває на плоскій поверхні, підперте не в одній, а в кількох точках; поверхня, що проходить через ці точки підпори, звуться підставою (основою) тіла. Проста лінія, поведена через осередок тяготи вертикально до-долу (фіг. 49), звуться тяготною або дирекційною лінією.

Обертаймо пряму призму довкола одного з нижніх рубів. Тоді осередок тяготи підійметься вище. Але як тільки сила, що обертає, перестане діяти, то призма завше вернеться в свою первісне становище, як що тільки дирекційна лінія в наслідок дуже великого обороту не впаде по-за основою. Намагання тіла лишитись в стані свого рівноваги звуться стійкістю (*Standfestigkeit*).

Ріжні скоси призми, поставлені на одній з вузьких своїх стін, лише тоді стоять, як що тяготна лінія проходить через основу. Кожне тіло стоїть стійко доти, поки дирекційна лінія падає на підставу (основу).



Фіг. 49.

Стійкість тіла є тим більшою: а) чим більшу вагу має тіло (дерев'яний стовп легше перекинути, ніж залізний; шлянку з водою важче перевернути, ніж порожню); б) чим більша підставка (широкі підставки у лихтарів, ніжки фотелів повигинані); в) чим нижче лежить осередок тяготи (напів повна шклянка не так легко перевернеться, як цілком повна). При навантаженні возів і кораблів найдужчі предмети кладуть на самий спід). — Чому ми стоямо певніше, як розставимо ноги? Як схиляється чоловік, який несе тягар в правій руці? а як в лівій? на плечах або переду? Чому це так?

59. Ворушило (підойма).

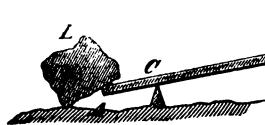
(**Двораменне [двооплечеве] ворушило.**) За допомогою негнучкого дрючка можна підійти тягар таким чином: один кінець дрючка підсуваєм під предмет (фіг. 50), підпираєм дрючок біля тягару, підкладаючи під нього камінь, а далі тиснем на вільний кінець дрючка вниз. Кожен негнучкий дрюк, підпертий в одній точці, довкола якого обертається, звуться ворушилом (підоймою) (*Hebel*).

На кожне ворушило ділають тільки дві сили, котрі намагаються обертати його в протилежних напрямках довкола точки підпори; одну з них звемо силою, а другу тягарам.

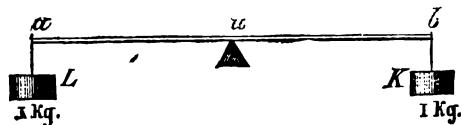
Тягар (Last) є сила, котру ми повинні подужати. Точки, в яких сила і тягар ділають (впливають) на підйому, звуться **точками зацепу** (Angriffspunkte). Частина підйому від точки підпори до точки зацепу сили або тягару, звуться **раменем** (плечем) підйому (Hebelarm). Розріжняємо рамено (плече) **сили** (СВ) і рамено (плече) **тягара** (СА).

Підйома, точка підпори котрої лежить між точками зацепу сили і тягару, зветься **двогребеневою** (двораменною) підйомою.

Двораменне ворушило, підперте в самій середині, звуться **рівнораменним** (рівноплечим) ворушілом (фіг. 51). Як що на кінцях рамен ворушила підвісимо по 1 kg



Фіг. 50.



Фіг. 51.

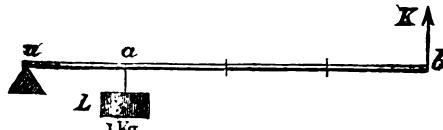
тягара, то ворушило буде в рівновазі. Те саме буде, як привісимо по 2 kg, 3 kg і т. д. Рівнорамене ворушило є в стані рівноваги, коли сила і тягар між собою рівні.

Підперши двораменну підйому не в середині, а в якій-небудь іншій точці, будемо мати нерівнорамену підйому.

Як що в такій підйомі рамено сили в два рази довше, ніж рамено тягаря (фіг. 52), то досить сили в $\frac{1}{2}$ kg, щоб утримати в рівновазі 1 kg тягара. Як що рамено сили в три, чотири, п'ять разів довше, ніж рамя тягаря, то для зірвноваження тягаря потрібна сила в три, чотири, п'ять разів менша. Отже бачимо, що, чим довше рамено сили від рамени тягаря, тим меншої потрібно сили, щоб піднести вгору цей тягар.



Фіг. 52.



Фіг. 53.

Означімо силу літерою (K), а тягар — літерою (L); тепер відношення рівноваги на нерівнораменному ворушилі можна виразити таким чином: $K : L = au : ub$; це значить, що нерівнорамене ворушило є тоді в стані рівноваги, коли сила так відноситься до тягаря, як плече тягаря відноситься до плеча сили.

Двораменного ворушила вживають до підймання тягарів (напр. лопата, коромисло і т. д.). Ножиці і кліщі є сполученням двох дворамених ворушил.

Звичайна вага (вагівниця) з шалями. Головна II частина є рівнорамена підйома, що зветься коромислом; вона завішена на поземній осі, в так званих видельцях, так, що точка підпори лежить нижче осередка тяготи; на обох кінцях коромисла причіплені шали. До коромисла в середині прикріплений язичок, котрий легко обертається в видельцях і показує кожне вихилення коромисла з рівноваги.

Добра вага мусить бути вірна (*richtig*) і чутлива (*empfindlich*). Вага є вірною тоді, коли показув рівновагу як необтяжена, так і обтяжена на обох мисочках однаковим тягarem. Вагу звено тим більш чутливою, чим менший потрібно покласти тягар, як надвишку, аби можна було вже спостерегти відхилення коромисла, обтяженого з обох кінців великими рівними тягарами.

(Одноплече) ворушило. Ворушило, підперте на одному з кінців, зветься однораменим (одноплечим) (фіг. 53). Досвіди з одноплечим ворушілом показують, що умова рівноваги на ньому така сама, як і на двораменному ворушилі.

Одноплечої підйоми вживають, як кліщів до лупання горіхів, терлиці, коси, підніжка (при токарних, ткацьких кроснах і точилах) і т. д.

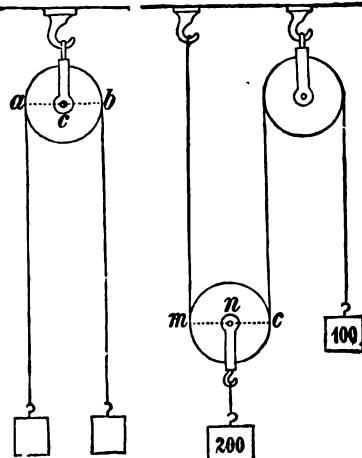
Якої сили треба вжити, щоб на нерівнораменній підйомі удержати в рівновазі 64 kg тягара, як що плече тягара має $\frac{1}{2}\text{ m}$, а плече сили 2 m .

60. Бльок (валок) і коливорот (воротило).

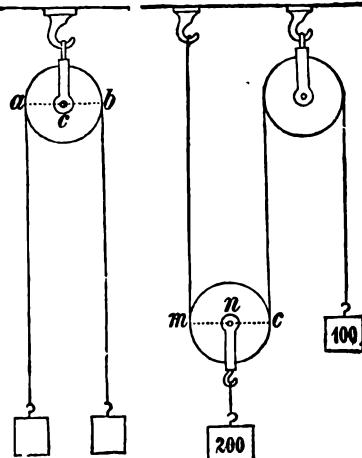
а) **Бльок** (*Rolle*) є кружком, що обертають довкола осі, проведеної через середину його і прикріпленої в видельцях; на обводі кружка є рівачок для шнуря. Розріжнемо нерухомі і рухомі бльоки.

Нерухомий бльок (фіг. 54) віситься в виделках, котрі нерухомо прикріплені до якого-небудь предмета; він може лише обертатися довкола своєї осі. Властиво такий бльок є нічим іншим як рівнораменною підйомою (*a b*), точка підпори котрої (*c*) лежить на осі. Як що на однім кінці шнуря повісити тягар 2 kg , то й на другім кінці сила повинна бути рівною 2 kg , щоб була рівновага. Нерухомий бльок є в стані рівноваги, як що сила рівняється тягареві.

Рухомий бльок (фіг. 55) є бльок, вісь котрого змінює своє становище під час руху до гори і до долу разом з видельцями і тягarem, що на них віситься. Він почиває на шнурі, один кінець котрого прикріплений стало, а другий бував звичайно перекинutий через нерухомий бльок. Рухомий бльок є ніщо інше, як однораменна підйома (з рівнобіжними шнурами). Віддалення точки зачепу тягара від точки підпори (*m*) є в два рази менш, ніж віддалення точки зачепу сили (*c*) від тієї ж точки підпори. Отже, як що на рухомому бльоку підвісімо тягар в 200 kg , то щоб його зрівноважити, потрібна сила в 100 kg . Рухомий бльок є в стані рівноваги, як що сила рівняється половині тягара. — Бльока і складного бльока (поліспаста) вживають до підняття тягарів,

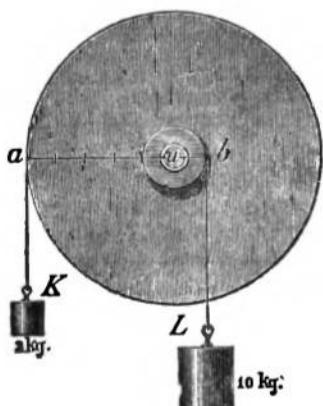


Фіг. 54.



Фіг. 55.

б) **Коливорот (воротило, Wellrad)** (фіг. 56) є колесо, стало на сажене на валець, котрий разом з ним обертається довкола спільної осі. На валець накручується шнур з причіпленням до нього тягарем в той час, як сила діє на колесо в стичній напрямі. Часто бувають на вальці замість колеса самі сприхи або лише одна сприха з корбою.

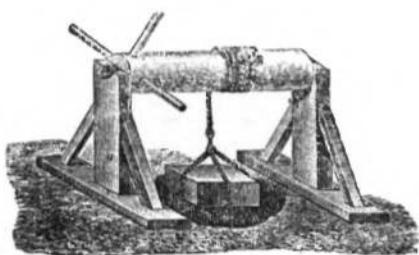


Фіг. 56.

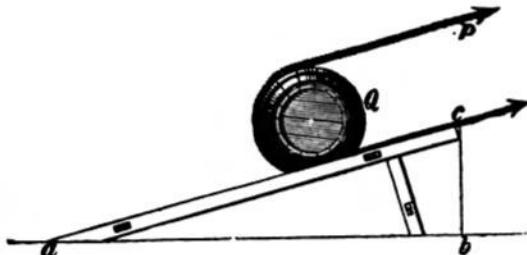
Просту ab можна вважати за нерівнораменну підйому, точка підпори котрої лежить в осередку вальця u . Тому умовини рівноваги на коливороті такі самі, як і на нерівнораменній підйомі, лише тут маємо замість рамен луч вала і луч колеса. Коливорот є в стані рівноваги, якщо сила так відноситься до тягаря, які луч вала відноситься до луча колеса.

Коливороти з поземними валами звуть мотовилами (фіг. 57), а з прямовиснimi наворотами.

Коливорота вживають в млинах, катеринках, до підймання тягарів при будуванні і т. і.; як зубчастого колісця в сполученні з іншими його вживають до зладження годинникових механізмів і машин.



Фіг. 57.



Фіг. 58.

61. Похила площа і клин.

а) **Кожна площа, що творить з поземною площею гострий кут, звуться похилою площею (schiefe Ebene).**

У неї розріжнаємо довжину ($a c$), висину ($c b$), основу (підставу) ($a b$) і кут нахилу ($\angle c a b$) (фіг. 58).

Кожне тіло, покладене на похилу площину, тисне на неї лише частиною своєї ваги, а друга частина намагається порушити тіло вниз вздовж похилої площини (це так буває тому, що напрям тиснення поодиноких частинок є прямовисний). Щоб не дати тілу можливості скотитися або зсунутися і щоб утримати його в рівновазі на похилій площині, треба вжити сили, котра б була рівна цьому тягненню вздовж площини і діяла в протилежній напрямі. Досвід, які роблені на похилих площах з різними кутами нахилу, довели, що чим більш стрімкою є по-

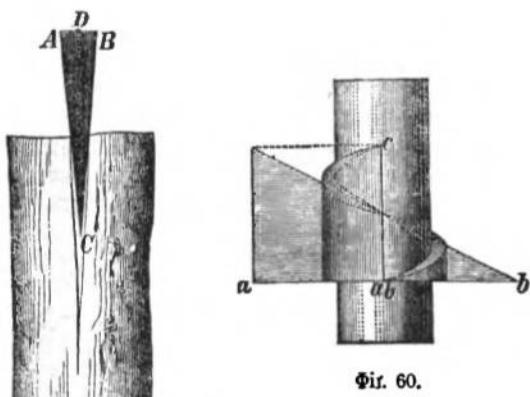
хила площа, тим більшої треба вжити сили, щоб утримати в рівновазі тіло, що спочиває на ній.

Похилої площи вживають часто, щоб підімати з меншим напруженням тягарі, суваючи або катячи їх в долину. Похилими площами є: деревяні похилі помости при будовах, спусти, гірські дороги і т. д.

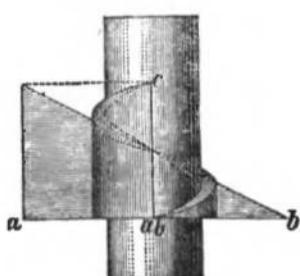
б) **Клин** (der Keil) є тристінна призма з дерева або з якого іншого матеріалу. У клина (фіг. 59) розріжнемо голову (*A B*), на котру ділає сила, і боки (*A C*, *B C*). Боки є дві площини, на котрі ділять сили частинок того предмету, який ми маємо розколоти. Руб, що утворюється перетином цих двох площин, звуться вістрям клина.

Досвіди з клином доводять, що сила, котра потрібна до вбивання його, є тим менша, чим вужча його голова, с.т. чим гостріше клин.

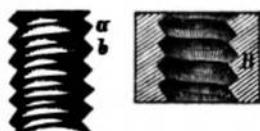
На клин можна дивитися, як на дві похилені площини, сполучені своїми основами (*D C*).



