

Ž. K. KOSTIČ

*Medzi hrou
a fyzikou*



Živko K. Kostič

**Medzi hrou
a
fyzikou**

Nakladateľstvo

alfa

Bratislava

Kniha vyšla v srbštine, ako aj v poľštine už v troch vydaniach. Rozdelená je na 150 samostatných pokusov, pričom finančné investície na zhotovenie demonstračných prístrojov sú minimálne. Obsahuje návody na experimenty z mechaniky, termiky, akustiky, elektriny, magnetizmu a optiky.

Určená je žiakom aj učiteľom ZŠ a rodičom.

Odborná revízia prekladu prof. Anton Dubec

Edícia teoretickej literatúry — vedúci redaktor Ing. Pavol Feranec

© Živko K. Kostič, Beograd 1964

Translation © Ing. Ján Samák 1971

Ahoj, mladý čitateľ!

Keď sa ti nechce, nečítaj tieto prvé riadky, ktorými sa na teba obraciam. Vôbec sa neurazím, keď ich bez rozpakov vynecháš. Spomínam si, že ani ja som nemal rád predslavy. Kedysi, bolo to varl v tretej triede gymnázia, keď som bral do rúk novú knihu, hovorieval som sám sebe: „Podme priamo k veci!“ Takéhoto hesla sme sa totiž pridržiavali v našom „Fyzikálnom laboratóriu“.

Napokon, túto knihu vôbec nemusíš čítať poporiadku, tak ako sa knihy zvyčajne čítavajú. Keď sa ti zachce, začni hocí aj od konca, od poslednej strany, alebo niekde v prostriedku. Čítaj, ako sa ti len páči. Veď knižka je plná obrázkov, ktoré ti samy osebe povedia dosť — ako film.

Keď sa už s knihou spriatelíš, budeš sa vracat' k mnohým z jej riadkov, v ktorých teraz predo mnou, ale aj pred tebou opäť ožívajú tie časy, keď sme kedysi, moji priatelia a ja, približne v tvojom veku, útokom obsadili drevenú šopu vo dvore tety jedného nášho spolužiaka. Šopu sme vypratali a upratali; zariadili, ako sme len najlepšie vedeli a na dvere sme pribili drevenú tabuľku s nápisom „Fyzikálne laboratórium“.

Strávili sme tam veľa hodín zo svojho voľného času. Pomôcky sme mali veľmi skromné: staré škatule, špagát, plechovice z konzerv, poháre, fľaše, vidličky, lyžice, zátky, nožnice, ceruzky, papier, teda predmety, ktoré sme mali doma poruke. A keď sa nám naše pokusy darili, spôsobovalo nám to takú radosť, že nám bola, skutočne dostatočnou náhradou za našu námahu. Ba čo viac, urobila naše vtedajšie prvé kroky v oblasti fyziky takými krásnymi, že nám všetkým

zostali dodnes najdrahšou spomienkou na nezabudnuteľné chvíle nášho detstva.

Mnohí z našej skupiny, ktorí sa učili fyziku hrajúc sa v drevenej šope dobrej tety Amáľky, sú dnes u nás poprednými pracovníkmi v oblasti fyziky alebo techniky. Aj preto som sa rozhodol, že vám, moji mladí priatelia, porozprávam, ako sme sa vtedy prostredníctvom zábavy zaľúbili do fyziky, a že vás vezmem do nášho „Fyzikálneho laboratória“, v ktorom sa mnou strávite desať dní. V priebehu týchto 10 dní urobíme spoločne stopäťdesiat rozličných pokusov zo základov fyziky. Ak v nich nájdete takú záľubu, akú sme kedysi našli my, budem spolu s vami spokojný aj ja. Potom sa budem môcť domnievať, že moja skromná práca splnila to, čo som od nej očakával.

A teraz, prosím, vojdite do „laboratória“ a začnite tým, čo sa vám najviac páči!

Mechanika

Prvý deň

Vo svete sily a pohybu

Na všetky telesá na Zemi pôsobia rôzne sily. Na jedno teleso pôsobí zvyčajne niekoľko síl súčasne. Na suchý list, ktorý jesenný vetrík odtrhne z vetvy, odnášajúc ho kľukatými cestami po priekope alebo po záhrade, pôsobí príťažlivosť zemská, odpor vzduchu, ako aj sily vetra.

Ale nielen telesá na Zemi podliehajú tomuto neustálemu pôsobeniu rôznych síl. Aj na samotnú Zem, ako na nebeské teleso, pôsobia príťažlivé sily iných nebeských telies. Je to predovšetkým príťažlivá sila Slnka, a potom príťažlivá sila Mesiaca.

Zem zas pôsobí svojou príťažlivou silou na Mesiac, na Slnko i na ďalšie nebeské telesá. No nielen na nebeské telesá, ale aj na všetky telesá, ktoré sú na jej povrchu. O tom sa presvedčame denne tisícokrakým spôsobom. Zvykli sme si divať sa ako na samozrejmosť, že všetky telesá padajú na zem, ak ich neprípevníme na nejaký podstavec, alebo ak ich nepodložíme nejakou pevnou podložkou. Tento jav sa nám vôbec nezdá nezvyklý.

V prírode aj vo fyzike platí zákon všeobecnej gravitácie, v zmysle ktorého sa všetky telesá navzájom priťahujú. Tento prírodný úkaz nie je taký očividný v tom prípade, keď ide o jednotlivé telesá na Zemi, ako keď ide o príťažlivú silu, ktorou sama Zem pôsobí na telesá nachádzajúce sa na jej povrchu.

Ak napríklad stôl priťahuje stoličku, prečo ju aj k sebe naozaj nepritiahne? Možno ste si dali túto otázku, keď ste sa pozreli na stoličku pokojne stojacu pri stole v našom fyzi-

kálnom laboratóriu. Nemôže ju pritiahnúť! Sú totiž aj iné sily, ktoré tiež pôsobia na stoličku a nedovolia jej, aby putovala bližšie ku stolu. Predovšetkým je to trenie (sila trenia). Stôl stoličku skutočne priťahuje, ale táto sila je taká nepatrná, že nie je schopná prekonať trenie stoličky o podlahu. Napr. dvaja ľudia, vzdialení od seba na dva metre, priťahujú sa navzájom silou, ktorá je menšia ako jedna tisícina miligramu. Aby sa prekonalo trenie našich podrážok o podlahu, bola by potrebná sila približne dvadsaťpäť kilogramov (t. j. asi 30 % váhy tela). Ak si uvedomíme túto skutočnosť, potom nás už ani najmenej neudiví, že nemáme možnosť pozorovať okolo seba pôsobenie zákona všeobecnej gravitácie, t. j. priťahovanie sa telies navzájom na zemskom povrchu. Je teda jasné, že nejestvuje možnosť overiť si platnosť tohto zákona pozorovaním pohybu telies na povrchu Zeme.

Ak sú však príťažlivé sily medzi jednotlivými telesami na Zemi bezvýznamné, pretože ich hmota je v porovnaní s hmotou Zeme nepatrná, potom sú veľmi veľké tie príťažlivé sily, ktorými na seba navzájom pôsobia nebeské telesá, pretože ich hmota je, podľa našich pozemských pojmov, obrovská. To platí napriek tomu, že nebeské telesá na seba navzájom pôsobia na nepredstaviteľne veľké vzdialenosti. Napríklad planéta Neptún, ktorá je predposledná v našej slnečnej sústave, priťahuje Zem silou osemnásťtisíc miliónov ton! A Slnko? Sotva si vôbec dokážeme predstaviť jeho silu, ktorou priťahuje Zem. Je to viac ako dva trilióny ton! Keby sme si chceli znázorniť túto silu napr. tak, že našu Zem na jej dráhe okolo Slnka nedrží jeho príťažlivá sila, ale nejaké obrovské oceľové laná, potom každé lano by muselo byť 5 km hrubé a spolu by sme potrebovali jeden milión takýchto oceľových lán.

Ale aj vo vnútri každého telesa pôsobia podobné sily medzi jeho najmenšími časticami.

Tie najmenšie častice sú vo večnom pohybe. Nebeské telesá, ako najväčšie zoskupenie hmoty, sú taktiež vo večnom pohybe. Tento pohyb je večný, lebo mu neprekáža nijaká sila. Najdrobnejšie častice hmoty, ako aj nebeské telesá pri svojom pohybe nenarážajú na nijaký odpor. V ich pohybe im neprekáža ani nijaké trenie. A tak bez určitého vonkajšieho zdroja, inak povedané, bez nejakej vonkajšej sily sa ani jeden z týchto pohybov neskončí, ani nezmení.

Na Zemi však pozorujeme aj také telesá, ktoré sa nepo-

hybujú. To znamená, že sú v pokoji. No aj tieto telesá sa pohybujú spolu so Zemou, lebo v celom vesmíre naozaj nie je nič, čo by bolo v absolútnom pokoji. Ale v relatívnom zmysle, t. j. vo vzťahu k Zemi, ku svojmu miestu na zemskom povrchu a vo vzťahu k iným telesám, telesá na Zemi môžu byť v pokoji. Ba čo viac, telesá nielenže môžu byť v pokoji, ale zostávajú v pokoji až dovtedy, kým ich nejaký vonkajší zdroj energie nedostane do pohybu. Bez vonkajšej sily sa nezastavia ani telesá, ktoré sú už v pohybe. Telesá, pohybujúce sa na povrchu Zeme sa zastavia, t. j. po určitom čase, ktorý môže byť kratší alebo dlhší, stratia schopnosť pohybu, keď sila, ktorá ich dostala do pohybu, prestala na ne pôsobiť. Príčinou zastavenia je trenie, ktoré prekáža pohybu. Na Zemi nemôže existovať taký pohyb, ktorému neprekáža trenie, hoci by bolo celkom nepatrné. Preto sa nemôže nikomu podariť skonštruovať na Zemi perpetuum mobile, ako po latinsky pomenovali fyzici stroj, ktorý by sa, ak je raz uvedený do pohybu, pohyboval do nekonečna, pričom by vykonával ešte aj nejakú užitočnú prácu. Stáročia sa ľudia márne pokúšali (najmä v stredoveku), skonštruovať taký stroj, až kým neobjavili zákon zachovania energie, a kým nedošli k presvedčeniu, že perpetuum mobile vôbec nemôže existovať.

Zatiaľ čo na Zemi neexistuje perpetuum mobile, vo vesmíre vládne večný pohyb.

Ako potom v tomto večnom pohybe nebeských telies navzájom medzi sebou pôsobia príťažlivé sily? Ako by sa napr. pohybovala Zem, keby naraz prestala na ňu pôsobiť príťažlivá sila medzi Slnkom a Zemou? Pokračovala by síce aj naďalej vo svojom pohybe nezmenenou rýchlosťou, ale už nie okolo Slnka, lež v smere priamky, dotyčnice doteraz opisovanej kružnice a začala by sa postupne vzdalovať od Slnka do chladných priestorov vesmíru. Príťažlivá sila Slnka priťahuje Zem smerom k sebe. Zem aj teraz má tendenciu vzdalovať sa od Slnka po rovnej priamke v smere svojho pohybu. Slnko však dokáže ovplyvňovať smer pohybu Zeme tak, že Zem sa vzdialí od dotyčnice 3 mm za sekundu, takže Zem obieha večne okolo Slnka po elipsovitej dráhe, veľmi príbuznej kružnici. Na pohyb Zeme pôsobia dve sily, a preto sa pohybuje po tretej dráhe, ktorá sa vôbec nemení.

Príklady takýchto zložených síl môžeme každodenne pozorovať aj na Zemi. Keď plavec pláva naprieč riekou, snaží

sa prekonať vodný tok v najkratšej vzdialenosti medzi dvoma brehmi. Prúd vody plavca odnáša iným smerom; zvyčajne pôsobí kolmo na smer plávania. Týmto pôsobením síl sa plavec dostane na druhý breh rieky značne nižšie od miesta, pri ktorom do rieky vstúpil. Nepodarilo sa mu riekou preplávať po dráhe najkratšej priamky, ktorá spája oba brehy rieky a tvorí s brehmi pravý uhol, ale plával po priamke dlhšej, ktorá s brehmi zvierá ostré uhly.

Niekedy sa stáva, že dve alebo aj viac rovnakých, ale opačne orientovaných síl pôsobí na určitý bod nejakého telesa. Vtedy sa pôsobenie síl navzájom ruší a postavenie telesa sa nemení. Hovoríme, že sily sú v rovnováhe, a že aj teleso je v rovnovážnom stave.

Rovnováha telies a ich pohyb sú predmetom štúdia celého jedného odboru fyziky ako vedy. Tento odbor fyziky sa nazýva mechanika. Tá sa ešte delí na statiku, ktorá skúma zákony rovnováhy, a na dynamiku, ktorá skúma zákony pohybu.

Od prvých skúseností človeka v oblasti mechaniky, až po súčasnú úroveň statiky a dynamiky, prekonal ľudské myslenie dlhú a namáhavú cestu.

Aj keď mnohé poznatky v súčasnej fyzike možno tušiť už u niektorých starých gréckych filozofov žijúcich v piatom storočí pred našim letopočtom, najmä v prácach Demokrita a Empedokla, uplynulo odvtedy viac ako 2000 rokov, kým sa tieto myšlienky stretli so všeobecným uznaním, a kým sa vedecky dokázala, nakoľko boli pravdivé.

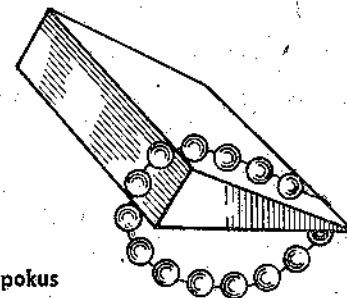
Demokritos učil, že celý vesmír sa skladá zo stále rovnakých a nemeniacich sa drobných častíc — atómov a z priestoru, ktorý je medzi nimi. Tieto atómy sú nezničiteľné a sú vo večnom pohybe. Empedokles mal názor, že svet vznikol zo štyroch základných prvkov (elementov), ktoré sa navzájom zlúčili pod vplyvom príťažlivých alebo odpudivých síl, pôsobiacich medzi nimi.

Keby bol rozvoj vedy po ére týchto učencov pokračoval rovnakým smerom, t. j. zakladal sa na ich učení o atóme a sile, veru by bol býval oveľa plodnejší. Ale aj v ich dobe, aj dlho po nich boli filozofi a učenl, ktorí svoju vedeckú prácu zamerali iným smerom. Tak napr. slávny filozof staroveku Aristoteles, ktorý žil v 4. storočí pred našim letopočtom, sa domnieval, že všetky fyzikálne javy sa odohrávajú preto práve tak, ako sa odohrávajú, lebo ide o prirodzené

vlastnosti hmoty. Tvrdil, že kameň padá a dym sa dvíha preto, lebo prirodzenou vlastnosťou ťažkých telies je, že padajú a prirodzenou vlastnosťou ľahkých telies je, že sa snažia dvíhať. Samozrejme, že takýmto výkladom vôbec neprispel k rozvoju mechaniky. Napriek tomu platilo Aristotelovo učenie v stredoveku takmer bez výhrady.

Vedecké myslenie sa až v 16. storočí zbavilo refazy, ku ktorej ho priviazal temný stredovek. V mechanike flámsky vedec Simon Stevin z Brugg položil základy modernej statiky, keď sa venoval predovšetkým mechanike tých telies, ktoré sú v pokoji. Talian Galileo Galilei položil zase základy modernej dynamiky, pretože sa venoval predovšetkým mechanike telies v pohybe.

Je až zarážajúca jednoduchosť pokusov, ktoré títo vedci robili a pri ktorých používali neuveriteľne skromné prostriedky. Ale najviac udivujú skvelé výsledky, ku ktorým dospeli, a ktorých význam je naozaj obrovský.



Obr. 1. Stevinov pokus

Stevin napríklad pomocou jedného mimoriadne jednoduchého, zato však geniálneho pokusu objavil rovnováhu síl na naklonenej rovine. Na trojboký hranol (obr. 1), ktorý mal najväčšiu stenu vodorovnú, zavesil retiazku so 14 rovnakými guľkami. O jednu šikmú stenu hranola sa opierali 4 guľky, o druhú 2 a pod tretou viselo 8 guľiek. Guľky pod vodorovnou stenou viseli v rovnováhe. Preto aj obidve horné časti retiazky, ktoré sa opierali o šikmé steny hranola, museli byť v rovnováhe. Inak by sa retiazka musela stále šmykať okolo hranola, lebo tým, že by jedna guľka padala zo steny, musela by sa na jej miesto dostať ďalšia. Pri tomto pokuse však vyvážili dve guľky na jednej stene

hranola, štyri guľky na stene druhej. Keď Stevín pozoroval a skúmal tento, na pohľad zvláštny pokus, odhalil jeden z najvýznamnejších zákonov mechaniky, t. j. že dve závažia spojené šnúrou, budú vo vzájomnej rovnováhe na dvoch náklonených rovinách vtedy, keď ich tiaž bude priamo úmerná dĺžke týchto rovin.

Pokusy, ktoré robil Galileo Galilei, hoci boli tiež obdivuhodne jednoduché, priniesli mimoriadne významné objavy. Galilei skúmal pohyb telies, najmä voľný pád. Snažil sa pritom merať predovšetkým presný čas. V tej dobe ešte dobré a presné hodiny neexistovali. Ľudia používali slnečné, presýpacie alebo vodné hodiny, merali čas horením sviečky, alebo veľmi nepresnými mechanickými hodinami. Galilei meral čas pri svojich pokusoch vlastným srdcom. Počítal údery srdca, to boli jeho hodiny. Neskôr zdokonalil vodné hodiny a uplynulý čas meral presným meraním vody, ktorá nakvapkala za určitý čas. Na základe tohto prišiel na skvelú myšlienku nahradiť voľný pád, spomaleným pádom po mierne naklonenej rovine. Predpokladal pritom, že zákony pohybu telies sú rovnaké. To mu umožnilo merať rýchlosť pohybu telesa pri voľnom páde a overiť si svoj predpoklad, že rýchlosť telesa pri voľnom páde rastie úmerne s časom. Odhalil tak zákon dráhy rovnomerne zrýchleného pohybu telesa, čo v tej dobe znamenalo významný pokrok v rozvoji prírodných vied.

Sedemnásťte storočie bolo ozajstným obdobím géniov, Nielen v oblasti mechaniky, v ktorej sa objavila najvýznamnejšia osobnosť, slávny Isaac Newton (Izák Njuťn), ale aj vo všetkých ostatných odboroch vedy. Sedemnásťte storočie tak vlastne znamenalo rozlet vedy a konečné víťazstvo slobodného vedeckého ducha.

V tejto veľkej a rozsiahlej oblasti rovnováhy a pohybu spravíme si teraz aj my niekoľko malých a skromných pokusov.

Na špičke ihly

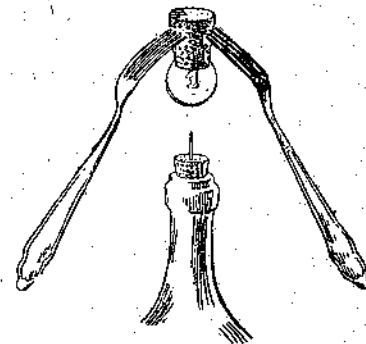
Pokus 1

Vraví sa, že Kolumbus vyzval niekoľkých svojich súčasníkov, ktorí podceňovali jeho prvú veľkú plavbu cez Atlantický oceán i objavenie Ameriky, aby postavili vajíčko tak, aby zostalo vztýčené stát. Ako je všeobecne známe, nepodarilo

sa to ani jednému. Kolumbus potom mierne klepol vajíčkom o stôl a nechal ho tam stáť na pevnom podklade.

Navrhňte svojim priateľom, aby urobili niečo, čo sa vidí ešte ťažšie: nech postaví korunu na špičku ihly tak, aby sa tam udržala. Ak sa im to nepodarí, ukážte im vy, ako sa to robí.

Vezmite nejakú fľašu, zazátkujte ju korkovou zátkou a zapichnete do zátky uško ihly. Dávajte pozor, aby ste ihlu zapíchli celkom kolmo. Potom vezmite ďalšiu korkovú zátku. Na jednej strane urobte do nej nožom zárez a do zárezu vtačte korunu. Do tejto druhej zátky zapichnete oproti sebe dve vidličky tak, aby ich ruky trčali šikmo dolu. Vidličky však musíte zapichnet' do zátky nad korunou. A teraz už toto celé zariadenie postavte opatrne na špičku ihly. Uvidíte, že sa tam bude držať dosť stabilne (obr. 2).



Obr. 2. Ako je možné postaviť korunu na špičku ihly

Keď spravíte do mince nepatrnú priehĺbinku, môžete ju tam na ihle aj krútiť. Aj tak nespadne.

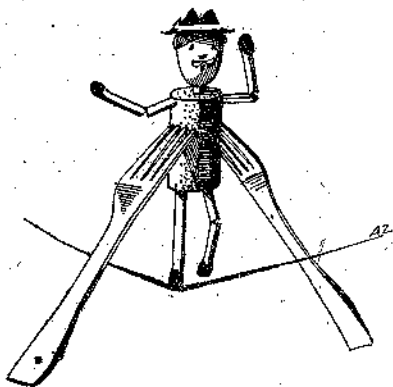
Je pravdepodobné, že vám vaši priatelia povedia, že tak by to vedeli aj oni; ale — veď všetci viete, čo povedal Kolumbus svojim známym!

Pokus 2

Povrazolezec

Pomocou dvoch vidličiek a jednej zátky si spravíme nezvyčajného povrazolezca.

- 1 Z nejakej väčšej zátky spravte postavu a z menšej hlavu
- 2 artistu. Do väčšej zátky zapichnete štyri zápalky; tak váš člo-
- 3 viečik získa ruky aj nohy. Do väčšej zátky, ktorá predstavuje
- 4 trup povražozleca, zapichnete dve vidličky, tak ako pri pred-
- 5 chádzajúcom pokuse. Potom tohto človečička opatrne postav-
- 6 te jednou nohou na špagát, ktorý ste natiahli medzi operadlá
- 7 dvoch stoličiek (obr. 3).



Obr. 3. Povražozelec udrži na špagáte rovnováhu

Keď upevníte špagát tak, že nebude celkom vo vodorovnej, ale v mierne naklonenej polohe, začne sa povražozelec, na veľké pobavenie prítomných, pomaličky pohybovať po špagáte dolu.

Ak sa mu však stane nehoda a padne, nech vás to vôbec nemrzí. Prinúťte ho, nech to skúsi znova, veď predsa nikto učený z neba nespadol!

Neuveriteľná rovnováha

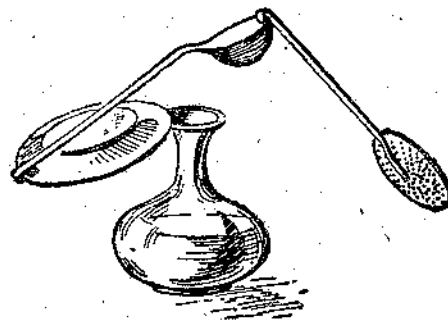
Pokus 3

Bude sa vám zdať neuveriteľné, že je vôbec možné spraviť pokus, ktorý vám teraz navrhнем.

Vezmite naberačku na polievku a do jej zahnutého konca zasuňte okraj taniera tak, aby sa dno taniera opieralo o rúčku naberačky. Medzi tanier a zahnutý koniec naberačky vložte kúsok zátky, aby sa naberačka pevne opierala o tanier.

Opatrne položte okraj taniera — presne v tom mieste,

- 28 oproti ktorému je pripevnená naberačka na hrdlo fľaše —
- 29 alebo na okraj inej nádoby. Na druhý koniec naberačky za-
- 30 veste ďalšiu naberačku alebo cedidlo so zahnutým koncom
- 31 držadla. Celé toto zariadenie sa bude držať v priam fantas-
- 32 tickej rovnováhe. Takýto neuveriteľný príklad rovnováhy vidíte
- 33 na obr. 4.



Obr. 4. Neuveriteľná rovnováha

Prírodzene, že každá práca si vyžaduje určitý výcvik a skúsenosť. Aby ste dokázali úspešne predviesť opísaný pokus, potrebujete na to trochu zručnosti. Preto vám ani neradím, aby ste pri tomto pokuse používali porcelánový tanier.

Lepšie bude, ak si nájdete nejaký plechový tanier, alebo hoci aj pokrievku.

Všetky tri pokusy, ktoré sme doteraz urobili, najmä však tento posledný, musia sa zdať veľmi záhadné tým, ktorí sa toho z fyziky ešte veľa nenaučili. Vy však na nich nenájdete nič neprirodzeného, lebo poznáte zákony rovnováhy. Ak sa ťažisko telesa nachádza nad jeho oporným bodom, teleso je o to stabilnejšie, t. j. stojí istejšie a o to ťažšie sa prevrhne, o koľko je plocha, na ktorej stojí, širšia. A keď teleso visí, potom jeho ťažisko je pod bodom, na ktorom je zavesené, a preto je aj jeho poloha stabilná.

Takýto istý prípad sa vyskytol pri všetkých troch pokusoch. To znamená, že ťažisko všetkých telies, ktoré sme navzájom pospájali, bolo pod bodom ich opory, takže môžeme povedať, že telesá mali práve takú stabilitu, ako keby boli zavesené.

Piliar

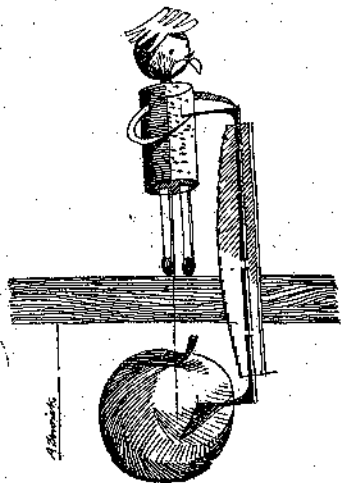
Pokus 4

Zbierku korkových figúrok si rozšírime aj o jedného „poslušného Gašparka“. V našom bábkovom divadle bude hrať úlohu piliara.

Vezmite nejakú väčšiu korkovú zátku, z nej spravíte trup a z menšej zátky alebo vosku spravíte hlavu. Opäť vám poslúžia dve zápalky ako nohy a z pásika kartónu spravte vášmu piliarovi ruky.

Nájdite ešte kúsok drôtu, ktorý na oboch koncoch zohníte do pravého uhla. Jeden koniec drôtu zapichnete vášmu Gašparkovi do trupu a druhý koniec do jablka, alebo do nejakého iného podobného predmetu. Pozdĺž drôtu prilepte pásik papiera, na ktorom predtým povystrihujte zuby, takže vyzerá ako pilka. Horný koniec drôtu, ktorý je zapichnutý do hrude Gašparka, zakryte kartónovými rukami.

Teraz už môžete figúrku s drevenými nohami postaviť na kraj stola tak, že jablko je pod stolom (obr. 5).



Obr. 5. Keď mierne rozkolížete jablko, „poslušný Gašpark“ začne rezať hranu stola

Po tom, čo sme si už povedali na konci predchádzajúceho pokusu, netreba nič vysvetľovať, najmä preto, že figúrka bude stáť dosť stabilne tam, kde ju postavíte.

Jablko bude mať pri tomto pokuse úlohu akéhosi kyvadla. Keď ho trochu rozkolížete, Gašparko začne usilovne píliť hranu stola svojou papierovou pilkou.

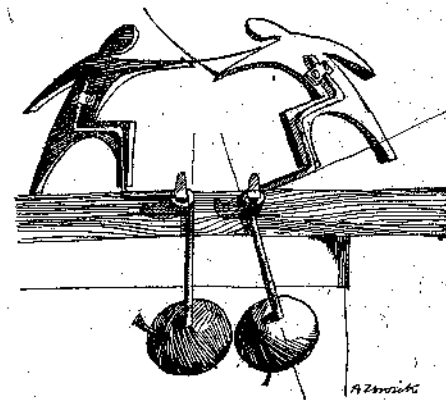
Aké ďalšie figúrky si spravíte pre vaše bábkové divadlo, to už závisí len od vašej fantázie. Môžete si spraviť skutočne rozmanité figúrky. Len im musíte zapichnúť do trupu jeden koniec drôtu, postaviť ich na kraj stola a závažie na druhom konci drôtu spustiť pod dosku stola. Viete si predstaviť, ako smiešne sa dokážu klátiť takéto figúrky na svojich drevených nohách?

Pokus 5

Teraz trochu šermu

Aj keď som ponechal zásobovanie vášho bábkového divadla vašej fantázií, predsa si len myslím, že bude dobre, ak vám ešte pomôžem pri výrobe dvoch hercov, bez ktorých by váš herecký súbor predsa len nebol úplný. Veď, ako by ste vôbec mohli hrať historickú drámu, keby sa tam neobjavilo aspoň trochu šermovania?

Vystrihnite z kartónu dve figúrky, šermiarsku dvojicu v bojovom postavení, s kordom v ruke a s jednou nohou naznačujúcou výpad. Pozdĺž nohy a pozdĺž tela figúrok pripevnite kúsok drôtu. Drôt dolu zohnite pod chodidlo, a potom ho ťahajte vodorovne. Po niekoľkých centimetroch ho skrúťte tak, aby ste tam mali očko a koniec drôtu nech smeruje



Obr. 6. Súboj

kolmo k zemi. Na koniec drôtu pripevníte povedzme jablko alebo podobný predmet.

Figúrky potom pripevníte na kúsok dosky, ktorú pri predstavení položíte na stôl. Do okraja dosky zahĺbte dva klince, na ktoré navlečte očká, ktoré ste spravili na oboch drôtoch. Ako to všetko treba urobiť, vidíte na obr. 6.

Keď sa postaráte o to, aby sa pripravené kyvadlá, povedzme jablká zapichnuté na koncoch drôtov, kývali a navzájom na seba narážali, figúrky začnú zúrivo bojovať za život a na smrť.

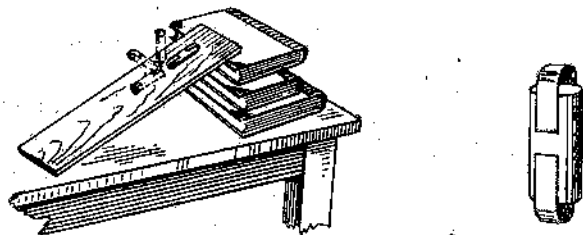
Pokus 6

Divný skokan

Figúrok, ktoré udržiavajú rovnováhu, máme už dosť. Spravte si preto teraz jednu takú, ktorá skáče raz na nohy, raz na hlavu, tak ako šašo v cirkuse.

Ak máte nejakú malú guľku, podobnú biliardovej alebo hocijakú inú, môžete tento žart ukázať vašim udiveným hosťom naozaj celkom ľahko.

Spravte z tenšieho kartónu valec, do ktorého sa práve zmestí vaša guľka. Otvory valca uzavrite páskami z kartónu, ktorý je dosť pružný (neláme sa). Môžete použiť aj navštívenku. Pásky kartónu majú byť o niečo užšie ako otvor valca. Prilepte ich na steny valca na jeho oboch koncoch, ale ešte predtým vložte do valca guľku. Pásky po prilepení musia vytvárať oblúky a uzavierať valec tak, ako to vidíte na obr. 7.



Obr. 7. Nezvyčajné prevracanie valca na naklonenej rovine. Obrázok vpravo znázorňuje, ako sa má valec upraviť a vľavo, ako sa valec obracia

Na valec ešte upevníte nejakú figúrku, takú, aká sa vám páči, prípadne, akú dokážete urobiť.

Valec položte po dĺžke na šikmú plochu. Môžete použiť nejakú dosku, pod koniec ktorej podložíte knihy. Valec sa nebude po šikmej ploche klzať, ako budú očakávať tí, ktorí nevedia, že vo vnútri valca je guľka; valec sa začne prevracať z jedného konca na druhý, z jednej základne valca na druhú a opisovať pri tom polkruhy.

Guľka sa totiž pri každom obrátení skotúľa vo valci po šikmej ploche vplyvom vlastnej tiaže. Svojou tiažou a úderom pritlačí obľý uzáver valca, čím sa horný koniec valca nadvihne, valec sa prevráti a guľka sa znova skotúľa vnútri valca na jeho spodný koniec. Tým spôsobuje ďalšie obracanie valca.

Pokus 7

Paradoxný pohyb

O tom, že sa dolu po naklonenej rovine všetky telesá kľžu vplyvom zemskej príťažlivosti, môžeme sa každodenne presvedčiť pri pozorovaní javov vyskytujúcich sa okolo nás v bežnom živote.

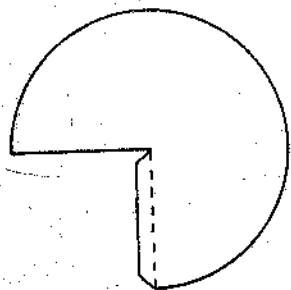
Bude sa vám však zdať neveriteľné, keď vám poviem, že teleso sa bude pohybovať hore naklonenou rovinou bez toho, že by sme ho museli tlačiť alebo posotiť, a že sa to dá dokázať len využitím zemskej príťažlivosti.

Napriek tomu môžete celkom smelo prisľúbiť priateľom, že im predvediete takýto pokus. Zaiste budú zvedavo očakávať ako sa vám podarí doceliť taký, naozaj paradoxný pohyb.

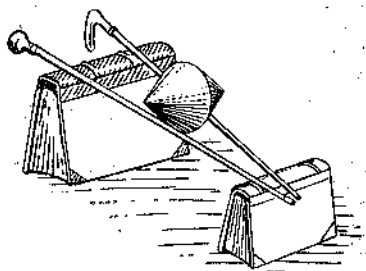
Vystrihnite z papiera dva plášte kužela. Ako sa robí plášť kužela, to určíte viete. Narysujte kružidlom na papier kružnicu, vystrihnite ju, a potom z nej ešte vystrihnite menší výsek, na obr. 8. Keď potom pozorne zlepiete zvyšok kruhu pozdĺž okrajov, ktoré zostali po vystrihnutí výseku, dostanete plášť pravidelného kužela. Dva takéto plášte, obaly kužela podstavami priložte k sebe a zlepte ich lepiacou páskou. Takto ste si teda spravili dvojité kužele.

Teraz si už vezmite dve hladké paličky a podložte pod ne nejaké predmety, napríklad dve knihy. Paličky sa budú o ne opierať svojimi koncami, pričom musia mať určitý sklon. Na hornom konci paličky roztiahnite viac od seba, na spodnom

a)



b)



Obr. 8. Ako sa robí plášť kužeľa. Časť, označenú prerušovanou čiarou natrite lepidlom a prilepte ju zospodu k druhej strane výseku. Paradoxný pohyb hore naklonenou rovinou

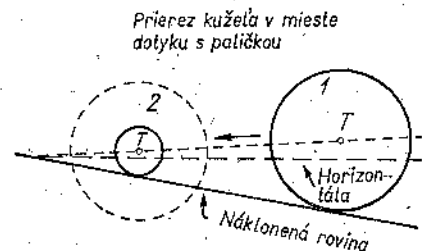
konci menej. Takto paličky vyzerajú ako dve koľajnice, ktoré sa na nižšie položenom konci mierne zbiehajú, obr. 8.

Teraz už môže nezvyčajný pokus začať. Dvojitý kužeľ položte na spodný koniec pripravených „koľajnic“ tak, že sa každý z jeho plášťov opiera o jednu paličku a prostriedok dvojitého kužeľa, tam kde je zlepený, je medzi paličkami.

Priamo pred vašimi očami sa začne dvojitý kužeľ pohybovať po naklonenej rovine, po paličkách, smerom k vyššiemu podstavcu, o ktorý sa paličky opierajú a to bez akéhokoľvek vášho pričinenia. Takýto pohyb dvojitého kužeľa vzbudzuje dojem, že na tento kužeľ nemá nijaký vplyv zemská príťažlivosť.

Ale aj tento, na pohľad paradoxný pohyb, robí sa práve pod vplyvom pôsobenia príťažlivej sily a podľa zákonov o páde telies. V skutočnosti sa ťažisko nášho dvojitého kužeľa pohybuje stále zo svojho počiatočného postavenia (do akého sme ho položili), do novej polohy tak, že aj v tomto prípade ide o skutočný pád telesa prebiehajúci po naklonených paličkách, pretože pri zakončení pohybu ani jeden bod nášho dvojitého kužeľa nie je nad tým bodom, na ktorom bol na začiatku svojho pohybu. Naopak, je pod ním, ako to vidíte na obr. 9. Keďže sa paličky postupne od seba vzdiaľujú smerom ku svojim vyššie položeným koncom, dvojitý kužeľ sa pohybuje týmto smerom a opiera sa o ne v stále nových bo-

doch na svojom plášti, smerom k obom vrcholom dvojitého kužeľa.



Obr. 9. Vysvetlenie paradoxného pohybu dvojitého ihlanu. Ťažisko ihlanu (T) sa postupne znižuje

Samozrejme, že ak chcete, aby sa vám tento pokus vydaril, musíte si ho niekoľkokrát vyskúšať najmä preto, aby ste vedeli nájsť najvhodnejší sklon paličiek, ako aj najvhodnejší rozchod medzi paličkami.

Pokus 8

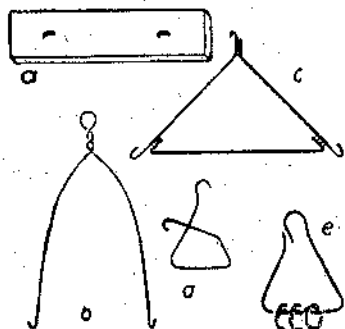
Váhy Leonarda da Vinciho

Medzi mnohými skicami z mechaniky, ktoré po sebe zanechal veľký Leonardó da Vinci (Leonardo da Vinči), je aj náčrt jednej váhy bez závažia. Váha je taká originálna, ako boli originálne všetky jeho nápady, či už veľké alebo malé.

Takúto váhu si môžete zostrojiť veľmi ľahko. Skladá sa z piatich dielov, ktoré možno za okamih rozložiť aj zložiť tak, že zaberajú naozaj minimálny priestor. Jednotlivé časti tejto váhy sú znázornené na obr. 10.

Najprv si pripravte malú doštičku — bude vhodná ako podstavec. Do doštičky zahĺbte dva klince, ktoré zohníte tak, že medzi doskou a klincom zostáva práve toľko priestoru, aby ste tade mohli prevliecť kúsok drôtu (obr. 10 a).

Potom vezmite väčší kúsok drôtu, skrúťte ho do tvaru písmena V a na tom mieste, kde je drôt skrútený, spravte malú slučku. Obidva konce drôtu zohníte tak, aby tvorili malé háčiky, ktoré navlečiete pod klince na doštičke. Takto ste si vyrobili stojan váhy (obr. 10 b).



Obr. 10. Časti váhy Leonarda da Vinciho

a) podstavec; b) stojan; c) rameno;
d) miska; e) závažie

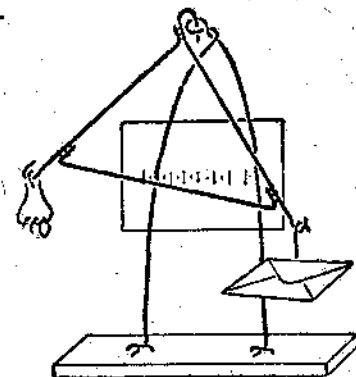
Tretiu časť váhy tvorí trojuholník zložený z troch kúskov drôtu. Jednotlivé kúsky spojte tak, aby na každom ich konci bol kúsok voľného drôtu, ktorý zohnete na konci do tvaru malého háčika. Trojuholník, ktorý takto urobíte, musí byť rovnoramenný (obr. 10 c). Nakoniec ešte háčik, ktorý je na vrchole tohto rovnoramenného trojuholníka, zaveste do slučky urobenej na vrchole najväčšieho drôteného dielca, slúžiaceho ako stojan váhy, ktorého spodná časť je zasunutá pod klincami na doštičke.

Štvrtou časťou váhy je kúsok kartónu, ktorý použijete ako misku váhy. Zaveste ho pomocou tenkého drôtu alebo špagáta na jeden háčik spomínaného rovnoramenného trojuholníka (obr. 10 d).

Piata časť je závažie, ktoré zaveste na druhý háčik rovnoramenného trojuholníka. Jeho úlohou je vyvážiť misku váhy. Pre tento účel sa najlepšie hodí nejaký drôtený krúžok, na ktorý sa dajú navliecť krúžky z tenšieho drôtu. Môže to byť však čokoľvek, čo je také ťažké ako miska váhy (obr. 10 e).

Teraz vám už chýba len stupnica, ktorá by ukazovala koľko váži predmet, ktorý chcete odvážiť. Pre tento účel si pripravte kúsok kartónu a pripevnite ho na drôt, ktorý ste sformovali do tvaru písmena V, a ktorý slúži ako stojan váhy. Do prostriedka základne rovnoramenného trojuholníka pripevnite kúsok drôtička, ktorý bude plniť úlohu jazýčka váhy. Miesto, na ktoré ukazuje jazýček vtedy, keď na váhu nič nie je, označte nulou. Potom kladte postupne na váhu závažia 1, 2, 3 aj viac gramové a za každým poznačte na kartóne čiarkou

Obr. 11. Váha Leonarda da Vinciho



to miesto, kde sa jazýček zastaví. Po dohotovení stupnice nebudete už závažia potrebovať.

Lacné, jednoduché, citlivé a dostatočne presné váhy. Možno si poviete: „Pekná hračka!“

Ja však musím dodať: „Ale aj užitočná!“ Veľakrát vám budú doma vďační za tieto váhy, ktoré ste teraz spravili.

Pokus 9

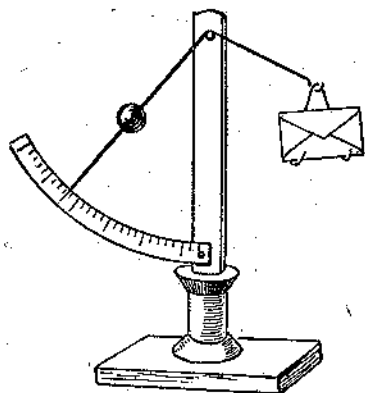
Vyrobíme si ešte jednu váhu

Ak máte nejakého priateľa, ktorému často píšete veľmi dlhé listy, alebo mu posielate okrem listov aj pohľadnice, výstrižky a pod., musíte si vždy dobre všimnúť, aký ťažký je odosielaný list. Vari len nechcete, aby platil pokutu za to, že ste list neofrankovali tak, ako sa to podľa platných predpisov vyžaduje?

Dobrá váhu, ktorá sa hodí práve na váženie listových zásielok, môžete si spraviť veľmi jednoducho z dostupného materiálu.

Na malú štvorcovú doštičku prilepte drevenú cievku z nití. Do dierky na cievke strčte paličku asi 15 až 20 cm dlhú. Na koniec paličky zahloďte klincek tak, že hlavička vyčnieva von asi 1 až 1½ cm. Asi 2 mm hrubý drôt omotajte niekoľkokrát okolo klinca. Dbajte predovšetkým na to, aby očka z drôtu boli na klinci namotané tesne vedľa seba. Od tohto namotaného drôtu spravíte dve ramená, ktoré zvierajú

jú 90. stupňový uhol. Jedno rameno spravte kratšie. Na jeho konci urobte háčik, na ktorý potom zavesíte „misku“ váh (môže to byť čokoľvek, na čo možno položiť listovú obálku). Môžete napr. použiť kúsok drôtu v prostriedku ohnutého do tvaru písmena V, ktorého konce sú zahnuté tak, aby sa na nich udržal list v obálke. Dlhší koniec drôtu bude ukazovať, aký je list ťažký. Približne do prostriedku tohto ramena navlečte guľku z vosku, sklenárskeho tmelu alebo z plastelíny.



Obr. 12. Váha na listy

Keď nie je na váhe nijaká záťaž, guľka svojou tiažou udržuje dlhšie rameno drôtu v zvislej polohe. Na pásiku kartónu, ktorý upevníte na spodnú časť paličky, označte nulou miesto, ktoré ukazuje bez záťaže „jazýček“ váhy. Potom musíte, tak ako pri predchádzajúcom pokuse, postupne klásť na misku váhy jednotlivé závažia a zaznamenávať na kartónovom pásiku miesto, na ktoré ukazuje jazýček váh v jednotlivých prípadoch.

