

POČÁTKOVÉ VĚD.

III.

F Y S I K A,

již napsal

BALFOUR-STEWART

a

Z anglického jazyka v český volně přeložil

FRANT. HROMÁDKO,

professor c. k. vyššího reálného gymnasia v Táboře.



8 48 vyobrazeními.

Nakladatel **K. JANSKÝ** v Táboře.

1883.

Předmluva k vydání anglickému.

Uveřejňující vědecké počátky silozpytu a lučby, vytkli si spisovatelé za úkol, stanoviti základné pravdy náuk těch způsobem pro čtenáře mladistvého věku přiměřeným. Jsou si vědomi, že účelem toho, čeho se domáhají, není tou měrou poučovati, jakou spíše přiměti k tomu, aby duch způsobem dosud neobvyklým byl vzděláván, když totiž se uvádí v přímý styk s přírodou samou. Za příčinou tou vybrána řada jednoduchých pokusů, které vedou k hlavním pravdám obou věd. Pokusy ty jest učiteli konati v pravidelném postupu před třídou ve škole. Tím se pozorovací mohutnost u žáků zbudí a utuží, přírůstek pak a důkladnost vědomostí, jichž takto se nabylo, nutno osvědčovati a rozmnožovati přesnou soustavou otázek.

Uvedení ve vědy přírodní bude u většině případů předcházetí nauku o předmětech shora řečených a tu se snad shledá, že bude nejlepší, vezme-li se lučba za druhý, silozpyt pak za třetí stupeň počátků věd.



Předmluva k českému vydání.

Ve knížce této vykládá spisovatel fysikalní výjevy veskrz na základě novějších názorů vědeckých a to způsobem tak zajímavým a srozumitelným, že podepsaný milerád podjal práci, přeložiti výklady ty v jazyk český.

Jednoduchost a jasnost výkladu, byly mu hlavním vodítkem při této práci. Z příčiny té upuštěno místy od doslovného překladu, aby vyjádřena byla úplně myšlénka původního díla způsobem jazyku českému přiměřeným.

Míry a váhy anglické nahrazeny v překladě tom měrami a vahami metrickými.

Otázky opakovací, připojené na konci výkladu, určeny jsou k tomu, aby čtenář jimi sám zkoušel stupeň vědomostí naschráněných čtením. Kde odpověď k některé otázce mladému čtenáři není na snadě; tu ať vyhledá si příslušný odstavec v přední části, z něhož jistě žádoucího vysvětlení nabude.

A tak, přesazuje stromeček tento z cizích luhů v milou půdu českou, přeju mu z plna srdce, aby se zdárně ujal, v mohutnou korunu rozložil a mládeži naší co rok hojného ovoce vydával.

V Táboře, v den sv. Josefa 1883.

Překladatel
Fr. Hr.

OBSAH.

Ú v o d.

	Strana
Co jest fysika či silozpyt?	1
Co jest pohyb?	2
Co jest síla?	4

Nejdůležitější síly v přírodě.

Výklad tíže	7
Výklad spojitosti	8
Výklad chemické přitažlivosti	9
Prospěšnost těchto sil	10

Působení tíže.

Těžiště (těžiško)	11
Váhy	13

Troje skupenství hmot.

Poznámky všeobecné	14
Výklad hmot pevných	15
Výklad hmot kapalných	16
Výklad hmot vzdušných	16

Vlastnosti hmot pevných.

Všeobecné poznámky o spojitosti	18
Ohybání	19
Pevnost látek	20
Tření	21

Vlastnosti kapalin.

Krychlový jejich obsah jest vždy stejně veliký, jeho podoba však proměnliva	22
Kapaliny šíří tlak na vše strany	22
Vodní lis	24
Dělají si vždy povrch vodorovný	25
Vodovážky a rovnička (libelka)	26
Tlak vody ve hloubce	27
Tlak vody vzhůru	29
Plování	31
Měrná váha	33
Vztlak jiných kapalin	34
Vzlínavost (kapilarita)	35

VI

Vlastnosti vzdušin.	Strana
Tlak vzduchu	36
Váha vzduchu	37
Výklad tlakoměru	41
Užívání tlakoměru	43
Vývěva	44
Pumpa čili čerpadlo vodní	46
Násoska	49
Hmoty v pohybu.	
Výklad ráznosti čili energie	51
Co jest práce?	52
Práce, již pohybující se hmota koná	53
Energie polohy	54
Hmoty rozechvěné.	
Výklad zvuku	56
Co hluk jest a co hudba?	58
Zvuk práci může dokázati	59
Potřebuje prostředí (vzduch), aby se donesl dále	59
Jak se šíří zvuk?	60
Rychlost zvuku	62
Ozvěna	63
Kolikrát se zachvěje vzduch za vteřinu, slyšíme-li určitý tón	65
Hmoty oteplené.	
Podstata tepla (první poznámka)	68
Jak teplem hmot vůbec nabývá	70
Teploměr	72
Jak se dělají teploměry stodílné?	73
Jak teplem nabývá hmot pevných?	77
Jak teplem nabývá hmot kapalných?	77
Jak teplem nabývá hmot vzdušných?	78
Poznámky k roztahu hmot teplem	79
Teploměrné	80
Změna skupenství (s tabulkou o teplotách tavení)	81
Utajené teplo vody	84
Utajené teplo páry	85
Var a výpar	87
Bod varu závisí na tlaku	88
Jiné účinky tepla	90
Míšení zimotvorné	91
Šíření tepla vůbec	93

Vedení tepla hmotami pevnými	94
Šíření tepla v kapalinách	96

Sálavé teplo a světlo.

Sálavé teplo a světlo	99
Rychlost světla	100
Odraz světla	101
Lom světla	106
Čočky a obrazy jimi způsobené	108
Zvětšovací skla a dalekohledy	110
Každý druh světla se láme jinak	111
Opakování	114

Podstata tepla.

Podstata tepla (druhá poznámka)	115
---	-----

Hmoty elektrované.

Vodiči a nevodiči elektřiny	118
Dva druhy elektřiny a jejich vzájemné působení	120
Jsou na hmotách neelektrických pohromadě	122
Účinky hmot elektrických na hmoty neelektrické	123
Jiskra elektrická	124
Různé pokusy. Elektrojevy	125
Účinky špiček na elektřinu	127
Elektrika (popis)	128
Láhev Leydenská (popis)	131
Elektrované hmoty jeví energii	133
Elektrický proud	134
Baterie Groveova (popis)	136
Účinky elektrického proudu (tepla, chemické a magnetické)	137
Elektrický telegraf	141
Konečné poznámky	142
Poznámky ve příčině přístrojů a jich užívání	146
Opakovací otázky	149

Úvod.

§ 1. **Co jest silozpyt či fysika.** — V lučbě jsme poznali, které věci nás obklopují. Viděli jsme, co lučebník dělá, kterak tělesa váží a hmotnost jejich určuje; jak poznává, že některé hmoty složeny a ve dvě nebo v několik jiných rozložitelný, kdežto hmoty jiné pouze jen jednoduché čili **prvky** jsou a podobným způsobem rozloženy býti nemohou.

Zkrátka zabývali jsme se hmotami různých rodů, které kolem nás se vyskytují, nepoznali jsme však mnoho o rozmarech a rážích, ve kterých jedna a táž hmota býti může. Hmoty přírodní mají své vrtochy podobně jako my. Vždyť známo, že tvář naše jest jednou veselá, po druhé opět zasmušilá a slzami zalita. Někdy se cítíme silnými a máme chuť do práce, jindy opět mdlými a rozmrzelými. Uvažujeme-li věci ty bedlivěji, shledáme, že hmoty jsou někdy podobně vrtochy jako my. Dnes jest tvář přírody usmívavá a jasná, zítra plativá a hrozivá. Déšť se lije, hrom rachotí, moře burácí.

Železná koule, která na zemi leží, jest studená a těžká; dáme-li ji do ohně a vyndáme

ji za chvíli opět ven, shledáme v ní sice touž hmotu, ale stav její úplně se změnil. Vezme-li ji do ruky, spálíme si prsty, jak všichni dobře víme. Místo do ohně dejme kouli tu do děla a vystřelme ji. Ona vyletí ohromnou rychlostí ven a roztříští vše, nač narazí. Z toho poznáváme, že studená dělová koule jest docela něco jiného, než horká, a něco zcela jiného, když leží na zemi, než když se pohybuje.

Vidíme-li někoho, an pláče a je nešťasten, pátráme po příčině trudné jeho nálady a přesvědčíme se vždy, že příčina taková skutečně jest. Nebo uzříme-li někoho skleslého na mysli, ospalého a ku všemu lhostejného; ptáme se po významu toho a po příčině a tu shledáme konečně, že v tom nějaký význam, nějaká příčina opravdu vězí. Tak tážeme se též, když shledáváme změny v stavu nebo v jakosti hmoty bezživotné, po příčinách těchto změn a nacházíme vždy téměř takové příčiny. Otázky toho znění hodláme na stránkách následujících stále činiti a k nim patřičné odpovědi hledati. Z lučby již víme, že tento způsob, dotazovati se přírody, **pokusem** se nazývá.

§ 2. Co jest pohyb? — Především jest třeba představit si jasně, co pohyb jest? Pohyb jest změna místa. Víme, že pevná země, na které bydlíme, velmi rychle okolo slunce obíhá, zatím však nepotřebujeme všimati si toho, ježto země, ač velmi rychle se pohybuje, nás všechny sebou bere a vše tak klidně se děje, jakoby země stála. Sedím-li tedy ve světnici na stoličce, mohu říci, že se nehýbám. Chodím-li

však po světlici sem tam, pohybuju se. Chcete-li mé pohyby pochopiti úplně, nestačí vám pouze věděti, že se pohybuju; dlužno vám též znáti **směr** čili **přímku**, kterou se pohybuju a **rychlost**, jakou se pohybuju. Záleží na tom, abychom představili si jasně, co slovo rychlost znamená. K účelu tomu si myslíme, že bych šel po rovině dvě až tři hodiny stále stejným krokem ku předu a za každou hodinu že bych ušel pět kilometrů, tedy za dvě hodiny deset a za tři patnáct kilometrů cesty urazil, tu pravím, že se pohybuju **rovnoměrnou** rychlostí 5 kilometrů za hodinu.

Což když rychlost tato není vždy stejná? Zpomeňme si na př. na vlak železniční, který k stanici se blíží a rychlost svou zmenšuje. Dejme tomu, že vlak ten zpočátku jel rychlostí pěti mil za hodinu, a pak že rychlosti se mu ubírá nepřetržitě, až konečně na stanici docela se zastaví. Kterak můžeme nyní stanovití jeho rychlost, když tato stále se mění? Čili jak to myslíme, když pravíme, vlak jel, prve než rychlost svou zdržovati počal, rychlostí 5 mil za hodinu? Myslíme si věc jednoduše takto: Kdybychom vlaku celou hodinu nechali touž rychlost, kterou měl, prve než svůj pohyb zdržovati počal, byl by za hodinu pět mil urazil, t. j. byl by pět mil od toho bodu, ve kterém jsme jej pozorovati počali, se vzdálil.

Rychlost můžeme rozličným způsobem vyjadřovati. Někdy mluvíme o rychlosti tolik a tolik mil za hodinu, jako zde jsme učinili, jindy opět bývá příhodnější měření metrem

a vteřinou. Pustím-li na př. kámen do studně, řeknu, že v první vteřině proběhne dráhu téměř 5 metrů; 60 vteřin činí jak známo 1 minutu a 60 minut hodinu.

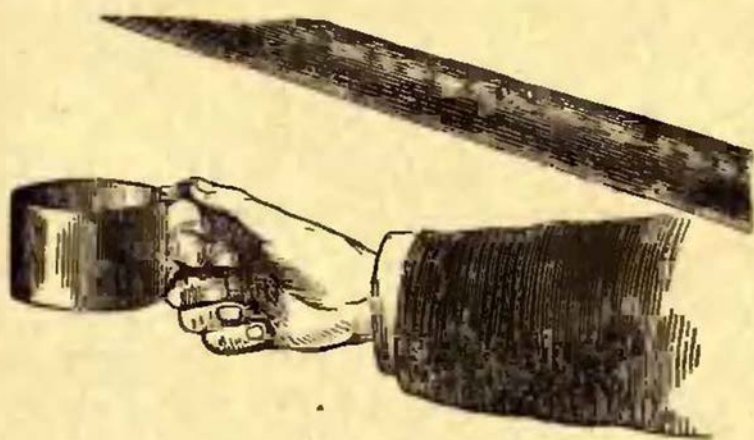
Mluvice o rychlosti, užijeme v knížce této častěji názvů metr a vteřina než míle a hodina, i řekneme na př. že hmota se pohybuje rychlostí 5, 10, 20 atd. metrů, dle příležitosti a potřeby, jaká se nám právě k tomu nejlépe hodí.

§ 3. Co jest síla? — Čím se uvádí ležící hmota v pohyb? — Nebo čím se pohybující hmota zastavuje? — Oboje se děje silou. Síla uvádí hmotu v pohyb, síla též ruší pohyb hmoty. Ano ještě více víme o síle.

Potřeba-li k tomu veliké síly, aby hmota vešla v pohyb, může opět jen veliká síla pohyb ten zastaviti. Kouli do kuželek můžeme rukou hoditi a učiniti, aby běžela. Rovněž ji můžeme třeba rukou zastaviti. Ale veliké síly k tomu třeba, abychom dokázali totéž u hmotného tělesa jako na př. jest rozjetý vůz nebo vlak železniční. Čím můžeme snadno pohybovati, můžeme i snadno zastaviti a čím můžeme těžko pohybovati, to můžeme jen těžko v běhu zastavovati. Z toho poznáváme, že síla není pouze činnou, když hmotu v pohyb uvádí, nýbrž že působí i tehdy, když pohybující se hmotu zastavuje. Zkrátka silou nazýváme to, co stav hmoty mění, ať stav ten má jméno pohyb nebo klid.

Pokus 1. Abychom výrok svůj objasnili pokusem, vezměme do ruky plechovku, na jejímž dně jest troška hrachu a držíme ji

pevně v pravé ruce. Zdvihněme pak rychle ruku i s plechovkou vzhůru, až rameno její narazí (obr. 1.) na hrazdu výše upevněnou. (Levá ruka na příč nad pravou napjatě napřažená může nahraditi tuto hrazdu). Co jsme učinili? Zdvihali jsme rychle nádobku s hrášky a pak jsme ji rovněž tak rychle čili náhle zastavili. Silou ruky uvedli jsme nádobku s hráchem v pohyb směrem vzhůru a nádobka přiměla hrách k tomu, aby spolu stoupal, vždyť nemohl přece zůstatí pozadu. Te-



Obr. 1.

prv, když pravá ruka držící nádobku, rychle se vyšvihla a pevná hrazda ruku, ruka pak nádobku náhle zastavila, měl se i hrách zastaviti. Avšak na tento hrách, který volně na dně nádobky ležel, neměla zdržovací síla hrazdy žádného účinku, hrách se pohyboval dále i když nádobka se zastavila, a vyletěl přes okraj nádoby na zemi.

Pokus 2. Dám zase několik hrášků do plechovky, protože ty dřívější po zemi se rozkoulely, avšak místo abych nádobku rychle zdvihal, trhnu jí prudce dolů. Síla mé ruky

působí sice, že nádobka rychle dolů se pohybuje, avšak na hrách na dně nádoby volně ležící nemá síla ta účinku žádného. Co se stane? Hrášky nehnou sebou dolů tak rychle jako nádoba, opozdí se, až konečně na podlahu vypadnou. Dále uvažujme, čemu z obou těchto pokusů přiučiti se můžeme. Z prvního pokusu poznáváme, že hrášky v pohyb vzhůru uvedené, ještě výše stoupají, i když nádobka se zastavila, neboť zadržovací síla hrazdy nemá na ně účinku žádného. Jest síly zapotřebí, která by stoupací jejich pohyb zastavila a silou tou nemohla býti zadržovací hrazda; proč stoupá hrách vzhůru dále, až síla tížní jej konečně k zemi stáhne.

Z toho poznáváme, že, má-li hmota, která jest v pohybu, zastaviti se, třeba k tomu síly.

V druhém pokuse uvedena byla nádoba v takový pohyb, jako by padala, avšak síla ruky, která pohyb ten způsobila, nejeví na hrách na dně nádoby volně spočívající, žádného účinku. Hrášky setrvávají ve svém klidu a nádoba pod nimi ubíhá, až konečně jejich vlastní váha je k zemi stáhne. Z toho vidíme opět, **že, má-li hmota z klidu přejiti v pohyb, třeba k tomu síly.**

Účinek síly může tedy býti dvojitý, ona může způsobiti, aby, co se hýbá, se nehýbalo a co se nehýbá, aby se hýbalo. Avšak velmi často se přihází, že skutečná síla nejeví žádného účinku. Čím to jest? To jest tím, pravíme, že jí v tom překáží síla jiná, rovně mocná a přímo proti ní působící. Držím-li na př. v ruce těžké závaží a vypustím-li je pak,

stáhne je síla přitažlivosti zemské, která se ho zmocní, brzy až na zemi. Síla ta nemůže však působiti zjevně, dokud držím závaží v ruce. — Nebo totéž závaží leží, dejme tomu, na stole. Nebyti toho stolu, spadlo by závaží dolů, avšak přitažlivost země, která mu uděluje vlastnost, že tíhne dolů, nemůže působiti činně, nebo stůl jí v tom překáží. Závaží tlačí na stůl, proti tomu tlaku se však stůl opírá. Máme tu dvě proti sobě působící síly, závaží totiž jest jedna a odpor stolu druhá síla.

Ze všech těchto příkladů poznáváme, že síla jest to, co na hmotě stav klidu nebo pohybu mění, dále že síla též velmi často rovně mocnou protisilou se ruší a proto není s to, aby nějaký účinek jevila.

Nejdůležitější síly přírodní.

§ 4. Co jest tíže? — Vyložil jsem právě, co slovo **síla** znamená, nuže pohledme blíže kolem sebe, abychom poznali, které jsou ty nejznamenitější síly, s nimiž stále obcujeme, jaký obor činnosti každé síle přísluší, a čím každá nám prospívá. Nejznamenitější síla jest přitažlivost země. Pustíme-li těžký předmět z ruky, víme hned, kde jej hledati máme, víme, že nestoupá do oblak, že se nepohybuje též někam stranou, nýbrž že padá přímo na podlahu nebo na zemi.

Pravíme, že padá dolů a právě obě slova **nahoru** a **dolů** závisejí na přitažlivosti země, nebo, kdyby země nejevila žádné síly přitaž-

livé, nepotřebovali bychom slov těch. Slovo „vzhůru“ znamená pohyb nesnadný, proti síle tížní namířený, slovo „dolů“ pak pohyb snadný, přispěním tížní síly podporovaný. Těžko jest stoupati do vrchu, ale velmi lehko sestupovati s vrchu.

Proto, že země hmoty přitahuje, nepotřebuje přímo každá, nebo aspoň téměř každá hmota, kterou vidíme, k zemi se pohybovati. Nepadáme na př. a nepřejeme si toho nikterak, býti v tak nebezpečném postavení. Proč pak medle nepadáme? Protože stojíme na podlaze; nebyti podlahy, propadli bychom na zemi a podlaha musí býti také dosti silná, aby váhu naši udržela, jinak se prolomí a my spadneme. Nejednou se již přihodilo, že buď dřevěná podlaha nebo lešení (tribuna) lidmi tak byly přeplněny, že se prolomily; lidé spadli pak na zemi a mnozí z nich přišli o život nebo k těžkému úrazu.

Vidíme tedy, že země všecko k sobě táhne a přece hmoty, které spatřujeme, větším dílem k zemi se nepohybují, protože jsou něčím podloženy, co váhu jejich nese. Vlastnost hmot, kterou jejich váhu jmenujeme, vzniká přitažlivou silou země. Přitažlivá tato síla, kterou země hmoty k sobě táhne, slove **tíže**.

§ 5. **Co nazýváme spojivostí?** — Jsou však ještě jiné síly, než síla přitažlivá, již země jeví. Vezmeme-li kus struny nebo drátu a chceme-li je ve dvě roztrhnouti nebo zlomiti, jeví obě sílu (odpor), která nám v tom překáží; a jen tehdy, když síla, které užíváme, jest větší než ta, která ve hmotě nám na od-

por se staví, podaří se nám je zlomiti, nebo přetrhnouti. Jednotlivé částky a částčky struny nebo drátu drží se jakonsi přitažlivou silou vespolek a ta síla brání odtrhnouti je od sebe.

Podobně se má věc s různými částčkami ostatních pevných hmot, jako jsou na př. dřevo, kámen, kovy a j. v. Často bývá velmi těžko hmotu ohnouti, zlomiti, roztlouci a vůbec její podobu a velikost některak změnit. Síla, která různé částky hmot vespolek spojuje v souvislý celek, slove **spojivost**.

Z toho poznáváme rozdíl mezi tíží a spojivostí. Tíže jest síla, kterou země hmoty k sobě táhne a která i do velkých vzdáleností působí, takže příkladně i měsíc, který jest 52000 mil od nás vzdálen, zemí se přitahuje. Spojivost jest však síla, kterou sousedné částčky hmoty se drží pohromadě. Síla ta působí však jen tehdy, když částčky hmoty jsou nesmírně blízko sebe, nebo zlomí-li aneb roztluče-li se hmota, nebývá ani možno částčky její opět v pevný celek spojit.

§ 6. **Výklad chemické přitažlivosti.** — Mimo tyto dvě síly jest ještě síla chemické přitažlivosti čili **sloučivosti**. V lučbě jsme poznali, že na př. uhlík a kyslík chemicky se spojují, čili slučují a že sloučením jejich povstává kyselina uhličitá. Uhlík a kyslík táhnou se silou, kterou na sebe působí, právě tak k sobě, jako se táhne kámen k zemi. Působením této síly vrážejí na sebe a slučují se, a tímto slučováním vzniká hmota zcela jiná, oběma nepodobná. Sílu tu jmenujeme **chemickou při-**

tažlivost. Ona má do sebe tu zvláštnost, že jen mezi různorodými hmotami působí; nebo chemické slučování se jen tam děje, kde hmoty různých druhů se setkávají a vespo-
lek se slučují.

§ 7. **Prospěšnost těchto sil.** — Poznavše poněkud nejdůležitější síly přírodní, chceme nyní objasniti si dle možnosti odpověď na otázku, které úkoly mají tyto síly, k čemu vůbec jsou a ukázati, že bychom bez nich špatně pochodili. Nejprve si chceme představit, že by nebylo žádné tíže vůbec, a země že by hmoty nepřitahovala. Když na příkrý kopec stoupáme, myslíme si často, jak příjemno by bylo, kdyby to šlo tak snadno do vrchu, jako s vrchu. Jak snažně si přejeme mnohdy, aby nebylo tížní síly! Bylo by to však hrozné neštěstí, kdyby některý z mocných duchů, o nichž čítáme, neprodleně přání naše vyplnil. Kdyby nebylo tíže, nebylo by také váhy a hračkou by nám bylo, na kopec vylézt; avšak, vyskočíte vzhůru do vzduchu, zůstali bychom tam pěkně viseti a možná dost, že bychom i tento svět na vždy opustili. Nábytek náš stál by z části na zemi, z části na střeše, dilem by snad i ve vzduchu poletoval a co nás se týče, mohli bychom po střeše choditi tak pohodlně, jako po zemi. Měsíc, nejsa ničím poután k zemi, opustil by nás navždy a podobně též naše země, nejsouc dále připoutána k slunci, opustila by je a putovala by někam mezi hvězdami. Tolik o tíži.

Co medle by se stalo, kdyby nebylo spojitosti? — Kdyby nebylo této síly, nedržely by

se částčky pevných hmot pohromadě a rozpadly by se na kusy, ba na úplný prášek. Dřevo našich stolů a stolic sesulo by se ve prášek a my bychom přišli o nábytek; cihly a kameny našich domů zachovaly by se rovněž tak a neměli bychom žádných domů.

Nám samým stalo by se totéž, a tak by konečně všechny věci se rozpadly v nesmírnou hromadu prachu.

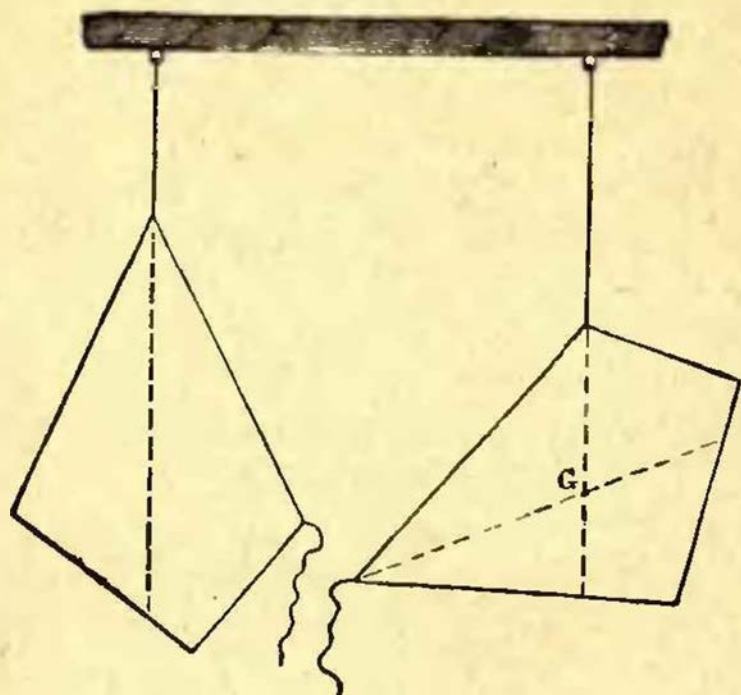
Na konec si chceme objasnit, co by z toho pošlo, kdyby nebylo chemické přitažlivosti. Nejprve by přestal oheň hořeti, protože by uhlík paliva se neslučoval s kyslíkem vduchu. Dále by se neslučovaly žádné dva prvky čili hmoty jednoduché ve hmotu složitou (sloučeninu), a nebylo by tu ničeho kromě asi 60 prvků čili živlů, z nichž u větším množství by byly kovy a v menším počtu plyny. Na světě takovém nebylo by změny, nebylo by života, nebo vlastní naše těla jsou též živelné sloučeniny a kdyby se zrušila chemická přitažlivost, vystoupila by část našeho těla do vzduchu, s nímž by se smísila, kdežto zbytek skládající se z uhlíku, z trošky kostíku (fosforu) a jednoho nebo dvou kovů by klesl k zemi a bylo by po nás veta.

Kterak tíže působí.

§ 8. **Těžiště.** — *Pokus 3.* Hleďme nyní vypátrati, jakého druhu sil jest **tíže**. K účelu tomu vezmeme kus nepravidelně přikrojeného železného plechu a pověsme jej na nít (obr. 2.). Vidíme, že visí v určité poloze a že čára,

která na plechu bílou barvou již napřed byla udělána, má týž směr jako níž.

Zavěsme tento plech volně v jiném bodě. Teď vidíme jinou bílou čáru ve směru prodloužené níti a poznáváme též, že tyto dvě bílé čáry se protínají v bodě, který označen

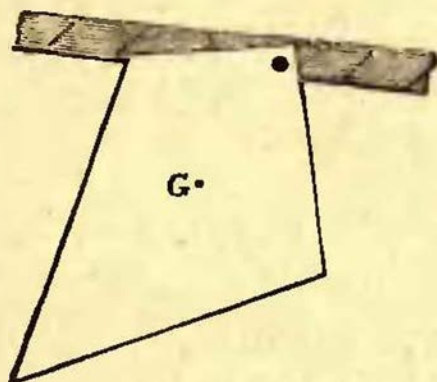


Obr. 2.

jest písmenem **G** (obr. 2.). Konečně zavěsme plech ještě v některém třetím bodě na jeho okraji. Jako prve, budiž i tenkrát ve směru napjaté níti vedena přímka bílá. Shledáme, že všechny tři bílé přímky v jediném bodě **G** se protínají. Když pak tento plech zavěsíme ve kterémkoli jiném bodě na níti volně a ve směru prodloužené níti vedeme křídou přímku, přesvědčíme se, že všechny tyto přímky v témž bodě **G** se protínají, že bod **G** stále pod bodem závěsu se nalézá a že, když plech ten stranou

odstrčíme, vždy opět do předešlé své polohy se vrací. Co znamená tento vytčený bod **G**?

Abychom se toho dopídili, připneme pevnou nít v bodě **G** a zavěsme plech na tuto nít. Plech jest pak v rovnováze, ať jest nít dlouhá nebo krátká a jeví se tak, jakoby celá jeho váha byla soustředěna v bodě **G**. Bod tento slove **těžiště**. Zavěsím-li tento plech na niti volně, ustálí se vždy tak, že jeho těžiště, též jinak těžisko, zajme polohu co možná nejnížší. Zavěsím-li jej však jinak než na niti, na př. na hřebíku, jeví pak plech ten i v tom případě



Obr. 3.

snahu, aby bod **G** co možná nejníže se dostal, a nezůstává tudíž nikdy v poloze viseti, jakou obr. 3. udává.

§ 9. **Váhy.** Každá hmota má takový bod **G**, jejž nazýváme **těžištěm**. Váhy krámské (obr. 12.) mají též své těžiště **G** a bod ten jest co možná hluboko.

Dáme-li na obě misky vah stejná závaží, jest bod **G** přímo pod bodem, na kterém vahadlo sem tam se váží a postrčím-li nátlakem jednu misku dolů, vrací se hned do předešlé polohy, jakmile nátlak účinkovati přestal. Vů-

bec zůstává vždy v poloze vodorovné, když závaží v obou miskách jsou si rovna, což ukazuje ručička tím, že přímo nad prostředkem štitku státi zůstává. Chci-li tedy nějakou věc zvážiti, položím ji na jednu z obou misek a na druhou kladu závaží a přidávám stále, až ručička nad středem se zastaví a pak mám jistotu, že hmota tolik váží, kolik závaží na druhé mísece udává. Není-li závaží dosti těžké, převažuje je hmota na mísece položená a zdvihá rameno vahadla na straně závaží vzhůru, jestli však závaží příliš těžké, zdvihá se druhé rameno do výše.

Pokus 4. Na jednu misku těchto vah položím kousek kovu a na druhou 15 grammů. Miska na které jest kov, padá dolů. z čehož vysvítá, že kov jest těžší než závaží. Přidám tedy k závaží 10 grammů, tak že má nyní 25 grammů a vidím, že teď miska se závažím dolů padá, že jest tudíž závaží opět těžší než kov. Váha kovu jest nyní mezi 15 a 25 gr. obsažena. Zkusme tudíž 20 grammů; teď ukazuje ručička na př. přímo na prostředek a vahadlo má směr vodorovný; kov na mísece váží tedy zrovna 20 grammů.

§ 10. Troje skupenství. — Přesvědčili jsme se, že bychom bez těch různých přírodních sil se neobešli a že vůbec celý svět by se rozešel, kdyby částčky hmot vespolek se nepřitahovaly. Poznali jsme též, že kdyby nebylo spojitosti, všecko by se rozpadlo v prach a popel. Kdyby však všecky hmoty jevily velikou spojitost, bylo by s námi rovněž zle, jako kdyby nejevily spojitosti žádné, nebo

v případě tom neměli bychom ani vody ani vzduchu, vůbec žádné kapaliny a žádných plynů.

Částičky prutu železného nebo ocelového obdařeny jsou silnou spojitostí a jest velice nesnadno od sebe je oddělit. Avšak voda i rtuť mají spojitost jen nepatrnou a nejmenší postrk rozhrnuje vodu i rtuť do všech směrů od sebe. A přece mají tyto kapaliny něco spojitosti, jak z následujících pokusů vysvítá.

Pokus 5. Vezmu trošku rtuti a dám ji na rovnou tabuli ze skla. Tlakem rozdělím tuto rtuť snadno na drobné kuličky. Tyto kuličky svědčí patrně o tom, že částičky rtuti se drží pohromadě, nebo položím-li na ně druhou skleněnou tabuli a stlačím-li je takto na plosko a zdvihnu-li pak tuto desku, ihned nabývají předešlé kulaté podoby, nedají se roztlačit.

Pokus 6. Na mastnou nebo naolejovanou plochu nakropím trošku vody, kapky její jsou kulaty jako kapky rtuťové, důkaz to, že částice vody k sobě se táhnou a pohromadě se drží. Jinak jest u plynů na př. u vzduchu, jež do sebe dýcháme. Plyny a vzdušiny vůbec nejeví žádné soudržnosti čili spojitosti, oddělují se stále od sebe, leč že by jim v tom překážela zvláštní síla.

Máme tudíž tři stavy hmoty čili **trojí skupenství**, totiž **tuhé, kapalné a plynné**; každé skupenství má zvláštní vlastnosti, jimiž od ostatních se liší.

§ 11. **Které hmoty nazýváme pevnými?** — Pevná hmota, na př. kus železa nebo dřeva,

činí všeliký pokus, kterým podobu nebo krychlový její obsah změnití usilujeme, marným; jejich krychlový obsah i podoba jsou stále tytéž, leč by byly změněny velikým násilím.

§ 12. Které hmoty jmenujeme kapalnými? — Kapalina, příkladně voda, urovnává se, když v láhvi nebo v jiné nádobě se nachází, vždy tak, aby její povrch byl **vedorovný**, avšak od stálého obsahu svého nikdy neupouští. Litru vody nemůžeme nikterak vtěsnati do půllitru; v příčině té se voda nedá, stojíc pevně na svém plném krychlovém obsahu, co však podoby se týče, tu není svá.

§ 13. Které plynnými? Plyn (vzdušina) nemá určitého povrchu. Dáme-li kteréhokoliv plynu trochu do duté nádoby, která jest úplně prázdná, vyplní plyn ten celou nádobu. Ostatně nestojí plyny tak rozhodně na svém rozsahu jako kapaliny, aby zajímaly totiž vždy prostor určité velikosti, nebo užitím přiměřené síly můžeme snadno způsobiti, aby vzduch, vyplňující litrovou láhev, do láhve půllitrové se vešel, ba i do prostoru ještě menšího, jen když k tomu dostatečné síly užijeme. Plyn tedy můžeme přiměti k tomu, aby se spokojil s menší místností, než jakou zaujímá, avšak kapalina z prostoru svého nezadá ničeho.

§ 14. Vlastnosti pevných hmot. — Zvláštní známka, kterou pevná hmota od ostatních hmot se rozeznává, jest, že pevná hmota má nejen určitou a stálou velikost, nýbrž i určitou, stálou podobu.

Pokus 7. Na obraze 4. spatřujeme dvě nádoby, různé sice podoby ale stejné velikosti.

Naplníme-li jednu tuto nádobu vodou a vylějeme-li pak vodu tu do nádoby druhé, bude i tato celá plná. Nádoby jsou stejně veliké.



Obr. 4.

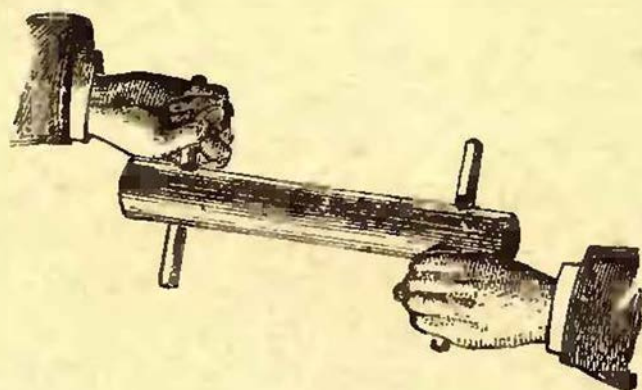
Dále tam vidíme dvě kostky (krychle) z pevné hmoty, které v podobě úplně se shodují, u velikosti však od sebe se liší, neboť krychlové jejich obsahy jsou rozdílny.

Z příkladů těchto pochopujeme, co rozumíme slovy: **velikost**, **krychlový obsah** nebo **volumen** (všecky tři názvy znamenají totéž) a co si myslíme, pravíme-li, **podoba** nebo **forma** hmoty. Pevnou hmotu, mající podobu nádoby **levé**, nemůžeme přinutiti, aby vzala na se podobu nádoby **pravé**, ač krychlový obsah obou je stejný, rovněž tak nemůžeme té první krychli (obr. 4.) vnutiti velikost kostky druhé (vedlejší), ať ji stlačujeme jak chceme; podoby jejich jsou však stejné. Hmota úplně pevná **trvá stále ve své podobě i velikosti**.

Nesmíme však zapomínati, když říkáme, že

nejsme s to, abychom to neb ono dokázali, že tím jen míníme říci, kterak nám to jest nesnadno a kterak i když věc se podaří, dílo jest nedokonalé a jen jakž takž povedené. Co vlastně na mysli nám tane, vysvětlí se nejlépe následující řadou pokusů.