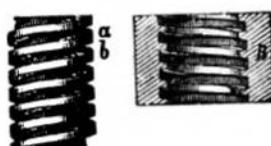
Фіг. 59.



Фіг. 60.



Фіг. 61.



Фіг. 62.

Клини вживають в ріжноманітних виглядах. Найбільше їх вживають як знаряддя до розлучення частин тіла (клини до колення дров, ніж, ножиці, долото, сокира, меч, зуби, що звуться сікачами і б. и.), але також до сполучення предметів (цвяхи, голки), до прикріплювання меблів і т. п.

62. Шруба.

Шруба (die Schraube) є похила площа, накручена довкола валця.

Це можна легко побачити, як що на прямий валець (фіг. 60) навинемо прямокутний трикутник з паперу, якого одна прямка рівняється обводові валця; тоді довжина похилої площини звівастися в частину шрубової лінії. Щоб одержати цілу шрубову лінію, треба навинути на валець більше або менше (відповідно до довжини валця) число таких трикутників. Кожний поодинокий звій шрубової лінії (довжина проти прямки

одного трикутника) звється скрутом (ходою шруби) (*Schraubengang*). Відступ між двома сусіднimi звоями (вишину похилої площини) звemo вишиною (кроком) скрута. Опуклі звoи звуться гвинтом (нарізкою) (*Gewinde*). Розріжняємо шруби з гострими (фіг. 61) і шруби з плоскими гвинтами (нарізками) (фіг. 62).

Цілковита шруба складається з двох частин, з шрубового веретена (*Schraubenspindel*) з опуклими гвинтами (нарізкою) і з насади (гайки) (*Schraubenmutter*), с-т. короткого порожнього вальця, де гвинт (нарізка) вижолоблений. Шруби з гострим гвинтом, котрих вверчують в дерево, самі утворюють такі загубини, які є в насаді (гайці).

Шrubів уживають до сполучення і прикреплювання тіл або їх частин (при машинах і посудинах і б. і.), до тиснення (при шрубових прасах, закрутках), до добрового устивлення фізичних приладів і частин їх (насадна шруба у чересла).

Увага. Ворушило, бльок, коловорот, похила площа, клин і шруба, все це є прості (посдинчі) машини. — Сполуки кількох ворушил, колес і тому подібних машин звемо складними машинами.

63. Покій (спочинок) і рух; безвладність.

(Покій і рух.) Подивімось навколо! Ми побачимо, що де-які тіла, як напр. дерево, будинок, не міняють свого становища, а залишаються на однім і тім же місці, а інші, як напр. куля, кружильце (*Kreisel*), що крутиться, або віз, міняють своє становище. Коли тіло і його частини не зміняють протягом де-якого часу свого становища в просторі, то воно перебуває в стані супочинку (покою) (*Ruhe*); коли ж яке-небудь тіло або яка-небудь його точка зміняє своє становище в просторі, то воно є в русі (*Bewegung*).

Віз їде в тім напрямі, куди тягнуть коні, вільно пущене тіло падає в напрямі тяготи (прямовисно). З цього виходе: якщо на вільно рухоме тіло ділає лише одна порушення сила, то воно повинно порушатися в напрямі цієї сили.

Хай бльоком двоє хлопців підімають тягар до гори і один з них тягне силою 6 *kg*, а другий силою 8 *kg*; тягар буде так само порушатися, як би замісць цих двох хлопців за шнурок тягнув тільки один чоловік, але з силою в 14 *kg*. Коли на яку-небудь точку тіла в однім і тім же напрямі рівночасно ділають дві сили, то тіло порушується в тім же напрямі сумою цих сил.

Як що на тіло ділає дві сили під кутом, то тіло порушується в напрямі, котрий лежить між напрямом обох сил. Тому корабель не може переплисти ріки з одного берега на другий під прямим кутом.

(Безвладність (інерція). Як що ми захочемо зупинити кружильце (*Kreisel*), що крутиться, або кулю, що котиться або змінити їх рух, то помічаємо опір. Поклавши на шклянку карту, а на її який-небудь гріш і швидко висунувши карту, ми побачимо, що гріш упаде в шклянку. Стоячи на возі, ми падаємо назад, як що коні ралтово рушають і падаємо наперед, як що коні

зразу стануть. Всі тіла намагаються затримати на-
далі стан спочинку або руху, в якім саме пре-
бувають. Це змагання звється безвладністю (Beharrungs-
vermögen або Trägheit).

Хто зіскакує з воза, що швидко йде, повинен зіскакувати в напрямі
руху. Чому?

Як що камінь або яке інше тіло прив'яземо до шнурка і будемо дуже швидко обертати його довкола, то шнурок на-
тягнеться; тіло змагається в ідалитися від осередка обер-
тання. Це ми ясно спостережимо, як що пустимо шнурок з рук
або він сам перерветься. Сила, що натягає шнурок, звється
відбіжною або відосередньою (Fliehkraft). Вона вияв-
ляється не лише в тілах, що мають криволінійний поступовий
рух, але також у тіл, що обертаються довкола своєї осі.

Відосередня сила має ріжнородне вживання; при ме-
лени з біжжа відосередня сила змітає одержану муку з каменів до скринь.
В млинках (віялках), де чиститься збіжжа від пороху, ділає також відосе-
редня сила.

64. Рівномірний рух.

Чоловік, що йде пішки, може так порушуватися, що за
рівні протяги часу, проходить рівні дороги; тоді ка-
жемо, що його рух є рівномірний (gleichförmig). Коні, птиці,
парові машини й інші тіла можуть також порушуватися рівно-
мірно.

Як що з двох потягів (валок) один пройшов яку-небудь до-
рогу за три чверті години, а другий пройшов ту ж саму дорогу
за одну годину, то швидкість першого потягу була більша від
швидкості другого. Чим більшу дорогу проходить тіло за певний
час, тим більша його швидкість (Geschwindigkeit). Звичайно
швидкістю називаємо довжину дороги, яку тіло
проходить за одну секунду.

Важніші швидкості. Швидкість доброго піхотинця є 27 арш.,
коня, що тягне віз, — 3—6 арш., верхового коня — 17 арш., звичайного по-
тягу — 9—13 арш., поспішного потягу — 23 арш., поштов. голуба — 38 арш.,
бурі — 35 арш., голосу — 467 арш. (при 0° C), карабинової кулі (спочатку) —
420—560 арш., світла і електричності біля 280.000 верстов.

— Як далека дорога, що І добрий піхотинець пройшов за одну годину?
(Послугується потрібними даними з таблиці.) Якого часу потребує потяг, що йде
з швидкістю з саж., щоб дістатися до стації, віддаленої на 15 верстов? З якого
швидкістю біг кінь, що за півгодини перебіг дорогу в 12 верстов? Як взагалі
обирається при рівномірнім русі дорога, час і швидкість?

65. Нерівномірний рух.

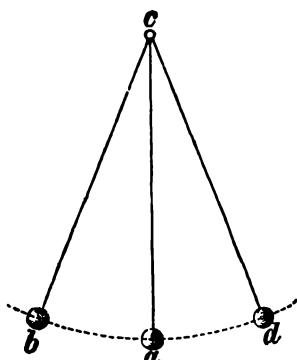
(Вільне падання.) Як що пустимо кулю (карабинову кулю)
або невеликий камінь з малої висоти на руку, то почуємо невез-
ликий удар; але сила удару збільшується, як що тіло падає
з більшої висоти, бо через це тіло набуває більшу швидкість.
Причина цього явища полягає в тім, що тягота, котра спричи-
няється паданню тіл, ділає на тіло не лише в перший момент, але
також безперервно під час його падання. З цього бачимо:

а) Рух вільно падаючого тіла є пришвидчений і б) чим більша дорога, яку проходить вільно падаюче тіло, тим більша його швидкість, тим більше також діяство, яке воно проявляє на перешкоді руху.

Кочення або сунення тіла по похилій площині є вільним паданням, котре відбувається повільніше.

(**Маятниковий [вагадловий] рух.**) Як що повісимо на нитці металеву кулю, то маємо прилад, що звуться маятником (вагадлом) (Pendel) (фіг. 63). Кулька, виведена з місця рівноваги *a* до *b* і потім пущена, вірниться до своєго місця рівноваги *a*, але там не зупиниться, а відхилиться аж до *d*; звідси вертас знову майже аж до *b* і цілий рух повторяється знову. Такий рух звено рухом вагальним (коливальним, хитацьним) або маятниковим (вагадловим) (schwingende Bewegung або Pendelbewegung). При такому русі куля описує дугу кола [дуга вагання (коливання, хитання)], луча котрого рівняється довжині нитки.

Як краще придивилось до цього руху, то побачимо, що рух з точки (*b*) до місця рівноваги є паданням, с.т. такий рух, при котрому швидкість завше росте (пришвидчений рух). Коли тіло приходить до найнижчого місця, то воно набуває найбільшу швидкість і в наслідок безвладності продовжує свій рух далі вгору аж до (*d*) з щораз меншою швидкістю (запізний рух). З точки *d*, де тіло не має вже жадної скорості, воно спадає знову до *a* і рухи знову повторяються в такім самім порядку. **Маятниковий рух є нерівномірний рух.**



Фіг. 63.

тяжкі, вагаються (коливаються, хитаються) однаково швидко. — Як що маємо кілька вагадл з нерівною довжиною, то: коротші вагадла хитаються швидче, чим довші.

Вагадла вживають до вагадлових годинників, щоб урегулювати хід годинникового приладу.

66. Перешкоди рухові.

Здавалось би, що як пустимо колесо обертатися довколо його осі, або як розхитаємо вагадло, то в наслідок безвладності (інерції) колесо повинно вічно обертатися, а вагадло вічно коли-

ватися. Але досвід показує щось зовсім протилежне: обертання колеса стає що-раз повільнішим, а хитання вагадла поволі зменшуються і врешті і колесо і вагадло зупиняться, перестануть порушуватися. Причиною, що спиняє рух тіл, є перешкоди рухові, з яких найважливішими є тертя і опір середовища.

Тертя (die Reibung) полягає на нерівності поверхні тіл, що стикаються.

Тертя можна зменшити вигладженням тіл або відповідним шмаруванням (оливою, графітом, мілом, водою і т.д.). Але в багатьох випадках тертя тіл доконче потрібне. Без тертя ми не могли б певно ходити і триматися на ногах. В деяких випадках тертя навмисне збільшують. (Посипання хідників піском під час ожеледи. Черевики туристів, що ходять по горах, набиті на підошвах цвяхами.)

Опір середовища (der Widerstand des Mittels) є опір, який ставляє повітря і вода всім тілам, що порушуються в них.

На опорі середовища полягає також спуска (паразоля) плавіроплавців, порушування лодок за допомогою весел, штучне плавання і т. д.

6) МЕХАНИКА КРАПЛИСТО-ПЛІННИХ (РІДКИХ) ТІЛ.

67. Стан рівноваги течей.

а) Теч, що находитися в покою в досить великій посудині, має плоску поверхню; докладніший розслід показує, що ця плоска поверхня є поземна. Причиною цього явища є тягота і легка рухомість часточок течі. Поверхня краплистої течі в посудині в стані спочинку (покою) є завше поземна площа, котра авертиться дзеркалом течі або рівнем (Niveau).

Як що теч, напр. в морі, виповняє дуже великий простір, то й поверхня є частина поверхні кулі тому, що напрями тяготи, що ділає на поодинокі часточки води, пеперинаються в осередку землі.

б) Посудини, сполучені між собою (фіг. 64) так, що теч з однієї посудини може переходити до другої звуться сполученими посудинами (комунікаційними посудинами) (kommissarierende Gefäße). Як що наліяти течі до однієї з сполучених посудин, то частинки цієї течі заспокоюються лише тоді, коли теч у всіх сполучених між собою посудинах (раменах) сягатиме до однакової висоти. (Придивіться до першого і другого положення на фіг. 64.) В сполучених посудинах теч у всіх поодиноких посудинах сягає до однакової висоти, с.т. поверхні поодиноких дзеркал течі лежать в одній поземій площі.

Як що в сполучених посудинах з двома раменами зробимо одно рамено дуже коротким, то теч, котрої наливамо в довше рамено, витекає з коротшої посудини водогреєм (фонтаном) (фіг. 65).



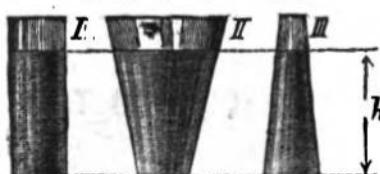
Фіг. 64.

Фіг. 65.

На цьому полягають штучні водограї (фонтани), котрі улаштовують на городах, галявах і т. і. і природні водопріски (водограї) або арте-зайські колодязі (названі по імені провінції Артуа у Франції), котріроблять, проверчуючи в відповідних місцях поверхню землі.

68. Тиснення течей.

(Тиснення на дно). Кожна течія давить на дно посудини, причини чого полягає в тяготі поодиноких часточок течії. Величину цього тиснення зміряно при допомозі відповідних приладів. Доведено, що на дно посудин з однаково величими днами (фіг. 66, I, II, III), наповнених водою або якою іншою течею до однієї висоти (h), вода тисне з однаковою силою. Вигляд (форма) посудини не має жадного впливу на величину



Фіг. 66.

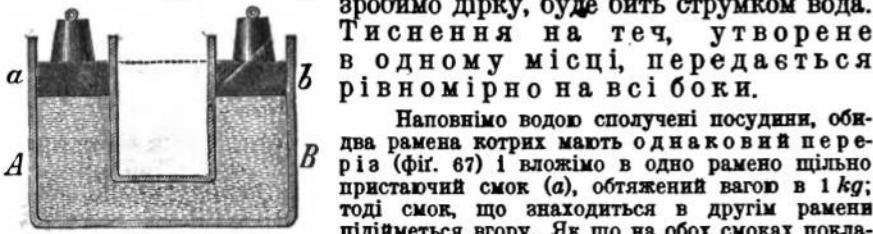
тиснення течії на дно. Тиснення течії на поземне дно посудини (Bodendruck) залежить лише від величини поверхні дна, від висоти стовпа течії і від питомого тягаря течії.