Keď sa vám stane, že sa rameno váhy zatažené guľkou, pri prvom zatažení nepohne, znamená to, že je guľka príliš ťažká. Stačí, keď ju opatrne posuniete vyššie, smerom k tomu miestu, kde je drôt pripevnený ku klincu. Guľku umiestíte tak vysoko, aby bola váha citlivá natoľko, natoľko potrebujete.

Ziaľ, táto váha nie je mimoriadne presná. Najmenší predmet, ktorý tieto váhy ešte pomerne presne odvážia, nesmie byť ľahší ako 1 gram.

To nám predsa stačil — poyiete si.

Nemýľte sa! Nestačil! Asi ste zabudli na naše chemické

laboratórium. Dúfam, že nechcete povedať, že keď ste už tieto dni zasvätili fyzike, že chcete už celkom odtiahnuť ruky od chémie! A keď sa aspoň trochu chcete venovať aj chémii, tak budete potrebovať oveľa presnejšie váhy, ako sú tieto, ktoré sme si spravili na váženie listov.

Pokus 10

Odvážime aj muchu

Ani takúto váhu nie je ťažké urobiť. Bude taká presná, že na nej odvážime aj muchu.

Materiál, ktorý budete potrebovať, je naozaj taký dostupný, že je nemožné predstaviť si niečo ľahšie. Potrebujete iba jednu fľašu, dve ihlice na pletenie, dve ihly na šitie, dva špendlíky, kúsok nite a kúsok papiera.

Nájdite fľašu, ktorá má širšie hrdlo. Trojhranným pilníkom spravte na hrdle fľaše malý zárez a oproti maličký žlabok.

Vezmite ihlicu na pletenie, ktorú použijete ako rameno váhy. Navlečte na ňu tri kusy korku. Hodia sa na to tri korkové zátky. Jedna v prostriedku, dve na koncoch ihlice. Do zátky, ktorá je v prostriedku, zapichnete dva špendlíky hlavičkami nadol tak, aby bola medzi nimi taká vzdialenosť, že jeden špendlík sa bude opierať o prehĺbnu na hrdle fľaše a druhý o spomínaný žlabok a budú ležať v rovine kolmej na ihlicu. Do zátok, ktoré sú na koncoch ihlice, zapichnete po jednej ihle na šitie, uškom dolu. Do ušík navlečte háčiky z tenkého oceľového drôtu a na ne zaveste misky váh. Tie si spravte z ľahkého kartónu a zaveste ich na hodvábnu nitku.

Zátku, ktorá je v prostriedku, prebodnite ešte jednou ihlicou na pletenie kolmo dolu tak, aby ste mohli spodný koniec vložiť do fľaše a aby druhý koniec vyčnieval von. Rameno váhy musí byť v rovnováhe.

Keď ste už takto všetko pripravili, postavte váhu na rovnú plochu a posunujte zátky dovedy, kým nebude rameno váhy presne vyvážené.

A teraz už máte také citlivé váhy, že vám ich budú závidieť aj lekárnici!

Horiaca kolíska

Pokus 11

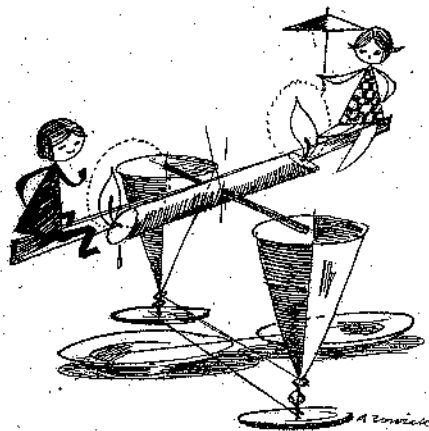
Keď budete chcieť vo vašom bábkovom divadle zahrat scénu z lunaparku alebo z detského ihriska, dozaista sa vám pritom môže zísť kolíska.

Narýchlo si môžete urobiť takú nevidanú kolíska, ktorá sa bude pohybovať vplyvom zemskej príťažlivosti raz na jednu, raz na druhú stranu. Plameň sviečky umožní plniť úlohu, ktorá je prisúdená zemskej príťažlivosti.

Ako budete postupovať?

Vezmite obyčajnú sviečku a zrežte šikmo obidva jej konce tak, aby na oboch koncoch vyčnieval knôt. Presne v polovici sviečku prepichnete rozžeravenou ihlou. Rozžeravenou preto, aby sa vám vôbec podarilo sviečku prepíchnúť. Ihlu usmerňte tak, aby nešla presne cez prostriedok sviečky, ale kúsok vedľa knôta.

Sviečku dajte do vodorovnej polohy. Konce ihly, ktoré z nej vyčnievajú, položte medzi dva poháriky tak, aby sa sviečka mohla medzi nimi voľne kolísať. Ide o to, aby trenie, ktoré vzniká na jej osi, bolo pri prevažovaní sviečky minimálne.



Obr. 13. Keď odkvapne kvapka vosku, poruší sa rovnováha a sviečka sa prevráti na druhú stranu

Sviečka musí byť v rovnováhe. Vyvážite ju tak, že nožičkom opatrne okrajujete vosk z jednej jej strany dovtedy, kým ju nedostanete do úplne vodorovnej polohy.

Teraz už zapáľte oba knôty naraz (obr. 13). Vždy, keď z jednej či z druhej strany odkvapne kvapka vosku, sviečka sa vychýli z rovnovážnej polohy a nakloní sa na opačnú stranu od tej, z ktorej odkvapla kvapka vosku.

Ak na konce sviečky pripevníte nejaké malé papierové figúrky, budete môcť predviesť celkom nefalšovanú scénu z detského ihriska.

Pokus 12

Výskum inercie

Vtedy, keď som sa začínal s mojimi priateľmi zaoberať fyzikou, robievali sme radi jeden žart, ktorý je možno aj trochu ostrejší. Po ňom si však všetci prítomní veľmi dobre a navždy zapamätali, čo je to inercia.

Zaviedli sme totiž taký zvyk, že každého nového priateľa, ktorý chcel s nami pracovať v našom laboratóriu, sme podrobili najprv skúške z fyziky, aby sme zistili, čo vie.

Kandidáta sme postavili pred skúšobnú komisiu tak, že stál na konci starého vreca a odpovedal na otázky, ktoré mu kládli členovia komisie.

Postupne prišla skúšobná komisia aj k otázke, čo je to inercia.

Skôr, ako si náš kandidát stihol rozmyslieť a pripraviť si odpoveď, že inercia je vlastnosťou telies byť v pokoji alebo pohybovať sa dovtedy, kým nejaká vonkajšia príčina, predovšetkým sila, nezmení ich stav, dvaja z nás bleskovo potiahli druhý koniec vreca, ktorý ležal voľne za chrbtom kandidáta. Vreco strhlo jeho nohy so sebou, telo sa snažilo zostať v pokoji, t. j. v tej polohe, v ktorej pôvodne bolo. Náš kandidát stratil rovnováhu, pretože podložka, na ktorej stál sa vychýlila spod jeho ťažiska a on vletel rovno do náručia členov našej komisie.

Kandidát sa zvyčajne veľmi začudoval takémuto priebehu skúšky a prekvapený sa pýtal, čo to má znamenať.

To je inercia! — pohotovo sme mu odvetili, pobavení jeho rozpakmi.

Až potom sme mu ukázali ešte aj iným spôsobom, čo je to inercia. Je to celkom jednoduchý pokus a môžete si ho spraviť aj vy.

Vezmite fľašu, ktorá má také široké hrdlo, že ním prejde

korunová minca. Na hrdlo fľaše položte kúsok hladkého papiera, najlepšie navštívenku. Korunu položte na papier tak, aby bola presne nad otvorom fľaše. Prudko trhnite papierom. Papier sa z hrdla fľaše rýchlo sklzne, ale koruna si zachová svoju pôvodnú polohu, t. j. zostane presne nad hrdlom fľaše. Samozrejme, že vplyvom zemskej príťažlivosti koruna padne do fľaše, len čo odťahnete podložku, na ktorej ležala. Vy však musíte dbať na to, aby ste papier vytiahli tak, že jeho pohyb pôjde výlučne horizontálnym smerom, a že nenaštane výkyv ani na jednu stranu.

Papier sa pôsobením sily dostal tak rýchlo do pohybu, že sa tento pohyb nemohol preniesť na mincu. Koruna, na ktorú nepôsobila táto sila, zostala najprv vo svojej pôvodnej polohe a potom, keďže už nemala pevnú podložku, padla.

Taký istý pokus môžete spraviť ešte aj iným, podobným spôsobom. Na ukazovák ľavej ruky položte navštívenku. Prst drzte natiahnutý kolmo hore. Na navštívenku, presne nad prstom, položte korunovú mincu. Keď urobíte pravou rukou prudko „frčku“ do papiera tak, že ten odletí, koruna zostane na konci prsta.

Na mincu sila nepôsobila, a preto v dôsledku inercie, ktorá vlastne znamená to, že sa hmota nedostáva do pohybu sama od seba, ale vždy len následkom pôsobenia určitej sily, minca ostala na konci ukazováka. Napriek tomu na mincu pôsobili dve odlišné sily: jedna vodorovným smerom, lebo na spodnú časť koruny predsa len pôsobilo určité nepatrné množstvo sily, ktorá vyrazila navštívenku z jej pôvodnej polohy; druhá sila zemskej príťažlivosti pôsobila zvislým smerom. Dráha, ktorú pôsobením týchto síl koruna prekonala, bola však taká nepatrná, že si minca mohla udržať svoju rovnováhu na konci prsta.

Pokus 13

Dokážete preraziť mincu ihlou?

Na takúto otázku väčšina vašich priateľov odpovie, že veru ťažko. Pravdepodobne budú korunu aj ihlu bezradne obracať medzi prstami s presvedčením, že by na to potrebovali mimoriadnu zručnosť.

Vy im však ukážete, v čom tá zručnosť väzí.

Do korkovej zátky zapichnete ihlu tak, že jej hrot trochu vyčnieva zo zátky. Hornú časť ihly, ktorá vyčnieva nad zátkou, useknite kliešťami.

Pod mincu podložte nejakú pevnú podložku. Najlepšie vám poslúži matica skrutky, pretože podložka, ktorú pre tento účel potrebujete, musí mať v prostriedku otvor, aby ihla nenarazila na nijakú prekážku.

Na mincu položte zátku s ihlou a udríte na ňu silne kladivom. Ihla prerazí mincu, ktorá je v každom prípade z mäkkšieho kovu ako oceľová ihla. Ani pod silným úderom kladiva sa ihla nemôže skriviť, pretože ju zátkou udržuje v kolmej polohe.

Celá sila, ktorou ste pôsobili na ihlu, preniesla sa na plochu minimálnych rozmerov, t. j. len na plochu pod hrotom ihly.

To je nakoniec všeobecne platný zákon, prečo ostré predmety ľahko prenikajú aj do tvrdých materiálov, prečo napr. ihla prenikne aj tam, kde neprenikne klinec alebo prečo ostrý nôž reže lepšie ako tupý.

Vynaložením rovnakej sily môžeme vyvinúť väčší alebo menší tlak. Tento tlak však závisí od veľkosti plochy, na ktorú sila pôsobí. Ak celá sila pôsobí na veľmi malú plochu, tlak je oveľa väčší, ako keď sa tá istá sila rozloží na veľkú plochu.

Preto napr. nezapadáme do snehu, keď ideme na lyžiach, ale borili by sme sa doň, keby sme lyže nemali. Naša tiaž sa rozdelí na celú plochu lyží, a tak na každý štvorcový centimeter pôsobí podstatne menší tlak. Práve preto ani traktor alebo tank nezapadne v mäkkom teréne napriek tomu, že je veľmi ťažký. Aj ľudia sa po tenkom ľade plazia, aby rozložili vlastnú tiaž na väčšiu plochu. Ak sa ale sila, ktorou môže človek pôsobiť, či už svojimi svalmi alebo strojmi, koncentruje na veľmi malú plochu, na stotinu alebo i tisícinu štvorcového milimetra, dosiahne sa na tejto nepatrnej ploche obrovský tlak.

Pokus 14

Čudné dvíhanie koncami prstov

V detských rokoch sme často spolu s priateľmi robievali pokus, ktorý v nás vždy znova a znova vyvolával zvláštne pocity.

Dvíhali sme jeden druhého do výšky len koncami prstov! Vedeii sme dobre, že ho dvíhame vlastnou silou, ale aj tak sme vždy mali zvláštny pocit, ako keby sa priateľ dvíhal sám od seba a vznášal sa ako pierko na končekoch našich prstov. Zdalo sa nám, že sa našich prstov takmer ani nedotýka.

Jeden z nás si ľahol a celkom znehybnel. My sme si čupli okolo neho a všetci sme pod neho podložili iba ukazováky. Takto sme ho začali spoločne dvíhať, len na prstoch.

Čím nás bolo viac, tým bol pokus zaujímavejší. Tiaž ležiaceho priateľa sa totiž rozložila na väčší počet prstov a tak pripadalo na každý prst veľmi málo záťaž. Každý z nás mal dojem, že nedvíha nijaké bremeno, ale že sa iba dotýka priateľa, ktorý sa napriek tomu vznáša vo vzduchu.

Skúste to aj vy! Dávajte však pozor, aby ste sily rozložili rovnomerne, lebo inak by mohol váš priateľ padnúť.

Pokus 15

Prečo nemôžete vstať zo stoličky?

Nič vám neprekáža, nijaké bremeno vás netlačí, ale zo stoličky sa vám nepodarí vstať!

Ako je to možné?

Sadnite si pekne rovno na stoličku. Nohy nepokrčte pod seba, ale natiahnite ich rovno pred seba. Skúste takto vstať bez toho, aby ste trup naklonili dopredu.

Bezvýsledne! Ale prečo?

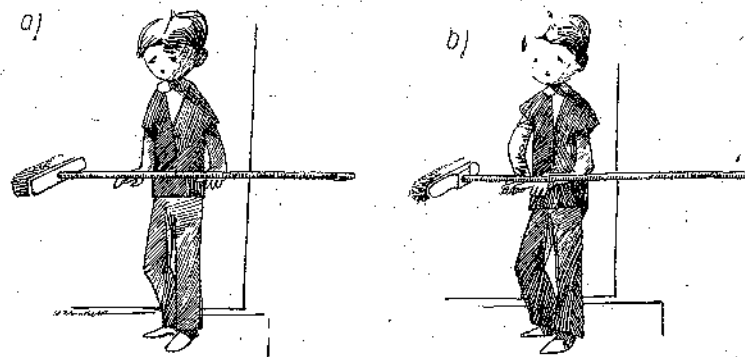
Kým sedíte, kolmica spustená z vášho ťažiska prechádza povrchom vášho podstavca, ktorý končí nohami stoličky. Bez ťažkosti udržiavate rovnováhu. Keď sa ale začnete dvíhať, vašim podstavcom sa stane už len plocha, o ktorú sa opierajú vaše chodidlá. To znamená, že vaše ťažisko sa už nenachádza nad pôvodnou opornou plochou. Teda už nie ste v rovnováhe, a preto vaše telo padá okamžite naspäť na stoličku.

Pokus 16

Ešte jeden príklad nezvyčajnej rovnováhy

Dnešné pokusy sme začínali rovnováhou, tak ich aj rovnováhou skončíme. Pôjde o úkaz, ktorý nie je celkom bežný.

Vezmite akýkoľvek dlhší predmet, napr. palicu, žrd, prútík, alebo niečo podobné, čo máte pri ruke. Predmet položte na ukazováky tak, že máte ruky rozťahnuté a ukazováky sú ďaleko od seba. Potom ich pomaly približujte dovedy, kým nie sú celkom vedľa seba (obr. 14).



Obr. 14. Keď budete posunovať prsty pod palicou, palica zostane stále v rovnováhe a) začiatok, b) koniec pokusu

Ste svedkami zaujímavého úkazu. Predmet ostane zakladým na vašich prstoch v rovnováhe. Jeho ťažisko bude teda vždy nad vašimi prstami.

Ako by ste však dokázali vysvetliť tento jav?

Na začiatku pokusu je väčšia tiaž na tom prste, ktorý je bližšie k ťažisku. Tam, kde je väčšia tiaž, tam je aj väčší odpor. Preto sa bude posúvať rýchlejšie ten prst, ktorý je ďalej od ťažiska. Prsty sa teda nebudú nikdy pohybovať rovnakou rýchlosťou. Raz jeden, raz druhý, pomalšie alebo rýchlejšie, sa budú postupne približovať smerom k ťažisku dovedy, kým sa obidva prsty nespoja práve pod ťažiskom predmetu, s ktorým pokus robíte.

Keby sme prerezali palicu na tom mieste, kde sa prsty stretli, t. j. v bode rovnováhy, mali by obidve časti palice rovnakú tiaž?

Pravdepodobne, ale nemusí to platiť v každom prípade. Keď nie je ťažisko predmetu presne v jeho strede, nemôžu byť v takom prípade obidve časti rozrezaného predmetu rovnako ťažké. Dlhšia časť musí byť ľahšia preto, lebo udržuje rovnováhu s kratšou časťou a jej ťažisko pôsobí na dlhšom ramene.

Pobavme sa trochu s vodou

Sily, ktoré pôsobia vo vode, ale aj sily, ktoré spôsobujú pohyb vody, majú obrovský význam pre ľudský život.

Tisíce rokov už plávajú lody po moriach a riekach. Kedysi malé člny a prvé plte, dnes už moderné zaoceánske alebo vojnové lode s výtlakom niekoľko desiatok tisíc brt (brutto registrovaná tona — $2,5 \text{ m}^3$), spájajú jednotlivcov aj celé národy. Tisíce rokov sa už krútia kolesá na riekach, aby zavlažovali polia, poháňali mlyny a pomáhali človeku tým najrozmanitejším spôsobom obstarávať si každodenný chlieb. Tisíce rokov voda svojou strašnou silou ničí výsledky práce človeka. A práve tak dlho sa človek vzpiera týmto silám, bojuje s nimi, snaží sa ich ovládnuť, podrobiť ich svojej vôli a svojim potrebám.

Preto sa človek snaží od pradávna tieto sily čo najlepšie poznať. Chce odhaliť tajomstvo tých síl, ktoré vo vode pôsobia. Snaží sa poznávať predovšetkým zákony, ktorým sa tieto sily podriaďujú; chce vedieť, prečo sú niekedy krotké a prečo sa inokedy rozbesnia.

Takisto ako pevné telesá, aj kvapaliny, keďže majú svoju tiaž, pôsobia tlakom na svoju podložku. To znamená, že aj kvapaliny vyvíjajú určitý tlak na dno nádoby, v ktorej sa nachádzajú. To vie predsa každé dieťa, pomyslite si a ja môžem len doložiť, že je to naozaj všeobecne známa skutočnosť. Ale nájdú sa aj takí, a to nielen medzi deťmi, ktorí nemajú ani len potuchy o tom, že kvapaliny nepôsobia svojím tlakom len na dno, ale aj do výšky. Že takýto tlak existuje, dokážete celkom jednoduchým pokusom. Keď prikryjete spodný otvor

Druhý deň

obyčajného cylindru z petrolejovej lampy papierovým kolieskom, a potom cylinder ponoríte do sklenej nádoby naplnenej vodou, zistíte, že papierový uzáver neodpadne z cylindru na dno nádoby, lebo ho pevne pritláča na okraje cylindru tlak, ktorý pôsobí zospodku nahor. Keď potom opatrne nalejete do cylindru vodu, uvidíte, že papier sa od cylindru oddelí a padne na dno nádoby až vtedy, keď bude voda v cylindri približne na úrovni hladiny vody v nádobe. Znamená to asi toľko, že tlak vody zdola sa rovná tlaku tej vrstvy vody, ktorá je nad papierom v cylindri.

Tento úkaz objavil grécky fyzik Archimedes, ktorý žil v III. storočí pred našim letopočtom. Vyjadril ho v známom zákone, ktorý aj nesie jeho meno, Archimedov zákon. Podľa neho každý predmet ponorený do kvapaliny zdanlivo stráca na svojej tiaži práve toľko, akú má tiaž to množstvo kvapaliny, ktoré predmet vytlačil. Táto „strata“ tiaže pochádza práve z toho spomínaného tlaku do výšky. Hovorí sa, že Archimedes objavil tento zákon jedného dňa vo vani, keď zbadal, že jeho telo je vo vode akési ľahšie. Za svoj objav mohol ďakovať práve tomu, že dokázal neustále rozmyšľať o prírodných javoch. Podľa povesti sa hovorí, že vybehol z vane na ulicu a nadšený vykrikoval: „Heuréka, heuréka! — Objavil som! Objavil som!“

Veru mal aj prečo kričať! Ved' to bol skutočne jeden z najpozoruhodnejších a najužitočnejších objavov vôbec! Na základe tohto zákona už samotný Archimedes objasnil, prečo niektoré predmety plávajú na hladine vody. Archimedes učil, že predmet pláva vtedy, keď kvapalina, ktorú vytlačil, má takú istú tiaž ako samotný predmet.

Teda platí aj to, že ak je kvapalina hustejšia, potom množstvo kvapaliny, ktoré ponorený predmet vytlačil, je ťažšie. Preto sa človek nemôže utopiť v známom Mítvom mori. Možno, že ste mali už niekedy príležitosť vidieť fotografiu človeka ležiaceho na hladine Mítvého mora ako na ležadle; v jednej ruke drží knihu a v druhej slnečnik. Vôbec sa nemusí udržiavať nad vodou plávaním. Je to možné preto, lebo voda Mítvého mora je hustá, obsahuje totiž viac ako 27 % soli. Voda v ostatných moriach obsahuje 2 až 3 % soli.

Okrem týchto dvoch druhov tlaku, tlaku na dno a tlaku nahor (vztlaku) vyvíja kvapalina tlak aj na steny nádoby, v ktorej sa nachádza. Aj tento bočný tlak, takisto ako prvé dva, závisia od výšky kvapaliny. Rozhodujúce je aj to, akú

tiaž má to množstvo vody, ktoré je nad bodom, v ktorom sa tlak meria. Keď do steny prázdnej plechovice z konzervy spravia tri diery nad sebou, a potom nalejete do plechovice vodu, uvidíte, že cez spodnú dierku vyteká voda pod najväčším tlakom.

Podľa zákona o prenášaní tlakov kvapalinami, keď dve nádoby naplnené vodou spojíme, pod vplyvom vyššie spomenutých tlakov, v oboch nádobách bude hladina vody na rovnakej úrovni.

Vďaka tomuto zákonu o spojených nádobách bolo možné v ľudských obydliach budovať vodovodné potrubia. Keď starí Rímania budovali svoje preslávené vodovody (uznávané ešte aj dnes na celom svete ako kolosálne stavby), nemali ešte technické možnosti využiť zákon o spojených nádobách. Preto vodovody stavali na povrchu, na vysokých pilieroch s rovnomerným sklonom potrubia v celej jeho dĺžke. Vodovody museli preto budovať oveľa dlhšie, ako by to bolo treba dnes. Napr. dĺžka rímskeho vodovodu Aqua Marcia je asi 100 km, aj keď celková vzdialenosť jeho dvoch krajových bodov je len asi 50 km!

Súčasne s rozvojom fyziky sa rozvíjala aj technika. Každý nový objav v oblasti fyziky, využívajúca techniku na riešenie nových úloh a tak umožňuje zvyšovať výrobu nových hodnôt, ktoré slúžia človeku a celej ľudskej spoločnosti. Okrem toho umožňuje nahradzovať ľudskú pracovnú silu obrovskou energiou strojov.

Pokus 17

Ťažká úloha

Na stôl pred vašich hostí položte fľašu a pohár; obidve nádoby nech sú celkom plné vody.

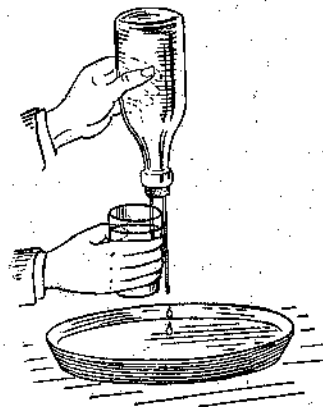
Požiadajte vašich priateľov, aby skúsili vyprázdniť pohár len pomocou fľaše, ale tak, aby pri tejto ich činnosti zostávala fľaša stále rovnako plná.

Nepochybujem, že sa im bude zdať táto úloha neriešiteľná, ale vy ju pri troche zručnosti splníte.

Zazátkujte fľašu tak, aby v nej neostalo ani trochu vzduchu. Cez zátku ešte predtým prepchajte dve tenké rúrky, môžu byť sklenené alebo kovové, alebo to môžu byť aj slamky na limonádu. Veľmi pozorne a dôkladne zalejte voskom

miesta okolo rúrok. Rúrky musia mať rozličnú dĺžku. Kratšia z nich musí presahovať výšku pohára a dlhšia musí mať približne dvojnásobnú dĺžku ako prvá rúrka.

Vonkajší otvor kratšej rúrky zalejte voskom. Druhú, dlhšiu rúrku potom vsúvajte dnu do fľaše dovtedy, kým z nej nevyrazi voda.



Obr. 15. Ako sa dá vyprázdniť pohár pomocou fľaše naplnenej vodou

Fľašu potom obráťte hore dnom, pričom kratšiu rúrku ponorte do pohára tak, aby rúrka dosahovala až na dno pohára. Druhá rúrka zostáva mimo pohára, tak ako to vidíte na obr. 15. Potom odstráňte uzáver z kratšej rúrky, ktorá je ponorená v pohári. Keď ste použili slamku, odstrihnite koniec nožnicami. Keď ste použili sklenú rúrku, odstráňte vhodným spôsobom voskový uzáver. Voda začne vytekať cez dlhšiu rúrku von z fľaše a bude dovtedy tiecť, kým sa pohár nevyprázdni.

Svojím priateľom vysvetlite, že fľaša naplnená vodou predstavuje, spolu s dvoma rúrkami, vlastne výevu (hever). Aby mohla voda z pohára vytekať, musí byť otvor, ktorým voda z fľaše vyteká nižšie, ako je dno pohára. Tlak, ktorým vzduch pôsobí na hladinu vody v pohári, prenáša sa aj na vodu vo fľaši. Vo fľaši však nie je vzduch, a preto sa tento tlak prenáša až k otvoru spodnej rúrky. Na otvor spodnej rúrky pôsobí tlak, ktorý je taký istý ako tlak pôsobiaci na hladinu vody v pohári. Voda z fľaše vyteká pod vplyvom svojej tiaže preto, lebo tlak vzduchu na otvor spodnej rúrky sa rovná tlaku, ktorý pôsobí opačným smerom na hladinu vody v pohári.

Herónova guľa

V predchádzajúcom pokuse sme ukázali, ako voda vyteká pri rovnakom tlaku vzduchu na určitú hladinu. Teraz spravíme pokus, pri ktorom bude voda vytekať z fľaše pri nerovnakom tlaku.

Vezmite obyčajnú fľašu, naplňte ju vodou, ale nie tak, aby bola celkom plná. Potom fľašu dobre zazátkujte. Do zátky spravte otvor, do neho navlečte rúrku. Zátku okolo rúrky dobre zalejte voskom. Rúrka sa musí na konci, ktorý vyčnieva z fľaše, do špicata zužovať.

Potom cez rúrku fúkajte do fľaše. Keď prestanete fúkať a odťahnete ústa od rúrky, začne z rúrky striekať prúd vody.

Vzduch, ktorý ste nadýchali do fľaše, vytlačil vodu von. Tlak vzduchu vo fľaši bol vyšší ako tlak pri otvorení rúrky, preto voda striekala von z fľaše.

Tento jednoduchý pokus urobil, ako prvý na svete, alexandrijský fyzik a filozof Herón, a preto je aj podľa neho pomenovaný.

A prečo Herónova guľa? Naozaj sa nedivím, že sa pýtate, veď kde je tu aká guľa?

Vysvetlenie je celkom jednoduché. Fľaša, s ktorou Herón robil svoj pokus, mala guľovitý tvar. Samotní Gréci nazvali Herónov pokus Eolipele, t. j. Eolove dvere. Keďže Eol bol bohom vetra, znamenalo to vlastne — dvere boha vetra.

Pokus 19

To isté — len trochu inak

Pri predchádzajúcom pokuse sme tlak vo fľaši zvýšili, a tak sme dosiahli rozdiel medzi vnútorným a vonkajším tlakom vzduchu. Teraz chceme dosiahnuť taký istý výsledok, ale tak, že znížime vonkajší tlak, namiesto toho, aby sme zvyšovali vnútorný tlak.

Vezmite jeden téglik a podržte ho nad plameňom liehového kahanca. Zohrejte dno nádoby tak, aby sa vzduch v nej dobre zohrial.

Potom zohriatym téglikom rýchlo priklopte „Herónovu guľu“. Téglik pevne pritlačte na fľašu a to tak, aby sa do neho nedostal vonkajší vzduch. Môžete si pomôcť aj tak, že vezme-

te nejaký väčší navlhčený kartón a použijete ho ako podložku pod téglik. Takto sa vám podarí lepšie utesniť okraje téglika na fľaši.

Čo sa bude teraz diať?

Teplý vzduch v tégliku sa začne ochladzovať a v dôsledku toho aj zrážať. Tlak v tégliku bude preto nižší ako vo fľaši. Preto začne voda z fľaše striekať ako z vodometu. Bude vyrážať dovtedy, kým sa tlak vzduchu vo fľaši a v tégliku nevyrovná.

Pokus 20

Zmieša sa voda s vínom?

Pravdaže sa tieto dve kvapaliny pomiešajú a ako ľahko! Zaiste sa začudujete takejto zbytočnej otázke. Kto ešte nevidel ako si niektorí dospelí, najmä po dobrom obede, nalejú trochu vody do pohára červeného vína, ako sa voda s vínom veľmi rýchlo zmieša a víno získava bledšie, ružovkasté zafarbenie?

Možno poznáte aj tú príhodu s dievčaťom, ktoré poslala matka kúpiť jedlý olej. Dievča sa cestou domov bavilo, naháňalo sa a nakoniec veru aj spadlo. Prítom vylialo z fľaše polovicu oleja. Aby sa vyhlo doma nepríjemnosti, strčilo fľašu pod vodovod a napustilo do fľaše vodu. Voda sa však nie a nie pomiešať s olejom. Darma fľašu natriasalo. Keď prestalo, olej sa vždy usadil v jednej časti fľaše a voda zostala oddelená v druhej časti.

— Ej, keby som bola niesla víno a nie olej! Víno by sa veru s vodou pomiešalo, rozmýšľalo ustarostené dievča, keď kráčalo domov.

Nám ide teraz o to, či možno naliať vodu do vína tak, aby sa tieto dve kvapaliny nepomiešali, t. j. aby sa víno oddeľovalo od vody, ako ten olej, čo sa nechcel zlúčiť s vodou.

Veru, aj to je možné! Ešte ste také niečo nevideli? Dobré, teraz urobíte takýto pokus pred svojimi kamarátmi. Len ich predtým trochu znepokojte podobnými poznámkami, ako sme uviedli na začiatku, aby sa im na pohľad zdala takáto úloha neriešiteľná.

Postavte na stôl dva rovnaké poháre. Do jedného nalejte až po okraj vodu, do druhého, tiež po okraj, červené víno. Kto z vás dokáže, spýtajte sa prítomných, preliať vodu

do pohára, v ktorom je víno a víno preliať do toho pohára, v ktorom je voda? Ale tak, že pritom nepoužijete nijakú inú nádobu?

Nenechajte priateľov dlho si lámať hlavu nad touto úlohou. Radšej im to ukážte, aby videli, že tu nejde o nijaké záranky.

Pohár s vodou prikryte tenkým, ale pevným papierom. Papier pritlačte na okraje pohára. Takto zakrytý pohár rýchlo obráťte hore dnom a položte ho na pohár s červeným vínom. Pritom dávajte dobrý pozor na to, aby okraje horného pohára boli presne na okrajoch spodného pohára, ich otvory sa musia presne kryť, aj keď je medzi nimi papier.

Poháre veľmi opatrne pridižajte a papier pomaličky poťahujte, ale len natoľko, aby medzi dvoma pohármi vznikol celkom maličký a úzučký otvor, ktorý papier nekryje a cez ktorý sa dostane do styku víno s vodou.

Víno začne okamžite vystupovať vo forme tenkého pramienka do vrchného pohára a voda bude pomaličky tiecť do spodného pohára. Po určitom čase si obe kvapaliny vymenia svoje pôvodné miesto. Víno bude vo vrchnom pohári a voda v spodnom. Keď papier zasuniete naspäť a poháre obrátite, môžete celý pokus začať odznova.

Je celkom možné, že prítomní ani nebudú čakať, aby ste im vysvetlili podstatu pokusu. Pravdepodobne im bude celkom jasné, že víno vystúpilo do horného pohára a voda sa dostala do spodného pohára preto, lebo víno je ľahšie ako voda, inak povedané, lebo víno má menšiumernú hmotnosť (hustotu) ako voda. Pritom maličký otvor neumožnil, aby sa kvapaliny navzájom náhle pomiešali.

Prítomní zaiste pochopili jav aj jeho príčiny. Len sa im možno nebude zdať pochopiteľné, prečo sa sami nedovtipili, ako túto úlohu možno riešiť.

Povedzte im, aby sa na seba nezlostili. Všetko si vyžaduje určitý cvik a primerané skúsenosti.

Pokus 21

Sopka

Červené víno a vodu môžete použiť ešte pri jednom zábavnom pokuse. Ukážte svojim hosťom ozajstnú erupciu sopky.

Vezmite nejakú malú fľaštičku od liekov alebo atramentu a nalejte do nej červené víno. Fľaštičku potom dobre zavrte zátokou, do ktorej urobte malú dierku. Dierku zapchajte kúskom cukru.

Fľaštičku potom postavte do nejakej väčšej sklenej nádoby. Ide o to, aby nádoba bola priesvitná, napr. sklený pohár na zaváranie alebo niečo podobné. Okolo fľaštičky nakladte kôpku kamienkov a drobného piesku. Tak, aby to malo formu kopcovitej hory, t. j. tvar, aký má zvyčajne sopka. Takto zakryjete fľašku na dne sklenej nádoby. Dajte však pozor, aby to miesto zátky, ktoré je uzavreté cukrom, nebolo zasypané pieskom. Keď neľutujete trochu vlastnej námahy, môžete na sfomovanie sopky použiť aj trochu sadry, aby sa to viac podobalo na sopku.

Takto upravenú nádobu prineste pred svojich priateľov. Až pred nimi začinite do sklenej nádoby liať vodu. Vody nalejte toľko, aby bola hodne vysoko nad kráterom vašej budúcej sopky.

Zo začiatku sa nebude nič diať. Len potom, keď sa cukor vo vode rozpustí a uvoľní tak cestu vínu, začne víno prúdiť von z malej fľaštičky. Pritom vznikne dojem, akoby vybuchla ozajstná sopka.

Pokus 22

Aj sa potápa — aj pláva

Zaiste ste už počuli, že keď chcú gazdine zistiť, či sú vajčička čerstvé, ponoria ich do vody. Ak sa vajčička potopia, sú čerstvé a ak plávajú, sú prinajmenšom podozrivé.

Ale prečo?

V takých vajčičkách, ktoré sa začali kaziť, vznikajú vnútri plyny, ako produkt pri rozklade organických látok, ktoré tvoria obsah vajčička. Niečo podobné ste už možno zažili s konzervami, ktoré sa začali kaziť. Na konzervách celkom dobre vidieť, že sa v nich vytvárajú plyny, lebo plechovica sa pod ich tlakom vyduje (konzervy majú „bombáž“). Vajčičko však nie je tak dokonale uzavreté ako konzerva. Plyny, ktoré v ňom vznikajú, postupne vyprchajú, čím vajčičko stratí svoju pôvodnú tiaž. Je potom ľahšie, a preto pláva na vode. Môžem vám však prezradiť, že pri týchto skúškach sa môžu gazdinky aj pomýliť. Totiž nie každé vajčičko, ktoré na vode pláva, musí

byť skutočne zlé. My spravíme s vajíčkom podobný pokus.

Veźmite jedno celkom čerstvé vajíčko. Také, ktoré je skutočne ľahšie ako voda a vložte ho do nádoby s vodou. Vajíčko sa ihneď ponorí.

Potom vyzvite svojich priateľov, aby zdvihli vajíčko na hladinu vody tak, aby sa ho nedotkli.

Čo myslíte? Koľkí z nich sa dovŕpia, že treba do vody nasypať soľ?

Soľ? Na uvarené vajíčko ste si ju už dozaista neraz nasypali, to sa aj celkom hodí, ale sypať soľ do vody so surovým vajíčkom? To už zase prečo?

Vysvetlenie je celkom jednoduché. Keď sa soľ vo vode rozpustí, bude hustota vody väčšia. Vajíčko, ktoré bolo v čistej vode ľahšie ako voda, bude ľahšie ako slaná voda, a preto vypláva na jej hladinu. Takto ste dokázali, že jedno a to isté vajíčko môže sa vo vode aj potopiť, no môže aj plávať. Podľa toho, či je vo vode soľ, ale najmä, koľko tej soli je.

Vodomet

Pokus 23

Teraz si skúsime spraviť opäť vodomet, ale trošku odlišný od toho, ktorý sme už urobili pod názvom „Herónova guľa“. Je pravda, že podstata je tá istá, ale vyšší tlak vzduchu vo fľaši, z ktorej má voda striekať, dosiahneme iným spôsobom.

Veźmite dve fľaše. Jednu z nich naplňte vodou, ale až po okraj a druhú nechajte prázdnu. Obidve fľaše zazátkujte korkovými zátkami, v ktorých sú navlečené dve rúrky. V každej zátke dve.

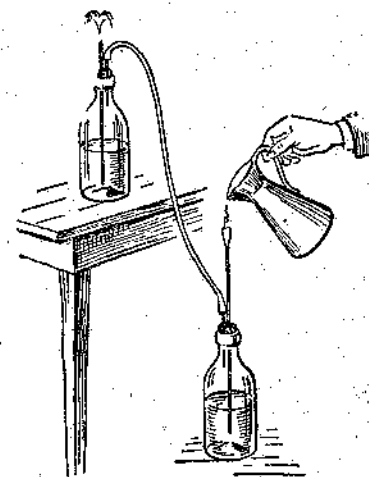
Jedna z týchto dvoch sklenených rúrok, ktoré sú prevlečené cez zátky, je v obidvoch prípadoch kratšia. Do fľaše prečnieva len kúsok a z fľaše vyčnieva tiež len celkom máličko. Tieto dve krátke rúrky spojte gumovou hadičkou.

Druhé dve rúrky musia byť zase dlhé. V obidvoch fľašiach musia siahať až na dno fľaše a nad zátkami musia prečnievať trochu viac, ako prvé dve rúrky. Dlhšia rúrka vo fľaši s vodou musí mať horný koniec zúžený a druhá musí mať horný otvor rozšírený do lievikovitého tvaru.

Fľašu s vodou postavíme tam, kde chceme, aby fungoval náš vodomet. Druhú, prázdnu fľašu, postavíme niekde tak,

aby bola nižšie, ako prvá. Môžeme ju však šikovne zakryť, tým vzbudíme u nášho obecnstva silnejší dojem, najmä ak sú prítomné aj malé deti.

Keď začnete liať vodu do spodnej fľaše, ktorá má lievikovitú rúrku, začne z hornej fľaše voda striekať tak, ako to vidíte na obr. 16.



Obr. 16. Vodomet

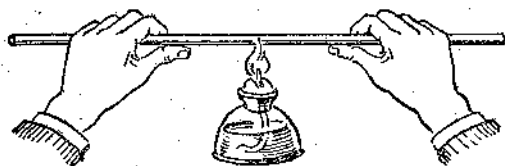
Čo sa vlastne robí? Voda, ktorá zaplní spodnú fľašu, vytláča z nej vzduch cez gumovú hadičku do hornej fľaše. V dôsledku toho tam vzniká vyšší tlak ako je mimo fľaše. To má za následok, že voda cez zúžený a špicatý koniec rúrky strieka ako vodomet.

To je všetko pekné, myslíte si. Doma máme aj fľaše, aj korkové zátky, ba aj gumová hadička by sa našla. Ale kde prosím vás, naberieme sklenené rúrky práve takýhto tvarov?

Verte mi, že ani to nie je taký veľký problém. Najdôležitejšie bude len to, aby ste niekde v sklenárstve, alebo v nejakom laboratóriu, našli celkom obyčajné sklenené rúrky rôznych veľkostí. Tvary, ktoré potrebujete, si už potom ľahko urobíte aj sami.

A to naozaj veľmi jednoducho. Sklenú rúrku zohrejte nad plameňom liehového kahanca. Keď rúrka zmäkne, môžete ju tvarovať, ako sa vám len zachce.

To miesto, kde chceme rúrku zohnúť, natiahnúť, zúžiť, či rozšíriť, zohrievame pomaly nad plameňom, otáčajúc stále rúrkou, aby sa na každej strane rovnomerne zohrievala (obr. 17). Po chvíli zľahka pritlačíme prstami a skúsime tak, či sklo



Obr. 17. Ako sa zohýbajú sklené rúrky

už dostatočne zmäklo. Ak áno, môžeme ho ohýbať podľa potreby. Ak zistíme, že sklo je ešte tvrdé, zohrievame ho ďalej, kým nezmäkne. Tak isto postupujeme aj vtedy, keď chceme sklenenú rúrku zašpicatiť. Rúrku držíme nad plameňom, rovnomerne ju otáčame, a keď sa zohreje, začneme otáčať proti sebe konce rúrky. Otáčaním sa rúrka v prostriedku natiahne. Keď ju na natihnutom mieste prelomíme, dostaneme dve rúrky, ktoré majú na jednom konci zúžený otvor.

Plávajúca ihla

Čo je ťažšie: voda alebo železo?

To je predsa jasné! Na takúto otázku škoda hľadať odpoveď! Asi rozmýšľate skôr o tom, prečo sa vás to vôbec pýtajú.

No dobre. Samozrejme, že železo je ťažšie. Preto, keď položíme ihlu do vody, musí sa potopiť, lebo je ťažšia ako voda.

Napriek tomu stačí len malá zručnosť a trochu opatrnosti, aby sa vám podarilo položiť ihlu na hladinu vody tak, že na nej zostane a nepotopí sa.

Ako sa len dá také niečo urobiť? To by mohlo byť celkom zaujímavé!

Tí najšikovnejší dokážu ihlu jednoducho chytiť, položiť ju na hladinu vody, a tým je pokus hotový.

Druhý spôsob je taký, že použijeme dva drôty, ktoré sú na jednom konci trochu zahnuté. Na tieto konce drôtov položíme ihlu a pomaličky ju kladieme na vodu. Drôty sa ponoria trochu hlbšie a ihla zostane na hladine vody.

Tretí spôsob je taký, že ihlu položíme na koniec vidličky. Vidličku ponoríme do vody a ihla zostane na hladine vody.

Nakoniec, najistejší spôsob, ako možno tento pokus úspešne urobiť, je takýto: na hladinu vody položíte kúsok cigaretového papierika a naň položíte ihlu. Cigaretový papierik rýchlo zvlhne, klesne na dno nádoby a ihla zostane plávať na hladine. Môžeme postupovať aj tak, že nečakáme, kým sa potopí papierik sám, ale ho potopíme sami, pomaly ho vtlačajúc druhou ihlou do vody od okraja smerom k prostriedku.

Keď sa dobre pocvičíte v narábaní s ihlou, môžete na cigaretový papierik položiť aj kovový peniaz. Nesmie byť však hrubší ako dva milimetre. Dobré vám poslúži napr. päťhaliernik.

Prečo sa vlastne ihla nepotopí? Ved' oceľ je skutočne ťažšia ako voda!

Vtip je v tom, že voda len veľmi ťažko prijíma taký predmet, ktorý sme mali v ruke, lebo sa naň z našich prstov preniesla tenúčka vrstva tuku. Okolo ihly, ktorá pláva na hladine vody sa preto vytvorí určitá, sotva postihnuteľná priehlbina. Voda má však vždy snahu vytvárať na svojom povrchu celkom vodorovnú plochu, a preto povrchová vrstva kvapaliny sa snaží túto priehlbinku vyrovnat'. Na ihlu pôsobí preto vztlak, a tým ju vlastne drží, podopiera. Okrem toho ihlu na hladine udržiava aj vztlak, ktorý smeruje hore podľa zákona o plávaní. Vztlak tlačí ihlu hore takou silou, ktorá sa rovná tiaži kvapaliny vytlačenej ihlou.