Pokus 8. Vezmu železný prut; zkouším nárazem nejprve, zdali bych jej nepřerazil, ale prut ten rozbiti se nedá. Pak zkouším, dá-li se vytáhnouti na délku. Činím to tak, že jeden konec prutu upevním u stropu, druhý pak postupně obtěžkávám závažím, vidím ale, že se prut netáhne. Na to zkouším pomocí dvou příčlů (obr. 5.), které na kon-



Obr. 5.

cích prutu zastrčím, dá-li se prut skroutiti, shledám ale, že skroutiti jej také nelze.

Nyní postavím tuto železnou tyč kolmo na stůl a položím na její horní konec těžké závaží, abych se přesvědčil, dá-li se stlačiti, vidím však, že také stlačiti se nedá. Konečně ji opru na obou koncích vodorovně a zavěsím na volném jejím středu těžkou hmotu, abych poznal, zdali se prohne; ona však skoro nic se neprohybá.

Železný tento prut, který jsem nemohl ani přeraziti, ani roztlouci, ani roztáhnouti na délku, ani skroutiti na příč, ani stlačiti, ani ohnouti, jest velmi dobrý vzorek toho, co pevnou hmotou jmenujeme. Užijeme-li však velmi velké síly, můžeme onu tyč přece poněkud natáhnouti, skroutiti, stlačiti a ohnouti.

Rozbíráme-li věc po tenku, můžeme směle říci, že jsem řečenou tyč zmíněnými pokusy vlastně přece jen povytáhl, poněkud skroutil, stlačil, ano i ohnul, ale ne tolik, aby to bylo viděti. Oč tu tyč jsem povytáhl, skroutil, stlačil a prohnul, závisí na velikosti síly, které jsem k tomu užil a v silozpytě hledíme vždy poznati souvislost mezi silou, které užíváme a mezi účinky, kterých silou tou dosahujeme. Nemohu zde o této věci vše vyprávěti, trvalo by to příliš dlouho, ale pozorujme na ukázkou jeden toliko výjev na př. **ohybání** a hledme vypátrati, kterak u výjevu tom účinek závisí na síle, jíž k tomu výkonu užíváme.

§ 15. **Ohybání.** — *Pokus 9.* K účelu tomu podepřeme dřevěnou tyč na obou její koncích v poloze vodorovné, zavěsme v prostředním jejím bodě závaží přiměřeně těžké a změříme přesně měřítkem, oč se snížil střed tyče. Zavěsme nyní dvakrát tak velké závaží u prostřed tyče a měříme opět, oč její střed se snížil. Shledáme, že se snížil téměř o dvakrát tolik, jako se stalo jednoduchým závažím, z čehož uzavíráme, že tyč téměř úměrně čili rovnou měrou s velikostí závaží se prohýbá.

Pokus 10. Položme nyní tutéž tyč jinak, totiž na užší plochu (obr. 6.), zavěsme

opět totéž závaží v prostředním jejím bodě a vizme, kterak nyní se prohnula. Shledáme, že mnohem méně než prve, z čehož soudíme, že velikost prohnutí též na poloze té tyče závisí.

§ 16. Pevnost látek. —

Užívali stavitel nebo inženýr při stavbě dlouhých dřevěných trámů čtyřbokých, není lhostejno, na kterou plochu je klade, když plochy ty nejsou sobě rovny. Nejvýhodnější poloha jest patrně ta, kde trám leží na užší ploše, takže hloubka jeho jest větší než šířka. V poloze této unese nejvíce.



Obr. 6.

Stavitel nebo inženýr musí dobře vyznati se v pevnosti rozličných druhů staviva a určitě věděti, kterak stavivo klásti, aby při nejmenší spotřebě stavebních látek docílil pevnosti co možná největší. Zkrátka on má dokonale uměti dřeva i železa co nejvýhodněji využiti.

Kromě toho nesmí stavitel ani inženýr nikdy zapomínati, aby jeho budova nebo most mohly snést břemeno pět až šestkrát větší, než jaké jest největší obtížení, které vůbec kdy na nich spočívati může. Nebo stavení může často dosti pevným býti a těžkou váhu na podlaze nésti, aniž by se tato prolomila, též most může býti dosti silným, že vydrží náklad dlouhého vlaku, aniž spadne a přece může podlaha stavení se tak prohnouti, že se nevzpamatuje již, i když břemeno bylo

z ní sňato, anebo most může tak silně povolit a snížit se, že nevystoupí již do předešlé míry, i když vlak z něho dávno sjel. V případě takovém prohne se podlaha, když na ní opětně těžké břemeno nalehne, nebo most, když naň opětně těžký vlak vjede po každé víc a více; držebností jejich ubývá, až konečně se prolamují a boří. Pročež má jak stavitel tak inženýr starati se o to, aby stavby jejich přes míru opětného úplného vyrovnávání nikdy se neprohybaly.

§ 17. **Tření.** — Prve než pevné hmoty opustíme, chceme jen ještě o tření něco pověděti. Položím-li na stůl hodně těžké závaží a chci-li je na stole postrčiti dále, mám k tomu dosti velké síly potřebí. Jest-li ale stůl z mramoru a ne ze dřeva, stačí k tomu síla mnohem menší, abych závažím pohnul; a když konečně závaží to na ledě leží, můžeme jím postrkovati sem tam ještě menší silou. Síla, která mi pohyb těžkého závaží po ploše činí tak nesnadným, slove síla **tření**.

Vedlo by se nám téměř rovně zle, kdyby nebylo tření jako bez ostatních přírodních sil, nebo, kdyby nebylo tření, chodili bychom stále jako po ledě a kde by byl sebe menší svah půdy, tam by nemohlo nic státi, všecko by se klouzalo dolů.

Vlastnosti kapalin.

§ 18. **Krychlový jejich obsah jest vždy stejně velký.** — Částičky kapaliny na př. vody můžeme velmi snadno sem tam pošinouti, ale

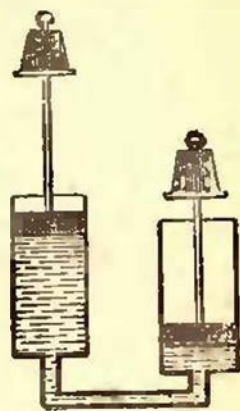
krychlový obsah kapaliny nemůžeme tak snadno zmenšiti. Tak nemůžeme příkladně litr vody přiměti k tomu, aby se vešel do půllitru.

Pokus 11. Dejme tomu, že se chceme o to pokusiti a pozorujme medle, co pak se stane, nebo pokus možný nesmíme nikdy opominouti.

Do nádoby válcovité nalejme vody a uzavřeme ji nahoře pístem, který neprodyšně přiléhá k oblině nádoby. Zkusme nyní píst ten stlačiti dolů, abychom vodu do menší prostory vtěsnali a dejme naň závaží hodně těžké. Co zpozorujeme? Že se nám tím voda skoro pranic nestlačí, pokus stlačiti vodu se nám nedaří.

§ 19. **Kapaliny šíří tlak na vše strany dále.**
— *Pokus 12.* Vezmeme trochu vody, která jest v nádobě (na způsob obr. 7.) mezi stejně velkými písty uzavřena. Tlačíme-li jeden z těchto pístů dolů, stoupá druhý nahoru. Položíme-li na každý píst stejné závaží na př. **5 kg.**; vyvažují se písty vespolek, žádný nestoupá ani neklesá, oba jsou v rovnováze.

Pokus 13. V posledním pokuse tlačily oba písty kolmo dolů, jak v obr. 7. naznačeno, nyní si myslíme, že stojí jeden píst kolmo a druhý vodorovně a na ten vodorovný že působí opět tlak 5 kilogrammů jako prve. Položíme-li na píst kolmý také 5 kilogrammů, bude rovnováha; položíme-li však naň 6 kilogr., zatlačíme píst vodo-



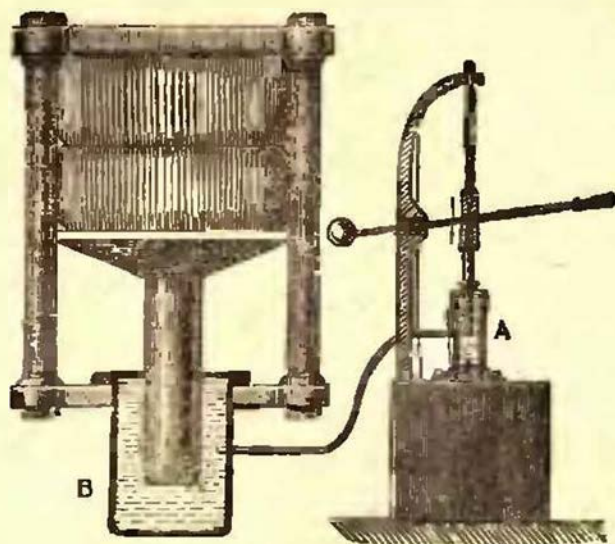
Obr. 7.

rovný nazpět a podobně vytlačíme kolmý píst vzhůru, když vahou 6 kilogrammů píst vodorovný proti vodě tlačiti budeme. Tak můžeme vodou tlak 5 kilogrammů působící směrem shora dolů proměnit v rovně velký tlak (5 kg.) působící proti stejně velkému pístu, avšak ve směru vodorovném.

Z toho vidíme, že kapalina na př. voda, tlak na svůj povrch způsobený do všech směrů šíří. Pravdu tu objevil poprvé Francouz Pascal (1648).

Pokus 14. Při tomto pokuse máme opět dva kolmé písty, ale povrch základny jednoho pístu jest dvakrát větší než povrch základny pístu druhého. Položme opět na menší píst 5 kilogrammů a na větší též 5 kilogrammů, píst tento stoupá a má-li býti rovnováha, nutno naň přiložiti ještě jednou 5 kilogr., t. j. celkem 10 kg. Rovněž se můžeme přesvědčiti, že když plocha většího pístu jest třikrát větší než plocha menšího pístu, nutno na ni klásti třikrát tolik závaží (15 kg.), jako na menší píst, aby oba písty byly v rovnováze. Nešíří se tudíž kapalinou tlak, způsobený na jeden píst směrem dolů, pouze prostě na píst druhý směrem nahoru, nýbrž tlak ten jest i tolikrát větší než tlak způsobený na píst menší, kolikrát jest plocha většího pístu větší než plocha pístu menšího. Jest tedy tlak na plochu dvojnásobné velikosti dvojnásobný, na plochu trojnásobné velikosti trojnásobný atd. Zkrátka tlak způsobený na píst vůbec šíří se kapalinou na všechny strany a působí ve plochu pístu druhého úměrně s velikostí této plochy.

§ 20. **Vodní lis.** — Tato vlastnost vody stojí za mnoho; užito jí k sestrojení velmi silného stroje, který **vodním** nebo podle svého vynálezce „**Brahmovým lisem**“ se nazývá. Tu vizme jej vyobrazený (obr. 8.). Nahore spatřujeme několik žoků vlny, které bychom rádi co možná nejvíce slisovali (stlačili), aby jen



Obr. 8.

málo místa zajímaly, když je z jedné země nebo z některého města jinam a třeba velmi daleko posylati máme. Dále vidíme dva písty, jeden velký a druhý malý a tento velký má 100krát větší povrch než jest povrch pístu malého. Položím-li na malý píst jeden metrický cent, nutno na velký píst klásti váhu mnohem větší, aby nestoupal vzhůru, nebo píst velký má, jak praveno, 100krát větší povrch než malý. Na velký píst jest mi dáti 100 centů, aby se vyvážil tlak jednoho centu na malém pístu a tak se zdvihá velký neobtěžený píst vzhůru tlakem 100 metrick. centů a silou touto stlačují se vlněné žoky

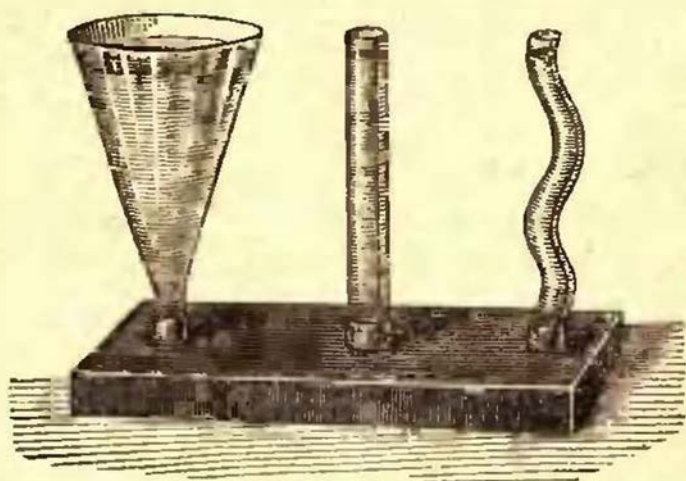
čili balíky, které se tím velmi pevně lisují. Rozumí se samo sebou, že u takového stroje jest třeba, aby vše bylo pevné a neprodyšné, jinak by voda skrze nějakou trhlinu nebo slabší místo vůbec ohromnou silou vyrazila ven.

§ 21. **Povrch kapalin jest vodorovný a slove hladina.** — Další vlastnost kapalin záleží v tom, že jejich povrch jest **vodorovný**. Jestliž na bíledni, že takový povrch nemůže býti šikmý, neboť částky výše položené sklouzly by pak k částkám spodním dolů, ježto síla tření jim v tom nepřekáží. Zeměměřič by řekl, že olovnice visí nad klidnou hladinou vodní ve směru **kolmém**, t. j., že se nekloní na žádné straně k rovině hladiny více než na straně jiné, nýbrž že visí nad touto hladinou kolmo dolů. Že tomu tak a ne jinak jest, nabudeme přesvědčení z pokusu následujícího:

Pokus 15. Zde mám láhev se rtutí. Všecku rtuť z této láhve vyleju na mělkou skleněnou miskou, kterou postavím vodorovně. Nad touto miskou zavěsím na tenké niti olovnici, jejíž obraz ve rtuti viděti jest tak, jako bych napjatou nít olovnice pod povrch rtuti přímo prodloužil. Z toho jde, že olovnice nevisí šikmo k povrchu rtuti, neboť pak by obraz její ve rtuti nebyl s jejím směrem nade rtutí v jedné a též přímce a jevil by se v jiné přímce, která ku směru olovnice by byla nakloněna; nebyla by to pak přímka jedna, nýbrž přímky dvě.

Pokus 16. Ano i když v křivých trubicích jest kapalina, stojí v levé nádobce přímo tak

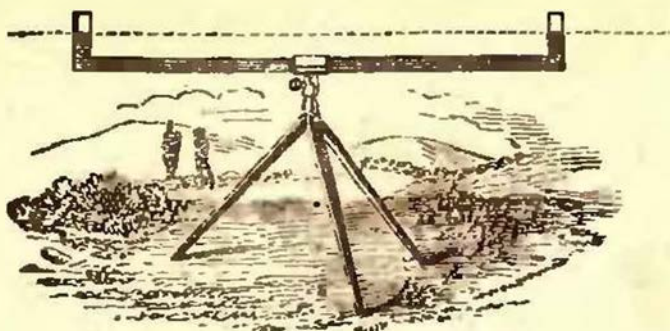
vysoko jako v pravé a to vždy, buď si trubice podoby jakékoli. Na doklad toho potřebuji jen podivně zohybané trubice (obr. 9.)



Obr. 9!

naplniti vodou a každý uvidí, že voda ve všech nádobkách stojí stejně vysoko.

§ 22. **Vodovážky.** — Jest mi na tomto místě příležitost, pověděti něco o **vodovážkách**, které v obr. 10. spatřujeme vypodobněny. Posta-



Obr. 10.

vím-li se tak, aby oko mé přišlo do přímky, která spojuje vodní hladiny obou ramen roury (v obrazci je přímka ta tečkována), tu hledím podél přímky vodorovné a vím, že všechny body této přímky jsou ve stejné vrstvě vodo-

rovnosti (na stejném **nívó**, jak Francouzi říkají), takže, kdyby náhle přišla povodeň, veškerá tato místa v témž okamžiku čili současně by se zatopila.

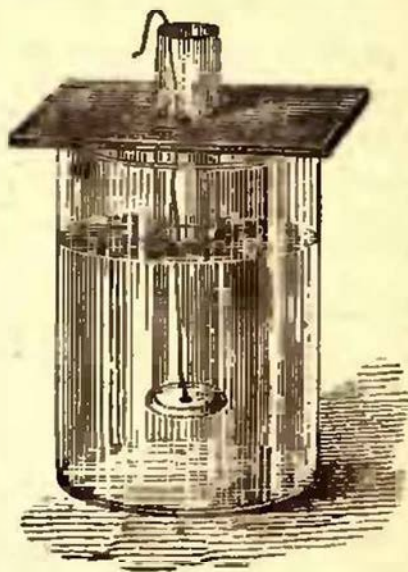
Často bývá velmi důležité věděti, které body na též vrstvě vodorovnosti leží; stavitel, jenž zakládá trativod nebo železnou dráhu, musí to věděti a k účelu tomu některého druhu takových vážek upotřebiti, jak shora jsou naznačeny. Nejčastěji se užívá t. zv. **libely** čili **rovničky**. Vážky shora vyobrazené slují vodo-vážky nebo též **svahoměr**, ježto jimi lze také svah půdy měřiti.

§ 23. **Tlak vody ve hloubce.** — Vezměme nyní s dostatek hlubokou nádobu s vodou. Na vrstvy vodní u dna tlačí, jak zřejmo, váha veškeré vody stojící nad nimi, takže tlak na některou vrstvu jest tím větší, čím vrstva ta je hloub pod vodní hladinou. Na vrstvu, která leží 2 decimetry hluboko, tlačí voda dvakrát víc než na vrstvu ležící 1 decimetr hluboko pod vodní hladinou; zkrátka řečeno, **tlaku vodního přibývá úměrně s hloubkou.**

Pokus 17. Tlak ten působí do všech směrů, jak nahoru, tak i dolů a stranou. Abych to dokázal, naplním nádobu vodou téměř až na vrchovato a vytáhnu z pobočné stěny při samé vodní hladině zátku. Tu voda vytéká tlakem na ní spočívajícím, ale ne příliš prudce. Teď vytáhnu zátku z boku nádoby při samém dně a nyní shledáme, že tlak na tento otvor působící následkem vyššího vodního sloupu, který nad otvorem až k vodní hladině sahá, jest mnohem větší než prve a že proto voda velkou

prudkostí vytéká. Tolik o tlaku na stěny pobočné. Že tlak vodní také zdola nahoru působí, o tom hodlám též podati zde důkaz. K účelu tomu opatřím si skleněný válec t. j. širokou rourku bez víčka a beze dna. Vedle mám však zvláště zhotovený a oddělený mosazný kotouč, který k otvoru válce těsně přiléhá a jeho dno nahrazovati může. Dno toto položím pod válec (obr.

11.) a přitáhnou je šňůrou skrze dutinu válce prostrčenou tak, aby k jeho obvodu těsně přiléhalo. Takto upravený válec ponořím nyní do širší nádoby s vodou a držím z počátku toto dno šňůrou přitažené. Asi v poloviční nebo nadpoloviční hloubce pustím nahore šňůru a uměle způsobené dno drží se válce



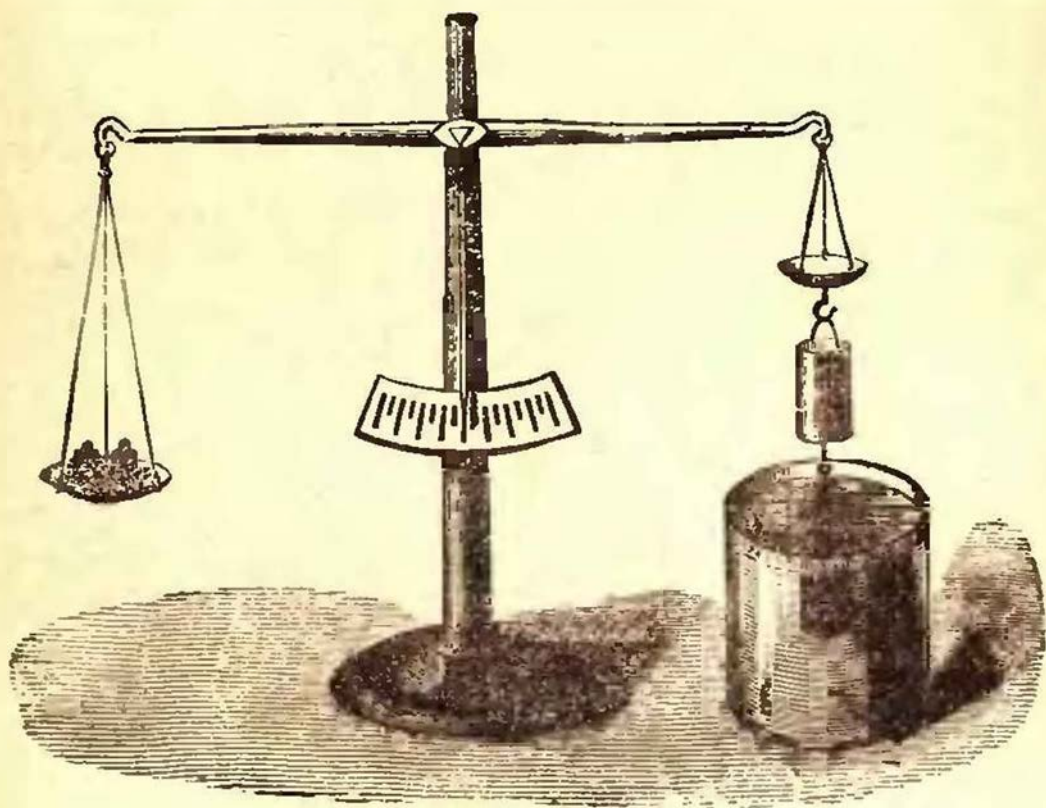
Obr. 11.

pevně, nepadá; protože tlak vody působící z dola vzhůru k válci je přitiskuje. Nyní naliju do válce pozorně vody modře obarvené (shora), dno jeho ani tu hned se neodtrhuje, nýbrž odpadává teprv tehdy, když voda ve válci dostoupí téměř takové výše, jakou má v nádobě vnější, protože pak tlak vody působící na dno válce nahoru, rovněž velkým protitlakem barvené vody, působícím na dno shora dolů, se vyvažuje a ruší.

Plujeme-li v loďce na hlubokém jezeře, můžeme o velkém vodním tlaku, jaký v takové

hloubce jest, snadno se přesvědčiti takto : K tomu cíli naplníme obyčejnou vinnou láhev na $\frac{3}{4}$ obsahu vodou, zatkneme pevně její hrdlo korkem a spustíme ji na dlouhé šnůře do hlubiny vodní. Ponoříme-li ji dostatečně hluboko, stává se tlak vody na zátku shora působící tak silný, že zátka až do vnitř láhve sestoupí a vytáhneme-li pak láhev z vody ven, shledáme, že jest plná vody a korková zátka. leží pod hrdlem v ní.

§ 24. **Tlak vody vzhůru.** — Sebereme se, abychom nabyli jasné představy o tom, co jest vodní tlak vzhůru a k účelu tomu učiníme zase několik pokusů:



Obr. 12.

Pokus 18. Vezměme si citlivé vážky (obr. 12.) a zařídme je k vážení příhodně.

Zde máme kousek hmoty a ta váží ve vzduchu zrovna 100 grammů. Zavěsme tuto hmotu na pravou mísku vážek a zvažme ji ve vodě. Co zpozorujeme? Zdá se, jakoby hmota pozbyla veškeré své váhy; neboť na pravou mísku mi položití celých 100 grammů čili plnou váhu hmoty, abych tuto mísku učinil tak těžkou, jakou jest mísa první.

Pokus 19. Máme snad se domníváti, že tato hmota přišla ve vodě o celou svou váhu? — Nuže, přesvědčme se novým pokusem, zdali tomu tak jest čili nic. Postavme nejprve na jednu mísku vážek nádobu s vodou a odvažme ji, t. j. přidávejme na druhou mísku závaží dotud, až nastane rovnováha. Nyní pusťme onu hmotu, kteráž váží 100 grammů do vody na dno nádoby. Co zpozorujeme? — Mísa s vodou, ve které hmota leží, jest teď mnohem těžší a chceme-li opět obnoviti rovnováhu, musíme na druhou mísku přiložit 100 grammů. Tolik ale právě jest váha hmoty, z čehož vidíme, že hmota ve vodě o svou váhu nepřišla. Váha tu jest, nebo nádobka s vodou a hmotou v ní ponořenou váží o 100 grammů více, než pouhá nádobka s vodou beze hmoty, avšak hmotě té byla odňata váha jen zdánlivě a to **zdvihem** vody, který jako tlak ode dna vzhůru působí.

Pokus 20. Tuto mám váleček mosazný, plný a vedle něho druhý, stejně velký a dutý váleček, rovněž mosazný (obr. 12.), takže onen do tohoto těsně zapadá a jej úplně vyplniti může. Tento dutý váleček zavěsím pod mísku na vážkách (v pravo), k němu pak při-

pnu na háček druhý, plný váleček a odvážím oba závažím na levou mísku položeným.

Což kdybychom místo ve vzduchu vážili váleček ten ve vodě? K účelu tomu postavme pod něj sklenici s vodou, jak obr. 12. ukazuje, a ponořme mosazný váleček celý do vody. Pravá mísa na vážkách stává se lehčí a jde vzhůru. Mosazný váleček pozbyl, byť i ne zcela, tak alespoň z části své předešlé váhy tím, že jsme jej vážili ve vodě. Abychom poznali, oč se stal váleček ponořený ve vodě lehčí, než byl ve vzduchu, nalijeme do dutého, nad ním visícího válečku, vody. Jakmile jeho prostora až na samý okraj vodou se naplní, nahrazuje se zároveň plná váha, již vážením ve vodě hmotný váleček pozbyl, neboť obě ramena vážek opět ukazují rovnováhu. Hmotný váleček zapadal však úplně do dutého, takže ono množství dolité vody, které ztrátu na váze nahradilo, přesně se rovná prostornému obsahu válečku ponořeného. Z toho vyrozumíváme, že mosazný váleček, když jsme jej ve vodě vážili, ztratil tolik na váze, kolik voda jím vytlačená váží. Pravda tato platí o každé ve vodě vážené hmotě, pročez můžeme vůbec říci: **Každá ve vodě vážená hmota stává se o tolik lehčí, kolik voda hmotou touto vytlačená váží.**

§ 25. Plování. — Pozorujme dále, co z toho ještě vzejde. Ponoříme-li některou hmotu do vody a jestli tato hmota těžší než rovněž velká část vody, jak příkladně u zmíněného mosazného válečku bylo, tu ztrácí tato hmota na váze tolik, kolik stejně veliký kus vody,

jako jest hmota, váží; nepozbývá však hmota veškeré své váhy, jsouc v každé své části těžší než voda a proto padá, majíc ještě přebytek váhy, ke dnu nádoby.

Pokus 21. Váží-li však každá část hmoty rovněž tolik, kolik stejně veliká část vody, tu pozbývá hmota ve vodě veškeré své váhy a nepotápí se. Ponořím-li takovou hmotu do vody a pustím ji pak, tu se ani nepotápí, ani z vody ven nevychází, nýbrž visí všude, kam ji ve vodě dáme tak, jako by pranic nevážila. Co konečně se stane, když jest hmota v každé své části veskrz lehčí než stejně veliký kus vody? Může-li pak více váhy pozbyti než jí má? Tak se můžeme tázati. — Co v případě takovém se děje, chceme v následujícím pokuse ukázati.

Pokus 22. Vezmu na př. kus dřeva, jehož jednotlivé částky lehčí jsou poměrně než voda a strčím je pod vodu; i přesvědčím se, že tlak vzhůru, způsobený zdvihem vody, jest větší než jest váha dřeva, která dolů je táhne, tak že toto vzhůru se nese a na hladině vodní plove. Ze všech těchto pokusů můžeme vyvozovati výsledky tyto:

Předně, že každá do vody ponořená hmota o tolik lehčí býti se zdá, kolik váží stejně velký objem vody, jaký hmota má a že proto hmota, jejíž veškeré částice poměrně těžší jsou než voda, ve vodě ke dnu klesá.

Za druhé, že hmota ve vodě ani neklesá dolů, ani nevystupuje vzhůru, jsou-li její částice veskrz poměrně tak těžké jako jest voda a za

třetí konečně, že hmota plove na povrchu vody, když její částice veskrz poměrně jsou lehčí než voda.

§ 26. **Měrná váha.** — Výjevy tyto podávají nám návod, kterým lze vypátrati, kolikrát jest hmota, částice za částici, těžší než stejný objem vody.

Pokus 23. Dejme tomu, že máme kousek zlata, který ve vzduchu váží zrovna 19 gr., toto jest jeho prostá váha. Kdybychom je vážili ve vodě, našli bychom, že tam váží 18 grammů, z čehož uzavíráme, že tento kousek zlata ztratil ve vodě 1 gramm své váhy. Tato ztráta na váze zlata se rovná váze stejného objemu vody a tento objem vody váží tudíž 1 gramm. Zlato samo vážilo však 19 grammů a jest tudíž 19krát těžší než stejný kousek (objem) vody. Tuto vlastnost zlata vyjadřujeme, když pravíme, že **měrná váha zlata jest 19**. Velikost i podoba zlata, kterého jsme k pokusu tomu užili, může býti jakákoliv, výsledek si zůstane stejný.

Kdyby nám však někdo dal něco do ruky, co by vypadalo jako zlato, ale nebylo zlato, shledali bychom jistotně, vážíce zdánlivé toto zlato ve vodě, že není 19krát těžší než stejný objem vody. Tento způsob určovati **měrnou váhu** nebo **hustotu** hmot, byl již před 2000 lety od starého mudrce Archimeda vypátrán. Hiero, král Sirakuzský, měl zlatou korunu a zároveň zlatníka, totiž v podezření jak říkáme, že místo z čistého zlata korunu mu zhotovil ze slitiny zlata se stříbrem, nemohl však nikterak tomu přijíti na stopu,

jak by mu ten podvod dokázal. Nevěda si rady odevzdal prý korunu Archimedovi, aby ji prozkoumal. Tento připadl na pravý způsob, rozluštit tu záhadu, když jednoho dne si vyšel, aby se vykoupal a jak se povídá, vyskočil prý, jakmile věc v duchu prohlédl, hned z koupele volaje: „Heureka! Heureka!“ což znamená asi tolik, jako naše: „už to mám, už to mám!“ Pak šel domů, vybral si kousek zlata, o kterém věděl, že jest čisté, zvážil je ve vodě a shledal, že ztratilo ve vodě devatenáctý díl celé své váhy, z čehož uzavíral, jako mu shora učinili, že totiž zlato 19krát jest těžší než stejný objem vody. Na to vzal řečenou korunu, zvážil ji ve vodě a shledal, že ztratila ve vodě více než 19tý díl veškeré své váhy, z čehož poznal, že tato koruna není z čistého zlata. Zlatník ale, který krále podvedl, byl za to jak náleží potrestán.

§ 27. Vztlak jiných kapalin. — Kromě vody jeví také jiné kapaliny tlak vzhůru čili vztlak a to každá jina měrou, každá má svůj vlastní vztlak. Kapalina lehká, jako jest líh a ether má poměrně malý, kapalina těžká jako rtuť má naopak veliký vztlak. Na přesvědčení o tom potřebujeme jen trochu rtuti do nádoby nalíti a na její povrch kousek železa položit. Uvidíme, že na povrchu rtuti železo plove, patrný to důkaz, že jest železo veskrz lehčí nežli rtuť. Zlato však jest těžší než-li rtuť. Rtuť jest totiž v kterémkoliv objemu 13 $\frac{1}{2}$ krát těžší než stejný objem vody a zlato opět, jak prve již jsme poznali, 19krát těžší než voda.

Solná voda jest těžší než sladká voda a

v Palestině jest na př. vnitrozemské jezero „mrtvé moře“ tak slané a voda v něm proto tak těžká, že člověk v něm ani ke dnu dopadnouti nemůže.

§ 28. **Vzlinavost** (kapilarita). Dříve než zanecháme kapalin, podívejme se ještě blíže na známý jeden výjev, kde voda stoupá nad svou hladinu.

Pokus 24. Zde máme na př. sklenici vody. Nad touto vodou držíme kousek cukru tak, aby dolní jeho konec vody se dotýkal. Za krátko bude celý cukr mokrý. Ponoříme-li týmž způsobem konec pijavého papíru nebo bavlněného knotu do vody, přimějeme vodu k tomu, aby stoupala vzhůru.

Dotýkáme-li se však dolním koncem cukru nebo proužku z pijavého papíru rtuti sebe déle, nestoupá rtuť ani do cukru ani do papíru.

Obě tyto kapaliny, voda i rtuť, mají se nestejně k cukru a k pijavému papíru. Jednak vidíme, že voda do nich se táhne a v nich zůstává; jednak opět, že rtuť do nich se netáhne a je nesmáčí. Z toho soudíme, že cukr vodu k sobě táhne, rtuti ale k sobě netáhne, aspoň ne dosti silně, aby tato vzhůru stoupala. Můžeme však přece rtuť k tomu přiměti, aby stoupala vzhůru, když do ní postavíme proužek stříbra nebo zlata a jiných kovů, které ji silně k sobě táhnou.

Vlastnosti vzdušin.

§ 29. **Tlak vzduchu.** Vzdušiny nebo plyny mají některé vlastnosti jako kapaliny, liší se však od těchto v jiném ohledu velmi nápadně. Kapaliny mají určitě oddělený povrch, tak že můžeme na př. láhev jen do pola naplniti kapalinou a touto třepati, až na stěny láhve naráží; toto však plynem prováděti nelze. Zde mám na př. měchýř naplněný plynem, plyn ten vyplňuje celý měchýř a ne snad toliko jednu jeho část. Proto jest podstatnou vlastností takoruka povahou každého plynu, že sám od sebe se tlačí do každého prázdného prostoru a že tlakem takovým se rozpíná na vsecky strany velmi mocně. Tlak ten slove **rozpínavost** plynů čili jejich *expanse*.

Pokus 25. O této rozpínavosti můžeme jednoduchým pokusem se přesvědčiti. Tuto mám čerpadlo na vzduch, jehož bližší zařízení vyložím později (obr. 17.). Zatím jen tolik buď pověděno, že takovým čerpadlem čili pumpou na vzduch z tohoto skleněného poklopu mohu vyssáti vzduch. Zde mám kromě toho kaučukový balonek, vzduchem naplněný a nahoře dobře (neprodyšně) ovázaný, který položím pod poklop. Nyní počnu ze skleněného poklopu vzduch vyčerpávati. Co z toho vzejde? V balonku kaučukovém jest uzavřený vzduch, kolem něho není však takového vzduchu, byl vyčerpán; z té příčiny snaží se vzduch z balonku dostat se ven a vyplniti vůkolní prázdný prostor. Ven však vzduch ten nemůže, neboť balonek jest ovázan, rozšiřuje tedy ba-

lonek na vše strany a to tím vydatněji, čím více vzduchu z poklopu vyčerpávám. Proto spatříme, že balonek silně se nadýmá. Pustím-li pod poklop opět nový vzduch, jaký tam prve byl, splaskne balonek ihned a nabude opět předešlé své velikosti i podoby.

Pokus 26. Dřívější pokus můžeme ještě jinak změnit. Na talíř pumpy postavím jinou, dole rovně zabroušenou a neprodyšně přiléhající nádobu (obr. 13.), která nahoře přes otevřený okraj pevně jest ovázána kaučukovou neprodyšnou látkou.



Obr. 13.

Vyčerpáme pumpou jako před tím vzduch z té nádoby. Co spatříme? Vnější vzduch se bude tlačiti do vnitřního vzduchoprázdného prostoru, kaučukový plátek bude se do vnitř prohýbatí a možná, že se i protrhne, dříve než bude po pokuse.

§ 30. Váha vzduchu. — Poznali jsme tedy, že vzduch, když jinak může, do každé vzduchoprázdné prostory vniká a proto jest velmi nesnadno, z některé nádoby vzduch úplně vyčerpati. Můžeme však vzduch z větší části z nádoby odstraniti. V obr. 14. vy-podobena jest nádoba, kterou můžeme k pumpě na vzduch přidělati a vzduch z ní vyssáti. Učiníme-li tak a zvažíme-li pak tuto nádobku, přesvědčíme se



Obr. 14.

rozhodně, že jest pak lehčí než byla, dokud v ní byl vzduch, z čehož uzavíráme, že vzduch jest těžký, že má jakousi váhu.

Pokus 27. Nyní zavěsíme otevřenou nádobu obrácenou dnem dolů na rameno krámských vážek a zvažíme ji. O závaží, kteréhož jsme k docílení rovnováhy užili, můžeme říci, že udává váhu nádoby obyčejným vzduchem naplněné.