Тиснення течії на дно посудини рівняється добуткові з поверхні дна, висоти стовпа течії і питомого тягаря течії.

— Діжку в формі призми, величина дна котрої є $1'25\text{ m}$, наповнюють водою до висоти $1'5\text{ m}$; яке є тиснення на дно?

(Тиснення на стіни і вгору). Як що зробимо відтулину в боковій стінці посудини, наповненої водою, то вода з неї витекає тим більшою цівкою, чим нижче від поверхні води лежить відтулина. Це явище пояснюється тим, що вода тисне також і на бічні стінки посудини (Seitendruck); з глибиною це тиснення збільшується. — Як що вставимо в воду скляний валець з рухомим дном, то воно не відпаде. Це є доводом того, що в течах є тиснення вгору (Auftrieb).

(Передавання тиснення в воді, Fortpflanzung des Wasserdrukkes.) Як що добре звязаний наповнений водою бурдюк потиснемо в однім місці, то в кожній частині поверхні, де лише зробимо дірку, буде бити струмком вода. Тиснення на течії, утворене в одному місці, передається рівномірно на всі боки.



Фіг. 67.

Тепер зробимо цей досвід з сполученими посудинами не однакового перерізу так, що напр. поверхня смока b хай в чотирі рази більше від поверхні смока в рамени a ; тоді ми мусимо, щоб утримати смоки в рівновазі, покласти на толок b тягар вчетверо більший, ніж на a . Для того, щоб толоки були в рівновазі, необхідно, щоб тиснення на один з толо-

дами

ків так відносилось до тиснення на другий, як поверхня першого відноситься до поверхні другого.

Таким чином можна утворити при допомозі води малою силою дуже велике тиснення. На цьому полягає гідрравлична праса, котрої вживають до пресування сукна, сіна, до витиснення соку з цукрових буряків, олії з овочів і насіння і т. д.

69. Страта на тягарі ціпких тіл в течах; плавання.

(Страта на тягарі.) Зваживши яке-небудь тіло в повітрі, а потім так, що воно під час важення занурене в воді, ми побачимо, що в воді тіло стратило частину своєї ваги. — На рівнораменній вазі, одна шаля котрої підвищена на коротших дротах і має зі споду гачок (фіг. 68), чіпляємо один порожній валець, а до його другий масивний, котрий щільно входить в перший. Далі все це зрівноважуємо тягарцями. Тепер опускаємо повний валець в теч і бачимо, що рівноваги вже нема. Але як тільки порожній валець наповнимо гечею, котрою ми користуємося при досвіді, то знову настане рівновага; при цьому ми додаємо стільки течі, скільки вище масивний валець. Кожне ціпке тіло, занурене в воді, тратить в своїй вазі стільки, скільки важить виперта ним теч. Це є закон Архімеда (грецький учений, умер р. 212 перед Хр.).

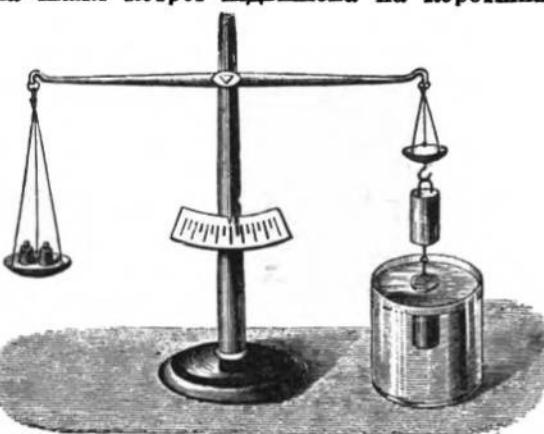
(Плавання.) З вище поданого закону виходить, що тіло плаває в течі, коли його вага менша, ніж вага випертої ним течі і вонотоне, як що вага його більша від ваги випертої течі.

Залізний цвят тоне у воді, але, як ми привяжемо його до відповідного шматка корка, то він плаває; напікругла бляшана посудина, покладена на воду боком, тоне і плаває, коли її покласти заокругленою поверхнею. Тіла, котрі не плавають в течі за свого великого питомого тягаря, можна приладити до плавання, як що іх злучимо з лекшими тілами, або як вижолобимо іх так, щоб іх тягар став меншим, ніж тягар випертої ними течі. На цьому полягають паси до плавання, плавання кораблів, добування затоплених тягарів при допомозі порожніх бочок і т. д.

Чому люде швидчетопляться, коли виставлять руки з води, бажаючи тим себе врятувати?

70. Ареометер.

Пробівка, в которую насыпано стільки сиропу або влито стільки живого срібла, щоб вона занурилася в посудині з водою май-



Фіг. 68.

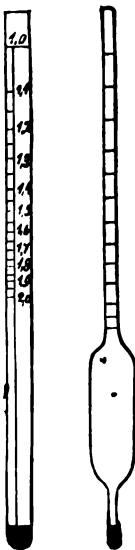
же аж по сам край, тим менше зануриться, чим більше розпустимо в воді солі. Тіло, що плаває, занурюється в течі тим менш, чим ця течія потрапляє на жча (густіша).

На цьому полягають ареометри. Для того, щоб знаходити питомий тягар течій вживаємо головним чином ареометрів з поділкою (*Skalen-areometer*) (фіг. 69). Вони складаються звичайно з вальцоватої, вгорі і зі споду замкненої скляної рурки, котра внизу має часто вигляд кульки або грушки; сюди кидаємо шроту або наливаємо ртуті, щоб прилад плавав вертикально. В середині рурки є паперовий пас з поділкою (скалею), по котрій підраховуємо, до якої точки запурюється ареометр в течі. Точку, до якої ареометр занурюється в дестильованій воді, звемо в одяною точкою; вона завше означена 1 (1·0).

Ареометр призначений для течей, важчих від води (якщо масмо на візірці A), має водну точку в горі; ареометр, що вживають до міряння густоти течей легких від води, має її на споді.

Але часто нам потрібно буває віднати не питомий тягар течі, а лише скільки частин обєму або тягаря якого-небудь тіла, напр. цукру, солі, спирту, міститься в 100 частинах течі (води). В такому разі вживають процентових (відсоткових) ареометрів. Їх поділка означена від 0 до 100. Маємо також ареометри до мірювання густоти молока, пива і вина.

FIG. 69.



в) МЕХАНИКА ПОВІТРЯНИХ ТІЛ (ГАЗІВ).

71. Тиснення повітря.

а) Взявшись одверту на обох кінцях скляну рурку, затулімо її внизу пучкою, наповнімо її цілковито водою і далі перевернімо її так, щоб тепер був затуленим горішній кінець, а спідній кінець був відтуленим, тоді побачимо, що вода з рурки не витиче.

Стовп води в рурці, що притягається землею, повинен бути зараз витекти, але в наслідок тиснення повітря в нижнім кінці рурки на воду вгору, котре зрівноважує вагу стовпа води, вода з рурки не виливається, поки ми не відкриємо горішнього кінця. Відіймімо тепер пучку вгорі, тоді вода витече тому, що повітря тисне тепер вгорі майже з такою силою, як і зі споду і тягота води може потягнути воду вниз.

Цим пояснюються такі звичаї: Як що шклянку наповнимо водою аж до самого верху, накриємо її далі карткою паперу і перевернемо її, притримуючи картку долонею, то вода не витече, коли ми відіймемо руку (папір потрібен лише для того, щоб не дати можливості повітря увійти між часточками води); з повних бочок теч витікає вузьким одвертим чопом лише тоді, коли виткнемо верхню затичку.

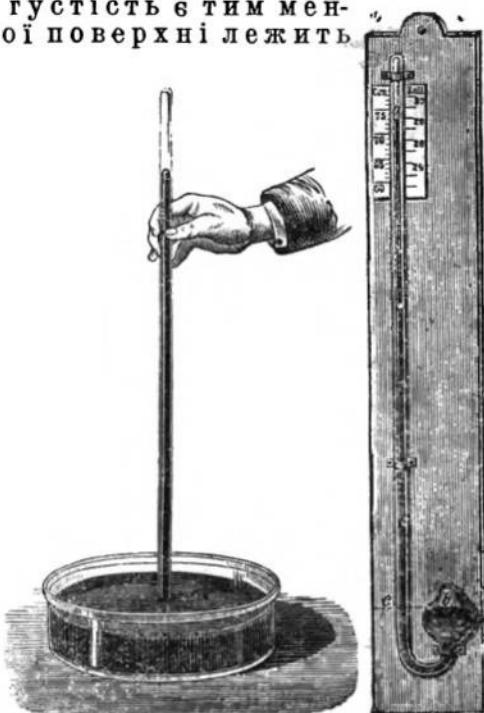
б) Землю оточує зо всіх боків кулясти повітряна верста, т. зв. атмосфера, вишина котрої остаточно ще невідома, але можна сказати, що вона не менш 320 *km*. В наслідок своєї тяготи по-

вітря тисне на поверхню землі і за легкої рухомості його часточок це тиснення поширюється на боки, подібно тому, як це буває в течах. Повітря тисне у всіх напрямках.

Уявімо собі, що повітря поділене на поземі рівної висоти верстви; тоді нам стає цілком зрозумілим, чому в нижчих верстах тиснення і густість повітря більші ніж в вищих. Тиснення повітря і його густість є тим менші, чим далі від земної поверхні лежить повітряна верства.

Щоб узнати величину тиснення повітря, беремо засклеллену з одного кінця скляну рурку з грубими стінками, що має 80 см довжини і 6—8 mm в поперечнику і наповнююмо її ртутью. Далі заглулюємо одвертій кінець рурки пучкою і, перевернувши рурку, занурюємо її в ртуть. Як що ми тепер відібремо пучку, то ртуть в рурці опаде (фіг. 70) до висоти 760 mm (рахуючи від рівня ртути в ширшій посудині) і при цій висоті затримається; над ртуттю утворюється порожнечка. Тиснення повітря може утримати стовп ртути заввишки 760 mm.

Як що перекрій (переріз) рурки в 1 cm², то тиснення на дно рівняється добуткові поверхні основи, висоти і питомого тягаря, с.-т. $1 \times 76 \times 13.8 = 1033.6$ g (біля 2½ хунт.); очевидчаки, що і тиснення повітря повинно бути так само велике, щоб зрівноважити тиснення ртути. Атмосферичне повітря тисне на кожну поверхню в 1 cm² силою трохи більшою ніж 1 kg (1033.6 g) (на 1 кв. верш. біля 20 хунт.). (Це тиснення повітря називається тисненням однієї «атмосфери»).



Фіг. 70.

Фіг. 71.

72. Барометр.

Як що попередній досвід зладимо так, що цілий прилад з ртуттю буде простійним, то, спостерегаючи його частіше, побачимо, що ртуть в рурці стоїть раз вище, раз нижче. Звідти мусимо зробити висновок, що тиснення повітря змінюється і згаданий прилад може вживатися до нахождження тиснення повітря в кожен час.

Кожен прилад, що міряє тиснення повітря, називається барометром. Висота стовпа ртути (відступ між рівнем ртути в рурці і рівнем ртути в посудині) називається станом барометра.

Звичайний барометр (грушковий барометр) (господарський) (фіг. 71) складається з скляної рурки біля 80 см завдовшки

і вгорі замкненої, що зі споду закривається вгору і там розширяється в широку, грушковату баньку. Рурка прикріплена на дощці, на якій знаходиться поділка (скаля). Ця поділка (скаля) невеличка і вистачає тільки на коливання ртути, котрі бувають не більше кількох центиметрів. Крім цього барометра є ще інші.

Барометра найбільше вживают до означення тиснення повітря. Чим вище підійматися в повітря тим тиснення зменшується, тому вживають барометра також і до мірювання висоти гір і висоти бальона. Зміни стану барометра стоять в звязку з повітряними струями; на цьому полягає передбачання погоди. Взагалі стовп ртути є найвищий під час північно-східних вітрів, бо ці несуть сухе холодне повітря, а значить і важче; під час же південного-західних вітрів, котрі тепліші і мають багато водяної пари, що легка повітря, рутуть в барометри підноситься. Значить під час пониження стовпа ртути можна сподіватися дощу і навпаки дощу не буде, якщо рутуть підноситься. Раптове і значне спадання ртути віщує буру і громогрозу. На стан барометра вливають ще інші обставини, тому вгадування погоди лише по барометру не певне.

73. Лівар (духовик) і ручна сикавка.

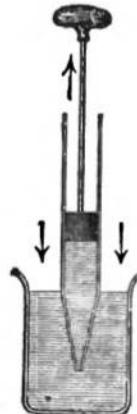
Звичайний ссучий або простий лівар (духовник) (der Saug- або Stechheber) (фіг. 72) є скляна або бляшана рурка $\frac{3}{4} m$ (біля 1 арш.)



Фіг. 72.



Фіг. 73.



Фіг. 74.

завдовшки, на обох кінцях одверта, вгорі розширені мов пляшка. Як що зануримо нижній кінець в теч, а крізь горішню відтуліну почнемо висицяти повітря, то теч під впливом зовнішнього тиснення буде підійматися. Як що заткнемо тепер верхній кінець пучкою, то матимемо можливість перенести у ліварі з посудини теч, бо її тримає тиснення повітря.

Кривий лівар (der Winkelheber) (фіг. 73) є рурка, зігнута під кутом з першими раменами. Як що коротше рамено вкладемо в теч і через відтуліну довшого потягнено повітря, то лівар наповняється течею і вона витікає довшим раменем доти, поки коротше рамено занурено в течі.

В обох раменах теча стовпа течі опирається тисненню повітря; але в (b) діє менший тягар, ніж в (a); тому в (a) тиснення повітря зменшено в більшій мірі ніж в (b) і теч витікає. Тиснення повітря не дає перерватися стовпові течі, с.т. перешкоджає утворюванню порожнечі в ліварі.

Кривого лівара вживають до переливання течі з однієї посудини у другу, до переміни води в домашніх акваріях і т. д. — Коли нам треба перенести отруйні течі, як напр. ідкі кваси, лут і т. п. задопомого ліваря до інших посудин, то вживаємо ліваря для отрут (Giftheber). Це є кривий лівар, котрій має для ссання з боку окрему рурку.