Pokus 25

Pohár bez dna

Robili sme práve pokus, pri ktorom plávala ihla na vode. Teraz skúsme opak, t. j. pokus, pri ktorom budú ihly vo vode.

Na stôl postavte pohár naplnený vodou až po horný okraj. Pred pohár položte väčšiu kôpku špendlíkov.

Obráťte sa na vaše obecenstvo a spýtajte sa, koľko

špendlíkov možno hodiť do tohto plného pohára vody tak, aby voda nepretiekla.

Tri, štyri, možno, že aj päť, to bude pravdepodobne najčastejšia odpoveď na vašu otázku.

Presvedčte sa však sami a začnite klást špendlíky do vody.

Musíte to robiť veľmi opatrne. Najprv ponorte hlavičku špendlíka, a len potom ho pustite do pohára. Špendlík totiž nesmie dopadnúť na hladinu vody tak, aby ju rozvlnil.

Na dne pohára už bude viac ako desať špendlíkov a voda sa ešte stále nechce prelievať cez okraj pohára. Dokonca ani nie je vidieť, že do plného pohára vody ešte pribudli nejaké špendlíky.

Kladte do vody ďalšie špendlíky. Môžete prekročiť aj päťdesiatku, aj sedemdesiatku. Stále to bude vyzerať tak, ako keby pohár naozaj nemal dno.

Nakoniec sme predsa len nútení sa opýtať, kde sa teda voda stráca. Vidíme celkom zreteľne, že voda sa z pohára nevylieva, že špendlíky v pohári zaberajú už dosť miesta a vieme aj to, že pohár bol na začiatku celkom plný.

Ak ste si vzali väčší pohár, najmä, ak má vrch dostatočne široký, môžete do neho pomaličky naklást aj niekoľko sto špendlíkov a voda z neho nepretečie.

V čom je tajomstvo tohto pohára, ktorý nemá dno?

Keď sa lepšie prizriete, uvidíte, že špendlíky predsa len spôsobili akúsi zmenu. Hladina vody v pohári je vypuklá. Jej úroveň sa dvíha nad okraje pohára. A práve tu, v tejto vypukline, je skryté tajomstvo celého javu.

Viete už, že voda len veľmi ťažko môže navlhčiť sklo, ktoré je trochu mastné. A veru okraje pohára bývajú vždy trochu mastné. Preto sa neprelieva tá časť vody, ktorú špendlíky vytlačajú. Voda síce nepreteká cez okraj pohára, ale sa dvíha viac uprostred pohára. Keď si uvedomíme, aký nepatrný objem má jeden špendlík a aký veľký je objem vypukliny vzhľadom na veľkosť špendlíka, bude nám jasné, kde je tá voda, ktorú špendlíky vytlačili.

Ešte stále sa vám to zdá neuveriteľné? Vypočítajte to! Ak je špendlík hrubý pol milimetra a dlhý 25 mm, potom jeho objem je 5 kubických milimetrov. Keď pripočítame ešte hlavičku špendlíka, môže to byť spolu najviac $5,5 \text{ mm}^3$. Teraz skúsme zistiť, aký je objem tej vrstvy vody, ktorá sa dvíha nad okraj pohára. Keby mal pohár priemer 9 cm a keby sa voda

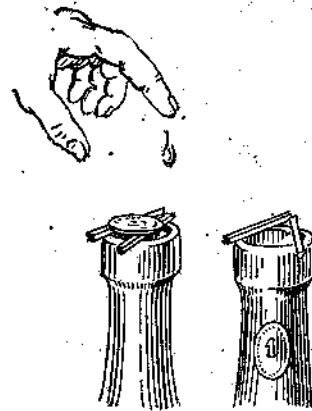
zdvihla len o jeden milimeter, potom by bol objem tejto vrstvy vody 6400 mm^3 . To ale znamená, že do takéhoto pohára môžeme nahádzať vyše tisíc špendlíkov a voda ešte ani tak nemusí pretiecť. Pohár by bol v takom prípade plný špendlíkov; ba možno, že by niektoré aj z neho vytŕčali, a predsa by všetka voda zostala v pohári!

Neuveriteľné, ale je to tak. Skúste to.

Pokus 26.

Aj kvapka vody nám niekedy poslúži

Zlomte jednu zápalku na polovicu, ale len tak, aby oba diely zápalky zostali spojené nejakými drevnými vláknami, ktoré sa nezlomili, ale len zohli. Takto zohnutú, len nalomenú zápalku položte na hrdlo obyčajnej fľaše a na ňu potom ešte aj ľahký kovový peniaz, napr. päťhaliernik (obr. 18).



Obr. 18. Ako možno vhadíť peniaz do fľaše bez toho, aby ste sa ho dotkli

Skúste dostať peniaz do fľaše bez toho, aby ste sa dotkli fľaše, mince, alebo zápalky!

Je to jednoduché. Namočte prst do vody. Potom veľmi opatrne kvapnite z prsta jednu, alebo dve kvapky vody na to miesto, kde je zápalka nalomená.

Konce zápalky sa začnú pomaličky od seba odťahovať. Keď sa zápalka postupne narovná natoľko, že peniaz sa už

neudrží medzi jej dvoma časťami, spadne do fľaše. Úlohu sme vyriešili.

Takýto pokus ste pravdepodobne videli už veľakrát, aj keď v rôznych obmenách. Rozmýšľali ste už o tom, prečo sa vlastne konce zápalky roztahujú vtedy, keď kvapneme troška vody na miesto, kde je zápalka nalomená?

Pravdepodobne odpoviete: — Predsa preto, lebo naberie do seba vodu!

Nuž áno, preto! Odpoveď je síce správna, ale nie celkom uspokojivá. Prečo sa však konce zápalky rozchádzajú, keď drevo nasáva vodu?

Drevo sa skladá z vlákien. V tej časti zápalky, ktorá je zohnutá a nie prelomená, sú vlákna dreva stlačené. Keď tieto drevné vlákna začnú nasávať vodu z kvapky, ktorá na ne dopadla, začnú sa narovnávať preto, lebo naplnené vodou majú väčší objem.

Kým boli jemné a drobučké kanáliky v drevných vláknach prázdne, mohli vlákna zostávať stlačené na miestach, v ktorých sme ich zohli. Takéto zhustenie, stlačenie vlákien sa urobilo práve na účet spomínaných dutín v drevných vláknach.

Keď sa však do týchto kanálikov dostala voda, začali sa stlačené vlákna vyrovnávať, pretože voda potrebovala svoje miesto. Takto sa vlastne od seba odtiahli konce zápalky a zápalka sa po navlhčení čiastočne narovnala.

Pokus 27

Diplomati na hladine vody

Vlastnosť vody, ktorú nazývame kapilaritou, t. j. schopnosťou prenikať cez jemné a drobučké kanáliky, bez ohľadu na to, aký smer tieto kanáliky majú, sme si overili v predchádzajúcom pokuse. Tento jav môžeme sledovať ešte aj pri ďalšej, veľmi jednoduchšej skúške.

Vezmite si kúsok filtračného alebo obyčajného pijavého papiera a vystrihnite z neho štvorec. Papier zohňte na polovicu tak, aby obidve polovice papiera zvierali asi 45 stupňový uhol.

Ak jednu stranu papiera položíte na hladinu vody, papier začne robiť nasledujúce pohyby: obe časti papiera sa priblížia až natoľko, že sa takmer dotknú. Príčinou takejto pohybu je, že povrch tej časti papiera, ktorá je vo vode,

sa zohýba, lebo nasáva vodu. O chvíľu sa potopená časť začne narovnávať. To má za následok pohyb hornej časti papiera opačným smerom. Príčinou je to, že voda sa začína dostávať aj k tomu miestu, kde je papier zohnutý.

Keď namiesto štvorca vystrihneme z papiera nejakú figúrku, prípadne aj viac figúrok, budú vo vode robiť veľmi grációzne pohyby.

A prečo som ich nazval diplomati? Prepáčte mi túto moju smelosť. Kedysi, keď som sa zabával pohľadom na tieto ukláňajúce sa figúrky na hladine vody vo vani, napadlo ma, že takého hlboké, ceremoniálne poklony robia teraz už len niektorí starší diplomati!

Pokus 28

Pascalov vozík

Ak neľutujete trochu námahy, môžete si spraviť vozík na prúdový pohon, t. j. bez motora. Vozík bude poháňať prúd vody vytekajúci z vozíka.

Takýto typ vozíka pochádza od francúzskeho fyzika a matematika Pascala, ktorý žil v XVII. storočí a vozík sa podľa neho aj nazýva.

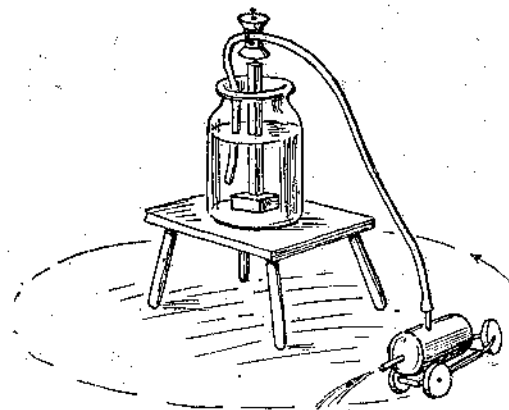
Vezmite nejakú plechovicu (napr. z konzervy) a upevnite ju na kolieska. Najjednoduchšie bude, keď použijete kolieska z pokazenej hračky. Do plechovice zarazte dve rúrky: jednu zvislo hore, druhú vzadu, vodorovne.

Na hornú rúrku navlečte gumovú hadičku. Druhý koniec hadičky zasuňte do nádoby naplnenej vodou. Nádobu s vodou musíte umiestiť tak, aby bola dosť vysoko nad úrovňou vozíka. Celé zariadenie vidíte na obr. 19.

Keď otvoríte vodorovnú rúrku, ktorá je umiestená na zadnej časti vozíka, začne sa vozík pohybovať oproti smeru, ktorým vyteká voda z rúrky. Tento pohyb vzniká na základe, známeho zákona, ktorý kedysi objavil slávny Newton (Njuton). Podľa tohto zákona, každý tlak vyvoláva rovnaký protitlak. Vozík sa pohybuje dopredu, pretože voda prúdi opačným smerom. Podľa rovnakého zákona aj delo alebo puška urobí pohyb dozadu, keď explózia vymrští strelu z hlavne. Aj Pascalov vozík je delo určitého druhu, nevystreľuje však granáty, ale prúd vody.

Keď pripevníme gumovú hadičku na nejaký pohyblivý

podstavec, ktorý sa bude môcť uprostred nádoby s vodou otáčať okolo vlastnej osi, vozík bude behať dokola, až kým z nádoby nevytečie všetka voda.



Obr. 19. Pascalov vozík. Prúd vody, striekajúci zo zadnej časti vozíka, poháňa vozík opačným smerom

Podobné zariadenie skonštruovali mnohí fyzici pred aj po Pascalovi. Aj my si môžeme skonštruovať napr. taký mechanizmus, ktorý by sám plával na vode. Namiesto vozíka si môžete spraviť loďku a tá sa bude pohybovať podľa toho istého princípu ako Pascalov vozík.

Príroda obdarila takýmto zariadením aj niektoré živočíchy. Napr. sépia sa pohybuje na základe takéhoto princípu. Jedným bočným otvorom na svojom tele sépia nasáva vodu, a potom cez zvláštny otvor na prednej časti tela vodu vystrekuje von. V zmysle zákona o pôsobení opačne orientovaných síl, získava takto toto zviera dostatočne silný odraz pre pohyb v opačnom smere. Preto dokáže celkom rýchlo plávať, lenže zadnou časťou tela dopredu. Pretože svoj lievik dokáže obracať rôznymi smermi, môže sépia meniť smer svojho pohybu. Dokáže teda plávať ktorýmkoľvek smerom. Takto sa pohybujú mnohé iné hlavonohé mäkkýše.

Pokus 29

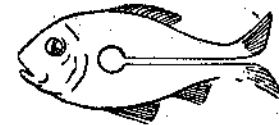
Ryba na raketový pohon

Vaňa naplnená vodou má mimoriadne kúzlo pre toho, kto sa zaoberá fyzikou. Ako keby bola určená v prvom rade na pokusy a až potom aj na kúpanie. Takto sa to kedysi zdalo nám, mojím priateľom a mne, keď sme v našom fyzikálnom laboratóriu postupne spoznávali rôzne tajomstvá prírody.

Ešte aj teraz si spomínam na môj údiv, keď som prvý raz hľadel na papierové ryby plávajúce vo vani a keď som zistil, že ich uvádza do pohybu jediná kvapka oleja.

Teraz vám však poviem, ako sa to robí.

Na tenký kartón nakreslite rybu a vystrihnite ju. Od chvosta až do prostriedku ryby vystrihnite úzky pásik, ktorý zakončíte okrúhlym otvorom. Ako to má vyzeráť, vidíte na obr. 20.



Obr. 20. Ryba, ktorú dostane do pohybu kvapka oleja

Potom opatrne rybu položte na hladinu vody, a to tak, aby sa voda vo vani nerozhýbala. Ryba zostane pekne rovno a ticho ležať na vode.

Keď potom do kruhovitého výrezu uprostred ryby kvapnete kvapku jedlého oleja, ryba sa začne hýbať a svojou ostrou hlavou bude rozrážať tichú hladinu vody.

Tajomstvo tohto prekvapujúceho pohybu našej papierovej ryby je práve v úzkom výreze, ktorý sme urobili od jej chvosta až do prostriedku ryby. Keď sa olej dostane na vodu, snaží sa rozširovať po celej hladine vody. Jediná cesta, po ktorej sa môže v našom prípade rozširovať po hladine, je úzky výrez smerujúci k chvostu ryby. Olej sa teda pohybuje od hlavy smerom k chvostu. Aj keď je sila, ktorá dostáva olej týmto smerom do pohybu, celkom nepatrná, stačí v každom prípade na to, aby sa celá papierová ryba pohybovala, lenže opačným smerom.

Naša ryba vo vani sa bude pohybovať na základe pôsobenia rovnakého fyzikálneho zákona ako sépia, Pascalov vozík, alebo aj mohutná moderná raketa.

Bez plachty — bez vesla

Keď už stojíme nad vaňou a obdivujeme naše papierové ryby — rakety, spustíme na vodu ešte aj jednu záhadnú loďku, ktorá sa bude pohybovať bez plachty, bez vesla, bez motora, ak len nechceme za motor považovať ten kúštiček gáfru, ktorý má loďka na korme.

Loďku si spravíme zo silnejšieho kartónu. Musí byť však plytká, aby mala čo najmenší ponor. Vpredu pripevníme kúsok gáfru tak, že gáfor bude sčasti vo vode. To už stačí na to, aby sa loďka pohybovala na hladine, aby plávala celkom sama. Keď jej spravíte kormidlo a trošku ho vychýlite, bude sa pohybovať stále dokola.

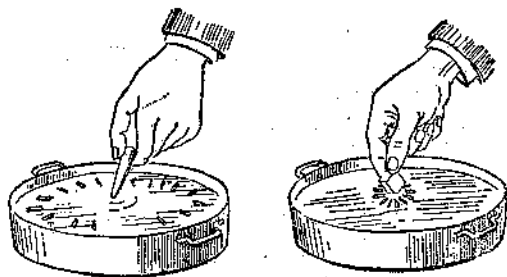
Tento jav možno vysvetliť zmenou povrchového napätia hladiny vody, čo vyvoláva gáfor.

Ak chcete loďku zastaviť, stačí keď kvapnete do vody jedínú kvapku jedlého oleja.

Aj zápalky majú rady cukor

Polámete na kúštičky niekoľko zápalek. Tieto malé drevká položte na hladinu vody do kruhu okolo nejakého mysleného centra. Tak, aby drevká vytvárali kruh, podobný hodinovému číselníku, a aby každé drevkó ležalo v smere priemeru kružnice (obr. 21).

Na prostriedok tejto myslenej kružnice namočte kúsok mydla. V tom momente, keď sa mydlom dotknete vody, drevká



Obr. 21. Prúdenie na hladine vody
a) pôsobením mydla; b) pôsobením cukru

sa rozbehnú k okraju nádoby. Utekajú tak, ako deti, keď sa boja mydla a nechcú sa umývať (obr. 21 a).

Keď ale na prostriedok kružnice ponoríte kúsok cukru, tak aby sa cukor dotýkal vody len jedným krajom, vtedy sa drevká poponáhľajú smerom k cukru a všetky sa okolo neho zoskupia (obr. 21 b).

Ako by ste vysvetlili tieto dva javy?

Keď sa dotkne hladiny vody mydlo, rozpustí sa z neho určité množstvo. Aj keď ide len o celkom nepatrné množstvo, predsa spôsobí prúdenie vody na hladine, od stredu smerom k okraju nádoby. Následkom takéhoto prúdenia najvrchnejších vrstiev kvapaliny sa drevká pohnú smerom k okraju nádoby.

Keď sa ale na hladinu vody dostane kocka cukru, cukor začne vodu absorbovať, t. j. začne ju nasávať. V dôsledku toho začne voda na hladine prúdiť smerom k prostriedku nádoby, t. j. k tomu miestu, kde ste cukor ponorili. Toto prúdenie na povrchu hladiny nesie so sebou aj drevká, od kraja nádoby smerom k cukru.

Mydlové bubliny

Povrchovému napätiu vďačíme aj za vytváranie mydlových bublín. Táto čarovná zábava má práve tu svoj pôvod. Zábava, ktorá pobaví deti aj dospelých, ale ktorá poskytuje aj vážnym fyzikom širokú oblasť pre ich vedecké výskumy.

Hra farieb na povrchu jemných mydlových bublín umožňuje fyzikom merať dĺžku svetelných vln. Na napätosti týchto blán sa skúmajú zákony pôsobenia síl, ktoré pôsobia medzi jednotlivými časťami látky, a bez ktorých by sa hmota nezlučovala, ale všetko na svete by zostávalo len v podobe akéhosi nesmierne jemného prachu.

My sa však nechceme venovať takýmto zložitým a ťažkým úlohám. Prenecháme ich tým, ktorí sa vo svojich vedomostiach o fyzike dostali ďaleko napred. My sa s mydlovými bublinami len pobavíme, tak ako sa bavia všetci tí, ktorí dokážu obdivovať tento fantastický svet pestrých farieb a nežný míhotavý let týchto, tak krátko trvajúcich výtvorov ľudského dychu. Prítom však nechceme zabudnúť ani na to, čo sme sa už z fyziky naučili a čo ešte môžeme pomocou mydlových bublín objaviť.

Predovšetkým si však povedzme, akú kvapalinu potrebujeme, aby sme mohli robiť naozaj pekné mydlové bubliny. Obyčajné mydlo na tento účel celkom nevyhovuje. Bubliny spravené z takéhoto mydla majú príliš krátke trvanie, t. j. rýchlo praskajú. Preto si skúsime pripraviť roztok, ktorý nám umožní robiť také bubliny, ktoré vydržia napr. aj hodinu. Ide nám o to, aby sme sa mohli s nimi skutočne pobaviť a aspoň chvíľu ich aj skúmať.

Mimochodom, niektorí anglickí a americkí fyzici dokázali, že mydlové bubliny môžu vydržať aj niekoľko rokov. Samozrejme, že len za zvláštnych podmienok. Takéto bubliny sa musia držať v špeciálnych fľašiach, chránené pred prachom, pred vyschnutím, a pred prúdením vzduchu.

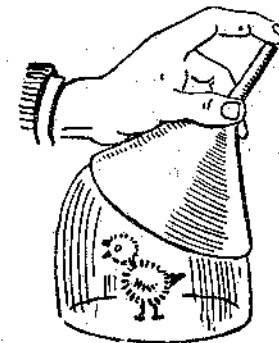
Aby ste mali naozaj krásne a dostatočne trvanlivé bubliny, musíte venovať pozornosť najmä tomu, aké mydlo použijete. Má to byť podľa možnosti jemné, biele mydlo, ktoré pokrájate na drobné kúsky. Spravíte z neho hustý mydlový roztok, ktorý precedíte cez plátno. Po precedení pridáte do roztoku $\frac{2}{3}$ čistého glycerínu. Roztok dobre rozmiešajte a nechajte ho potom v pokoji ustáť 15 dní, kým sa na povrchu nespravi belavá kôra. Túto kôru potom odstráňte a roztok znova precedte. Takto získate roztok, ktorý sa dá na veľmi dlho uschovať.

Podľa druhého receptu zase vezmete 100 g vody, 45 g cukru a 1,5 g mydla. Namiesto destilovanej vody môžete použiť aj dažďovú vodu.

Môže sa však použiť aj 100 g kolofónie a práve toľko uhličitanu vápenatého. Toto necháte prevrieť v jednom litre vody. Dostanete pomerne hustú kvapalinu, ktorú pred použitím rozriedíte ešte asi pol litrom vody.

A teraz sa už môžeme pozrieť aj na to, ako sa robia bubliny. Do roztoku namočte koniec nejakej rúrky zo slamy, zo skla alebo aj z umelej hmoty. Predtým však koniec rúrky natrite zvonku aj znútra mydlom. Keď potom do rúrky fúknete, na jej konci sa vytvorí bublina naplnená teplým vzduchom vašich pľúc. Bublina sa vznesie do vzduchu, aľbo zostane na rúrke. Keď ste spravili naraz bublinu s priemerom až 10 cm, tak je roztok dobrý. V opačnom prípade pridajte do roztoku ešte mydlo. Aby ste vyskúšali odolnosť bubliny, namočte si prst do mydlového roztoku a strčte ho do vnútra bubliny. Ak bublina ostane celá a nepraskne, roztok je dobrý. Ak nie, zlepšite roztok prídanim mydla.

Mydlové bubliny sa dajú robiť aj pomocou lievika. Širšiu stranu lievika namočte do mydlového roztoku. Namočenú časť priložte potom na nejakú plochu, tam kde chcete spraviť bublinu. Zúžený koniec lievika uzavrite prstom, lievik pomaly dvíhajte a vhodnými pohybmi bublinu formujte tak, aby sa uzavrela. Potom oddeľte lievik od bubliny. Ak postavíte predtým pod lievik nejaký predmet, dostanete veľmi zaujímavý obraz tohto predmetu v krásnej, akoby sklenej bubline. Keď použijete viacero lievikov rôznych veľkostí, môžete si spraviť celú reťaz bublín, ktoré budú mať tvar poigule a budú jedna na druhej. Ako sa lievikom robia bubliny, vidíte na obr. 22.



Obr. 22. Ako sa robia mydlové bubliny pomocou lievika

Čo myslíte, akú hrúbku má blana mydlovej bubliny?

Každý vie, že je veľmi tenká. Máte však aspoň približnú predstavu o tom, nakoľko je tenká? Predstavte si, že zväčšíme jeden ľudský vlas tak, že bude hrubý asi 1,5 metra. Akú hrúbku by mala blana mydlovej bubliny pri rovnakom zväčšení? Javila by sa nám ešte stále len ako čiaračka urobená na papieri tenučkým perom. Museli by sme ju zväčšiť najmenej 40 000-krát, aby sme boli schopní pozorovať voľným okom prierez tenučkej steny mydlovej bubliny.

Pokus 33

Kvapaliny nám kreslia nezvyčajné obrázky

Keď sa kvapaliny rozlievajú a miešajú, vytvárajú niekedy veľmi zaujímavé obrazce. Mávame však málo príležitostí po-

zorovať, ako sa to vlastne deje, ako aj zachovať si také obrázky, ktoré pritom vznikajú.

Skúste si takéto maliarske výtvy kvapalín fixovať a zachovať si ich pre seba. Môžeme to robiť nasledujúcim spôsobom.

Na sklenú tabuľku nalejte 5 cm³ roztoku želatíny (10% želatíny). Do tohto roztoku kvapnite kvapku nejakého nasýteného roztoku. Používajte roztoky podľa toho, aký obrázok chcete získať. Najčastejšie používame chlorid amónny (NH₄Cl), jodid (NH₄I) alebo bromid (NH₄Br). Potom spravte na tabuľke niekoľko škvŕn z rôznych rozpúšťadiel, napr. z dusičnanu strieborného alebo citrátu draselného. Machule robte tak, aby boli na tabuľke symetricky rozmiestené.

Potom nechajte tabuľku v pokoji vo vodorovnej polohe. Kvapky sa pomaličky rozširujú a na sklenej tabuľke vykreslia celkom nevidané obrázky rozličných tvarov a farieb. Dávajte pozor predovšetkým na to, aby na tabuľku nepadal prach. Keď tabuľka vyschne, máte hotový neobyčajný obrázok, ktorý namaľovali samotné kvapaliny. Takýto obrázok môžete aj rozmnožovať. Z jeho sklenej plochy sa dá obrázok kopírovať na fotografický papier tak isto, ako sa kopíruje alebo zväčšuje z negatívu.

Niektoré látky sa rozlievajú do pravidelných tvarov, zachovávajú medzi sebou rovnaké vzdialenosti. Tieto tvary sú strie-davo tmavé a svetlé a ich hrúbka sa pohybuje od desatiny milimetra až po tisícinu milimetra. Keď je hrúbka týchto tvarov menšia ako stotina milimetra, vznikajú priamky alebo kruhovitě siete, ktoré vytvárajú dosť jasné spektrum následkom lámania svetla v nich. Keď sa do želatíny dostane kvapka dusičnanu vápenatého alebo chloridu vápenatého, a potom ešte na želatínu kvapnete zmes skladajúcu sa z rovnakých dielov nasýteného roztoku fosforečnanu vápenatého a uhlíčitanu vápenatého, dostanete krásne sieťované obrázky, ponášajúce sa na tkanivo perleťových lastúr. Hrúbka tejto siete má fyzikálnu štruktúru aj chemické zloženie také isté ako lastúra.

Mimochodom, s touto sieťovou štruktúrou sa stretnete v prírode takmer pri všetkých živých tkanivách, napr. má ju perie mnohých vtákov, svaly človeka, ako aj mnohé iné tkanivá.

Pokus 34

Povedzte, čo je ťažšie?

Dajte vašim priateľom takúto otázku:

„Keď položíte na jednu misku váh pohár naplnený vodou až po okraj a na druhú misku rovnaký pohár, taktiež naplnený až po okraj vodou, ale do toho druhého pohára vložíte kúsok dreva, ktorá strana váhy sa prevážia?“

Jedni povedia, že prevážia tá strana váhy, kde je len pohár s vodou, lebo voda je ťažšia ako drevo.

Iní sa domnievajú, že musí byť ťažší ten pohár, v ktorom je drevo, lebo okrem vody je v pohári ešte aj drevo.

A tretí, keďže nie sú si celkom istí, vezmú poháre a váhu a pokusom si zistia, aká je správna odpoveď.

Takto budeme postupovať aj my. O čom sa presvedčíme? Misky váhy budú v rovnováhe, t. j. obidva poháre sú rovnako ťažké.

Podľa Archimedovho zákona hmotnosť, ktorú vytláča predmet svojou ponorenou časťou, rovná sa hmotnosti celého predmetu. No a preto sú obidva poháre v rovnováhe.

Pokus 35

Z pohára pumpa

Dokážete vytiahnuť rukou z vody peniaz tak, že si prsty nenamočíte a vodu nevylejete?

Dokážeme, zaiste mi všetci odpoviete jednohlasne. Dokážeme, celkom ľahko a to nasledovne:

Vezmite plytký tanier, vložte doň korunovú mincu a nalejte do taniera vodu. Len toľko, aby voda korunu zakryla.

V blízkosti mince položte na vodu kúsok zátky, do ktorej zapichnete niekoľko zápaličiek. Zápalky zapáľte a nechajte horieť pod pohárom, ktorý držíte hore dnom nad horiacimi zápalkami. Pod pohárom sa vzduch zohreje, následkom čoho bude redší. Keď pohár ponoríte otvorom do vody v tanieri, voda začne z taniera ustupovať a sústreď sa pod pohárom. Dno taniera zostane suché. Odtiaľ môžete vzaf korunu bez toho, aby ste si museli namočiť prsty.

Je vám jasné, že voda sa sústreď pod pohárom preto, lebo vznikol rozdiel medzi vonkajším tlakom vzduchu a tla-

kom pod pohárom. V pohári bol vzduch redší, teda aj menší tlak až dovedy, kým vzduch nevychladol.

Pri mnohých našich pokusoch s kvapalinami sme sa stretli s tlakom vzduchu a oboznámili sa s jeho pôsobením na kvapaliny. To nám zaiste uľahčí robiť a pochopiť ďalšie pokusy, ktorým sa chceme v našom fyzikálnom laboratóriu venovať tretí deň.

Tretí deň

Na dne vzdušného oceánu

Keď sa dívame na prípravy, ktoré robí potápač prv než sa spustí na dno mora vo svojom potápačskom obleku (skafandri), alebo keď sa pozeráme na fotografie oceľových gúľ s ich hrubými stenami (batiskaf), v ktorých sa ľudia dostávajú do veľkých hĺbok oceánu, predstavujeme si ten obrovský tlak, ktorý je na morskom dne. Málokedy nám pritom zide na um, že žijúc na povrchu zeme, žijeme zároveň aj na dne vzdušného oceánu, ktorý sa dvíha vysoko nad naše hlavy a presahuje — svojimi, už celkom zriedenými vrstvami — tristokilometrovú výšku. Veru je ťažké toto bremeno, ktoré musíme nosiť celý život.

To, že vzduch je tiež hmotný a má teda aj svoju tiaž, vedeli už starí filozofi a učitelia, ktorí žili pred viac ako dvetisíc rokmi. Grécky filozof a fyzik Empedokles, ktorého sme už spomínali, urobil v piatom storočí pred našim letopočtom jeden veľmi jednoduchý ale významný pokus, ktorým dokázal, že vzduch je hmota schopná vyvíjať určitý tlak. Jeden koniec sklenej rúrky ponoril do vody. Kým horný koniec rúrky mal zakrytý prstom, voda nemohla do nej vniknúť. Keď však prst odtiahol, voda do rúrky vnikla, keď opäť uzavrel prstom horný otvor rúrky a vytiahol ju z vody, voda z nej nevytiekla. Bránil jej v tom tlak vonkajšieho vzduchu.

Iný grécky fyzik, Anaxagoras, ktorý žil v tom istom období, dokázal pomocou domyselného pokusu, že vzduch je hmotný a že vyvíja tlak. Jahňací mechúr naplnil vzduchom a dokázal, že na to, aby mechúr vyprázdnil, je potrebná určitá energia.

Ale až v polovici XVII. storočia sa podarilo presne zistiť, aký veľký tlak vyvíja vzduch, ktorý obklopuje povrch Zeme.

Vypočítal ho taliansky fyzik Toricelli (Toričelli), žiak slávneho Galileia Galileiho.

Toricelli ortuťou naplnil sklenú, jeden meter dlhú rúrku. Potom ju ponoril do nádoby, v ktorej bola ortuť. Ortuť z rúrky začala vytekať do nádoby, zanechávala za sebou prázdny priestor a zastavila sa vo výške 76 centimetrov. Keďže v rúrke nad ortuťou vzduch nebol, nemohol tam byť nijaký tlak. Preto tlak vzduchu, ktorý pôsobil na ortuť v nádobe, prenášal sa cez ňu na ortuť v rúrke a zabraňoval tak, aby z nej ortuť celkom vytiekla. Tlak vzduchu sa teda rovnal tiaži stĺpca ortute v rúrke. Keď potom Toricelli vzal do úvahy tiaž ortute v rúrke a plochu jej otvoru, vypočítal, že tlak vzduchu, akým pôsobí vzduch na plochu jedného štvorcového centimetra, predstavuje 1,033 kp (kilopond — jednotka tiaže)*).

Ale tlak vzduchu nie je na každom mieste povrchu Zeme rovnaký. Najväčší je nad hladinou mora. O čo vyššie však vystupujeme do hôr, o to je tlak menší. Existujú veľmi veľké rozdiely tlaku. Keď tlak pôsobí na plynné látky, tie sa veľmi stláčajú. Kvapaliny možno stlačiť len celkom málo a veľmi ťažko; pevné látky možno stlačiť viacej alebo menej, podľa stupňa ich pórovitosti alebo elasticity, ale každopádne oveľa menej ako plynné látky. Tie sa dajú veľmi ľahko stláčať najmä preto, lebo sa vo voľnom priestore, keď na ne nepôsobí nijaký tlak, rozptyľujú. Z toho dôvodu sú spodné vrstvy vzduchu, na ktoré pôsobí tlak horných vrstiev, značne hustejšie, a preto aj ťažšie. Čím vyššie vystupujeme, tým je vzduch redší a stĺp vzduchu nad nami kratší a ľahší; preto aj tlak je postupne menší a menší.

Rozdiely tlaku však nezávisia výlučne od nadmorskej výšky. Tieto rozdiely vznikajú aj vplyvom rôznych iných podmienok, ktoré vládnu v atmosfére. Predovšetkým rozhoduje to, či je vo vzduchu viacej alebo menej vodných pár, ktoré sa vo vzduchu vždy nachádzajú. Ale aj iné okolnosti ovplyvňujú zmeny tlaku vzduchu. Tieto zmeny tlaku majú veľký význam. Práve ich vplyvom sa dostávajú masy vzduchu do po-

*) Tento tlak sa označuje aj ako fyzikálna atmosféra (atm). Podľa medzinárodnej sústavy SI sa táto jednotka nemá používať. Ako jednotky tlaku sa používajú $\text{IN}/\text{m}^2 = 1,01972 \cdot 10^{-5} \text{ kp}/\text{cm}^2$, $1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 1 \text{ at} = 735,6 \text{ torrov}$. Vzťah medzi atm a at je: $1 \text{ atm} = 1,0332 \text{ at}$.

hybu, fúka vietor, ktorý zasa spôsobuje zmeny počasia na určitých častiach zemského povrchu. Vietor fúka vždy odtiaľ, kde je vyšší tlak vzduchu a smeruje tam, kde je tlak nižší. Na základe skúmania rozdielov tlaku vzduchu a sledovania rozdielov medzi miestami s vyšším a nižším tlakom, dokážu meteorológovia zostavovať prognózy o očakávanom vývoji počasia nad určitým územím. Tieto prognózy, predpovede počasia, sú v súčasnosti veľmi dôležité predovšetkým z hľadiska bezpečnosti stále sa rozvíjajúcej leteckej dopravy. Nezaobíde sa však bez nich ani vyspelé poľnohospodárstvo.

Tlak vzduchu meriame barometrom. Všetci viete, že barometer ukazuje, aké má byť počasie, možno však všetci neviete, že barometrom sa môže merať výška, napr. vrcholov hôr. V skutočnosti barometer ukazuje, aký je tlak vzduchu, podľa ktorého sa potom vypočíta, aké bude počasie, alebo aj to, v akej nadmorskej výške sa nachádzame.

Dozvedeli sme sa teda, že tlak vzduchu na 1 cm^2 zemského povrchu v nijakom prípade nie je malý. Ak si uvedomíme, že povrch ľudského tela meria priemerne $1,5 \text{ m}^2$, tak potom človek neustále „nosi“ na sebe bremeno ťažšie ako 15 ton.

Ľudské telo je však tak prispôsobené, že tento tlak znáša práve tak dobre, ako znášajú obrovský tlak mora ryby, ktoré žijú v jeho veľkých hlbkoch. Ich organizmus zas nevydrží menší tlak v blízkosti morskej hladiny, kde sa ich jednotlivé orgány rozkladajú a rozpráskávajú vplyvom vnútorného tlaku, s ktorým vonkajší tlak nie je v rovnováhe. Aj človek z toho istého dôvodu ťažko znáša nižší tlak v zriedenom ovzduší hôr. Preto aj letci musia mať primeraný výstroj, keď lietajú vo veľkých výškach.

Výšky! Od vekov vábili k sebe človeka a človek od nepamäti túžil odpútať sa od zemského povrchu. Hľadal spôsob, ako prekonať zemskú príťažlivosť a vzniesť sa do výšok vzdušného oceánu. Túto úlohu sa mu podarilo vyriešiť až v novoveku, keď už mal za sebou tisícky rokov úporného snaženia.

Stará grécka povest' hovorí o Ikarovi, ktorý vzlietol k Slnku na krídlach, ktoré mu spravil jeho otec Daidalos. Pretože sa príliš priblížil k Slnku, krídla mu zhoreli a Ikaros padol do mora. Aj táto povest' svedčí o pravekej ľudskej túžbe vzniesť sa do vzduchu. Všetky neskoršie podobné pokusy, vznášať sa vo vzduchu vlastnou silou pomocou krídel, skončili práve tak tragicky, ako skončil podľa povestí Ikarov let.

Prvé úspešné lety sa podarili pomocou balóna. Balón sa vznášal vo vzduchu na základe toho istého fyzikálneho zákona, podľa ktorého telesá plávajú na hladine vody. Ak nejaké teleso vytlačí svojím objemom väčšiu tiaž plynnej látky, ako má samo, vznesie sa do vzduchu, t. j. lieta. Preto bolo dôležité nájsť na plnenie balóna ľahší plyn, ako je vzduch. Prvé balóny plnili teplým vzduchom a to tak, že pod balónom zapálili slamu. Lenže lety takýchto balónov spravidla končili katastrofou, lebo keď zadul vietor, plamene zachvátili obal balóna. Prvý let absolvovali v takomto balóne bratia Mongolfierovci, „vynálezci balóna“ v r. 1783. Odvtedy sa balóny stále zdokonaľovali, až dosiahli úroveň moderných vzdušných lodí, tzv. vzducholodí. Človeku sa však podarilo ovládnuť vzdušný priestor až vtedy, keď vynášiel lietadlo, t. j. taký stroj, ktorý lieta vo vzduchu pomocou motora a vrtule. Skutočné ovládnutie výšok umožnila až raketová technika. Len 21 rokov uplynulo od prvého letu bratov Mongolfierovcov, keď sa slávny francúzsky fyzik a chemik Gay Lussac (gé lysak) vzniesol v balóne do výšky 7 000 m, aby v takýchto výškach robil svoje vedecké výskumy. V špeciálnom balóne, upravenom pre lety do stratosféry, t. j. pre lety do veľkých výšok vzduchového obalu Zeme, dosiahli súčasní učitelia výšku 22 000 m a vo vrtuľovom lietadle nad 16 000 m. Dnes (veď to dobre viete) dosahujú medziplanetárne rakety obrovské výšky a je tu už doba, v ktorej sa ľuďom podarilo priletieť na Mesiac a z neho sa vrátiť.

Vráťme sa však z týchto výšok, ktoré sú pre nás, obyčajných ľudí, predsa len ešte stále nedostupné, na dno nášho vzdušného oceánu a skúsme sa pobaviť našou skromnou fyzikou, pomocou ešte skromnejších prostriedkov, ktoré máme k dispozícii.

Pokus 36

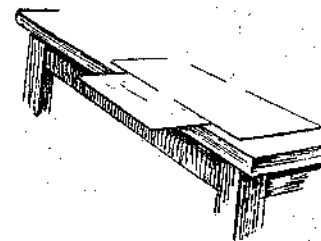
Presvedčte sa sami, že vzduch je ťažký!

Zaiste mnohí z vás odpovedia, že tomu veria, že si to už dostatočne dokázali pri pokusoch s vodou a niečo predsa vedeli aj predtým.

Verím vám. Prepáčte mi, nechceť som vás ani uraziť, ani podozrievať z úplnej nevedomosti. Napriek tomu si však

spravme ešte jeden pokus, ktorý nám veľmi zreteľne dokáže, že existuje neviditeľný tlak vzduchu.

Na kraj stola položte tenkú doštičku tak, aby jej menšia časť prečnievala cez okraj stola. Väčší diel doštičky, ktorý leží na stole, zakryte širším hárkom papiera tak, že papier prilne tesne na stôl, ako to vidíte na obr. 23.



Obr. 23. Prikryte dosku papierom a prudko po nej udríte pästou

Pästou prudko udríte na tú časť doštičky, ktorá prečnieva cez stôl.

Čo sa stane? Keď dopadne päť na dosku, jej druhý koniec sa nadvihne spolu aj s papierom, ktorým je doštička na stole prikrytá. Keďže úder päťou je rýchly a trvá len veľmi krátku dobu, vzduch nemôže za taký krátky okamih preniknúť medzi stôl a papier, aj keď ho doska nadvihne. Pod papierom vznikne prázdny priestor, a preto úder päťou musí prekonať tlak vzduchu, pôsobiaci na povrch papiera. Tento tlak vzduchu, ako už viete, predstavuje $1,033 \text{ kp/cm}^2$. Je teda zrejme, že váš úder musí byť veľmi silný, keď chcete tlak vzduchu prekonať; najmä vtedy, keď ste použili papier väčších rozmerov.

Ak namiesto dosky použijete obyčajné drevené pravítko a položíte ho na stôl tak, že štvrtina jeho dĺžky bude prečnievať cez okraj stola a druhý koniec prikryjete väčším kusom papiera, môže sa vám stať, že úderom päste pravítko zlomíte.

Aby sa vám tento pokus vydaril, musí byť úder veľmi rýchly a prudký. Keby ste totiž pomaly tlačili na dosku, mal by vzduch dosť času vniknúť pod papier. Vtedy sa tlak, ktorým vzduch pôsobí na papier zhora, vyrovná s tlakom, ktorým pôsobí vzduch zdola na spodnú plochu papiera. Lebo aj vzduch, práve tak ako voda, pôsobí na telesá zo všetkých strán takým tlakom, ktorý sa rovná tlaku vzdušnej vrstvy nachádzajúcej sa nad telesom.

Magdeburské polgule

To, že vzduch je hmota, ktorá má svoju hmotnosť, a že aj vzduch pôsobí svojím tlakom na telesá, ktoré sa v ňom nachádzajú, je dnes všeobecne známa vedecká pravda, o ktorej sotva treba niekoho presviedčať (iba ak malé deti, ktoré ešte len začínajú získavať prvé poznatky o prírode a o svete, v ktorom žijú).

Ešte v polovici XVII. storočia to nebolo tak celkom jasné. Ľuďom bolo treba dokazovať, že vzduch nie je „nič“, ale že je to taká látka ako hociktorá iná.

Významný nemecký fyzik tej doby, Otto von Guericke (Oto von Gerike) predviedol na verejnosti pokus, ktorý je známy ako „magdeburské polgule“, a ktorým presvedčivo dokázal silu tlaku vzduchu. Dve meďené polgule priložil k sebe a pomocou vzdušnej pumpy vysal z nich vzduch. Potom ku každej polguli zapriahol osem koní, ktoré sa snažili polgule od seba oddeliť. Hoci kone napínali všetky sily, ich snaha bola márna. Tlak vzduchu, ktorý držal polgule spolu, nedovolil, aby sa rozdvajili. Stačilo však otvoriť kohútik a napustiť tak do gule vzduch a obe polgule sa rozpadli vplyvom vlastnej tiaže.

Spomínam to najmä preto, aby ste videli, aká to bola ťažká cesta, ktorou sa musela veda prebojovať, ako ťažko sa prekonávali nevedomosti a predsudky. Tentý pokus, na svoju dobu veľmi originálny, robil v Regensburgu starosta mesta — fyzik. Medzi prizeračiami boli, okrem veľkého počtu obyvateľov mesta, aj mnohé nemecké kniežatá na čele s cisárom.

Podobný pokus máme možnosť spraviť aj my v našom fyzikálnom laboratóriu, ale bez koní a bez polgúl.

Vezmite dva rovnaké poháre. Nad plameňom liehového kahana alebo sviečky zohrejte poháre a vzduch v nich. Na jeden z pohárov položte kúsok navlhčeného pijavého papiera a prikrýte ho druhým pohárom tak, aby sa okraje pohárov presne kryli.

Počkajte, kým poháre vychladnú. V pohároch je vzduch redší, a preto je v nich aj tlak vzduchu menší. Keďže vonkajší tlak vzduchu je väčší ako vnútorný, poháre sa držia pospolu tak, že môžeme smelo horný pohár zdvihnúť, a predsa sa spodný neodpojí vplyvom vlastnej tiaže a neodpadne.