Pokus 28. Co tato lehká nádoba na vážkách odvážená visí, naplňujme ji jiným plynem, příkladně **kyselinou uhličitou**, jejíž vyrábění v lučbě jsme poznali. Naplňování samo se děje výtlakem čili obyčejným přelíváním z nádoby do nádoby. Patříme-li na vážky, zpozorujeme, že ručička jejich se pohnula, ukazujíc, že nádobka nyní jest těžší než když obyčejným vzduchem byla naplněna. Z toho jde, že nejsou všechny plyny stejně těžké, některé že jsou těžší než jiné.

Pokus 29. Vodík jest ze všech plynů nejlehčí. Zavěsme předešlou nádobku na vážkách dnem vzhůru a naplníme ji, když byla v rovnováhu uvedena, vodíkem, jehož vyrábění z lučby známe. Teď se ručička vážek vychýlí směrem opačným i patrně, že se teď nádobka stala lehčí, než když byla vzduchem naplněna — třeba že není tak lehká, jako když by byla úplně prázdná. Ačkoliv tedy částčky plynů ve spolek se odpuzují, snažíce se od sebe co možná nejvíce vzdalovati, ačkoliv stále vyplňují celou prostoru nádoby, ve které se nalézají, táhne je přece země k sobě, ony mají váhu; pročez netřeba se obávati, že ovzduší

naše by mohlo zemi opustiti. Naopak tíhne naše ovzduší k zemi jako nějaké moře a na dně tohoto moře žijeme a pohybujeme se všichni. Ve příčině tlaku a váhy tohoto moře jest ovzduší velice podobno moři vodnímu, a jak jsme již z § 23. poznali, závisí tlak vody na dno nádoby na hloubce vody, takže ve velkých hloubkách tlak tento jest veliký a mimo to šíří se na všechny možné strany úměrně s plochou.

Slyšíme-li tedy, že na nás spočívá veliký tlak vzduchu, tážeme se mimovolně: Kterak to jest, že o tom tlaku ničeho nevíme? K tomu odpovídáme, to jest jednoduše tím, že tlak ten ve všech možných směrech působí, dolů nahoru, v pravý i v levý bok atd. Vezměme na př. arch papíru. Tlak vzduchu nepůsobí naň toliko na vrchní straně a tlačí ji dolů, ale i na spodní straně a tlačí ji stejně mocně nahoru a proto se může tento arch papíru zrovna tak volně sem tam pohybovati, jakoby vůbec žádný tlak ovzduší na něm neležel. Z téhož důvodu můžeme i my volně ve vzduchu sem tam přecházeti a necítíme z tohoto tlaku ničeho. Přes to přese všechno můžeme jednoduchým pokusem tlak vzduchu učiniti nápadně patrným.

Pokus 30. Tuhle mám na př. dvě duté polokoule (obr. 15.), které přesně k sobě přiléhají. Přitlačím je k sobě a uzavru dutinu jejich kohoutkem. Teď by mohl někdo se zeptati: „Proč pak se tyto polokoule nedrží tlakem vzduchu pevně pohromadě?“ Příčina toho záleží v tom, že též v nich jest vzduch

a že tento vzduch tlačí tak mocně na venek, jako vzduch okolo nich tlačí do vnitř. Nyní však postavme obě polokoule na talíř známé nám (obr. 17.) pumpy na vzduch čili **vývěvy** a čerpejme z nich vzduch. Když jest vzduch vyčerpán, zavřeme opět zmíněný kohoutek a sejměme obě polokoule s talíře vývěvy. Jakou změnu shledáme nyní na nich? Inu,



Obr. 15.

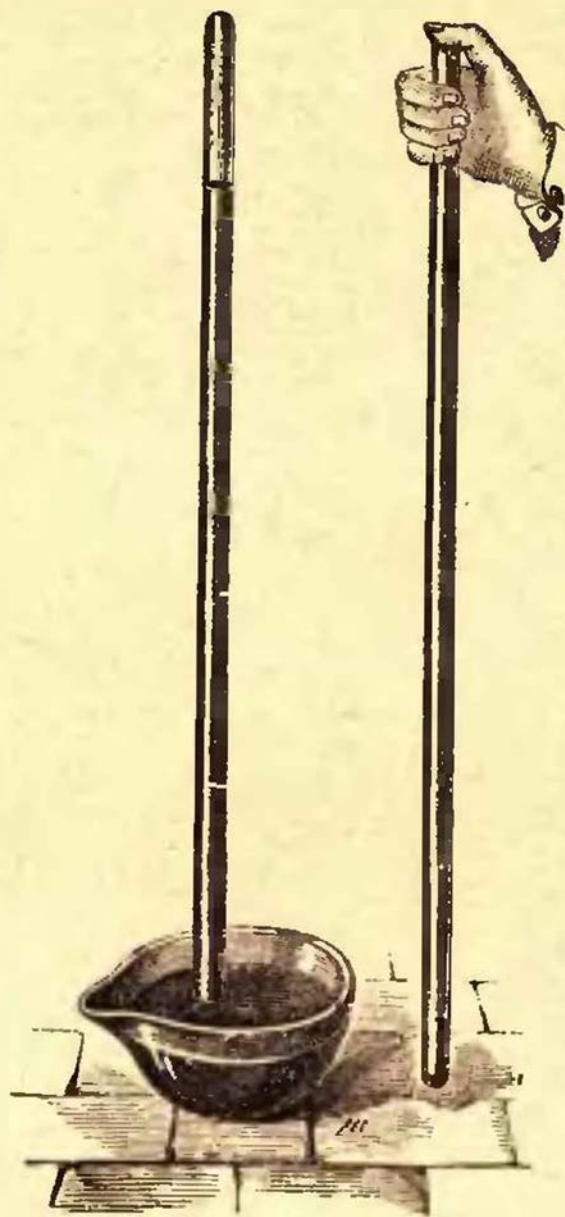
shledáme, že jest velmi těžko tyto polokoule od sebe odtrhnouti, protože vnější vzduch je k sobě přitlačuje a proti tomuto tlaku žádný protitlak se neopírá, nebo jen velmi nepatrný tlak velice zředěného vnitřního vzduchu, který na venek působí. Z té příčiny drží se obě duté polokoule tak pevně vespolek.

Vzduch jest tedy tekutina a k tomu těžká,

pročež jeví též jakýs tlak vzhůru čili **vztlak**, třeba že jest daleko menší než vztlak vody (§§. 26. a 27.). — Jestli tedy velký měch napěchován svítiplynem nebo ještě lépe naplněn-li vodíkem, stává se takto poměrně lehčím než obklopující jej vzduch a vystupuje v něm vzhůru. Měch takový slove **balon**. Takový balon, když jest dosti velký, unese i malou loďku třeba s několika osobami.

§ 31. **Tlakoměr** čili **barometr**. — *Pokus 31.* Zde mám opět dlouhou skleněnou **trubici** čili rourku, která jest na jednom konci otevřena a na druhém uzavřena. Trubici tuto naplním rtutí na vrchovato, načež přitlačím rtuť prstem a obrátiv rourku pozorně postavím ji otevřeným koncem do skleněné nádoby, ve které jest také rtuť. Musím však se míti na pozoru, abych prst, kterým otvor rourky ucpávám, neodtáhl dříve od otvoru, pokud tento není pod povrchem rtuti, ve skleněné nádobce nalité. Obr. 16. znázorňuje nám tuto převráceně postavenou rourku v poloze kolmé i s nádobkou skleněnou. Pozorujeme, že na horním konci kolmo stojící rourky zůstal světlý prostor a mohli bychom na první pohled si mysliti, že jsme tam pustili něco vzduchu. Tomu však není tak. V tomto světlém prostoru není praničeho. Proč ale nevtláčuje vzduch, který přece ve všech směrech, tedy též na povrch rtuti v nádobce tlačí, rtuť z této nádoby do zmíněného prázdného prostoru? — Odpovídám: Vzduch by tak učinil — kdyby mohl. On tlačí vzhůru proti rtuťovému sloupci silou, která sice stačí, aby udržela sloupec

rtuťový asi 76 cm. vysoký v rource takřka zavěšený, více ale také ani utlačití, ani unésti nemůže. Váha rtuti, tlačící shora dolů, vy-



Obr. 16.

važuje se úplně tlakem vzduchu, působícím zdola nahoru. Z té příčiny nemůže jednak rtuťový sloupec z roury dolů vypadnouti,

jednak nemůže zase tlak vzduchu rtuťový sloupec výše do roury pozdvihnouti a proto máme nade rtutí prostor vzduchoprázdný.

Pokus tento vymyslel a roku 1643. poprvé vykonal Vlach **Torricelli**. Onu rourku nazýváme tlakoměrem a prázdnému prostoru na horním konci jejím říkáme: „**prázdnota Torricellova**.“

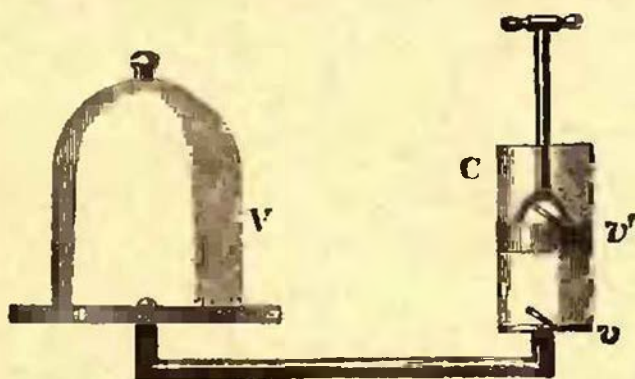
Tlakoměry jsou z větší části opatřeny stupnicí na millimetry a centimetry rozdělenou, na které můžeme přímo čísti, jak vysoko stojí vrchol rtuťového sloupce nad hladinou rtuti v nádobce.

§ 32. **Užívání tlakoměru.** — Tlakoměru se užívá k rozmanitým věcem. Můžeme jím na příklad určití výšku hory. Již z § 23. jsme poznali, že tlak vody u dna hluboké vodní nádoby jest větší, než při povrchu vody. Podobně se má věc též v našem ovzdušném moři, ve kterém žijeme. Jest totiž tlak na dně tohoto moře větší, než dále od země na výšinách hor. Stoupáme-li tedy na vrchol hory, máme nad sebou menší váhu vzduchu, než dokud jsme byli dole, pročez jest tlak vzduchu na vrchole hory menší, než na jejím úpatí. Vzduch tam nemůže tak vysoký rtuťový sloupec udržeti, jako dole, takže nahoře stojí tento sloupec místo 76 cm. snad jen 60 nebo i 50 cm. vysoko, podle výšky kopce. Nebo rtuť v rource tlakoměru klesá tím hloub, čím výše ve vzduchu vystupujeme, a takto můžeme tlakoměrem se dověděti, do které až výšky jsme vystoupili.

Tlakoměr nám prospívá též tím, že nám udává, když špatné počasí se blíží. Když tlakoměr padá t. j. vrchol rtuťového sloupce v rource tlakoměrné se snižuje (klesá), zejména když rychle klesá, můžeme očekávat, že se dostaví špatné počasí. Když ale rtuťový sloupec ve tlakoměru stále stojí vysoko, můžeme dobré a trvalé pohody se nadíti.

§ 33. **Vývěva.** — Zmínili jsme se již za řeči o tom, že můžeme vzduch z nádoby vyssát a že se to děje **vývěvou**. Jak se strojem tím se zachází, pochopíme z následujícího. Především nutno učiniti si v mysli pravý pojem o tom, co nazýváme **záklopkou**. Záklopka jest okenička, těsně přiléhající a jen na jednu stranu na př. nahoru se otvírající, kterou můžeme určitý otvor zavírat a otvírat. Sem tam se vyskytují takové poklopy čili záklopy v podlahách, které otvor nějaký přikrývají a jen na jednu stranu na př. nahoru se otvírají. Na obrázku 17. spatřujeme v levo skleněný, vzduchem naplněný zvonec (recipient) s okrajem rovně přibroušeným, který **těsně** přiléhá k rovnému, uhlazenému talíři. V pravo vidíme skleněný dutý válec, ve kterém trčí neprodyšně přiléhající píst, který pevnou tyčí (táhlem) sem tam se smýkati může. Na dně tohoto válce spatřujeme malou záklopku, která nahoru volně se otevírá a dolů k otvoru neprodyšně přiléhá. Tento válec jest spojen rourou vodorovnou uprostřed s talířem, jehož otvor ústí do skleněného zvonce. Konečně vidíme podobnou záklopku v pístu samém, která též nahoru se otvírá. Budiž píst nej-

prvé na dně válce a záklopy budtež zavřeny. Teď táhnu píst vzhůru a způsobím pod ním prostor vzduchoprázdňý, jež vzduch odevšad jak jen možno vyplniti se snaží (viz § 29.). Shora se tlačí dolů vzduch, nemůže tam však vniknouti, přitiskuje toliko vnější plochu horní záklopy a zamyká ji pevně, ježto záklopka ta do vnitř se otevřítí nemůže. Vzduchu ze skleněného poklopu v levo daří se lépe, vzduch ten se žene spodní rourou, tlačí na dolní záklopku, která nahoru se otevírá, nadzdvihuje ji a vniká do prostoru



Obr. 17.

vzduchoprázdňého ve válci. Dejme tomu, že jsme zdvihli píst až k hornímu kraji válce a pak počali jej tlačiti dolů. Jak tlačíme píst dolů, stlačuje se vzduch pod ním a tlačí na dolní záklopku, která z té příčiny se zavírá. Jinak se má věc u záklopy horní, kterou vzduch pod pístem stlačený otevírá. Stlačujeme-li píst ještě více dolů, nutíme tím vzduch, který pod pístem ve válci jest, aby horní záklopkou ven vycházel. Vzduch takto ven vytlačený jest jen částí onoho vzduchu, který původně ve skleněném poklopu (v) byl, takže

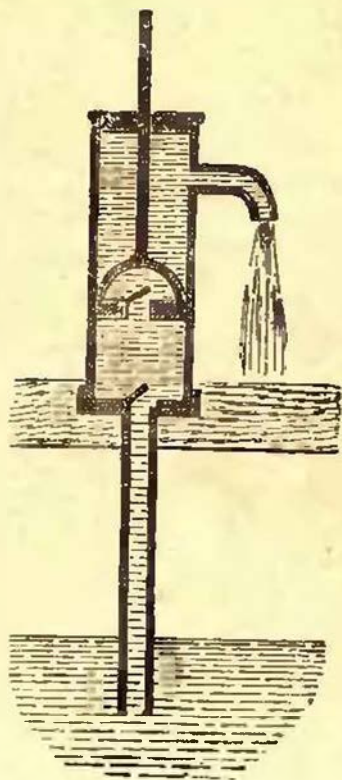
jedním zdvihem pístu a na to následujícím srážem dolů na dno válce skutečně se nám podařilo z poklopu část vzduchu vyčerpati.

Opakujme tyto pohyby táhlem t. j. zdvihněme opět píst vzhůru, tu se přitlačí záklopka na pístu vzduchem shora tlačícím do vnitř a zavře se, vzduch ze skleněné nádrži táhne se spojovací rourou k válci, otvírá si tu záklopku vzhůru a vniká do válce pod píst, jehož práznou dutinu, kterou jsme tím způsobili, že jsme píst zdvihli, vyplní a když píst zase dolů stlačíme, zavře se zhustěným vzduchem dolní klapka znova, horní ale se tímto stlačeným vzduchem otevře a vzduch upláchne zase na venek. Tak vyčerpáváme každým zdvihem a stlakem pístu část vzduchu ze skleněného poklopu. Rozumí se, tuším, samo sebou, že, má-li výkon ten se dařiti, jest nezbytno, aby píst ku stěnám válce úplně neprodyšně přiléhal. Kdyby píst nepřilehal neprodyšně k válci, vnikal by tam vzduch shora a veškeré naše namáhání, odstraniti vzduch ze skleněné nádrži, bylo by marné. Způsobem tuto vypsáním účinkuje každá vývěva, avšak nevypadá každá tak, jako ji na našem vyobrazení spatřujeme. To však nic nevadí, základná myšlénka jest u všech strojů tohoto druhu stejná, buď si vnější úprava jejich sebe různější.

§ 34. **Pumpa vodní.** — Pojednavše o vývěvě, vraťme se ještě na chvílku ku tlakoměru. Poznali jsme, že tlak vzduchu jest zrovna tak silný, aby unesl rtuťový sloupec, vysoký na 76 centimetrů. Voda jest ale veskrz mnohem

lehčí nežli rtuť, proto můžeme očekávat, že tlak vzduchu unese vodní sloupec, který jest mnohem vyšší než 76 centimetrů. A vskutku tomu tak jest, tlak vzduchu unese vodní sloupec, celých 10 metrů vysoký. Na základě toho pochopíme snadno účinek obyčejné vodní pumpy. Obrazec 18. podává

nám jednoduchý náčrtek vnitřní takovéto pumpy. Dole máme vodní nádrž, ze které vodu nahoru chceme zdvihat a rouru, kteráž z této nádrže do stojanu pumpy ústí. V tomto stojanu, jenž též botou se nazývá, pohybuje se píst, který těsně ku stěnám stojanu přiléhá a na vrchu pístu jest klapka, která nahoru se otvírá. Kromě této, jest též na dně stojanu klapka, která také nahoru se otvírá čili zdvihá. Bota pumpy vodní podobá se tudíž velice botě vývěvy a můžeme také



Obr. 18.

zde začítí tím, že postavíme píst na dno boty. Pak táhneme pístem vzhůru a přímo jako u vývěvy přitlačuje i zde vzduch shora působící klapku k pístu a drží ji zavřenou, vzduch ze spodní roury tlačí se nahoru, otvírá si klapku na dně stojanu a vyplňuje prázdný prostor pod pístem, který tím povstal, že jsme píst vzhůru vytáhli.

Srazím-li píst opět dolů, zavírá se dolní klapka podobně jako u vývěvy, kdežto klapka

pístu nahoru se zdvíhá a něco vzduchu propouští na venek. Čerpáme totiž prozatím vzduch z roury a ze stojanu pumpy. Jak ale se chová k tomu voda v nádrži? Volný vzduch tlačí shora stále na povrch vodní hladiny v nádrži. Ježto jsme ale vzduch z roury již dříve vyčerpali, proto nemůže nepatrný jeho zbytek ubrániti se svým tlakem proti tlaku hustšího vzduchu vnějšího t. j. z venku na vodu tlačícího.

Vnější tento vzduch, nenalézaje téměř žádného odporu vtlačuje vodu do roury, až konečně, když veškerý vzduch z roury jest vysát, tato se naplňuje vodou. Voda tlačí se pak spodní záklopkou do stojanu pumpy.

Vše, co právě pověděno, zhatilo by se nám ihned, kdyby záklopka na dně stojanu od povrchu vody v nádrži byla více než 10 metrů vzdálena nebo tlak vzduchu, jak shora řečeno, může jen 10 metrů vysoký vodní sloupec v rovnováze udržeti a žádný vyšší. Jestli tedy vzdálenost vodního povrchu v nádrži od stojanu pumpy větší než 10 metrů, nedostoupí voda stojanu a můžeme činiti co chceme, vody do stojanu pumpy nedostaneme.

Jestli však vzdálenost ta jen asi 7 až 8 metrů, tu jde pumpa dobře, pak můžeme vodu do stojanu zdvíhati. Mysleme si tedy, že již ve stojanu máme hodně vody načerpáno a tlačme nyní píst dolů. Co se stane pak? Tlak, který na píst účinkuje, prorazí skrz vodu ve stojanu a přitiskuje záklopku na dně stojanu tak, že voda zpátky couvnouti nemůže. Jakmile toto se stane, obrátí

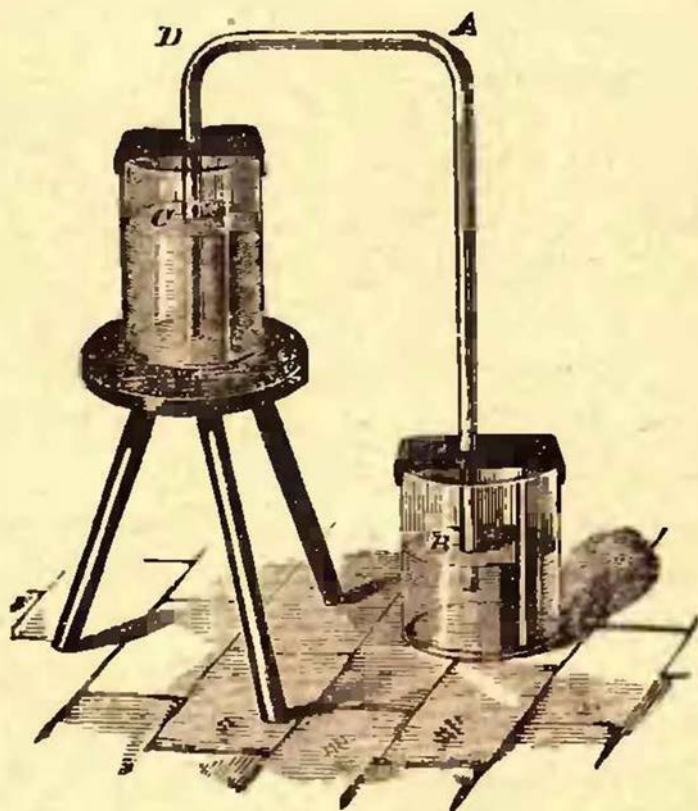
se tlak vody ode dna stojanu vzhůru, otevře si klapku na povrchu pístu, o které víme, že nahoru se zdvihá a voda vstupuje nad píst. Když pak na to pístem zase nahoru pohybujeme, zdviháme vodu nad ním zároveň s ním a když voda ta dostoupí až k pobočné rouře ve stojanu zasazené, tu vytéká z ní do nádoby podstavené. Odtud počínaje vytéká voda při každém zdvihu nepřetržitě z roury ven.

Pokus 32. Aby se každý vlastněma očima přesvědčil, že v této pumpě vše tak se děje, jak bylo právě vypsáno, nutno si zjednati vzorek pumpy, jejíž stojan jest z průhledného skla, aby bylo viděti do vnitř. Tu spatříme, že, když píst jde vzhůru, horní klapka se zavírá a dolní se otvírá, a když píst jde dolů, že horní klapka se otvírá a dolní se zavírá. Rozumí se samo sebou, že píst musí ku stěnám stojanu dobře přiléhati, jinak tam vrazí vzduch shora a zmaří účinek pumpy. Užívá-li se pumpy jen málo kdy, stává se často, že kůže na horní klapce suchem skorovátí, nebo že úšty pístu se uvolní a pumpa nejde. Naležeme-li v takovém případě na píst (shora) trochu vody, navlhčí se kůže a píst přilehne ku stěnám stojanu opět neprodyšně, čímž vada se napraví.

§ 35. **Násoska.** — Dříve ještě než jinam se obrátíme, chci vyložiti přístroj, jejž násoskou nazývají, a jehož účinek se zakládá jako u pump, na tlaku vzduchu, ale podrobný výklad o něm tuto nepodám.

Násosku takovou vidíme na obrázku před sebou (obr. 19.) Užívá se jí k pohodlnému

přelívání kapaliny z nádoby výše postavené do nádoby níže stojící. Nejprve obraťme ohnutou rouru (*AD*) a naplníme ji vodou. Rozumí se, že zacpeme kratší rameno prstem, lijíce



Obr. 19.

vodu do ramene delšího. Na to položíme kratší rameno roury do nádoby vyšší, jak vyobrazení ukazuje a odtáhneme prst od otvoru. Sotva že jsme toto učinili, počne voda dolním koncem roury nepřetržitým proudem do podstavené nádoby vytékat a můžeme takto vodu z horní nádoby úplně přelít do nádrže dolní, když kratší konec násosky jest dosti dlouhý, aby v horní nádobě dosahoval až ke dnu.

O hmotách, které se pohybují.

§ 36. **Energie čili ráznost hmot.** — Hned na str. 1. byla řeč o rozličných rozmarech nebo rážích, které hmoty někdy jeví a praveno tam, že dělová koule v pohybu jest zcela jiná věc než táž koule ležící v klidu, že horká dělová koule jest docela něco jiného než táž koule, když jest studená, zmínili jsme se též, že nám bude v knížce té hlavním úkolem, abychom o těchto měnivých stavech a rozmarech hmot něčeho bližšího se dověděli.

Poznali jsme, že hmoty bývají někdy plny energie, jako jest na př. dělová koule v letu, jindy opět že jsou netečny a beze vší energie, jako příkladně dělová koule, když nehnutě leží na zemi. Učiníme, tuším, nejlépe, když v následujících řádcích proběheme nejčelnější případy, ve kterých hmota jest plna energie. Takové případy na př. jsou, když hmota jest rozběhnuta čili v pohybu, jejž nazýváme postupným; když hmota jest rozechvěna čili v pohybu, jejž nazýváme chvěním; dále když hmota jest zahřátá čili rozteplena, a konečně když hmota jest elektrována; proto chceme energii na tyto čtyři druhy roztríditi a v případech těchto zevrubněji prohledávati.

Nejprve budeme se zabývati hmotami, jež jsou v pohybu postupném a přičiňovati se o to, abychom pod tímto záhlavím zjednali čtenáři správný pojem o působení hmot takových; pak promluvíme o hmotách, které jsou v pohybu vlnivém, jež jsme nazvali chvěním,

jako jest na př. zvučící zvon, buben, na který se tluče a jiné.

Pod tímto názvem neopomineme užiti příležitosti, abychom se trochu poučili o zvuku. Pak se zastavíme u hmot rozjařených teplem a povíme si něco o teple i o světle; na konec však se pozdržíme poněkud u hmot elektrovaných a promluvíme o tajuplné síle, již nazýváme elektřinou.

Nejsme s to, abychom v této knížce podali jen poněkud úplný rozbor všech těch rozmanitých stavů těles, anebo všech rozličných druhů energie, ve kterých se nám hmoty jeviti mohou. Toto musíme ponechati těm, kdo stojí na vyšším stupni. Zde můžeme toliko nástin o předmětu tom učiniti a zároveň ku velké jeho důležitosti vůbec poukázati.

§ 37. **Co jest práce?** — Pravíme-li, že člověk má energii, míníme tím, že jest schopen ku práci, a řekneme-li, že hmota má energii, míníme tím zrovna tolik, totiž že hmota může konati nějakou práci. A věru neměříme energii kterékoliv hmoty jinak než velikostí práce, kterou hmota může vůbec vykonati, až její energie úplně se vyčerpá. Zdvihneme-li kilogram do výšky jednoho metru od země, vykonali jsme jakousi velikost práce; zdvihneme-li jej do výšky dvou metrů, vykonali jsme dvakráte tak velkou práci; zdvihneme-li jej na tři metry, třikrát tak velkou práci atd. Nazveme-li tedy práci, kterou jsme vykonali, zdvihnuvše kilogram o jeden metr od země, jednotkou; nezbývá nám jiného, než nazvati práci, kterou jsme zdvižením kilo-

gramu o tři metry od země vykonali, třikrát tak velkou čili trojkou. Dále jest práce, již konáme, zdvihající dva kilogramy do výše jednoho metru dvakrát větší než práce, kterou konáme, zdvihající jeden kilogram do téže výše, takže práce, kterou konáme, zdvihající dva kilogramy na tři metry vysoko, by se vyjádřila číslem šest. Vůbec: **násobíme-li počet zdvižených kilogramů počtem metrů, na kolik jsme je zdvihli, jest součin z tohoto násobení plynoucí mírou vykonané práce.**

Dejme tomu, že namíříme dělo kolmo vzhůru a že v této poloze z něho vystřelíme kouli, která váží 50 kilogr. a to takovou rychlostí, že koule ta vystoupí do výše 400 m., dříve než počne padati opět k zemi: tu můžeme ihned určit, kolik energie v té kouli bylo v tom okamžiku, když právě byla vystřelena z děla. Bylo v ní tolik energie, kolik jest třeba, aby se 50 kilogramů (váha koule) do výše 400 metrů zdvihlo. Energie tato vykonala práci $50 \times 400 = 20000$ jednotek. Nasypeme-li do děla více prachu, způsobíme tím, že koule vyletí větší rychlostí z děla ven. Příkladně by vystoupila nyní do výše 600 m., než by se opět obrátila a počala padati k zemi, pak bylo v ní při výstřelu tolik energie, že by jí mohla býti vykonána práce $50 \times 600 = 30.000$ t. j. třicet tisíc jednotek. Platí tedy vůbec pravda tato: **Čím větší je rychlost, kterou byla koule vystřelena, tím výše tato se nese, tím větší práci koná a tím více energie v sobě má.**

§ 38. Práce, již pohybující se hmota koná.

— Nemohu se tímto předmětem zde zabývat do podrobná, ale podotýkám přec, že hmota vystřelená dvojnásobnou rychlostí nevystoupí dvakrát tak vysoko, nýbrž čtyřikrát; hmota vystřelená trojnásobnou rychlostí, že nevystoupí třikrát, nýbrž třikrát tři t. j. devětkrát výše než hmota vystřelená jednoduchou rychlostí.

Vidíme z toho, že dělová koule dvojnásobnou rychlostí se pohybující, čtyřnásobnou práci koná. Můžeme ale ještě jinak práci dělové koule měřiti, než tím, že vyšetřujeme, jak vysoko do vzduchu vystoupí; můžeme ji vystřeliti proti dřevěným prknům, která nad sebou jsou položena a tu se přesvědčíme, že koule dělová, pohybující se rychlostí dvojnásobnou, téměř čtyřikrát; koule však, pohybující se rychlostí trojnásobnou skoro devětkrát tolik prken prorazí atd., z čehož uzavíráme, že koule dvojnásobnou rychlostí postupující jeví čtyřikrát větší účinek, než koule jednoduchou rychlostí vržená. Můžeme vskutku její energii měřiti tak neb onak, najdeme vždy, že jest čtyřikrát větší, než u koule o pouhé jednoduché rychlosti.

§ 39. **Energie polohy.** — Že hmota, která se pohybuje, může práci konati, toho se snadno každý domyslí. Máme však kromě toho často též energii v poloze podobnou asi tomu, jako když člověk odpočívá a přece jest schopen uraziti hodný kus práce, jen když se do ní dá. Dejme tomu, že dva chlapci stejně silní, spolu se bijí a že má každý z nich vedle sebe hromadu kamení, kterým na druhého hází.

Jediný rozdíl mezi nimi na př. jest, že jeden z nich se svou hromadou kamení stojí na střeše chalupy, kdežto druhý jest dole na zemi. Netřeba mi teprv napovídati, který kterého z nich zmůže, každý uhodne ihned, že zápasník na střeše stojící zvítězí. V čem záleží medle jeho výhoda? Silnější není ani ráznější než jeho protivník. Výhoda jeho záleží jednoduše v tom, že hromada jeho kamenů leží nahoře. Ráznost jeho ani zručnost není větší, než ráznost soupeře dole stojícího, avšak energie jeho kamenů jest větší, než energie kamenů na zemi ležících. Nahlížíme z toho, že i kameny mají v sobě energii, která pochází z toho, že leží kameny výše, než na zemi, kam byly vyneseny a že v poloze této mohou konati práci, ať již jest ta práce rozhodně velmi neprospěšna, čelíc ku povalení člověka na zem; nebo velice prospěšna, když účelem jejím jest zarážeti na př. kolíky do půdy.

Podívejme se ještě na dva vodní mlýny, jeden z nich má na př. na blízku vyvýšenou vodní nádrž nebo rybník nad sebou, kdežto druhý sice také rybník na blízku má, který však níže leží než mlýn sám. Který z obou mlýnů bude mlíti? Nerozpakujeme se ani dost málo, co říci a odpovídáme, ten bude mlíti, který má vodní nádrž nad sebou, neboť padající voda žene mlýnská kola. Z nádrži nebo z mlýnského rybníku může tedy velké množství práce vycházeti, leží-li vysoko; může se obilí mlíti, mlátiti, mohou se klády řezati, dřevo soustruhovati atd. Leží-li však

rybník nebo vodní nádrž hluboko, nemůže z nich vycházeti žádná práce.

Nyní porovnejme mlýn, jež táhne voda z rybníku tekoucí, s mlýnem větrným, jež táhne vítr. Vítr jest jako dělová koule, třeba že se tak rychle nepohybuje, jeho důraznost čili energie vězí v jeho pohybu jako u každé pohybující se hmoty. On dme a opírá se proti křídlu mlýnskému a točí ním podobně, jako zmítá ptačím pérem nebo stéblem, jež jsme hodili na vítr. Avšak vodní mlýn jest rozhodně lepší a výhodnější, než větrní mlýn. Máme-li větrní mlýn, musíme na vítr čekati; máme-li ale vodní mlýn s nádrží výše položenou, můžeme vodu spouštěti a zastavovati jak a kdy chceme. Můžeme svou zásobu energie nechat nedotknutou, nebo z ní ubírat, kdy právě chceme. Energie hmoty, která jest v pohybu, podobá se proto hotovým penězům, jež právě na stůl sázíme, kdežto energie mlýnského rybníku nebo kterékoliv vysoko položené hmoty jest jako peníze ve spořitelně uložené, které si můžeme vybírat, kdykoliv jich potřebujeme.

Chvějící se hmoty.

§ 40. **Výklad zvuku.** — Hmota, která místo své měni, pohybuje se; z toho však nevychází, že každá hmota, která se pohybuje, nutně též jako celek své místo mění. Mlýnské kolo se pohybuje a celkem přece zůstává ve mlýně. Čamrhoun, který velmi rychle se točí, jest

v pohybu; avšak jako celek nemění svého místa, třeba po delší dobu.



Pokus 33. Na obr. 20. spatřujeme drát, jehož dolní konec jest upevněn ve dřevěném špalíčku. Tlučeme-li hůlkou na horní konec tohoto drátu, počne tato jeho část velmi rychle sem tam se kmitati, avšak celý drát trvá stále na svém místě (na podstavě).

Obr. 20. Pohybují-li se částčky takového drátu sem tam velmi rychle, pravíme o nich, že se chvějí. Podobně jsou částice zvucícího zvonu nebo bubnu, na který se tluče, rozechvělé; též struna hudebního nástroje, na kterou udeříme a ji pak uvolníme, rozechvěje se. Avšak pohyb, jež nazýváme chvěním, jest jako pohyb postupný patrným zjevem energie činné a skutečně pohybují se částice chvějící se hmoty prudce sem tam; zastavujeme-li je, tepou do nás. Leží-li jim nějaká hmota v cestě, narážejí na ni; vzduch jest jim všude v cestě, pročež tepou ve vzduch všude. Po každé, když konec tohoto rozechvělého drátu na zpět se vrací, dává vzduchu nárazy ve směru, kterým sám se běře. Chvějící hmota zadává v krátké době vzduchu velké množství nárazů, ovšem jen jemných, ale vzduch, který takový náraz dostal, nesnáší jej klidně, nýbrž naráží na vzduch, který jest mu nejbližší, řídě se známým heslem: „dej to dál“ t. j. vzduch naražený naráží zase na vzduch nejbližší a tak to jde dále, až původní, vzduchu udělený náraz do značné dálky postoupí.

Konečně se dostane takový náraz do našeho ucha a dojmy obdržíme my, které nás sice neporazí a proto také nemluvíme o nich jako o ranách, nýbrž pravíme prostě, že **zvuk vnikl do našeho ucha, že slyšíme zvuk.**

§ 41. **Co hluk jest a co hudba?** — Když hmota, která na vzduch naráží, jen jeden náraz vzduchu zasadí, na př. když z děla se vystřelí, donáší vzduch tento náraz až do našeho ucha a tu pravíme, že slyšíme zvuk (ránu, výbuch).

Jestli že však hmota, která na vzduch naráží, se chvěje a vzduchu v jedné vteřině velké množství malých nárazů zasazuje, tu je vzduch všecky na vše strany roznáší a dodává jich v jedné vteřině stejné množství do našeho ucha, pak pravíme, že slyšíme znění čili hudební tón. Rána (bouchnutí, výbuch) jest tedy jen jednotlivý náraz, který do našeho ucha vniká ale hudební tón se způsobuje celou řadou nárazečků, které v mezerách pravidelných se opakují. Dále, když chvějící hmota, která jest příčinou těchto pohybů, vzduchu v jedné vteřině poměrně jen málo nárazů zasazuje, donáší nám vzduch rovněž tolik nárazů do ucha a tu slyšíme hluboký tón; ale když zvučící hmota velmi rychle se chvěje t. j. vzduchu velké množství nárazů v době jedné vteřiny uděluje, tu nám je vzduch ovšem přivádí všecky a pak slyšíme vysoký tón. Hluboký tón znamená tudíž malé množství nárazů, které v době jedné vteřiny do ucha se dostávají, a vysoký tón značí velký počet nárazů, které v též době

do ucha přicházejí. Nejvyšší snad tón se způsobuje 20.000 nárazy v jedné vteřině a nejnižší asi 50 nárazy v též době.