Звичайна ручна сикавка (Handspritze) (фіг. 74) складається з рівної, шицчастої долі рурки, в котрій при допомозі ручки по-

рушується вгору і вниз толок (смок), що щільно пристас до стін рурки.

Як що опустимо в сикавці толок вниз і зануримо її нижнім кінцем в воду, а далі підіймемо толок до гори, то під ним повстас простір з обрідженім повітрям, котрий зараз же і займає вода під впливом тиснення зовнішнього повітря.

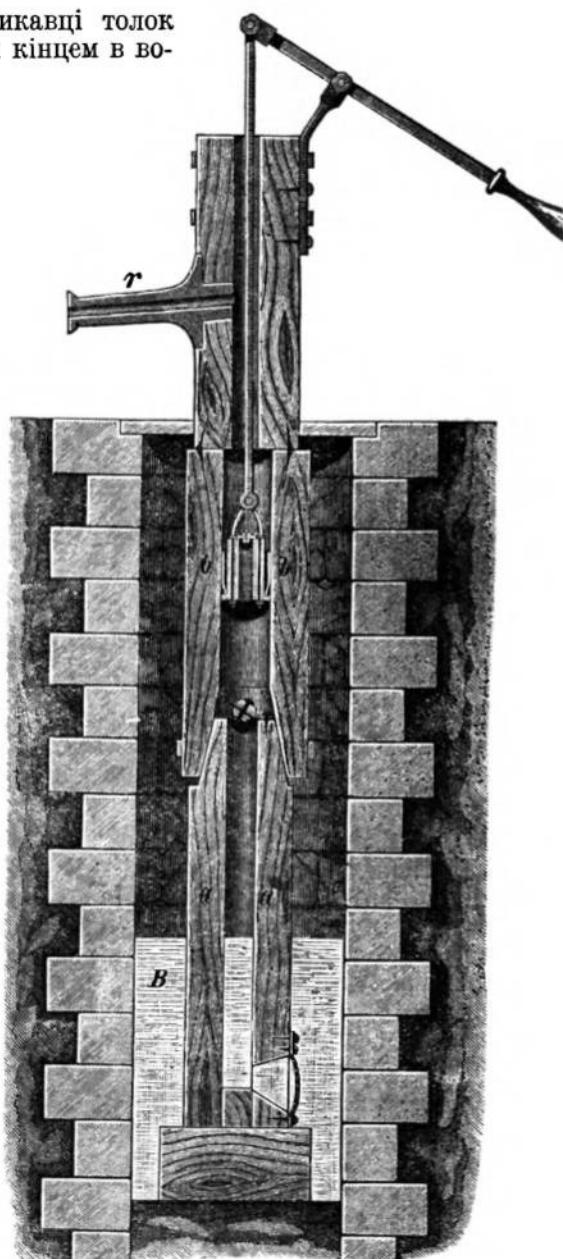
Ручкою сикавки вживають в описанім або в іншім вигляді лікарі і промисловці. На ній полягає також зладження помпи до помпування течей.

74. Помпи (водотяги).

Розріжнемо помпи ссальні і пагнітальні.

Ссальна помпа (Saug-pumpe) (фіг. 75) складається з вузької рури *a a*, зануреної нижнім кінцем в воду, котру маємо помпувати; верхній кінець її є всаджений в другу рурку, в так зв. помпний вальець (Pumpenstiefel). В ньому знаходитьсь проперечений толок (смок), що щільно пристас, з рухомою затичкою, котра може відчинятися до гори. Цей толок можна за допомогою дрюка *S* і ворушила *h* порушувати знизу вгору. На дні помпного вальця знаходитьсь друга така сама рухома затичка, що відчиняється також вгору. В *r* є рура для вихода води.

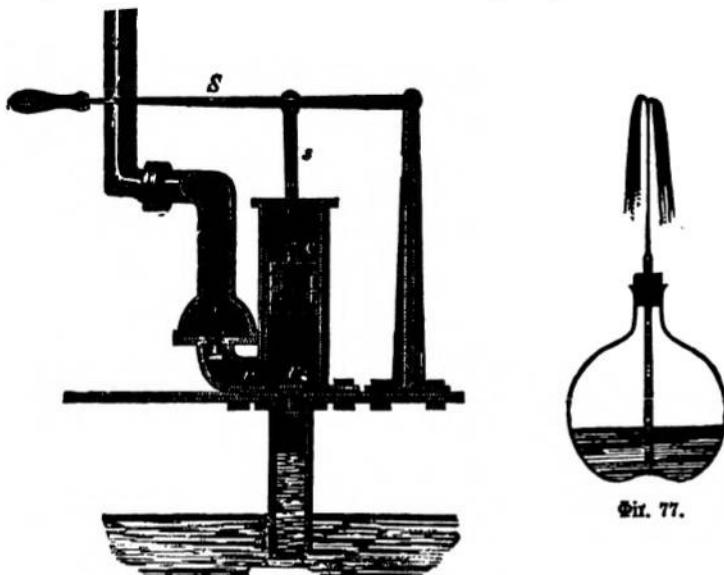
Як що при допомозі підйоми (*h*) толок з найнижчого становища підіймемо, то під ним повстас майже безповітряний простір; під впливом тиснення зовнішнього повітря затичка толока замикається і рівночасно відчиняється нижня затичка. В наслідок тиснення зовнішнього повітря на *B* вода у ссальній рурі підноситься. Як що спустимо толок вниз,



Фіг. 75.

то нижня затичка замкнеться, а затичка в толоці відчиниться і згущене повітря під толоком вийде. По кількох підняттях і спущеннях толока врешті іде також і вода через затичку толока і доходить до рурки (*r*), котрою і витікає.

Нагнітальна (гнітюча) помпа (Druckpumpe) (фіг. 76) ріжниться від попередньої помпи тим, що толок не проверчений, а помпний



Фіг. 77.

Фіг. 76.

валець (Pumpenstiefel) має при дні бічу руру (*r*), що звуться відливною, замкнена рухомою затичкою і повернута до гори. Такими помпами можна помпувати воду на значну висину.

75. Баня Герона і пожежна сикавка.

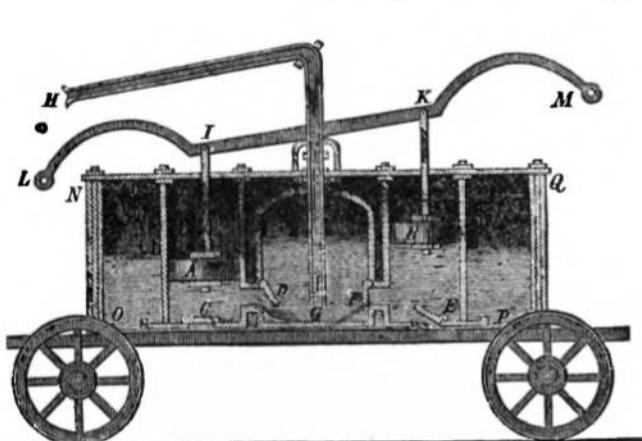
Баня Герона (Heron's ball). У пляшку або іншу подібну посудину (фіг. 77), наповнену приблизно до половини водою, просуньмо крізь проверчену дірку корка скляну шпичасту рурку так, щоб вона сягала сливе аж до самого дна пляшки, і вдуваймо сильно туди повітря; тоді повітря, що міститься в пляшці над водою, буде згущуватися. Це згущене повітря тисне на поверхню води сильніше, ніж зовнішнє повітря і тому вода вибрискується водогразом з рурки. (Герон в Олександриї, р. 100 перед Христом.)

Чому цівка води в бани Герона поволі слабшає, а врешті вода і зовсім перестав вибрискуватися?

Пожежна сикавка (Feuerpritze) (фіг. 78) складається з двох гнетуючих помп, *A* і *B*, котрі сполучені з так званою скляною повітряною (Windkessel), що уявляє з себе рід бани Герона, в котрій вставлена рура *G*, що сягає майже аж до дна. Коли приводимо в рух толоки (смоки) *A* і *B* при допомозі підйомі *L M*, то вода виходить на перемінку крізь вентиля *C* і *E* з посудин *O* і *P* і вентилями *D* і *F* дістається до повітряної шклянки. Помітря не може виходити зі шклянки, бо відтуліна *G* під водою і тому після довшого впомпування води воно згущується там і зене воду непереривним струменем через *H*.

76. Згущальна помпа і ковальський міх (роздувальний міх, димач).

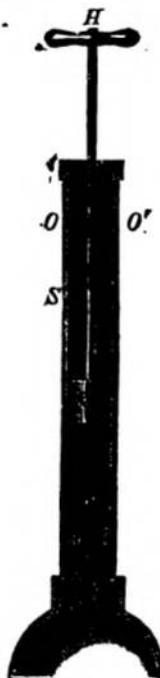
Згущальна помпа (Verdichtungsluftpumpe) (фіг. 79) складається в порожнього металевого вальця, в котрім порушується щільно пристаючий толок. Вона міцно пришрублена нижнім кінцем до посудини, в котрій ми хочемо згущувати повітря. Як що толок *K* підіймемо з його найнижчого становища, то під ним повстане майже безповітряний простір, а затичка (*v*) під впливом тиснення повітря, що під нею знаходиться, замкнеться.



Фіг. 78.



Фіг. 80.



Фіг. 79.

Коли толок підтягнено аж по-над відтулини *OO'*, то повітря цими дірками увіходить до вальця, далі при зниженні толока воно стискується, відчиняє затичку і йде з вальця в посудину.

Згущальної помпи вживають до втискання вугляного квасу в воду (фабрикація содової води), до проводження повітря в норкові дзвони, в копальні, криниці і т. д. — На чим полягає діяство звичайної дудки і дітяча шпокалка?

Ковальський міх (Blasebalg) є також рід згущальної помпи. Звичайний ковальський міх (фіг. 80) складається з двох дощечок з ручками; з одного боку ці дощечки трохи вужчі і ведуть до рурки *a*; обидві вони так між собою зєднані шкірою, що між ними утворюється замкнений простір. Біля *K* знаходиться шкіряна затичка, що відтулюється в середину. Як що при допомозі ручок розтягнемо дощечки, то повітря в замкненім просторі стане рідше, зовнішнє повітря відчине

кляпу (затичку) і втиснеться в середину міха. При стисненні дощечок замкнене повітря згущується, кляпа замикається і повітря виходить руркою (d).

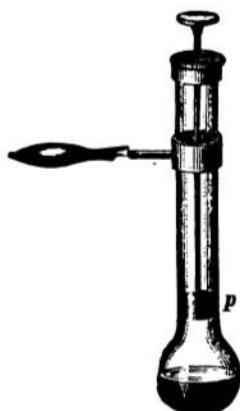
Ковальського міха вживають до піддування вогня; в іншій формі його вживають до дуття в сопілки в органах і т. д.

Увага. Маються також обріджалальні помпи, с.т. такі при допомозі котрих можна повітря в цілісно замкнених просторах до певної міри обрідити. Вони полягають на владженні ссучою помпи; але їх вживають рідко.

77. Розпраужність (пружість) водяної пари.

Нагріваймо обачно над спиртовою лямпочкою в вальцовуватій посудині (фіг. 81), що зі споду розширене, а в своїй вальцовуватій

частині має цілісно пристаючий намазаний толок, малу кількість води, поки вона не закипить; незабаром побачимо, що толок підпоситься вгору. Водяна пара, що скупчилася під толоком, тисне, в наслідок змагання розширяється, на стіни, що її замикають, і пхав толок вгору. — Тиснення на стіни, яке в наслідок змагання водяної пари розійтися утворюється в посудині, що її замикає, звуться розпраужністю (пружістю) водяної пари (Spannkraft).



Фіг. 81.

Розпраужність (пружість) водяної пари при 100°C рівняється тисненню атмосферичного повітря; отже водяна пара в цьому разі може утримати стовп ртути 760 mm заввишки, с.т. тисне з силовою більше 1 kg на поверхню 1 cm^2 . Тому кажемо, що розпраужність (пружість) водяної пари при 100°C рівняється «одній атмосфері».

Розпраужність (пружість) водяної пари можна міряти при допомозі відповідних приладів, т. зв. манометрів. Таким чином переконалися, що розпраужність водяної пари збільшується з підвищеннем температури.

78. Парова машина.

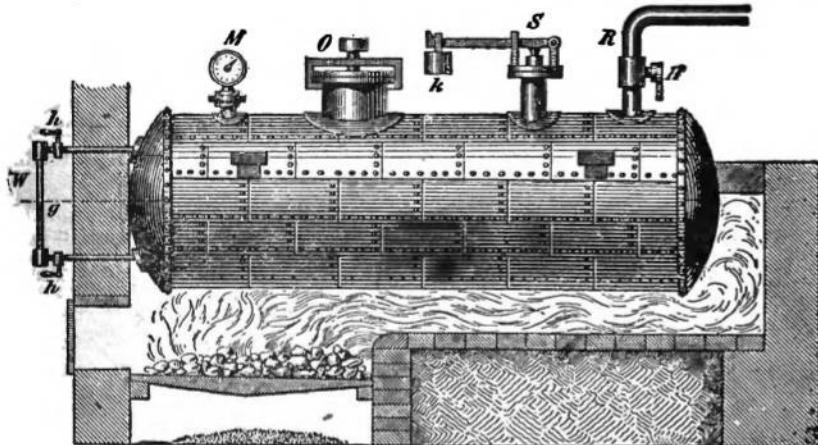
Розпраужність (пружість) водяної пари має вживання як порушуюча сила при паровій машині.

Кожна парова машина складається з двох головних частин: з парового казана, в котрім вода переходить в пару, і з ластикою парової машини, де водяна пара виконує механічну працю.