• To isté môžete spraviť aj s náprstkom. Nalejte do neho trochu liehu alebo benzínu. Náprstok zakryjete pijavým papierom. Pijavý papier nasaje lieh, ktorý sa postupne vyparí. V náprstku je vzduch redší, a preto vonkajší tlak vzduchu bude pevne držať náprstok na pijavom papieri. Pijavý papier môžete natriasť ako chcete a náprstok neodpadne.

Pokus 38

Špeciálne kyvadlo

Naplňte pohár vodou. Pohár musí byť celkom plný, aby sa voda takmer vylievala. Zhora naň opatrne priložte hárok hrubšieho papiera. Papier prilne k vode a k okrajom pohára tak pevne, že cítite odpor, keď ho skúšate oddeliť od pohára.

Skôr než priložíte papier k poháru s vodou, prevlečte cez papier hodvábnu niť a na spodnej časti papiera (na tej strane, ktorá sa priloží k vode) zauzlite niť tak, aby sa nevyvliekla. Dierku je dobre ešte zatrieť voskom, aby cez ňu nemohol preniknúť vzduch do pohára.

Keď papier prilne k vode a k okrajom pohára, môžete zdvihnúť pohár za nitku, môžete ho aj rozkývať ako kyvadlo, a pohár nespadne.

Musíte ovšem dať veľký pozor na to, aby pod papierom nezostala nejaká vzduchová bublina, lebo máte po pohári! Preto vám odporúčam, aby ste zo začiatku nerobili tento pokus so skleneným pohárom, ale radšej s pohárom z umelej hmoty.

Abyste sa zvýšila príľnavosť papiera k okrajom pohára, natrite ich trochu lojom.

Pokus 39

Vodný barometer

Už viete, že barometer sa používa na meranie tlaku vzduchu, a že podľa nameraného tlaku sa robia predpovede počasia. Čiže viete, na čo sa používa barometer v domácnosti. Ba viete aj to, že barometrom sa meria aj nadmorská výška, a že barometer sa najčastejšie naplňuje ortuťou.

O barometri teda viete takmer všetko, čo je dôležité.

Dokážete si však spraviť taký vodný barometer, ktorý by mohol slúžiť pre vaše domáce potreby?

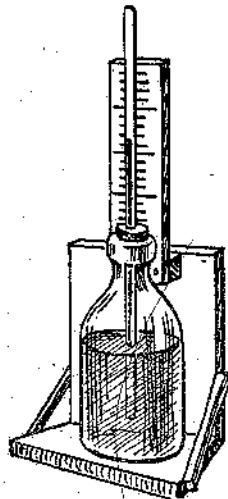
Mnohí si povedia — vedeli by sme, ale nemôžeme. Potrebujeme na tú desaťmetrovú sklenú rúrku. A keby sme ju aj niekde pozháňali, kde by sme ju doma umiestili?

Napriek tomu si vodný barometer spravíme aj bez takej dlhej rúrky. Tento náš barometer však bude ukazovať opačne, ako ostatné typy barometrov. Keď tlak stúpa, na obyčajnom barometri stúpa aj stĺpec ortuť; keď tlak klesá, klesá aj stĺpec ortuť. Na našom vodnom barometri to bude naopak. Stĺpec vody bude stúpať vtedy, keď bude tlak klesať a naopak, voda v ňom bude klesať vtedy, keď bude tlak stúpať.

Aby ste si mohli spraviť takýto barometer, nepotrebujete nič iné, len jednu fľašu a jednu sklenú rúrku.

Fľašu do polovice naplňte vodou, ktorú si ľubovoľne zafarbíte. Potom fľašu hermeticky uzavrite zátkou, cez ktorú je prevlečená sklená, na oboch koncoch otvorená rúrka. Rúrka má mať asi takú dĺžku, aby približne 30 cm vyčnievala nad hrdlo fľaše.

Keď ste to už spravili, cez rúrku prilejte ešte toľko zafarbenej vody, aby sa zaplnila do polovice tej časti, ktorá vyčnieva nad zátkou. Za rúrku pripevnite doštičku, na ktorú ste prilepili kúsok kartónu. Na kartóne urobte stupnicu, aby ste mohli sledovať o koľko stĺpec vody v rúrke klesol, alebo stúpol. Ako taký barometer vyzerá, vidíte na obr. 24.



Obr. 24. Vodný barometer

Keď je vonkajší tlak vzduchu nižší ako vo fľaši, voda v rúrke stúpa, a naopak, keď sa vonku tlak zvyšuje, teda je vyšší ako tlak vzduchu vo fľaši, voda v rúrke klesá.

Stupnicu na barometri si môžete urobiť aj tak, že si na čas obstaráte (požičiate) skutočný barometer, s ktorým budete porovnávať stav vody v rúrke a podľa toho budete na vašej stupnici označovať výšku tlaku vzduchu. Takáto stupnica bude potom dostatočne presná. Ak nemáte možnosť použiť druhý barometer, musíte sa uspokojiť s menej presnou stupnicou. Postupne si zaznamenávajte, kde sa nachádza stĺpec vody vtedy, keď je počasie stále a pekné, keď je prechodne pekné, keď je premenlivo a keď prší.

Nuž vidíte, spravili ste si jednoduchý a lacný barometer.

Pokus 40

Rozptýlenie pri obede

Zaiste ste už videli malé gumové polgule, ktoré keď sa navlhčia a pritlačia silnejšie na sklo, priľnú k nemu tak pevne, že udržia aj pomerne ťažké bremeno. Často sa používajú v obchodoch, keď treba niečo pripevniť na skle vo výklade bez toho, aby sa sklo poškodilo, alebo znečistilo lepidlom.

Podobný pokus môžete urobiť pri obede na svojom tanieri. Samozrejme, bez gumových polgúl. Použite niečo z toho, čo je na stole.

Vezmite reďkovku, alebo nejakú inú koreňovú zeleninu. Prerežte ju priečne na polovicu tak, že tam, kde ste ju prerezali, urobíte miernu priehlbinku. Potom ju silno pritlačte k tanieru. Prichytí sa na ňom tak pevne, že na nej môžete nadvihnúť aj celý tanier.

Pritlačením ste odstránili vzduch z priehlbinky, ktorú ste spravili nožom na reďkovke. Keď sa potom chce vzduch znova dostať do priehlbinky medzi tanier a reďkovku, naráža na prekážku. Vlhka, ktorú reďkovka obsahuje, navlhčuje tanier a vytvára tak prekážku, ktorá zabraňuje prístupu vzduchu. Medzi reďkovkou a tanierom vznikol vzduchoprázdny priestor, a preto vonkajší tlak vzduchu pevne spája jeden predmet s druhým.

Podobne sa aj pijavica zachytáva na ľudské telo a tak isto aj chobotnice a polypy sa svojimi chápadlami prisávajú k obeti, ktorej sa zmocnia.

Rozprašovač

Pokus 41

Rozprašovač si dokázate urobiť aj sami, keď potrebujete drobučkými kvapkami fixatívu uchrániť pred poškodením svoje uhlové či pastelové kresby, keď chcete nakresliť nejaký pekný plagát na školskú zábavu, alebo keď chcete drobnými kvapkami vody zľahka postriekať kvety v izbe. Nepotrebuje nato nič iné, len dve rúrky, ktoré majú do špicata zúžené konce.

Jednu rúrku prevlečiete cez zátku fľašky, v ktorej máte kvapalinu pripravenú na použitie. Širší koniec druhej rúrky vložíte do úst a jej tenší koniec položte presne nad otvor rúrky, ktorá vyčnieva z fľašky. A máte rozprašovač.

Keď fúkate do rúrky, ktorú držíte v ústach vo vodorovnej polohe nad vyčnievajúcou rúrkou, prúd vzduchu z druhej rúrky vytlačí vzduch, a preto cez ňu začne prúdiť kvapalina. Kvapalina sa však dostáva do silného, vodorovne prúdiaceho vzduchu a rozbíja sa na jemné, drobnučké kvapôčky.

Zimná zábava

Pokus 42

Počas zimných večerov, keď sedíte pri teplej peci, môžete sa pobaviť zvláštnym tancom vreteníc, ako nejakí indickí fákíri. Aby začali robiť vretenice svoje pravidelné pohyby, nebudete musieť ani písať na píšťalke; stačí, keď ich položíte nad kachle a podivný tanec začne.

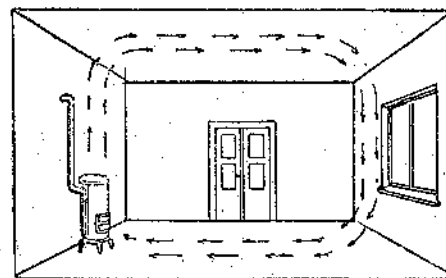
Vretenice? Vari máte priniesť do izby hadov? Keď vám prišlo niečo také na um, nebojte sa! Vretenice si spravíte z papiera.

Z trocha silnejšieho papiera vystrihnete špirálu, ktorej prvý koniec zakončíte hlavou zmije a druhý špicatým hadím chvostom. Nezabudnite zmiji spraviť aj jazyk a ľstivé hadie oči. Hlavu zmije napichnete na ihlicu na pletenie a poskrúcané telo nechajte voľne padať pozdĺž ihlice. Spodný koniec ihlice pripievajte na akýkoľvek vhodný podstavec, na ktorom bude ihlica kolmo stáť.

Keď takúto zmiju postavíte nad kachle alebo aj nad plameň liehového kahana, začne sa skrúcať, zviňať, tancovať

alebo dokonca, ak papier nie je príliš ťažký a ak je pec dobre rozohriata, začne aj chvost dvíhať hore.

Hádám vám nemusím vysvetľovať, že tento hadí tanec vyvolávajú prúdy teplého vzduchu, ktoré sa od kachiel dvíhajú do horných častí izby (obr. 25).



Obr. 25. Neviditeľné prúdenie vzduchu v izbe

Ak takéto zmije, lenže z tenšieho a jemnejšieho papiera, rozmiestíte na viacerých miestach izby, pekne vám ukážu, kade a ako prúdi vzduch v izbe. Uvidíte, že vzduch sa od pece dvíha kolmo k povale, pod povalou prúdi smerom k oknu, popri oknách klesá, a že od okien prúdi chladný vzduch spodnou časťou izby (nad podlahou) smerom k peci. Takto sa vlastne dozviete, prečo v zime od okien „fúka“, aj keď sú okná dokonale utesnené. Preto, lebo celá plocha okna je zvonku vystavená chladnému vzduchu a chladí vzduch pri vnútornej strane okna. Vzduch, keďže je hustejší, prúdi smerom k peci, pri ktorej je teplejší, redší vzduch.

Nie je to síce nič zvláštne, ale zistili ste, že v izbe sa odohráva v malom presne to, čo v atmosfére vo veľkom.

Vidíte teda, že aj izba má svoje monsúny a pasáty.

Pokus 43

Revolver z husieho brka

Dobre to poznáte, ako váš mladší brat každú chvíľu otravuje: „Urob mi pušku, sprav mi pištoľ, sprav mi ...“

Dajte sa teda do práce! Spravte bratovi revolver z husieho brka a ja sa vám pokúsim pri tom pomôcť.

Spýtajte sa niektorého zo svojich spolužiakov, či nemajú

doma husi, alebo či si nepriniesol, keď bol u starej mamy, niekoľko husích pier. Musia to však byť veľké perá z krídiel. Z takého pera nožnicami odstrihnete hrubší koniec, ktorý je dutý a na ktorom už vlastne ani nie je perie. Takto ste získali krátku rúrku, ktorej obidva konce pekne zarovnajete. Dobre ju vyčistíte, aby aj znútra bola hladká.

Nájdite si kúsok mäkkého, ale suchého dreva. Opracujte ho tak, aby na jednom konci bola malá rukoväť a aby druhý koniec bol taký tenký, že sa zmestí do rúrky pripravenej z husieho brka. Palička musí byť o máličko tenšia ako rúrka, aby sa dala do nej ľahko navliecť. Rukoväť revolvera môžete na drevenú paličku prirobiť aj dodatočne.

Teraz už môžete začať strieľať. Vezmite surový zemiak a rozrežte ho na tenké, asi polcentimetrové plátky. Jeden koniec brka zapichnete do zemiaka tak, aby v rúrke zostala zemiaková zátka. To isté urobte aj na druhej strane rúrky a revolver máte nabitý. Obidva konce rúrky sú uzavreté zemiakovou zátkou. Keď jednu z týchto zátek potlačíte prípraveným drevkom, druhá prudko vyletí, pričom počuť slabý výstrel. Tú zátku, ktorú ste potlačili, zatlačte až na miesto práve vystrelenej zátky. To znamená, že môžete znova nabiť váš revolver. Opäť zapichnete prázdny koniec rúrky do zemiaka a v streľbe môžete pokračovať.

Vzduch v rúrke sa stláča následkom tlaku drevka na jednu zo zátek. Keď tento tlak prekročí určitú hranicu, ktorá závisí od toho, aký odpor kladie zátka na druhom konci rúrky, ako aj od vonkajšieho tlaku vzduchu, stlačený vzduch s praskotom vymrští zátku von.

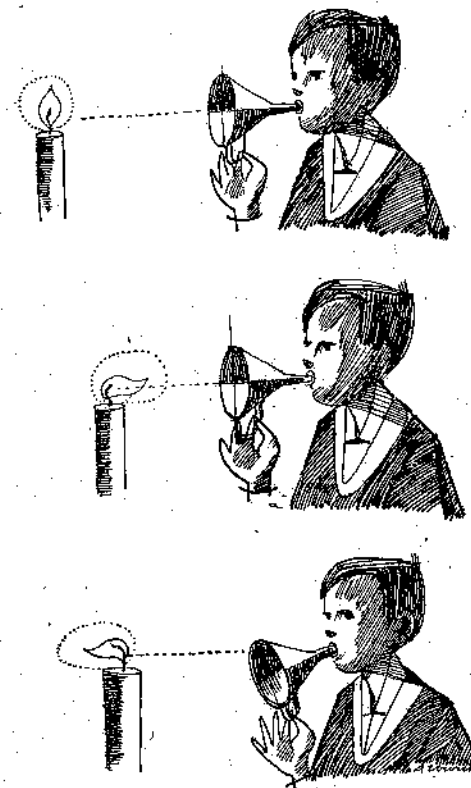
Ešte vám chcem pripomenúť, že takéto rúrky z husacieho pera vám môžu veľmi dobre poslúžiť pri mnohých pokusoch, pri ktorých treba použiť tenké rúrky.

Pokus 44

Sfúknite sviečku cez lievik

Z akej vzdialenosti? — príde vám zaiste ihneď na um. Dajte si do úst tenší koniec lievika a fúkajte do neho ako do rúrky. Pokým ide o vzdialenosť, tú prenechávam vašej ľubovôli. Môžete sa priblížiť na 40 cm, na 30 cm alebo ešte bližšie. V každom prípade budem môcť pozorovať vaše neúspešné počínanie.

Domnievam sa totiž, že vaše pokusy neprinesú očakávaný výsledok. Preto, lebo asi budete postupovať tak isto, ako to zvyčajne robia všetci. Keď totiž budete fúkať na sviečku tak, že otvor lievika bude smerovať k plameňu sviečky a ten sa bude nachádzať na pozdĺžnej osi lievika, nepodarí sa vám sviečku zhasiť. Sviečka bude pokojne horieť ďalej, možno sa jej plameň ani nepohne. Ak však dáte veľmi blízko lievik, plameň sa celkom neočakávane pohne smerom k lieviku, ako keby ho lievik priťahoval. Vzdať sa nechcete, radi by ste sviečku zhasili. Zamierte teda lievik tak, aby plameň nebol presne v smere rúrky lievika, do ktorej fúkate. Nezáleží na



Obr. 26. Ako sa zhasína sviečka cez lievik

tom, či obrátite lievik nahor, k zemi alebo na ktorúkoľvek inú stranu. Ide len o to, aby sa plameň sviečky dostal do jednej roviny so šikmou stenou rozšírenej časti lievika. Keď potom fúknete, sviečka zhasne.

Teraz už viete, prečo sa vám nepodarilo zhasnúť sviečku na začiatku, kým ste mali lievik v pôvodnom postavení. Keď sa prúdiaci vzduch dostane z úzkej časti lievika do jeho širšej časti, nepokračuje pôvodným smerom. Zmení smer a prúdi len pozdĺž stien rozšírenej časti lievika, a tak aj z neho vychádza von.

Preto, keď chcete sviečku zhasnúť, musí sa jej plameň dostať do tohto vzdušného prúdu.

Nemožné?

Pokus 45

Keď už držíme sviečku v ruke, urobme ešte aj ďalšiu skúšku s prúdením vzduchu. Pri tomto pokuse sa môže stať aj to, že nejdenní z prítomných priateľov vstane a prehlási: „To nie je možné.“

Na stôl postavte zažatú sviečku. Pred ňu postavte jednu celkom obyčajnú litrovú fľašu vo vzdialenosti asi 20 cm. Potom navrhnete prítomným, aby sa postavili pred fľašu a fúkali na ňu tak, aby zahasili sviečku, ktorá je za fľašou.

Zaručene sa nájde aspoň jeden z prítomných, ktorý povie: „Prepáč, ale fúkaj ty!“ Vyzerá to totiž ako nezmysel a zbytočne sa nadávať — to sa veru nikomu nechce.

Vy však sviečku sfúknete celkom jednoducho. Nie je to nič nemožné, ani zázračné. Stačí, keď budú vaše ústa pred fľašou v takej vzdialenosti, v akej sa nachádza sviečka za fľašou.

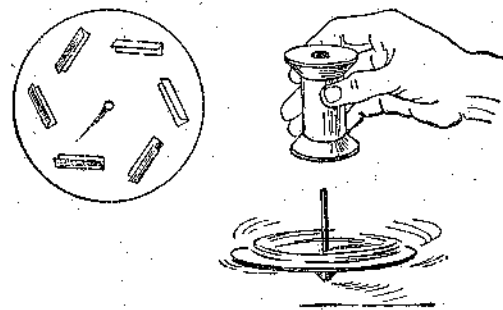
Vysvetlenie je jednoduché. Keď prúd vzduchu, ktorý vychádza z úst, narazí na oblúky steny fľaše, rozdelí sa na dva vzdušné prúdy, ktoré prúdia po oboch stranách fľaše. Obe vzdušné prúdy pokračujú samozrejme vo svojom pohybe aj za fľašou tak, že sa za ňou znova spájajú do jedného prúdu. Tento prúdi od fľaše tým istým smerom, ktorým prúdi ku fľaši, iba jeho rýchlosť sa nepatrne zníži. Dva spojené prúdy vzduchu potom teda narážajú na plameň sviečky a zhasia ho.

Pokus 46

„Vlk“ alebo turbína?

Po skončení tohto pokusu asi povie, že je to aj „vlk“ aj turbína.

Z kartónu vystrihnete koliesko. Spravte na ňom 6 podlhovastých pravouhlých otvorov obdĺžnikového tvaru. Vyrežte ich však len z troch strán, aby sa na štvrtej strane obdĺžnik držal. Takto vyrezané obdĺžniky zohnite do 45 stupňového uhla. Vyrezané dielce kartónu sa držia nad otvormi tak, ako keď zdvihnete veko nejakej škatule a necháme ho pootvorené. Spomínaných 6 otvorov rozmiestite v blízkosti obvodu kartónového kolieska. Nesmú však ležať tak, aby ich pozdĺžna os ležala na priemere kruhu, ani nesmú s ním zvierat 90 stupňový uhol. Ako majú byť umiestené, vidíte na obr. 27. Dbajte na to, aby všetky otvory zvierali rovnaký uhol s polomerom, ktorý ich pretína.



Obr. 27. Vzdušný „vlk“

Stredom takto upraveného kruhu prevlečte nejakú osku, ktorá je na spodnom konci špicatá.

Na osku potom nastoknite drevenú cievku z nití a do otvoru cievky začnite silno fúkať.

Zo spodnej časti otvoru cievky sa vzduch šíri po povrchu kartóna a naráža na kúsky papiera, vyčnievajúce nad povrch kruhu. Vzduch, ktorý naráža na tieto lopatky, roztočí nášho „vzdušného vlka“ na jeho špicatej osi.

Náš „vzdušný vlk“ sa krúti okolo svojej osi práve tak, ako sa krúti ramená veterného mlyna pod vplyvom vetra.

Nie je to vlastne nič iné, ako maličká a jednoduchá turbína, urobená z papiera.

Viete predsa, že turbína je lopatkové koleso, ktoré sa otáča v dôsledku pôsobenia určitej sily na jeho lopatky.

V prípade, keď na lopatky kolesa pôsobí svojím spádom voda, ide o vodnú turbínu. Takéto turbíny sa používajú vo vodných elektrárnach, odpradáva pri zavodňovaní poľí, alebo poháňajú mlynské kamene vo vodných mlynoch.

Keď na lopatky pôsobí stlačená vodná para, ide o parnú turbínu, ktorá je pri súčasnej úrovni techniky veľmi rozšírená.

A napokon, keď na lopatky kolesa pôsobí tlak plynu, ide o plynovú turbínu. Takéto turbíny majú mimoriadne významnú úlohu pri najmodernejších typoch lietadiel. Terajšie raketové motory moderných lietadiel na prúdový pohon, sú vlastne obdivuhodné plynové turbíny, ktoré sa otáčajú vplyvom tlaku plynov pri teplote asi 800 °C. Ich rýchlosť je naozaj fantastická, a to 12 až 15 tisíc obrátok za minútu.

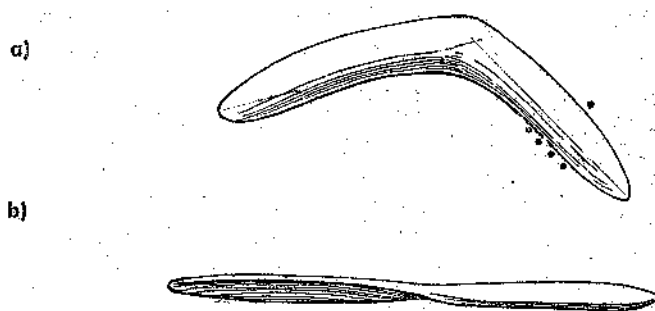
Bumerang

Pokus 47

Počuli ste už o záhádnej zbraň austrálskych domorodcov — bumerangu? Táto zbraň sa vráti naspäť do lovcových rúk vtedy, keď ju hodí po koristi a netrafí cieľ.

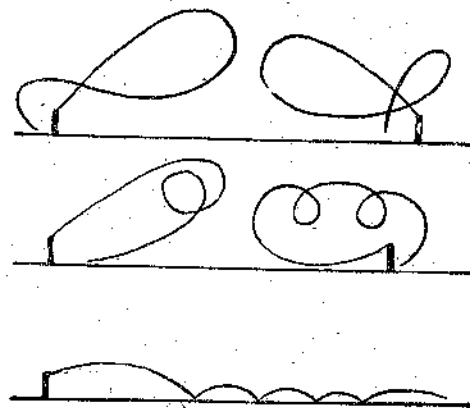
Tvar bumerangu nie je vždy rovnaký. Najčastejšie má taký tvar, ako vidíte na obr. 28.

Neuveriteľná dráha, po ktorej sa bumerang pohybuje vo



Obr. 28. Pohľad na bumerang z dvoch strán. Bodky označujú polozenie prstov ruky, ktorá drží bumerang

vzduchu, bola veľmi dlho predmetom vedeckého skúmania. Niekoľko príkladov toho, akú dráhu bumerang opisuje, vidíte na obr. 29.



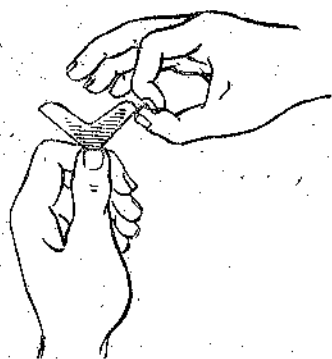
Obr. 29. Dráhy bumerangu

Bumerang sa vyrába zo špeciálneho, veľmi odolného dreva, má tenké steny, ostré hrany a zašpicatené konce. Na obr. 28 a je pohľad na bumerang, keď sa naň dívate zhora a na obr. 28 b je pohľad, keď bumerang leží presne v rovine vašich očí. Na prvom obrázku sú bodkami označené miesta, kde sú umiestené jednotlivé prsty ruky, ktorá bumerang vrhá.

Akú dráhu bumerang bude opisovať po vyhodení, to závisí od troch rozhodujúcich faktorov: 1. ako bumerang hodíte, 2. ako sa otáča, 3. od prúdenia vzduchu a odporu vzduchu. Austrálsky lovec, ktorý sa priuča tomuto umeniu od ranej mladosti, dokáže veľmi rýchlo a presne v hlave vypočítať (takmer inštinktívne) vplyv všetkých troch faktorov, od ktorých závisí let bumerangu. Preto vie zručne meniť uhol sklonu bumerangu, silu aj smer hodu a to tak, aby trafil svoj cieľ.

Skúsme si teraz aj my urobiť túto špeciálnu zbraň. Avšak len takú, akú nám umožňujú skromné prostriedky nášho fyzikálneho laboratória.

Z pohľadnice alebo z nejakého kartónu vystrihnite bumerang takého tvaru, ako vidíte na obr. 30. Každé z jeho ramien by malo mať dĺžku asi 5 cm a šírku asi 1 cm. Bumerang si prichyťte nechťom ľavej ruky a opierajúc ho o ukazovák, pridržte ho tak, aby s vodorovnou rovinou zvieral 45° uhol.

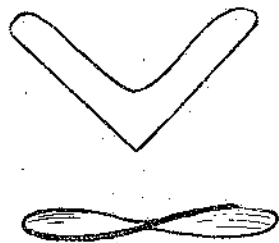


Obr. 30. Takto sa vrhá papierový bumerang

Potom doň udríte ukazovákou pravej ruky (dajte mu silnú frčku).

Bumerang vyletí šikmo hore do vzdialenosti asi 5 metrov. Potom opíše polkruh a vráti sa tam, odkiaľ vyletel, takmer presne po tej istej dráhe, v prípade, že sa pokus vydaril. Jeho dráha môže byť však aj dosť zamotaná. Ak neoparazí v izbe na nijakú prekážku, dopadne k vašim nohám, pred vás, alebo aj za vás, ale v každom prípade sa vráti naspäť k vám.

Môžete si to vyskúšať aj odlišným spôsobom. Vystříhnete si trochu inakší bumerang, ako bol ten prvý. Ako vzor vám posluží bumerang nakreslený na obr. 31. Môže mať aj pres-



Obr. 31. Jeden druh papierového bumerangu

ne také rozmery. Líši sa len tým, že je na zaoblených koncoch širší. Potom skrúťte jeho ramená tak, že zostane stočený ako vrtuľa. Od tohto stočenia do značnej miery závisí aj dráha, po ktorej sa bude pohybovať.

Pridržiňte si ho zase medzi palcom a ukazovákou ľavej ruky tak, že to rameno, do ktorého chcete zdola brknúť, bude vo vodorovnej polohe. Po určitom nácviku sa naučíte výmršťovať bumerang tak zručne, že bude krásne lietať, opi-

sovať veľmi zamotanú dráhu a vždy sa vráti k vašim nohám. Je zaujímavé, že bumerang nepoznali len v Austrálii, ako sa mnohí domnievajú. Je dokázané, že bumerang sa používa v niektorých častiach Indie, že v dávnoveku ho poznali aj v Egypte a v Sýrii, čo dokazujú obrázky bojovníkov na stenách palácov pochádzajúcich z tej doby. Avšak bumerang jednoduchých austrálskych domorodcov má svoje výhody v porovnaní s bumerangom, ktorý sa používa v iných častiach sveta. Len ten má totiž tú vlastnosť, vďaka svojej originálnej konštrukcii (ramená sformované do tvaru vrtuliek), že sa vracia naspäť do rúk toho, kto ho vyhodil, ak netrafil cieľ.

Pokus 48

Robili ste už papierového šarkana?

Z generácie na generáciu prechádza zvyk robiť si papierových šarkanov, púšťať ich vysoko do vzduchu a obdivovať ich krásny let.

Kto to kedy vymyslel, odkiaľ tento zvyk pochádza, to sa dnes už vôbec nevie. Jedno dieťa ukazuje druhému, ako sa šarkan robí, deti ho púšťajú do belasých výšav a s obdivom prizerajú, ako lieta. Možno pritom snívajú, aké krásne by bolo letieť na ňom do zázračnej ríše rozprávok.

Nezdá sa vám, že tento sen sa vlastne už stal skutočnosťou? Dnes už lietajú nielen dospelí, ale aj deti na veľkých a mohutných „šarkanoch“ oveľa ďalej, ako len za „sedmoro hôr a sedmoro morí“.

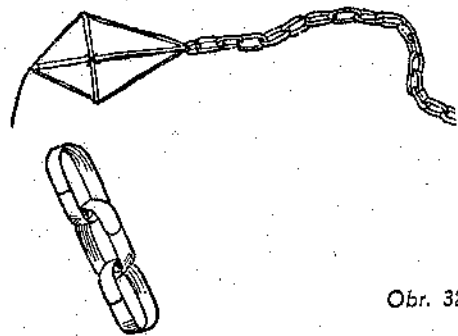
Možno, že aj to je príčinou toho, že dnes už zriedkavejšie vidíme na oblohe šarkanov. Preto aj obdivné pohľady ľudí smerujú častejšie k tým vtákom, ktoré stvoril človek a ktorými prekonal niekdajšie rozprávky o lietajúcich šarkanoch.

Nech už je ako chce, šarkan bol predchodcom lietadla, a keď pochopíte podstatu jeho letu, pochopíte lepšie aj to, ako sa môže lietadlo vznášať vo vzduchu.

Pokúsme sa predovšetkým spraviť si šarkana.

Prípravte si hárok papiera štvoruholníkového tvaru. Na jeho uhlopriečky prilepte dve ľahké a tenké paličky, ktoré nedovolia, aby ho vietor zohol. Potom nastrihajte z papiera úzke pásiky a spravte z nich šarkanovi chvost. Rovnako dlhé pásiky papiera pozlepujte tak, aby každý pásik bol spojený do tvaru prstenca. Cez prvý prstenec prevlečte ďalší pásik

a ten opäť zlepte, takže vznikne ďalší prstenec. Takto pokračujte ďalej, až získate papierovú retiazku, ktorá bude namiesto chvosta (obr. 32).



Obr. 32. Papierový šarkan

Do spodného uhla papierového rovnobežníka prilepte jeden koniec retiazky. Do dvoch bočných vrcholov priviažte špagát, ktorý asi v dĺžke 20 cm spojte. Jeden zo špagátov pokračuje tak, že ho budete môcť držať v ruke a regulovať ním výšku letu.

Keď sa rozbehnete, ťahajúc šarkana za sebou na napnutom špagáte, začne sa šarkan dvíhať hore. Keď sa dostane do vzdušného prúdu, stačí už len odmotávať špagát z cievky. Šarkan sa dvíha do výšky, a keď sa dostane na také miesto, kde je pokojné ovzdušie a nefúka vietor, pokojne sa vznáša vo vzduchu.

Prečo šarkan letí nahor, keď ho ťaháme na špagáte? Vplyvom tiaže chvosta, náš papierový štvoruholník, t. j. trup šarkana, zostáva stále v šikmom postavení, pretože chvost ťahá spodnú časť trupu smerom k zemi. Na povrch trupu pôsobí tlak vzduchu v pravom uhle, a tak kladie odpor jeho pohybu dopredu. Keďže my ťaháme šarkana dopredu, vzduch kladie odpor, ktorý sa rozkladá na dve zložky. Jedna z nich, ktorá tlačí šarkana späť, je pochopiteľne menšia ako tá, ktorou my ťaháme šarkana dopredu. Druhá sila pôsobí smerom hore, t. j. dvíha šarkana. Keďže táto druhá sila je väčšia ako tiaž šarkana, šarkan sa dvíha stále vyššie a vyššie. To je pravá príčina, pre ktorú sa aj lietadlo dvíha dohora. Lenže, kým šarkana ťaháme my vlastnou silou, lietadlo ťahá motor. Motor lietadla poháňa svojou energiou vrtuľu, a tá svojimi širokými listami presekáva vzduch a vlečie lietadlo za sebou vpred.

Termika

Štvrtý deň

Neviditeľný pohyb molekúl

Dúfam, že mi nebudete mať za zlé, keď vám pripomeniem niekoľko známych fyzikálnych javov aj v tento štvrtý deň, ktorý chceme v našom fyzikálnom laboratóriu venovať pokusom z oblasti náuky o teple.

Odpradáva, už spolu s prvým vedomým a rozumovým poznávaním prírody, zoznamovali sa ľudia so zdrojmi tepla. Slnko je základný a najväčší zdroj tepla, ktorý človek vôbec spoznal. Keď sa človeku podarilo objaviť oheň ako ďalší zdroj tepla, a keď sa ho človek naučil využívať vo svoj prospech, bol to veľmi veľký pokrok v kultúrnom napredovaní, vtedy ešte primitívneho ľudstva. Dlhو trvalo, kým dokázal človek vedecky objasniť podstatu ohňa, a kým zo svojho chápania tohto prírodného javu vylúčil predstavu, že ide o nejaké tajomné a nadprírodné sily. A kým napokon, a to bolo len nedávno, pochopil, že horenie je vlastne spájanie sa látky s kyslíkom. To súčasne dovolilo človeku pochopiť aj to, že chemické zlučovanie je jedným zo zdrojov tepla. Tomuto zdroju vďačíme aj za to, že ľudské telo si udržiava svoje teplo. Dýchaním dostávame zo vzduchu kyslík do nášho organizmu, v ktorom sa výživné látky spaľujú, t. j. zlučujú sa s kyslíkom, pričom vzniká teplo. Keď sa však ľuďom podarilo objaviť a vysvetliť aj tretí zdroj tepla, keď sa dokázalo, že teplo vzniká pri mechanickom pohybe následkom trenia, úderu alebo tlaku, znamenalo to ďalší krok vpred vo všeobecnej rozvoji vedy a techniky.

To bolo na konci XVIII. a na začiatku XIX. storočia, pretože vtedy sa podarilo fyzike odhaliť, čo je to vlastne teplo. Dovtedy ľudia verili, že každá látka obsahuje akýsi

zvláštny komponent, ktorý vyplňa póry všetkých látok a nazvali ho „kalorik“. Vtedajší fyzici predpokladali, že čím viac tohto „kaloriku“ látka obsahuje, tým je teplejšie. Keď na teleso udrieme kladivom, vysvetľovali, teleso sa zahreje preto, lebo kladivo vyrazilo „kalorik“ na povrch telesa.

Koncom XVIII. storočia, presnejšie v r. 1799, Američan Benjamin Thompson Rumford urobil mimoriadne jednoduchý pokus, ktorým tento tajomný „kalorik“ odstránil z vedy definitívne. Chcem len tak mimochodom pripomenúť, aké je to naozaj veľmi zaujímavé, že vlastne všetky dôležité pokusy, ktoré rozhodujúco vplývali na vedecký pokrok, boli a aj sú veľmi jednoduché. Ide vlastne vždy o akési „Kolumbovo vajce“, takrečeno zábavku, o ktorej by dnes mohol hocikto povedať, že „veď to by vedela aj naša babka“. Teda vtedy Rumford jednoducho do nádoby vložil kilogram ľadu a zohrieval ho len toľko, aby sa roztopil. Keby teória o „kaloriku“ bola správna, vysvetľoval, musel by ľad pri roztápaní vpijať do seba „kaloriky“ z ohňa. Potom Rumford odvážil vodu, ktorú získal z roztopeného ľadu. Voda vážila jeden kilogram, t. j. presne toľko, ako ľad pred roztopením!

Tento vedec však ešte pred týmto svojím pokusom vyslovil názor, že teplo je jeden druh určitého pohybu. Skutočne, v XIX. storočí sa dokázala správnosť tohto jeho názoru. Teplo je pohyb molekúl. Teplota je určitý druh energie, t. j. schopnosť hmoty vykonávať určitú prácu. Niekoľko významných fyzikov dokázalo takmer v tom istom časovom období, že teplo a mechanická sila sa môžu premeniť jedno na druhé, pričom sa nič nestráca, ani nezískava. Keď sa zistilo, že tento zákon sa dá aplikovať aj na elektrickú energiu, odhalil sa tým všeobecný zákon zachovania energie. To znamená, že energia je nezničiteľná, že sa môže premeniť z jednej formy na druhú, ale že celkové množstvo energie zostáva nezmenené. Tým sa konečne vysvetlilo aj to, prečo sa nedá vynájsť „perpetuum mobile“, t. j. taký prístroj, ktorý by poháňal sám seba a pritom ešte vykonával nejakú prácu. To by totiž znamenalo získať energiu navyše z ničoho, a to skutočne nie je možné!

Súčasnne s týmto napredovaním fyziky ako vedy, pokročila aj technika. Čím ďalej, tým častejšie sa začali objavovať konštrukcie strojov, v ktorých sa teplota premieňa na mechanickú prácu. Od parného stroja s piestom, ktorý vynášiel James Watt (džejms uot) v druhej polovici XVIII. storočia, môžeme až do dnešných dní pozorovať nepretržitý vývoj

a zdokonaľovanie tepelných strojov. Parníky a železnica dobývajú celý svet. Konštruujú sa lokomobily, parné turbíny, objavujú sa výbušné motory s vnútorným spaľovaním, v ktorých sa chemický proces (tým je vlastne výbušné spaľovanie horľavej látky) odohráva v samostatnom pracovnom valci. Spolu s takýmto motorom sa objavuje automobil, lietadlo, motorové vlaky aj motorové lode a najnovšie sa objavil aj reaktívny motor na prúdový pohon. S rýchlym rozvojom mechanizácie a motorizácie v polovici nášho storočia nastala vo svete ozajstná naháňačka za uhlím, ale najmä za ropou a zemným plynom. To sú nateraz najvýznamnejšie suroviny, pretože sa z nich spaľovaním získava tepelná energia.

Odvtedy, ako sa teplo používalo len na ohrievanie a varenie, až do našich čias, keď poskytuje celému svetu obrovskú mechanickú prácu, podarilo sa vysvetliť mnohé javy, ktoré súvisia s premenou tepelnej energie.

Ľudia už veľmi dávno zistili, že objem telies sa pri zohrievaní zväčšuje. Objem tuhých látok najmenej, kvapalín viac a plyných najviac. Toto zväčšenie objemu je rovnomerné, t. j. čím vyššia teplota, tým väčší objem.

Na základe tohto javu je skonštruovaný aj teplomer. Prvý teplomer skonštruoval Galileo Galilei. Tento teplomer tvorila sklenená hruška veľkosti slepačieho vajca, z ktorej na konci vyčnievala ako slamka tenká rúrka. Koniec rúrky sa zasuňoval do suda s vodou. Keď sa hruška zohrievala, vzduch vplyvom zväčšovania objemu, unikal cez vodu von. Keď sa potom hruška ochladila, voda pôsobením vonkajšieho tlaku vzduchu dovtedy vnikala do rúrky, kým sa vonkajší tlak nevyrovnal s tlakom v hruške. Podľa toho, pokiaľ sa voda dostala do rúrky, určovalo sa na akú teplotu bola hruška zohriata. Takýto prístroj sa používal niekoľko rokov aj na meranie teploty chorých ľudí. Chorý pri meraní teploty držal sklenenú hrušku v ústach.

Všeobecne platí, že látky pri zohrievaní zväčšujú svoj objem rovnomerne podľa výšky teploty. Pri zohrievaní vody však existuje dôležitá výnimka. Voda je najhustejšia pri 4 °C. Keď sa zohreje nad túto teplotu, alebo keď sa ochladí pod ňu, objem vody sa zväčší. Objem 1 kg ľadu je väčší ako 1 kg vody. Ľad je teda ľahší ako voda a pláva na vode. Vďaka tejto vlastnosti môžu ryby a iné živočíchy žiť vo vode aj v zime, pretože ľad nepadá ku dnu, ale ako prikrývka chráni zvrchu živočíchov vo vode pred vysokými mrazmi.

Pôsobením tepla sa tuhé látky rozpúšťajú, t. j. menia sa na látky kvapalné, kvapaliny sa vplyvom tepla vyparujú, prípadne sa menia na plynné látky. Keď teplota klesá, odohráva sa opačný proces: plynné látky sa premieňajú na kvapalné a z kvapalín vznikajú tuhé látky. Takto sa mení každá látka pri zmene teploty. Technika je v súčasnosti na takej úrovni, že sa jej podarilo pripraviť zlúčeniny kovov, ktorých bod topenia je veľmi vysoký. Toto je mimoriadne dôležité pri výrobe strojov, ktorých jednotlivé časti musia odolávať vysokým teplotám. Obrovské masy vody, ktoré pokrývajú viac ako $\frac{3}{4}$ povrchu zemského, sú vystavené neprerušitému procesu takýchto hromadných látkových premen. Morská voda sa vyparuje, pary sa zrážajú a padajú na zem v podobe dažďa, snehu alebo ľadovca. Voda zase zamŕza, ľad a sneh sa roztápagujú. Všetky premeny sú pod vplyvom zmien teploty v ovzduší.

Z tepelného zdroja sa šíri teplo vyžarovaním, t. j. tepelné lúče sa šíria od zdroja na všetky strany. O tom sa už každý z nás neraz presvedčil, keď si zohrieval skrehnuté ruky pri peci, najmä keď si pritom otvoril dvierka na kachliach. Keď do teplého prostredia prinesieme väčší kus ľadu, pocítime ako sa priestor ochladzuje. Existujú aj nejaké chladné lúče, ktoré vychádzajú z chladných látok? Nie, také lúče neexistujú. Aj keď v bežnej reči sa neraz povie, že studená látka šíri chlad, nezodpovedá to presne tomu prírodnému javu, ktorý sa v skutočnosti odohráva. Studené teleso totiž nasáva teplo zo svojho okolia, a preto schladzuje svoje okolie. Inak povedané, teplo prúdi z okolia smerom k chladnému telesu dovtedy, kým sa teplota okolia a telesa nevyrovná. Chlad nie je v nijakom prípade opačný jav ako teplo, je len nižším stupňom teploty a absolútny chlad znamená postrádanie akéhokoľvek tepla. Absolútny chlad je absolútny nultý stupeň, ktorý existuje pri -273°C . Toto je najnižšia teplota, čiže nedostatok akéhokoľvek tepla. Nižšia teplota už nie je možná. Vedci sa domnievajú, že vo vesmíre sa vyskytuje aj taká teplota, ktorá sa rovná absolútnej nule. V laboratóriách sa podarilo dosiahnuť len takú nízku teplotu, ktorá sa blíži k absolútnej nule, t. j. takmer -272 stupňov Celzia. Pri takýchto nízkych teplotách, pri ktorých nie je hmota takmer vôbec znepokojovaná tepelným pohybom svojich molekúl, vedci objavili celkom nové fyzikálne úkazy. Látka nadobúda celkom iné vlastnosti v porovnaní s tými, na ktoré sme si zvykli, a ktoré

poznáme v našom svete obyčajných teplôt, Spomínané novobjavené vlastnosti hmoty veda ešte nevyšvetlila.

Pokus 49

Preseknuté ale nerozdvojené

Vezmite kus ľadu a položte ho medzi dve podpery. Okolo ľadu otočte tenučký drôt tak, že konce dolu pod ľadom spojíte a zavesíte na ne nejaké ťažšie závažie.

Drôt bude silným tlakom pôsobiť na veľmi malý povrch. Ľad sa bude pod ním topiť, a preto drôt ťahaný závažím, začne pomaličky prenikať cez ľad nižšie a nižšie, až prejde celým kusom ľadu a odpadne aj so závažím.

Nečakajte však, že drôt takýmto spôsobom presekne ľad na dve časti, lebo by ste boli sklamaní. Kus ľadu zostane celý — taký aký bol na začiatku pokusu.

Teplo, ktoré vznikalo pod drôtom v dôsledku tlaku, stačilo na to, aby sa ľad bezprostredne pod drôtom roztopil, ale chladná masa celého kusa ľadu spôsobila, že rozmrznutá voda, ktorú drôt za sebou nechával, okamžite mrzla, a preto kus ľadu zostal celý.

Pokus 50

Dokážete prerezať sklo bez toho, aby ste sa ho dotkli? Skúste to!

Nájdite nejakú rozbitú fľašu, ktorej dno zostalo celé.