§ 42. **Zvuk může dokázati práci.** — Hudební tón jest příjemný, ale jednotlivý náraz jest nepříjemný a někdy, když velmi prudký jest (výbuch), může naše ucho porouchati ano i pokaziti. Vystřelí-li se z hrubého děla, může náraz vzduchu na ucho naše způsobený vnitřní ústrojí ušní na vždy zkaziti; nebo když zvuk takový narazí na skleněnou tabuli v okně, může jí tak mocně otřásti, že se rozbije; když tak někde prachárna vyletí do povětří, berou výbuchem prachu v nejbližším okolí všecka skleněná okna za své. Z toho poznáváme, že silný zvuk má v sobě energii a může konati také práci, zejména práci takovou, kterou něco se rozkoťává a boří.

§ 43. **Zvuk se šíří prostředím.** — *Pokus 34.* Chceme se o to pokusiti, zvoniti zvonkem v prostore, kde není vzduchu na př. pod skleněným poklopem vývěvy, z něhož jsme všecek vzduch dříve vyčerpali. Poněvadž pod ním není žádného vzduchu, nemají částice rozechvělého zvučícího zvonku nač narážeti a proto nedochází žádný zvuk do našeho ucha. Zvon, na který jsme udeřili, nebo každá jiná zvučící hmota chová v sobě jakési množství energie, z níž něco přepouští vzduchu a vzduch pak z toho nějakou část zase našemu uchu. Není-li však okolo zvonku žádného vzduchu, pak tam není

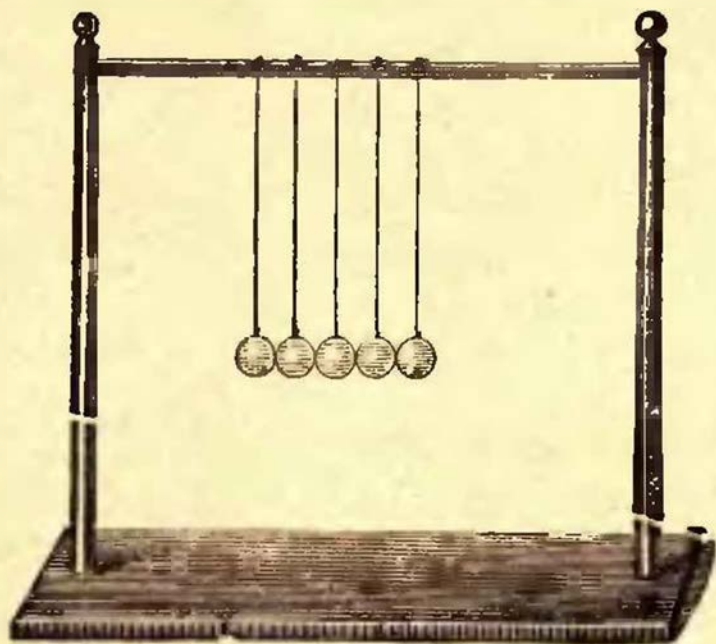
ničeho, co by energii chvějící se hmoty do našeho ucha donášelo.

§ 44. **Jak se šíří zvuk.** — Bude tuším záhodno, abychom přemýšleli trochu o podstatě té věci, která chvějícími hmotami do vzduchu se dostává a tímto pak na velké vzdálenosti se šíří.

Především nesmíme si představovati věc tak, jakoby, když na dvě nebo na tři míle daleko z děla se vystřelí, tytéž částice vzduchu, které v dělu nebo u děla při výstřelu byly, celou dráhu od děla až k našemu uchu skutečně probíhaly. Částice vzduchu, které jsou u děla nejblíže, narážejí na částice sobě nejbližší a samy se pak utišují. Částice, jimž nárazu toho se dostalo, narážejí opět na částice jiné, k sobě nejblíže položené, načež přecházejí v klid a tak sdílení to jde dále až náraz konečný do našeho ucha vnikne. Co při tomto postupu skutečně se děje, bude z následujícího pokusu zřejmo.

Pokus 35. Vyberme si k tomuto účelu řadu pružných koulí, které na různých nítkách v řadě jsou tak zavěšeny (obr. 21.), že vesměs volně visejí a jen jemně vespolek se dotýkají. Teď odtáhnou první kuličku této řady směrem těch ostatních a pustím ji, tak že padá a na druhou kouli narazí. Co děje se dále? Sotva že první koule narazila na druhou, ihned sama se utiší. Druhá koule přenechá tento náraz kouli třetí a sama zůstane státi, třetí činí totéž, až náraz postoupí k poslední kouli celé řady, která pak, poněvadž je poslední, tímto nárazem v pohyb

se uvádí. První tato koule může se přirovnati k částčkám vzduchovým, které nejbliže u děla jsou a koule poslední podobá se částicím vzduchovým, které nejbliže u našeho oka se vyskytují. Z toho vysvítá zřejmě, kterak náraz vzduchu při samém děle může postoupiti až ke vzduchu v našem uchu, aniž



Obr. 21.

jest třeba, aby tytéž vzduchové částice celou vzdálenost mezi dělem a naším uchem probíhaly.

Kdo hraje krokety,* vědí dobře, co se stane, když na kouli soupeřové nepřimo narážejí.

* Zvláštní národní hra anglická, která se hraje dřevěnými míči na rovné půdě mezi dvěma neb i více hráči. Úkolem jejím jest, prohnati míč skrze železné, do země nastrkané a dle určitého plánu od sebe rozestavené obruče, což hráč hráči nebo strana straně překaziti se snaží. Kdo zmíněný úkol dříve provede, vyhraje.

Pozn. překladatele.

Při tom drží vlastní svou kouli pevně pod chodídkem, kdežto koule spoluhráče se jí právě dotýká. Udeří-li pak kladivem hráč do koule vlastní, nepohybuje se tato, nýbrž přenáší tento náraz na kouli protivníkovu takovou silou, že tato na kus cesty dále odskakuje. Tuto máme tedy též účinek jako u zmíněné řady kulové.

§ 45. **Rychlost zvuku.** — Tento náraz, jejž nazýváme zvukem, potřebuje nějaký čas, než se dostane od děla do našeho ucha. Postupuje dosti rychle, tak rychle jako vystřelená koule z ručnice, ale nerozšíří se přece okamžitě od děla až k našemu uchu.

Jestliže dělo u velké vzdálenosti se vypálí, vidíme nejprve záblesk a kouř a teprv o několik vteřin později uslyšíme ránu. Těchto několik vteřin jest právě doba, kterou potřebuje zvuk nebo náraz, aby od děla až k našemu uchu postoupil. Záblesk jsme spatřili v témž okamžiku, když dělo bylo vypáleno. Počítáme-li tedy od tohoto světlového okamžiku až k době, když rána v uchu se rozlehne, určíme čas, který zvuk potřeboval, aby od děla až k našemu uchu došel. Dejme tomu, že bylo dělo od nás 3400 metrů vzdáleno a že jsme napočítali deset vteřin, které uplynuly mezi zábleskem ohňovým a mezi uslyšením bouchnutí (rány), pak můžeme z toho uzavírat, že zvuk potřebuje deset vteřin, aby proběhl dálku 3400 metrů čili že se pohybuje vzduchem rychlostí 340 metrů za vteřinu, což s pravdou dobře se srovnává.

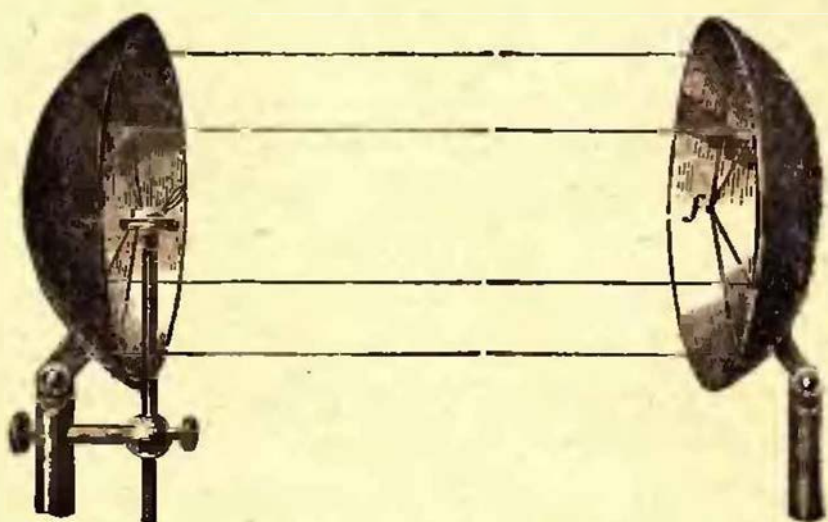
Vodou se šíří zvuk mnohem rychleji nežli

vzduchem a pokusy, které na jezeře ženevském k vypátrání rychlosti zvuku ve vodě byly konány, vyšlo na jevo, že rychlost zvuku ve vodě téměř čtyřikrát větší jest než ve vzduchu. Železem nebo dřevem šíří se zvuk ještě rychleji; dřevem příkladně převádí se zvuk deset- až šestnáctkrát rychleji nežli vzduchem, takže zvuk dřevěnými, k sobě připojenými kládami v jedné vteřině dále než na čtyry kilometry (více než na půl míle) by postoupil, kdyby dřevem se šířil.

§ 46. **Ozvěna.** — Dejme tomu, že bych stál uprostřed skalních bradel v krajině hornaté, která v stejné vzdálenosti, jako nějaká přírodní ohrada, ze všech stran mne obklopují a že bych v tomto věnci skal vystřelil z bambitky. Tu se rozšíří výbuch čili otřes vzduchu od bambitky až ku skalám a narazí na ně, pak ale se stane ještě něco jiného. Když zvuk na skalnaté útesy kolmo narazí a znamená, že nemůže dál, obrátí se nazpátek a v tomto zvláštním případě vrací se zvuk touž přímou cestou zpět, kterou byl přišel, probíhaje při tom stále 340 metrů v každé vteřině, čímž se stává, že za několik vteřin po výstřelu uslyším zvuk, který od skalních stěn se odrazil, jakoby někdo ještě jednou byl vystřelil. Zvuk takový slove **ozvěna** čili **echo**.

Z toho vidíme, že, když ozvěna povstává, zvuk naráží na překážku hmotnou a že od této se pak odráží; nepřichází však vždy touž cestou zpět, kterou vyšel. Kterým směrem se vrací nazpět, závisí na poloze a na podobě hmoty, na niž naráží. Velice podivu-

hodný jest pokus, jež znázorňuje obr. 22. Postavme dvě velká dutá zrcadla (reflektory) v jakési vzdálenosti proti sobě a položíme do určitého bodu, který **ohniskem** se nazývá, kapesní hodinky, k ohnisku druhého reflektoru přiložíme se strany své ucho a tu uslyšíme cvakot hodinek velmi zřetelně, jako



Obr. 22.

bychom je u samého ucha měli. To pochází odtud, že nárazy, kterými hodinky do vzduchu tepou, dopadají na zrcadlo levé a od něho se tak odrážejí, že dostihnou zrcadla druhého (na pravé straně), od tohoto všecky do ucha se srážejí. Vše toto jest obrazcem 22. zřejmě znázorněno.

Tato vlastnost zvuku hodí se sice k pěknému pokusu, ale ve skutečnosti ukázala se mnohdy velice nepohodlnou.

Tak prý bylo v hlavním chrámě města Girgenti (vysl. Džirdženty) na Sicilii nedaleko

hlavních dveří místo, ze kterého nejtišší šepot bylo slyšeti za hlavním oltářem a na tomto místě u dveří stála nešťastnou náhodou zpovědnice.

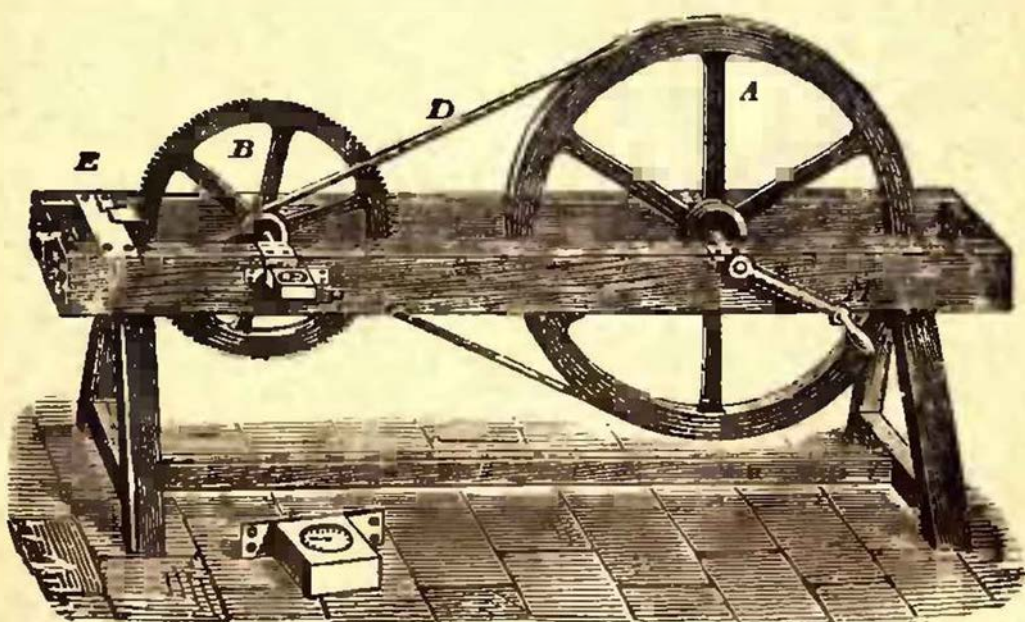
Tak mohl nasluchač, který za oltářem stál, často něco vyslechnouti, co pro veřejnost nikdy nebylo určeno; až věc ta konečně se pronesla a zpovědnici arci na jiné místo postavili. Odrazem zvuku vysvětlují se též účinky zvláštních, úzkých a dlouhých chodeb, čili šepotných galerií.

Taková galerie jest na příklad v kostele sv. Pavla v Londýně, kde i slabý šelest na jedné straně chodby učiněný na protější straně ve značné vzdálenosti bývá slyšeti.

§ 47. **Kterak lze vyšetřiti, kolikrát se zachvěje za vteřinu vzduch, když slyšíme určitý tón.** — Již prve (§ 41.) bylo řečeno, že povstává hluboký tón, když chvějící se hmota malým toliko počtem nárazů, vykonaných v jedné vteřině ve vzduch působí; když však chvějící hmota za jednu vteřinu na vzduch velmi často a to v pravidelných časových mezerách naráží, že vzniká vysoký tón. Co tudíž výškou tónu nazýváme, závisí na mnohosti nárazů, které vzduchu v době jedné vteřiny se udělují. V tom, co nyní následuje, můžeme zvláštním pokusem vyzkoumati, kolik nárazů patří k určitému tónu v jedné vteřině.

Přiložený obrazec (23.) nám tu věc blíže objasní. V pravo spatřujeme velké kolo A, které se může otáčeti klikou. Přes obvod čili okraj toho kola natažen jest pevný řemen,

který jde na vřeteno menšího kola *B*. Z tohoto zařízení vychází na jevo, že, když kolo *A* jen jednou v kruhu se otočí, vřeteno kola *B* se v kruhu vícekrát obrátí, a že zároveň kolo *B* se svým vřetenem stejný počet oběhů vykoná, čili že *B* velmi rychle se otáčeti může. Pozorujeme mimo to, že *B* na svém obvodě malými a pravidelně odlehlymi zoubky jest opatřeno. Na příčce *E* upevněn přímo proti zoubkům kola *B* tuhý, kartový lístek a to



Obr. 23.

tak, aby lístek ten na každý zoubek kola, který jde okolo jeho kraje, narážel. Po každé, když některý zoubek na lístek naráží, slyšíme zvuk, protože lístek ten po každé též na vzduch naráží. Jestli 100 zubů na obvodě kola *B*, otřese se vzduch 100krát, když *B* se otočí jednou. Otočí-li se tedy *B* jednou kolem v jedné vteřině, zasadí se vzduchu 100 nárazů v jedné vteřině; pročez naráží vzduch na naše ucho 100krát za vteřinu.

My však nejsme v tomto případě s to, abychom každý jednotlivý náraz čili zvuk rozpoznali, nýbrž slyšíme jen jeden nepřetržitý dojem, jemuž říkáme hluboký tón. Točím-li klikou *M* dosti rychle, mohu způsobiti, že *B* v jedné vteřině 100krát se otočí a při každém otočení udeří *B* 100krát na kartový lístek; na lístek kartový se udeří tudíž v jedné vteřině 100krát 100 t. j. 10.000 (deset tisíckrát); **10.000 nárazečků** čili tepů dostává se v každé vteřině do našeho ucha a my pak slyšíme nepřetržitý vysoký tón.

Chceme-li však počet záchvějí čili nárazů v jedné vteřině vykonaných určití, zařídíme věc takto: Točíme klikou pořád rychleji až nástroj narážením lístku vydá tón stejné výšky s tím tónem, jež určití chceme a který mimo stroj zní. Když jsme takto pravou rychlost v točení vypátrali, točme klikou chvilku touž rychlostí dále, asi minutu neb o něco déle. S kolem *B* spojeno jest **počítadlo** (které spatřujeme zvlášť u zvětšené míře dole vyobrazeno) a toto udává, kolik nárazů na lístek bylo učiněno v té době, co jsme klikou točili.

Točím-li tedy klikou sám stálou rychlostí, kterou zkusmo mi bylo vypátrati, dále, nutno mi přibrati pomocníka, který by zaznamenal, kde stála ručička na počítadle na začátku a na konci té minuty, kterou vzbuzený tón v souhlasné výšce vytrval. Dejme tomu, že pomocník můj počítadlem vyšetřil, že v této minutě na list kartový bylo udeřeno 60.000krát, tedy za vteřinu 1000krát;

pak můžeme z toho uzavíratí, že záhadný tón z jednoho tisíce nárazů čili záchvějů se skládá, které v jedné vteřině vzduchu byly uděleny.

Hmoty oteplené.

§ 48. **Podstata tepla.** — Shledali jsme, že hmota, která se pohybuje postupně dále, nebo která se chvěje, jest vlastníkem energie. Mimo to víme, že hmota, která se chvěje, od místa k místu nepřechází, nýbrž jako celek na svém místě trvá a že jen její částice sem tam střídavě se pohybují.

Nyní chceme pozorovati hmoty oteplené. Především se ptáme, co jest teplo? Abychom to poněkud vypátrali, položíme železnou kouli do ohně a když se do běla rozžhaví, vytáhneme ji ven. Na to ji položíme na vážky, odvažme ji a nechme ji tam na pokoji, až vychladne. Jestli teplo jakási látka, která do koule vešla, bude koule tou měrou lehčí, kterou se bude ochlazovati. Provedeme-li však tento pokus přesně, přesvědčíme se, že tato železná koule na váze neztrácí, když se ochlazuje, že tudíž, buď si podstatou tepla cokoliv, teplo, když v kouli jest, jí ani o jeden milligram těžší nečiní.

Představme si dále, že bych se postavil na mísku velmi citlivých vah a když by mne co nejpřesněji odvážili, že bych si dal naliti do ucha krapet vody. Tu ovšem bych byl o něco těžší než dříve. Ale dejme tomu, že by se mi dostal zvuk do ucha. Učiní mne zvuk ten těžším? Ani za mák. Týž narazí

na blánu řečenou bubínkovou v mém uchu, uvede ji ve chvění a já slyším zvuk, ale tím, že zvuk do mého ucha vnikl, nepřibude mi na váze praničeho. Z toho jde, že přihrání vody jest přihráním hmoty a ta mne činí těžším, kdežto přihrání zvuku jest jen uvedení jistého druhu kmitavého pohybu ve mně a nečiní mne těžším. Což neděje se cosi podobného též u hmot oteplených? Nemohlo by na př. oteplování hmoty znamenati tolik, jako vnikání do ní určitého druhu kmitavého čili vlnivého pohybu, který k váze hmoty ničeho nepřidá?

Z důvodů závažných můžeme míti za pravdu, že teplo vsutku jest jistý druh kmitavého pohybu a když tedy hmota se oteplí, že nejmenší její částice se chvějí sem tam nebo snad do kola krouží. Ale tyto částčky jsou tak nesmírně malé a pohybují se tak neskonale rychle, že oko naše nikterak nemůže spatřiti, co skutečně na nich nebo s nimi se děje. Ale proč, ptáme se, nevychází z oteplené hmoty žádný zvuk, když, jak se řeklo, částice její tak nesmírně rychle se chvějí? Proč netepe taková hmota podobně na vzduch ji obklopující, jako to činí hmota, která způsobem obyčejným se chvěje? K tomu odpovídáme, že hmota teplem rozžhavená je mné látce, která ji obklopuje, skutečně takové tepy rozdáva a nejsou-li tyto přímo dosti silny, aby působily v ucho, že jeví též účinek, ale v oku, budíce v něm pocit světla. Jest tudíž vsutku velká podobnost mezi hmotou, která se chvěje, na př. zvučícím

zvonem a mezi hmotou horkou, jako jest příkladně koule rozžhavená do běla. Částice obou hmot jsou v pohybu nesmírně rychlém; částice zvučícího zvonu narážejí na obklopující je vzduch, a vzduch donáší tyto nárazy nám do ucha. Částice rozžhavené koule narážejí též na jinou látku jemnou (medium), která je obklopuje kol kolem a tato látka šíří ty nárazy dále až do našeho oka.

Když jsme svého času zkoušeli hmoty chvějící čili zvučící, potřebovali jsme ucho; zkoušíme-li nyní hmoty silně rozpálené, potřebujeme k tomu oko. V obou případech dělíme tento předmět na dvě stránky.

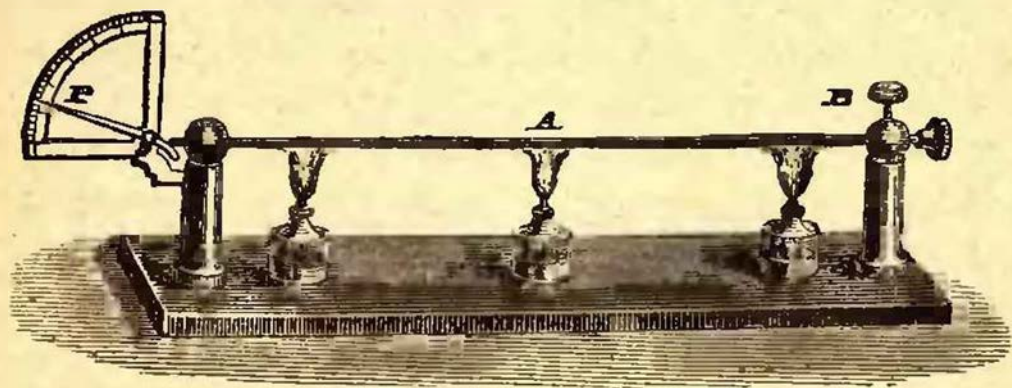
U hmot zvučících zkoumáme nejprve hmoty samé, kterak se chvějí, jak rychle se chvějí a p. a pak teprv pátráme po tom, jakou rychlostí postupuje zvuk, jež vydávají, vzduchem dále.

Též hmoty rozpálené dlužno nejprve zkoumati, jak jsou, a pak teprve vyšetřovati, jak rychle paprsky světla a tepla, jež tyto hmoty vydávají, skrze vzduch pronikají.

§ 49. **Jak teplem hmot nabývá.** — Jestliže hmota se oteplí, nabývá jí téměř vždy t. j. ona se roztahuje na vše strany. Abychom ukázali, že tomu tak a nejinak jest, chceme ohřívati trojí hmotu, pevnou, kapalnou a vzdušnou.

Pokus 36. Vezměme dlouhý kovový prut, (obr. 24.), který na konci *B* šroubem jest přitážen pevně k sloupku. Druhý jeho konec může však natahovati se volně a natahuje-li se, postrkuje ručičku *Z* vzhůru. Když tedy

tento prut o dost málo se roztáhne; snadno se to pozná, nebo roztah ten působí, že ručička *P* svou polohu mění a rychle vzhůru stoupá. Pod tento prut postavme dva nebo tři kahany (hořící lampy) a ohřívejme jej. I shledáme hned, že prut se natahuje a ručičku (*P*) postrkuje, tak že tato vzhůru stoupá. Odstavíme-li lampy stranou, ochladí se prut železný a z této příčiny sestoupí ručička v několika vteřinách dolů a postaví se do předešlé své polohy (žaroměr).



Obr. 24.

Pokus 37. Tuhle mám dutou, skleněnou kouli, která jest naplněna vodou; ohřejeme-li tuto skleněnou kouli, stoupá voda v tenké trubičce, která s koulí pevně souvisí, nahoru. Teplem nabývá koule i vody, ale vody více než koule, pročez se tato tlačí do skleněné trubičky a stoupá; ano, vody nabývá tak mocně, že by jistě kouli roztrhla, kdyby nebylo prázdné rourky, do které nyní volně se šířiti může.

Pokus 38. Abychom předešlý pokus poněkud změnili, vezměme ještě měchýř, který asi na dvě třetiny svého obsahu vzduchem

jest naplněn a ohříváme jej nad ohněm, otáčejíce jím zručně na vše strany, aby se nepropálil. Za nedlouho rozšíří se vnitřní jeho vzduch teplem tak, že měchýř úplně se nadme.

§ 50. **Teploměr.** — Vidíme ze všech těchto pokusů, že teplo hmoty roztahuje, ať jsou pevné, nebo kapalné, nebo vzdušné. Nyní chceme svou pozornost věnovati rtuti zvlášť, která naplňuje skleněnou kuličku, z níž vybíhá tenká rourka. Rtuti nabývá teplem podobně jako vody a ona stoupá do zmíněné rourky, když ji ohříváme. Vlastně jsou tu dvě hmoty, které teplem se roztahují. Předně nabývá koule samé, nebo změříme-li ji přesně za studena a pak, když jest ohřáta, shledáme, že koule ohřáta jest o něco větší než studená, Ale koule nenabývá teplem tolik jako rtuti a proto se rtuť nedrží jako prve jen v kouli, hledá si jinde místo a stoupá tudíž do rourky; že však rourka jest jen velmi úzká, způsobuje nepatrný roztah rtuti v kuličce značné stoupání její v rource, což okem snadno je viděti. A věru, že již pouhou teplotou naší ruky rtuť rychle v rource vzhůru se tlačí a jediným studeným zavátím vzduchu že ihned sestupuje v rource dolů. Nástroj takto zařízený jest proto velice užitečný, neboť udává, zda-li jest hmota některá studenější čili teplejší než jiná a hodí se k tomu účelu mnohem lépe než pouhý pocit, který z dotýkání hmoty pochází a často nás klame.

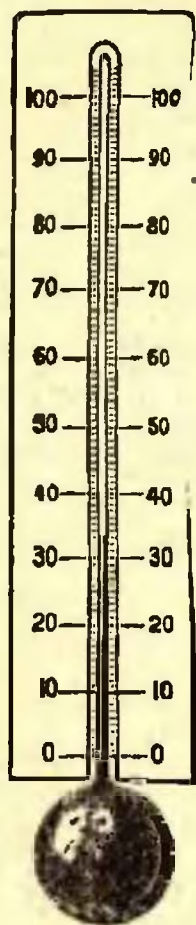
Když příkladně kuličku nástroje tohoto postavíme do vody a několik minut ji tam necháme, zůstane sloupec rtuťový v rource na

určité výšce státi. Udělejme na místě tom čárku a pamatujme si dobře tuto její polohu. Vyndejme pak nástroj z této vody ven a ponořme jej do jiné nádoby s vodou. Jest-li tato voda teplejší než prvá, vystoupí rtuť v rource nad čárku, kterou jsme na rource byli naznamenali t. j. konec sloupečku rtuťového bude nyní státi výše; jest-li však tato voda studenější než ona první, klesne rtuť pod čárku, kterou jsme byli učinili. Pozorujeme-li tedy výšku rtuti v rource, můžeme ihned říci, zdali voda v této druhé nádobě jest teplejší nebo studenější než voda v nádobě první.

Nástroj takový slove **teploměr** a kterak se zhotovuje, také hned povím.

§ 51. **Jak se dělají teploměry stodílné.** — Chceme-li zhotoviti teploměr (obr. 25.), dejme si od fukače skla na konec skleněné rourky, která velmi úzká jest, přidělati dutou, skleněnou kuličku, druhý konec rourky se nechá otevřený. Na to ohříváme onu kuličku nad líhovým plamenem, čímž vzduch v ní se rozšíří (zrovna jako prve, když jsme onen měchýř ohřívali). Ježto ale druhý konec rourky jest otevřen, uchází jím ohřátý vzduch ven. Než ohřátý vzduch v kuličce a v rource opět vychladne, ponořme otevřený konec tenké rourky pod povrch rtuti, která v jiné, širší nádobce se nalézá. Patrně jest nyní ve zmíněné kuličce méně vzduchu než bylo prve, neboť část jeho byla právě vypuzena teplem ven. Když tedy zbytek vzduchu, který tam zůstal vychladne a na menší prostoru se schoulí,

vetlačí vnější vzduch rtuť do rourky, kteráž pak prázdný její prostor vyplní. Tlak vzduchu



Obr. 25.

zdvihá tu rtuť tak, jako zdvihá a tlačil vodu do stojanu pumpy vodní (§ 34). Část této rtuti vežene se tedy do koule. Jakmile máme část rtuti v té kouli, ohříváme ji i se rtutí v ní a rourkou nad plamenem kahanu líhového. Rtuť za nedlouho počne se vařit a její páry vytlačí vzduch z rourky, takže konečně kulička i rourka pouze parami rtuťovými naplněny jsou. Jak toto nastane, strčme otevřený konec rourky ještě jednou do nádoby se rtutí. A protože nyní ani v kuličce, ani v rource není žádného vzduchu, nýbrž jen páry rtuťové a tyto, jak chladnou, se srážejí, povstává tím v rource vzducho-

prázdný prostor a rtuť, do které skleněná trubička jest ponořena, vniká tlakem vnějšího vzduchu do rourky i do kuličky, až je obě docela vyplní. Když jsme takto rourku i kuličku naplnili rtutí, zandejme otevřený její konec, prve než vychladne tím, že skleněný otvor této rourky nad ohněm zatavíme, takže pak vzduch nikudy do ní nemůže, čímž první oddíl naší práce jest ukončen.

Když rourka teploměrná z této stránky jest hotova a jak náleží dobře vychladlá, položme

ji do nádoby, ve které jest na drobno nasekaný led, jenž právě taje. Rozumí se, že rtuť v rource klesá, neboť led jest velmi studený (vždyť víme, že sloupec rtuťový se stahuje, když koule teploměrná do studené hmoty se dá). Když rtuť více neklesá, poznamejme si jemným pilníčkem na skle místo, až kam rtuťový sloupec dosahuje, čárkou. Až k této čárce bude sáhati rtuť stále, kdykoliv přístroj ten vložíme do tajícího ledu, nebo do něčeho, co jest tak studeno jako led, který taje. Na to se roura teploměrná i s koulí postaví do vařící vody a označí se jako prve místo, až kam rtuť vystoupila, jemnou čárkou. Rozumí se, že teď stojí rtuťový sloupec velmi vysoko, nebo vařící vodou roztáhla se rtuť velmi značně. Máme tudíž na naší teploměrné rource dvě čárky příčné, jedna z nich značí kam až dostoupí rtuťový sloupec, když postavíme teploměrnou kouli do tajícího ledu; druhá pak udává výšku sloupce, když ponoříme kouli teploměrnou i s rourkou do vařící vody. Uvidíme sice později, že teplota vařící vody není vždy stejná, ale pro první případ můžeme přijati za pravdu, že vařící voda má určitou teplotu.

Když jsme takto na rource teploměrné řečené základné body, udávající teplotu tajícího ledu (bod mrazu) a horkost vařící vody (bod varu), určili a trvale na rource poznamenali, jest nám ještě rozdělití vzdálenost těchto dvou bodů od sebe na 100 stejných dílků. K účelu tomu ponoříme celou rourku teploměrnou na okamžik do roztaveného obyčej-

ného vosku a vytahněme ji rychle ven. Rourka se obalí vrstvou vosku, do které na patřičných místech špičkou jehly se vryjí jednotlivé čárky, sáhající až na samé sklo. Pak se položí celá rourka do rozředěné kyseliny fluorovodíkové (kazivcové). Tato na vosk nepůsobí, leptá však do skla na těch místech, která jehlou vosku byla zbavena, znalé a trvalé čárky. Vyndáme-li potom rourku **opatrně** z kyseliny ven, shledáme, že všechny čárky, které jsme jehlou vrýpali, touto žiravou tekutinou do skla jsou vleptány a tvoří stupnici, na které od bodu mrazu až k bodu varu po stu příčlích čili stupních okem nahoru i dolů stoupati můžeme, z nichž každý stupeň značí něco teplejšího než stupeň pod ním a něco studenějšího než stupeň nad ním.

Nejnižší stupeň označujeme nulou (0°) a nejvyšší stem (100°) a poznamenáváme každý desátý stupeň mezi těmito postupně patřičným číslem, pak jest náš teploměr hotov.*

Takový nástroj slove **teploměr stodilný** a ježto stupnice takto upravená jest velmi pohodlná, budeme ji příště stále užívat.

Jestliže je teplota některé hmoty toho způsobu, že teploměr, který se jí dotýká, vystupuje na 10, 20 nebo 30° , pak pravíme, že **teplota** této hmoty jest 10, 20 nebo 30 stupňů atd.

* U každého téměř teploměru sahá stupnice, shora popsaná, též dolů pod bod mrazu (pod 0°). Stupně tohoto spodního oddělení znamenají opak tepla tedy zimu a označují se ležatou čárkou před číslici učiněnou, na př. -4° znamená 4 stupně zimy.

(Dodatek překladatelův).

Tající led má tudíž teplotu nulového stupně (píše se 0^0) a vařící voda teplotu 100 stupňů (píše se 100^0) stupnice stodílné; 20^0 jest příjemná teplota letního dne a 35^0 asi jest teplota naší krve čili krevní. Nástroj takový jest vůbec velmi přesné měřítko k určování teploty hmot.

§ 52. **Jak pevných hmot teplem nabývá.** — Zvláštními zkouškami, podobnými té, která při pokuse 36. udána, ale přesnějšími než tato, bylo vypátráno, o kolik se roztahují skleněné neb kovové tyče, když je ohřejeme od bodu mrazu (0^0) až na bod varu (100^0) podle stodílného teploměru.

Výsledky jsou na tabulce, jež následuje, vyznačeny :

Roztah tyče 1000 m. dlouhé,
když se ohřívá od teploty ta-
jícího ledu až k teplotě vařící
vody

Sklo se roztáhne o	.	.	.	85 centim.
Měď " " "	.	.	.	171 "
Mosaz " " "	.	.	.	188 "
Železo měkké se roztáhne o	120			"
Železná litina " " "	109			"
Ocel se roztáhne o	.	.	.	114 "
Olovo " " "	.	.	.	282 "
Cín " " "	.	.	.	196 "
Stříbro " " "	.	.	.	192 "
Zlato " " "	.	.	.	144 "
Platina " " "	.	.	.	87 "
Cínk " " "	.	.	.	298 "

§ 53. **Kterak nabývá kapalin teplem.** — Kapalin teplem nabývá více než pevných hmot, když jejich teplota stoupá, nemůžeme však

činiti pokusy kapalnou tyčí, protože z kapaliny se nedá udělati ani tyč ani prut. Pročež vezměme na tento případ určitou jednotku míry na př. **litr** a vyšetřujme, kolik litrů by vyteklo, kdyby kapalina, která za teploty nulové sto tisíc litrů čili tisíc hektol. zajímá, se ohřála na 100° (stupňů).

Kdyby 100.000 litrů rtuti se ohřálo od 0° na 100° nebo od bodu mrazu až k teplotě vařící vody, vyteklo by jí z vrchovaté nádoby 1815 litrů, kdyby ale 100.000 litrů vody mezi týmiž teplotními mezemi se ohřálo, vyteklo by vody z vrchovatě naplněné nádoby 4315 litrů. Podobnými pokusy se vyzkoumalo, že kapaliny teplem více se roztahují než hmoty pevné a že kapaliny při vysokých teplotách rychleji se roztahují než při teplotách nízkých, když je ohřejeme v obou případech o stejný počet stupňů na př. o 10° C.