Паровий казан (фіг. 82) є посудина зроблена з міцної заливаної бляхи, замкнена зо всіх боків і більше, як до половини, наповнена водою для утворення пари. Стан води в кожен час бачимо на показчикові (W), котрій можна замикати чопиками (h , h). На верху казана є манометр (M) і запобіжна кляпа (S), котрою починає виходити пар, коли її пружість дуже велика; далі є рура R , котрою пускаємо пару до парової машини, коли пара осягнула відповідну розпраужність і врешті є ще на-

с а д а (*O*), в вигляді рури, щільно замкнена плитою; крізь відтульну в неї робітник може влізти в середину казана, щоб його вичистити (від накипу).

Накип (камінь в котлі, *Kesselstein*), що складається головно з вапненого карбонату і сульфату, осідає при варенні води твердою шкарупою на



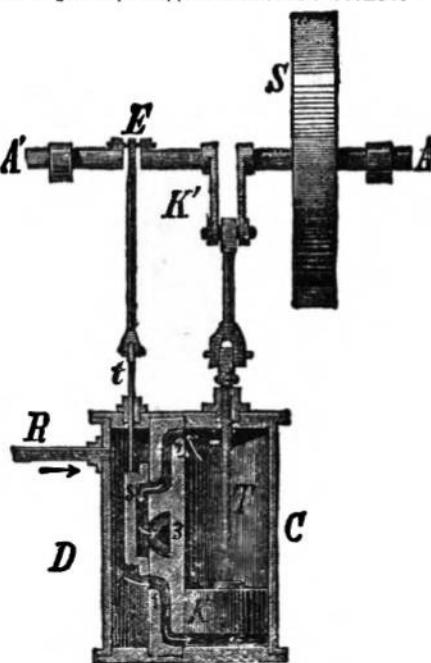
Фіг. 82.

стінах казана. Як що стіна котла (казана) покриється в середині верствовою накипу, то може трапитися, що з-за неоднакового розширення залізної бляхи і накипу, накип тріскає тай відривається, через що вода стикається безпосередньо з розпаленою стінкою казану. Через це зразу повстає так багато пари, що казан звичайно лопається (в и-бу х, експлозія). Водяна пара займає простір в 1700 раз більший, ніж та сама кількість води.

Найважнішою частиною в ластивої машини (фіг. 83) є парова комора *D* з засувкою (*s*) і паровим валець *C*, в котрім порушується толок (*K*) з дрюком від толока (*T*).

На фігури 83 парова засувка (*s*) нарисована в такому становищі, що пара, дойшовши з парової рури *R* до парової комори *D*, може увійти каналом 1 в паровий валець *C* під толок і піднести його вгору.

Як що уявимо собі, що цей рух вже виконаний, то толок дійшов до своєї найвищого становища. Але тим часом рухома засувка (*s*) посунула вниз при допомозі відповідного дрючка,



Фіг. 83.

прикріпленого біля *E* по-за середину осі *AA'*. Тому провід 1 знову замикається, пара йде з парової комори каналом 2, проходить в простір, що є над толоком і посугає його вниз. Використану пару в обох випадках толок випирає рурою біля 3.

Описаний простолінійний рух парового толока переміняється при допомозі корби *K* в коловоротний рух. Такоже розгонне колесо (махове колесо) (*Schwungrad*) *S*, прикріплене на розгонній осі *AA'*, порушується в наслідок безвладності рівномірним рухом. На розгонній осі є так зв. *трансмісійне колесо* (на фіг. не видно), котре передає рух при допомозі пасів на робочі машини (машини до прядення, млини і т. д.).

Парової машини вживають в льюкомотивах (*Locomotiv* с.-т. той, що рушає з місця), льюкомобілях (*Locomobil*, с.-т. рухомий з місця) і пароплавах.

УВАГА. Першу парову машину збудував англієць Джеймс Уатт (James Watt) р. 1765; англієць Стівенсон (Robert Stephenson) зладив першу льюкомотиву р. 1814.

VII.

Про ГОЛОС (ЗВУК).

79. Повставання і ширення голоса.

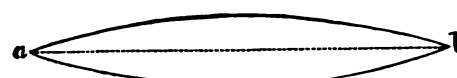
(Повставання голоса.) Людський голос, тикання годинника, спів птахів, гомін вітра і тому подібне ми можемо спостерегти лише слухом. Кожне враження, яке одержуємо при допомозі слуху, звемо голосом (звуком) (*Schall*).

Як що вихилимо досить довгу, напружену струну пучкою зі стану рівноваги і далі пустимо, то вона почне тримті

і рівночасно почуємо голос (звук) (фіг. 84). — Як що задзвонимо, бочи по шклянці, біля якої завішена на нитці кулька з корка так, що торкається шклянки, то по руках цього маятника візнаємо, що часточки скла тримтять. Голос повстает через тримтічий (дригачий) рух часточок тіла.

(Ширення голоса.) Коли дзвонить дзвін, то навколо його до певного віддалення чуємо його голос в кожнім місці, де лише перебуваємо. Звук розходиться на всі боки в простому напрямі.

Тіло, котре видає голос, напр. дзвін (фіг. 85), передає тримтічий рух повітря, що його оточує і в ньому повстають кулисти згущення і обрідження (тримтіння повітря), що йдуть безпосередньо одні за другими і розширяючись розходяться на всі боки. Але при цьому поодинокі часточки повітря зовсім не відбувають поступного руху. Подібний приклад такого руху

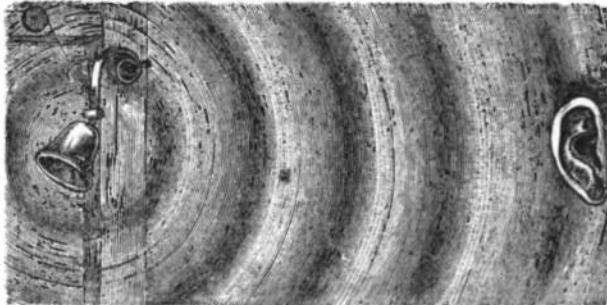


Фіг. 84.

дають хвилеві круги на воді, котрі повстають, як кинемо в спокійну воду камінь. Голосові тремтіння тіла розходяться в повітрі і так доходять до нашого вуха.

Одне затицшення і обрідження, що розходяться вкуні в повітрі, звемо разом голосовою хвилею (Schallwelle). Кожна проста лінія, яку пропагнемо собі в думпі від точки утворення голоса, зветься голосовим промінєм (Schallstrahl). Повітря, як таке тіло, що проводить голос до слухового знаряддя, зветься провідником голоса (Schallmittel).

В певнім віддаленні удар молота або сокири, як також вогонь з рушниці, ми бачимо раніше, ніж чуємо гук, який при цьому повстас. Бліскавку спостерігаємо раніше, ніж грім, що повстас рівночасно. Отже голос потребує певного ча-



Філ. 85.

су для свого ширення. Швидкість голоса в сухому, рівномірно густому повітрі при $0^{\circ} C$ є $333 m$ на секунду (468 арш. на секунду).

Досвіди показують, що цілкі і плинні тіла також проводять голос і швидче, ніж повітря.

— Як віддалена від нас туча, як що між бліскавицею і громом пройшло 15 секунд? (З-за дуже великої швидкості світла можна прийняти, що ми його бачимо зараз же, як тільки воно повстало.)

80. Роди голоса.

Як заграти на натянутій струні, то вона виконує цілій ряд тремтінн, що правильно чергуються одне за другим; так само тремтять часточки давона, коли ударити по ньому. Голос, який повстас від тремтінн, що рівномірно чергуються між собою, зветься взагалі складним голосом (Klang). Як що цей звук походить лише від одного тіла, то він зветься первісним (поєдинчим) звуком або тоном.

В кожнім тоні розріжняємо вишину або низкість і силу (міць) тону.

Звук туркотячого воза повстас від тремтінн, що нерівномірно чергуються. Кожен звук, який повстас від нерівномірно наступаючих по собі тремтінн, звемо шелестом (гоміном) (Geräusch). По роду вражіння шелест зветься стуком, бренькотом, гаміром і т. д.

Як що стрельнути з пистолі або ударити молотом по столі, то тіло, що видає голос, виконує одне дуже коротке тремтіння, котре викликає лише одне шагле урвання вражіння в слуховім знарядді вуха

і т е в р а ж і н н я з в е т с я г у к о м , т р і ск о м (der Knall); — тріск батога, гук пушки, удар грому.

81. Тон і найважніші звучачі (гучливі) тіла.

(Тон.) Як що вдарити або потягнути смичком по мало натягненій струні, то почуємо низький тон і ми будемо ще мати можливість помічати тремтіння струни. Чим більше натягнена струна, тим швидче відбуваються тремтіння і тим вищий тон. Інші тіла, що гучать, також видають вищий тон, коли швидче тремтять. Тіло видає тим вищий тон, чим швидче тремтить.

Число тремтінь на секунду звено б e a g l a d n o ю в i s c o t o ю т о н а . Її можна означити при допомозі відповідних пристрій. Найнижчий тон, що уживається в музиці (subcontra C) робить 32 поодиноких тремтінь на секунду, найвищий (п'ять разів перекреслене С має біля 8.000 тремтінь на секунду.

Тон, з котрим порівнюємо інший тон що-до висоти, зветься основним тоном (Grundton). Тон, що повстас в наслідок подвійного числа тремтінь так дуже подібний до основного тона, що, коли ми його рівночасно чуємо, нам здається, що це є один тон; він зветься октавою основного тона. Наукою про тони і їх відношення займається музика.

[Найважніші звучачі (голосливі, гучливі) тіла.] Щоб добути тонів, вживаємо струн, дротинок, плит, натягнених звірячих шкір (жил) і повітря.

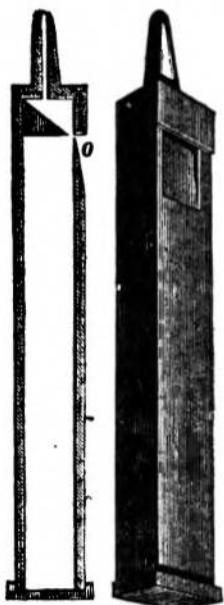
Досвіди з струнами показують, що тон струни тим вищий, чим вона міцніше натягнена, чим коротша і чим тонща. До струнових інструментів належать: фортеця, арфа, цитра, гітара, скрипка, бас і т. і.

Вишина тону з дротинки зменшується з довжиною π . Ладові вилки (камертон) є сталевий дріт, згинений літерою (U), котрих вживають до «наладження» музичних струнних інструментів; вони більше настроюні на тон a і виконують 870 первісних тремтінь. Звучачих прутів вживають також в трикутниках, в годинниках, що бути, коробочках до граний (Spiellosen) і б. и.

Звучачих (гучливих) плит і мембрани вживають в бубнах, тарабанах і т. п.

Атмосферне повітря видає голос в губних і язикових сопілках і трубах.

Губна сопілка (Lippenspfeile) (фіг. 86) є дерев'яна або металева рура, на однім кінці звужена, де і знаходиться відтулина до дуття; недалечко від звуженого кінця зроблена вузька шкальбина, об гострий руб (губу) котрої беться вдуване повітря, через що замкнений стовп повітря відбуває правильні тремтіння (вибрації). До губних сопілок належать сопілки при органах, флейта, сигналова і чабанська сопілка і т. і. Тон губної сопілки тим вище, чим коротша сопілка і чим сильніше в неї дуття. Одверті (відчинені) (offen) сопілки вида-



Фіг. 86.

ють при одинаковій довжині тон на октаву вище, ніж такі самі завдовжки замкнені (*gedeckt*) сопілки (вгорі замкнені).

При язичкових сопілках (*Zungenpfeile*) уміщена елястична пілтка (язичок), що дригав (тремтить) при дутті і таким чином видав тони; при цьому звучить також і замкнене повітря. В кожнім інструменті, що дують, є лійкувате дульце, як труба, котре і бере в рот той, що грає на цьому інструменті.

Людське голосове знаряддя можна також уважати язичковою сопілкою, найголовнішою частиною котрої є горлянка (*Kehlkopf*). Вона утворює верхню частину дишиці і складається з рухомих хрящів, на яких натягнені голосові болони, так звані голосові вязла (*vязки*) (*Stimmbänder*), дві елястичні шкірочки, уміщені в передньо-задньому напрямі в спільній частині горлянки. Вони замикають дишицю так, що між внутрішніми краями їх лишається вузька щілина, так звана голосниця.

Під час віддихання вязла (*вязки*) не спаружені. Але під час балакання і співання вони більш менш напружується і під впливом повітря, що виходить, тремтять. Тремтіння вязок передаються повітрю і таким чином повстає голос.

82. Відбивання голосу; людське вухо.

а) Подібно тому як водяна хвиля, дійшовши до нерухової стіни, відбивається від неї, так само відбивається і голосова хвиля, наткнувшись на стіну. Це зважище зветься відбиванням або рефлексією голоса (*Zurückwerfung* або *Reflexion des Schalles*).

Як що станемо віддаленні 20 *m* (128 арш.) перед стіною будинка або ухилем гори і голосно крикнемо проти неї, то по певнім часі в наслідок відбиття голоса виразно почуємо ще раз цей крик; це зважище звено луною або відгомоном (*Echo, Wiederhall*). Коли стоїмо дуже близько від стіни, тоді відгомону нечуємо, бо відбитий голос зливається з первісним. Коли відбиваюча поверхня віддалена від нас, не менш як на 20 *m* (28 арш.), тоді відбиті голосові хвилі і не зливаються з первісними і ми чуємо відгомон.

Як що ми віддалені від відбиваючої поверхні менш, ніж на 20 *m*, то відгомон зливається почасти з кінцем перевісного голосу, продовжує і скріпляє його; це продовження і скріплення голосу називаємо поголоском (*Nachhall*).

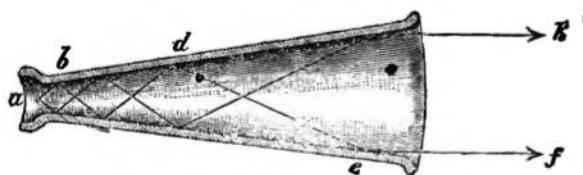
Односкладовий відгомон можна дуже часто чути в долинах, лісах і великих подвір'ях, оточених мурами. Як що в кілька відбиваючих поверхнів в відповідних віддаленнях, то односкладове слово чуємо кілька разів; це зважище звено кількаразовим відгомоном.