Rozhodnite sa, v ktorých miestach chcete sklo odrezať tak, aby ste odstránili ostré hroty, na ktorých sa môžete ľahko poraniť.

Rozbitú fľašu naplňte olejom tak, aby hladina oleja siahala do takej výšky, v ktorej chcete fľašu prerezať. Nad ohňom rozžeravte železnú tyčku a rýchlo ju ponorte do oleja vo fľaši. Čoskoro začujete puknutie a uvidíte, že fľaša je prerezaná presne na tej čiare, po ktorú siahla hladina oleja. Samozrejme, že predtým sa musíte postarať o to, aby fľaša s olejom stála vo vodorovnej polohe.

V čom je podstata?

Olej je dobrý vodič tepla. Keď do oleja ponoríte rozžera-

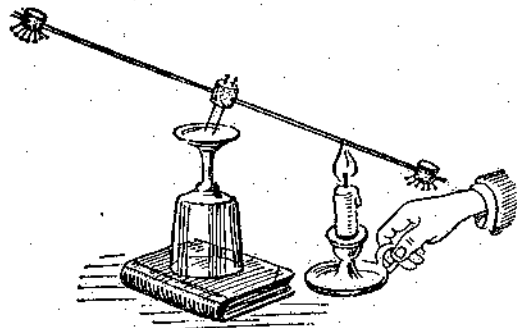
vené železo, olej preniesie prijaté teplo zo železa na steny fľaše, ktorých sa dotýka. Sklo je však veľmi zlým vodičom tepla. Preto tá časť skla, ktorá prebrala teplo od oleja, nemohla toto teplo dostatočne rýchlo odovzdať hornej časti skla, ktorá zostávala nad hladinou oleja. Kým sa teda spodná časť skla vplyvom tepla náhle roztiahla, zatiaľ si horná časť skla zachovala pôvodný objem. Preto musela fľaša prasknúť pri hladine oleja.

Pri našich pokusoch často opakujeme: „Vezmite téglik, vezmite pohár...“ Musíte si teda zvyknúť na to, že v našom fyzikálnom laboratóriu upotrebíme naozaj všetko. Ako vidíte, zídu sa aj rozbité fľaše.

Nedajte sa pomyliť!

Pokus 51

Cez korkovú zátku prevlečte kovovú tyčku. Môže to byť aj dlhšia ihlica na pletenie alebo tyčka, na ktorú sa navliekajú kuchynské záclony. Tyčku použijete ako rameno váh (obr. 33).



Obr. 33. Vplyvom tepla sa predlžuje jedna strana ramena váhy

Cez zátku prepichnete ešte aj dva špendlíky, ktorými sa bude rameno opierať o dno nejakého pohára postaveného hore dnom.

Aby ste rameno správne vyvážili a aby sa udržovalo vo vodorovnej polohe, na obidva konce tyčky navlečte korkovú zátku.

Do každej z týchto zátok napichajte niekoľko špendlíkov, ale len toľko, aby bola váha v rovnováhe. Špendlíky spôsobia toľ, že ťažisko bude nižšie a rameno bude stabilnejšie udržiavať polohu, v ktorej chceme, aby zostalo.

Takáto váha je mimoriadne citlivá.

Potom zapáľte sviečku a postavte ju pod jednu stranu ramena váhy tak, aby sa ho plameň sviečky dotýkal. Teraz vám dám otázku: „Pritiahne plameň sviečky koniec ramena, alebo ho vytlačí hore?“

Vieme, že oheň sviečky zohrieva vzduch, a preto môžeme očakávať, že teplý vzduch, ktorý sa dvíha dohora, poruší rovnováhu a zdvihne ten koniec ramena, pod ktorým je sviečka.

Pred vašimi očami sa však odohrá niečo celkom opačné. Po nejakom čase sa zohriata strana ramena nakloní smerom k plameňu sviečky. Pôsobí tu nejaká príťažlivá sila tepla?

Dúfam, že vás moja otázka ani najmenej nezmiatla, a že vám bolo hneď jasné, že tu naozaj nejde o príťažlivú silu plameňa, ale o niečo celkom iné.

Plameň sviečky zohrial jednu stranu ramena váhy. Keď si však uvedomíme, že telesá sa vplyvom tepla rozťahujú, prídete na to, že zohriate rameno sa pri zohrievaní natoľko predĺži, že bremeno (v našom prípade zátka so špendlíkmi) vychýli rameno z rovnováhy, v ktorej sa pôvodne nachádzalo. Ved' viete, že dĺžka oboch strán ramena už nie je taká istá!

Táto váha je skutočne veľmi jednoduchá, ale nás dokáže presvedčiť, že telesá vplyvom tepla sa rozťahujú.

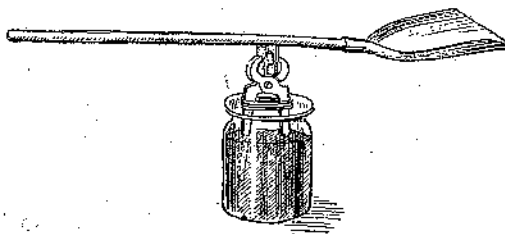
Pokus 52

Neviditeľný úder na lopatu

Potrebujete dve olovené doštičky. Umiestite ich vedľa seba vo vzdialenosti niekoľkých milimetrov. Medzi ne vložte kúsok korku a stisnite ich kliešťami. Potom kliešte stiahnite drôtom, zapichnete ich do pohára s pieskom tak, aby pevne stáli kolmo, ako to vidíte na obr. 34.

Na tieto dve olovené platničky položte dlhšiu medenú tyčku, alebo nejaký iný dlhší predmet tak, aby bol v rovnováhe. Môžete použiť aj lopatu s kovovým drždalom, kus stavebnej ocele a pod.

Keď lopatu rozkývate a keď jej kmitanie ďalej nepod-



Obr. 34. Zohriata lopatka kmitá na olovených platničkách

porujete, dostane sa ihneď do stavu pokoja. Keď ale lopatu zohrejete, bude veľmi dlho kmitať, a to dovtedy, kým nevychladne. Hneď ako sa dotkne hrany jednej platničky, okamžite od nej odskočí, ako keby po nej udel niekto neviditeľný.

Odkiaľ pochádza toto kmitanie?

Keď sa lopata dotkne olovenej platničky, preniesie na ňu časť svojho tepla. Platnička sa preto trochu rozšíri, nadvihne sa, a tým vlastne udrie lopatu. Vždy, keď sa lopata dotkne platničky, odohrá sa to isté, a preto musí lopata poskakovať dovtedy, kým sa teplota lopaty nevyrovná s teplotou platničiek.

Pokus 53

Kvapky vody na rozžeravenej platni

Zaiste vám prišlo na um, že sotva možno očakávať niečo iné od kvapky vody, ktorá sa dostane na horúcu platňu, ako to, že sa premení na paru v tom okamihu, ako na platňu dopadne.

Keď zohrievate nádobu, v ktorej je voda, na 150°C , voda začne vriieť a rýchlo sa vyparuje. Čo iné sa teda môže diať s jednou kvapkou vody, keď sa ocitne v nádobe, ktorá je do červena rozpálená? Vtedy teplota medenej nádoby dosahuje asi 600°C a jedna kvapka obsahuje také malé množstvo vody, že by sa skutočne mala vypariť za jediný okamžik.

A predsa sa nič podobné nestane!

Ak 150°C stačí na to, aby sa voda vyparila, tak 600°C je veru priveľa. Vyzerá to tak, že porekadlo: „Všetkého

veľa škodí!" — platí aj v tomto prípade. Taká nadmerná teplota nielenže vyparovanie vody neurýchli, ale naopak, ešte ho spomalí.

Pomocou pokusu sa presvedčte, či je to pravda!

Vezmite nejakú medenú nádobu. My sme si kedysi pomohli medeným podnosom, ktorý sme našli v kuchyni u starej mamy. Voľakedy sa totiž vyrábalo veľa rôznych medených nádob. Vari sa ešte niekde zachovali. Nech vás však nemýli to, že sú zväčša pocínované. Také bývali napr. taniere, hrnceky na varenie kávy, rôzne kotlíky a pod. Tak teda, nejakú takúto nádobu poriadne do červena rozžeravte a pridržiaajte ju nad ohňom tak, aby ste si nepopálili prsty!

Keď na rozžeravený tanier kvapnete dve až tri kvapky studenej vody, budete svedkami podivného úkazu. Namiesto toho, aby sa kvapky rýchlo vyparili, zostanú stáť na dne nádoby ako sploštené guľky. Prípadne sa po dne nádoby začne niektorá kvapka pomaly pohybovať.

Teplota nádoby je taká vysoká, že jedna časť vody sa vyparí skôr, ako sa kvapka dotkne rozžeravenej nádoby. Para, ktorá vznikne v okamihu dotyku vody s kovom, zostane pod kvapkou ako nejaké lôžko, na ktorom je kvapka vody položená. Para je však veľmi zlým vodičom tepla, a preto zabraňuje, aby sa teplo nádoby prenieslo ihneď na kvapku, čo by skutočne spôsobilo jej okamžité vyparenie. Takto sa však kvapka vody zohrieva a premieňa na paru len postupne.

Pohyb kvapky vody na dne nádoby spôsobuje para zo spodu, ktorá vyvíja taký istý tlak na celú plochu vodnej kvapky.

Guľovitý tvar kvapky, aj keď trochu sploštený, získavajú kvapky vždy vtedy, keď kvapalina nenavlhčuje povrch podložky, ktorej sa dotýka. Takéto kvapky vytvára napr. ortuť, olovo a cín, keď ich rozpustíme. Tak isto sa správa aj voda, keď ju kvapneme na zaprášenú plochu, najmä ak je táto plocha pokrytá pilinami alebo spráchnivelým drevom po červotoči. Zaiste ste už mali možnosť pozorovať kvapky vody, ako sa kotúľajú po obruse a nerozliejú sa. Takýto sploštený, elipsoidný tvar, spôsobuje povrchové napätie a tiaž kvapaliny.

Teraz sa pokúsime v našom fyzikálnom laboratóriu skonštruovať celkom jednoduchý a skromný parný valec, ktorý nám pomôže ľahšie pochopiť princíp, na základe ktorého pracuje parný stroj.

Medzi vašimi pomôckami vyhľadáte nejakú skúmavku, prípadne vhodnú fľaštičku z lieku. Potrebujete totiž sklenú tubu, ktorá je hore otvorená. V takýchto tubách bývajú obyčajne rôzne tabletky a zaručene sa ich nájde aj u vás doma dosť, najskôr v niektorej skrinke, alebo v nočnom stolíku u starej mamy.

Z dreva vystrúhate paličku, ktorá je dlhšia ako vaša skúmavka. Paličku na jednom konci dobre omotajte kúdelou a kúdel ešte natrite lojom. Takto na konci paličky získate takú zátku, ktorá tesne prilieha ku skleneným stenám skúmavky a len veľmi ťažko sa dá vnútri skúmavky pohybovať. Dôležité je to, aby vzduch zo skúmavky nemohol unikať von.

Skôr, ako týmto piestom skúmavku uzavriete, naplňte ju asi do jednej tretiny vodou. Až potom piest opatrne zasuňte hlbšie do skúmavky.

Keď ste už skúmavku uzavreli, vodu v nej zahrievajte nad plameňom liehového kahana dovtedy, kým nezačne vriieť. Voda sa začne vyparovať a para, v dôsledku zväčšovania objemu vytlačí, svojím tlakom piest hore. Keď sa piest dostane do hornej časti skúmavky, odtiahnite ju od plameňa. Para sa za chvíľu ochladí a piest sa vráti naspäť.

Na tomto malom modeli parného valca môžeme veľmi dobre pozorovať, ako sa tepelná energia premieňa na mechanickú prácu. Vplyvom tepelnej energie sa voda premieňa na paru. Para má však tú vlastnosť, že sa jej objem zväčšuje, t. j. rozpína sa a vyvíja silný tlak na piest vo valci. V dôsledku tohto tlaku sa piest pohybuje. Os, na ktorej sa piest nachádza, svojím pohybom vykonáva určitú prácu, napr. otáča nejaké koleso.

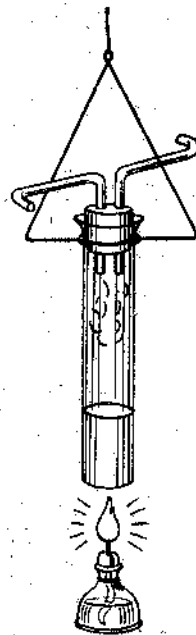
Keď si zostrojíte takýto parný valec tak, že na piest pôsobí tlak pary z oboch strán a posúva ho raz na jednu, raz na druhú stranu, máte zostrojenú najdôležitejšiu časť parného stroja.

Zhotoviť parný stroj s takým valcom, aký sme spomínali na konci predchádzajúceho pokusu nie je ľahké ani v tom prípade, keby bol skutočne celkom jednoduchý. Predovšetkým by sme potrebovali taký materiál, ktorý sa dá veľmi ťažko obstarat a okrem toho, s tým náradím, ktoré máme k dispozícii, by bola výroba veľmi komplikovaná.

Uskromníme sa preto s oveľa jednoduchším strojom, ktorý nebude mať piest.

Opäť použijete skúmavku. Pripravte si do nej korkovú zátku, ktorou sa skúmavka dá hermeticky uzavrieť. Cez zátku prevlečte dve sklené rúrky s priemerom asi 4 mm.

Diery do zátky spravte tenkým, okrúhlym piňičkom. Dbajte na to, aby vzduch zo skúmavky nemohol unikať vedľa rúrok.



Obr. 35. Jednoduchý parný stroj

Rúrky majú byť asi 10 cm dlhé. Prevlečte ich cez zátku tak, aby len trochu vyčnievali do skúmavky a aby celá ich ostatná časť vyčnievala von.

Opatrne zohnite konce rúrok do pravého uhla smerom od seba. Ako sa zohýbajú sklené rúrky, to som vám už povedal. Po prvom ohnutí rúrok zohnite ich konce ešte raz do pravého uhla tak, aby každý koniec bol zohnutý opačným smerom. Táto druhá zohnutá časť oboch rúrok musí byť vo vodorovnej polohe a presne v rovine s tou časťou rúrky, ktorú ste zohýbali predtým. Najlepšie to vidíte na obr. 35.

Akonáhle skončíte všetky tieto prípravné práce, naplňte skúmavku do jednej tretiny vodou a zazátkujte ju. Okolo hornej časti skúmavky otočte silnejší drôt a obidva konce drôtu nad skúmavkou spojte.

Celý tento prístroj potom zaveste na nejakú niť nad plameň liehového kahanu tak, aby sa mohol ľahko otáčať okolo vlastnej osi.

Vplyvom tepla sa začne voda vyparovať. Para začne vystupovať cez rúrky kolmo hore, pôjde vodorovnou časťou rúrok a napokon bude unikať otvormi von. Už viete, že pri tomto pohybe vyvíja para na steny rúrok silný tlak.

Náš prístroj sa začne otáčať čím ďalej, tým rýchlejšie až dovtedy, kým sa niť neskrúti natoľko, aby skúmavka bola tak vysoko nad kahanom, že plameň už nemôže zohriať vodu v nej. Voda sa preto prestane vyparovať, prístroj sa prestane otáčať a niť sa začne odkrúcať opačným smerom. V dôsledku toho sa skúmavka dostane opäť nad plameň a celá hra sa začne znova.

Pokus 56

Roztopíte kov v papieri

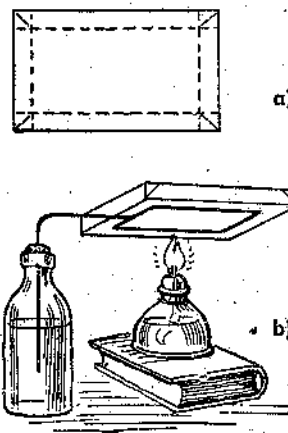
Je vôbec možné roztopiť kov v papieri tak, aby papier nezhořel?

Zaiste vám ihneď prišlo na um, že je to asi možné, keď sa vás takto pýtam. Lenže — ako?

Z výkresu si spravte (prípadne z nejakého kartónu) plytkú škatuľu. Postupujte tak, že z kartónu vystrihnete obdĺžnik s rozmermi 12 X 6 cm.

Okraje obdĺžnika zohnite na všetkých štyroch stranách tak, aby sa vytvorili boky vašej plytkej škatule. Keď ste už

okraje škatule zohli do zvislej polohy, na rohoch zostanú nadbytočné kúsky papiera, ktoré tam zavádzajú. Ako treba vypracovať rohy škatule, vidíte na obr. 36. Keď ich zohnete a opriete o boky škatule, bude urobená celkom dobre.



Obr. 36. Ako sa dá roztopiť kov na papieri

a) náčrtok, ako sa robí papierová nádoba; b) stojan a nádoba na ňom

Táto papierová nádoba však nesmie byť nikde ani prezaná, ani lepená.

Na kuchynskej váhe odvážite 3 diely zinku a 2 diely olova. Zinok aj olovo dajte spolu na železnú lyžicu a rozpusťte nad ohňom. Získali ste tak zlúčeninu, ktorá sa veľmi ľahko topí. Vylejte ju do vody, a keď sa ochladí a stuhne, vyberte ju z vody von a dokonale osušte.

Na konci silnejšieho drôtu spravte väčšie očko. Asi 10 cm od očka drôt zohnite do pravého uhla a prepichnete ním zátku pripravenej fľaše, tak ako to vidíte na obr. 36 b.

Fľašu s drôtom a s očkom na konci použijete ako stojan, na ktorý položíte zhotovenú papierovú škatuľu.

Do škatule nalejte pripravenu zlúčeninu kovov, ktorú ste už predtým znova roztopili v železnej nádobe. Po vychladnutí zlúčeniny postavte škatuľu nad liehový kahan s čo najmenším, ale dostatočne horúcim plameňom.

Teraz už môžete pozorovať niečo, čo sa skutočne každodenne nestáva. Kov sa topí, ale papier nehore.

Naozaj sa topí kov? Prítomným to musíte dokázať. Vezmite silnejšiu ihlicu na pletenie, ktorá má poriadne ostrý hrot. Opatrne odložte liehový kahan a na jeho miesto postavte

nádobu s vodou. Roztopenú zličeninu kovov ako aj papier pod ňou prepichnete ihlicou a rýchlo ju vytiahnete von. Kov začne s piskotom tiecť cez dierku do vody vo forme špirálovito skrútenej nitky.

To je už hádam dostatočný dôkaz, že zličenina v papierovej škatuli bola roztopená.

Prečo sa nechýlil papier od plameňa?

Urobíme si ešte jeden pokus, ktorý nám to najlepšie vysvetlí.

Pokus 57

Ohňovzdorný papier

Omotajte kúsok papiera okolo nejakého kovového predmetu, nejakej tyčky alebo okolo kľúča.

Papier môžete držať nad cylindrom petrolejovej lampy, alebo nad plameňom sviečky a predsa nebude horieť dovtedy, kým sa kovový predmet celkom nezohreje.

Kovový predmet, ako dobrý vodič tepla, prijíma okamžite teplo z papiera, takže náš kúsok papiera zostáva relatívne chladný.

Keby sme papierom omotali kúsok dreva a tiež ho dali nad plameň, papier by začal horieť ihneď, pretože drevo je zlý vodič tepla.

Pokus 58

Spravíme si sklenú guľu

Naši priatelia, ktorí sa venujú chémii, nás požiadali o pomoc. Potrebujú pre svoje chemické laboratórium sklené rúrky, ktoré sú na konci tvarované do tvaru gule. Toto je však práca, ktorá patrí nám fyzikom, a preto sa samozrejme, v našom fyzikálnom laboratóriu ihneď do nej pustíme.

Vezmite sklenú rúrku a v prostriedku ju dobre omotajte pľavým papierom alebo plátnom. Potom ju podržte nad plameňom liehového kahana tam, kde je najvyššia teplota. Počkajte, až sa koniec rúrky celkom roztaví. Musíte ju však pri tomto zohrievaní stále otáčať. Keď je už sklo mäkké, fúkajte cez horný koniec do rúrky. Na spodnej, zmäkčenej časti sklenej rúrky sa objaví malá guľa. Nesmiete však fúkať príliš

rýchlo alebo prudko. Keď už je guľa sformovaná podľa potreby, držte rúrku v pokoji, kým pomaličky vychladne.

Pokus 59

Padák, ktorý sa dvíha hore

Je to veru divný padák! Namiesto toho, aby podľa existujúcich zákonov klesal pomaly dolu, ako to robí každý otvorený padák, tento náš sa dvíha hore, navzdory všetkému, čo by sa od neho dalo očakávať.

Samozrejme, že treba splniť určité podmienky. Tento pokus sa dá robiť len vtedy, keď je krásny, tichý a teplý letný deň.

Z jemného hodvábného papiera vystrihnite kruh s priemerom 25 cm. Po okraji kruhu spravte desať malých dierok, cez ktoré prevlečte desať ľahkých hodvábných nití. Najlepšie, keď nitie ponavliekate tenkou ihlou, aby boli dierky čo najmenšie. Na konci každej nitky spravte dvojitý uzol, aby sa nitka nemohla z papiera vyvliecť. Spodné konce nití, asi 30 cm dlhé, zviažte do jedného uzla a priviažte tam celkom maličkú korkovú zátku. Takto ste si urobili papierový padák. Keď padák položíte vedľa steny, pomaličky sa začne dvíhať pozdĺž steny hore do vzduchu, až po najvyššie poschodia budovy.

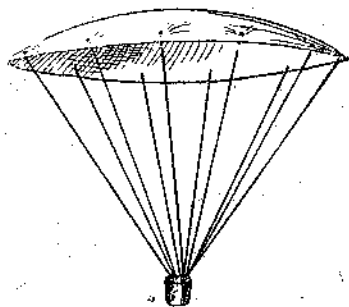
Samozrejme, nie je to nič nepochopiteľné! Padák sa nedvíha sám, ale dvíha ho hore nejaká sila.

Určite! Veď padák ani k zemi neklesá sám od seba; ale pôsobí naň príťažlivosť zemská a odpor vzduchu spomaľuje jeho pád. Čo však dvíha hore tento náš padák?

Padák dvíha prúd vzduchu. Slnečné lúče totiž zohrievajú steny domu, a preto v ich okolí sa vzduch zahrieva rýchlejšie. Tento teplý vzduch stúpa hore. Teplý prúd vzduchu, ktorý prúdi za horúcich letných dní okolo stien, odnáša so sebou aj náš nezvyčajný padák (obr. 37).

Takéto prúdenie teplého vzduchu máme možnosť pozorovať aj voľným okom. Počas letných dní, keď sú veľké horúčavy, sa nám zdá, že vidíme, akoby sa mihali tie predmety, na ktoré sa pozeráme cez prúdiacu vrstvu horúceho vzduchu.

Vrstva teplého vzduchu, ktorá sa v horúcich letných dňoch drží tesne nad zemou, umožňuje aj nezvyčajný jav, ktorý poznáte pod názvom „fatamorgána“. Teplý vzduch, kto-



Obr. 37. Takto má vyzerať padák

rý v pustatinách leží nad obzvlášť rozhorúčenou pôdou, odráža ako v zrkadle svetelné lúče, ktoré sa k nej dostávajú z hustejších horných vrstiev. A takto fatamorgána unavených cestovateľov, ktorým sa zdá, že vidia hladinu vody a pri nej vzdialené palmy, uvádza do omylu.

Takéto ťaky možno niekedy pozorovať aj u nás nemusieme byť ani na púšti, ale stačí nám byť uprostred mestskej vravy. Vtedy, keď sa v horúcom lete nad rozpálenou asfaltovou cestou vznáša vrstva mimoriadne riedkeho vzduchu. Aj táto vrstva je schopná odrážať svetelné lúče ako zrkadlo. Preto sa nám asfalt javí ako hladina vody.

Ale ako je vôbec možné, že sa vrstva horúceho vzduchu, hoci je redšia, drží stále pri zemi, namiesto toho, aby stúpala hore?

Teplý vzduch sa nedrží pri zemi, dvíha sa, ale rozhorúčená pôda zahrieva ďalší a ďalší.

Pokus 60

Termoskop

Vezmite skúmavku a dobre ju zatvorte korkovou zátkou. Cez zátku prevlečte tenkú sklenenú rúrku, ktorá má priemer najviac 3 mm. Okolo rúrky nesmie prenikať vzduch (obr. 38).

Predtým, ako rúrku zatvoríte, naplňte ju vodou, ktorú ste prifarbili modrou anilínovou farbou. Pri naplňaní postupujte tak, aby sa voda dostala do polovice tej časti rúrky, ktorá vyčnieva nad zátkou. Keď vezmete skúmavku pevne do ruky, uvidíte, ako sa stĺpec vody v rúrke dvíha hore, preto-

že objem vody v skúmavke vplyvom teploty vášho teľa sa zväčšuje.



Obr. 38. Termoskop

Pokus 61

Naša továreň na ľad

Keď požiadate mamu, aby vás nezabudla zavolať, keď bude robiť zmrzlinu, tak vám pravdepodobne odpovie, že veru určite nezabudne, pretože veľmi dobre vie, že ste doma. Pozná predsa vašu schopnosť pustiť sa do zmrzliny pri každej vhodnej aj nevhodnej príležitosti. Ani jej len na um nepríde, že tentokrát ste sa výnimočne neponúkli jesť zmrzlinu, ale jej chcete dodávať ľad, kedykoľvek ho bude potrebovať.

Tak sa teda v našom fyzikálnom laboratóriu pustíme do práce. Keď sa rôzne látky rozpúšťajú vo vode, musí sa pritom spotrebovať určité množstvo tepla, pretože inak by tento proces rozpúšťania nemohol vôbec prebiehať.

Presvedčte sa, či je to skutočne tak. Vezmite termoskop, ktorý ste si spravili a vložte ho do pohára s vodou. Tušom na rúrke poznačte, pokiaľ stiaha voda. Do pohára s vodou

nasypte trochu kuchynskej soli. Uvidíte, že stĺpec vody v rúrke klesá. To znamená, že pri rozpúšťaní soli sa voda ochladila; prípadne môžeme povedať aj tak, že pri procese rozpúšťania soli sa spotrebovalo určité množstvo tepla.

Keď použijete namiesto soli špeciálnu zmes, ktorá sa nazýva „chladiaca zmes“, bude mať voda, v ktorej zmes rozpustíte, podstatne nižšiu teplotu.

„Chladiacu zmes“ tvorí 5 dielov salmiaku, 5 dielov sanity a 5 dielov Glauberovej soli. Zmes rozpúšťajte v 16 dieloch vody.

Okamžite zbadáte, že teplota vody prudko klesá. Ak mala voda pôvodne 10 stupňov Celzia, po pridaní zmesi a po jej rozpúšťaní, klesne teplota na -15 stupňov Celzia.

Keď potom do zmesi vložíte nádobu s vodou, voda v nádobe rýchlo zamrzne a vonkajšie steny nádoby sa pokryjú ľadovým prstencom.

Z vašej továrne na ľad ste schopní dodávať potrebné množstvo ľadu všetkým susedom.

Pokus 62

Vlhkometer

Vyrobíme si ešte jeden malý prístroj, ktorý nám môže často urobiť dobré služby. Bude to prístroj na meranie vlhkosti vzduchu, čiže vlhkometer.

Vzduch obsahuje vždy určité množstvo vlhkosti. Spôsobuje to vyparovanie vody vplyvom vyššej alebo nižšej teploty vzduchu, alebo vplyvom priameho zohrievania slnečnými lúčmi.

Prístroj na meranie vlhkosti vzduchu si spravíte z kúska kartónu, dvoch kúskov korku, jednej ihly, želatíny a trošky šelaku.

Z tenkého bieleho kartónu vystrihnite kruh s polomerom 10 cm.

Potom z tenkého lístka želatíny vystrihnite pásik, dlhý 10 cm, široký 5 mm. Pásik z jednej strany viackrát natrite roztokom šelaku, pričom šelak rozpustíte v liehu. Vezmite 4 diely liehu a jeden diel šelaku, čo dobre pomiešajte v skúmavke.

Keď si takto pripravíte pásik, prilepte kúsok korku presne do prostriedku kartónového kruhu. Druhý kúsok korku

prepichnete špendlíkom. Položte želatínový pásik na tento druhý korok a spolu ich pripichnete špendlíkom na ten korok, ktorý je prilepený na kruh z kartónu.

Voľný koniec želatínovej pásky sa bude môcť pohybovať nad kartónovým kruhom bez toho, aby sa ho dotýkal.

Keď dýchnete na pásik, zistíte, že sa skrútil. Spôsobil to teplý, vlhký vzduch.

Kartón umiestíte nad hrniec s horúcou vodou, z ktorého uniká hustá para. Pásik sa veľmi silno skrúti. Miesto, na ktorom sa nachádza, označte čiarou a pripíšte „veľmi vlhko“. Potom preneste prístroj do blízkosti rozhorúčených kachiel, kde je suchý vzduch a miesto, na ktorom sa nachádza koniec pásky, označte ako „veľmi sucho“. Priestor medzi týmito dvoma krajnými bodmi rozdeľte na 10 alebo aj na 100 dielov.

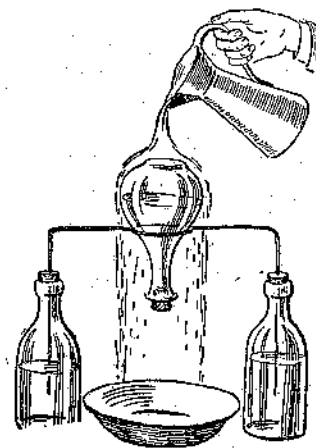
Teraz už máte hotový prístroj, ktorý vám bude veľmi pekne ukazovať vlhkosť vzduchu.

Pokus 63

Voda, ktorá sa varí vplyvom studenej vody

A to už ako — vplyvom studenej vody?

Celkom jednoducho, oblejte studenou vodou fľašu a voda vo fľaši sa bude variť (obr. 39).



Obr. 39. Môžete pozorovať, že sa voda vo fľaši opäť varí

To teda ozaj radi uvidíme! — podpíchujú nedôverčivo vaši priatelia, keď sa opováziate rozprávať o takom nepravdepodobnom pokuse.

Nalejte však do fľaše teplú vodu. Postavte ju potom do širšej nádoby, v ktorej sa varí slaná voda. Za chvíľu sa začne variť aj voda vo fľaši.

Prečo to musí byť práve slaná voda?

Slaná voda má vyšší bod varu. Preto voda vo fľaši, keď ju vložíte do vriacej slanej vody, začne sa tiež variť. Inak by sa voda vo fľaši variť nemohla. Neskúšajte ju postaviť na šporák, pretože fľaša by sotva zostala celá.

Keď voda vo fľaši prevrie, zazátkujte ju a vyberte zo slanej vody von. Prevráťte fľašu hore dnom a položte na nejaký vhodný podstavec s kovovou objímkou, do ktorej sa vsunie hrdlo fľaše.

Nechajte fľašu vychladnúť. Voda sa ešte chvíľu varí, ale čoskoro prestane. Len tak mimochodom, ako stojan vám celkom dobre poslúži očko primeraných rozmerov, spravené zo silnejšieho drôtu, ktorého jeden, alebo obidva konce zasuniete do fliaš. Takéto stojany sa kedysi používali veľmi často.

Keď sa voda prestane variť, skúste fľašu obliať studenou vodou. Na prekvapenie vašich hostí sa voda vo fľaši začne znova variť.

Ich prekvapenie bude ešte väčšie, ak ich požiadate, aby sa dotkli rukou fľaše, ktorá nebude horúca, ale len teplá.

Kým sa voda vo fľaši prvý raz varila, vytlačila z fľaše vzduch a nad vodou zostala para. Keď ste fľašu obliali chladnou vodou, para sa ochladila, a preto sa tlak vo fľaši znížil. My už dobre vieme, že pri zníženom tlaku majú kvapaliny nižší bod varu ako pri normálnom tlaku.

Akustika

Piaty deň

Po cestách zvuku

Kedysi si ľudia predstavovali, že zvuk je akási zvláštna látka, ktorá sa šíri z určitej látky na všetky strany. Už dávno však niektorí začali chápať zvuk aj tak, že je to kmitanie drobných častíc hmoty. Takto napr. chápal zvuk už starý grécky filozof Aristoteles, ktorý žil v IV. storočí pred naším letopočtom. Aj rímsky učenec Vitruvius, ktorý žil v I. storočí nášho letopočtu, priravňoval zvuk k vlnám, kruhovite sa šíriacim po vode, keď jej pokojnú hladinu rozvlní do nej hodeny kameň.

Títo dvaja učitelia ani neboli ďaleko od toho, čo neskôršie potvrdila fyzika. Zvuk je kmitanie najdrobnejších častíc hmoty a dochádza k nemu v dôsledku úderu alebo trenia. Toto kmitanie sa prenáša na okolité častice vzduchu, a tak preniká do nášho ucha. Zvukom nazývame také kmitanie hmoty, ktoré je naše ucho schopné zachytiť. Ak častice vykonávajú menej ako 16 kmitov za sekundu, kmitanie nepočujeme pre naše ucho totiž takéto kmitanie nie je zvukom. Tak isto nepočujeme ani také kmitanie, ktoré presahuje 22 000 kmitov za sekundu.

Ucho je veľmi zložitý a citlivý orgán, ale nie je u každého rovnako citlivé. Niektorí starí ľudia nepočujú viac ako 6—8000 kmitov za sekundu, a preto sa ani nedivte, keď ste na jar alebo v lete na prechádzke so starým otcom, chodíte po zelených lúkach a počúvate množstvo rozmanitého hmyzu, ako svojim pískľavým bzučaním naplňa vzduch, že váš starý otec napriek tomu vychutnáva dokonalé ticho letného dňa v prírode.

To, že zvuk je skutočne kmitanie častíc hmoty, to sa dá veľmi ľahko dokázať celkom jednoduchým pokusom. Keď zvukovou vidlicou udriete na nejaký pevný predmet, počujete jeden tón. Keď sa touto vidlicou dotknete ľahučkej guľky urobenej z drene čiernej bazy, ktorú ste zavesili na tenkú niť, guľka odskočí a rozkniše sa. Keď priblížite zvukovú vidlicu k ustálenej hladine vody v tanieri, vidlica začne rozprskávať na všetky strany drobné kvapky vody práve preto, lebo častice vidlice kmitajú a svoje kmitanie prenášajú aj na častice vody.

Na tomto pokuse sme si ukázali aj to, ako sa šíri zvuk z miesta, kde vzniká, ako aj to, ako sa dostáva do nášho ucha. Kmitanie sa prenáša na okolité častice vzduchu, tie sa rozkmitajú a tento pohyb prenášajú na tie častice, ktoré sú v ich ďalšom okolí. Čím ďalej sa dostávajú od zdroja zvuku, tým je kmitanie slabšie. Celkom tak, ako keď loď pláva po rieke a zanecháva za sebou veľké vlny, ktoré ďalej od lode postupne slabnú a zmenšujú sa. Práve tak slabne aj počuteľnosť zvuku, keď sa vzdaluje od toho miesta, kde zvuk vznikol.

Zvuk sa však nešíri len vzduchom. Vodou sa šíri zvuk lepšie ako vzduchom a pevné látky prenášajú zvuk lepšie ako voda. Dozista ste v románoch z Divokého Západu čítali, ako Indiáni prikladajú ucho k zemi a dokážu počuť konský dupot, ktorý sa ešte nedá sluchom zachytiť zo vzduchu. Možno, že ste sa niekedy bavili s chlapcami aj tak, že ste na rovnej železničnej trati prikladali ucho ku koľajnici a počúvali dunenie vlaku, ktorý bol ešte tak ďaleko, že ho nebolo možné vidieť. Takúto zábavu vám však neodporúčam! Nie je múdre baviť sa ani v blízkosti železničnej trate a nie to ešte na koľajniciach!

Aby sa dostalo kmitanie od zdroja zvuku až do nášho ucha, musí uplynúť určitý čas. V živote máme dosť príležitostí pozorovať napr. robotníka na stavbe, keď robotník udrie kladivom, alebo zhodí dosku z lešenia. Len za 1 až 2 sekundy počuť zvuk úderu alebo pádu. Pri búrke, po zablysknutí počujeme hrmieť až za niekoľko sekúnd. Zvuk sa šíri vzduchom rýchlosťou 340 metrov za sekundu. Vo vode sa zvuk šíri rýchlejšie, dosahuje rýchlosť 1425 m za sekundu. Tuhými látkami zvuk preniká ešte rýchlejšie. Napr. cez železo sa šíri zvuk 15-krát rýchlejšie ako vzduchom. Keď priložíme ucho na jeden koniec nejakého dlhého železného prúta, úder na jeho

druhom konci budeme počuť dvakrát: jeden, ktorý prenikol železom a druhý, ktorý sa šíril vzduchom.

Čím redšie je prostredie, ktorým sa zvuk šíri, tým je zvuk slabší. Napr. na Mont Blancu, kde je vzduch veľmi riedky, počuť výstrel z pištole asi tak, ako práskanie bičom v doline. Nuž, a keď sa raz dostanete na Mesiac, nebudete vôbec počuť jeden druhého preto, lebo tam niet vzduchu.

Ale pre nás je predsa len Mesiac ešte stále príďaleko; oveľa ďalej, ako naše fyzikálne laboratórium. Poďme teda radšej tam a urobme si niekoľko pokusov súvisiacich so vznikom, šírením a odrazom zvuku.

Pokus 64

Tajomstvo tikania hodín

Teraz, keď už vieme, akými vynikajúcimi vodičmi zvuku sú tuhé látky, zažartujeme si s tými, ktorí na to nemyslia, aj keď to dobre vedia.

Na kus papiera si nakreslite hodiny. Narysujte ciferník, prilepte naň dve ručičky z papiera a upevnite papierové hodiny na rúčku z metly, na pravítko, kutáč, alebo na niečo podobné.

Potom požiadajte prítomných, aby počúvali ako tiká neviditeľný mechanizmus vašich papierových hodín. Na veľké počudovanie prítomných, budú môcť počúvať celkom zreteľné a rovnomerné tikanie: tik — tak, tik — tak, ... Hovorím, na veľké počudovanie, ale len v tom prípade, ak budete dostatočne šikovní a nenápadne priložíte druhý koniec palice na vreckové hodiaky, ktoré ste ukryli pod obrusom, medzi záhyby potáhu na pohovke alebo kdekoľvek, kde sa vám to pri tomto žarte hodí. Tikanie vreckových hodín prenáša palica k uchu toho, kto sa nakloní nad druhý koniec, na ktorý ste upevnili papierové hodiny. Žart sa podarí a je celkom zaujímavý samozrejme len vtedy, ak počúvajúcí ukryté hodinky nezbadá.

Búrka v povraze

Pokus 65

Napriek tomu, že vonku je nádherné počasie, predsa u nás, ak ste sa na to pripravili, môže zúriť búrka. Potrebujete iba kus hrubšieho špagáta, asi 1 alebo $1\frac{1}{2}$ m dlhého a šatku, ktorou zaviažete oči tomu, kto chce počuť hrmenie za pekného počasia. Požiadajte ho, aby si silno pritlačil jedno ucho vlastnou dlaňou a k druhému uchu nech si priloží koniec povrazu. Nieкто z prítomných chytí druhý koniec povrazu a dobre ho natiahne. Teraz už môžete začať „pracovať“. Keď prejdete po natiahnutom povraze dvoma prstami sem — tam, váš priateľ, ktorý má povraz pri uchu, bude počuť hrmenie, ako keď sa blíži búrka. Keď po povraze celkom zľahka zabubnujete prstami, bude sa mu zdať, že cez okno počuje padať kvapky dažďa na plechovú strechu. A keď začnete po povraze šúchať nechtami, bude sa mu zdať, že počúva suchý rachot hromu a jeho ďaleké dunenie. Búrka je teda už tu.

Povraz privádza zvuk do ucha toho, kto ho počúva. Ak sa nedostanú do jeho uši iné zvuky, zdá sa mu o to silnejší ten zvuk, ktorý sa k nemu dostáva cez povraz. Šatka na očiach je dobrá len nato, aby mu pomohla sústrediť sa na zvuky, ktoré chce počuť, a tak sa úplne vžiť do zážitku s búrkou.

Umelé vyzváňanie zvona

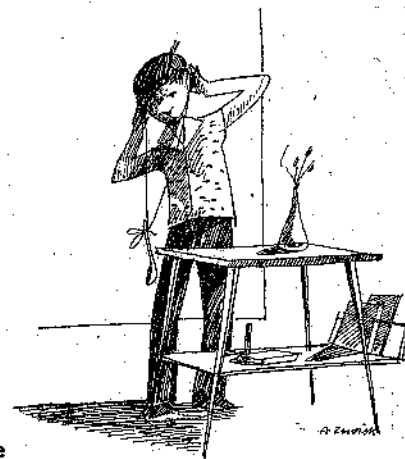
Pokus 66

Opäť vám poslúži povraz. Nájdite si však ešte aj nejakú striebornú lyžičku. Môže byť aj z alpaky, alebo z nejakého iného zvučného materiálu. Namiesto lyžice môžete použiť aj naberačku, prípadne iný vhodný kovový predmet. To je už všetko, čo potrebujete na to, aby ste mohli počúvať krásne vyzváňanie zvonov.

Lyžicu alebo naberačku zaveste na povraz. Keď použijete naberačku, zaveste ju za ohnutý koniec rúčky uprostred povrazu. Keď však použijete lyžicu, musíte ju uprostred povrazu uväzať. Obidva konce povrazu sú voľné, držte ich medzi palcami a ukazovákmi pri ušiach. Zároveň sa snažte obidve uši zakryť dlaňami, aby k vášmu sluchu neprenikali iné zvuky z okolia. Musíte dávať pozor aj na to, aby ste sa

ostatnými prstami nedotýkali povrazu. Potom udríte lyžicou o nejaký pevný predmet, napr. o hranu stola a bude sa vám zdať, že počujete v diaľke zvonit zvony.

Keď potom budete udierať silnejšie a silnejšie, bude sa vám zdať, akoby ste sa ku zvonom stále približovali. Keď udríte lyžicou veľmi silno, budete mať pocit, že ste sa ocitli priamo vo veži, kde zvony vyzváňajú.



Obr. 40. Cez špagát počujete krásne vyzváňať zvony

Strieborná lyžica dáva silnejší a jasnejší zvuk, ako ktorýkoľvek iný kovový predmet. Starí zlievači poznali veľmi dobre túto vlastnosť striebra. Preto pridávali do kovu, z ktorého odlievali zvony, pomerne veľké množstvo striebra, aby bol hlas zvonov zvučnejší a ušľachtilejší.

Pokus môžete robiť aj tak, že na lyžicu klepnete korkovým kladivom, namiesto toho, aby ste udierali lyžicou o nejaký pevný predmet. Korkové kladivko si spravíte veľmi jednoducho, ak na ihlicu na pletenie, na zašpicatené drevko alebo aj na ceruzku, napichnete zátku. Takéto kladivko môžete veľmi dobre upotrebiteľ v našom fyzikálnom laboratóriu, aj pri iných pokusoch.

Haló — hlási sa najstarší detský telefón na svete

Pre vás, ktorí máte doma telefón, nebude toto naše zariadenie asi veľmi zaujímavé. Keď sa však predsa rozhodnete zapojiť sa na našu telefónnu sieť, pripravte si dve konzervové plechovice, niekoľko metrov špagátu a kúsok pergamenového papiera. Príde náš montér a ten vás už zapojí na našu centrálu, ktorá pracuje bez elektrického prúdu a bez akýchkoľvek nákladov.



Obr. 41. Prenášanie zvuku po niti

Z obidvoch konzervových škatúl odstráňte dno aj vrchnák. Tam, kde bolo dno, pripevnite pergamenový papier tak, že ho silno pritiahnete špagátom okolo plechovice. Cez prostriedok pergamenu prevlečte jeden koniec špagátu. Na konci uviažte veľký uzol, aby sa špagát z papiera nevyvliekol, príp. prevlečte cez uzol kúsok drevka. Ide len o to, aby sa nám „aparát“ nepokazil tým, že by sa špagát vyvliekol. Špagát môže byť aj 100 m dlhý.