§ 54. **Jak vzdušín teplem nabývá.** — Také vzdušín (plynů a par) nabývá teplem a to velmi mocně; nesmíme však toho zapomínati, že vzdušiny též jinými příčinami než toliko teplem se rozšiřují. Zpomeňme si jen na ten kaučukový balonek pod poklopem vývěvy, který se rozpínal, když vzduch z poklopu se vyssával (pokus 25.). Chceme-li tedy zjisti, oč určitého objemu plynu teplem nabýlo, nutno míti pozor na to, aby vzduch, který plyn ten odevšad obklopuje, tlaku svého neměnil. Můžeme na př. obyčejný zvířecí měchýř naplniti poněkud vzduchem a pozorovati, oč ho nabude ve volném vzduchu t. j. když na něm spočívá stejný tlak ovzduší

čili atmosféry a my jej od bodu mrazu až na 100° , na bod varu vodního ohřejeme.

Takto se přesvědčíme, že měchýř vzduchem ne docela naplněný, jehož krychlový obsah při teplotě tajícího ledu 1000 krychlových centimetrů měří, při teplotě vařící vody prostor 1367 krychlových centimetrů vyplní. Máme-li tedy dostatečné množství ledové vody (0°) a ponoříme-li do ní tento 1000 krychlových centimetrů vzduchu obsahující měchýř tak, aby celý byl pod vodou; spatříme, která voda stoupá a vyplňuje prostor 1000 krychl. centimetrů, neboť tolik prostoru zajímá právě zmíněný vzduchem naplněný měchýř.

Naplníme-li však nádobu, ve které byla ledová voda, vodou vařící a ponoříme-li pak do této vařící vody zmíněný měchýř, aby celý pod vodou byl, tu shledáme, že voda vystoupí ve stupňované nádobě o 1357 krychlových centimetrů výše a tudíž zajímá měchýř horkým vzduchem naplněný při teplotě vařící vody prostor 1357 krychl. centimetrů. Roztáhl se tudíž o 357 krychl. centim.

§ 55. **Poznámky k roztahu těles teplem.** — Kapaliny i pevné hmoty roztahují se ohromnou silou. Naplníme-li železnou kouli úplně vodou, uzavřeme-li ji na to železným šroubem a rozpálíme-li ji pak silně v ohni, stačí síla, kterou voda uvnitř se roztahuje úplně k tomu, aby kouli roztrhla.

U velkých železných a trubkových mostů nutno nechat trochu volného místa, aby mělo železo kam se roztahovati; nebo u prostřed leta jest takový most o něco delší než na př.

v zimě a nemá-li, kam by se prodloužil, běře ze síly, která jej prodlužuje, škodu.

Na trubkovém mostě, spojujícím úžinu mořskou s ostrovem Anglesey (Englsý), jest za tou příčinou zvláštní mechanická strojba zařízena.*

Síla roztahovací a stahovací jest v některých případech velice užitečna, příkladně, když vozní kola se okovávají. Železná obruč rozžhaví se do červena a navleče se v tomto stavu rozžhaveném volně na kolo. Pak se rychle ochladí, ochlazením se stáhne a přilehne ke kolu zcela těsně a pevně.

§ 56. **Teplo měrné.** — Některé hmoty potřebují většího množství tepla než jiné, aby teplota jejich o jeden stupeň se zvýšila. Ono množství tepla, jehož jest třeba, aby kilogram některé hmoty se oteplil o jeden stupeň, slove **teplo měrné**. Voda má největší měrné teplo t. j. abychom oteplili jeden kilogram vody, potřebujeme více tepla než k témuž účinku u kterékoliv jiné hmoty. Teplo, kterého jest potřebí, aby kilogram vody o jeden stupeň se oteplil, stačí, aby 9 kilogr. železa, 11 kilogr. cinku nebo do konce 30 kg. rtuti neb zlata o jeden stupeň se oteplilo.

Pokus 39. Abychom se o velkém měrném teple vody přesvědčili, vezměme dva kilogramy rtuti, ohřejme je na 100° t. j. na teplotu vařící vody a vlejme je do kilogramu vody obyčejné teploty. Pozorujeme-li přesně

* Most ten slove Menai Bridge (vysl. Mené bridž) a patří k nejznamenitějším stavbám světovým.

výšku rtuťového sloupce na teploměru, do vody postaveném, prve než jsme vodu se rtutí smísili a pak potom, když jsme do ní horké rtuti nalili, shledáme, že teplota vody sotva o více než o 5 stupňů vystoupí.

§ 57. Změna skupenství čili nahrnulosti hmot.

— Mluvili jsme již dříve o trojím skupenství, o hmotách pevných, kapalných a vzdušných. Rozžhavíme-li hmotu pevnou, mění se ve skupenství kapalně a pak přechází ze skupenství kapalného ve skupenství plynné.

Led, voda i pára skládají se z látek úplně stejných; led se mění teplem ve vodu a když voda dále se ohřívá, přechází úplně v páru. Táž proměna děje se, když si vybereme jiné látky a podobně jimi naložíme. Dejme na př. kus onoho kovu, který sluje **cink**, nad oheň, za chvílku se roztaví a když jej budeme dále rozpalovati, změní se celý v cinkové páry. Ano i tvrdé, pevné železo neb též i ocel můžeme roztaviti, ba i v páry proměnití a teprv pomocí elektřiny (o které později zevrubněji promluvíme) možno bez pochyby každou látku tak rozpáliti, že se z ní udělá pára nebo plyn.

Nemůžeme však všecky hmoty dostatečně ochladiti, abychom z kapalných učinili tuhé a z plyných kapalně. Čistý líh na př. neochladil dosud nikdo tak, aby ztuhl jako led, víme však velmi dobře, že potřebujeme jen větší zimy, než máme, a že by pak líh nezbytně ztuhl v led. Podobně nemohli jsme dosud obyčejný vzduch tak ochladiti, aby se z něho stala kapalina; ale víme na jisto,

že by nám toto se podařilo, kdybychom jen větší zimu nebo ochlazení způsobiti mohli. Není zrovna zapotřebí představovati si, že zima něco jiného jest, než nedostatek tepla. Hmota studená jest ta, která má v sobě málo tepla, hmota studenější chová v sobě ještě méně tepla, ale i nejstudenější hmota, kterou můžeme vůbec uměle způsobiti, drží v sobě přece ještě něco tepla. V ohledu tom nesmíme se spravovati pouhým citem, když hmoty se dotýkáme. Dvě hmoty mohou podle teploměru míti stejné teploty a přece může, když se jich dotýkáme, jedna z nich se zdáti mnohem chladnější než druhá. Držíme-li na př. jednu ruku delší čas ve vodě velmi horké a druhou ve vodě velmi studené a dáme-li pak obě ruce do vody vlažné, jeví se tato voda jedné ruce teplou a druhé ruce studenou. Pročež se nemáme v této příčině ničím řídit, než teploměrem a nesmíme se domnívati, že zima jest něco jiného, než nepatrná zásoba tepla.

Vraťme se zpět ku svému předmětu. Podobá se, že by všechny hmoty ztuhly t. j.: v pevné skupenství se převlekly, kdybychom je mohli jak náleží ochladiti, t. j. všeho tepla úplně zbaviti. Kdybychom pak takovou hmotu dostatečně oteplili, proměnila by se nejprve v kapalinu a kdybychom kapalinu tu dále ohřívali, stala by se z ní konečně jen pára nebo plyn. Přihlížíme-li k tomu, jak snadno některé hmoty své skupenství zaměňují, sledáváme v nich velkou rozmanitost. Led taje hned, když jej ohříváme, cín a olovo nutno

rozpáliti na 200° a na 300° , prve než se taví; železo se taví později než olovo a platina se taví opět ještě později než železo. Hmoty, které roztaviti bývá velmi nese-
 snadno, slovou hmoty **těžko roztopné**. V přiložené tabulce udány jsou teploty, za kterých některé velmi užitečné hmoty se taviti počínají :

Led taje za teploty	0°
Kostík (fosfor) za	44°
Spermacetí (tuk vorvaní)	49°
Draslík (kalium)	58°
Sodík (natrium)	97°
Cín	235°
Olovo	325°
Stříbro	1000°
Zlato	1250°
Železo	1500°

Platina jest tak těžko tavitelna, že ani udati nemůžeme, za které teploty se taví.

Uhel jest ještě tíže tavitelný i v nejprudším žáru zůstává tuhým a že by někde uhel se roztavil nebo dírkami rošťovými byl prokapal, neviděl dosud zajisté nikdo.

Všecky hmoty se tudíž mění teplem na stejný způsob. Kdybychom teplotu mohli dostatečně snížit, skřehly by veškeré hmoty jako led a kdybychom mohli způsobiti jak náleží prudký žár, staly by se všechny hmoty plynnými jako jest pára; zkrátka, změna, která teplem se děje, jest vždy téhož druhu; pročez učiníme nejlépe, když si za vzorek všech ostatních hmot zvolíme vodu a na ní působení i účinky tepla zkoumati budeme.

Při tom chceme počítí pevným jejím skupenstvím, když totiž voda v podobě ledu se jeví.

§ 58. **Utajené teplo vody.** — Vezměme kus velmi studeného (suchého) ledu, roztlučme jej na kousky a postavme kuličku našeho teploměru do tohoto roztlučeného ledu. Dejme tomu, že teploměr ten ukazuje 20 stupňů pod nulou. Ohříváme-li tento led, zvýší se jeho teplota za stejných jinak okolností podobně jako teplota každé pevné hmoty, až dostoupí stupně nulového (0°).

Na tomto stupni teploměr se zastaví a nevystoupí výše, dokud poslední kousek ledu neroztál. Co dělá medle teplo, že nezvyšuje teplotu ledu nad bod nulový? Co dělá? —

Taví led. — Nejprve působí veškeré teplo jediné k tomu, aby teplota velmi studeného ledu se zvýšila; vystoupí-li však tato teplota až na bod nulový, nastává teplu úkol jiný, nyní nepůsobí teplo nic jiného, než že rozpouští led a když led roztaje, má voda z něho povstala teplotu nulovou, neboť není o nic teplejší než tající led.

Voda ledová (0° teplá) jest tudíž tak teplá, jako tající led, ale drží v sobě množství tepla, které nazýváme teplem **skrytým, utajeným** čili **vázaným**, protože na teploměr pranic nepůsobí.

Pokus 40. O tom se můžeme přesvědčiti, položíme-li trochu rozdrobeného ledu na cínovou misku a ohříváme-li ji pak nad lampou až jen několik málo kousků ledových na misce zbývá. Ponoříme-li pak do této ledové vody teploměr, uvidíme, že výše neukazuje

než na nulu (0°) t. j. že roztavený led jest zrovna tak studený jako led tající.

§ 59. **Utajené teplo páry.** — Proměnili jsme teplem led ve vodu. Ohříváme-li tuto vodu dále, stoupá její teplota způsobem obyčejným čím dále, tím výše jako u každé jiné hmoty, až dostoupí bodu varu nebo 100 stupňů. Na to se další stoupání teploty zastaví a topíme-li pod touto vodou dále, nedocílíme tím jiného, než že ji proměňujeme v páru, jejíž teplota jest 100° a nic více; nebo jako se spotřebovalo mnoho tepla k tomu, aby se led teploty nulové proměnil ve vodu teploty nulové, podobně třeba velkého množství tepla k tomu, aby voda 100° teplá se proměnila v páru rovněž 100° teplou. Můžeme tudíž vším právem říci: Pára 100° teplá rovná se vodě 100° teplé, spojené s velkým množstvím tepla, kteréžto teplo nazýváme **utajeným**, protože na teploměr nepůsobí.

Pokus 41. O tom se můžeme přesvědčiti, když trochu vody necháme v láhvi povařiti a teploměr pak nejprve do vody a pak do páry ponoříme. Tu shledáme, že voda i pára stejně teplé jsou, aneb jinak řečeno, že pára z vařící vody není teplejší než vařící voda sama.

Z toho poznáváme, že led potřebuje utajeného tepla, by se stal vodou a voda opět že potřebuje utajeného tepla, by se stala parou.

Kolik tepla k tomu třeba, aby 1 kilogram ledu 0° (nulové teploty) se proměnil v 1 kilogram vody 0° , můžeme změřiti a shledáme takto, že k tomu patří právě tolik tepla, kolik

ho třeba, aby se teplota 79 kilogramů vody o **jeden** stupeň zvýšila. Toto právě chceme vyjádřiti, pravíme-li, že utajené teplo vody jest 79. Podobným způsobem se vyzkoumalo, že utajené teplo páry jest 537 čili, že k tomu, aby jeden kilogram vody 100° teplé se proměnil v páru stejné teploty, patří tolik tepla, že by se jím 537 kilogramů vody o jeden stupeň otepliti mohlo.

Patří tedy hodně mnoho tepla k tomu, aby led roztál a též hodně mnoho času k tomu; a jest velice dobře, že tomu tak a nejinak jest.

Jen trochu uvažujme, co by se stalo, kdyby led nad teplotu nulovou poněkud zahřátý najednou se rozplynul v samou vodu? — Tím by se stala velká část zemského povrchu neobyvatelnou, neboť za některého pěkného dne z jara pustil by všecek led na horách a ohromné proudy vody valily by se s vrchů do údolí, voda ta by strhala a odnesla veškerou půdu a velké lány země v nížinách by byly vodou zatopeny a odplaveny.

Právě tak velikým dobrodiním jest nám, že k tomu velkého množství tepla třeba, bychom vařící vodu proměnili v úplnou páru; nebo, kdyby voda nad bod varu jen poněkud rozpálená, najednou v páru se proměnila, stal by se u každého samovaru na thé, u každého kotlíku na vaření výbuch a parní stroj by byl holou nemožností.

Víme již z předešlých výkladů, že pára jest plyn jako vzduch; skutečná pára že jest neviditelná. Vaří-li se silně voda v parním kotli, nevidíme u samé parní píšťaly ničeho, teprv

asi na prst od ní spatřujeme obláčky. Nebo když lokomotiva (mašina železniční) páru vyfukuje, nevidíme při samém otvoru komínu ničeho; teprv v malé vzdálenosti nad komínem vidíme obláčky. Tato neviditelná vzdušina, která z parní píšťaly nebo z parního komínu ven vyráží, jest vlastní pára, ale viditelné obláčky parní skládají se z drobounkých vodních krůpějí, povstávají jen z páry když tato se ochladí, nejsou tedy již parou, nýbrž vodou. Skutečná pára jest neviditelná jako vzduch neb jiný plyn.

§ 60. **Var a výpar.** — Zabývali jsme se dosud parou, která vychází z vařící vody. Nesmíme si však představovati, že z vody, prve než vaří, nevychází žádná pára, to by se špatně srovnávalo se skutečností. Tuším, že všichni víme, kterak z vody nad ohněm postavené vychází pára mnohem dříve než tato počne vařiti. Rovněž jest každému známo, kterak mokrá nebo vodou prosáklá látka na blízku ohně schne t. j. kterak z ní voda v podobě páry uchází. Vychází-li pára z vody, která nevaří, sluje pak **výpar**; vychází-li však pára z vody, která vaří, sluje celý výjev **var vody**. Rozdíl jest jednoduše tento: Ohříváme-li vodu nad ohněm, má teplo nejprve dvě věci na práci. Předně otepluje vodu, za druhé mění ji z části v páru; vystoupila-li však teplota vody na 100° čili na bodu varu, nemůže voda státi se teplejší než jest; pak se soustřeďuje veškerý účinek ohně v tom, proměnití vodu v páru a pára nevychází pak pouze od hladiny vodní, nýbrž

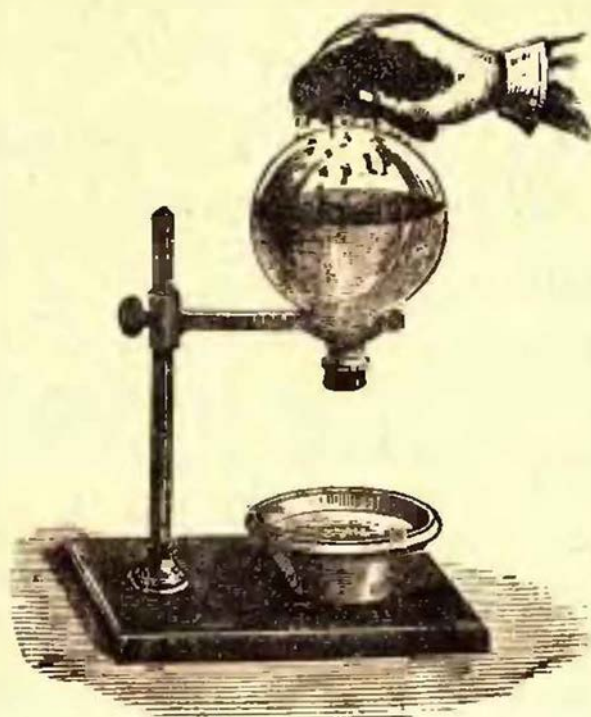
také ze hloubky a my slyšíme lomož varu, způsobený tím, že bubliny páry vodou vzhůru procházejí a do vzduchu prchají.

§ 61. **Bod varu závisí na tlaku.** — Zde jest místo zmíniti se o tom, že teplota, za které voda vaří, není bod stálý a zcela určitý, jako není teplota, za které led taje, vždy stejná a že ona teplota na tlaku vzduchu závisí. Jestliže tlaku vzduchu ubývá, vaří voda dříve než při 100 stupních. Tlak vzduchu na vrchole vysoké hory jest menší, jak již známe, než na její úpatí, protože na vrchole hory máme menší výšku ovzduší, tedy též menší váhu, i menší tlak vzduchu nad sebou. Na vrchole hory, řečené Montblank (hora bílá) ve Švýcarech, která jest 4500 metrů vysoká, vaří příkladně voda 85° teplá, a kdyby cestovatel na vrchu této hory uvařiti si chtěl v kotlíku vejce, mohl by je celou hodinu vařiti a přece by vejce na tvrdo neuvařil, nebo 85° C teploty nestačí, aby bílek ve vejci na tvrdo se srazil.

Kdybychom naopak vařili vodu na dně hluboké hornické šachty, shledali bychom, že bod varu značně nad 100° vystoupil.

Pokus 42. Tento jednoduchý a každému snadný pokus ukazuje zřejmě, že teplota vařící vody závisí na tlaku vzdušiny (vzduchu nebo páry), kterým tato na povrch kapaliny působí. Naplníme skleněnou láhev do pola vodou, ohříváme ji a nechme v ní vodu chvíli povařit, až všecek vzduch horkem se vypudí a otevřeným hrdlem z láhve ujde, tak že pak v láhvi zůstane jen voda a pára. Na to za-

opejme hrdlo té láhve neprodyšně hustou korkovou zátkou, dejme ji od ohně dále a převraťme ji hrdlem dolů, jako na obr. 26. Když voda vařiti přestala, vezměme houbu a kropme z ní studenou vodu na láhev; voda v láhvi počne vařiti znova. Věc se má takto: Prve než na láhev kapala studená voda, tlačila na povrch vody v láhvi silně napjatá



Obr. 26.

pára a nedopouštěla vodě vařiti. Avšak studená voda způsobila, že tato pára se srazila a její tlak na povrch vody se tím zrušil. Ježto ale voda za nízkého tlaku snáze vaří než za vysokého, počala tato tlaku sprostěná voda v láhvi vařiti znova.

Prve než od tohoto předmětu jinam se obrátíme, budiž zde připomenuto, že některé hmoty se roztahují, když se taví t. j. když

z pevného skupenství přecházejí v kapalinu, jiné naopak, když se taví, že smršťují se.

Pokus 43. Vezměme si na př. **led**, který jak známo jest lehčí než voda, což zřejmo již z toho, že led na vodě plove.

Tím se stává, že led, když ve vodu se mění, silně se smršťuje a naopak, že voda, když mrzne čili v led se mění, silně se roztahuje. Roztah tento se děje velkou silou. Naplníme-li tlustou, železnou nádobu na vrchovato vodou, uzavřeme-li ji pak kohoutkem, můžeme tím, že způsobíme, aby voda v nádobě zmrzla, nádobu snadno roztrhnouti.

Železná litina smršťuje se podobně jako led, když se taví, nebo což jest totéž, roztahuje se jako voda, když zamrzá čili když tuhne. Tedy když tekuté železo do formy se vlévá, nabývá ho, když tuhne, tak že vyplňuje všechny důlky formy; může tudíž jednou formou slévati se. Naopak zlata, stříbra a mědi nabývá, když se taví a ubývá jim objemu, když tuhnou, proto také nevyplňují jako železná litina hrbolce čili nerovnosti formy; peníze, které z kovů těch se dělají, nelze tudíž slévati, ty nutno raziti. Avšak všechny hmoty bez výjimky roztahují se velmi značně, když ve vzdušiny se mění. Z krychlového centimetru vařící vody nabýváme téměř 1700 krychlových centimetrů páry.

§ 62. **Jiné účinky tepla.** — Poznali jsme, že teplo hmoty roztahuje, čili že většími je činí a že též jejich stav čili skupenství mění; nebo ze hmot pevných stávají se teplem kapaliny a z kapalin plyny, když totiž do nich

neustále teplo ženeme. Poznali jsme mimo to, jakou moc teplo má, kterak nejtvrdší železný prut teplem se rozžhavuje do běla a měkne jako syrup; rozpálíme-li jej však ještě víc, že i v páru se mění. Teplo jeví však ve hmotách ještě mnohé jiné účinky; podporuje na př. činnost chemické přitažlivosti. Uhel příkladně se neslučuje za nízké teploty s kyslíkem vzduchu; můžeme tudíž své uhlí schovávat ve sklepě jak jen dlouho chceme. Užijeme-li však k tomuto účelu tepla, slučuje se uhel s kyslíkem hned a ježto tento děj slučování sám teplo budí, postupuje slučování dále, čemuž obyčejně říkáme, že uhel hoří.

Podobně užíváme tepla, opakujeme-li pokus, který v lučbě se dělá (pok. 5.) a kde síra s mědí se slučuje, abychom toto slučování do proudu uvedli. Jakmile slučování toto počne, vzbudí se teplo a děj postupuje dále sám sebou, aniž k tomu třeba tepla, vycházejícího z hořícího kahanu.

§ 63. **Míšeniny zimotvorné.** — V lučbě se učí, že, když hmoty se slučují, teplo se budí a tak se děje téměř vždy. Ale jaksi výmínečně přece někdy se stává, že když dvě hmoty se smíchají, které k tomu jsou náchylny, aby jedna ve druhé se rozpouštěla, pak teplo nepovstává, nýbrž zima. Obyčejná kuchyňská sůl a sníh jeví na př. náchylnost rozpouštění se v sobě a skutečně se též rozpouštějí, čímž se způsobuje zima čili spíše se pohlcuje velké množství jejich tepla.

Pokus 44. Abychom se o tom přesvědčili, smichejme rychle trochu tajícího rozdrobe-

ného ledu nebo sněhu s kuchyňskou solí a postavme kuličku našeho teploměru do této směsi. Rtuť v rource teploměrné klesne ihned pod bod mrazu (0°), z čehož patrně, že tato míšenina jest studenější, než tající led.

Čím se to asi stává? Příčinou toho jest, že, když obě hmoty jsme smíchali, nemáme více dvě pevné hmoty před sebou, nýbrž kapalinu, totiž silně slanou vodu. Z dřívějšího však jsme již poznali, že teplo se pohlcuje a utahuje, když pevné hmoty se rozpouštějí na př. když led taje.

Poněvadž tedy slaná voda povstala z tajícího ledu, pohltila v době, kdy právě se dělala, ze sněhu* i ze soli značnou část tepla do sebe. Odtud pochází tato velmi studená kapalina, kterou jsme smísením dvou pevných hmot uměle způsobili. Z toho poznáváme, když dvě pevné hmoty v sobě se rozpouštějí, proč teploty jejich často ubývá; neboť tavením hmot teplo se pohlcuje. O takových hmotách říkáme, že jsou **míšeniny zimotvorné**.

Podobně jest kapalina, která příliš rychle se vypařuje, velmi studená, protože spotřebuje k tomu mnoho tepla, by se z ní stala pára nebo vzdušina, a toto teplo bere pak, kde jen může. Nakapeme-li příkladně na ruku etheru, ucítíme zimu, neboť tato kapalina prchá okamžitě do vzduchu, jako pára a odnímá, když se vypařuje, ruce naší teplo. Mnohdy můžeme způsobiti velmi nízké te-

* Též sníh je teplý.

ploty nebo značné ochlazení tím, když jisté kapaliny necháme rychle vypařovati.

Pokus 45. Abych výjev ten ukázal, naliju na mělkou misku trochu studené vody a položím ji na jinou misku, ve které jest silná kyselina sirková nalita; obě misky postavím pak pod skleněný poklop vývěvy a vyčerpám z něho vzduch. Když takto odstraněn vzduch i jeho tlak, vypařuje se voda tak rychle a odnímá sama sobě tolik tepla, že tuhne a v led se mění.

§ 64. **Sdílení tepla.** — Obrátme nyní pozornost svou k jiné stránce tohoto předmětu a pozorujme způsoby, jimiž teplo do vůkolí se šíří. Horká hmota nezůstává stále horkou, rozdává své teplo hmotám studenějším, které ji obklopují, nedělá to však pokaždé stejně, nýbrž dle okolností.

Pokus 46. Dejme na př. konec železného prutu do ohně; tu vnikne z ohně něco tepla do tohoto konce a postupuje po prutě dál, až ohřeje jeho druhý konec, který od ohně jest nejdále, nejprve mírně, pak čím dále, tím silněji, až konečně tak mocně, že se ho nelze rukou dotknouti. Tento způsob postupování tepla železem slove **teplovod** čili **rozvod tepla**.

Pokus 47. Naplníme láhev asi na tři čtvrtě vodou a ohřívejme ji nad ohněm, tedy z dola. Jakmile nejspodnější částky vody se oteplí, stanou se lehčími a vyplavou na povrch vody z téhož důvodu, ze kterého vystupuje korek, pod vodu vložený a tam vypuštěný vzhůru na povrch vody. Vystupující tyto částice vodní nahrazují se jinými, studenějšími shora.

Tím přicházejí stále nové částice vodní k ohni a za malou chvíli jest všecka voda tak ohřáta, že počne vařiti. Tento způsob v postupu tepla slove **šíření tepla** čili jeho **rozvoz**.

Avšak ani tento, ani onen způsob nevy světlují nám, jak teplo ze slunce k zemi se dostává.

Rozvod i rozvoz tepla zakládají se na jeho postupu hmotami pevnými nebo kapalnými, který se děje od částice k částici, nelze však přímo za to míti, že takové částice mezi sluncem a námi skutečně jsou a přece víme, že světlo i teplo sluneční jen asi 8 minut potřebuje, aby se slunce postoupilo až na zemi, t. j. aby proběhlo dráhu 20 millionů mil. Patrně pohybuje se teplo, které slunce nám vysílá, rychlostí ohromnou a nedochází k nám tím způsobem, aby snad na své dráze oteplovalo všechny ty hmotné částice, kteréž mezi sluncem a námi jsou. Za jasného zimního dne, kdy vzduch jest velmi mrazivý, všelijaký, jen ne teplý, mohou sluneční paprsky mocně hřáti. Tento způsob, kterým teplo ze slunce nebo z jiné žhavé hmoty k nám dochází, nazýváme **sáláním tepla**.

Máme tudíž **tři** různé způsoby, jimiž teplá hmota své teplo se hmotou studenou sdílí, totiž vedení, šíření a sálání tepla.* Uvažujme o všech třech způsobách tepla dále.

§ 65. **Vodění tepla.** — Zmínili jsme se již o tom, že když dáme do ohně jeden konec

* U nás rozeznáváme obyčejně jen dva, totiž vodění a sálání tepla.

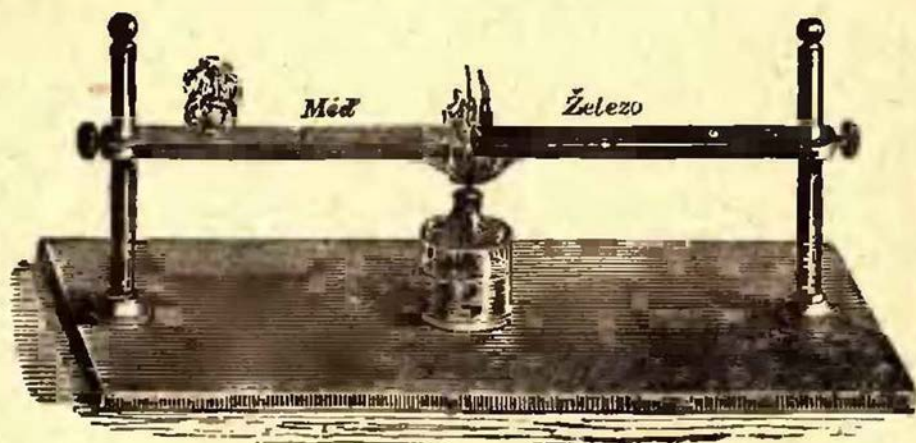
železného prutu, druhý jeho konec po čase tak se rozpálí, že naň nelze ani sáhnouti.

Kdybychom však místo železného prutu nebo místo kovové tyče vzali tyč skleněnou, nebo hliněnou a ji jedním koncem do ohně dali, nebude druhý její konec nikdy příliš horký, protože sklo a hlína teplo tak dobře nevodí (nezasílají dál) jako kovy. Vlna a perí jsou ještě mnohem špatnější vodiči čili dodávající tepla; proto vybrala příroda tyto látky k odívání zvířat, nebo teplota zvířete bývá obvykle vyšší než teplota hmot, které je obklopují a neodvádí se tak snadno vlnou, perím nebo kožichem, jimiž zvířata bývají opatřena. Podobně obkládáme hnací válce parních strojů, chceme-li v nich teplo udržeti, zvláštními plášti, které z látky nevodivé na př. ze dřeva se dělají.

Špatný vodič tepla není nám pouze tím užitečný, že nevypouští teplo ven, on nám prospívá též tím, že nepropouští žádného tepla do vnitř. Jako na př. odíváme své tělo flanelem, aby z něho teplo nevycházelo, podobně ovijíme kus ledu, jež chceme déle udržeti, flanelem, aby teplo opět do něho nevcházelo. Teplo totiž neprochází flanelem tak snadno, ať již jde z nitra ven, anebo z venku do vnitř.

Pokus 48. Že rozličné hmoty teplo nestejně rychle rozvádějí, jest velmi snadno dokázati. Na obr. 27. vidíme dvě tyče nebo drátové pruty, jeden z mědi a druhý ze železa, jichž konce spolu se stýkají. Na těchto koncích zahřívají se lampou. Když tato lampa nějaký

čas pohořela, vezměme dva malé kousky fosforu a položíme jeden na konec měděné tyče, který od plamene nejvíce jest vzdálen. Fosfor za nedlouho chytne a shoří. Nyní položíme druhý kousek fosforu na tyč železnou



Obr. 27.

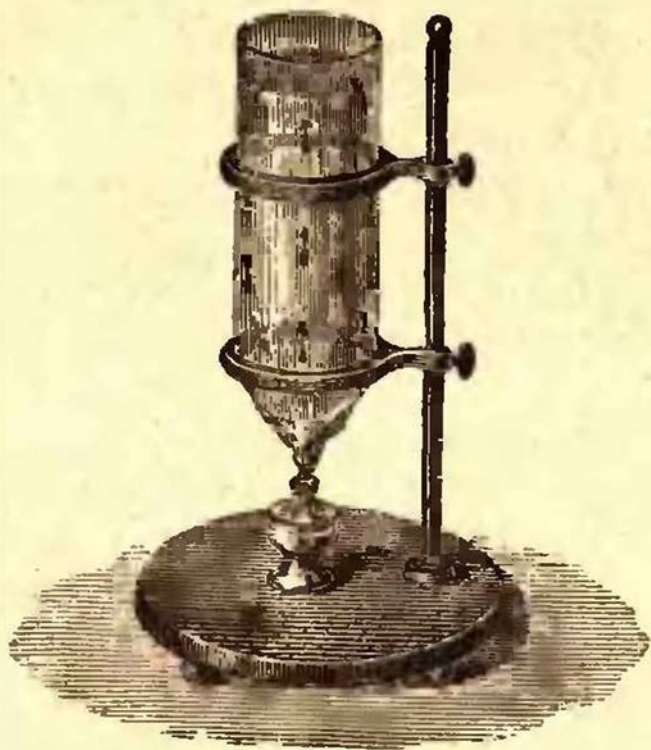
ve stejné vzdálenosti od plamene, jako jest hořící fosfor a tento kousek fosforu nechytá. Z toho patrno, že lampové teplo lépe mědí než železem se rozvádí.

Teplovodem se vykládá účinek ochranné lampy, kterou vymyslel p. H. Davy (čti Dévy) a sestrojil pro horníky; avšak tato velmi užitečná lampa byla vysvětlena v lučbě. (§ 41.)

§ 66. **Šíření tepla v kapalinách.** — Dejme tomu, že máme nádobu s vodou a na této vodě že plove jiná nádoba s vařicím olejem; i shledáme, že teplo toho oleje velmi pomalu vodou dolů se šíří; několik centimetrů pod hladinou vodní jest stoupání teploty sotva pozorovati.

Ohříváme-li však vodu v nádobě z dola místo s hora, jak obr. 28. ukazuje, prohřeje se za chvílku všechna voda v nádobě tak, že počne

vařiti. Jak již dříve praveno, vystupují ohřáté částice vodní, které takto lehčími se staly, ode dna vzhůru a nahrazují se studenějšími a těžšími částicemi shora, tak že povstává proudění, jak na obr. 28. šípkami naznačeno jest; ohřátá voda totiž pohybuje se prostřed-



Obr. 28.

kem nádoby vzhůru a studená voda padá po stranách dolů.

V přírodě jest několik pádných příkladů o šíření tepla; dejme tomu, jezero, které na svém povrchu působením prudké zimy se ochlazuje, jest takovým příkladem. Částičky vody na hladině jezerní ochlazují se nejprve, stávají se proto těžšími a klesají ke dnu, nahrazují se teplejšími a lehčími částicemi vodními z dola, takže za krátko celá vodní

hmota až na teplotu asi 4 stupňů nad bod mrazu se ochladí; odtud počínaje nabývá vody když ještě více se ochlazuje, proti obvyklému pravidlu, místo aby se smršťovala a vytvořili se led, plove tento led, ježto jest lehčí nežli voda, na hladině vodní.

Kdyby byl led těžší než voda, spadl by, jakmile by se vytvořil, ke dnu; tím by nová hladina vody se odkryla a brzy by celé jezero až na dno zamrzlo.

Takto ale nemůže mráz druhou vodní vrstvu proměnit v led, leč by tato pronikla nad led. Ježto však takové pronikání velmi pomalu se děje, není nebezpečí, že by jezero naskrze zamrzlo.

V přírodě máme též větry čili proudění ovzduší, která z nestejného oteplení vzduchu pocházejí. Z příčiny této proudí na př. horký vzduch od ohně komínem vzhůru a nahrazuje se studeným vzduchem ze světnice a zrovna totéž máme v ohromném rozměru ve velkolepé přírodní dílně na větry, neboť v těch končinách povrchu zemského, které rovníkovými se zovou a kde slunce nejvíce pálí, proudí vyhřátý vzduch podobně vzhůru, jako vzduch z kamen nebo z peciny odtéká do komína. Vzduch ten nahrazuje se vzduchem jiným, který od točen (pólů) t. j. od studených končin severních (u nás) přes povrch zemský proudí. Máme tudíž na rovníku stálou výpravnu proudů vzduchových, odtékajících od země vzhůru, které vzduch teplý ve vyšších končinách ovzduší k oběma pólům donášejí a mimo to jiné ještě proudy čili větry,

které opět od obou pólů čili točen zemských stále táhnou a rovníkový vzduch, ač již ochladlý, opět k rovníku nesou.

Tyto vzdušné proudy na povrchu zemském, které z krajin i do krajin rovníkových vanou, nazýváme stálými **větry pasátními**.

§ 67. **Sálavé teplo a světlo.** — Třetí způsob, kterým teplá hmota o své teplo přichází, jest **sálání**. Způsobem tímto dostává se sluneční teplo na zem. Abychom poznali zmíněný právě způsob sálání nějakým příkladem, můžeme hned u vytopených kamen se zastavit. Stojíme-li u silného ohně, trpíme v obličeji a očích velice horkem. Též z kotle, naplněného horkou vodou, sálá teplo, třeba že jeho paprsky nepronikají skrz oko jako paprsky ohenní nebo sluneční a nezpůsobují v něm pocit světla. Rozpálíme-li pevnou hmotu na př. hliněnou kouli, dějí se následující změny. Teplota hmoty počíná ihned stoupati a protože sálají z ní paprsky tepla, ale tyto paprsky jsou temné a nepůsobí v oko. Otepluje-li se hmota dále, počínají některé z ní sálající paprsky v oko působiti a hmota se stává žhavou do červena, na to do žluta, pak do běla a konečně svítí jasným světlem, které s paprskem slunečním přibliživě lze porovnat. Těmito světlymi paprsky, které hořící hmota sálá, budeme nyní na chvíli se bavit.