На відбиванні голоса потягають говорна труба і акустичний ріжок.

Розмовна труба (туба, *das Sprachrohr*) (фіг. 87) є з обох боків одверта рура, 1—2 *m* завдовжки. Як ми кажемо щось у вузчу її частину, то голосові приміння, що розходяться в рота, доходять до стін рури, відбиваються тут кілька разів і потім виходять з неї рівнобіжно до її осі, через що голос йде значно далі і швидко не ослаблюється. Її вживають на кораблях і церковних бантах.

Акустичний ріжок (слухова труба, *das Hörrohr*) (фіг. 88) є коротка, на вужчім кінці закривлена рурка, котра вкладається вужчим кінцем в слуховий провід (канал). Голосові хвилі широким кінцем увіходять в руру, агущаються тут через відбивання і доходять до середини вуха. Слухової труби вживають люди, що не дочуваютъ.

а) **Людське вухо** складається з зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха. До зовнішнього вуха належать вухова мушля, слуховий провід (канал) і тарабанна болонка с.-т. еластична шкірка, що лежить на внутрішнім кінці канала і замикає зовнішнє вухо. За тарабанною болонкою лежить середнє вухо. Вони складається з порожнього простору (тарабанної ями), в котрій знаходиться кілька великих слухових кісточок, що мають зв'язок між собою і з зовнішнім і внутрішнім вухом. Провід, котрий допроваджує повітря, зеднує середнє вухо з ротовою порожниною.



Фіг. 87.



Фіг. 88.

Внутрішнє вухо або лябірінт складається кількох частин і виповнене водянистою течею, слуховою водою, в котрій є багато розгалужених ніжних кінчиків слухового нерву.

Враженння голоса доходять до нашої свідомості таким чином: головні хвилі, зібрани вуховою мушлею, ідуть слуховим каналом до тарабанної болонки і приводять її в трептіння; цей рух при допомозі повітря, що знаходитьться в тарабанній порожнині і при допомозі слухових кісточок доходять до внутрішнього вуха і передаються водянистій течі, трептінням якої ділають на кінчики слухового нерву і викликають враження голоса.

VIII.

Про світло.

83. Світло, ширення світла, тінь.

(**Світло.**) Коли зійде сонце, ми починаємо бачити в кімнаті і на дворі різні предмети. Навпаки, як що замкнемо вікна віконницями, то навіть у день ми не будемо мати можливості бачити предметів в кімнаті, поки не внесемо запалену свічку. Враження, котрі ми відбираємо при допомозі органа зора, а також і причину цих вражень ми звемо світлом.

Сонце, нерухомі зірки, розпалені предмети на землі, де-які живі істоти (смітівянські мушки) і ін. дають світло і самі тому погані; всі ці тіла звено світличими тілами. Земля, місяць і дуже багато інших тіл на землі самі по собі невидими; їх звено темними тілами. — Крім того розрізняємо тіла прозорі, просвічні (просвічувачі) і непрозорі. (Дайте приклади!)

(**Ширення світла.**) Як що пустимо сонячне світло крізь маленьку дірку в темну кімнату, то побачимо повислі в повітрі

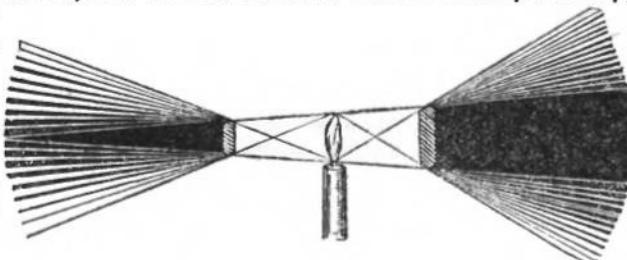
частинки пилу, що постійно світитимуть вздовж простої лінії. Світло шириться у всі напрями простими лініями.

Кожна приста лінія, вздовж котрої шириться світло, звється променем світла. — Швидкість, з якою шириться світло, рівняється 300.000 *km* на секунду (280.000 верстов).

(Тінь.) Як що держати книжку або яке небудь інше непрозоре тіло перед поломінню свічки, то бік тіла, звернений до свічки, буде освітлений, але за ним повстас темний простір, що звється тінною.

Кожне непроню (фіг. 89).

зоре тіло, освітлене з одного боку, кидає на протилежнім боці тінь.



Фіг. 89.

Частина тінисто-го простору (фіг. 89),

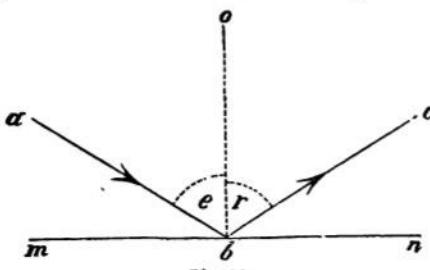
до котрої не доходить жодного променя від тіла, що світить, звється глухою тінною (Kernschatten). З нею сумежить вже не такий темний простір, котрий звється сутінкою (Halbschatten). Де тінь одного тіла падає на поверхню іншого тіла, там повстас тінista поверхня, що звється відбитою тінною (падаючою тінню) (Schlagschatten).

На повставанні тіни полягають: затміння (затемнення) сонця і місяця, едмінні місяця, соняшні годинники, рисування предметів при допомозі тіни; гра тіней.

84. Відбивання світла.

Як що ми пустимо соняшні проміння на шматочок скла, то при відповідному становищі скла на стіні зявиться яскраво освітлена пляма. Скло перепускає лише частину соняшнього проміння, а решта віддаляється від скла і утворює цю яскраво освітлену пляму. Коли проміння світла падають на яку-небудь поверхню, то частина їх завше відбивається.

Пустімо в темну кімнату крізь маленьку шкалубинку в віконниці (фіг. 90 *a b*) соняшні проміння похило на поземну площа дзеркала (*m n*) і уставмо нормально (сторчово) до площа дзеркала півкруг з поділкою так, щоб він лежав в площи проміннів, а його осередок містився в точці дзеркала (*b*), на котру вони падають. Тоді побачимо, що відбиті проміння світла будуть лежати в тій же самій площині, сторчовій до дзеркала, що і попередні проміння і утворювати з сторчопадом (*o b*) кут, рівний кутові, котрий утворюють падаючі проміння з цим же сторчопадом. Кут *a b o*



Фіг. 90.

звемо кутом впадання (упаду) променя (Einfallswinkel), кутом відбиття (Reflexionswinkel) і сторчопад $a b$ на m впадницею (Einfallslot). — Промінь світла, що падає похило на поверхню дзеркала, відбивається завше в протилежний бік; промін впавший, впадниця і відбитий промінь лежать в одній площині; кут відбирання рівняється кутові впадання.

Як що повторимо попередній досвід і повергатимемо поволі дзеркало таким чином, щоб соняшні проміння впали врешті на нього нормальні (сторчово), то побачимо, що відбиті проміння зближатимуться що раз більше до впадаючих і врешті з ними зайдуться в одну просту лінію. Проміння світла, що падають на дзеркало сторчово (нормально), відбиваються знову в тім самім напрямі.

Кожну нерівну, шершаву поверхню можна уявити собі, як зір цілого ряду маленьких площин, що лежать в різних напрямках; тому рівнобіжні проміння світла, що падають на цю поверхню, повинні відбиватися на всі боки. Таке відбирання звемо розсіянням світла (Lichtzerstreung).

В наслідок розсіяння світа ми бачимо предмети; на цьому полягає яскінність дня, світання і смерк і б. и.

85. Плоске дзеркало.

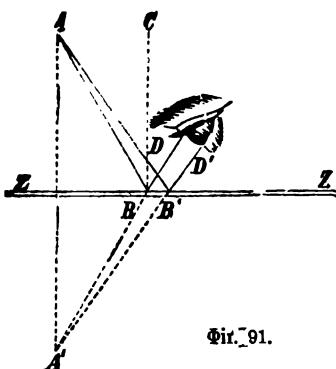
Поставмо біля себе запалену свічку і держімо в відповідному віддаленні перед очима дуже вирівняну металеву або скляну, почернену на протилежнім боці, плиту; в такій плиті побачимо тоді образ (подобу) поломени свічки. Світляні проміння, що падають з поломени свічки на згадані гладкі тіла, відбиваються від них цілковито і правильно. Кожна поверхня, котра не розсіває проміннів, що падають на неї від якого-небудь світучого тіла, але відбиває їх цілковито так, що ми можемо спостерігати образ (подобу) того тіла, зветься дзеркалом.

Звичайні дзеркала складаються з скляної шиби, один бік котрої покритий металевим шаром (цинковий амальгама).

Як що тримати перед дзеркалом який-небудь предмет, то його образ показує поодинокі частини предмету в такому віддаленні за дзеркалом, в якому вони лежать перед дзеркалом. Як що предмет віддалимо від дзеркала, то образ його посуне на такий

самий відступ за дзеркало. Образ (подоба) предмета в плоскому дзеркалі повстає в такій відлегlosti за поверхнею дзеркала, в якій предмет лежить перед поверхнею дзеркала.

Далі можна легко бачити, що образ і предмет мають таку саму величину і той самий вигляд, лише



Фіг. 91.

в образі перемінений правий бік з лівим, як що порівняємо його з предметом.

Такий образ звено гаданим (уданим, позірним) (Scheinbild), бо в дійсності за дзеркалом нема жадного образа.

Утворювання образа (подоби) в дзеркалі. Уявімо собі над плоским дзеркалом ZZ (фіг. 91) світчу точку A . На дзеркало від неї падає багато проміннів, котрі там відбиваються. Хай проміння AB і $A'B'$ відбиваються від дзеркала так, що доходять до нашого ока. Ми звикли до того, щоб проміння йшли до нашого ока від якого-небудь предмета по простій лінії, тому і здається нам тут, що точку A ми бачимо не на своєму місці, але в A' , с.т. в точці, звідки виходять буцім-то проміння D і D' . Ця точка A' і зв'ється образом (подобою) світчої точки A . — Як що точки A і A' сполучимо простою лінією, то виявляється, що вона в стороні падання до дзеркала і що точка A так само віддалена від дзеркала, як і точка A' .

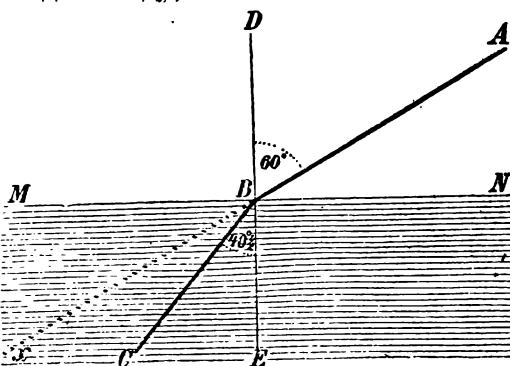
Плоского дзеркала вживають як кімнатного приладдя, до рисування і малювання, до спостережання різних зовнішніх подій (дзеркала у вікнах, військове дзеркало), в наукових дослідженнях і т. д.

Чому бачимо в воді перекиненими дерева, що ростуть по-над берегом?

86. Заломлення (перелом) світла.

Пустімо в темну кімнату крізь малу шкалубину в віконниці промінь світла (фіг. 92 $A B$) так, щоб він під кутом падав у воду в прозорій посудині; тоді побачимо, що промінь світла змінює свій напрям ($B x$) при вході в воду; він заломлюється. Відхилення падаючого під кутом променя від своєго напряму під час перехода з одного середовища в друге зв'ється заломленням світла (Brechung).

Сторопад $D E$ зв'ється впадницею (Einfallsloch); кут $A B D$ зв'ється кутом падання (Einfallswinkel), а кут $C B E$ кутом заломлення (Brechungswinkel).



Фіг. 92.

Як що промінь світла буде падати сторчово в воду, то перевідчимось, що сторчово падаючі проміння світла не заломлюються під час переходу в інше середовище.

Коли промінь, що падає похило, переходить з рідшого середовища до густішого, то заломаний промінь наближується до впадниці або, як ми кажемо, він заломлюється «до впадниці» (до простопаду); навпаки, коли промінь переходить з густішого середовища до рідшого, напр. з води в повітря, то промінь віддаляється від впадниці (сторопаду) і ми говоримо, що він заломлюється «від впадниці» (від сторопаду).

На заломленні світла полягають різні явища. Похило зачурена в воді палиця виглядає мов заломлена, вода здається пляштою (мільчою), ніж в дійсності і б. і. Коли спідні верстви повітря значно густіші, ніж верхні, то часом бачимо, що предмети (будинки, ряди дерев, скелі), котрі лежать нижче обрія, вирицають на короткий час по-над обрій. Такі явища звено повітряним маревом (Luftspiegelung).

87. Оптичні сочки.

а) Прозорі тіла, обмежені двома кулистими поверхнями або одною кулистою і одною плошкою, звуться оптичними сочками (лінзами, Linsen). Їх роблять найбільше зі скла.

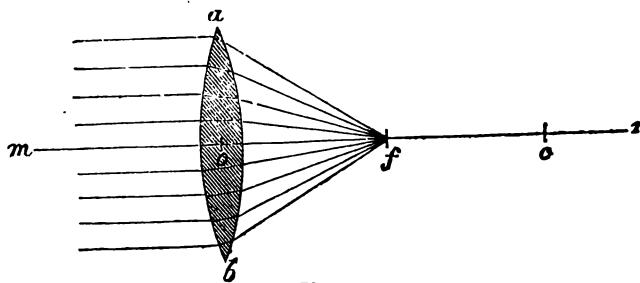
Слово «оптичний» походить від слова «оптика», як звуться наука про світло.

Сочки, що в середині грубші, ніж на краях, звуться опуклими сочками (konvex, erhaben) фіг. 93), а такі, що на краях грубші, ніж в середині (фіг. 94), звуться загубленими або вгнутими (vertieft, konkav).

Точка *b* (фіг. 93), котра лежить в середині сочки, звуться оптичним осередком сочки (der optische Mittelpunkt); просту *m* звемо оптичною віссю (die optische Achse).