Keď ste už plechovice pripevnili na obidva konce špagáta, telefonický rozhovor môže začať. Jeden z účastníkov rozpráva do „mušle“, ktorú predstavuje konzervová škatuľa a druhý účastník zatiaľ počúva tak, že na uchu drží „slúchadlo“, ktoré predstavuje plechovica na druhom konci špagáta (obr. 41).

Skúste to a zistíte, že jeden druhého veľmi dobre počujete aj na vzdialenosť niekoľko desiatok metrov.

Hlas, ktorý vlastne vzniká chvením hlasiviek v našom hrdle, prenáša toto chvenie na okolitý vzduch. Vívenie vzduchu sa prenáša na pergamenový papier a z toho prechádzajú zvukové vlny cez špagát na pergamen v druhej plechovici. Chvenie druhého pergamenového papiera rozochveje okolitý vzduch, ktorého chvenie sa preniesie na váš ušný bubienok, ktorý sa správa priam ako pergamen vášho skromného „telefónneho prístroja“.

Keďže každý tón vyvoláva zvláštne, jemu zodpovedajúce chvenie častíc hmoty, máte možnosť na druhom konci zachytiť aj také slová, ktoré druhý účastník vyslovil veľmi ticho.

Pri výrobe takýchto telefónnych aparátov môžete namiesto konzervových plechovic použiť aj dva malé kvetináče. Alebo jednoducho vyrežte z lepenky štyri kolečká, z ktorých dve majú rúčku, za ktorú budete môcť telefón držať. Medzi dve lepenkové kolečká vlepíte pergamenový papier a nemusíte vôbec použiť plechovice.

Tak vidíte! Takýto telefón je skutočne lacný. Využite ho!

Zvukové zrkadlá

Keď sa zvuk šíri a narazí pritom na nejakú prekážku, ako je povedzme stena, dóm, stromy, odráža sa pod takým istým uhlom, pod akým na prekážku narazil. Práve takto sa

odráža aj svetelný lúč od zrkadla. Keď zvuk narazí na prekážku pod pravým uhlom, vracia sa späť tým istým smerom, ktorým prišiel. Vtedy počujeme ozvenu.

Keď však prekážka nie je rovná, ale je zakrivená tak, že je prehlbená, pôsobí takáto prekážka ako parabolické zrkadlo, t. j. sústreďuje zvukové vlny práve tak, ako reflektor svetelné lúče.

Pomocou dvoch hlbokých tanierov si môžete urobiť zaujímavý pokus, pri ktorom uvidíte, ako sa zvuk odráža.

Niektorému z priateľov zaviažte oči šatkou; pred neho postavte na stôl jeden hlboký tanier. Druhý hlboký tanier držte blízko jeho ucha tak, že prehlbenú stranu taniera otočíte šikmo k jeho uchu ako aj k tanieru na stole. Do ruky si vezmite vreckové hodinky a podržte ich niekoľko centimetrov nad tanierom, ktorý leží na stole.

— Kde sú hodinky? — spýtajte sa vášho priateľa a nastavte opatrne tanier vedľa jeho ucha tak, aby ste našli najvhodnejšiu polohu, v ktorej tanier prijíma zvuky odrážajúce sa od taniera na stole; tieto zvuky usmerňujte k uchu toho, s kým pokus robíte.

Na vašu otázku nedostanete správnu odpoveď. Váš priateľ totiž presvedčivo povie: — Pri uchu.

Aj dáždnyky majú svoje čary

Pokus 69

Podľa tých istých fyzikálnych zákonov urobíme ešte jeden pokus s dáždnykami.

Roztvorte dva mokré dáždnyky. Ich držadlá držte vo vodorovnej polohe tak, aby sa dotýkali.

Dvoch svojich priateľov postavte pod dáždnyky. Každý bude mať hlavu pod jedným dáždnykom, práve tam, kde sú drôty pripevnené k držadlu. Všetko to, čo bude jeden šepkať pod svojim dáždnykom, bude druhý dobre počuť pod druhým „zvukovým zrkadlom“. Avšak tretí, ktorý je zvedavý, čo si tí dvaja šepkajú a strčí hlavu medzi nich v tých miestach, kde sa dotýkajú držadlá dáždnykov, nebude počuť ani slovo.

Prečo treba, aby boli dáždnyky mokré? Zvuk preniká oveľa lepšie cez suché plátno ako cez mokré. Zvukové vlny sa teda odrážajú lepšie od mokrého plátna, pretože voda vyplní medzery, ktoré sú v každej tkanine medzi nitami.

Pokus 70

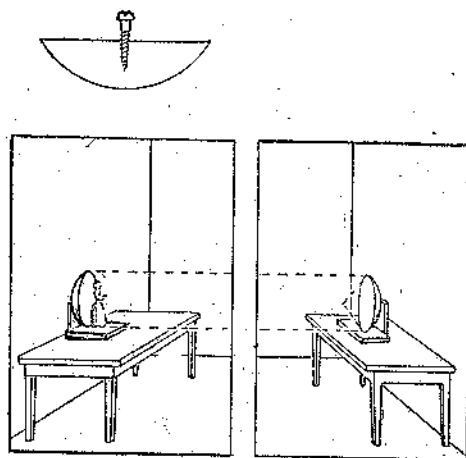
Bábika, ktorá rozpráva

Keď vám nie je proti vôli trochu sa námahať, môžete vaším hŕstom pripraviť veľmi peknú zábavu pomocou ďalšieho pokusu, ktorý sa veľmi podobá predchádzajúcemu pokusu s dáždnykami.

Oznámte svojim priateľom, že máte takú bábiku, ktorá rozpráva, a že kto chce, môže sa s ňou porozprávať.

Najskôr si však musíte k tomuto pokusu pripraviť potrebné pomôcky.

Predovšetkým poprosťte známeho stolára, aby vám urobil dve okrúhle dosky (kolesá) asi 2 cm hrubé, s priemerom 25 cm. Potom ho ešte poprosťte, aby vám vymodeloval veľkú drevenú čiapku hriaba, niečo podobné ako používa vaša sestra pri plátaní ponožiek alebo pančúch. Vy potrebujete drevené koleso, vyrezané z dosky 4 až 5 cm hrubej, ktoré je opracované na sústruhu tak, aby si v prostriedku zachovávalo svoju pôvodnú hrúbku a aby sa smerom k okrajom postupne stenčovalo. Takto získava tvar vypuklej šošovky (guľový odsek z gule s polomerom 21,5 cm). Uprostred kruhu, na rovnej strane, nie na vypuklej, priskrutkujte jednu väčšiu železnú skrutku. Ne-



Obr. 42. „Zvukový reflektor“; hore prierez čiapkou, potrebnou na výrobu reflektora

chajte ju vyčnievať z dosky, aby ste ju mohli použiť ako držadlo. Ako celá pomôcka vyzerať, najlepšie vidíte na obr. 42.

Na obvod spomínaných drevených kolies pribite pásik kartónu, ktorý je 6 cm široký. Pribite ho tak, aby nad doskou prečnieval asi 4 cm. Teraz už obidve drevené kolešáky vyzierajú ako nejaké plytké nádoby. Tieto „nádoby“ naplňte rozrobenou sadrou (sadrovou kašou), ktorú získate zmiešaním práškovej sadry s vodou, v ktorej ste predtým rozpustili glej.

Vezmite drevený hrib a zväťajte ho v sadrovej mase tak, že ho držíte za skrutku. Pomocou hriba urobíte v sadre priehlinu, keď sadra stuhne, máte hotový pekný „zvukový reflektor“.

Takto ste si pripravili všetky potrebné pomôcky.

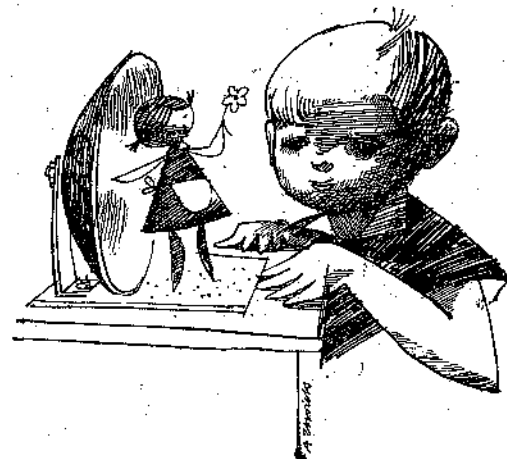
Tento reflektor má takú vlastnosť, že zvukové vlny, ktoré naň narazia, usmerňuje (koncentruje) do jedného bodu. Tento bod nazývame ohnisko (fókus). Práve túto vlastnosť vášho reflektora využijete pri pokuse s hovoriacou bábikou.

Reflektory umiestite proti sebe do dvoch miestností, ale tak, že v tej rovine, ktorá reflektory spája, sa nachádzajú otvorené dvere. Pred jeden z reflektorov postavte bábiku, s ktorou sa hrávala kedysi vaša sestra. Za chvíľu začne bábika rozprávať. Pred druhý reflektor postavte vášho pomocníka. Keď budete robiť pokus večer, zapáľte svetlo v miestnosti, v ktorej je bábika, a v ktorej sedia vaši hostia. V tej miestnosti, v ktorej je druhý reflektor, a pred ktorým sedí váš pomocník, zhasnite svetlo. To preto, aby mu nikto z prítomných nevenoval pozornosť. Keď urobíte pokus cez deň, zaveste na otvorené dvere záves z nejakej ľahkej látky. Musíte však dať pozor, aby ste bábiku postavili presne tam, kde je ohnisko reflektora. Váš pomocník musí mať v ohnisku druhého reflektora ucho, prípadne ústa. Fókus sa nachádza vo vzdialenosti polovičného polomeru reflektora, keď meriame od bodu, ktorý je najhlbšie. V našom prípade to bude asi 10 až 11 cm. A teraz už môžete váš zázračný pokus začať.

Požiadajte niekoho z prítomných, aby sa priblížil celkom blízko k bábike a aby jej niečo ticho povedal. Bábika mu, na jeho veľké prekvapenie tichúčko odpovie. Kúziľo tohto rozhovoru je o to väčšie, že odpovede na otázky počuje len ten, kto sa s bábikou rozpráva.

Prírodzene, že vy už poznáte tajomstvo tohto rozhovoru. Keď niekto rozpráva pred reflektorom a má ústa presne vo

vzdialenosti ohniska, zvukové vlny sa odrážajú od reflektora a ako rovnobežné lúče smerujú k druhému reflektoru, ktorý ich tiež sústreďuje v bode svojho ohniska a tam sa dostávajú do ucha vášho pomocníka. Tak isto sa dostávajú odpovede do ucha tej osoby, ktorá sa s bábikou rozpráva.



Obr. 43. Rozhovor s bábikou

Pri tomto pokuse môže byť naozaj veselo a spoločnosť sa dobre pobaví. Predstavte si napr. prekvapenie svojej mladšej sestry, keď jej bábika, ktorú už ona odhodila, začne šepkať niečo o tom, ako s ňou kedysi zle zaobchádzala. Celý pokus si vyžaduje len námahu, súvisiacu s prípravou.

Pokus 71

Svetelné úrie

Pohládajte nejakú rúrku, ktorá má priemer od 2,5 do 5 cm a ktorá má dĺžku od 5 do 25 cm. Pravdepodobne najľahšie získate lepenkovú rúrku, na akých sú navinuté niektoré druhy papiera. Na jeden koniec rúrky natiahnite membránu (pergamenový papier na zaváranie) a dobre ju upevnite. Do prostriedku membrány kvapnite trochu lepidla a prilepte tam kúšтик rozbitého zrkadla. Čriepok však musí byť menší ako 1 štvorcový centimeter. Prístroj máte takto hotový.

Rúrku vyneste na slnko a umiestíte ju tak, aby sa od zrkadielka odrážali slnečné lúče a dopadali na nejakú bielu stenu, ktorá je v tieni. Keď robíte pokus v izbe pri elektrickom svetle, použijete stoínú lampu s tienidlom. Svetlo musí dopadať na zrkadielko, stena ostane v tieni a na ňu sa bude odrážať svetelný lúč zo zrkadielka.

Keď niekto začne do rúrky spievať, písať alebo hovoriť, membrána na druhej strane rúrky sa vplyvom zvuku rozochveje a na stene začne tancovať svetlo odrazené od zrkadielka, opisujúc pritom čudné, chvíľami pekné a pravidelné krivky, ktoré budú meniť svoj tvar podľa výšky a sily zvuku.

Skúste si zakryť uši a hádajte, podľa charakteru kriviek, ktoré kreslí po stene svetelný lúč odrazený od zrkadielka, akú pieseň spieva alebo písať váš priateľ do otvoru rúrky.

Pokus 72

Poháre spievajú a tancujú

Na stôl postavte dva poháre. Jeden bude hrať a druhý na túto nôtu tancovať.

Ako to dokážete?

Potrebujete dva rovnaké poháre na stopkách. Musia byť z tenkého krištáľového skla, ale bez brúsených ozdôb. Do každého z nich nalejte trochu vody, najviac do jednej štvrtiny. Navlhčíte si prst a takým mokrým prstom, mierne prítlačiac, pomaličky prechádzajte po okraji pohára, stále tým istým smerom.

Trenie prstom vyvolá kmitanie skla, ktoré sa prenesie na okolitý vzduch, dostane sa až k nášmu uchu a my zachytíme akýsi veľmi nezvyčajný zvuk.

Zopakujte to isté na druhom pohári, dolievajúc pomaličky vodu a to dovedy, kým aj druhý pohár nebude vydávať taký istý tón.

Potom na jeden z pohárov položte kúsok oceľového drôtu, skrúteného do tvaru S a druhý pohár šúchajte pomaličky už opísaným spôsobom. Vplyvom zvuku vychádzajúceho z prvého pohára, začne poskakovať drôt na druhom pohári, pretože vzduch prenáša kmitanie vyvolané vašim prstom na prvom pohári.

Tak teda predsa máte na stole aj speváka, aj tanečníka, ako som vám na začiatku sľúbil.

Pokus 73

Aj zvuk je dobrým maliarom

Lahko sa o tom presvedčíte.

Použijete opäť konzervovú plechovičku. Na jej hornú, otvorenú časť, natiahnite membránu a poriadne ju zaviažte. Na boku spravte dierku a do nej strčte lievik. Na membránu naneste celkom tenkú vrstvu jemného prachu. Môže to byť aj prášková farba alebo práchové vápno.

Keď do lievika zaspievate alebo zahráte nejakú melódiu, kmitanie vzduchu sa prenesie na natiahnutú membránu a z nej na drobučké čiastočky prachu, ktoré začnú odskakovať do vzduchu, hneď padajúc na membránu. Tak na povrchu blany vzniknú viac alebo menej pravidelné vzorce. Obrázok, ktorý zvuk nakreslí na našej plechovici, závisí od zaspievanej melódie, ako aj od druhu prášku, ktorý použijete.

Pokus 74

Zvukové figúrky Chladného

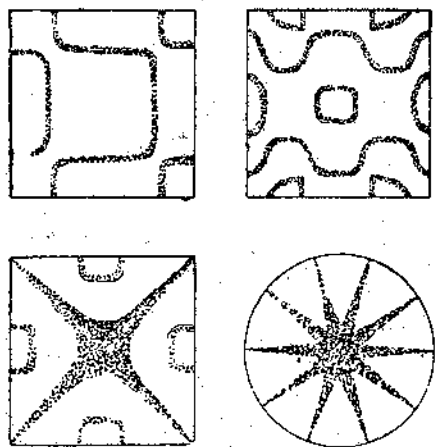
To, že zvuk dokáže vykresliť veľmi pekné kresby, dokázal svojimi rozličnými pokusmi slávny fyzik Chladný, ktorý žil v druhej polovici XVIII. storočia.

K takým pokusom, aké on robil, sa najlepšie hodia mosadzné platničky, asi 2 milimetre hrubé. Ich veľkosť môže byť ľubovoľná.

Veźmite jednu platničku a pripevnite ju na okraj stola tak, aby sa len v prostriedku opierala o nejaký pevný predmet, ktorý pod ňu položíte. Inak celý jej povrch musí byť voľný. Najjednoduchšie to dokážete tak, keď uprostred platničky urobíte maličkú dierku, na ktorú priložíte zospodu aj zvrchu kúsok korku. Potom pripevnite platničku skrutkou do dreva na okraj dosky, na ktorej robíte pokus.

Keď už máte platničku pripevnenú tak, že sa v prostriedku opiera o dosku len v jednom bode, začnite pomaličky preťahovať po okraji platničky husľový sláčik, ktorý ste dobre natreli koľofóniou. Sláčik ťahajte hore-dole. Za chvíľu budete počuť zvuk, ktorý platnička vydáva.

Keď na platničku nasypete rovnomernú vrstvu jemného piesku a na jednu stranu platničky priložíte prst ruky, ktorú máte voľnú, môžete pozorovať, ako piesok odskakuje z plat-



Obr. 44. Zvukové figúrky Chladného

ničky dovedy, kým ťaháte sláčik po jej hrane. Na niektorých miestach platničky sa sústreďuje piesku viac, na iných menej a vytvára sa tak celkom zaujímavá kresba. Kresby bývajú celkom symetrické. Keď platnička vydáva čistý tón, kresby sú výrazné, ostro ohraničené. Keď je zvuk škriplavý, kresba je nejasná a jej línie sa rozplývajú.

Platničky nemusia mať len štvorcový tvar. Môžu byť okrúhle, šesťhranné, alebo môžu mať akýkoľvek iný tvar. Kresby, ktoré sa na nich objavajú, bývajú veľmi rozmanité; niekedy sú to len priamky, inokedy rôzne vlnovky. V každom prípade sú to symetrické kresby.

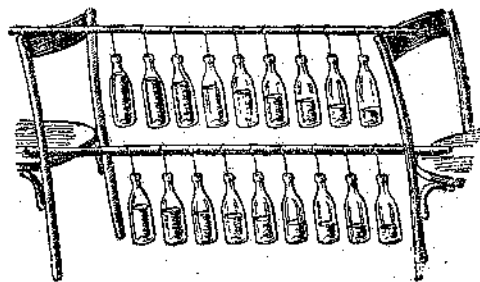
Čo myslíte, ako vlastne vznikajú tieto obrázky?

Keď ťaháte sláčik po hrane platničky, vyvolávate kmitanie jej častíc. Platnička, ako celok, však nekmitá rovnako, ale kmitajú len jej jednotlivé časti a to tak, že vždy dve susediace časti, ktoré kmitajú, oddeľuje tzv. hraničná (uzlová) čiara. Túto čiaru tvoria také častice, ktoré nekmitajú. A práve na tých, v pokoji zotrvávajúcich čiarach, zostáva piesok, a tým vytvára spomínané zaujímavé obrazce.

Najjednoduchší hudobný nástroj

Na konci dnešného dňa, ktorý sme zasvätili rozličným pokusom so zvukom, skúsme si ešte urobiť nejaký hudobný nástroj; taký, ktorý sa dá urobiť z toho, čo máme k dispozícii.

Najprv skúste urobiť nástroj z fľaš. Určité množstvo väčších fľaš zaveste na nejakú palicu, napr. na rúčku z metly. Palicu položte na operadlá dvoch stoličiek. Do fľaš ponaliavajte vodu. Do každej fľaše iné množstvo, aby každá vydávala iný tón, keď na ňu udriete paličkou. Keď okrem tejto jednej palice umiestíte na stoličky ešte aj druhú, na ktorú povesíte rad menších fľaš, možno sa vám podarí na tomto jednoduchom hudobnom nástroji zahrať aj nejakú ľahšiu pieseň.



Obr. 45. Výšku tónu podmieňuje množstvo vody vo fľaši

Nástroje podobného druhu sú veľmi rozšírené najmä v Číne. Čiňania vešajú na hodvábné nite rôzne kamene, okresané do formy platničiek rozličných tvarov. Kamenné platničky bývajú rôznofarebné a často pomaľované s veľkou prácnosťou a trpezlivosťou. Každý kameň, keď sa naň udrie paličkou, vydáva iný tón. To je pravdepodobne najjednoduchší a najlacnejší hudobný nástroj, aký si vôbec vieme predstaviť.

Druhý nástroj si spravte z drevenej škatule. Podľa možnosti nájdite takú škatuľu, ktorá je vyrobená z tenkej preglejky. Cez dno škatule ponatáhujte niekoľko medených drôtov a na vonkajšej strane dna podložte pod ne drevené kocky rovnakej výšky. Na nástroji sa dá hrať tak, že udierate na drôty paličkou, na ktorej je nastoknutý kúsok korkovej zátky.



Obr. 46. Hra na pohároch

Nakoniec môžete ešte použiť aj poháre a skúsiť na nich zahrať nejakú melódiu. Pohľadajte čo najviac pohárov rôznej veľkosti, ale z tenkého, podľa možnosti krištáľového skla. Vyskúšajte, aký zvuk vydáva každý jeden pohár a zoradte ich podľa toho, aký tón vydávajú. Ich tóny môžete upravovať čiastočne tak, že prilejete do pohára potrebné množstvo vody. Potom skúste zahrať niekoľko jednoduchých akordov a poznačte na pohári tón, ktorý vydáva a čiarokou poznačte, do akej výšky ste naliali vodu. Takto budete pripravení kedykoľvek poskladať váš hudobný nástroj.

A teraz už môžete skúsiť niečo zahrať. Prechádzajte zľahka mokrým prstom po okraji pohára a cvičte sa dovedy, kým sa nenaučíte vyludzovať jasné tóny. Aj v tomto prípade cvik robí majstra.

Magnetizmus

Šiesty deň

S magnetom v ruke

O chvíľu si urobíme niekoľko jednoduchých, ale dostatočne zábavných pokusov, a to najmä pre tých, ktorí ani len netušia, že pri pokusoch budete používať magnet. Teda magnet si k týmto pokusom rozhodne musíte zaobstarat.

Keď sa vám ho však nepodarilo obstarat, pustíte sa do roboty a urobte si magnet sami.

Ako už zaiste viete, existujú tri druhy magnetov: prírodný, umelý a elektrický.

Prvý sa nazýva prírodným preto, lebo v prírode sa nachádza taká železná ruda, ktorá má magnetické vlastnosti, to znamená, že má schopnosť priťahovať železo. Takejto rudy bolo kedysi veľa v okolí mesta Magnezia v Malej Ázii a zdá sa, že odtiaľ pochádza aj pomenovanie „magnet“. Hovorí sa napr. o tom, ako jeden pastier kráčal po kamenistej pôde a zbadal, že zem priťahuje železné klince na jeho obuvi. Povestiam samozrejme netreba veriť, ale je isté, že magnet poznali ľudia skutočne už veľmi dávno. Starí Gréci ho nazývali „Herkulov kameň“, keďže jeho priťažlivá sila sa im zdala veľmi veľká. Číňania poznali magnet oveľa skôr a pomenovali ho nežným menom „Tšu-ši“, čo vlastne v preklade znamená „kameň lásky“.

Číňania boli prví, ktorí začali magnet prakticky využívať. Zistili totiž, že ako magnet vhodným spôsobom zavésia, alebo ak sa jeho ťažisko opiera o špicatý podstavec tak, že sa môže ľahko otáčať, stavia sa vždy do rovnakej polohy, dostáva sa na priamku sever — juh. Túto jeho vlastnosť využívali námorníci, plávajúci sa na moriach ďaleko od pobrežia

a podľa neho určovali svetové strany a smer plavby. Buzolu teda vynášli Číňania a do Európy ju priniesli arabskí mŕeplavci až v XII. storočí.

Umelý magnet dokázali ľudia vyrobiť tiež už veľmi dávno. Domnievam sa, že aj vy máte chuť spraviť si magnet ešte predtým, ako začneme naše pokusy s magnetom. Keď sľúchate magnet stále tým istým smerom po oceľovej tyčke, čoskoro sa aj oceľ zmagnetizuje. To predsa poznáte. Ale či viete aj to, čo sa pritom vlastne s oceľou deje, keď aj ona nadobúda vlastnosti magnetu? Každý atóm oceľovej tyčky, ktorú chcete zmagnetizovať, si môžete predstaviť ako malý magnet, ktorý má obidva magnetické póly — severný aj južný. V kúsku ocele, ktorá nie je magnetická, sú tieto atómy rozhádzané bez akéhokoľvek poriadku, a preto sú ich póly obrátené na všetky strany tak, že sa ich magnetické pôsobenie navzájom ruší. Keď sa však niektorý magnetický pól, napr. severný, nejakého silnejšieho magnetu pohybuje po oceľovej tyčke, priťahuje k sebe tie strany atómov ocele, kde majú svoj južný pól; to preto, lebo, ako viete, protipóly sa priťahujú a rovnaké póly sa odpudzujú. Takýmto spôsobom magnet, ktorý sa pohybuje po oceľovej tyčke, usporiada jej atómy tak, že všetky severné póly sa obrátia jedným smerom a všetky južné smerom opačným.

V staroveku a v stredoveku si ľudia vedeli vyrábať umelé magnety a aj ich využívali v buzolách. Nedokázali však vysvetliť podstatu magnetických vlastností. Magnet bol preto opradený rôznymi poverami. Ľudia verili, že magnet má akúsi čarovnú moc, že sa pomocou prírodného magnetu dajú liečiť rôzne choroby, alebo, že magnet stráca svoju moc, keď sa natrie cesnakom.

V období takýchto falošných predstáv napísal anglický fyzik a lekár William Gilbert (uľjem džilber) v roku 1600 knihu „O magnete a magnetických telesách a o veľkom magnete — Zemi, v ktorej položil základy vedeckého výskumu magnetizmu a elektriny. V tejto knihe, ako to vyplýva už z názvu, vyjadril Gilbert myšlienku, že Zem je vlastne veľkým magnetom.

A to, že Zem je skutočne veľkým magnetom, ktorý má svoje dva magnetické póly, severný a južný, je už dnes všeobecne známe. Tieto póly sa však nenachádzajú stále na tých istých miestach tak ako zemepisné póly, ale sa menia. Tieto zmeny dokázal slávny polárny bádateľ Amundsen, keď sa

zdržoval od r. 1903 do r. 1905 v blízkosti magnetického pólu v severnej polárnej oblasti.

V zemskom magnetizme sa vyskytujú z času na čas určité zmeny a tie sa vyskytujú na celej Zemi súčasne. Je zistené, že tieto zmeny sa vyskytujú častejšie v tom období, keď sa na Slnku objavujú tzv. slnečné škvrny, a to býva vždy po 11 až 12 rokoch. Tieto zmeny sú často doprevádzané polárnou žiarou, zmenami elektrizácie Zeme a nezvyčajnými poruchami v atmosfére.

Keď si predstavujete Zem ako jeden veľký magnet, pamätajte na to, že Zem železo nepritahuje, ako ho priťahuje prírodný alebo umelý magnet. Zem určuje iba smer magnetu. Preto magnetická ihla svojím severným pólom smeruje vždy k severu a južným k juhu.

Keď už rozprávame o magnetickej ihle, odpovedzte mi na jednu otázku. Je vôbec na zemeguli také miesto, na ktorom by magnetická ihla ukazovala oboma svojimi koncami na juh? Možno odpoviete, že je to vylúčené, a že takého miesta niet! Neponáhľajte sa však veľmi s odpoveďou. Rozmyslite si dobre. Magnetický pól sa nenachádza v tom istom bode ako geografický pól. Nachádza sa na nižšom stupni zemepisnej šírky, to znamená, že na severnej pologuli sa nachádza južnejšie od geografického pólu. Keď by sme teda boli na severnom geografickom póle, magnetická ihla by svojím severným pólom smerovala k magnetickému pólu, ktorý sa nachádza južne od bodu, na ktorom sa nachádza magnetická ihla. A južný pól magnetickej ihly by v takom prípade ukazoval na juh. Na južnom geografickom póle zase oba konce magnetickej ihly ukazujú na sever. Dávajte preto, prosím vás, dobrý pozor, aby ste nezablúdili, keď sa raz dostanete na severný pól, veď nech by ste sa obrátili ktorýmkoľvek smerom, všade bude juh!

Vráťme sa ešte na chvíľu k magnetu. Spomínali sme aj tretí druh magnetu, elektrický magnet, čiže elektromagnet. Magnet začal hrať v živote ľudí významnú úlohu až potom, keď vynášli elektromagnet, s výnimkou buzoly, ktorá mala, aj má nedoceniteľný význam pri plavbe po moriach a v tomto storočí aj v letectve.

Prvý elektromagnet vyrobil francúzsky fyzik a astronóm Arago v r. 1820. Zmagnetizoval oceľovú ihlu pomocou elektrického prúdu. Aj v tomto prípade to bol celkom jednoduchý, ale geniálny pokus, ktorý mal obrovský význam pre ďalší vý-

voj vedy a techniky. Oceľovú ihlu vložil do sklenej rúrky, okolo ktorej navinul medený drôt. Do drôtu pustil elektrický prúd a takto získal prvý elektromagnet.

Neskoršie sa podarilo elektromagnet zdokonaľiť. Okolo železnej pásky alebo podkovy sa ovínie izolovaný medený drôt. Keď sa doň pustí elektrický prúd, železná podkova nadobudne magnetické vlastnosti. Keď sa prúd vypne, magnetické vlastnosti železa takmer celkom zmiznú.

Elektromagnet je neporovnateľne silnejší ako hociktorý prírodný alebo umelý magnet. Dnes už existujú také silné elektromagnety, že dokážu zdvihnúť a udržať záťaž až 75 ton, to znamená celú lokomotívu. Takéto silné magnety sa dnes používajú pri moderných žeriavoch. Sú to elektromagnetické žeriavy, ktoré pomocou svojich magnetov dvíhajú a prenášajú obrovské náklady v továrňach, v prístavoch a na železničných staniciach, kde nakladajú tovar.

Keď rozmýšľame o rozmanitých spôsoboch využívania elektromagnetu, ako aj o tom, čo elektromagnet znamenal pre rozvoj fyziky a techniky vôbec, ťažko nespomenúť Aragoov naoko malý a bezvýznamný pokus, ako aj mnoho iných drobných pokusov, ktoré napokon priniesli veľké výsledky.

Pokus 76

Čarodejná palička

Táto čarodejná palička, ktorú si chceme spraviť, v nijakom prípade nebude paličkou z rozprávky, ktorá robí zázraky. Pomocou tejto našej paličky budeme mať možnosť ukázať iba jediný zvláštny jav, ale myslím si, že dostatočne čudný na to, aby sme ju nazvali čarodejnou.

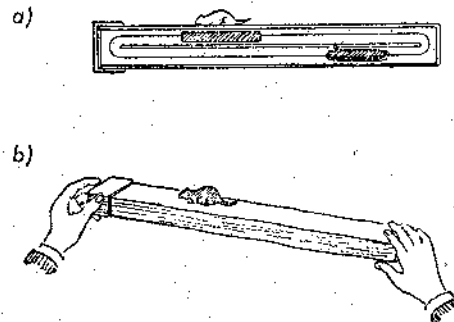
Keď na ňu postavíte nejakú celuloidovú figúrku zvieráťa, napr. myši, mačky, psa alebo nejakú podobnú detskú hračku, nielenže z nej nepadne, ale aj v prípade, keď budete paličku nakláňať, vždy sa na nej figúrka udrží.

Bude to zaiste zaujímavá zábava pre každého, kto nie je oboznámený s tajomstvom. A tajomstvo je v tom, čo skrýva naša palička.

Spravte si drevenú hranatú rúrku a obťahnite ju hodvábnou látkou. Do vnútra rúrky vložte priečku, okolo ktorej sa dá obtočiť niť. Konce nite sú spolu zviazané, takže niť vytvára

uzavretý kruh. Na niť pripevníte magnet a na opačný koniec nejaké závažie, ktoré bude o niečo ťažšie ako magnet.

Magnet je teda vnútri paličky z jednej strany priečky a závažie z druhej strany, ako to vidieť na obr. 47.



Obr. 47. Čarodejná palička
a) prierez; b) vzhľad paličky

Pod celuloidovú figúrku pripevníte železnú tyčku. Potom postavte figúrku na to miesto na povrchu vašej čarodejnej paličky, pod ktorým sa vo vnútri nachádza magnet. Kde práve magnet je, to ľahko zistíte tak, keď hračkou prejdete po paličke po povrchu paličky. Na tom mieste, kde je v paličke magnet, pocítite, ako magnet priťahuje kúsok železa, ktorý ste pripevnili ku hračke. Hračku položte na to miesto a nechajte ju tam.

Keď potom paličku nakloníte, závažie, ktoré je v paličke v spodnej časti priečky, začne sa následkom svojej tiaže kĺzať po naklonenej rovine. Keďže druhým koncom nite je závažie spojené s magnetom, ktorý sa nachádza v hornej priehradke, začne sa magnet pohybovať opačným smerom, t. j. hore naklonenou rovínou. Magnet bude doprevádzať aj figúrka. Kto netuší, že sa v paličke skrýva magnet, ten sa bude dívať na takýto pohyb figúrky ako na neprírodný a veľmi tajomný.

Konkurz! Prijímame nové osadenstvo!

Pokus 77

Vypísali ste konkurz pre nových hercov a umelcov do vášho bábkového divadla. Teraz, keď máte magnet, máte možnosť svoj repertoár podstatne rozšíriť.

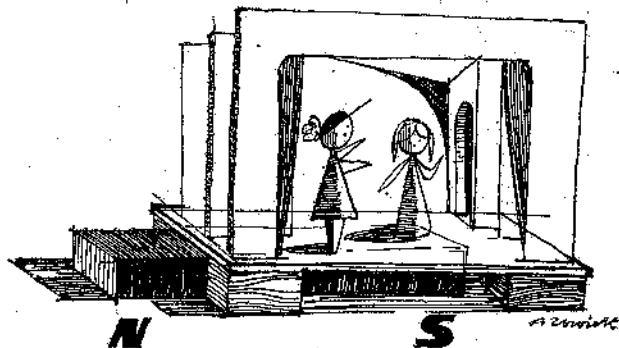
Nových umelcov si spravíte z drene čiiernej bazy. Dúfam, že vám nemusím vysvetľovať, čo je to čierna baza.

Figúrky urobíte celkom ľahko pomocou vreckového nožníka, pritom sa aspoň ukáže váš sochársky talent. Samozrejme, nesmie sa tu zahanbiť ani váš zmysel pre farby. Obleky figúrok musíte zafarbiť tak, aby boli v súlade s úlohami, ktoré budú hrať.

Figúrky majú byť asi 5 cm vysoké a musíte dať pozor na to, aby mali chodidlá celkom rovné. Do každej figúrky zospodu zahlbte kliniec so širokou a celkom rovnou hlavičkou tak, aby bol kliniec celý vo figúrke, ktorej chodidlá ležia celkom tesne na plochej hlavičke klinca.

Ešte si spravte štvorcovú podlahu malého javiska (asi 15 cm) z úzkych drevených dosičiek, nie hrubších ako 1 cm. Z takého istého materiálu odrežte asi 1,5 cm dlhý hračokly a pribite ich alebo prilepte, do rohov štvorca. To budú vlastne nohy, na ktorých bude stáť javisko. Štvorec aj s nohami oblepte bielym papierom.

Figúrky z čiiernej bazy postavte na javisko, pod ktoré



Obr. 48. Figúrky sa začnú pohybovať, keď posunujete pod nimi magnet; dolu je znázornený prierez figúrkou, v ktorej je železný kliniec

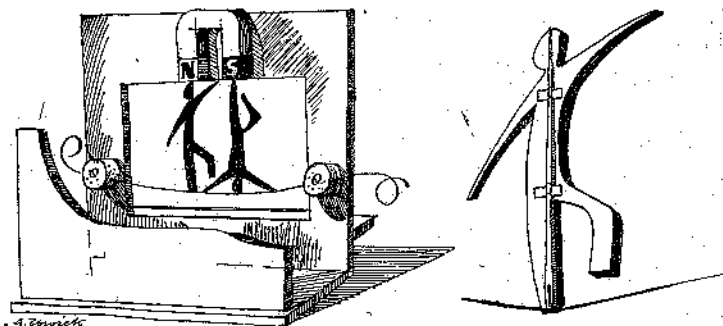
vsuniete magnet (obr. 48). Tak, ako budete pohybovať magnetom, tak budú figúrky poskakovať po javisku sem-tam. Keď budete magnetom krúžiť, figúrky sa začnú zvítať na bielom papierovom pódliu. Bude to hotový ples, o to smiešnejší, že v dôsledku trenia o pódium sa budú figúrky často krútiť aj okolo svojej osi.

Pokus 78

Generálna skúška

Riaditeľ nášho divadla určil, že dnes budeme mať generálnu skúšku pred premiérou. Dajme sa všetci do práce, pretože treba ešte urobiť posledné prípravy.

Vezmite kus kartónu a vyrežte z neho javisko. Videli ste už predsa, ako vyzerajú javiská rôznych putovných divadiel. Uprostred kartónu teda vyrežte podlhovastý otvor, pred ktorý, ak chcete, umiestite oponu z papiera alebo z kúska hodvábovej látky.



Obr. 49. Vnútrná strana javiska. Na boku figúrka

Na tej strane javiska, ktorú obecenstvo nevidí, pripevnite nad otvor javiska magnet v tvare podkovy (obr. 49).

Čez otvor javiska natiahnite drôt alebo špagát. V akej výške treba drôt natiahnuť, to závisí od toho, aké veľké a ťažké figúrky chcete na drôt postaviť, ako aj od sily magnetu, ktorý ste ukryli nad javiskom. Správnu výšku najlepšie určíte až po niekoľkých skúškach.

Teraz ešte musíte z kartónu vyrezať akrobatov a povrazo-

lezcov. Samozrejme, že sa vynasnažíte ich nakresliť a zafarbiť ako sa patrí, a ako si to vyžaduje vážnosť a úroveň vášho divadla. K chrbtom figúrok, pomocou pečatného vosku, pripevníte ihlu na šitie alebo tenký klíнец. Urobte si také figúrky, ktoré stoja na hlave, na jednej nohe, alebo predvádzajú tie najkrkolomnejšie pohyby.

Potom stavajte figúrky jednu po druhej na natiahnutý drôt. Môžete postaviť odrazu aj dve, a to pod každý magnetický pól jednu.

Magnet bude svojou príťažlivou silou držať v kolmej polohe ihly, ktoré sú na figúrkach. Musíte však vmerať vzdialenosť medzi ihlou a magnetom tak, aby magnet nemohol ihlu k sebe pritiahnuť. Nevyhnutné kmitanie ihly bude pôsobiť na pohyb figúrok tak, že budú ešte viac pripomínať pohyby povrazolezcov, ktorými sa snažia udržať rovnováhu vo veľmi vratkom postavení na lane.

Namiesto drôtu, môžete použiť aj trapéz. Vezmite zápalku a zaveste ju na dve niťe, ktoré upevníte do dvoch horných rohov javiska. Zápalka musí byť v prostriedku, pod magnetom. Keď na ňu postavíte artistu, trapéz trochu rozkolíšate. Náš artista sa bude chovať ako príslušník najvyššej triedy svetových artistov, bude totiž smelo a isto stáť pod magnetom na svojej neistej podpere.

Generálna skúška teda úspešne skončila. Ak by sa však aj stalo, že na premiére sa nedožijete potlesku, potom je možné len jedno jediné vysvetlenie: obecnstvo bolo pravdepodobne naladené na operu.

Tanec na vode

Pokus 79

Prestavte scénu — prechádzame na kúpalisko.

Z mäkkého dreva, z korku alebo aj z papiera si urobte figúrky, ktoré môžu plávať na vode. Zapichnete do nich zmagnetizovaný klíнец, tak aby vyčnieval z ruky, z úst alebo aj z inej časti tela figúrky.

Keď položíte figúrky na vodu, budú sa pohybovať smerom k magnetu alebo aj smerom od neho vždy vtedy, keď podržíte nejaký magnet blízko nad nimi. Tie figúrky, z ktorých vyčnieva opačný magnetický pól, ako má magnet, ktorý držíte v ruke, budú sa pohybovať smerom k magnetu. Figúrky, kto-

rych klíнец má rovnaký pól ako magnet, tie sa budú od neho vzdäľovať.

Keď začnete robiť s magnetom rôzne pohyby, budú sa správať figúrky vo vode veľmi zaujímavo.

Pokus 80

Disciplína nadovšetko

Teraz si spravíme pokus s mimoriadne disciplinovanými ihlami, ktoré sa nebudú pohybovať sem-tam, ale ich zoradenie bude mať stále určitý geometrický tvar bez najmenej chybičky.

Šesť zmagnetizovaných ihiel na šitie zapichnete kolmo do šiestich korkových zátok. Zátky položte na hladinu vody, ale dbajte na to, aby všetkých šesť ihiel malo hore obrátený rovnaký magnetický pól.

Nad nimi podržte opačný pól magnetu. Samozrejme, že musíte použiť magnet, ktorý má tvar tyčky a nie podkovy.

Ihly sa okamžite rozmiestia tak, že vytvoria pravidelný šesťuholník. Keď ponecháte vo vode len päť ihiel, vytvoria na vode celkom pravidelný päťuholník. Tri ihly sa rozmiestia tak, že tvoria vrcholy rovnostranného trojuholníka.

Pokus 81

Urobíme si magnetickú ihlu

Pre vaše laboratórium potrebujete urobiť magnetickú ihlu. Úloha nie je ťažká a ihla sa vám v každom prípade zide.

Najjednoduchší spôsob je, že zmagnetizujete obyčajnú ihlu, na jej prostriedok navlečiete tenučkú platničku korku a položíte ju na ustálenú hladinu vody v pohári. Ihla zostane plávať na hladine, pričom udržiava smer sever — juh.

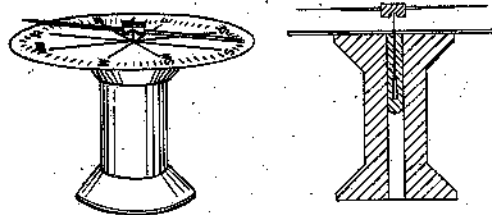
Aj druhý spôsob je jednoduchý. Zmagnetizujte ihlu a zaveste ju presne v prostriedku na niť, prípadne v bode ťažiska. Ihla visiacca na niti bude tiež udržiavať smer sever — juh.

Tretí spôsob je, že ihlu položíte na špicatú kovovú podložku, na ktorej sa môže veľmi ľahko otáčať; má teda možnosť v každom prípade zaujať postavenie, ktoré vyvoláva magnetizmus Zeme.

Vezmite drevenú cievku z nití a dierku v nej zalepte pečatným voskom. Kým je vosk ešte mäkký a teplý, vtláčte doň ihlu na šitie, podľa možnosti takú, aká sa používa na štopkanie a má mierne zaoblenú špičku. Ihlu vtláčte uškom do vosku a špičku nechajte vyčnievať von.

Potom vezmite nejakú starú ihlicu na pletenie, odseknite z nej taký kúsok, aká má byť magnetická ihla a obidva jej konce zašpičatíte pilníkom. Takto pripravenú ihlu zmagnetizujte.

Na prostriedok zmagnetizovanej ihly nakvapkajte väčšie množstvo pečatného vosku. Kým je ešte vosk teplý, sformujte ho do tvaru valčeka, ktorého povrch pozorne zarovnajete. Do valčeka v strede dĺžky urobte zárez (obr. 50).



Obr. 50. Kompas; vľavo pohľad — vpravo prierez

Keď vosk vychladne, postavte magnetickú ihlu na špičku ihly, ktorá vyčnieva z drevenej cievky. Samozrejme, že špička ihly má zapadnúť do zárezu, ktorý ste urobili do pečatného vosku. Keď magnetická ihla nezostane vo vodorovnej polohe, znamená to, že sa vám nepodarilo umiestiť zárez presne do prostriedku. Bude teda treba upravovať polohu ihly a vosku dovtedy, kým ihla nezostane vo vodorovnej polohe. Možno, že bude potrebné ešte niekoľkokrát vosk zohriať, aby ste ho mohli podľa potreby upravovať.

Na vrchnú časť postavenej drevenej cievky prilepte papierové koliesko a jeho obvod rozdeľte pomocou uhlomera na 360 stupňov.

Keď sa už ihla drží vo vodorovnej polohe, bude vždy ukazovať smer sever — juh. Takto ste vaše fyzikálne laboratórium vybavili aj kompasom.