§ 68. **Rychlost světla.** — Dánský hvězdář Römer byl první, který vypátral rychlost, jakou světlo prostor světový probíhá. Abychom tomu porozuměli, vzpomeňme si, co se děje, když ze vzdáleného od nás děla někdo

vystřelí. Vidíme záblesk a po několika vteřinách slyšíme teprv ránu. Patrně nedochází zvuk do ucha v témž okamžiku, ve kterém rána z děla vyšla, vždyť dorazil k nám později než světlo. Ale dochází nás světlo okamžitě? Nemohla by věc býti též tak, že by světlo i zvuk zároveň z děla vycházely, oba nějaký čas potřebovaly, než by k nám dorazily a že by světlo při tomto běhu o závod vyhrálo a k nám proniklo dříve než zvuk? Otázka tato může toliko pozorováním a pokusem býti rozřešena a Römer ji rozhodl pozorováním.

Jest v prostoru světové velká planeta Jupiter, která od nás někdy velice je vzdálena, jindy opět zemi poměrně dosti blízká. Tato planeta má okolo sebe čtyři malé průvodčí čili trabanty, z nichž jeden v určitých dobách pravidelně podél kotouče neb povrchu Jupiterova přechází. Silným dalekohledem můžeme spatřiti, jak tento malý trabant čili měsíček Jupiterův jako temný bod přes velký povrch planety přechází. Tu shledal Römer, že jednou, když právě Jupiter byl velmi daleko od nás, tento trabant mnohem později přecházel, než dle obvyklého běhu přecházeti měl a soudil z toho, že my pozemčané nevidíme na zemi tento přechod v témž okamžiku, kdy se děje, nýbrž že světlo potřebuje nějaký čas, aby od Jupitera až do našeho oka došlo, zrovna tak, jako výbuch čili rána vzdáleného děla po výstřelu nějakou chvíli potřebuje, než do našeho ucha dojde.

Z toho nahlížíme, že světlo i zvuk potře-

bují něco času, aby postoupily dále, jen že světlo letí mnohem rychleji než zvuk. Světlo letí ohromnou rychlostí 40.000 mil za vteřinu, kdežto zvuk v téže době ve vzduchu jen asi o 340 met. dále se šíří. Světlo potřebuje 8 min. a 20 sek., aby od slunce k nám dorazilo, ač jest slunce od země 20 milionů mil daleko.

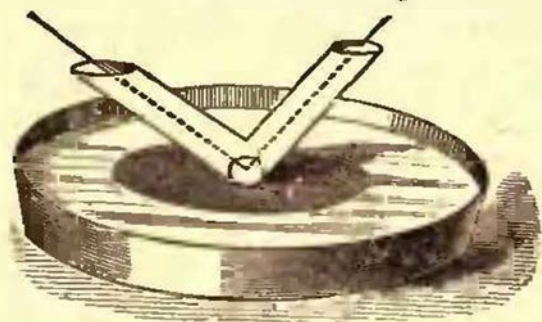
Kdyby tedy slunce náhle zhaslo, zpozorovali bychom to teprv o celých osm minut později.

Nesmíme si však představovati, že světlo z jemných částecek se skládá, které z horkých a svítících hmot se vyhazují a ohromnou rychlostí 40.000 mil za vteřinu prostorem světovým letí. Kdyby tomu tak bylo, zabil by nás jediný takový paprsek. Pravíme-li, paprsek světla vniká do oka, míníme tím něco podobného, jako když říkáme, že zvuk vniká do ucha. Vysvětlili jsme již dříve, že když slyšíme výbuch vzdáleného děla, nesmíme si věc mysliti tak, jakoby částčky vzduchu probíhaly skutečně celou tu vzdálenost od děla až k našemu uchu. Rovněž, když spatřujeme paprsek světla, nesmíme mysliti, že částčka světla ze svítící hmoty byla vržena a hnána až do našeho oka. V obou případech šíří se jen ráz nebo vlna tím prostředím, které mezi námi a hmotou jest a ráz ten se šíří dále od částice k částici týmž způsobem, který jsme při pokuse se známými koulemi ze slonové kosti (§ 44.) obšírně popsali.

§ 69. **Odraz světla.** — Dopadá-li světlo na hladký, kovový povrch, odráží se od něho. Držíme-li rozžatou svíčku před zrcadlem vi-

díme obraz této svíčky za sřcadlem t. j. paprsky, vycházející z hořící svíčky, dopadají na zrcadlo a toto je odráží do našeho oka tak, jako by vycházely ze zrcadla a nikoliv ze svíčky.

Pokus 49. Abychom pochopili, jak světlo v zrcadle se odráží, udělejme si vodorovnou a hladkou kovovou plochu; nalijme příkladně rtuti do mělké nádoby. K této rtuti přiložme co možná blízko rouru ohnutou a dole otevřenou, jak obr. 29. znázorňuje a nechejme ze



Obr. 29.

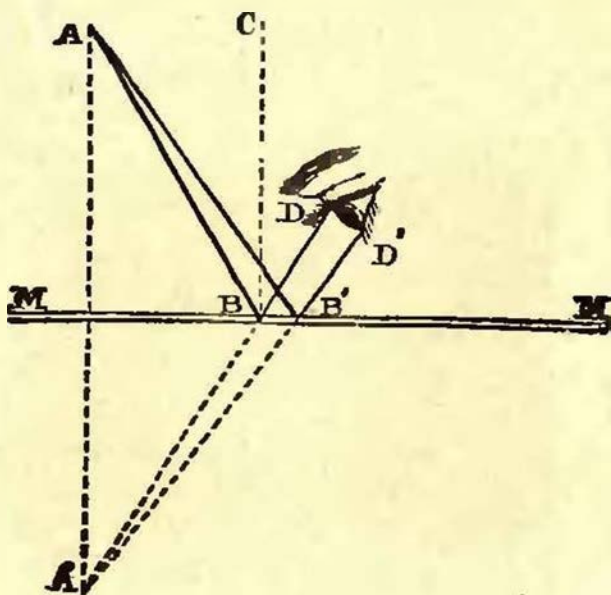
svíčky plamen po pravé straně roury na rtuť dopadati. Díváme-li se levým koncem zmíněné roury, spatříme plamen svíčky odražený od hladiny rtuťové.

V tomto pokuse vchází tudíž světlo ze svíčky jednou rourou dolů ke rtuti, naráží na hladinu rtuťovou a vychází opět druhou rourou vzhůru do oka. Aby tak se stalo, k tomu třeba dvou věcí. Předně nutno, aby obě roury k rovině rtuťového povrchu měly **stejně šikmou polohu** čili **stejný sklon** a za druhé, aby jedna **roura stála přímo proti druhé**, takže, kdyby obě dolů na povrch rtuti padly, by z nich povstala jediná přímá roura.

Dopadá-li tedy světelný paprsek na hlad-

kou plochu šikmo, vzdaluje se paprsek odražený od plochy odrážející v téměř úhlu čili sklonu, ve kterém paprsek dopadající se k ní blížil a oba tyto paprsky tvořily by přímou čáru, kdybychom je vodorovně položití čili na rovinu sklopiti mohli.

Zákonům o odrazu světla nelze dobře bez měřictví porozuměti, avšak přiloženým obrazcem zákony ty se stanou přece poněkud srozumitelnými.

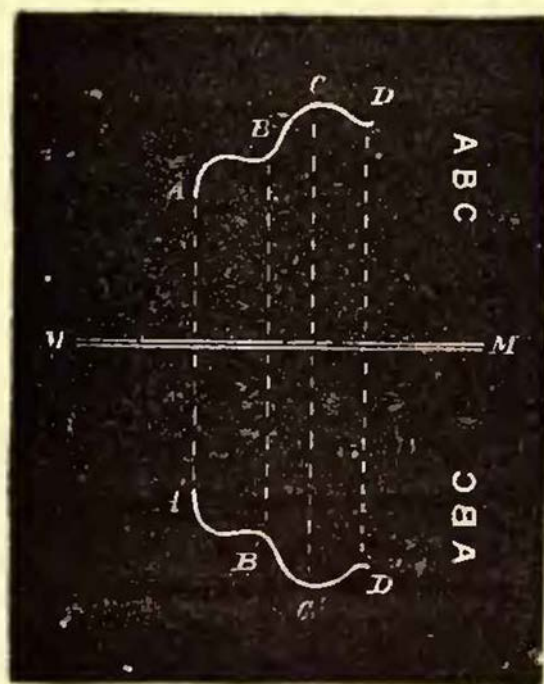


Obr. 30.

V obrazci tom znamená A světlý bod, z něhož světlo vychází a MM jest zrcadlo (rovné). Budťež AB a AB' dva paprsky světla, které v bodech B a B' na zrcadlo dopadají. Tyto vnikají pak do oka pozorovatelova směrem BD a $B'D'$, protože sklon dopadajícího paprsku AB se rovná sklonu odraženého paprsku BD a sklon dopadajícího paprsku AB' se rovná sklonu odraženého paprsku $B'D'$. Myslíme-li si směry obou paprsků BD a

$B'D'$ pod zrcadlo prodlouženy, protnou se oba v bodě A' , který jest pod zrcadlem právě tak hluboko, jako bod A nad zrcadlem vysoko. Oku se zdá, jakoby tyto paprsky vycházely z bodu A' , takže zdánlivé místo odraženého obrazu A' jest rovně tak daleko za zrcadlem, jak daleko jest bod A před zrcadlem.

Proto vidíme vždy, kdykoliv před zrcadlem stojíme, svůj vlastní obraz právě tak daleko za zrcadlem na protější straně k té, na které stojíme my; blížíme-li se k zrcadlu, blíží se též obraz v zrcadle k němu; vzdalujeme-li



Obr. 31.

se od zrcadla, vzdaluje se též obraz od zrcadla. Pozorujeme však přec jakýsi rozdíl, totiž, že naše pravá ruka v obraze jest levou a že náš pravý bok jest levým bokem obrazu, jinak jest obraz věrné vypodobení naší osoby.

Na obrazci 31. vidíme v dolní části obraz

části horní a pozorujeme, že na něm písmena od pravé ruky k levé jdou (písmo zrcadlové) a nikoliv od levé k pravé.

Jestli hladká, zrcadlicí plocha křivá, vznikají často podivné obrazy. Vezměme na př. lesklý, rtuťový povrch kuličky u teploměru a podívejme se do ní. Spatříme tam nejen svůj velmi malý a zpitvořený obraz, nýbrž i obraz celé světnice, jen že jsou vzdálené části světnice nesmírně malé.

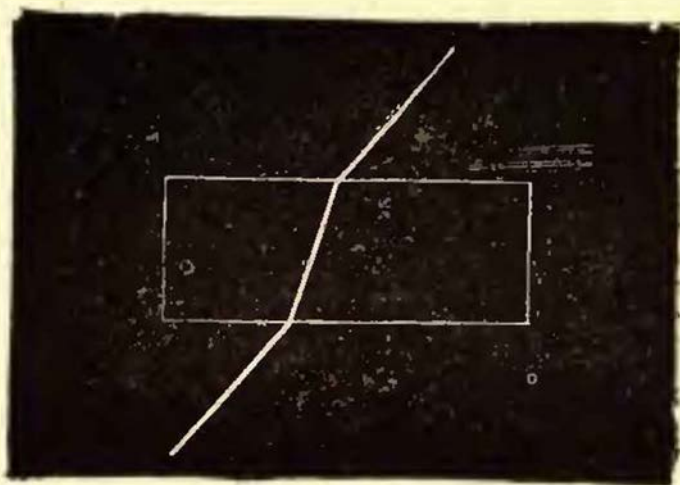
Vezměme opět dvě lesklá, dutá zrcadla jako na obr. 22., tenkrát ale nedáme hodinky do ohniska jednoho zrcadla a ucho do druhého ohniska, nýbrž položíme kouli do červena rozžhavenou do jednoho a ruku svou do druhého ohniska. I ucítíme brzy v ruce veliké horko.

Kdybychom dva větší reflektory (dutá zrcadla) toho druhu měli a do ohniska jednoho z nich položili oheň, mohli bychom v ohnisku druhého upéci hovězí řízek (bifsték); třeba byly oba reflektory na 20 metrů od sebe vzdáleny. To jest tím, že paprsky tepla, vycházející z plamene, hořícího v jednom ohnisku, dopadají nejprve na zrcadlo bližší a od tohoto se odrážejí v takových směrech, že rovnoběžně dopadají na zrcadlicí plochu druhého zrcadla. Od tohoto pak se odrážejí tím způsobem, že všechny v ohnisku tohoto zrcadla se soustřeďují. Máme tudíž hořící plamen v jednom ohnisku, obraz ale tohoto plamene v druhém ohnisku a tento obraz skutečný jest tak horký, že se v něm maso upéci může.

§ 70. **Lom světla.** — *Pokus 50.* Položím malou, těžkou hmotu na př. peníz na dno hlíněného nebo kovového umyvadla a postavím se od něho tak daleko, aby stěny umyvadla mi onu hmotu právě zakryly.

Nalije li někdo jiný na umyvadlo pozorně vody, aby penízem se nehnulo, spatřím jej, aniž bych z předešlé polohy se pohnul, opět na dně. Čím to jest?

Tím, že paprsek světla, vycházející od povrchu hmoty, která na dně nádoby ve vodě leží, na pomezí vody a vzduchu ze svého směru se k vodě přiklání či láme, když vodní hladinu opouští a do vzduchu přechází. Mohu tedy opravdu onu malou hmotu viděti jaksi okolo rohu a kdyby hmota tato byla rybičkou, mohla by viděti ona také mne.



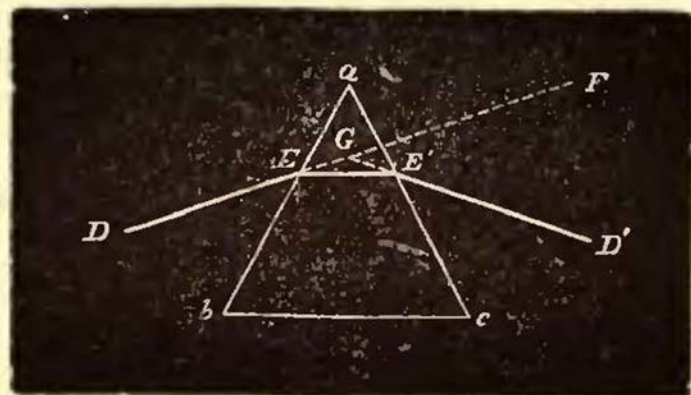
Obr. 32.

Z toho vysvítá, že světelný paprsek dopadající šikmo na vodní hladinu, se tak láme, že jest méně šikmý, když do vody vstoupí, když ale naopak světelný paprsek z vody vychází, láme se zase tak, že jest směr jeho

k vodní hladině šikmější, jakmile do vzduchu z vody přestoupil.

Zrovna tak by bylo, kdyby paprsek světelný vcházel do hmoty z průhledného skla místo do hmoty průhledné vody; šikmo dopadající paprsek vzpřímil by se poněkud t. j. stal by se méně šikmým, když by do skla vstoupil. V rovném, tlustém skle bral by se paprsek tak, jak v obrazci přiloženém (32.) vyznačeno jest. Z nákresu toho poznáváme, že směr paprsku, prve než do skla vešel jest týž, jako když ze skla vystoupil (byť i nebyly oba tyto směry v jedné a v téže přímce), kdežto paprsek ve skle má směr zcela jiný.

Dejme tomu, že ten kus skla není rovný, nýbrž že má podobu klínu, postaveného na papíře na základně, jako obr. 33. ukazuje,



Obr. 33.

nebo že stojí vzpřímeně, jak obr. 34. znázorňuje. Takové klínovitě ubroušené sklo s rovnými stěnami slove **hranol**. Nuže pohledme blíže, jak paprsek světla se láme, hranolem když prochází. Toto jest naznačeno v obr. 33.,

na kterém spatřujeme, že paprsek se láme k širší části hranolu čili k jeho čelu. Směr paprsku se stává věru zcela jiným. Tuto vidíme zřejmě, že paprsek světla, procházející klínovitým kusem čili hranolem ze skla (nebo též z jiné průhledné látky), se láme k jeho čelu t. j. k širšímu rozměru hranolu.



Obr. 34.

§ 71. **Čočky a obrazy jimi způsobené.** — Přetvořme nyní podobu skleněné hmoty takto: Dejme jí podobu vypouklou, jako má bochánek, uprostřed aby byla nejtlustší a na kruhově zakulaceném okraji nejtenčí, aby vypadala jednak jako kruh, jednak opět jako přiložený obr. 35.

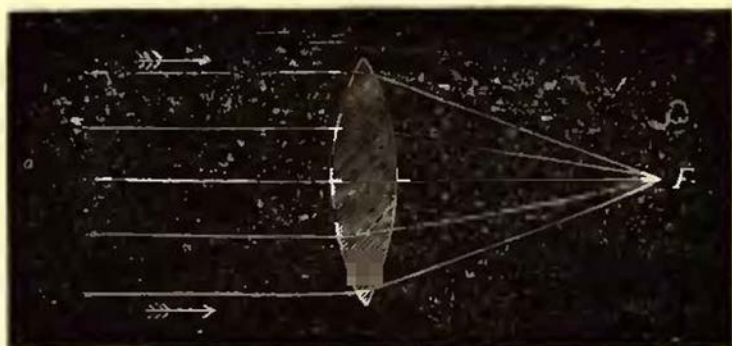


Obr. 35.

Takto zabroušené sklo slove **čočka**. Dejme tomu, že z dálky dopadá pásmo paprsků na takovou čočku. Co se stane? Čočka působí jako okrouhlý klín, není vlastně nic jiného než okrouhlý klín a ježto uprostřed největší má tloušťku, lámou se paprsky všude okolo čočky k nejtlustšímu středu. Sbíhají se v bodě jediném neb aspoň přibliživě v bodě jediném, jak z obr. 36. vysvítá.

Až někdy slunce jasně svítiti bude, postavte čočku tu tak, aby sluneční paprsky na ni dopadaly kolmo. Paprsky ty spojí se na druhé straně čočky v jediném bodě (*F*) (obr. 35.), anebo alespoň přibliživě v jediném bodě. Držme list papíru v tomto

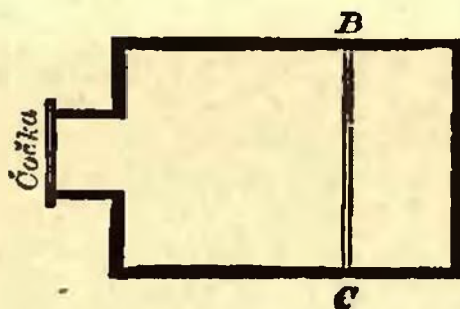
bodě a tu spatříme na něm malý, jasný obraz slunečního kotouče a tento obraz jest tak horký, že propálí na tom místě onen lístek papíru, neboť čočka tu působí jako palčivé sklo.



Obr. 36.

Pokus 51. Taková čočka jeví obrazy libovolných předmětů a nejen obraz slunce, mám na př. zde zvláštní úpravu, pomocí kteréž světelné paprsky vycházející ze svíčky mohou dopadati plnou měrou na čočku a na půlarchu bílého naolejovaného papíru, který na druhé straně čočky se nalézá, spatříme obraz svíčky znalý, jen že převrácený. Postavíme-li vůbec něco jasného v nějaké vzdálenosti před čočku, obdržíme za ní malý obrázek téhož předmětu, ale převrácený. Patříme-li na čočku, vznikne za čočkou převrácený obrázek našeho obličeje. Zrovna totéž dělá fotograf. Má temnou skříň (uvnitř), s čočkou na jedné a s průsvitavým sklem na druhé (protější) straně, jak v obr. 37. (na druhé straně) znázorněno. On zařídí řečenou čočku na krajinu nebo na obličej člověka a tu se ukáže na druhé straně skříňe obraz krajiny nebo člověka a obraz ten za-

chycuje na průsvitném skle, aby jej viděl a poznal, zdali jest přesný (ostře vyznačený) čili nic. Pak vyndá toto zachycovací sklo, a zastrčí na jeho místo jinou skleněnou desku



Obr. 37.

BC , jejíž povrch povlečen jest zvláštní chemickou látkou, na kterou světlo působí. Obraz ve hranaté skříni padá právě na tuto citlivou chemickou látku, světlá místa jeho způsobují na povrchu povlaku změnu, kdežto temná místa obrazu beze všeho účinku, jak jsou zůstanou. Tím otiskuje obraz svou podobu na chemické látce, avšak v tomto otisku se jeví světlá místa obrazu temnými a temná místa světlými; pročež takový obraz sluje **rubový** (negativ). Z tohoto negativu zhotovují se pak dalšími postupy lučebními obrazy **lícové** (pravé čili positivy) t. j. souhlasně osvětlené s původními předměty.

§ 72. **Zvětšovací skla.** — Čočkou A (obr. 35.) můžeme též všeliký, velmi malý (drobný) předmět spatřiti v rozměrech větších čili jej **zvětšiti**; čočka taková pak nazývá se **zvětšovacím sklem** a toto zná tuším každý. K účelu tomu nutno přiložiti zvětšovací sklo až k samému předmětu, jež zvětšiti chceme. Takovým

zvětšovacím sklem nemohli bychom na př. zvětšiti vzdálené předměty jako jest příkladně měsíc nebo některá planeta, tím lze vůbec zvětšiti jen něco, co jest nám velmi na blízku. Chceme-li planetu nebo měsíc uviděti větší, k tomu třeba nutně dvou skel, jedné velké čočky, kterou obdržíme obraz planety anebo měsíce — právě tak jako jsme obdrželi zápalným sklem zmenšený obraz slunce — pak jedné malé čočky, kterou obraz, čočkou velkou způsobený, prohlížíme a zvětšujeme.

Chceme-li tedy zvětšiti blízký předmět, užíváme zvětšovacího skla; chceme-li však vzdálený předmět zvětšiti, jest nám nejprve způsobiti velkou čočkou obraz vzdáleného předmětu na blízku, pak teprv můžeme tento blízký obraz druhým zvětšovacím sklem jako skutečný předmět dále pozorovati a zvětšovati. Tato soustava dvou skel, z nichž jedno jeví obraz vzdáleného předmětu, druhé pak tento obraz zvětšuje, nazývá se **dalekohledem**. U skutečných dalekohledů jsou tato skla v neprůhledné roury (pouzdra) zasazena, aby vedlejší světlo nemělo k nim přístupu.

§ 73. Každý druh světla se láme jinak. — Vyložil jsem shora, kterak paprsek světla, procházející hranolem, se láme. Jest mi nyní dodati k tomu, že tento lom světla pro všechny jeho odrůdy není stejný. Na obr. 38. vidíme, jak paprsek červeného světla se láme, když hranolem proniká. Není-li tento světelný paprsek červený, nýbrž oranžový, uchyluje se o něco více z původního svého směru, žlutý ještě více, zelený opět více než žlutý, světle-

modrý více než zelený, tmavomodrý víc než světlomodrý a fialový více než tmavomodrý. Jestli paprsek světla bílého, t. j. skládá-li se ze všech těchto sedmi barev (červená, oranžová, žlutá, zelená, světlomodrá, tmavomodrá a fialová), láme se každý z těchto paprsků když ze hranolu vychází, jinak než paprsek sousední a vymíchává se takto z ostatních, ač byly všechny pohromadě, když do hranolu vnikaly.

Hranol rozptyluje tudíž bílého světla paprsek v prvky jeho tím, že různé jeho barvy od sebe odděluje.

Překvapuje nás nemálo, slyšíme-li poprvé, že bílé světlo na př. světlo sluneční se skládá ze smíšeniny všech těch různých barev, jež shora jsem vyjmenoval, totiž z červené, oranžové, žluté atd. Přemýšlíme-li však o tom trochu hloub, přesvědčíme se snadno, že tomu skutečně tak jest.

Známe tuším všichni překrásnou hru barev, která na krůpějích rosy, na krystalech a na drahokamech se jeví, když paprsky světla na ně dopadají. Tu září všemi duhovými barvami a přímo toto slovo nutká nás k otázce, nejsou-li duhové barvy téhož původu, jako barvy drahokamů. Na zemi se jeví ve krůpějích rosy a na nebi v sedmibarevné duze. Nejsou snad na obloze podobné vodní krůpěje v nesčíslném množství jako rosa na trávě, z níž září barvy jako z lesklých diamantů? Nejsou tyto překrásné výjevy barev snad následky stejných příčin? A tak-li tomu, které jsou ty příčiny? — Příčiny tyto odkryl Sir

Izak Newton, který byl první, co dokázal, že v bílém světle veliké množství různobarevných paprsků jest nahnuto a že tyto paprsky, procházejíce některými látkami, se od sebe oddělují a takorka z celku vymíchávají. Jak již shora pověděno, jest hranol taková hmota, která nám k tomu dopomáhá, abychom různobarevné paprsky ze světla složeného čili bílého mohli vymíchati.

Dejme tomu, že bychom měli v okenici temné světnice shora dolů čili svismo účinnou uzounkou skulinu, kterou můžeme plné sluneční světlo pouštěti do vnitř světnice.



Obr. 38.

V obr. 38. naznačena sestava takovéto úpravy, jak se nám jeví, když shora, jakoby od stropu na ni pohlížíme.

Mysleme si nejprve celou úpravu bez hranolu P a dívejme se z bodu E na skulinu v okenici u S , tu spatříme pouze světlý proužek a nic víc. Skulina nám poskytuje jakési nesmírně malé okénko, kterým můžeme venku jasné slunce spatřiti. Nyní postavme hranol P na příslušné místo, jak z vyobrazení patrné, a když tak se stalo, nevidí naše oko v E

žádné skuliny více. Zdviháme-li však oko ke tlustší části hranolu, zachytíme konečně světlo vycházející ze skuliny, avšak nyní vypadá zcela jinak. Teď více nevchází do našeho oka v podobě úzkého proužku zšíří skuliny jako prve, nýbrž se jeví jako široká, mnohonásobně zbarvená světlá páska, která na spodním kraji počíná barvou červenou a znenáhla přechází v oranžovou, žlutou, zelenou, světlomodrou, tmavomodrou a konečně ve fialovou v témž pořádku, jak tuto udáno. Výjev ten si vysvětlíme snadno tím, co jsme již dříve pověděli, uvážíme-li totiž, že bílé sluneční světlo ze všech jmenovaných barev skutečně se skládá. Tak doufám, že jsme poznali, kterak paprsky světla, procházejícího hranolem, se v něm nejen lámou, nýbrž i rozličně lámou.

Každý druh světla má v obraze svůj zvláštní proužek a na zvláštním určitém místě. Pročež spatřujeme množství malých, světlých obrázků oné skuliny, které vedle sebe se řadí a nikoliv skulinu, nýbrž světlou pásku tvoří a to tak, že červená barva jest na dolním konci, poněvadž červené paprsky nejméně se lámou a fialová pak na horním konci, protože fialové paprsky nejvíce se lámou. Tato různobarevná páska slove **vidmo** a užíváme-li k osvětlení zmíněné skuliny slunečního světla, nazýváme pak vidmo, které tím povstává, **vidmem slunečním**.

§ 74. **Opakovací přehled.** — Již jsme se přiučili některým věcem o sálavém teple a o světle. Na prvním místě jsme poznali, že,

když hmoty se rozpalují, nejprve temné paprsky sálají, že však, když teplota jejich ještě výše stoupá, paprsky ty se rozsvítí a v oko působiti počnou. Pak jsme seznali zákon odrazu čili, kterak obojí paprsky (tepla i světla) od hladkých ploch se odrážejí. Dále poukázáno k tomu, kterak směr paprsků se mění, když vodou nebo sklem šikmo procházejí a že hranol ze skla je ku svému čelu (nejšířšímu rozměru) láme. Dále jsme poznali, že čočka láme všechny paprsky, které na ni kolem padají, do svého středu čili ke směru největšího svého rozměru, že obdržíme okrouhlý obrázek slunce, dáme-li slunečním paprskům kolmo na čočku dopadati a že tento obrázek je s to, aby list papíru propálil nebo ruku naši popálil.

Dověděli jsme se též, že čočkou může býti způsoben obraz měsíce nebo planety a když k takovému obrazu se přiblížíme zvětšovacím sklem a do skla toho se díváme, že uvidíme tam měsíc nebo planetu zvětšeny a že takovou sestavu čoček dalekohledem nazýváme. Na konec jsem vyložil, že různobarevné paprsky světla hranolem do různých směrů se lámou, takže hranol všechny barvové prvky složeného paprsku od sebe odděluje, čili že bílé světlo v barvy rozkládá.

Prve než ukončíme, budeme ještě podstatu světla dále vyšetřovati.

§ 75. **Podstata tepla.** — Porovnávali jsme teplo se zvukem a shledali, že hmota oteplená má v sobě energii čili mohutnost ku práci. Porovnání to vezmeme ještě jednou

na přetřes. Pozorujeme-li zvuk, přihlížíme hlavně ku dvěma věcem. Předně ku hmotě, která se chvěje, za druhé ku množství nárazů, které tato hmota po vzduchu našemu uchu přímo dodává a jimiž zvuk vůbec slyšíme.

Dále jsme seznali, že, když jest hmota rozpálena, nejmenší její částice nesmírně rychle se chvějí, rovněž jsme shledali, že, jako ze hmoty chvějící zvuk vychází a v ucho naše bije, podobně ze hmoty rozpálené světlo že vychází, které opět v oko naše působí. Kterak ale uvádíme hmotu ve chvění na př. buben nebo zvon? Tím, že na ně udeříme. Těžkým kladivem udeříme rychle na okrouhlý povrch zvonu a zvon se rozechvěje. Toto kladivo bylo však, prve než na zvon udeřilo, v rychlém pohybu, mělo tedy energii pohybu a mohlo dokázati práci. Co však se stalo s jeho energií, když na zvon narazilo? Složilo všecku svou energii na zvon, neboť zvon se nyní chvěje a hmota chvějící má, jak nám povědomo, energii. Energie nárazu, jejž na zvon jsme učinili, neztratila se tedy, nýbrž přešla jen z kladiva ve zvon.

Ale dejme tomu, že by kovář kus olova na kovadlinu položil a těžkým kladivem naň pádně udeřil; tu uslyšíme toliko přidušený zvuk, avšak chvění jako na zvoně nepovstane. Co medle se stane z energie nárazu? Tato se nemění jako ve zvoně v řadu záchvějí, které až do našeho ucha dorážejí, več se tedy proměňuje? Nebo mění-li se vůbec v něco? Odpověď na to jest: Ona se mění v teplo. Rána oteplila olovo a uvedla všechny jeho

částice čili molekuly ve chvění, třeba nebylo toto chvění téhož druhu, jaké bylo u zvonu, a buší-li kovář do tohoto olova dostatečně dlouho, může je tím i roztaviti.

Mnozí z nás vynaložili zajisté někdy mnoho energie na to, aby zašlý knoflík vyleštili. Co se stalo z té energie, kterou na práci tu vynaložili? Odpovídáme: Proměnila se v teplo, o čemž snadno přesvědčiti se můžeme, když knoflík ten rychle na horní plochu ruky položíme.

Pokus 52. Abychom ukázali, kterak energie nárazu se mění v jiný druh, totiž v energii tepla, vezměme voskovou svíčku, která na knotu má kousek kostíku a někdy též Vestou se zove, položme ji na dlažbu a udeřme kladivem nebo kamenem na ni; tu se přesvědčíme, že udeřením tím zbuzené teplo stačí, aby kostík se zapálil.

Třením tedy budí se teplo a za temné noci můžeme pozorovati, jak z brzdy, která kola železničního vlaku v běhu zastavuje, jiskry lítají.

Ve všech těchto případech mění se viditelná energie v onu podobu energie, kterou teplem nazýváme a rozdíl mezi oběma druhy energie záleží v tom, že, když energie jest viditelná, hmota jako celek se pohybuje a její částice, ač s ní týmž směrem se pohybují, vzhledem k tomuto celku hmoty v klidu zůstávají; kdežto u energie tepla částice hmoty nesmírně rychle sem tam se chvějí, hmota však jako celek v klidu trvá. Energie viditelná může tedy proměněna býti v teplo,

mimo to může teplo částečně opět změněno býti v energii viditelnou.

Co koná příkladně u parního stroje veškerou práci? Neniliž to oheň, který vodu v kotli do varu uvádí? A tu se mění právě část energie tepelné, již jeví hořící uhlí, v energii viditelnou, která pístem v parním válci sem tam smýká a setrvačným kolem točí. Veškerá práce, kterou parní stroje konají, jest práce, která z tepla pochází. Můžeme tudíž nejen z energie viditelné udělati teplo, nýbrž i naopak, jako u parního stroje se děje, z tepla opět udělati energii viditelnou.

Hmoty elektrované.

§ 76. **Vodiči a nevodiči.** — Již přede dvěma tisíci lety se vědělo, že, když kousek jantaru drhneme suchým hedvábím, jantar ten k sobě přitahuje lehká tělíska a před třemi sty lety ukázal Dr. Gilbert k tomu, že i některé jiné hmoty, jako jsou na př. síra, pečetní vosk a sklo, stejné vlastnosti jako jantar jeví.

V tomto zjevu spatřujeme slabý a nepatrný počátek našich vědomostí o elektřině, vědomostí, které v posledním čase téměř zázračně vzrostly tak, že na jejich základě můžeme nyní zprávy z Evropy v menší době než jest jedna vteřina až do Ameriky zasýlati.

Pokus 53. Vezměme do ruky kovovou tyč, opatřenou skleněným držátkem a drhněme sklo to hedvábným šátkem, při čemž nutno, aby sklo i hedvábí bylo suché a teplé. Sklo nabývá tímto drhnutím zvláštní vlastnosti;

přitahuje totiž k sobě jemné odřezky papírové anebo kousky bezové duše, avšak jen na tom místě, kde bylo drhnuto. Drhnutím dostalo se sklu nové vlastnosti, avšak tato vlastnost nemůže se rozšířit po celém povrchu skla, jeví se tedy jen tam, kde sklo se drhlo. Tolik o skle. Teď vezměme skleněné držátko do ruky a dotkněme se kovovou s ním spojenou tyčí svodiče elektriky, která právě elektřinu vyvíjí. Tu shledáme, že tato kovová tyč jeví tytéž vlastnosti, jaké prve na skle pozorovány byly, přitahuje také papírky a drobná tělíska z bezové dříně (duše); jediná věc, kterou tato kovová tyč od předešlého skla se liší, záleží v tom, že tyč jeví zmíněné vlastnosti na všech místech svého povrchu a ne snad jen tam, kde se elektrovaného svodiče dotkla, kdežto sklo jen na tom místě, které bylo drhnuto, přitahuje papírky a bezové kuličky.

Z toho jde, že elektřina po kovovém povrchu velmi snadno se rozprostírá, ale po povrchu skla od místa k místu šířit se nemůže. Pročež říkáme, že sklo jest špatným a kov dobrým vodičem čili zkrátka, že kov jest **vodičem** a sklo **nevodičem elektřiny**. Ani teplo ani elektřina nešíří se rychle po skle, ale po kovech se rozcházejí teplo i elektřina velmi rychle.

Dřevěné uhlí, kyseliny, rozpustné soli, voda a zvířecí těla jsou dobrými vodiči elektřiny, byť i nebyly tou měrou dokonalými jako jsou kovy; z druhé strany jsou zase: sklo, hedvábí, jantar, síra, vosk, pryskyřice vůbec, šelak,

kaučuk, suchý vzduch a j. veskrze **nevodiči**. Mají-li se nám pokusy elektrické dařiti, jest nezbytně třeba, abychom elektrinu, když ji někde máme, mohli též déle na tom místě udržeti, z té příčiny musíme ji na všech stranách nevodiči obkládati. Záleží tudíž mnoho na tom, abychom konali elektrické pokusy ve vzduchu suchém a stavěli hmoty elektrované na podstavce skleněné.



Obr. 39.