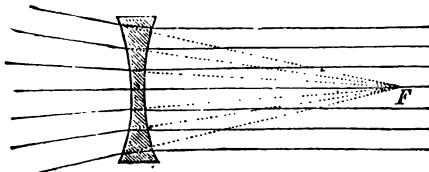
б) Як що на опуклу сочку пустимо соняшні проміння рівнобіжно до оптичної осі (фіг. 93), то вони заломлюються, як увіходячи в сочку, так і виходячи з неї і збираються за сочкою в точці *f*. На заслоні (екрані), яку поставимо в *f*, повстас дуже мала світла пляма. Таке саме звиче можна спостерегти во всіма опуклими сочками і тому ми їх звемо також збиральними сочками (Sammellinsen). Опукла сочка збирає також вкупі з світляними проміннями і теплові проміння в точці *f* і тому

можна запальні тіла запалити, умістивши їх в точку *f*. Цю точку звемо вогнищем (Brennpunkt), а сочку запалуючу сочкою (Brennlinse). Проміння



Фіг. 93.

я, що падають на збираючу сочку рівнобіжно до оптичної осі, заломлюються так, що після виходу з сочки збираються в одній точці по другім боці сочки.



Фіг. 94.

Віддалення вогнища від оптичного осередка звуться далекістю вогнища (вогнищевим відступом) (Brennweite) сочки.

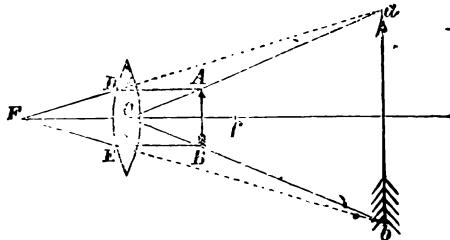
в) Пустимо тепер соняшні проміння на вгнуту сочку рівнобіжно до оптичної осі (фіг. 94); на папері, що будемо держати за сочкою, побачимо ясну пляму, більшу, ніж сама сочка. Проміння, котрі падають на вгнуту сочку рівнобіжно до її оптичної осі, заломлюються по переході крізь сочку так, що, виходячи з неї, розходяться.

Тому вгнуті сочки для відріження від збираючих сочок звено розсиваючими (розсівальними) сочками (Zerstreuungslinsen). Проміння, що виходять з розсівальної сочки, мають такий напрям, наче-то виходили з точки F [гадане (позірне, удане) вогнище сочки].

Як що світляні проміння проведемо крізь дуже маленьку відтулину в темну кімнату так, щоб вони йшли через оптичний осередок сочки, то побачимо, що вони не будуть заломлюватися. Такі проміння звуться головними проміннями (Hauptstrahlen).

88. Утворення образів (подоб) при допомозі сочки.

(Повставання гаданих (позірних) образів (подоб.) Візьмімо збираючу сочку і поставмо за нею який-небудь малий предмет (напр. малу друковану літеру) так, щоб він містився поміж огинщем і сочкою; тоді, помістивши око по другім боці сочки, побачимо предмет прямий (с.-т. в його природному стані), але побільшений; ми бачитимо образ (подобу) предмета. Тому вживают збираючі сочки, як по більшую чого скла (окулярів, люпі).

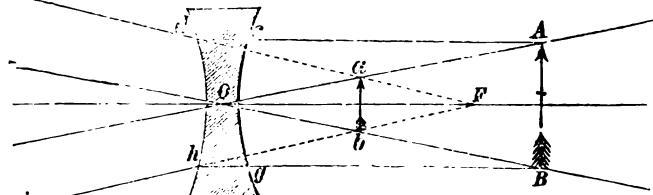


Фіг. 95.

На фіг. 95 видно утворення цього образу (подоби). Для вияснення образу (подоби) предмету ($A B$), візьмімо від точки (A) два проміння (для розшукання точки досить двох простих, що перетинаються): один ($A D$), що йде рівнобіжно до оптичної осі сочки, і другий ($A O$), що проходить через осередок (O) сочки. Перший промінь, заломившися при проходженні крізь сочку, проходить через точку F (вогнище сочки) а другий ($A O$) переходить крізь сочку не заломившися. Око, що знаходиться по боці точки F , бачить точку (A) в (a) с.-т. там, де перетинаються при своєму проводженні обидва проміння. Таким чином повстає подоба точки (B) в (b); подоби останніх точок, що лежать між A і B , утворюються між точками a і b .

Як що цей досвід зробимо з вгнуту сочкою, то предмет, на який будемо дивитися, здаватиметься нам прямим і поменшеним.

Фіг. 96 пояснює повставання цього образу. (AB) є предмет, на який дивимось, (ab) його образ (подоба). Він повстав таким самим чином, як і образ при посереднім досвіді.

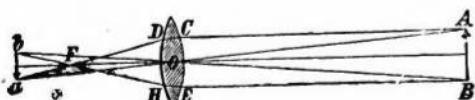


Фіг. 96.

(Повставання дійсних образів.) Держімо збираючу сочку вдень в кімнаті в великому віддаленні від вікна (більшім, ніж подвійна вогнищева відлеглість сочки) рівнобіжно до нього і наблизаймо до неї з протилежного боку картку білого паперу. При відповіднім віддаленні паперу від сочки ми побачимо на папері цілком виразно в ізвернений (перевернений) і поменшений образ вікна. Такі подоби,

що повстають в просторі і котрі можна бачити на заслоні (екрані), звемо дійсними подобами (*wirklich*).

На фіг. 97 показано докладніше утворення подоби. (*A B*) є предмет. Образ точки (*A*) повстae в (*a*), с.-т. в тому місці, де після переходу крізь сочку перетинається головний промінь (*A O*) з побічним променем (*A C*), що йде рівнобіжно до оптичної осі. Таким самим чином повстae подоба точки (*B*) в (*b*). Точки предмета, які лежать між *A* і *B*, повинні і на образі лежати між (*a*) і (*b*).



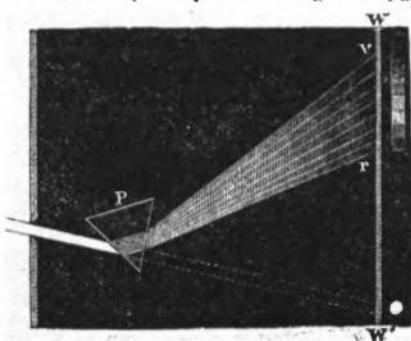
Фіг. 97.

На цьому полягає уладження оптичної темниці (*camera obscura*). Вона складається з темної в середині скринки, 30—40 см заввишки; в ній повстають на матовій скляній плиті образи, які утворюють відповідно поставлена збираюча сочка. Оптичної темниці вживають в відповідно вигляді і з відповідним урядженням до русування, малювання, фотографування і т. Фотографія є штука закріплення світляних образів оптичної темниці на якій-небудь поверхні (папері, склі і т. д.).

89. Розщеплення (розклад) світла на барви; веселка.

(Розщеплення (Розклад) світла.) Як що проміння світла падають похило на шклянку з водою, що стоїть на білому папері, то за шклянкою бачимо ріжні барви і криві пасмуги.

Як що при допомозі дзеркала пустимо малою відтулиною в затемнену кімнату спілок соняшних проміннів, то на заслоні побачимо білий круглий образ сонця. Але, як соняшні проміння пустимо на тристінну скляну призму (фіг. 98 *P*), уставлену поземно, то проміння сонця, перейшовши крізь призму, відхиляться і на заслоні (екрані) (*W W'*) зявиться вгорі-вниз розщеплені образи світла. Але цей образ не є білим, а ріжні барви: біле світло розщепилося (розкладлося) на ріжні барви. В цьому барвному образі розріжняємо сім головних барв, а саме знизу вгору йдуть вони в такому порядці: червона, помаранчева (жовтогаряча), жовта, зелена, блакитна, синя і фіолетова. Непомітно ріжними відтінками вони переходят одна в другу. Світло сонця можна розщепити на ріжні барви (коліри).



Фіг. 98.

Фіолетова барва	Жовта барва
Синя	Помаранч.
Блакитна	Червона
Зелена	"

розщеплюють світло на його складові барви. Коли проміння сонця (*S S', S' S'* фіг. 99) заломлюються в краплях дощової хмари, то вони рівночасно розщеплюються на складові барви і відбиваються; як що сонце знаходиться ззаду нас,

[Веселка (райдуга).] На краплях роси і дощу бачимо при сонячному світлі гарну гру барв. Краплі води також

а дощова хмара перед нами, то ми бачимо тоді величаве зявище природи, що звється в е с е л к о ю (райдую, Regenbogen). Вона має сім барв, уміщених в такім порядку, що червона лежить з зовнішнього боку, а фіолетова з внутрішнього. Часто з'являється над однією веселкою друга веселка, барви котрої блідіші і йдуть в відворотнім порядку.

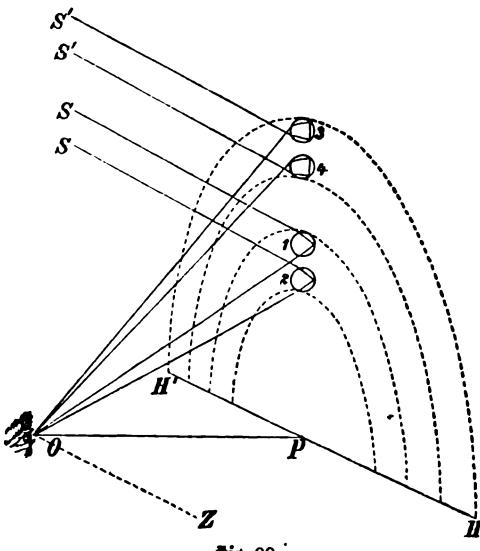
Д о к л а д н і ш е пояснення. Проміння сонця входять рівнобіжно в краплі дощу (фіг. 99, 1, 2), заломлюються, розщеплюються і далі відбиваються від задньої внутрішньої стінки так, що знову виходять з крапель. З-за неоднакової здібності заломлювання барвних проміння до нашого ока доходять з найвища лежачих крапель лише найнижчі барвні проміння, а з найнижчих крапель лише найвища. Коловий вигляд веселки пояснюється тим, що всі краплі, що лежать на обводі кола в рівній віддалені від ока, посилають однакові барвні проміння. Побічна веселка повстас, як що вищележачі краплі (фіг. 99, 3, 4), відбивають в середині проміння два рази; цим пояснюються також відворотний порядок барв.

90. Людське око і зір (зрок).

а) **Людське око** є знаряддя зора і складається з так званого очного яблука (фіг. 100). Очне яблуко є куля, передня частина котрої більш опукла, ніж інші частини.

Зовнішня болонка цеї кулі (*a*) є тверда, непрозора і біла і звється білком; білок сполучений з вигнутою прозорою мовою скло болонкою, що звється рогівкою (*c*). Під білок є посудиста болонка (*b*) (Aderhaut), котра спереду, там де білок сполучується з рогівкою, переходить в райдужку або дугівку (Iris, Regenbochenghaut). Вона кругла, спереду ріжно забарвлена (барва ока), а в середині має круглу відтулину, що звється зіницею (Sehloch, Pupille), котрою дістаються проміння світла в середину ока. Райдужка обведена мязовими волокнами, котрі відповідно до сили освітлення стягаються то сильніше, то слабше, через що зіниця може зувутатися або розширитися, що діється мимоволі. В задній частині очного яблука над посудинною болонкою є ніжна сітчанка (сітківка) (*r*) (Netzhaut), котра є нічим іншим, як розширенням зорового нерва (*N*), що лучиться з мозком.

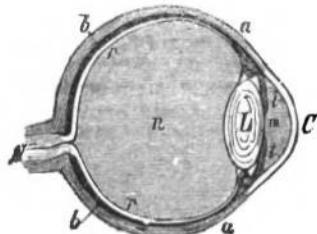
Безпосередньо по-за зіницею лежить кристалева сочка (Krystallinse) (*L*), прозоре тіло, що має вигляд опуклої сочки і ділає, як вона. Сочка ділить нутро ока на два неоднакові від-



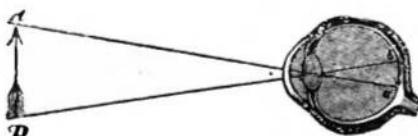
Фіг 99.

діли (комори), передня комора (*m*) наповнена водянистою течею, а задня драглистою скловатою течею.

б) **Видження.** Проміння світла, що дістаються від предмета до ока (фіг. 101), заломлюються в прозорих складових частинах його, особливо в сочці, так, що на сітчанці дають зменшений і перевернений образ предмета, котрий і дратує сітківку. Це враження доходить зоровим нервом до мозку і там незвідомим нам чином перетворюється в зорок (зір, бачення).



Фіг. 100.



Фіг. 101.

Хоча образи предметів на сітківці є перевернені, але предмети ми бачимо в їх властивому стані, с.т. прямо, бо ми переносимо кожну світчу точку в напрямі, в якому промінь ділав на сітківку.

Один предмет, хоча й дивимось двома очима, ми бачимо завше через те, що образи, утворені в обох очах,падають на однаково поставлені місця сітчанки; тому ми є відносимо обидва враження до одного ю того самого місця. На цьому зважиці полягає також стереоскоп, в якому дивимося обома очима на два з різних місць зфотографувані образи, а бачимо лише один образ.

91. Умови виразного бачення (видження); окуляри.

а) Виразне видження залежить від слідуючих обставин:

1. Предмет, на який ми дивимося, повинен бути досить освітленим. По-ночі ми не можемо бачити виразно навіть близьких предметів.

2. Враження світла на сітчанку (сітківку) повинно тревати деякий час. Якщо колесо обертається дуже швидко, то ми не можемо розріжнити спиць.

3. Образ, що повстae на сітківці, повинен бути досить великим. Через те, що кут гляду (Gesichtswinkel) (див. на фіг. 101) є тим більшим, чим більший предмет, або чим він більше лежить від ока, то виразний зір залежить від величини предмета і від його віддалення від ока.

4. Образ предмета мусить докладно впастi на сітківку. Око дідає, як опукла сочка і здавалось би, що ми повинні бачити тільки ті предмети, що лежать на відповідній відлегості від нього. Але досвід учиць нас, що ми можемо виразно бачити предмети в різних віддаленнях. Отже око має властивість пристосовуватися до певних віддалень (акомодадія).