Chceme vidieť neviditeľné

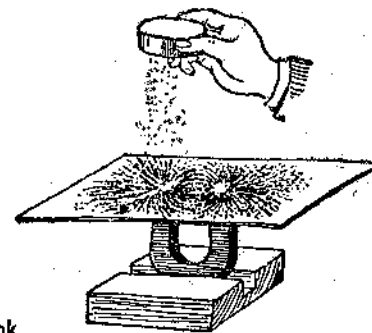
Dnes už ani to nie je veľký problém! Človek si vie poradiť. Vynašiel mikroskop a odvtedy môže pozorovať drobné, kedysi neviditeľné predmety, o existencii ktorých ani netušil. Vynašiel ďalekohľad a odvtedy v ďalekých priestoroch vesmíru pozoruje nebeské telesá, ktoré by inak dodnes zostávali skryté ľudským očiam. Medzi stovky vynálezov tohto druhu sa v posledných rokoch zaradil aj film na fotografovanie, ktorý je citlivý na tzv. infračervené lúče, na ktoré ľudské oko nie je citlivé. Keď sa takýto film použije, možno fotografovať v úplnej tme a napriek tomu sa získajú také kvalitné snímky fotografovaných predmetov, ako keby boli pri fotografovaní osvetlené.

Naozaj, človek sa neustále zdokonaľuje. Túžba po vedomostiach je stále živá, človek sa nikdy nevzdáva a bude sa vždy chcieť dopátrať skutočnej pravdy.

Pôsobenie magnetických síl, s ktorými ste sa dnes stretávali pri všetkých pokusoch s magnetom, je viac ako očividné. My však chceme vedieť ešte viac o povahe tejto sily, najmä chceli by sme vidieť a zachytiť magnetickú silu aj zrakom.

Pomocou mimoriadne duchaplného pokusu dokázali vedci urobiť viditeľnými aj tie neviditeľné čiary magnetických síl, ktorými pôsobí sila magnetu (obr. 51).

Taký pokus si skúste spraviť aj vy.



Obr. 51. Ako si spravíme obrázok siločiar magnetického poľa

Postavte magnet na stôl a položte naň kúsok pevnejšieho bieleho papiera. Najlepšie kúsok kartónu. Na papier sypete cez malé a jemné sitko železné piliny. Nesmie ich však byť priveľa.

Piliny nepokryjú celý povrch papiera rovnomerne. Na papieri sa objavia zaujímavé obrazce, t. j. siločiar magnetickeho poľa. Ak sypete piliny tak, že jednotlivé zrnká majú možnosť odsakovať od papiera a pohybovať sa po ňom, uľahčíte im ich rozmiestenie na papieri podľa siločiar magnetických síl.

Obrazce bývajú rozličné a závisia od tvaru magnetu. Magnet, ktorý má tvar tyčky, vytvára celkom iný obrazec, ako magnet, ktorý má tvar podkovy. Obrazec siločiar nad magnetickou ihlou bude celkom iný, ako nad magnetom, ktorý má kruhovitý tvar.

Magnet je schopný len ako-tak udržať piliny na tých miestach, na ktorých síla pôsobí, takže máme možnosť dobre vidieť tvary siločiar. Keď však papier z magnetu vezmeme, piliny zmenia veľmi rýchlo svoju polohu a obrazec zmizne.

Skúste preto obrazec magnetickej sily nejakým spôsobom zafixovať na papieri. Máte na to niekoľko možností.

Úlohu najlepšie vyriešite tak, keď na magnet položíte fotografický papier a priamo naň nasypete železné piliny. Keď piliny vytvoria vyžadovaný obrazec, osviette fotografický papier a tak získate na ňom vernú podobu toho obrazca, ktorý piliny vytvorili. Lepšie je na tento účel, použiť menej citlivý papier, to znamená kontaktný, ktorý sa používa pri kopírovaní, alebo pri zhotovovaní fotokópií rôznych dokladov. Po osvetlení musíte však papier normálnym spôsobom vyvolať a ustáliť.

Keď nemáte k dispozícii dostatočne veľký formát fotografického papiera, prípadne nemáte nijaký, môžete si obrázok zachovať aj inak.

Biely papier natrite rozriedeným lepidlom a posypte ho cez sitko železnými pilinami. Keď lepidlo zaschne, opatrne papier nakloňte a zosypte z papiera tie piliny, ktoré sa neprilepili. Potom ešte raz zafixujte obrázok rozriedeným lepidlom. Môžete pri tom použiť rozprašovač, ktorý ste si sami spravili, pamätáte?

Namiesto lepidla máte možnosť použiť aj fixatív, ktorý používajú maliari. Rozprášte ho taktiež vlastnoručne vyrobeným rozprašovačom.

Veľmi výhodné je použiť sklenú tabuľku namiesto papiera a na nej urobiť obrazec vytváraný magnetickými silami. Najprv natrite tabuľku skla parafínom alebo voskom. Keď sa jednotlivé zrnká pilín dostanú na svoje miesto, sklo opatrne vezmite a pomaličky zohrievajte nad plameňom, alebo aj nad šporákom dovtedy, kým sa piliny nezaboria do zmäknutej podložky. Potom obrazec pôsobenia síl v magnetickom poli, ktorý ste získali na sklenej tabuľke, zakryte ešte jednou takou tabuľkou. Tak si zabezpečíte, že sa obrázok zachová natrvalo. Také dve sklené tabuľky môžete použiť v budúcnosti aj ako fotografickú platňu, pomocou ktorej sa dajú ľahko urobiť ďalšie kópie. Kópie však budú mať čierny základ a siločiar na nich budú biele.

Pri tomto poslednom pokuse sme sa akosi dlho zdržali. Ani sme nezbadali, ako ten čas rýchlo ubehol, a že sa v našej šope začalo rýchlo zmrákať. Len cez okno ešte vidno odlesky posledných lúčov zapadajúceho slnka.

Veru, je načase pobrať sa domov. Nemali by ste však vo vašom laboratóriu nechávať nič v neporiadku!

V akom neporiadku? Veď sme dnes nič nerozhádzali, pracovali sme len s magnetom.

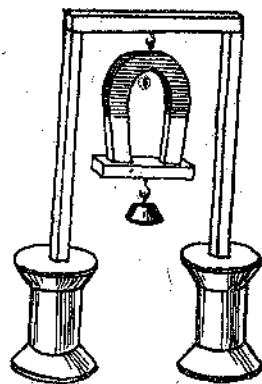
To je pravda, ale ide práve o magnet! Magnet je veľmi chúlостivý prístroj, ktorý si vyžaduje veľkú starostlivosť. Nemožno ho jednoducho vopchať do zásuvky, zamknúť dvere laboratória a odísť.

Magnet musí stále pracovať. Nesmie odpočívať. Sila magnetu sa zvyšuje jeho prácou.

Musíte si preto ešte urobiť na váš magnet jeden špeciálny stojan, na ktorý ho zavesíte, aby ste ho mohli, ako sa hovorí, zaťažiť. Stojan spravte z troch latiek. Na dve kolmé latky zhora pribijete tretiu vodorovnú latku. Môžete si pomôcť znova drevenými cievkami z nití, do ktorých zahlobte spodné časti kolmých latiek. Cievky prilepte na nejakú vhodnú doštičku, aby bol stojan stabilnejší. Na hornú, vodorovnú priečku upevníte malé očko, do ktorého navlečte háčik, ktorý ste si spravili z kúska silnejšieho drôtu. Na tento háčik zavesíte magnet (obr. 52).

Na póly magnetu priložte kúsok železa, t. j. malú železnú tyčku a na ňu znova na drôtený háčik zavesíte menšie závažie. Také, ktoré môže magnet udržať, ale súčasne ho dostatočne zaťažuje. Po niekoľkých dňoch pridajte ešte jedno menšie závažie. Musíte však dať pozor, aby zaťaženie nebolo veľmi

veľké, aby železná tyčka od magnetických pólov neodpadla, lebo tým by sa magnet veľmi oslabil.



Obr. 52. Takto sa opatruje magnet

Takýmto spôsobom teda budete opatrovať váš magnet. Za ten čas, keď magnet nie je zatažený, slabne; aby však svoju hodnotu nestrácal, musí pracovať!

Prácu vo vašom fyzikálnom laboratóriu ste skončili, a tak už „môžete odísť. Zajtra vás čakajú ďalšie pokusy.

Vonku je už tma. Najvyšší čas ísť domov.

„Koľko je, prosím ťa, hodín?“

„Moje hodinky stoja.“

Stoja? Pravdepodobne si bol neopatrný a nechal si ich položené blízko magnetu. Kovové súčiastky hodínok sa zmagnetizovali, predovšetkým však struna tenká ako vlások. Preto zostali stáť! To ale znamená, že hodinky budú potrebovať väčšiu opravu. Bude treba vymeniť tie súčiastky, ktoré sú zmagnetizované.

Hodinky, ktoré majú železný plášť, tie sú pred zmagnetizovaním chránené. Magnet železo priťahuje, ale magnetická sila cez železo nepreniká. Zlaté hodinky teda radšej nenoste. Tie sa nehodia pre tých, ktorí sa zapodieľajú elektrickou alebo magnetizmom. Pre takých sú najlepšie málo elegantné hodinky v železnom plášti, pretože takýmto hodinkám vôbec nevaďí, keď sa dostanú do blízkosti elektrického vedenia alebo aj silného elektromotora. Takéto hodinky sú pre elektrotechnikov najlepšie.

Elektrina

Siedmy deň

Jeden deň v storočí elektriny

Hovoril som vám už, že by bolo múdre, keby ste si viedli denník, v ktorom by ste popisovali svoje pokusy? Nie? To je teda veľká chyba! Keď si vediete laboratórny denník a presne do neho zapisujete, ako ste pokus pripravovali, ako ste ho potom robili a aké výsledky ste dosiahli, tak ste schopní pokus zopakovať, keď sa vám zachce a len tak máte možnosť dosahované výsledky rýchle porovnávať.

Takto pracovali vlastne všetci veľkí učitelia, ale predovšetkým všetci fyzici a chemici. Jeden z najvýznamnejších pracovníkov vedy, aký kedy vôbec žil, slávny anglický fyzik Michael Faraday (majkl feredej) zanechal po sebe v niekoľkých hrubých knihách svoj laboratórny denník. V ňom jednoducho, krátko a jasne popisoval všetky svoje pokusy. Posledný, ktorý si zapísal do svojho laboratórneho denníka, mal poradové číslo 16 041.

Pozrime, ako jednoducho popisuje Faraday jeden zo svojich najvýznamnejších pokusov, ktorý priniesol vyriešenie veľkej záhady vzťahu medzi magnetom a elektrinou a znamenal skutočnú revolúciu vo výrobe elektrickej energie. Pod dátumom 17. októbra roku 1831 si Faraday zapísal:

„Vzal som magnetickú páku, ktorá mala valcovitý tvar ($\frac{3}{4}$ palca priemer a $8\frac{1}{2}$ palca dĺžka) a navliekol som jeden jej koniec do dutiny špirály, urobenej z medeneho drôtu (220 stôp dĺžka). Špirála bola zapojená na galvanometer. Potom som prudkým pohybom zasunul magnet do špirály v celej jeho dĺžke a ručička galvanometra zaznamenala úder. Potom som tak isto rýchlo vytiahol magnet zo špirály a ručička

sa opäť pohla, ale opačným smerom. Takéto pohyby ručičky sa opakovali zakaždým, keď som magnet zasunul alebo vytiahol. To znamená, že elektrický výboj vyvolá len pohyb magnetu a nie samotná magnetická sila, keď je magnet v pokoji."

V čom je vlastne význam tohto tak jednoduchého pokusu?

V dobe, keď Faraday došiel k tomuto významnému objavu, bolo už veľa javov z oblasti elektrotechniky známych, ale bolo ešte stále veľa aj takých, ktoré čakali na objasnenie. Mimoriadne veľké pokroky zaznamenali pri skúmaní elektriny nachádzajúcej sa v pokoji, t. j. v oblasti elektrostatiky. Už od dávna ľudia vedeli, že vplyvom trenia získavajú mnohé látky elektrický náboj. V XVII. storočí vedci tento náboj veľmi dôkladne skúmali. Významnejšie úspechy však dosiahli už na začiatku XVII. storočia, keď sa podarilo zostrojiť prvý elektrický prístroj, v ktorom pomocou trenia vyvolávali elektrický náboj. V polovici XVII. storočia slávny americký štátnik a fyzik Benjamin Franklin (benžamin frenklin) dokázal, že blesk je výsledkom elektrického výboja. Vo vývoji vedy o elektrine zohrala veľmi významnú úlohu jedna veľmi stará detská hračka. Počas búrky púšťal Franklin do vzduchu papierového šarkana a pomocou neho privádzal elektrinu z atmosféry do kľúča, ktorý držal v ruke. Aké skromné prostriedky a aký úžasný pokus! Detská hračka a obyčajný kľúč! Po takomto pokuse prišiel Franklin na nápad, že na domy by sa mali dávať hromozvody, ktoré dokážu zvieŕť blesk do zeme.

Pred koncom XVII. storočia sa vedci začali zaujímať o „elektrické ryby“, t. j. také ryby, ktoré majú elektrický náboj. Keď sa takej ryby dotknete, náboj sa naraz uvoľní a vyvolá úder. Vedci začali skúmať „živočišnu elektrinu“, ako vtedy nazvali tento jav. Taliansky učenc Galvani viedol elektrický výboj z laydenskej fľaše do nôh mŕtvej žaby a zistil, že sa pritom nohy pohli (skrčili). Pri hľadaní silnejšieho zdroja elektrickej energie, Galvani tiež využil búrku. Na železné zábradlie balkóna, na medené háčky, zavesil žaby. Žabie nohy sa začali hýbať ešte skôr, ako sa zablysko. Stačil na to samotný dotyk medi a železa.

Tento jav vysvetlil iný taliansky vedec, Alessandro Volta. Pokus, ktorý vykonal a ktorý neskoršie bol východiskom pre ďalšie vynálezy, nielen že je veľmi jednoduchý, ale bol by skutočne smiešny, nebyť toho, že bol mimoriadne významný. Volta si položil jednu medenú mincu pod jazyk a jednu že-

leznú mincu na jazyk a spojil ich kúskom drôtu. Na jazyku mal pocit niečoho slaného. Podivuhodné je, že vôbec prišiel na nápad robiť takýto pokus. Naozaj je to nádherný príklad toho, že vo vede nie je nič nezaujímavé a bezvýznamné. Vedecké myslenie kráča vlastnými cestami, preniká všade, skúma všetko, pýta sa vždy odkiaľ a prečo a aký bude výsledok vtedy, keď sa tak alebo onak zmenia podmienky, pri ktorých sa určitý jav skúma. Volta potom prišiel na nápad nahradiť jazyk silným kartónom, namočeným v slanej vode. Získal taký istý elektrický jav. Takto vznikol prvý galvanický článok. Potom poskladal viac takýchto článkov do jednej batérie. Vzal zinkovú platničku, navrch dal vrstvu papiera, potom olovenú platničku, opäť zinkovú a takto ešte niekoľko ďalších vrstiev. Keď spojil spodnú zinkovú platničku s vrchnou medenou, zistil, že cez drôt stále prúdi elektrický prúd. Toto bola prvá galvanická batéria, čiže „Voltov stĺp“.

Tento vynález odkryl nové pole výskumu v oblasti elektriny, t. j. bol objavený elektrický prúd. Chemici začali skúmať vplyv elektrického prúdu na chemické zlúčeniny a prvky; lekári skúmali jeho pôsobenie na bunky živého a mŕtveho tkaniva a začali ho využívať pri liečení, fyzici skúmali jeho vlastnosti a zákony. Vedci objavili vzájomnú súvislosť medzi elektrinou a magnetizmom aj keď túto súvislosť ešte nedokázali vysvetliť. Vynašli spôsob, ako pomocou elektrickej energie vyvolať magnetizmus a zhotovili aj elektromagnet.

Faraday sa v tomto období pokúšal vyvolať opačný proces, t. j. pomocou magnetu získať elektrický prúd. To sa mu aj podarilo pri jeho slávnom pokuse dňa 17. októbra 1831. Nemyslite si však, že na tento pokus prišiel náhodou. Pokus bol výsledkom desaťročného rozmyšľania a experimentovania. O Faradayovi sa rozpráva, že v tých rokoch mal vždy pri sebe vo vrecku kúsok drôtenej špirály a magnet, a že kedykoľvek, aj uprostred rozhovoru v spoločnosti, vytiahol z vrecka drôtenú špirálu, zasunul do nej magnet, chvíľu rozmyšľal, vložil všetko opäť do vrecka a len potom pokračoval v rozhovore.

Slávny Faradayov pokus odhalil spôsob, ako možno pomocou mechanickej sily, pohybom magnetu, vyrobiť elektrický prúd. Takto sa vynášiel spôsob, ako premeniť mechanickejšiu energiu na elektrickú energiu. Niekoľko mesiacov po Faradayovom objave sa podarilo zhotoviť už aj prvý elektromotor. Tepelná energia sa premenila na mechanickejšiu a mechanickejšiu na elektrickú. Potom už nebolo ťažké postupovať aj naopak,

t. j. premeniť elektrickú energiu na mechanickú a využiť elektrickú energiu na prácu. Od toho okamihu začala elektrina ovládať svet a v XX. storočí môžeme pozorovať úplné víťazstvo elektriny nad všetkými ostatnými druhmi energie.

K obrovskému rozmachu, k tomu, že elektrina nadobudla veľký význam vo výrobe i v celom živote kultúrneho ľudstva, prispel významnou mierou Nikola Tesla, jeden z najväčších technických génov všetkých čias a všetkých národov.

Iskry z papiera

Pokus 83

Zatiahnite záclony na oknách. Potrebujete zatemnenú miestnosť, pretože tento pokus musíte robiť potme.

Vezmite hárok papiera. Papier zohrejte nad pecou tak, aby sa dokonale vysušil, t. j. treba ho zbaviť vlhkosti. Je dôležité, aby ste tento pokus robili v suchom ovzduší. Pokus by sa vám vôbec nevydaril napr. v kuchyni, v ktorej sa varí; dokonca aj ruky musíte mať celkom suché.

Teda takto zohriaty papier položte na stôl a pretrite ho niekoľkokrát rukou alebo súknom.

Keď papier nadvihnete a priblížite k nemu kĺb prsta, keď ste v tmavej miestnosti, uvidíte, že z papiera preskakujú iskry do prsta.

Čím je papier menší, tým menšie sú aj iskry. Keď vezmete noviny, môžete dosiahnuť pekné iskry na vzdialenosť 15 až 20 cm. Iskrenie možno zosilniť tak, že na zelektrozovaný papier položíte nejaký kovový predmet, napr. kľúč, kovový peniaz, alebo niečo podobné; tým iskrenie podporíte.

Zaujímavé je pozorovať potme aj ďalší pokus, ktorý sa robí trochu inak.

Vezmite list novinového papiera a ľavou rukou ho pridržiavajte na stene a pravou ho silno trite.

Na toto trenie sa veľmi dobre hodí kefa na šaty, kúsok kožušiny, vlnenej látky alebo aj kúsok kože.

Prírodzene, ako som už spomínal, ešte predtým musíte papier zohriať nad pecou.

Keď niekoľkokrát papier pošúchate, môžete ho pustiť, pretože zostane na stene ako prilepený.

Skúste papier od steny odtrhnúť. Budete počuť zreteľne praskanie a vidieť lietajúce iskry.

Na operadlo stoličky položte nejakú palicu tak, aby bola vyvážená, vo vodorovnej polohe.

Opísaným spôsobom zelektrozujete kúsok mäkkšieho kartónu. Stačí, keď dostatočne zelektrozovaný kartón priblížite k palici a palica sa vychýli.

Veľmi dobré výsledky sa dajú doceliť s pergamenovým papierom, najmä ak ako podklad použijete voskové plátno.

Papier sa vám podarí podstatne lepšie zelektrozovať vtedy, keď ho predtým určitým spôsobom upravíte.

Pripravte si zlúčeninu z rovnakých dielov kyseliny dusičnej a kyseliny sírovej. Do tejto zlúčeniny namočte obyčajný papier, biely filtračný papier, mäkký kartón alebo aj preklepový papier. Keď papier nasiakne zlúčeninou, vytiahnite ho, nechajte roztok vypariť a papier dobre vysušte.

Takto ste si z papiera urobili, nie celkom dokonalú, ale predsa len takú výbušninu, ktorá sa nazýva pyroxylin, čiže strelná bavlna. Zaiste sa pamätáte, že takúto výbušninu používal aj Impi Barbicane (impej barbiken), hlavný hrdina románu Juliana Verneho (žil vern) „Cesta na Mesiac“. Aj on nabíľ práve takouto výbušninou svoje zázračné delo, z ktorého vystrelili jeho medziplanetárnu strelu.

Vráťme sa však k nášmu elektrickému papieru. Keď takto preparovaný papier položíte na voskové plátno a poriadne papier vyšúchate niektorým zo spomínaných prostriedkov, okamžite bude schopný priťahovať ľahšie predmety. Ak budete papier šúchať v tmavej miestnosti, uvidíte, že v tom okamihu, keď sa oddeľuje od voskového plátna, celý povrch papiera svieti ako fosfor; a keď k papieru priložíte prst, preskočí z neho jasná iskra.

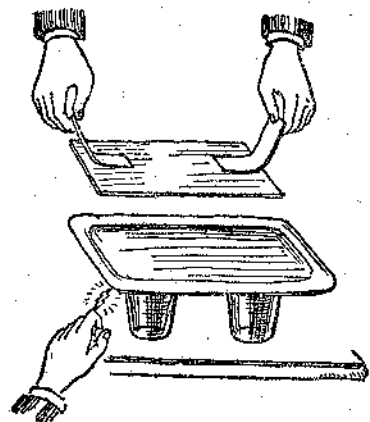
Pokus 84

Podnos ako zelektrozované teleso

Keď už vieme, ako sa dá vyvinúť elektrina z papiera, chceme teraz takto vzniknutý elektrický prúd preniesť na obyčajný plechový podnos, ktorý použijeme ako celkom jednoduchý nosič elektrického náboja.

Podnos postavte na dva poháre, ktoré stoja na stole. Musíte dbať, aby bol podnos aj poháre dokonale suché. Poháre majú za úlohu izolovať podnos od stola, a tým aj od zeme.

Vystrihnite kus baliaceho papiera vo veľkosti dna podnosu. Na obe kratšie strany tohto papierového obdĺžnika prilepte dva pásiky z toho istého papiera. Použijete ich ako držadlá, aby ste sa papiera nedotýkali priamo rukami. Aby pásiky papiera boli skutočne dobre izolované od papierového obdĺžnika, prilepte ich pečatným voskom (obr. 53).



Obr. 53. Zelektrované teleso

Keď ste už urobili všetky spomínané prípravy, papier zohrejte nad prudkým ohňom tak, aby bol dokonale suchý a aby jeho teplota bola čo najvyššia. Potom ho rýchlo, skôr ako vychladne, položte na drevený stôl a silno vysúchajte tvrdou a suchou keľou na šaty. Zelektrovaný papier chyťte za spomenuté pásiky, priložte ho na podnos a dotknite sa ho prstom. Nápokon skúste papier nadvihnúť z podnosu, držiac ho stále za voskom prilepené pásiky.

Keď jeden z prítomných priblíži k papieru kľb svojho prsta, preskočí naň z papiera viditeľná iskra.

Aby ste mohli akumulovať elektrinu, ktorú ste takýmto spôsobom vyrobili, spravte si celkom jednoduchú laydenskú fľašu.

Pokus 85

Jednoduchá laydenská fľaša

Aj my chceme v laydenskej fľaši, ktorú si sami vyrobíme, sústrediť elektrinu, ktorú sme si vyrobili tak, ako je to popísané v predchádzajúcom pokuse.

Do pohára nasypete olovené broky a do prostriedku zapichnete kávovú lyžičku a dostanete najjednoduchšiu laydenskú fľašu.

Keď kovovú masu v pohári nabijete elektrinou, elektrina v nej zostane. Keďže sklo je dobrý izolátor, elektrina z kovovej masy nemá spojenie so zemou, a preto zostane v pohári.

Teraz však ešte musíte váš akumulátor nabiť elektrickým prúdom.

Zopakujte predchádzajúci pokus tak, ako sme si už povedali. Papier poriadne pošúchajte a položte ho na podnos. Potom k hrane podnosu rýchlo priložte lyžičku. Elektrický prúd sa dostane z podnosu cez lyžičku do kovovej masy v pohári. Toto niekoľkokrát zopakujte, a tak váš kondenzátor bude lepšie nabitý.

Keď priložíte kľb prsta k držadlu lyžičky, preskočí z nej oveľa dlhšia a jasnejšia iskra ako z podnosu.

Pozor na to, aby všetky predmety, s ktorými pracujete, boli celkom suché, t. j. lyžička, pohár, ako aj broky v ňom.

Pokus 86

Podivné kyvadlo

Požiadajte svojich priateľov, aby rozkývali kyvadlo, ktoré ste pred nich postavili, ale tak, aby sa ho ani nedotkli, ani nerozprúdili vzduch okolo neho. Magnet im v tomto prípade nepomôže, pretože guľka naspodku kyvadla nie je kovová.

Či prídu na to, ako to možno urobiť, neviem. Záleží na tom, do akej miery sa oboznámili s elektrinou. Vy už ale určite viete, čo treba robiť. Dovoľte mi však, aby som vám predsa len aj pri tomto pokuse pomohol.

Predovšetkým si spravte stojan na kyvadlo. Môžete použiť drevenú cievku z niti. Prilepte ju na doštičku, aby bol stojan stabilnejší. Do dierky na cievke zapichnete drevenú paličku asi 20 až 25 cm dlhú. Musíte ju dobre zatĺcť, aby stála rovno a nehýbala sa. Na vrch tyčky pripevnite vodorovne tenšiu pa-

ličku, asi 10 cm dlhú. Môže to byť aj kúsok hrubšieho drôtu. Na koniec tejto tyčky alebo drôtu pripevníte malý háčik a stojan je hotový.

Na háčik zaveste hodvábnu niť, na konci ktorej priviažte guľku spravenú z drene čiernej bazy alebo aj z papiera, keď sa vám nepodarí obstaráť si čiernu bazu. Pamätajte na to, že musíte použiť tenkú hodvábnu niť, pretože v tomto prípade nevyhovuje bavlnená alebo vlnená priadza. Elektrické kyvadlo je teda hotové.

Guľka z bazy v pokoji visí na hodvábnnej niti. Ako postupovať, aby ste ju dostali z jej terajšieho postavenia, keď nesmiete potriať stojanom, ani sa nesmiete dotknúť nite, ani na ňu fúkať?

Aj tento problém sa dá ľahko vyriešiť. Pošúchajte kúsok pečatného vosku a jeden jeho koniec priblížte ku guľke kyvadla. Vosk guľku pritiahne.

Pravda je to celkom jednoduché, len treba na to prísť.

Zaujímavé je však aj to, čo sa bude diať ďalej. Chvíľku zostane guľka na tyčke pečatného vosku, potom odpadne a odletí na druhú stranu. Keď k nej vosk znova priblížite, bude od neho stále uhýbať. Jej priateľstvo s voskom bolo veľmi krátkodobé. Asi ju veľmi sklamať.

Keď sa však ku guľke priblížite rukou, ruka ju pritiahne, ako keby bola zelektřizovaná. Keď potom znova dáte do blízkosti guľky tyčku pečatného vosku, ktorý ste trochu pošúchali, guľka už od neho neuteká, ale ťahá sa za ním, ako na začiatku nášho pokusu.

Prečo vlastne utekala guľka od vosku?

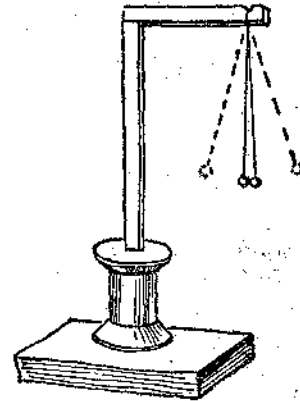
Zelektřizovaný vosk dokázal svojou elektrinou pritiahnuť ľahkú guľku urobenú z drene čiernej bazy. Dotykom s voskom sa zelektřizovala aj guľka, a preto potom pred voskom unikala. Vy ste ruku zelektřizovanú nemali, a preto smerovalo kyvadlo k nej a odovzdalo jej svoju elektrinu. Potom už, keďže nebolo zelektřizované, správalo sa tak ako na začiatku.

To, že guľka bola skutočne zelektřizovaná, kým neodovzdala svoju elektrinu vašej ruke, a že preto utekala pred voskom, dokážeme pomocou nasledujúceho pokusu.

Pokus 87

Dvojité elektrické kyvadlo

Na stojan zaveste ešte jednu guľku urobenú z drene čiernej bazy, a to tak, aby guľky viseli vedľa seba (obr. 54).



Obr. 54. Dvojité elektrické kyvadlo

Keď k nim priblížite tyčku zelektřizovaného, pečatného vosku, obe guľky sa pohnú smerom k vosku, okamih na ňom zostanú prilepené, a potom rýchlo odletia opačným smerom.

Guľky sa však už nevrátia do svojej pôvodnej polohy. Nezostanú visieť vedľa seba. Budú vzdialené jedna od druhej, takže hodvábnne nite, na ktorých visia, zvierajú navzájom ostrý uhol.

Keď k nim priblížite ruku, obe guľky polefia smerom k ruke a odovzdajú jej svoju elektrinu. Potom už budú opäť v pokoji visieť vedľa seba, bez akejkoľvek zábrany.

Pokus 88

Elektroskop

Elektrické kyvadlo, ktoré ste si spravili pri predchádzajúcom pokuse, vám ukazuje, či nejaké teleso, ktoré ku kyvadlu priblížite, obsahuje elektrinu alebo nie. Prístroj, ktorým sa zisťuje, či je určité teleso zelektřizované alebo nie, sa nazýva elektroskop.

Vaše kyvadlo je však veľmi nedokonalý elektroskop, pre-

tože nie je dostatočne citlivé. Pokúsme sa preto spraviť si lepší a citlivejší elektroskop.

Pohľadajte niekde doma fľaštičku so širokým dnom, okrúhleho tvaru, v akých bývajú rôzne lieky.

Potom vezmite silný mosadzný alebo medený drôt, 6 až 8 cm dlhý. Jeden koniec drôtu rozklepte kladivkom na plocho. Drôt prevlečte cez zátku. Na horný koniec drôtu nastoknite guľku z pečatného vosku a obaľte ju staniolom. Na každú stranu plochého konca drôtu prilepte po jednom malom pásiku staniolu. Týmto koncom vložte drôt do fľašky a zatvorte ju zátkou a váš elektroskop je hotový.

Ak sa dotknete guľky tyčkou pečatného vosku, ktorý ste predtým trelí kúskom kožušiny, dva pásiky staniolu sa vo fľaške vzdialia jeden od druhého.

Dva druhy elektriny?

Pokus 89

Pomocou vášho elektroskopu urobte nasledujúci pokus: Kúsok pečatného vosku trite kožušinou a zelektrizujte elektroskop tak, aby sa pásiky staniolu rozostúpili.

Potom kúskom kože vyšúchajte sklenú zátku a priblížte ju k vášmu elektroskopu. Pásiky staniolu sa tesne spoja. Keď zátku odtiahnete, pásiky sa znova rozostúpia.

Keď potom opäť priložíte pečatný vosk, pásiky staniolu sa rozostúpia ešte viac.

Je celkom jasné, že zelektrizovaná sklená zátku pôsobí celkom opačne ako pečatný vosk.

Tento jav si môžete overiť ešte jednou skúškou.

Na dvojitý drôtený háčik, ktorý zavesíte na hodvábnu niť, položte zelektrizovaný kúsok pečatného vosku tak, aby ležal na háčiku v rovnováhe.

Keď k nemu priblížite zelektrizovanú sklenú zátku, pohne sa smerom k nej. Keď k nemu priblížite zelektrizovaný kúsok pečatného vosku, bude sa od neho vzdalovať.

Pozorujeme vlastne podobný jav ako pri magnete. Zelektrizovaný kúsok pečatného vosku odpudzuje taký istý kúsok vosku, ale priťahuje sklenú zátku. Skutočne existuje rozdiel medzi elektrinou v pečatnom vosku a elektrinou v skle.

Pokus 90

Plus a mínus?!

Plus a mínus?! Znamienka pre sčítanie a odčítanie. Čo tieto hľadajú v našom laboratóriu?

Označujeme nimi rozdiely, ktoré existujú medzi elektrinou v skle a elektrinou v pečatnom vosku. Prvú nazývame kladná, druhú záporná.

Kedykoľvek trieme dve telesá jedno o druhé, vyvíja sa kladný aj záporný elektrický prúd. Keď sú telesá, ktoré trieme kovové, prúdi elektrina do nášho tela, pretože kovy sú dobrými vodičmi elektriny. Naproti tomu, ak ide o zlé vodiče, akými sú sklo alebo pečatný vosk, elektrina v nich zostáva.

Abyste si to dokázali, priviažte kúsok kožušiny na sklenú tyčku. V jednej ruke držte sklo a tou kožušinou šúchajte kúsok pečatného vosku.

Keď sa potom pečatným voskom dotknete elektroskopu, lístky staniolu sa rozostúpia. Sú totiž zelektrizované zápornou elektrinou tak isto, ako bol zelektrizovaný pečatný vosk. Keď ale k elektroskopu priložíte kožušinu, ktorá je priviazaná ku sklenej tyčke, lístky staniolu sa spoja, z čoho môžeme vyvodiť, že kožušina bola nabitá kladnou elektrinou.

V každom dobrom vodiči existuje kladná aj záporná elektrina. Elektroskop vám dobre poslúži aj pri dokazovaní tejto skutočnosti.

Stačí ak do blízkosti guľky vášho elektroskopu dáte kúsok pečatného vosku, ktorý ste predtým trelí a ktorý je preto nabitý zápornou elektrinou. Vosk ihneď pritiahne k povrchu guľky pozitívnu elektrinu z guľky aj z drôtu, kým negatívnu elektrinu vytlačí na opačný koniec drôtu, t. j. (do staniolových lístkov elektroskopu). Lístky sa v dôsledku toho rozostúpia aj bez toho, aby sa tyčka pečatného vosku čo aj len dotkla guľky elektroskopu.

Keď sa potom rukou dotknete guľky na prístroji, ten odovzdá vášmu telu kladnú elektrinu a lístky staniolu zostanú nabité zápornou elektrinou.

Zjednodušený elektroskop

Z predchádzajúceho je vám jasné, akým dôležitým prístrojom je pre nás elektroskop.

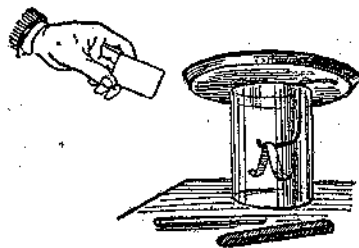
Teraz sa naučíme spraviť si ho rýchlo, bez akýchkoľvek špeciálnych príprav a to z toho, čo máme vždy poruke.

Zohníte kúsok drôtu dvakrát do pravého uhla tak, aby sa podobal písmenu Z. Jednu časť drôtu opríte o horný okraj pohára, druhá časť nech ide koľmo pozdĺž steny pohára, ale sa jej nedotýka a tretí diel drôtu je v pohári vo vodorovnej polohe. Na tento diel zaveste prehnutý pásik staniolu. Na vrch pohára položte kovový podnos alebo nejaký plech. Podnos pritlačte vrchnú, vodorovnú časť drôtu a pridržiava ho v tej polohe, ako to potrebujete. A to je naozaj veľmi jednoduchý elektroskop.

Keď potom v blízkosti podnosu podržíte sklenú zátku, alebo tyčku pečatného vosku, ktorý ste predtým silno trelí vinevou tkaninou, môžete pozorovať, ako sa lístky stanioly rozostupujú.

Elektroskop môžete použiť aj na to, keď chcete zistiť, či je nejaký predmet zelektrizovaný kladne alebo záporne.

Ak šúchate napr. hárok papiera štetcom a priložíte papier k podnosu, lístky stanioly sa rozostúpia práve tak, ako keď ste k podnosu priložili sklenú zátku. Podnosu sa dotknite prstom a lístky stanioly klesnú dolu. Keď potom papier odťahnete, lístky sa znova rozídu. Prístroj je v tomto prípade nabitý elektrinou opačného pólu, ako bola elektrina z papiera.



Obr. 55. Zjednodušený elektroskop

Aby ste zistili, či je táto elektrina kladná alebo záporná, k podnosu pomaličky priblížte sklenú zátku, ktorú ste predtým poriadne trelí súknom (obr. 55). Lístky stanioly sa rozídu ešte viac. Z toho môžete vyvodiť, že v staniole je kladná

elektrina, pretože aj elektrina na sklenej zátke je kladná. Elektrina z papiera bola teda záporná.

Pokus 92

Kolotoč pod pohárom

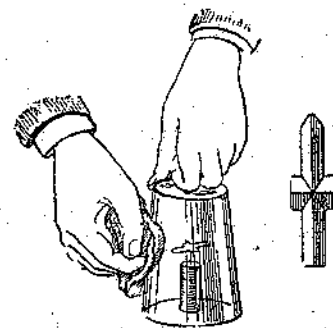
Na špičku ihly postavte malú papierovú vrtuľku a priklopte ju pohárom.

Prinúťte však vrtuľu, aby sa otáčala bez toho, aby ste pohár nadvihli.

Takýto návrh ste dali svojim prízerajúcim sa priateľom. Oni už vedia, že je to možné, a že vy túto úlohu celkom ľahko dokážete splniť, ale aj tak bezradne pozerajú na vrtuľku pod pohárom a uvažujú o tom, ako ju rozkrútiť, keď k nej nie je prístup.

My si však povedzme predovšetkým to, ako má naša vrtuľka vyzerat.

Z papiera vystrihnete kríž, ktorého vrch je špicatý. Konce kríža musíte upraviť tak, aby zostal vo vodorovnej polohe, t. j. v rovnováhe, keď ho položíte na špičku ihly v bode, kde sa pretínajú osi kríža. Ihlu zapichnete do korkovej zátky tak, že jej uško kliešťami vtlačíte do korkovej zátky a jej špička vyčnieva von. Pamätajte však na to, že papierový kríž nechceme na ihlu napichnúť, ale len zľahka na ňu položiť. Potom ešte zohrejte pohár, aby bol celkom suchý a priklopte ním váš nádejný kolotoč (obr. 56).



Obr. 56. Keď pošúchate pohár, vrch kríža sa otočí smerom k tomu miestu, kde pohár šúchate

Práve teraz ste sa zamysleli nad tým, o akom kolotoči to vlastne rozprávam?

Na koniec každého ramena kríža pripevníte nejakého pa-

pierového koníka s jazdcom, alebo papierové autičko, záleží to len od vašej fantázie — a kolotoč máte hotový.

Teraz vám už naozaj nič nechýba, len kolotoč rozkrútiť. Na to stačí, ak budete trieť tú stranu pohára, na ktorú chcete, aby sa otočil vrch kríža. Pohár trením zelektizujete, v dôsledku čoho sa kríž pohne smerom k tomu miestu, na ktorom tríte pohár.

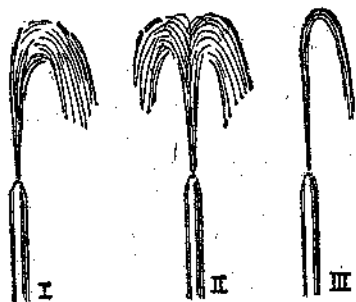
Ak budete súčasne trieť bočnú stenu pohára aj dno, ktoré je pri tomto pokuse obrátené nahor, kríž sa začne rýchlo otáčať, t. j. dá sa do pohybu bez toho, aby ste sa ho dotkli.

Pokus 93

Elektrický vodomet

Je zaujímavé pozorovať, ako pôsobí elektrína na prúd vody z vodometu.

Spravte si niektorý z tých vodometov, ktoré už dobre poznáte. Pozorujte prúd vody, ktorý z neho strieka do výšky. Tesne nad otvorom sklenej rúrky je prúd vody čistý a priehľadný a ďalej je už mliečny. Potom ešte kúsok strieka hore bez toho, aby sa menil jeho tvar. Nakoniec sa triešti na kvapky, ktoré padajú naspäť dolu. V skutočnosti už v tej časti, kde je prúd vody mliečny, dochádza k rozptýleniu jediného prúdu vody do niekoľkých samostatných menších prúdov, ktoré vytryskujú do výšky jeden vedľa druhého a len pôsobia takým dojmom, ako by šlo o jediný prúd vody (obr. 57).



Obr. 57. Ako pôsobí na vodu elektrína

I. prúd vody; II. prúd vody, keď k nemu priblížime silno zelektizovanú zátku; III. prúd, keď k nemu priblížime slabso zelektizovanú zátku

Potrite silno sklenú zátku a priblížte ju na niekoľko centimetrov od prúdu vody. Drobné prúdy vody sa rozptýlia hneď

nad tým miestom, kde je voda ešte priehľadná a rozprášia sa v širokom oblúku na všetky strany.

Skúste na sklenú zátku, ktorá nie je zelektizovaná, alebo na pečatný vosk zachytiť niekoľko kvapiek tohto prúdu vody a priložte ich ku guľke vášho elektroskopu. Zistíte, že lístky stanoliu sa rozostúpa, čo je jasný dôkaz toho, že kvapky vody sú zelektizované.

Teraz budete postupovať trochu inak. Pošúchajte zátku celkom slabso a priblížte ju k prúdu vody, — tentokrát však do väčšej vzdialenosti. Môže to byť niekoľkocentimetrová vzdialenosť.

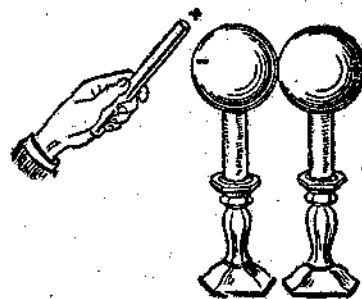
V tomto prípade sa kvapky nerozprsknú na všetky strany, ale naopak, padajú k zemi celkom blízko pri vodomete. Vyzerá to tak, akoby ich niečo tlačilo. Na vyvolanie tohto javu stačí len nepatrné množstvo elektriny, napr. kúsok pečatného vosku, ktorý ste jediný raz pretiahli po rukáve kabáta. Dobre vyšúchaná sklená zátka bude pôsobiť na vodu aj zo vzdialenosti jedného metra.

Pokus 94

Čo nám povedia dve kovové gule

Zaujímavú skúšku môžete urobiť pomocou dvoch kovových guľ. Najlepšie sa na to hodia nikľové, mosadzné alebo medené gule. Ak ale nenájdete nič lepšie, môžete použiť aj dve okrúhle plechové škatule, aké bývajú napr. z krému na topánky.

Gule postavte na dve sklené rúrky a umiestnite ich tak, aby sa dotýkali (obr. 58).



Obr. 58. Rozdeľenie elektriny na guľkách

Keď podržíte dobre vyšúchanú tyčku pečatného vosku v blízkosti jednej gule, sústreďí sa v nej kladná elektrina, pretože elektrina v pečatnom vosku, ako ste sa už presvedčili pri predchádzajúcich pokusoch je záporná. Do druhej gule sa preto sústreďí záporná elektrina.

Keď potom gule oddelíte od seba, oddelili ste tým aj obidve elektriny. Jedna guľa je nabitá kladne a druhá záporne, o čom sa ľahko presvedčíte pomocou elektroskopu.

Opäť priložte gule k sebe, ale tak, aby medzi nimi zostala malá medzera. Skôr, ako ich prisuniete tesne jednu vedľa druhej, preskočí iskra z jednej gule do druhej, a potom už váš elektroskop nebude ukazovať nijaké známky elektriny.

Pokus 95

Aj ľudské telo obsahuje elektrinu

Že sa elektrina nachádza aj v ľudskom tele, dokážeme pomocou podobného pokusu.

Na podlahu postavte štyri rovnaké poháre a položte na ne dosku. Na túto dosku sa opatrne postaví jeden z prítomných. Jednou rukou sa bude dotýkať guľky vášho elektroskopu a druhú ruku natiahne od tela (rozpaží).

Keď do blízkosti tejto natiahnutej ruky dáte zelektrozovaný kúsok pečatného vosku, v elektroskope sa lístky staniolu rozostúpia.

Záporná elektrina pečatného vosku priťahuje kladnú elektrinu z tela do natiahnutej ruky, a vyženie zápornú elektrinu do druhej ruky. Prejaví sa to aj na elektroskope.