§ 77. **Dva druhy elektriny.** — *Pokus 54.* Nyní se přesvědčíme, že jsou dva sobě protivné druhy elektriny. Abychom toto ukázali, opatříme si přístrojek v obr. 39. vypočtený. Skládá se z kuličky z bezové duše, kterou jest provlečena hedvábná niť, jejíž druhý konec zavěšen na skleněné, v dřevěném podstavci upevněné tyčince. Nejprve drhněme (třeme) skleněnou tyč suchou, hedvábnou lát-

kou a pak se jí dotkněme řečené bezové kuličky. Konec drhnuté (elektrované) skleněné tyče rozděljuje se s kuličkou bezovou o svou elektřinu, která z ní nemůže tak snadno uniknouti, protože hedvábná niť, skleněný stojan a suchý teplý vzduch vesměs jsou špatnými vodiči elektřiny. Můžeme zpozorovati, že elektrovaná skleněná tyč, když bezová kulička jí se dotkne, tuto kuličku k sobě déle nepřitahuje, ba naopak, že ji od sebe odráží. Drhněme nyní kus pečetního vosku suchým a teplým flanelem a přiblížme jej pak k oné bezové kuličce; i shledáme, že tato kulička, kterou elektrované sklo od sebe odráželo, k tomuto zelektrovanému pečetnímu vosku mocně se táhne. Z toho jde, že bezová kulička, které jsme se elektrovaným sklem dotkli, od tohoto skla se odpuzuje, avšak ku elektrovanému pečetnímu vosku se táhne.

Kdybychom byli zmíněné bezové kuličky se dotkli pečetním elektrovaným voskem dřív než elektrovaným sklem, byla by pak tato od elektrovaného pečetního vosku se odpuzovala, ale k elektrovanému sklu by zdaleka již se táhla.

Z toho nabýváme přesvědčení, že jsou dva druhy elektřiny, totiž „**elektřina skla**“ čili ta, kterou drhnutím skla budíme a „**elektřina pryskyřice**“, kterou třením pečetního vosku a p. hmot vyvozujeme.

Když jsme bezové kuličce z elektrovaného skla část této elektřiny pouhým dotknutím nadělili a později se přesvědčili, že tato kulička od elektrovaného skla se odpuzuje, sou-

díme z toho, že hmoty, které **stejnorodou elektrinou jsou nabitý, vespolek se odpuzují.**

Naopak spatřujeme, že bezová kulička třeným sklem elektrovaná od elektrovaného pečetního vosku jest přitahována; byla-li však elektrovaným pečetním voskem naelektrována, přitahuje ji opět elektrované sklo k sobě, z čehož uzavíráme, že **hmoty, které nestejnorodými elektrinami jsou nabitý, vespolek se přitahují.**

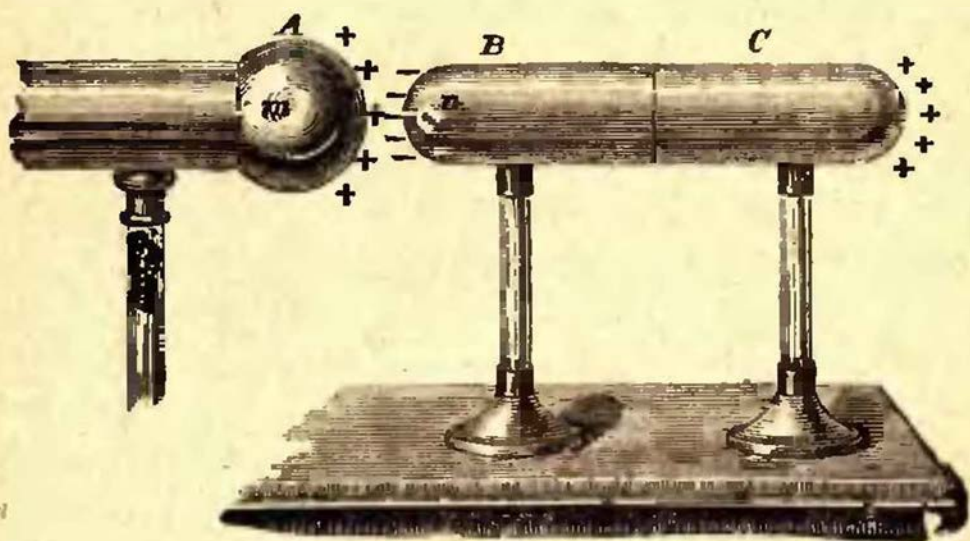
§ 78. Oba druhy elektriny jsou na hmotách neelektrických pohromadě. — Můžeme zatím položití za pravdu, že každá hmota oba dva druhy elektriny v sobě chová, že, za obyčejného stavu hmoty, elektriny tyto jsou spolu smíšeny a drhnutím nebo třením hmoty že pak je od sebe oddělujeme. Drhneme-li tedy pečetní vosk suchým flanelem, neděláme vlastně jiného, než že obě elektriny ze společného svazku vymícháváme a jednu z nich na flanel, druhou pak na pečetní vosk sháníme čili soustřeďujeme. Podobnou práci konáme, jestliže sklo hedvábím elektrujeme; rozvádíme totiž oba druhy elektriny od sebe a to tak, že jeden druh elektriny na skle, druhý pak na hedvábí zůstává. Totéž děje se všude, kde třením elektrina se budí a není možno vzbuditi **jeden toliko** druh elektriny, aniž by zároveň se nevzbudilo stejné množství elektriny druhu protivného.

Zkrátka, my netvoříme elektriny, nýbrž oddělujeme pouze oba jejich protivné druhy od sebe.

Elektrinu, která na skle se jeví, když je

hedvábím drhneme, nazýváme **kladnou**; která však na pečetním vosku se jeví, když jej flanelem drhneme, jmenujeme **zápornou**.

Toto jsou pouhé názvy, utvořené proto, abychom oba druhy elektřiny od sebe snáze rozeznávali.



Obr. 40.

§ 79. **Kterak hmoty elektrované na hmoty obyčejné účinkují.** — Přesvědčili jsme se, že elektřiny stejného druhu (stejnorodé) vespolek se odpuzují; elektřiny různorodé však, že se přitahují. Teď budu o nich nový kousek vyprávěti. Budiž *A* (obr. 40.) velká, dutá koule mosazná a roura v levo od ní budiž též z mosazi, obě na skleněném podstavci, aby elektřina, která jest na povrchu koule *A*, nikam nemohla uniknouti. V pravo od koule *A* budtež dva mosazné válce *B* a *C*, které jen uprostřed, tam, kde na našem vyobrazení temná čára jest udělána, od sebe mohou býti odděleny. Oba válce *B* i *C* stojí na skleněných nožkách, aby žádná elektřina z nich nemohla do země upláchnouti.

rozstupují se, jak z našeho obrazce patrné. Takto se jeví činnost **elektrojevu** čili **elektro-skopu**.

Pokus 56. Když jsme, jak právě udáno, elektrojev kladně zelektrovali, přiblížíme se k jeho kouli elektrovaným sklem a tu spatříme, že pozlátkové proužky se ještě více od sebe rozstoupnou. Příčinou toho jest, že kladná elektřina elektrovaného skla rozkládá přirozenou elektřinu kovové koule, takže zápornou elektřinu k sobě táhne a kladnou do pozlátkových lístků vhání. Tím se stává, že tyto lístky, byvše již dříve kladně elektro-vány, nyní ještě více se rozstupují.

Pokus 57. Přiblížíme-li se na to elektrovaným pečetním voskem k onomu, kladnou elektřinou dosud nabitému elektrojevu; shledáme především, že pozlátkové proužky, místo, aby se rozstoupily, klesají v polohu svislou. Děje se tak proto, že záporná elektřina elektrovaného pečetního vosku působí rozkladem v přirozenou elektřinu na kuličce elektrojevu, kladnou elektřinu že k sobě přitahuje, zápornou však od sebe odpuzuje a do proužků pozlátkových vhání. Ježto ale tyto proužky dříve byly elektro-vány kladně, slučuje se část této elektřiny s elektřinou zápornou shora do nich vehnanou, což má v zápětí, že proužky ty do polohy svislé (neelektrické) se vrací.

Pokus 58. Zde máme dutou mosaznou kouli, která jest nasazena na skleněném podstavci, tudíž osamocena a též svodičem se nazývá. Postavme tento osamocený svodič na blízko k nabitě elektrice, až do něho přeskočí z elek-

triky jiskra a ta budiž jen slabá. Držíme-li však na části svodiče odvrácené od elektriky prst, přeskočí do něho jiskra mnohem silnější než prve. Tím se vysvětluje, co jsme v § 80. o elektrické jiskře pravili. Kladná elektřina elektriky táhne zápornou elektřinu duté koule k sobě a odpuzuje elektřinu kladnou od sebe co nejdále jen může. Jestli však tato koule osamocena, nemůže elektřina kladná dosti daleko býti odpuzena, obě elektřiny nemohou dostatečně býti rozdvojeny a tím se stává, že jen slabá jiskra přeskakuje. Dotýkáme-li se však duté koule prstem, odvádíme kladnou elektřinu svým tělem do země, obě elektřiny (kladná a záporná) rozvádějí se od sebe dokonaleji a tak obdržíme jiskru silnou.

§ 82. Kterak působí špičaté kovové tyče na elektřinu? — Opakujeme-li pokus předešlý, držíce ruku stále na mosazné kouli a točí-li se zároveň elektrickou nepřetržitě, tu přechází celá řada elektrických jisker naším tělem do země a jiskry ty způsobují v nás pocit dosti nemilý. Jiskra z takové elektriky podobá se blesku a vskutku jest blesk velmi dlouhá jiskra elektrická. Jako přechází elektřina, byl-li člověk bleskem zasažen, jeho tělem do země, právě tak prochází táž naším tělem do země, dotýkáme-li se koule, jak v posledním pokuse bylo řečeno.

Pokus 59. Upevníme kolmo na povrchu duté koule kovovou špičku, postavme ji touto špičkou přímo proti svodiči elektriky a dotýkejme se této koule prstem jako prve. Teď nemůžeme nikterak z elektriky vylouditi jiskru,

za to však proudí elektřina nepřetržitě ze svodiče do koule a z koule naším tělem do země. Každý zašpičatělý kov (vodič) odvádí totiž elektřinu právě tak rychle, jak rychle povstala a nenechává jí času, aby se někde soustředila tou měrou, by se mohla vyvinouti z ní jiskra.

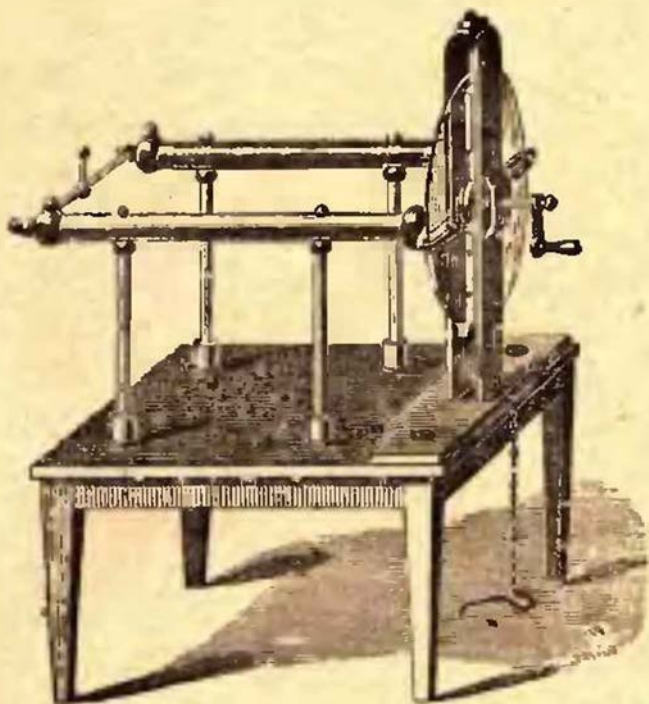
Z toho pochopujeme tuším, proč kovové tyče, které na hřebenech vysokých budov se upevňují, aby je od blesku chránily, jsou nám nesmírně prospěšny. Tito zašpičatělí kovoví svodiči, kteří až do vlhké země nastavenými tyčemi sahají, odvádějí elektřinu nepozorovaně, beze všeho hluku do země jako ten hrot v pokuse 59. způsobil a zrovna tak, jako v onom případě chránil zmíněný kovový hrot můj prst před jiskrou, tak chrání v tomto případě hromosvod budovu před bleskem.

Franklin, učenec americký, shledal poprvé (r. 1753), že blesk a elektrická jiskra jsou v podstatě stejné věci, s tím toliko rozdílem, že blesk jest někdy až na 8 kilometrů dlouhý, kdežto délka elektrické jiskry jen několik centimetrů měří.

§ 83. **Elektrika.** — Doufám, že již tolik o elektřině víme, abychom mohli výkladu, kterak nástroj na buzení elektřiny čili **elektrika** jest sestrojena, dobře porozuměti. Nástroj ten se skládá ze dvou částí, z nichž jedna část elektřinu vyvíjí (zdroj elektřiny), druhá pak ji chytá a ukládá (skladiště elektřiny).

K nejlepším nástrojům toho druhu patří **elektrika**, která elektřinu točením a třením skleněného kotouče, jak na obr. 42. jest na-

značeno, budí. Otáčíme-li skleněným kotoučem, tře se tento mezi dvěma polštáříky, z nichž jeden nahoře a druhý dole jest přidělán. Polštářky ty bývají kožené a žíněmi vycpány, takže dosti silně ke sklu se přitla-



Obr. 42.

čují. Potaženy jsou měkkým kovem, který na kůži se natírá. Kov ten se obyčejně připravuje z jednoho dílu cinku, jednoho dílu cínu a dvou dílů rtuti. Kovový řetízek spojuje tyto polštářky spolu a zároveň se zemí. Otáčíme-li skleněným kotoučem nějakou chvíli, objeví se na skle elektřina kladná a na polštářích (natěradlech) elektřina záporná. Tato záporná elektřina odvádí se řetízkem, který obě natěradla spojuje a úplně až na podlahu sahá, do země, kde se rozprostírá a tak ztenčuje čili zřeďuje, že veškeré známky po ní

mizí. Záporné elektřiny jsme se takto zbavili a kladná zůstává na skle. Podél skleněného kotouče umístěny jsou mosazné příčky (tyče), které jej ze dvou stran ohrazují; tyto jsou vodivě spojeny s velkou, kovovou plochou, která **svodičem** se nazývá a z obr. 42. patrna jest. Svodič ten jest položen na skleněné sloupky a na nich upevněn; může proto všecku elektřinu, která se naň složí, dlouho udržeti. Mimo to jsou obě příčné tyče, které skleněný kotouč ohrazují, kovovými špičkami probity.

Z předešlého odstavce jsme poznali, že takové špičky čili jehlice elektřinu usilovně k sobě táhnou (do sebe ssají). Tím se stává, že tyto jehlice kladnou elektřinu ze skla odtažují a na povrch svodiče ji dopravují, tam pak zůstává elektřina vězeti, ježto svodič na skleněných nožkách stojí a vzduch vůkolní, který suchý i teplý jest, jí též neodvádí. Trvá-li otáčení skleněného kotouče déle, můžeme na tomto svodiči značné množství kladné elektřiny nahromaditi.

Pokus 60. Jest-li svodič električky elektřinou nabit a přiblížím-li se k němu prstem, přeskočí mezi ním a mým prstem **elektrická jiskra**. Příčinou toho jest, že kladná elektřina svodiče působí na přirozenou elektřinu mého prstu rozkladem t. j. že rozvádí obě elektřiny v mém prstě, elektřinu stejnojmennou t. j. kladnou že odpuzuje skrze mé nohy do země, zápornou však že k sobě táhne.

Obě tyto protivné elektřiny totiž, kladná na svodiči a záporná na prstě, vrhají se skrze

vzduch na sebe a spojují se spolu. Spojování toto se jeví jiskrou.

§ 84. **Leydenská láhev.** — *Pokus 61.* Přiblížíme-li prst nebo kotník k elektrice, cítíme v tom okamžiku, co jiskra přeskočila, v ruce slabé zabrnění, silnějšího otřesu však čili rány elektrické necítíme. Chceme-li ucítiti silnější ránu, musíme vzíti Leydenskou láhev, která na obr. 43 jest vypočtena.

Skládá se ze skleněné láhve (válcové podoby), která uvnitř i zevně až po hrdlo polepena jest staniolem.* Tlustý mosazný drát, na jehož horním konci nasazena jest pevně mosazná kulička, dotýká se uvnitř polepu staniolového a drží se v poloze ustálené tím, že prochází těsně korkovou zátkou, která do hrdla láhve jest zastrčena. Láhev má tedy dva kovové povlaky, jeden zevně a druhý uvnitř a tyto jsou, co se týče elektřiny, od sebe úplně osamoceny, pokud totiž sklo elektřiny nepropouští. Dejme tomu, že vezmu vnější povrch láhve do ruky a přiložím kuličku vnitřního povlaku jejího ku svodiči elektriky, kteráž právě v činnosti jest. Tu se rozprostře kladná elektřina svodiče též na vnitřní po-



Obr. 43.

* Cínovým listem.

vlak láhve. Tato elektřina rozvádí zároveň oba druhy elektřiny povlaku vnějšího, odpuzuje souhlasnou, totiž kladnou elektřinu, která mou rukou a tělem do země prchá, ale přitahuje zároveň elektřinu zápornou k sobě.

Tak stojí nyní sbor kladné elektřiny na povlaku vnitřním proti nepřátelskému sboru elektřiny záporné na povlaku vnějším a oba touží snažně sraziti se dohromady, ale nemohou, nebo mezi nima vězí sklo. Obě elektřiny jsou tak horlivě tím zaměstnány, aby se vespolek pozorovaly, že ze svých míst ani se nehnu i když ještě více kladné elektřiny na vnitřní povlak láhve přivádím. Druhá tato doprava působí přímo tak jako první; ona rozdvojuje a rozvádí znova obě elektřiny povlaku vnějšího od sebe, odhání kladnou elektřinu z povlaku vnějšího mou rukou do země, kdežto záporná elektřina na vnějším povlaku zůstává a proti novému sboru kladné elektřiny, který jsem do vnitra láhve zavedl, v pevný šik se staví.

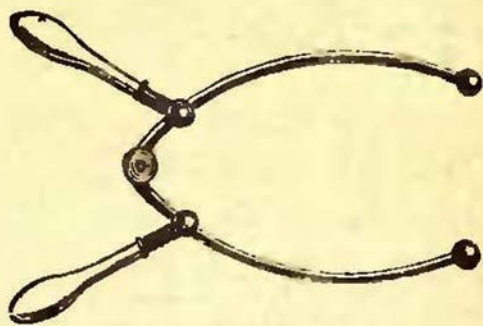
Máme tedy dva vnitřní a dva vnější sbory, které na vzájem se poutají a jestliže takto pokračujeme dále, můžeme velké množství protivných elektřin na vnitřním a vnějším povlaku leydenské láhve soustřediti.

Chceme-li pak láhev takovou vybiti čili odelektrovati, užíváme k tomu přístroje, který sluje **vybiječ** a na obr. 44. (na druhé straně) jest nákresem znázorněn.

Držíme jej v obou rukou za skleněná rukovítka, pak se dotkneme dolní kuličkou vnějšího povlaku láhve, blížíce se znenáhla ku-

ličkou horní k mosazné bambulce, kterážto z láhve vyčnívá, a jsou-li obě kuličky dosti blízko u sebe, spatříme jasnou jiskru, provázenou ostrým praskotem. Láhev jest vybita.

Chceme-li toto vybití sami ucítiti, vezměme vnější, kovový povrch láhve do jedné ruky a bližme se druhou rukou k bambulce láhve, od níž veden drát k vnitřnímu povlaku, tu stane se výboj naším tělem



Obr. 44.

a my ucítíme silné otřesení čili **elektrickou ránu** v celém těle.

Má-li však více osob tuto ránu ucítiti, jest jen třeba, aby se vzaly za ruce. Z krajních osob tohoto řetězu vezme osoba první nabitou láhev do ruky, držíc vnější její povlak a na druhém konci řady dotkne se poslední osoba vnitřní bambulky vyčnívající z láhve. Pak projde rána skrze těla všech osob, takto se držících a otřese všemi.

§ 85. **Hmoty elektrované jevi energii.** — Z toho, co dosud jsme poznali, jest zřejmo, že elektřina jest něco, co má energii. Nabyli jsme vědomosti, jak obě nepřátelské elektřiny v láhvi na sebe vražejí a spolu se v jediný celek pojí a že zcelování jejich provázeno bývá bleskem i praskotem.

Blesk tento jest, pokud trvá, velmi jasný a skrývá v sobě, ač doba jeho trvání sotva

jednu čtyřia dvacetitisícinu vteřiny čítá, přece značné množství tepla. Teplo však jest energie; z čehož nahlížíme, že když láhev Leydenská se vybíjí, onen druh energie, jejíž nazýváme elektřinou, se mění čili převléká v jiný druh energie, který teplo a světlo sluje.

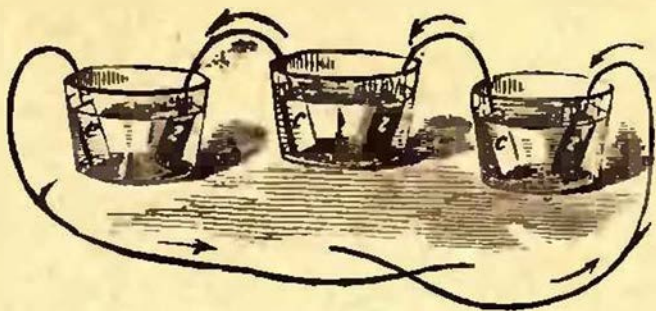
Dále uzavíráme, že, když elektřina jeví energii, třeba k tomu práce vůbec, aby elektřina povstala. Práci tuto konáme, když kotoučem elektriky rychle otáčíme a strojem takovým, na němž elektřina se nachází, netočí se právě lehce. Z ničeho není než zase nic. Chceme-li zbuditi vůbec energii, nutno nám k tomuto cíli vykonati určitou práci.

Naopak nepřichází energie na zmar, když obě elektřiny spolu se spojují, nýbrž děje se pouhá záměna energie jednoho druhu, totiž elektřiny, v energii jiného druhu, totiž tepla.

§ 86. **Elektrický proud.** — Z § 82. víme, že, když přiblížíme zašpičatělý drát ku svodiči elektriky, která právě jest v činnosti, nepřetržité proudění elektřiny povstává, která touto špičkou a naší rukou do země přechá. Máme však mnohem lepší prostředek než jest elektrika, kterým můžeme nepřetržitý elektrický proud způsobiti. Prostředek ten, který vymyslel proslulý prof. v Pavii, jmenem **Volta**, a který po něm **Voltova baterie** se jmenuje, jsme tuším povinni tuto krátce popsati. Přístroj ten jest na přiloženém obrazci (45.) v podstatě znázorněn.

Na obrazci tom vidíme v levo čtyřhranou měděnou desku, označenou písmenem **c.** naproti ní jest rovněž tak velká deska cinková

označená písmenem *z*. K desce té jest přiletován drát, který ji spojuje s deskou měděnou *c*, postavenou v nádobě druhé. V této nádobě stojí v pravo zase cinková deska, od



Obr. 45.

které jde drát k mědi v nádobě třetí a to týmž způsobem připojený jako v nádobě druhé. Na kraji spatřujeme v pravo ještě jednu samotnou desku cinkovou. Naplníme-li všechny tři nádobky směsí vody a něco kyseliny sirkové, připneme-li pak dráty k mědi na levé a k cínku na pravé straně a spojíme-li kovové konce obou těchto drátů (polárních drátů baterie) tak, aby těsně k sobě přiléhaly, obdržíme proud elektřiny kladné, který směrem, šípky naznačeným koluje čili obíhá. Stopujme blíže celou dráhu, kterou proud ten koná. Nejprve vychází z drátu, který jest připojen k nejkrajnější desce měděné v levo a probíhá, jak obrazec ukazuje, skrze dlouhý drát až k nejkrajnější desce cinkové v pravo; odtud prostupuje kapalinou k měděné desce, od této prochází drátem k nejbližší desce, cinkové, od této desky běře se skrze kapalinu prostřední nádoby k měděné desce v levo, od této pak skrze drát k cinkové desce ná-

dobky levé a konečně od této cinkové desky kapalinou k oné měděné desce, odkud původně vyšel.

§ 87. **Baterie Groveova.** — Úpravy právě popsané užíval Volta, ale od té doby byly přístroje, jimiž elektrický proud se budí, značně zlepšeny. Ukázalo se, že proud elektrický ve Voltově baterii i když byl na počátku silný, brzy ochabl a stal se slabým, proto vymyšlen způsob jiný, kterým elektrický proud lze udržeti dlouho ve stejné síle. Takovou baterii jmenujeme stálou a k nejlepším úpravám toho druhu patří ta, kterou Grove sestrojil (viz obr. 48.).

V této úpravě užívá se nádoby dvojité, místo jednoduché, vnější nádoba jest ze skla a vnitřní z průlinčité hlíny.

Vnější nádoba, ze skla nebo z kameniny jest z části naplněna rozředěnou kyselinou sírkovou. V ní jest postavena cinková, na povrchu amalgamovaná deska, jak z našeho vyobrazení lze vyrozuměti a mimo to průlinčitá nádobka z porculanu bez glasury. Do této nádobky se nalije silné kyseliny dusičné a do kyseliny dusičné se ponoří tenký plíšek z platiny, která nahrazuje měď Voltovy baterie.

Jestli tato baterie činná, t. j. vydává-li proud, rozpouští se cinek v rozředěné kyselině sírkové a při této změně se vyvíjí vodík. Ale tento vodík nevystupuje v podobě bublinek do výšky, on se objevuje v průlinčité nádobě, ve které jest silná kyselina dusičná, tam rozkládá tuto kyselinu, přibírá něco kyslíku a stává se vodou (vodík a kyslík slučují se jak

povědomo z lučby ve vodu), čímž kyselina dusičná přechází v kyselinu dusíkovou, kterou silným, oranžově zbarveným dýmem poznati můžeme. Z této příčiny nedochází vodík až k platinovému plechu a právě z té příčiny byla tato úprava tak sestavena; nebo shledáno, že v původní baterii Voltově vodík, který rozpouštěním cinku se vyvíjí, na desce měděné se usazoval, čímž se stávalo, že síla baterie ochabovala.

Co jsme tuto právě popisovali, jest jen jednotlivá nádobka čili **článek** Groveovy baterie. Velká baterie toho druhu může až z 50 ano i ze 100 článků býti složena, i tu se spojuje platina jednoho článku drátem s cinkem článku druhého, přímo tak jak u Voltovy baterie obr. 45. bylo udáno; jediný rozdíl záleží v tom, že místo mědi máme tu platinu a místo jednoduché nádoby jsou zde nádoby dvě sestaveny tak, jak shora bylo popsáno. Proud elektrický koluje i tuto v kapalině od cinku k platině jako u Voltova součlení (baterie) v kapalině koloval od cinku k mědi. Drátem ale mimo kapalinu koluje proud směrem od platiny k cinku.

§ 88. **Účinky elektrického proudu.** — Jen bychom rádi ještě věděli, co takový elektrický proud může dokázati, a k účelu tomu vykonáme ještě několik jednoduchých pokusů.

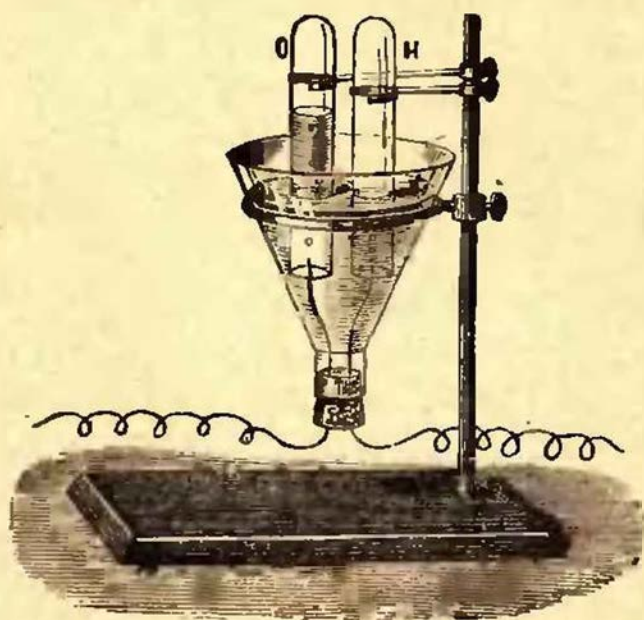
Pokus 62. Sestavíme si Groveovu baterii a vložíme kousek tenounkého drátku platinového mezi oba konce polárního drátu této baterie.

Jestli kovové spojení zavedeno a prochází-li

jím proud, **rozžhavi** se platinový drátek do červena ano i do běla.

Pokus 63. Sestavíme si opět Groveovu baterii a vedeme oba její polární dráty do dvou nádobek převrácených a vodou naplněných, jak obr. 46. znázorňuje.

Uvidíme hned, že elektrický proud rozkládá vodu a že kyslík (O) v jedné, vodík pak (H)



Obr. 46.

v druhé nádobě se objevuje. Kyslík se vylučuje na tom konci drátu (pólu), který vychází od platiny a vodík pak na tom pólu čili konci drátu, který vychází od cinku celé baterie. Groveova baterie jest tudíž s to, aby rozložila vodu v její prvky. Může však též mnoho jiných složitých kapalin rozkládati.

Pokus 64. Tuhle máme měděný, zeleným hedvábím ovitý a takto zároveň osamocený drát, který jest otočen okolo měkkého železa, jež má podobu podkovy. Připněme nyní oba

polární dráty naší baterie k oběma koncům zmíněného měděného drátu, který okolo podkovy z měkkého železa jest ovinut. Jest-li baterie jak náleží spojena, shledáme, že řčené měkké železo nabylo proudem elektrickým zvláštní síly, kterou přitahuje k sobě železnou desku (kotvu) i s těžkým závažím na desce té visícím. (Viz obr. 47.).

Přerušíme-li však vodivé spojení mezi drátem podkovy a mezi baterií, zmizí ihned přitažlivá síla v železe a závaží i s deskou spadne neprodleně dolů.

Pokus 65. Vezměme kousek tvrdé ocele na příklad tvrdý ocelový drát. Tento drát přiložíme ku koncům železné podkovy předešlého pokusu, když okolo ní obíhá elektrický proud.

Takto nabývá onen drát zvláštních vlastností, které mu (pravá to protiva ku měkkému železu) i tehdy ještě zůstávají, když proud dávno již přestal. Když na př. tento drát čili jehlu zavěsíme uprostřed (v těžišti) na tenké nitce a necháme jej v poloze vodorovné kolísati, ustálí se vždy v jedné toliko poloze, jejíž směr jde přibliživě od severu k jihu.

Jest to táž jehla, jakou vidáme v kompasu, která ukazuje stále určitým směrem a tím činí plavcům na moři možno, aby řídili svou

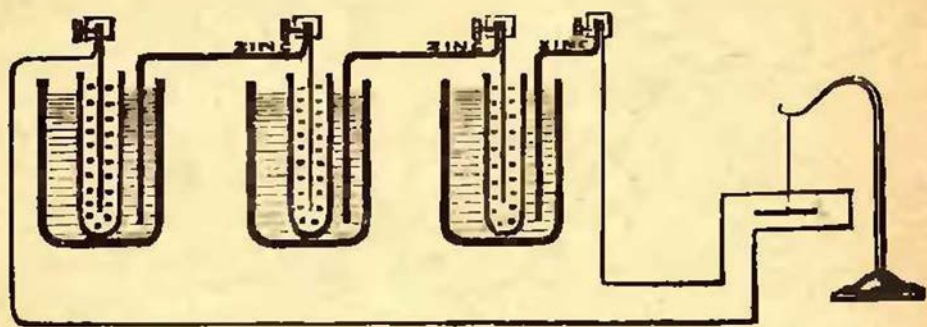


Obr. 47.

loď vždy správně k té končině, ku které plují. Tyč z tvrdé ocele, která tyto vlastnosti jeví, slove **magnet**.

Pokus 66. Zavěsme tedy takovou magnetickou jehlu v těžišti na kolmé špičce. Bude ukazovati jedním koncem k severu a druhým k jihu. Natáhneme nyní nad ní a rovnoběžně s ní drát, kterým prochází elektrický proud; i uvidíme hned, že jehla ta nebude více ukazovati jedním koncem k severu a druhým k jihu, nýbrž že se postaví na příč čili ve pravém úhlu ku směru drátu nad ní napjatého, kterým proud prochází. Zrušíme-li tento proud, vrací se jehla do původní své polohy, ukazujíc opět jedním koncem k severu a druhým k jihu.

Pokus 67. Účinek předešlého výjevu můžeme učiniti ještě nápadnějším, když pokus tak zařídíme, jak v přiloženém obrazci 48. jest naznačeno.



Obr. 48.

Postavme si totiž baterii na jeden konec světlice a vedme od obou její pólů dva opředené čili osamocené dráty na druhý konec světlice, kde je pak spolu spojíme. Tím vo-

divý kruh baterie se uzavře a proud koluje drátem. Dále zavěsíme na stojanu magnetickou jehlu (magnetku) a postavme ji na konci drátu, který jest od baterie nejvíce vzdálen, blízko k tomuto drátu. Jehla se prudce vychýlí, když proud drátem prochází. Jestli však někdo na protějším konci světnice drát od jednoho pólu baterie náhle odepne, přestane proud v témž okamžiku kolovati a magnetická jehla se vrátí zase do své stálé, severojižní polohy.

§ 89. **Elektrický telegraf.** — Z toho vysvítá, že, když na jednom konci světnice se přeruší spojení drátu s baterií, jehla na druhém konci světnice v témž okamžiku sebou pohne. Účinek ten by se též dostavil, kdybychom dráty, spojené s oběma póly, vedly na sto, ba třeba na tisíc mil daleko, prve než bychom jejich volné konce spolu spojili.

Napneme-li drát, kterým koluje elektrický proud, rovnoběžně s polohou magnetické jehly, otáčivé volně okolo kolmé osy, vychýlí se tato, třeba byl drát od baterie vedoucí na sta mil dlouhý, ze své polohy. Jakmile však vypneme druhý konec tohoto na sta mil dlouhého drátu z pólu baterie, přestane ihned proud kolovati a jehla magnetická se vrací zpět do původní své polohy. **Můžeme tedy způsobiti na magnetické jehle, třeba tisíc mil vzdálené, dva protisměrné pohyby tím, že spojení mezi tímto drátem a baterií, buď zavádíme, buď rušíme.** Totož jest základná myšlenka **elektrického telegrafu**, který jest tak podivuhodným dopravovatelem různých zpráv, že nám zvěstuje, co v Ame-

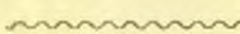
rice se událo, za několik vteřin po tom, když se to stalo. Nemohu předmět ten zde blíže rozbírat, ale doufám že jsem učinil věc tuto pochopitelnou, že totiž jest možno, pohybovati magnetickou jehlou na sta mil od nás vzdálenou. Tyto dva jednoduché pohyby mohou sloužiti za známky, z nichž lze sestaviti abecedu podobně, jako pro hluchoněmé se děje a takto sestrojiti pomůcku k zasílání zpráv do dálky.

§ 90. **Konec.** — Poznali jsme, byť jenom z hruba, co proud elektrický může dokázati.

Předně, jak rozžhavljuje tenký drátek, jímž prochází; za druhé, jak rozkládá vodu a jiné složité kapaliny; kterak z měkkého železa dělá silný, třeba že jen pomíjejičný magnet; jak mění tvrdou ocelovou tyč v magnet trvalý a jak konečně též jehlu magnetickou vychyluje a možným činí, abychom na velké vzdálenosti rychle mohli dopravovati zprávy čili telegrafovati.

Nemůžeme zde tento nad míru zajímavý předmět do podrobná vykládati, ale na konec si dovolujeme vysloviti naději, že jsme o působivých vlastnostech hmot přece něčemu se přiučili. Nejprvé jsme jednali o hmotách, které jeví **pohyb postupný**, pak o hmotách, které jsou ve **stavu chvění**, na to jsme pozorovali hmoty **oteplené a svitící** a na konec **hmoty elektrované** a hleděli jsme všude dokázati, že energie, kterou hmota v sobě má, nikde úplně se neztrácí. Může ovšem do hmoty jiné přecházeti nebo měniti její podobu, může přestupovati z energie viditelné

na energii zvuku, tepla a elektřiny nebo jinak vůbec a to rozmanitým způsobem se převlékati, ale do opravdy nebývá nikde zničena, jako nelze zničit ani té nejmenší částice hmotné. A v skutku, jako lučba se zakládá na hlavní pravdě, že hmota jen svou **podobu mění**, přecházejíc z jedné sloučeniny v jinou, ale tím nikterak svou bytnost neruší: podobně zakládá se i **věda fysikální** na pravdě, že **energie mění jen svou tvářnost**, nikdy však se neničí. Základná tato věta jest zárodek, jehož úplný rozvoj pro vyšší stupeň vzdělání uložiti dlužno.



Čtenář si vlož v paměť tyto věci.

Metr se rovná 10 decimetrům, nebo 100 centimetrům, neb 1000 millimetrům.

Kilometr se rovná 1000 metrům, míle měří $7\frac{1}{2}$ kilometrů.