Найменше віддалення, при котрому ми ще виразно без напруження бачимо предмет, зв'язується віддаленням (відлеглістю) виразного зору (die Sehweite). Для здорового ока це від-

далення в 22—26 ст. Це віддалення звено нормальним віддаленням виразного зору. Око, віддалення виразного зору котрого є менше, ніж 22 ст., звено короткозорим; як що це віддалення є більше, ніж 26 ст., то око звуться далекозорим.

Як що зоровий нерв ока стає нечутливим, с.-т. спаралізованим, то утворюється чорне більмо (катаракта), невилічима сліпота. Сліпота відносно барв (далтонізм) є неадатність ока розріжнити поодинокі барви, напр. червону і зелену або синю і жовту.

б) (**Окуляри.**) Частини короткозорого ока, що заломлюють світ, ділають як за дуже опукла сочка, а відповідні частини далекозорого ока, як дуже мало опукла сочка. Тому, короткозорому можна допомогти, держачи перед ним відповідну розсиваючу сочку, а далекозорому відповідну збираючу сочку. Розсиваюча сочка в першому випадку перешкоджує за дуже ранньому збиранию проміннів, а збираюча в другому випадку за дуже пізньому. Сочки, котрих вживають коротко- і далекозорі, аби вони могли виразно бачити, звуться окулярами. Невідповідно підібрани або непотрібно ношені окуляри псують зір.

92. Мікроскоп.

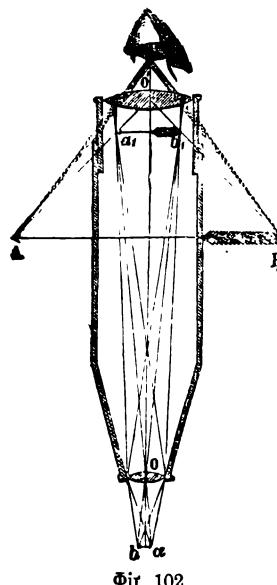
Прилад при допомозі котрого можна бачити виразно і побільшено предмети, яких ми зовсім голим оком не бачимо або бачимо дуже не виразно з-за їх малих розмірів, звуться мікроскопом.

Як що мікроскоп складається лише з однієї збираючої сочки (сторінка 87, фіг. 95) або й з кількох сочок, котрі діють разом, як одна, то він звуться простим мікроскопом або лютою.

Люти вживають годинники, ритовники, господарі і ін.

Складний мікроскоп складається в найпростішому вигляді з двох збираючих сочок (фіг. 102, O і O'), уміщених в помальованій в середині на чорно рурі. Менша сочка, звернена до предмета, звуться предметовою або об'єктивом (Objektivlinse) (O), а більша, звернена до ока, очною або окуляром (Okularlinse) (O'). Предмет міститься поза вогнищевим віддаленням, але біля вогнища. Перша сочка утворює перевернений і побільшений образ цього предмета (a' b'); як що дивиться на цей образ крізь очну сочку, то там видко новий образ (A B), але ще раз побільшений.

На фіг. 103 поміщений загальний зверхній вигляд складного мікроскопа. Під уміщеною на підставці рурою лежить поземна, в середині проверчена дощечка, т.зв. столик, на котрій кладуть між двома скляними плитами предмет, котрий повинно роздивитись. Прозорі пред-



Фіг. 102.

мети можна освітити при допомозі вгнутого дзеркала, що є під столиком, а непрозорі предмети освітлюємо при допомозі освітлюючої сочки, котру вміщують вгорі з боку. Руру при допомозі т. зв. мікрометричної труби (на мал. ліворуч від рури) можна підвищувати і знижувати, аби уставити предметову сочку (об'єктив) в відповідній віддаленості від предмета.



Фіг. 103.

Звичайні складні мікроскопи побільшують образ в лінійній вимірі до 200—300 разів; але в мікроскопи, що побільшують більше ніж в 1000 разів в лінійнім вимірі.

Мікроскоп (його винайшов голландець Jansen біля 1590) цайбільше бував потрібним природознавцям і лікарям.

Іншими родами мікроскопа є соняшний мікроскоп і магічна ліхтарня (чарівний ліхтар). Побільшенні образи, які повстали при допомозі цих приладів, можна перенести на стіну так, щоб могло більше осіб рівночасно на них дивитися; в першім приладі образ переноситься на стіну при допомозі соняшнього світла, в другому за допомогою штучною світла.

93. Телескоп (далековид).

Телескоп є такий оптичний прилад, при допомозі котрого можна роздивлюватись предмети, що знаходяться далеко по-за видимістю виразного зора. Розріжняємо багато родів телескопів.

Астрономічний телескоп складається в своїм найпростішім вигляді (фіг. 104) з двох опуклих сочок, а саме з великої предметової сочки і малої очної; ці сочки містяться на кінцях чорно помальованої в середині рури. Предметова сочка (*c d*) утворює з проміннів, що падають від дуже далекого предмету (*A B*), перевернений образ (*a b*), а очна сочка (*e g*) його побільшує (*a' b'*).



Фіг. 104.

Такий телескоп зветься астрономічним, бо вживається до обсервації (спостережень) зорь. Перевернені образи зовсім не шкодять під час обсервації.

Звичайний земний телескоп має крім двох сочок астрономічного телескопу ще третю опуклу сочку, яка відвертає образ, що повстав в предметовій сочці і через що бачимо предмет в його дійснім стані.

Третім родом телескопу є голландський телескоп, котрий утворює також прямі образи. У нього предметовою сочкою є збираюча, а очною вгнута. Такого телескопу вживають в театрі і на полі.

Щоб можна було пристосувати телескоп для кожного ока, рура, в якій знаходиться очна сочка, розсовується.

94. Хемічні дії світла; фотографія.

а) Забарвлені матерії, виставлені на сонце, поволі змінюють свою барву. Сире польтоно і сирий віск біліють на сонці. — Якщо аркуш паперу, покритий хльоридом срібла, прикриємо до половини непрозорою плитою і виставимо на сонце, то друга половина почорніє, в той час як перша залишиться білою. Хльорид срібла на половині паперу, виставленій на сонце, розклався хемично під впливом сонячного проміння. Хльор вийшов, а срібло лишилося на папері вигляді чорного порошка. Світло робить хемичні зміни.

б) на хемичній дії світла полягає фотографія, с.-т. штука закріплення образів оптичної темниці на який-небудь поверхні.

Оптична темниця (Camera obscura), якої вживають при фотографії (фіг. 105), складається з дерев'яної скриньки (*N M*), на чорній помальованій в середині. Задня стіна її, которую можна засувати і висувати, зроблена з матового скла (*G*). На цій плиті скляній і повстає зворотний образ предмета, утворений подвійною сочкою. Щоб образ був виразним, на рурі (*B*) є з цією метою засувка (*v*), а також і рухома стінка скриньки (*M* і *N*); сочку можна відповідно наблизити до матової плити або віддалити від неї.

Фотографування якого-небудь предмета відбувається таким чином, що сочка утворює на короткий час образ предмета на покритій йодідом срібла скляній плиті, которую закладаємо в оптичну темницю замісць матової плити. Відповідно до сили світла ріжко освітлених частин предмета розкладається більша або менша частина йодіду срібла, хоча спочатку ми цього й не помічаємо. Відповідними засобами ми робимо цей образ видимим і тривалим. Цей образ є так званий негативний образ, бо на ньому темні місця предмета є світлі, а світлі місця темні. При допомозі цього образа одержуємо, вживаючи відповідних засобів, позитивний образ, с.-т. такий образ, що цілком відповідає предметові. Закріпивши відповідними засобами і цей образ, одержуємо фотографічний знімок предмета.

Перші фотографії (світляні образи, світлини) утворювали француз Дагер (Daguerre) на срібліх плитах р. 1838.



Фіг. 105.

Видавничє Т-во „Вернигора“ у Київі.

Книгарня Т-ва „Вернигора“ під назвою „Українська Республіка“.
Контора: Фундуклеївська, 19. (Телефон 24-28.)

1 карб. = 2 гривні = 200 шагів.

A. Шкільні підручники.

I. Шкільна Секція.

a) Нижча поч. школа.

Проф. С. Рудницький. Початкова географія. Зміст:	
1. Загальні поняття. 2. Опис рідного краю. Краєзнавство (які є на землі краї та народи). З багатьома малюнками в тексті та мапами	4 гривні
Д-р Іван Крипякевич. Історія рідного краю. З багатьома малюнками та історичними мапами	4 гривні
А. Хомик. Коротка Географія України, Ч. 1. (Фізична)	1 гр. 50 ш.
Його-Ж. Коротка Географія України, Ч. 2. (Політично-етнографічна)	1 гривня
Обидві частини творять приступний і закінчений курс географії України. З багатьома малюнками.	
Д-р Іван Раковський. Підручник природознавства. Зміст: Нежива природа. Рослинність. Звіринність. З багатьома малюнками	7 гривень
А. Геращенко. Молитовник	1 гривня
Стеценко. Нauка нотного співу (методіко-дідактичні замітки)	1 гр. 20 ш.
Його-Ж. Шкільний співаник, Ч. 1.	2 гр. 40 ш.
” Співаник, Ч. 2. (Шіснадцять пісень на 2 голоси)	5 гривень
” Співаник, Ч. 3. (Шіснадцять пісень на 3 і 4 голоси)	5 гривень
О. Кошиць. Патріотичний співаник. 20 пісень на муж. хор, переважно історичного змісту	5 гривень

b) Вища поч. школа.

(Нижчі класи гімназіальні.)

А. Хомик. Загальна географія, Ч. 1. Вступ. (З додатком атласу географ., малюнків та рисунків) . . .	4 гр. 90 ш.
Е. Богач. Загальна географія, Ч. 2. (Краєзнавство: Азія, Африка, Америка, Австралія). З багатьома малюнками та мапами	5 гривень

Його-ж. Загальна географія, Ч. 3. (Краєзнавство: Европа.) З багатьома малюнками та мапами . . .	6 гривень	
А. Хомик. Загальна географія, Ч. 4. (Курс географії України.) З багатьома малюнками та мапами . . .	5 гривень	
Д-р Іван Крипякевич. Історія рідного краю. З багатьома малюнками та історичними мапами . . .	4 гривні	
Ф. Шіндлер. Фізика. З 103 малюнками в тексті та словником фізикальної термінології	6 гривень	
Д-р Іван Раковський. Підручник природознавства. Зміст: 1. Нежива природа, 2. Ботаніка, 3. Зоологія. З багатьома малюнками	7 гривень	
Г. Шерстюк. Українська Граматика, Ч. 1. . . .	2 гр. 40 ш.	
	Ч. 2. . . .	2 гр. 40 ш.
Пр.-доц. Кравчук. Курс геометрії	5 гривень	
Калішевський. Граматика латинської мови . . .	2 гривні	
А. Крушельницький. Читанка, Ч. 1.	10 гривень	
" " " Ч. 2.	10 гривень	
" " " Ч. 3.	10 гривень	
" " " Ч. 4.	10 гривень	
Шахрай. Початкова геометрія	4 гривні	

Д-р Іван Крипякевич. Конспект історії України.

Докладний конспект політичної історії України для вищих клас гімназійних та вчительських курсів.

в) Географічні мапи.

Велика шкільна мапа півкуль. Російське видання, на добром (слоневому) папері, у 5 фарбах, розмір $143 \times 222 \text{ см}$	40 гривень
Вел. шкільна мапа України, розмір $112 \times 70 \text{ см}$. . .	10 гривень
Велика шкільна мапа Європи. Російське видання у 5 фарбах, розмір $143 \times 111 \text{ см}$. . .	24 гривень
Е. Богач. Картоографічний Атлас. Наглядна навука будови суходолів. 10 мал. На підставі найновіших методів навчання географії	6 гривень

Б. Книжки до шкільних книго збірень.

II. Класична Секція.

Молієр. Тартюф. Пер. Самійленка з вступною статтею М. Вороного	2 гривні
Бокачіо. Декамерон. Перша дніна. Пер. Вол. Самійленка	4 гривні
В. Гете. Фавст. Віршований пер. Д. Загул.	

III. Літературно-історична Секція.

О. Острівський. Руйнування Батурина (вичерпане).	
О. Кобилянська. Юда (вичерпане).	
О. Острівський. Берестечко, істор. оповідання . . .	1 гр. 50 ш.
Ів. Франко. „На святоюрській горі“ та „Іван Вишенський“	2 гривні
Старицькі. Сотник Богдан Хмельницький.	

IV. Юнацька Секція.

В. Гауссегон. Пригоди Робізона Крузо, Ч. 1, пер. В. Отамановського, з 21 малюнком	1 гривня
Р. Кіплінг. Книга джунглів. Видання роскішне, з малюнками	6 гривень
Ж. Верн. Навколо землі у 80 день.	

V. Дітчча Секція.

I. Франко. Лисичка кума. З малюнками Лапіна	70 шаг.
” Королик і ведмідь ” ” ”	70 шаг.
” Зайць та їжак. ” ” ”	70 шаг.
” Лис і дрозд. ” ” ”	70 шаг.
C. Руданський. Вовк, кіт та собака. З мал. ” ” ”	70 шаг.
П-ні L. Чайдльд Гори. Англійська легенда, з ілюстраціями, пер. В. Отамановський	1 гр. 20 ш.
Петрик і Галя вчать ся історії звірів. Переклав В. Отамановський	70 шаг.

УМОВИ ПЕРЕДПЛАТИ:

1. Замовлення без завдатку (30% вартості, а на шкільні підручники не менше 50%) не мають значіння.
2. При виконанні замовлення т-во „Вернигора“ додержує черги. Черга починається з дня одержання завдатку.
3. Пакування та пересилка коштом покупців.
4. При замовленні треба зазначати бажаний спосіб пересилки (пошта, залізниця) та відповідну поштову або залізничну (станція залізниці) адресу.

Завдатки надсилали на біжучі рахунки Т-ва „Вернигора“: Спів-Банк ч. 1506, Українбанк ч. 661.

Книгарня Т-ва „Вернигора“ під назвою „Українська Республіка“, Київ, Фундуклеївська 19.