Kilogram se rovná 1000 gramům.

Gram se rovná 10 decigramům, 100 centigramům nebo 1000 milligramům.

Tůna má 10 metrických centů, nebo 1000 kilogramů.

Pustime-li kámen z ruky, padá volně a proběhne v první vteřině skoro 5 metrů (4·9 m.)

Ocel jest kov nejsilnější a **zlato** kov nejtažnější; krychlový **centimetr zlata** může tak býti kladivem roztepán nebo válcem roztažen, že by se jím pokryla podlaha 3 metry dlouhá a 3 metry široká.

Démant jest hmota nejtvrdší, t. j. on působí vryp do každé jiné hmoty, kdežto žádná jiná hmota nečiní vrypu do diamantu.

Krychlový centimetr vody váží 1 gram.

1000 krychlových centimetrů vzduchu váží 1000 milligramů.

1000 krychlových centimetrů kyseliny uhličitě váží 1524 milligramů.

1000 krychlových centimetrů vodíku váží 64 milligramů.

Tlak ovzduší unese rtuťový sloupec 76 centimetrů vysoký, nebo sloupec vody přes 9 metrů vysoký.

Zvuk se nese do dálky vzduchem rychlostí asi 340 metrů za vteřinu.

Zachvěje-li se struna ve vteřině času 50krát,

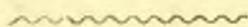
vydává hluboký tón; zachvějeli se však za vteřinu 10tisíckrát, vydává vysoký tón.

Množství tepla, kterého se spotřebuje, aby kilogram ledu roztál, stačí, aby 79 kilogramů vody o stupeň teploměru Celsiova se oteplilo.

Množství tepla, kterého jest třeba, aby kilogram vařící vody se proměnil v páru stejné teploty, jest tak velké, že by se jím teplota 537 kilogramů vody o stupeň dle C. zvýšiti mohla.

Světlo se šíří prostorem rychlostí asi 40.000 mil, čili 300.000 kilometrů.

Tisící díl vteřiny jest doba nesmírně malá ; dvacátý čtvrtý díl této doby trvá elektrická jiskra láhve Leydenské.



Dodatek.

Poznámky k některým pokusům.

1) Přístroj, jehož k pokusům třeba, má před vyučovací hodinou býti na stůl postaven a učitel se napřed přesvědčíž o tom, že různé pokusy, které jím ukazovati chce, snadno a jistě se mu podaří.

Po hodině budiž každý přístroj pečlivě na své místo opět uložen.

2) Dlužno míti na paměti, aby píst k válci vývěvy těsně a neprodyšně přiléhal, pročez se má dobrým olejem občas polívati. Dále třeba o to pečovati, aby recipient (poklop, zvon) neprodyšně k talíři přiléhal, pročez nutno jeho okraj natíratí tuhým lojem. Když tak se stalo, má poklop na talíři lehce a beze všeho chrupění sem tam se pohybovati. Znamenámeli takový chrupot, jest poklop znova bedlivě očistiti a lojem namazati. Pochází totiž z tvrdých zrneček pískových a p. po různu po talíři natrousených.

Poznámka tato platí nejen o poklopu, nýbrž i o polokoulích obr. 15. vůbec.

3) Abychom při pokuse 28. skleněnou láhev naplnili kyselinou uhličitou, nutno rourku, kterou plyn ten se přivádí, přiblížiti ke dnu nádoby, ale dotýkati dna také se nesmí.

4) Aby táž láhev se naplnila vodíkem (pokus 29), nutno ji zavěsiti dnem nahoru (převráceně) a přívodnou rourku tak zařídití, aby opět až ke dnu láhve dosahovala.

5) Přístroj k pokusu 45. dlužno několik

hodin před pokusem postavit do studené místnosti.

6) Zvláštní pozornosti třeba, konáli se pokus s kostíkem, ježto fosfor snadno se zapaluje. Zásoba fosforu budiž uschována v láhvi pod vodou; krájíme-li z něho kousky, čiňme to též pod vodou a osušme je pozorně pijavým papírem.

7) Zašpinili se rtuť, udělejme si kornoutek z tuhého, čistého papíru, propíchněme jej dole jehlou a nalijme do něho znečistěnou rtuť, nechajíc ji vybíhati do čisté, k tomu určené nádoby. Pak bude opět čista jako zrcadlo.

8) Rtuť nesmí s jinými kovy dostati se do styku. Troška rtuti, již k amalgamování cínku se užívá, budiž ve zvláštní nádobce uschována.

9) Než elektrickou pokusy počnou, jest radno ohřáti skleněný její kotouč. Děje se to nad ohněm, při čemž kotouč, aby nepraskl, mírně klikou se otáčí.

10) Elektroskop silně nabíjeti se nesmí, nebo by mohly lístky pozlátkové, prudce se odpuzující, utrhnutí se a odletěti stranou. Abychom elektroskop nabili, nechme z elektriky do láhve leydenské jen jednu jiskřičku přeskočiti a dotkněme se pak její bambulkou elektroskopu.

11) Skleněné sloupky svodičů ať jsou čisté, teplé a suché. Podobně i láhev leydenská jakož i veškeré skleněné součástky elektrických přístrojů buďtež chovány v teple a v suše.

12) U baterie Groveovy nutno míti na paměti, aby cínec byl dobře amalgamován,

všecky ostatní kovy a šrouby na těch místech, kde s baterií nebo vespolek se dotýkají, aby čistě byly vyciděny a pevně k sobě přitaženy,

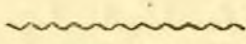
13) Rozředěná kyselina sírková ve článku nádobky vnější (u cinku) má na jeden prostorový díl silné kyseliny sírkové obsahovati 10 až 15 dílů čisté vody.*

14) Průlinčité nádobky Groveovy baterie buďtež, jakmile jsou pokusy ukončeny, položeny do čisté vody a desky cinkové, jakož i platinové dlužno též ve vodě opláchnouti a čistě vytřítí neb osušiti.

15) Při pokuse 66 a j. dlužno místičky, do kterých konce polárních drátů se ponořují, dříve naplniti rtutí.

* Kyselina se lije do vody, ale ne naopak.

Pozn. překl.



Otázky.

Úvod.

I. Výměr fyziky. Dejte příklad o dvou rozličných věcných stránkách hmot.

2. Dejte příklad o dvou různých stavech téže věci.

II. Výměr pohybu. 1. Prve než pohybu porozumíte, dlužno vám znáti dvě věci. Které pak?

2) Muž kráčeje stále stejným krokem, ujde 8 kilometrů za dvě a čtvrt hodiny, kdežto muž jiný ujde čtyry kilometry za hodinu. Který jde rychleji?

3. Jiný chodec vykoná 10 kilometrů cesty za dvě hodiny a půl. Jak rychle se pohybuje? Dělová koule proběhne dráhu 2200 metrů za $5\frac{1}{2}$ vteřin. Jakou rychlostí se pohybuje?

III. Výměr síly. 1. Co míníme vyjádřiti slovem „síla“?

2. Dejte pokusem důkaz o síle, která hmotu z klidu uvádí v pohyb.

3. Uveďte příklad síly, která pohybnjící se hmotu uvádí v klid čili pohyb hmoty ruší.

4. Podejte pokusem důkaz o síle, jejíž působení účinkem jiné síly se ruší.

I. Výměr tíže. 1. Proč jsou hmoty těžké?

2. Myslete si, že by nitro země se zničilo, ale kůra povrchu zemského že by zůstala jak jest. Změnila by se tím váha kusu olova?

3. Dejme tomu, že byste drželi v ruce kilogram olova uprostřed prázdného prostoru a že by pod vámi nebylo žádné země. Mělo by toto olovo nějakou váhu?

II. Výměr spojitosti. 1. Dejte příklad o spojitosti hmot.

2. Čím se liší hlavně spojitost hmot od tíže? Objasněte svou výpověď příkladem.

III. Výměr chemické přitažlivosti. 1. Uveďte příklad o sloučivosti čili o lučebné přitažlivosti hmot.

2. Která jest hlavní známka této síly?

IV. Prospěšnost těchto sil. 1. Co by se stalo, kdyby tíže nebylo?

2. Co by se stalo, kdyby spojitosti nebylo?
3. Co by se stalo, kdyby lučebné přitažlivosti nebylo?

Jak tíže působí.

I. Těžiště. 1. Co rozumíme středem tíže čili těžištěm nějaké hmoty?

2. Má-li každá hmota své těžiště?

3. Jest-li hmota volně pohybliva, jakou polohu zaujme její těžiště, když hmota v poloze se ustálí?

4. Kterak se určuje těžiště hmoty, podoby ploské desky, zkusmo?

5. Mohli bychom dle tohoto návodu určovati těžiště, když hmota má podobu jinou než jest deska na obou stranách rovná? Odůvodněte svou odpověď.

II. Váhy. 1. Naškrtněte několika čarami podobu krámských váh.

2. Proč nesmí těžiště vahadla býti nad bodem jeho podpory, okolo něhož vahadlo se otáčí?

3. Co jest příčinou, že vahadlo, když se ustálí, se vrací po každé v určitou polohu, totiž v polohu vodorovnou?

Skupenství.

1. Jmenujte troji nahrnutost čili skupenství hmot.

2. Ve kterém skupenství jeví hmoty největší spojitost? Ve kterém nejvíce žádné spojitosti?

3. Popište pokus, z něhož vychází, že rtuť má spojitost?

4. Popište pokus, z něhož vysvítá, že voda má též jakousi spojitost.

5. Kterou hmotu zoveme pevnou?

6. Kterou hmotu jmenujeme kapalně tekutou?

7. Kterou hmotu nazýváme vzdušnou nebo plynnou?

Vlastnosti hmot pevných.

1. Jest naprosto nemožno, změnití podobu a objem pevné hmoty?

2. Vypočtete různé pokusy, jimiž byste dovedli zrušiti nebo změnití podobu železného prutu.

3. Popište pokus, z něhož vysvítá, že obtěžkané trámce s velikostí břemene téměř úměrně se prohýbají.

4. Závaží 10 kilogramů, zavěšené na tyč tak, jak

v pokuse 9. udáno, sníží střed tyče o 1 mm. O kolik mm. snížil by se týž střed závažím 28 kilogramů těžkým a zavěšeným na témž místě, kde prve 10 kg. viselo.

5. Popište pokus, z něhož patrno, že, když trám tak jest položen, že ukazuje zřejměji svou hloubku nežli šířku, v poloze takové zavěšeným závažím nejméně se prohýbá.

6. Co míníme mezemi úplného vyrovnávání trámů, mostů a staveb vůbec?

7. Na které dvě hlavní věci má stavitel nebo podnikatel staveb stále pamatovati?

8. Podejte výklad tření udáním případného pokusu.

9. Jak by se nám vedlo, kdyby tření nebylo?

Vlastnosti kapalin.

I. Podoba i obsah. 1. Jeví-li kapaliny jakousi snahu, aby svou podobu podržely nezměněnu?

2. Jeví-li kapalina snahu zachovati velikost svého krychlového obsahu stále stejnou?

II. Kapaliny šíří tlak. 1. Popište pokus, z něhož jde na jevo, že kapaliny šíří tlak dále.

2. Popište pokus, z něhož vysvítá, že kapaliny šíří tlak na všechny strany rovnou měrou.

3. Kdo objevil tuto vlastnost kapalin?

4. Popište pokus, který ukazuje, že tlak kapaliny proti pístu způsobený jest úměrný s plochou pístu, na níž působí.

5. Voda tlačí proti povrchu čtverečného pístu, jehož strana podstavná jest dva centimetry dlouhá, silou 10 kilogramů; kterou silou bude tlačiti voda na podstavu pístu podobného a stejně položeného, jehož strana jest tři centimetry dlouhá?

III. Vodní lis. 1. Načrtněte a popište vodní lis.

2. Plocha velkého pístu vodního lisu jest osmkrát větší než plocha malého pístu. Na menší píst působí síla 15 kg. Kterou silou se zdvihá píst velký?

3. Stoupá široký píst vodního lisu tak rychle vzhůru jako malý píst se tlačí dolů?

IV. Hladina kapalin jest vodorovná. 1. Popište pokus, z něhož patrno, že směr tíže jest kolmý k volnému a klidnému povrchu rtuti nebo nějaké jiné kapaliny.

2. Načrtněte a popište vodní vážky (svahoměr).

V. Tlak hluboké vody. 1. Načrtněte a popište pokus, ukazující, že tlaku kapaliny rovnoměrně s její hloubkou přibývá a že tíž se jeví nahoru rovněž mocně jako dolů.

2. Tlačí-li voda na nějakou plochu ve hloubce čtyř metrů pod hladinou jezerní silou osmi kilogramů vzhůru, jakou silou by tlačila na touž plochu ve hloubce devíti metrů pod hladinou jezera?

3. Bude tlak ten v určité hloubce jiný, když rozsáhlost jezera se změní?

4. Jak byste o tlaku tom někoho přesvědčili, spouštějice láhev do hluboké vody?

VI. Vztlak vody. 1. Udejte pokus, kterým lze poznati vztlak vody čili tlak její ode dna vzhůru.

2. Učiňte pokus, z něhož patrně, že hmota, kterou ve vodě vážíme, byť i lehčí se zdála, o část své váhy přece nepřichází, nebo naprosto vzato, že skutečné ztráty na váze tu není.

3. Uveďte pokus, z něhož zřejmo, že hmota ponořená do vody o tolik se stává lehčí, kolik objem vody, touto hmotou vytlačené, váží.

4. Proč padá železo ve vodě ke dnu?

5. Proč plove korek na vodě?

6. Kdy hmota v kapalině ani nepadá ke dnu, ani neplave na jejím povrchu, nýbrž se vznáší volně v kterékoliv její vrstvě?

VII. Měrná váha. 1. Co rozumíte hustotou a měrnou vahou hmot?

2. Kousek čistého zlata váží ve vzduchu 57 gramů, ve vodě však jen 54 gramy. Vypočítejte měrnou jeho váhu?

3. Při které příležitosti a kdo vymyslíl způsob určovati takto měrnou váhu pevných hmot?

4. Kousek zlata, které prý jest čisté, váží ve vzduchu 78 gramů, ve vodě ale jen 72 gramy. Čisté-li toto zlato? O které důvody opíráte svou odpověď?

6. Kus kamene váží ve vzduchu 2 kilogramy, ve vodě však jen $1\frac{1}{2}$ kilogr. Jiný kus téhož kamene váží ve vzduchu 5·6 kg., kolik by vážil ve vodě?

VIII. Vztlak jiných kapalin. 1. Co jeví větší vztlak čili zdvih, těžká-li či lehká kapalina?

2. Jmenujte kapalinu, ve které železo plove.

3. V které vodě plove se snáze v čisté čili ve slané?

4. Udejte vrstvu vody, ve které člověk tak snadno se nepotopí.

IX. Vzlínavost. 1. Jmenujte případ, kde voda nad svou hladinu vystupuje.

2. Dokažte pokusem, že toto vystupování vody na její přitažlivosti (přilnavosti) k té hmotě, po které stoupá, závisí.

Jmenujte hmotu, jevící podobnou přitažlivost ke rtuti.

Vlastnosti plynů.

I. Tlak a váha vzduchu. 1. Který jest podstatný rozdíl mezi plynem a kapalinou?

2. Přitahuje se vzduch či odpuzuje se zemí? Znázorněte svou odpověď pokusem.

3. Popište pokus, z něhož patrno, že některé plyny jsou těžší než stejný objem vzduchu.

4. Popište pokus, z něhož vysvítá, že některé plyny jsou lehčí než stejný objem vzduchu.

5. Tlačí vzdušné moře (ovzduší) právě tak na povrch zemský, jako vodní moře na dno mořské?

6. Proč se nepřitlačuje kus papíru vahou vzduchu, který na něm spočívá, těsně ke stolu?

Doložte svou odpověď pokusem.

7. Popište pokus, z něhož vysvítá, že vzduch (podobně jako kapaliny) jeví též vztlak čili zdvih vzhůru.

II. Tlakoměr a jeho užívání. 1. Popište tlakoměr.

2. Kdo jest jeho vynálezcem?

3. Která jest obyčejná výška rtuťového sloupce ve tlakoměru?

4. Byl by tento sloupec delší nebo kratší, kdybychom vynesli tlakoměr na vrchol vysoké hory?

5. Co rozumíme Toricellovou prázdnotou?

6. Kterak se mění výška rtuťového sloupce s povětřností vůbec?

III. Vývěva. 1. Co míníme vyjádřiti slovy: píst, válec, klapka?

2. Načrtněte obraz vývěvy a popište její působení.

3. Zvonovitá nádrž (recipient) má obsah 9 krychl. decimetrů a vnitřní dutina válce (boty) obsahuje 1 krychl. decimetr. Jak velikou část vzduchu vyčerpáme z nádrže, když jsme píst jednou zdvihli?

IV. Vodní pumpa, násoska. 1. Kdyby za sloupec tlakoměrný místo rtuti se užilo vody, byl by sloupec tento delší nebo kratší nežli rtuťový?

2. Přibliživě jen řečeno, jak dlouhý by byl sloupec vody v takovém vodním tlakoměru?

3. Načrtněte obyčejnou vodní pumpu a popište, kterak tato vodu vzhůru táhne.

4. Proč neúčinkuje obyčejná pumpa tam, kde vzdálenost od hladiny podzemní vody až k dolní záklopce pumpy větší jest než 10 metrů?

5. Proč a jak musí býti vzdálenost předešlé otázky změněna, postavena-li pumpa na úbočí vysoké hory?

6. Někdy jest nutno naliti na píst trochu vody, než pumpovati se počne. Proč se to dělá?

7. Načrtněte násosku a povězte, kterak, když jí užíváme, se s ní zachází?

Hmoty, které se pohybují.

I. Ráznost hmot a práce. 1. Jest ráznost čili energie nějaká hmota nebo jen stav čili zjev hmoty?

2. Co míníme vyjádřiti, pravíme-li, že hmota některá jest plna energie.

3. Jmenujte nejzřejmější případy, kde hmota jest plna ráznosti čili energie.

4. Kterak měříme energii hmot?

5. Co nazýváme jednotkou práce?

6. Kolik jednotek práce vykonáme, zdvihneme-li $5\frac{1}{2}$ kg. na 10 metrů od země vysoko proti směru tíže?

7. Z děla, namířeného kolmo vzhůru vystřelí se koule 20 kgr. těžká a vyletí 850 metrů vysoko, prve než se obrátí. Jakou energii má tato koule v sobě, když dělo opouští?

II. Práce, již koná pohybující se hmota. 1. Kámen, vážící jeden kilogram a vyhozený kolmo vzhůru počátečnou rychlostí 9·8 m., vyletí 4·9 m. vysoko. Kolik počátečné energie chová v sobě?

2. Vyhodíme-li kámen touž rychlostí jako prve (9·8 m.) a váží-li 4 kg.; jak vysoko vystoupí a mnoholi energie, jeví, když pohyb počíná?

3. Vržen-li kámen 3 kg. těžký dvojnásobnou rychlostí tedy rychlostí 19·6 m. za vteřinu kolmo vzhůru; jak

vysoko vystoupí a kolik energie v sobě hostí, když pohybovati se počíná?

4. Dělová koule, vystřelená rychlostí 300 m. za vteřinu prorazila 4 dubová prkna; kolik prorazí stejných prken táž koule, vystřelíme-li ji rychlostí dvojnásobnou (600 m. za 1").

III. Energie polohy. 1. Jest lev, když spí nebo odpočívá, zbaven vši energie? Pakli ne, kteréko druhu energie jest v něm?

2. Uveďte příklad, z něhož patrno, že hromada kamení může míti energiií přihlížíme-li k její poloze.

3. Kdy jeví vodní nádrž energii polohy?

4. Kterého druhu energie žene větrný mlýn?

5. Jakou přednost má energie polohy před energií pohybu?

Chvějící se hmoty.

I. Chvění—Zvuk. 1. Uveďte příklad o pohybu hmoty, která jako celek svého místa nemění.

2. Jak se nazývá tento zvláštní druh pohybu?

3. Uděluje-li chvějící se hmota vřkolnímu vzduchu celou řadu nárazů?

4. Vnikají-li tyto nárazy do našeho ucha, jak nazýváme pocit, jež tam způsobují?

II. Hluk a hudba. 1. Podejte příklad hmoty, která vzduchu uděluje toliko jednotlivý náraz.

2. Uveďte na příklad hmotu, která celou řadu nárazů vřkolnímu vzduchu dává.

3. Jak nazýváme pocit sluchu, když jednotlivý jen náraz vniká do ucha?

4. Jak nazýváme pocit sluchu, když celá řada nárazů vniká do ucha?

5. Který jest fysikalní rozdíl mezi hlubokým, nízkým a jasným, vysokým tónem?

6. Podejte příklad, z něhož vysvítá, že zvuk jest druh energie a že tudíž může konati práci.

III. Pohyb zvuku šíří se vzduchem. 1. Popište pokus, z něhož patrno, že zvuk vyžaduje vzduchu, aby se donesl k našemu uchu.

2. Když z děla se vystřelí, stane se na jednotlivé částečky vzduchu tak mocný náraz, že se donáší jimi

až do ucha vzdáleného člověka, který slyší tento výbuch čili střelnou ránu.

3. Kdyby tomu tak nebylo, čím medle by se donášel pohyb ten až k jeho uchu? Vysvětlete svou odpověď pokusem.

4. Podejte o tom bližší výklad, odvozený ze známé míčové hry, řečené krocketkové.

IV. *Rychlost zvuku.* 1. Jak dokážete, že zvuk potřebuje něco času, než od děla se donese do našeho ucha?

2. Jak rychle se šíří zvuk vzduchem?

3. Jak rychle vodou?

4. Jak rychle dřevem?

5. Člověk uslyší v jakési dálce ránu z děla o 5 a půl vteřiny později než viděl záblesk děla a kouř. Jak daleko jest ten člověk od děla?

V. *Odras zvuku — ozvěna.* 1. Učiňte silozpytný výklad o výjevu ozvěny.

2. Popište pokus, který ukazuje, že též zvuk může mít ohnisko jako světlo.

3. Vysvětlete vlastnost zvuku, která se jeví ve zvláštních chodbách a sluchových galeriích.

VI. *Kolik nárazů třeba na určitý tón.* 1. Načrtněte a popište nástroj, kterým lze vypátrati, kolikrát za vteřinu tón určité výšky se zachvěje, čili kolika nárazy za vteřinu vykonanými tón takový vzniká.

Hmoty oteplené.

I. *Podstata tepla* (první vědomost). 1. Jest horká hmota snad těžší než studená?

2. Jest horká hmota větší energií nadaná než studená?

3. Jestli horko druh pohybu, proč nevidí oko částic horké hmoty, jak se pohybují?

4. U hmot chvějících se dvě věci zkoumati dlužno; které pak?

5. U hmot oteplených dvě věci nutno zkoumati; které pak? —

II. *Nabývání hmot horkem.* 1. Popište pokus, z něhož patrně, že kovový prut se stává delším, ohřeje-li se.

2. Co se stane, když dutá skleněná a vodou naplněná koule se ohřívá?

3. Co zpozorujeme, když měchýř, naplněný na $\frac{2}{3}$ vzduchem ohříváme?

III. Teploměry a jejich výroba. 1. Popište všeobecně nástroj, který rtuťovým teploměrem se nazývá a vyložte, jak se s ním zachází.

2. Popište postup výkonů, jimiž teploměrná rourka rtuť se naplňuje a konečně se zatahuje.

3. Popište postup výkonů, jimiž stupnice stodílného teploměru se sestavuje.

4. Proč nástroj ten 100stup. teploměrem se nazývá?

5. Jakou teplotu má krev dle teploměru stoupňového?

IV. Jak hmot pevných, kapalných a vzdušných teplem nabývá. 1. Čeho nabývá teplem více skla-li či olova?

2. Čeho nabývá teplem více platiny či cinku?

3. Ukažte, že kapalin teplem více nabývá než hmot pevných. Kterak se to poznává?

4. Nabývá kapalin při vysokých teplotách rychleji nebo zdlouhavěji než při teplotách nízkých?

5. Rozprostraňují se vzdušiny teplem více než kapaliny?

6. Rozprostraňují se plyny též jinou příčinou než teplem?

7. Máli měchýř, vzduchem ne docela naplněný při teplotě 0° obsah 1000 krychl. cm.; jak velký bude jeho obsah při teplotě vařící vody čili při 100 stupních?

8. Popište pokus, z něhož vychází na jevo, že kapaliny horkem se roztahují ohromnou silou.

9. Ukažte, kterak stahování čili smršťování hmot, způsobeného ochlazením, výhodně se užívá při kování vozových kol.

V. Měrné teplo hmot. 1. Co rozumíme měrným teplem hmot?

2. Která hmota má velmi veliké měrné teplo?

3. Která hmota má velmi malé měrné teplo?

4. Odůvodněte své odpovědi k ot. 2. a 3. přiměřenými pokusy.

VI. Změna skupenství. 1. V jakém postupu se mění skupenství hmot teplem?

2. Kus železa jest rozžhaven do běla; jiný stejně těžký kus železa jest však roztaven. Který z obou jest teplejší?

3. Jeden kus železa jest žárem roztaven, druhý však tak rozžhaven, že v železnou páru přechází. Který kus jest rozpálenější?

4. Jmenujte kapalinu, která dosud nikdy nezmrzla.
5. Jmenujte plyn, který nikdy nezmrzl.
6. Můžeme věřit smyslu pocitu, když hmatem teplotu těles zkoušíme?
7. Kterou hmotu jmenujeme ohnivzdornou?
Jmenujte některou.
8. Co nazýváme bodem mrazu a co bodem varu na stodílném teploměru?

VII. Skryté teplo, vody a páry. 1. Dejte výměr skrytého tepla vody na základě pokusu.

2. Kdyby libra tajícího ledu (teploty 0°) byla smíšena s librou vařící vody (100° teplé); bude průměrná teplota smíšeniny této větší čili menší než 50° C.?

3. Dejte výměr skrytého tepla vodní páry na základě pokusu.

4. Kdyby libra ledové vody (0° C. teplé) se smíchala s librou vodní páry (100° teplé), byla by průměrná teplota této smíšeniny větší čili menší než 50° C.?

5. Kterak to míníme, pravíme-li, že skryté teplo vody jest 79?

6. Kterak to míníme, pravíme-li, že skryté teplo vodní páry jest 537?

7. Co by se stalo v některých krajinách, kdyby skryté teplo vody bylo velmi malé?

8. Co by se stalo, kdyby skryté teplo páry bylo velmi malé?

9. Popište pokus, který ukazuje, že poubá vodní pára jest neviditelná.

VIII. Var a výpar. 1. Stanovte rozdíl, jaký jest mezi varem a výparem.

2. Jest bod varu na vrcholu vysoké hory vyšší nebo nižší než na jejím úpatí? Proč?

3. Jest vyšší či nižší ve hloubce uhelných dolů než venku na povrchu a proč?

4. Popište pokus, kterým se jeví účinek zmeušeného tlaku na bod varu.

5. Rozšiřuje-li či stahuje-li se voda, přecházejíc z pevného skupenství do kapalného? Znázorněte svou odpověď pokusem?

6. Jmenujte hmotu, která v této příčině opak toho jeví, co voda?

7. Rozpíná-li se nebo smršťuje-li se hmota, přecházejíc z kapalného skupenství do vzdušného?

8. Jaký prostor zaujímá pára, která z krychlového centimetru vařící vody povstala?

IX. Jiné účinky tepla. Smíšeniny zimotvorné. 1. Uveďte příklad o teple, které budí lučebnou činnost.

2. Budí se slučováním hmot vůbec teplo?

3. Uveďte příklad, kde smíchání dvou hmot má v zá-pětí snížení teploty a vyložte výsledek z toho plynoucí.

4. Proč se jeví kapalina, která prudce se vypařuje, silně ochlazená?

5. Popište pokus, z něhož patrně, že voda rychlým vypařováním může zmrznouti.

X. Sdílení tepla. 1. Jeví teplo vždy snahu přechá-zeti do jiných hmot?

2. Kolikerym způsobem se to děje?

3. Podejte příklady o rozvádění, šíření a sálání tepla.

XI. Vedení a šíření tepla. 1. Popište pokus, z něhož patrně, že kov rychleji (lépe) teplo převádí než sklo.

2. Jsou vlna a peří dobrými nebo špatnými vodiči tepla?

3. Kdy takové hmoty teplo drží (nevypouštějí)?

4. Kdy takové hmoty před teplem chrání (tepla ne-připouštějí)?

5. Popište pokus, který ukazuje, že měď jest lepším vodičem tepla než železo.

6. Který významný rozdíl jest mezi vedením a ší-řením tepla?

7. Kterými směry proudí voda v nádobě, ohříváme-li ji z dola?

8. Vysvětlete, jak šíření tepla zdržuje zamrznutí bla-diny vodní na jezeře.

9. Podejte příklad o šíření tepla ve vzduchu.

10. Kterak vyložíte původ a směr větrů pasatních?

Světlo žhavých hmot.

I. Zářící světlo a teplo — jeho rychlost. 1. Jakým způ-sobem dostává se teplo ze slunce na zem?

2. Sálá-li kotel, horkou vodou naplněný, teplo?

3. Jaké změny, přihlížíme-li k teplu, se dějí ve hmotě, kterou znenáhla až do rozžhavění rozpalujeme?

4. Kdo byl první, co objevil rychlost, jakou světlo do dálky se šíří?

5. Popište všeobecně způsob, kterým to bylo vy-pátráno.

6. Jakou rychlostí se pohybuje světlo vzduchem? Za který čas dochází světlo od slunce na zem?

7. Kdyby slunce náhle zhaslo, kolik času by uplynulo, než bychom toho spozorovali?

8. Skládá se světlo snad z částíček vyvržených (na způsob vlně) ze svítící hmoty a pakli tomu jinak, která jest jeho podstata?

II. Odraz světla. 1. Vysvětlete odraz světla pokusem.

2. Vyložte zákon odrazu ve dvou odstavcích.

3. Napište několik písmen z abecedy a naznačte jejich obrazy v zrcadle rovném.

4. Jaké obrazy vnějších předmětů spatřujete v lesklé kouli teploměru?

5. Popište pokus, dvěma dutými zrcadly způsobený.

III. Lom světla. 1. Vyložte lom světla pokusem.

2. Naznačte směry světelného paprsku: a) jak dopadá šikmo na skleněnou, rovnoběžnými stěnami omezenou, desku nebo tyč; b) jak v ní postupuje, c) jak z ní vychází a dále se běže.

3. Naznačte podobně dráhu světelného paprsku, procházejícího hranolem a) když kolmo, b) když šikmo na stěnu hranolu dopadá.

4. Láme se světlo k čelu hranolu (k širší jeho straně) či od něho?

IV. Čočky a obrazy jimi způsobené. 1. Načrtněte obraz čočky, ležící na stole, pohlížeje na ni shora.

2. Načrtněte obraz čočky, pohlížíme-li na ni, ona na stole leží, z dola.

3. Ukažte souhlasnost mezi čočkou a hranolem, jestli vůbec jaká?

4. Ukažte nákresem, jak čočka svazek světelných paprsků, které s její hlavní osou rovnoběžně na ni dopadají, v jediný bod svádí.

5. Kterak můžeme čočky užíti jako zápalného skla?

6. Popište podrobně, jak čočky užívají fotografové (světlopisci).

V. Zvětšovací skla. 1. Ukažte, kterak jednotlivé čočky může se užívati ku zvětšování drobných věcí.

2. Stačí jednotlivá čočka ku zvětšování, když předmět jest rozsáhlý a vzdálený?

3. Jaké sestavy čoček užijete v tomto případě? Kterak se nazývá taková sestava?

VI. Nestejné druhy světla lámou se nesejně. 1. Dejme tomu že na hranol dopadají zároveň rovnoběžné paprsky modrého, červeného a zeleného světla; vystoupí tyto ze hranolu též rovnoběžně?

2. Pakli ne, který paprsek bude nejvíce a který nejméně vychýlen ze směru původního?

3. Ze kterých barev spolu smíšených skládá se světlo bílé?

4. Podejte znázornění pokusu, kterým složení bílého světla dokázati můžeme.

5. Kdo byl první, jevž složitou podstatu bílého světla objevil?

6. Co nazýváme vidmem? Vyložte svou odpověď blíže přiměřeným pokusem.

VII. Podstata tepla (druhý výklad). 1. Kuje-li kovář těžkým kladivem kus olova, kam se děje veškerá energie toho pohybu?

2. Kam se děje veškerá energie pohybu, leštíme-li kuoflík třením o kus dřeva?

3. Vyložte pokusem (voskovou svíčkou a kostíkem) kterak energie pohybu v energii tepla přechází.

4. Proč lítají jiskry od kol železničního vlaku, když se mu někdy rychlosti ubírá?

5. Podejte příklad, kterak teplo v energii viditelnou se mění.

Hmoty elektrované.

I. Vodiči a nevodiči. 1. Který elektrický výjev byl nejprve znám?

2. Co objevil dr. Gilbert?

3. Ukažte pokusem, že elektřina sama sebou po skle se nerozlézá.

4. Ukažte pokusem, že elektřina sama sebou po kovech snadno se rozprostírá (rozlézá).

5. Jak se nazývá sklo a kterak jmenujeme kovy, přihlížíme-li k vlastnostem právě vytčeným?

6. Podejte seznam dobrých i špatných vodičů elektřiny.

II. Dva druhy elektřiny. 1. Popište pokus, z něhož uzavíráme, že jsou dva druhy elektřiny.

2. Jak působí na sebe dvě hmoty, jsouli: a) elektrovány stejnojmennými elektřinami, b) jsouli elektrovány nesterajnojmennými elektřinami?

3. Zmíňte se o pokuse, kterým oba druhy elektřiny od sebe odlučujeme.

4. Třeme-li kus skla hedvábím (oboje suché): který druh elektřiny bude na skle a který na hedvábí?

5. Třeme-li pečelní vosk flanelem, kterými druhy elektřiny budou obě hmoty naelektrovány.

III. Účinek hmot elektrováných na hmoty neelektrováné.

Pokusy. 1. Vyložte, přihlížejíce k pokusu, co nazýváme elektrickou indukcí čili elektrováním do dálky?

2. Popište vznik a výjev elektrické jiskry.

3. Znázorněte nákresem pozlátkový elektrojev a vyložte jeho působení.

4. Kterak působí elektrovaná tyč ze skla v pozlátkový elektrojev, který byl prve kladně elektrován, když se jí dotkneme kuličky elektrojevu?

5. Jak se jeví působení elektrováného pečelního vosku na týž elektrojev?

6. Přiblížíte-li osamocenou mosaznou kouli ku svodiči nabitému elektřinou, přeskočí mezi oběma jasná jiskřička, jestli však mosazná koule vodivě spojena se zemí, obdržíte dlouhou jiskru. Čím to jest?

7. Připevněna-li špička kovová ke kouli předešlé otázky neobdržíte žádné jiskry. Proč to?

8. Který důležitý vynález učinil Franklin?

IV. Elektriķa obecná. Leydenská láhev. 1. Znázorněte hlavními rysy elektriku obecnou a popište její působení.

2. Znázorněte jednoduchým nákresem láhev leydenskou a popište, kterak působí.

3. Načrtněte vybíječe a vyložte, kterak se ho užívá.

V. Hmoty elektrováné jeví energii. 1. Ukažte, že elektřina jest něco, co v sobě skrývá energii.

2. Jeví-li se ve blesku, jež vidíte, elektřina? Pakli ne, co jest blesk?

3. Proč bývá kotončem elektriky těžko točiti?

VI. Elektrický proud. 1. Jednoduchým nákresem znázorněte Voltovu baterii a popište její účinky.

2. Co vyjadřujeme slovy „polární dráty baterie“.
(Voltovy, Groveovy neb kterékoliv jiné)?

3. Sledujte a popište směr, kterým koluje elektrický proud uzavřeným polárním drátem.

4. Znázorněte Groveovu baterii nákresem a popište její účinky.

VII. Účinky elektrického proudu. 1. Kterak lze rozžhavití platinový drátek rychle elektrickým proudem?

2. Jak byste rozložili vodu tímto proudem?

3. Rozkládáme-li vodu elektrickým proudem, na kterém pólu (konci polárního drátu) vylučuje se kyslík a na kterém vodík?

4. Kterak může elektrický proud uděliti železu takové moci, aby přitahovalo k sobě jiné železo?

5. Podrží měkké železo tuto vlastnost i potom, když elektrický proud přestal?

6. Co nazýváme magnetem?

7. Jak se staví magnet, okolo kolmé osy volně otáčivý ku směru proudu kolujícího nad nebo pod ním rovnoběžné s osou magnetu?

8. Porozprávějte o tom, kterak elektrický telegraf možným se stává.