Pokus 96

Kocúr — výrobca elektriny

Keď máme v našom tele elektrinu my, musí ju mať aj náš kocúr, rozmýšľali sme vtedy my, keď sme skončili pokus, ktorý som vám pred chvíľou opísal. Odtiaľ pochádza aj to zvláštne pukotanie, ktoré z času na čas počujeme, keď kocúra hladkáme po srsti a on sa k nám túli, tešiac sa pozornosti, ktorú mu takto preukazujeme.

Využite príležitosť, keď je kocúr dobre naladený a spravte si z neho prístroj na výrobu elektrického náboja.

Nohy stoličky postavte do pohárov alebo na sklené podložky pod klavír. Jeden z prítomných si sadne na stoličku, vezme si kocúra na lono a bude ho celkom zľahka hladkať. Keď asi desaťkrát prejde rukou po jeho srsti, budete počuť známy pukot, ktorý vlastne spôsobujú elektrické iskry. Keby ste robili pokus v tmavej miestnosti, iskry by ste aj videli. Ak ten, kto kocúra drží na lone, bude v hladkaní pokračovať, môžete z tela kocúra získať aj elektrické iskry. Dávajte si však pri tom pozor na oči!

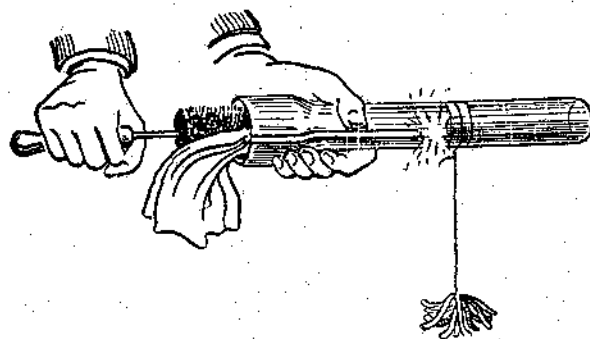
Aby sa pokus skutočne vydaril, treba ho robiť vtedy, keď je suché počasie, alebo robte pokus v dobre vykúrenej miestnosti. Dbajte aj na to, aby ruka toho, kto pokus robí bola suchá a aby sa jeho odev nedotýkal oblečenia tej osoby, ktorá sedí na stoličke, pretože by sa elektrina z tohto nášho živého kondenzátora dostávala do zeme.

Pokus 97

Najjednoduchšie elektrické prístroje

Vezmite širokú sklenenú rúrku, môžete použiť aj cylinder z petrolejovej lampy.

Okolo prostriedku cylindra nalepte pásik staniolu široký asi 4 cm. Na jednom konci rúrky (ak použijete cylinder, tak na jeho užšom konci) prilepte pásik staniolu pozdĺž rúrky tak, aby medzi ním a staniolovým krúžkom bola asi centimetrová medzera. Pásik má byť 2 cm široký. Pripevnite ho na tom konci, ktorý je bližšie ku krúžku. Potom vezmite štetku na umývanie fľaš, obalte ju hodvábnou šatkou a dobre ňou vy-



Obr. 59. Elektrický prístroj. Pri každom potiahnutí štetky na jednu alebo na druhú stranu v cylindri, preskočí iskra medzi prsteňom a staniolovým pásikom.

šuchajte vnútro rúrky. Dbajte na to, aby ste sa rukami nedotýkali staniolu. Ako má tento prístroj vyzerať, vidíte na obr. 59.

Keď budete robiť pokus v tmavej miestnosti, uvidíte elektrickú iskra po každom pretiahnutí štetky medzi prsteňom staniolu a pásiikom zo staniolu.

Cez prsteň zo staniolu môžete zavesiť na medenom drôte niekoľko pásiikov tenkého papiera. Keď budete pohybovať štetkou z druhej strany cylindra, uvidíte, ako sa pásiiky papiera oddeľujú, celkom tak ako pásiiky staniolu v elektroškope.

Tento jednoduchý elektrický prístroj nám dokazuje súčasne niekoľko javov: elektrizovanie skla vplyvom trenia, vodivosť kovu, nevodivosť skla, ako aj výboje, ktoré vznikajú pri rovnakom elektrickom náboji.

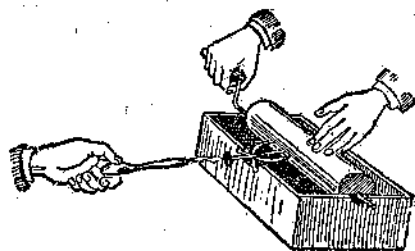
Neskúšajte robiť tento pokus vtedy, keď je vlhké počasie. Aby pokus mohol prebiehať úspešne, musia byť všetky predmety, ktoré pri pokuse používate, dobre vysušené a zohriate ešte predtým ako s nimi začnete pracovať.

Môžete si spraviť ešte ďalší vynikajúci prístroj na výrobu elektriny. Potrebujete na to valček síry. Kúsok síry valcovitého tvaru možno aj kúpiť, alebo si ho môžete spraviť aj sami, keď roztopenú síru nalejete do hladkej formy valcovitého tvaru.

Kým je síra teplá, zasuňte do jednej podstavy valca kliniec tak, aby asi 2 cm vyčnieval von a do druhej podstavy zapichnete kúsok drôtu dvakrát ohnutého do pravého uhla, ktorý bude slúžiť ako kľučka.

Nájdite si vhodnú drevenú alebo papierovú škatuľu, ktorej rozmery zodpovedajú veľkosti valca. Valec umiestite na škatuľu tak, aby sa na jednej strane opierala o hranu škatule klincom a na druhej strane o náprotivnú hranu škatule drôtenu kľučkou, tak ako je to znázornené na obr. 60.

Tam, kde sa časti valca opierajú o škatuľu, vopred na-



Obr. 60. Elektrický prístroj so sírovým valcom

kvapkajte pečatný vosk, aby bol sírový valec dobre izolovaný od škatule.

Na tretiu hranu škatule, ktorá je pozdĺž valca, pripevnite pomocou pečatného vosku kliniec, na ktorý prilepte opäť pečatným voskom niekoľko špendlíkov. Špendlíky usporiadajte tak, aby na konci klinca vytvárali niečo podobné ako sú zuby hrebeňa.

Teraz už môžete prístroj spustiť. Jednou rukou krúťte sírový valec pomocou kľučky, ktorú ste spravili z drôtu, a druhú ruku držte položenú na valci. Keď priblížite ku klincu nejaký kovový predmet, povedzme lyžičku, objavia sa veľké belasé iskry, ktoré sú v tme veľmi dobre viditeľné.

Takto vyzeral jeden z prvých elektrických prístrojov, ktorý zhotovil Otto von Guericke (oto fon gerike).

Pokus 98

Noví herci v našom divadle

Riaditeľ nášho divadla angažoval nových hercov, o ktorých vám ani neviem povedať, či sú lepší vo veselohre alebo v strašidelných scénach.

Posúďte to sami. Predovšetkým si musíte obstaráť dreň čiernej bazy. Zhotovte z nej také figúrky, aké dokázete. Jednotlivé časti ich tela pospájajte hodvábnou niťou. Vlasy a končatiny môžu mať tiež z hodvábných nití.

Na celuloidovú platničku, 20 až 30 cm dlhú, prilepte tenký listok staniolu, 10 až 15 cm dlhý. Platničku položte na drevený stôl a šuchajte ju dlaňou, striedavo hore-dolu. Keď ju potom jednou rukou zdvihnete a druhú ruku priblížite k staniolu, vyšľahne z neho iskra do vzdialenosti 1 až 2 cm.

Po poriadnom vyšúchaní platničky položte figúrky na staniol. Budete svedkami podivného výjavu: figúrky začnú skákať, pohybovať rukami aj nohami, budú sa im dvíhať vlasy na hlave, ako keby sa boli veľmi naľakali.

Pokus 99

Záhada, ktorá vzrušila svet

V roku 1820 vyvolal veľký ohlas vo vedeckom svete referát dánskeho vedca Ersteda na tému: „Pokusy s vplyvom elek-

trické energie na magnetickú ihlu." Bol to celkom kratučký, trojstránkový referát, latinsky písaný, ako v tej dobe všetci vedci oznamovali výsledky svojich výskumov.

Pokus, ktorý urobil Ersted, zaujal okamžite mnohých vedcov, ktorí v tej dobe pracovali v najznámejších vedeckých inštitúciách v Londýne, Paríži, Mníchove, Heidelbergu, Florencii, Ženeve a v Petrohrade. Vedci začali skúmať pohyb magnetickej ihly vplyvom elektrického prúdu.

Spravte si aj vy takýto pokus vo vašom fyzikálnom laboratóriu. Použite také prostriedky, aké máte k dispozícii.

Ersted použil magnetickú ihlu z kompasu, medený drôt a galvanickú batériu. Vy použijete lyžicu, vidličku, pásik zinku, dva poháre, trochu soli a kúsky koksu. Namiesto magnetickej ihly z kompasu, zmagnetizujte jednoducho obyčajnú ihlu na šitie.

Keď ihlu zmagnetizujete, položte ju do pohára na hladinu vody. Ako sa to robí, to už viete.

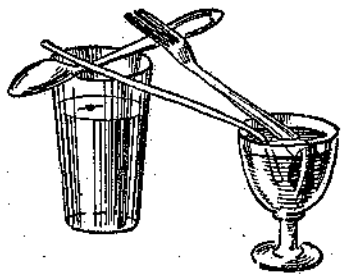
Nad zmagnetizovanú ihlu, križom cez otvor pohára položte kávovú lyžičku v tom istom smere, ako leží ihla, t. j. v smere sever-juh.

Aj do druhého pohára nalejte vodu, ale pridajte do nej veľa kuchynskej soli, aby ste získali veľmi nasýtený roztok.

Z kúska plátna spravte malú taštičku, do ktorej vložte kúsky koksu a taštičku zaveste na vidličku. Ten koniec vidličky, na ktorom je koks, vložte do pohára s roztokom soli a druhý koniec vidličky položte na lyžičku, ktorá leží nad magnetickou ihlou v druhom pohári.

Potom jeden pásik zinku (stačí odstrihnúť kúsok zinkového plechu) položte tak, aby jeden koniec bol tiež v roztoku soli a druhý na lyžičke nad magnetickou ihlou. Ako to celé vyzerá, vidíte na obr. 61.

Magnetická ihla sa vychýli zo svojej normálnej polohy



Obr. 61. Jeden variant Erstedovho pokusu

a už sa ani nevráti do svojho pôvodného smeru sever-juh.

Elektrický prúd, ktorý sa vyvíja dotykom vidličky a zinkového pásika so slanou vodou za prítomnosti koksu, prúdi do lyžičky a pôsobí na magnetickú ihlu tak, že ju vychýli z jej normálnej polohy.

Akonáhle naddvihnete koniec vidličky, takže sa už nedotýka lyžičky, prerušíte tým okruh elektrického prúdu a magnetická ihla sa vráti do svojej normálnej polohy.

Tento pokus dokazuje mimoriadne zreteľne spojitost medzi elektrickou a magnetickou silou. Muselo však uplynúť ešte jedenásť rokov, kým Michael Faraday (majkl feredej) vysvetlil podstatu tejto spojitosti. Podarilo sa mu to až po nespočetných pokusoch a úpornom rozmyšľaní.

Aký to malo význam pre súčasnú techniku, sme hovorili ešte predtým, než sme sa dostali k našim pokusom z oblasti elektriny.

Pokus 100

Termoelektrické koleso

Zvykli sme si už, pozorujúc javy každodenného života, že za každým pohybom hľadáme nejaké viditeľné pôsobenie sily — úder, vrhanie alebo ťahanie. Preto sa vám vždy celkom jednoducho podarilo uviesť do rozpakov vašich priateľov, keď ste im kázali dostať do pohybu nejaký predmet bez toho, aby sa ho dotkli, či už bezprostredne, alebo pomocou vzdušného prúdu, ktorý by predmet stiahol so sebou.

Pred takúto úlohu ich postavíte ešte raz aj pri tomto pokuse.

Urobte kruh z veľmi tenkého čínskeho striebra. To je zlúčenina medi, niklu a zinku, ktorá robí dojem, že ide o striebro a dostala také meno preto, lebo sa veľmi často používala v Číne.

Zo stredu tohto kruhu, smerom k obvodu, po polomeroch rozmiestite kúsky medeného drôtu tak, aby sa dotýkali obvodu kruhu, ku ktorému musia byť pripevnené. V strede drôty upevnite na kovovú mincu, ktorú tam potrebujete na to, aby sa mohol kruh oprieť o nejakú kolmú os.

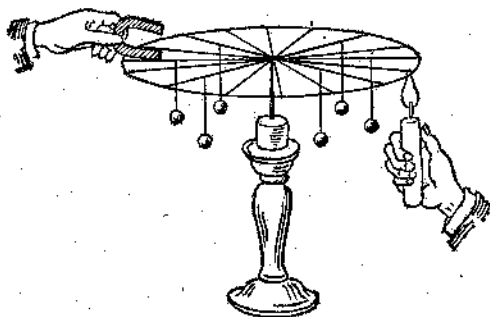
Výhodné je ako podstavec použiť zvyšok nedohorenej sviečky vo svietniku. Do sviečky kolmo zapichnete ihlu. Jej hrot vám posluží ako podpera spomínaného kolesa.

Aby koleso udržalo rovnováhu a zostávalo vo vodorovnej polohe, na niektoré jeho priečky dáte ľahké závažia. Musíte trpezlivo hľadať správnu polohu týchto ľahkých závaží dovtedy, kým nebude koleso dokonale vyvážené.

Teraz už môžete vyzvať prítomných, aby koleso roztočili pomocou sviečky bez toho, aby sa kolesa dotkli.

Samotná sviečka však nestačí. Musíte si pomôcť ešte aj magnetom. Vezmite magnet v tvare podkovy a umiestite ho tak, aby obvod kolesa bol medzi magnetickými pólmi. Jeden pól bude nad kolesom, druhý pod ním. Magnet držte tak, aby póly smerovali do stredu kolesa, t. j. že predĺžená os magnetu leží v smere polomeru kolesa.

Na druhej strane kolesa, t. j. na druhom konci priemeru kruhu, na ktorom je magnet, podržte zapálenú sviečku ako to vidíte na obr. 62. Plameňom sviečky zahrievajte to miesto, kde je na obvode kolesa upevnený niektorý z medených drôtov.



Obr. 62. Termoelektrické koleso

Koleso sa začne otáčať a to tým rýchlejšie, čím tenší drôt ste použili pri jeho výrobe. Na kruh, ktorého polomer je 4 až 5 cm, je vhodný drôt, ktorý nie je hrubší ako 1/10 až 2/10 mm.

Vzájomné pôsobenie medzi magnetickým poľom a tepelnou energiou vyvoláva otáčanie kolesa.

Tento pokus poslúži ako dobrý príklad toho, ako sa jeden druh energie pretvára na iný druh energie; ako sa teplo a magnetizmus pretvárajú na elektrickú energiu a na mechanický pohyb.

Osmy deň

Malý pohľad do veľkej oblasti sveta a farieb

Keď sa dívate na prúd slnečných lúčov, ktoré prenikajú cez oblok a dopadajú na podlahu vášho fyzikálneho laboratória, môžete celkom dobre zistiť na ožiarených časticách prachu, že sa svetelné lúče šíria priamočiario. Keď na podlahu postavíte zrkadlo, uvidíte na druhej strane miestnosti, na stene, prúd svetelných lúčov, ktoré sa odrážajú späť pod tým istým uhlom, pod akým dopadajú na zrkadlo. Keď prúd slnečných lúčov prechádza sklenenou nádobou s vodou, vidíte, že prúd svetelných lúčov mení svoj smer. Láme sa, pretože prechádza vodou.

Na tomto celkom jednoduchom a možno povedať všednom jave, si môžete overiť tri významné a dôležité optické zákony a to: zákon priamočiareho šírenia svetla, zákon svetelného odrazu a zákon lámania svetla.

Tieto zákony poznávali a skúmali ešte filozofi a vedci v staroveku. Euklidus, významný matematik IV. storočia pred našim letopočtom, objavil zákon, podľa ktorého sa svetlo odráža od rovného povrchu pod takým uhlom, pod akým naň dopadá. Archimedes, ktorý, ako sme už spomínali, žil v Syrakúzach v III. storočí pred našim letopočtom, zapálil pomocou zrkadla a šošovky lode, ktoré obliehali Syrakúzy. Pomocou zväčšovacieho skla a zrkadla sústredoval slnečné lúče do jedného bodu a usmerňoval ich na nepriateľské lode. Ak môžeme veriť tejto povesti, potom musel Archimedes poznať zákony lomu svetelných lúčov v šošovke, ako aj zákony odrazu svetla od parabolického zrkadla. Herón, jeden z dávnych fyzikov, ktorý žil po Archimedovi, vyjadril zákon odrazu svetla

iným spôsobom: keď sa svetlo odráža od zrkadla, smeruje vždy najkratšou cestou od jedného bodu k druhému. Svetoznámy astronóm staroveku Ptolemaios, ktorý žil v II. storočí nášho letopočtu, napísal pojednanie o svetle v piatich knihách. Vedel, že sa svetelné lúče lámu, keď prechádzajú z jedného prostredia do druhého, napr. zo vzduchu do vody. Tento lom svetelných lúčov zistil aj pri ich prechode cez vrstvy vzduchu rôznej hustoty a tvrdil, že Slnko aj hviezdy vidíme ešte určitý čas po tom, keď už zájdu za horizont. Zázračný maják pri Alexandrii, Faros, bol podľa povesti vybavený takými optickými prístrojmi, že pomocou nich bolo možné pozorovať veľmi vzdialené lode na širom mori, ktoré voľným okom nebolo možné vidieť.

Zdá sa, že ten „temný“ stredovek bol skutočne tmavý — tak ako vo všetkom inom, tak aj v tom, keď išlo o vedu o svetle. Muselo uplynúť viac storočí, kým vykročila veda smelším krokom vpred aj v tejto oblasti. Významný krok na tejto ceste znamenalo zostrojenie ďalekohľadu, ktorý skonštruoval Galileo Galilei a pomocou ktorého sa dali predmety 1 000-krát zväčšovať. Zdokonalený ďalekohľad rýchlo odkryl nový pohľad na hviezdnatú oblohu, posiatu novými, dovtedy človekom nevidenými hviezdami, tými slnkami žiariacimi v diaľavách, z ktorých svetelné lúče putujú tisíce i milióny rokov, aby nášmu oku odovzdali svetelný signál z takých hviezd, ktoré boli pred tisícami, ba i miliónmi rokov na tom mieste, na ktorom ich my vidíme dnes a ktoré sa medzitým dostali na celkom iné miesto vo vesmíre. Ďalekohľad nepriniesol pokrok len v astronómii. Významnou mierou prispel aj k rozvoju vedy o svetle. Vedci sa vrhli na výskum samotnej podstaty svetla a dospeli k názoru, že to musí byť určitý druh vln, a preto sa aj svetlo šíri vo forme vln. Ľudia sa pustili do veľmi ťažkej úlohy: odmerať rýchlosť šírenia týchto vln, to je, rýchlosť svetla. Pomocou rozličných metód dosiahli pomerne presné výsledky. Astronomické merania priniesli podobné výsledky. Až veľmi dômyselné a premyslené spôsoby merania rýchlosti svetla vo vzduchu a na zemi umožnili zistiť, že svetlo sa šíri fantastickou rýchlosťou 300 000 km za sekundu. Neskoršie sa vedecky dokázalo, že je to súčasne aj najvyššia možná rýchlosť na svete vôbec a že vyššia rýchlosť v prírode (pod pojmom príroda treba rozumieť celý vesmír) ani nie je možná.

Zatiaľ, čo sa dostatočne objasnili zákony odrazu a láma-

nia svetla, farby zostávali ešte dlho zahalené oponou neznáma. Veľký Newton aj v tejto oblasti odokryl závoj tajomstva. V 1666 roku si príležitostne kúpil na jarmoku sklenený hranol, aby sa potešil pohľadom na farby, ktoré sa objavovali pri prenikaní svetelných lúčov hranolom. Pokus, ktorý urobil Newton s touto hračkou, mu umožnil odhaliť tajomstvo farieb.

Veľmi veľa ľudí aj pred Newtonom lámalo prúd slnečných lúčov cez hranol a získavalo tak spektrum — pás svetla v dúhových farbách. Newton bol však prvý, kto vysvetlil, prečo sa spektrum objavuje práve takýmto spôsobom. Prišiel na geniálnu myšlienku nechať preniknúť získané spektrum ešte raz cez hranol. Farby zostali rovnaké, aj uhol, pod ktorým sa v hranole lomili, zostal rovnaký. Newton pochopil, že biele slnečné svetlo je vlastne zmes farieb, a že každá z týchto farieb sa pri prenikaní cez hranol láme pod iným uhlom. Červená farba sa objavuje vždy na jednej strane pestrého zväzku a fialová na druhej. Medzi nimi sú farby usporiadané podľa nasledujúceho poriadku: červená, oranžová, žltá, zelená, bledomodrá, tmavomodrá, fialová. Je dokázané, že červené svetlo má najdlhšie vlny a fialové najkratšie. Z toho vyplývajú aj rozdielny uhol, pod ktorými sa odohráva lámanie svetelných vln v hranole. Neskoršie sa taktiež zistilo, že existujú ešte aj dlhšie vlny, ako sú červené a aj kratšie od fialových, ale tie naše oko nedokáže zachytiť, a preto ich nevidíme; sú to tzv. infračervené a ultrafialové lúče.

Ak je slnečné svetlo zmesou rôznych farieb a ak táto zmes vytvára biele denné svetlo — môžete sa opýtať, prečo potom niektoré predmety vidíme ako červené, iné ako zelené, žlté, modré atď. Vidíme ich tak preto, lebo všetky telesá pohlcujú určitú zložku svetla do seba a inú jeho časť odrážajú od svojho povrchu. Výnimku tvoria iba priehľadné telesá, i keď aj tie jednu časť svetla pohltia a inú odrážajú; lenže tá časť, v porovnaní s tou, ktorú prepúšťajú a ktorá preniká medzi časticami, z ktorých sú tieto telesá zložené, je veľmi malá. Čierne telesá pohlcujú všetky druhy svetelných vln, preto sa od nich odráža veľmi málo svetla a to je príčina toho, že ich vidíme ako čierne. Biele telesá odrážajú všetky druhy svetelných vln, a preto ich vidíme ako biele. Napr. červené telesá odrážajú len červené svetelné vlny, a všetky ostatné pohlcujú; preto ich vidíme ako červené.

Svet, ktorý pozorujeme, svet, ktorý vidíme, to je svet večnej hry svetla a tieňa, je to svet farieb, ktoré sa zo všetkých

predmetov okolo nás dostávajú k nášmu oku v podobe svetelných vln rozličných dĺžok.

Čo sa deje pritom v našom oku, dozviete sa na nasledujúcich stranách knižky. Urobme si teda predovšetkým niekoľko pokusov s odrazom a lomením svetla a s miešaním farieb.

Polotiene

Pokus 101

Keď francúzsky minister financií Étienne de Silhouette, (etien d'siluet), ktorý žil v polovici XVIII. storočia, navrhol svojim súčasníkom, aby viac šetrili, a to okrem iného aj tak, že prestanú vynakladať veľké peniaze na maľovanie svojich portrétov, keď majú možnosť lacno získať svoj obraz obkreslením tieňa, ktorý ich profil vrhá na papier, súčasníci ho vysmiali. Napriek tomu sa jeho nápad rozšíril do takej miery, že takéto kresby tieňa dostali po ňom svoje meno. Siluety sa stali vtedy veľkou módou. Každý chcel mať svoj portrét a spraviť siluetu, bolo veľmi jednoduché.

Pred zrkadlo sa postaví lampa a pás svetelných lúčov, ktorý sa odráža od zrkadla, dopadá na tvár toho, kto si želá mať vlastnú siluetu. Jeho hlava vrhá tieň na prievitný papier, na ktorý druhá osoba rýchlo naskicuje obrisy tieňa. Potom sa priestor ohraničený kontúrami, vyplní čiernym tušom a silueta je hotová.

Neskoršie siluety nahradila fotografia. Stala sa veľkou módou a je ňou dodnes.

Napriek tomu, i popri všetkých zdokonaleniach, ktoré priniesla súčasná technika fotografovania, silueta nestratila svoj pôvab.

Počas dlhých zimných večerov, keď sme nútení viac času stráviť v izbe, je celkom príjemné pobaviť sa vo voľných chvíľach trochu aj s tieňom. Kto z nás ešte nerobil tie podivuhodné čierne zvieratá, ktoré na stenu vrhá tieň rúk a prstov pospletaných rozmanitým spôsobom?

Skúšajte to vždy tak, aby ste vytvárali na týchto tieňoch aj svetlé miesta a dali im výzor nie siluety, ale skutočných obrazov tých predmetov alebo zvierat, ktoré chcete mať na stene alebo na plátne.

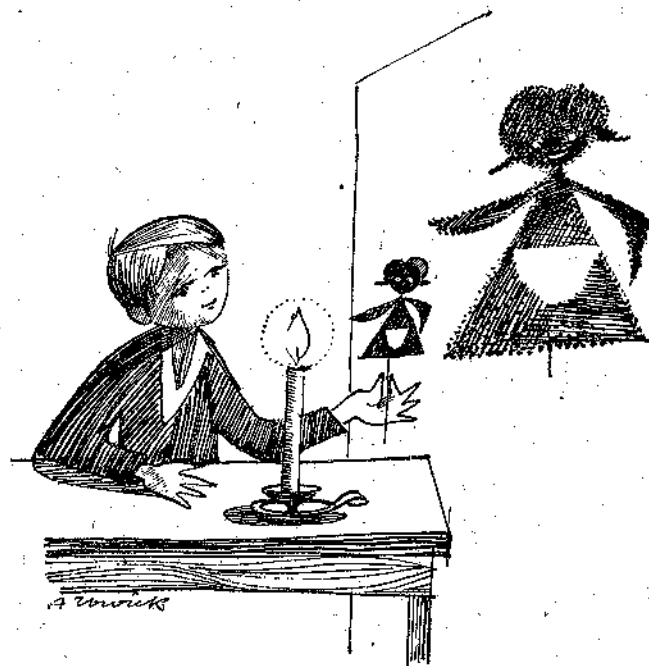
Keď viete dobre kresliť, bude pre vás hračkou pripraviť si viac obrázkov pre toto zimné rozptýlenie. Keď neviete zvlášť

dobre kresliť, použitie fotografie z novin, alebo aj také fotografie, z ktorých máte viac exemplárov.

Svetlé miesta na kresbe alebo na fotografii vyrežte nožikom. Nevyrezané časti obrázku vrhnú na stenu v izbe tieň a cez vyrezané časti bude prenikať svetlo.

Ak budete držať obrázok blízko steny, tieň bude mať ostré kontúry a obrázok, ktorý sa na stene objaví, nebude sa veľmi líšiť od siluety; bude však značne živší, lebo na jeho tmavom povrchu budú aj svetlé časti. Keď ale vystrihnutý obrázok umiestnite ďalej od steny a bližšie k lampe, objavia sa na vašom obraze na stene aj polotiene, ktoré budú zmäčovať kontúry zatienených častí a obrázok bude mať veľmi prirodzený vzhľad. Takýmto spôsobom možno získať aj pekné, aj strašidelné obrázky. Závisí to od toho, aké kresby alebo fotografie máte k dispozícii. Príklad vidíte na obr. 63.

Ako tieň vznikajú, to je vám jasné. Svetlo sa šíri pri-



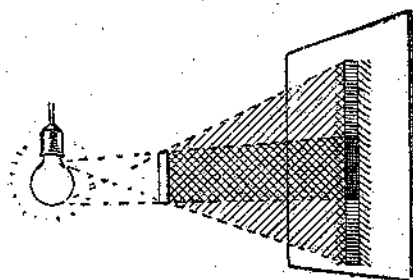
Obr. 63. Obrázok s polotieňmi

močiario, a keď sa postaví svetelným lúčom do cesty nepriehľadný predmet, „vrhne tieň“, čo prakticky znamená, že predmet zadrží svetelné lúče na svojom povrchu, a preto už za ním svetelné lúče chýbajú, a to v takom tvare, aký má dotyčný predmet.

Ako ale vznikajú polotiene? Pochádzajú z toho, že svetlo sa šíri zo svetelného zdroja v smere priamky ale všetkými smermi. Keďže svetelný zdroj nepredstavuje nikdy len jediný bod, ale vždy zaberá väčší alebo menší priestor a svetelné lúče sa šíria všetkými smermi z každého bodu svetelného zdroja, výsledok je taký, že okolo kontúry určitého predmetu prechádza vždy viac svetelných lúčov z rôznych bodov svetelného zdroja — povedzme z lampy — pod rozličnými uhlami. Preto všetky lúče svetla neprechádzajú ani za predmetom rovnakým smerom. V dôsledku toho sa objavuje tieň na tej ploche, na ktorú nedopadajú nijaké priame lúče, kým polotieň sa vytvára na tej ploche, na ktorú dopadá menší počet svetelných lúčov.

Možno vám prišlo v tejto chvíli na um, prečo nevytvárajú polotiene slnečné alebo mesačné lúče.

Slnko aj Mesiac sú veľmi ďaleko a predmety na Zemi sú v porovnaní s nimi malé. Preto sa nám zdá, ako keby sa všetky slnečné lúče šířili rovnobežne. Keď však skúmame Mesiac alebo Zem ako nebeské telesá, v takom prípade vidíme, že aj slnečné lúče vytvárajú tieň a polotiene. Najlepšie sa to dá pozorovať pri úplnom alebo neúplnom zatmení Slnka alebo Mesiaca. Ako vzniká polotieň, vidíte na obr. 64.

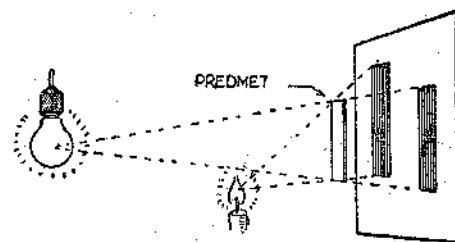


Obr. 64. Ako vznikajú polotiene

Odmerajte svetelnosť lampy

Skúste to! Vezmite jeden výkres a umiestite ho tak, aby stál kolmo na stole, medzi štyrmi knihami. Pred knihy postavte nejaký rovný predmet, povedzme pravítko alebo ceruzku. Pred pravítko postavte sviečku a zapáľte ju. Pravítko vrhá tieň na bielu plochu výkresu.

Teraz môžete skúsiť odmerať svetelnosť vašej lampy. Postavte lampu tak, aby pravítko vrhalo na výkres ešte jeden tieň. Obidva tieň porovnávajú a lampu vzdalujú od predmetu dovtedy, kým obidva tieň nebudú rovnako tmavé.



Obr. 65. Meranie svetelnosti lampy

Je zrejmé, že svetelnosť lampy je väčšia, lebo lampa je od výkresu aj od pravítka ďalej a tieň je tak isto tmavý ako ten, ktorý vytvára svetlo sviečky. Zostáva nám už len vypočítať, koľkonásobne je svetlo lampy silnejšie.

Keď je lampa dvakrát tak ďaleko od výkresu ako sviečka, jej svetlo je štyri razy silnejšie. Podstata je v tom, že svetelnosť so vzdialenosťou kvadraticky klesá.

Ako by ste to dokázali, keby nechceli všetci veriť vašim slovám? Jednoducho. Zapáľte jednu sviečku vo vzdialenosti jedného metra. Zo vzdialenosti 2 metrov bude treba zapáliť 4 sviečky, aby obidva tieň boli rovnako tmavé.

Môžete skúsiť ešte jeden spôsob. Do kartónu vyrežte štvorcový otvor. Cez tento štvorcový výrez nechajte prenikať svetelné lúče z lampy. Vo vzdialenosti jedného metra od kartónu umiestite hárok bieleho papiera a zachyťte naň prúd svetelných lúčov, ktoré prechádzajú cez štvorcový otvor v kartóne, ako na premietacom plátne. Ceruzkou označte osvetlený

povrch papiera. Potom umiestíte hárok papiera do dvojmetrovej vzdialenosti od kartónu a opäť zakreslíte osvetlenú plochu. Zistíte, že táto plocha je štyrikrát väčšia, ako prvá. Keď umiestíte papier na 3 m od kartónu, bude osvetlený povrch papiera 9-krát väčší. Rovnaké množstvo svetla sa teda rozptyľuje na 4 alebo 9-krát väčšiu plochu. Preto však musí byť aj toto svetlo slabšie 4 prípadne 9-krát.

Pokus 103

Kam zmizli sadze?

Vezmite striebornú lyžičku a poriadne ju začadzte nad plameňom sviečky, alebo petrolejovej lampy, tak, aby bola celkom čierna od sadzi a potom ju ponorte do pohára s vodou.

Kam sa podeli sadze? zvolajú vaši priatelia, keď sa pozrú na lyžičku. Lyžička je totiž opäť strieborná a lesklá. Sotva ba-
dať, že sa objavilo trocha sadzi na vode.

Nikam sa nepodeli, lyžička je stále začadená, presviedčate priateľov a oni nechápavo hľadajú raz na vás, raz na lesklú striebornú lyžičku vo vode.

Keď lyžičku z vody vytiahnete, je skutočne opäť čierna od sadzi.

Voda nepriľne k masnému povrchu začadenej lyžičky. Vytvára preto v minimálnej vzdialenosti okolo nej akýsi obal, ktorého povrch má presný tvar lyžičky. Od povrchu tohto obalu sa svetlo odráža ako od nejakého kovového predmetu a tak k nášmu oku prichádzajú lúče svetla, ktoré sa odrazili od obalu a nie od lyžičky. Preto sadze nevidieť, keď je lyžička vo vode.

Pri tomto pokuse nemusíte používať len striebornú lyžičku. Odporučil som vám ju len preto, aby vyzerala vo vode tak, ako predtým, než ste ju začadili. Môžete použiť akýkoľvek iný predmet a sľúbiť prítomným, že ho postriebite sadzami.

Pokus 104

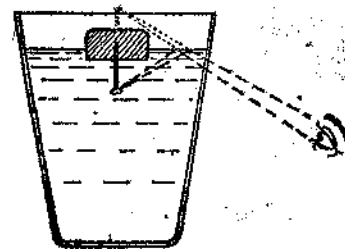
A kam teraz zmizol špendlík?

Do plochého korku zapichnete špendlík, ako je to znázornené na obr. 66. Korok vložte do pohára s vodou tak, aby bol špendlík obrátený nadol, t. j. ponorený vo vode.

Zázrak — špendlík zmizol! Korok predsa nie je taký široký, aby ho mohol celkom zakryť.

Hľadáte, kde je špendlík? Pozrite sa zospodu, približne z roviny stola, na ktorom pohár stojí a čo vidíte?

Špendlík sa objavil nad korkom! Keď však opäť pozeráte zhora, tak ho nevidíte.



Obr. 66. Keď sa pozeráte zhora, špendlík nevidíte; vidíte ho vtedy, keď pozeráte zdola. Odraz svetelných lúčov je naznačený čiarami

Kde je pes zakopaný? Svetelné lúče, ktoré smerujú od špendlíka vedľa korku k povrchu vody, prechádzajú príliš šikmo, a preto sa nedostanú z vody von do vzduchu. Odrážajú sa od hladiny späť do vody, pod takým istým uhlom, pod akým prenikli k tej vrstve vody, kde sa voda a vzduch dotýkajú. Hladina vody ich odráža tak ako zrkadlo, a preto sa nedostanú k vašim očiam, keď sú oči nad pohárom. Keď však pozriete zdola, vtedy sa svetelné lúče zo špendlíka, ktoré sa odrazili naspäť do vody, k vášmu oku dostanú a vy vidíte špendlík v smere pokračovania týchto lúčov a vám sa zdá, ako keby bol špendlík nad korkovou platničkou.

Tento jav sa nazýva „úplný odraz“ svetla.

Pokus 105

Z dediny urobíme mesto

Z niekoľkých domčekov si urobíte na stole aspoň na chvíľu mesto, ktorého ulice budú zaplnené ľudstvom.

Použite zopár menších figúrok z vášho bábkového divadla. Postavte ich na stôl v rôznych vzdialenostiach od seba, ako chodcov na ulici. Z kartónu vystrihnite štyri alebo päť domov, ktoré budú na stole vyzerať ako malá dedinka.

Po oboch stranách tejto osady postavte dve rovnako veľké zrkadlá, a to presne jedno oproti druhému. Pohľadajte nejaké staré zrkadlá, ktoré sa už nepoužívajú, a ktorých nebude škoda, keď na rube jedného z nich zoškriabete, presne v prostriedku, vrstvu, ktorá je tam nanosená. Vrstvu odstráňte v tvare a veľkosti päťhaliernika.

Dedinku dobre osvetlite a podíвайте sa cez dierku, ktorú ste urobili na rube zrkadla.

Nevidíte dedinku pozostávajúcu z niekoľkých domov, ale veľké zaľudnené sídlisko.

Prečo, to viete. V jednom zrkadle sa odráža obraz druhého. Dve oproti sebe umiestené zrkadlá vytvárajú nekonečný počet obrazov predmetu, ktorý je medzi nimi, ibaže osvetlenie každého ďalšieho obrázku klesá.

Pokus 106

Živý tieň

Pomocou zrkadla oživíte na stene svoj tieň.

Zrkadlo zavesíte na stenu v blízkosti rohu miestnosti. Tvoj priateľ nech sa postaví tvárou k vedľajšej stene a ty budeš držať lampu za jeho chrbátom tak, aby jeho tieň dopadal na stenu pred ním a súčasne aby dopadal aj odraz svetla od zrkadla na to miesto, kde jeho tieň.

Potom prikry zrkadlo tmavým papierom, na ktorom si vystrihol oči, nos a ústa. Svetlo od zrkadla sa bude odrážať iba na tých miestach a dopadať len tam, kde je tieň priateľa.

Keď spravíš ešte jeden taký papier s takými istými miestami a skúsiš ním hýbať cez ten prvý papier na zrkadle, hlava na stene začne robiť podivné, strašidelné ale aj smiešne grimasy.

Pokus 107

Keď potrebujete pestré vzory ...

Vezmite si na pomoc dve zrkadlá.

Musia to byť hranaté zrkadlá, ktorých jedna strana má

približne 10 cm. Dve hrany zrkadiel zlepte na zadnej strane lepiacou páskou alebo kúskom plátna a lepidla tak, že zrkadlá vyzierajú ako vrchné dosky knihy.

Na pásik papiera, asi 10 cm široký a ľubovoľne dlhý, prílepte zväzok papierikov rozličných farieb. Papieriky musia byť drobné, ich plocha má byť najviac 1 cm². Urobte kolieska, trojuholníky, štvorčeky, obdĺžniky čo možno v najpestrejších farbách.

Na tento pásik pestrého papiera postavte vaše dvojité zrkadlo tak, aby zrkadlá navzájom zvierali 45 stupňový uhol. Pestrý pásik dobre osvetlite. V zrkadle sa objaví osemuholník s nádhernými, pravidelnými kresbami.

A máte nevyčerpatelný zdroj farebných vzorov. Keďkoľvek posuniete pásik pod zrkadlami, pestré obrazce sa zmenia a budú vám poskytovať stále nové a nové idey pre kresby do vášho bloku ornamentov.

Keď sa nejaký predmet nachádza medzi dvoma zrkadlami, ktoré zvierajú navzájom určitý uhol, pozorujeme v zrkadlách toľko obrázkov dotyčného predmetu, koľkokrát sa uhol, ktorý zrkadlá zvierajú, nachádza v 360 stupňoch, mínus jedna. Ak napr. zrkadlá zvierajú uhol 45 stupňový, bude v zrkadle sedem obrázkov, pretože $360 : 45 = 8$ a $8 - 1 = 7$.

Pokus 108

Kaleidoskop

Bolo to v r. 1816 vo V. Británii, keď sa podarilo vymyslieť tento malý, jednoduchý prístroj a svet bôl doň hneď celý zbláznený. Každý sa bavil tým, že pozeral do kaleidoskopu a to ako veľkí, tak aj malí.

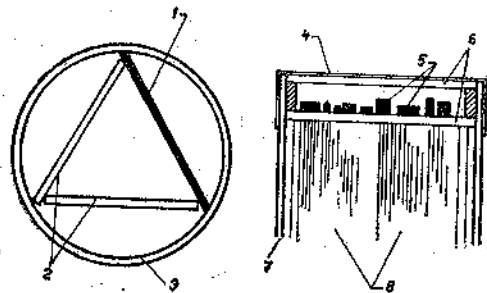
Zaiste ste mali už aj vy príležitosť hľadiť na farebné obrazce v kaleidoskope. Dozaista viete aj to, aká je jeho konštrukcia, pretože kaleidoskop spočíva na takom istom základe, ako váš predchádzajúci pokus. Dokážete si však vyrobiť kaleidoskop aj sami?

V sklenárstve požiadajte, aby vám z nejakého starého zrkadla vyrezali dva úzke pásiky, 4 cm široké a 8 cm dlhé (obr. 67). Z hrubšieho kartónu vystrihnite pásik s takými istými rozmermi a zafarbte ho na čierne. Tieto tri pásiky spojte tak, aby tvorili hranol, ktorého základňou je rovnostranný trojuholník.

Hranol oblepte pevnejším kartónom v tvare rúrky, takže tento váš prístroj nadobudne tvar valca. Rúrka musí byť o 1 cm dlhšia ako hranol v nej, t. j. 9 cm.

Potom ešte požiadajte sklenára, aby vám vyrezal dve sklené kolieska, ktoré majú priemer 4,5 cm. Aj z kartónu vystrihnite takéto koliesko a do jeho stredu spravte ostrým nožikom okrúhlu dierku s priemerom 1 cm, cez ktorú budete pozerat do kaleidoskopu.

Kartónové koliesko prilepte na jeden koniec rúrky. Na druhú stranu rúrky vložte sklené koliesko a poukladajte naň kúsky poľamaného skla, podľa možnosti čo najrozmanitejších a najpestrejších farieb. Dúfam, že sa vám podarí v sklenárstve alebo niekde inde nájsť takéto sklíčka. Sklo poroztkajte tak, aby ste mali kúsky menšie ako 1 cm². Takýchto kúštičkov skla potrebujete 30 až 40, závisí to od ich veľkosti.



Obr. 67. Kaleidoskop

1 — čierny kartón, 2 — zrkadielka, 3 — obal, 4 — priehľadný papier 5 — kúsky skla, 6 — sklené kolečká, 7 — obal, 8 — zrkadielka

Na sklené koliesko, na ktoré ste poukladali kúsky skla, vložte po jeho obvode kartónový pásik, ktorý bude udržiavať v určitej vzdialenosti druhé sklené kolečko, keď ho zvrchu priložíte. Kartónový pásik umožní, aby medzi sklenenými kolieskami zostal taký priestor, aby sa v ňom mohli malé sklíčka voľne pohybovať.

Obidve sklené kolieska pripevnite na konci rúrky pomocou bieleho kancelárskeho papiera, z ktorého vystrihnite kruh s priemerom 6 cm. Toto koliesko papiera z oboch strán natrite jemným olejom, aby bolo priehľadné ako mliečne sklo. Namiesto kancelárskeho papiera môžete použiť aj pauzovací

papier, v tom prípade nemusíte použiť olej. Papier prilepte na sklo ako aj na steny rúrky tak, aby sa sklené kolieska nemohli hýbať. Papier sa podarí dobre prilepiť na rúrku, ak na jeho obvode vystrihnete niekoľko maličkých výsekov.

Keď chcete, aby mal tento váš prístroj pekný vzhľad, môžete ho celý oblepiť pestrofarebným papierom.

Áké rozmanité a zaujímavé bývajú obrazce, ktoré sa dajú vidieť v kaleidoskope, to už viete. Množstvo obrazcov a kombinácií, ktoré sa dajú vytvoriť v kaleidoskope, je jedno-ducho nevyčerpatel'né. Ktosi vypočítal, že do takého kaleidoskopu, ktorý obsahuje 20 rozličných kúskov sklíčok, a ktorý by sme otáčali 10-krát za minútu, by sme museli pozerat vyše 460 miliárd hodín, aby sme videli všetky možné kombinácie.

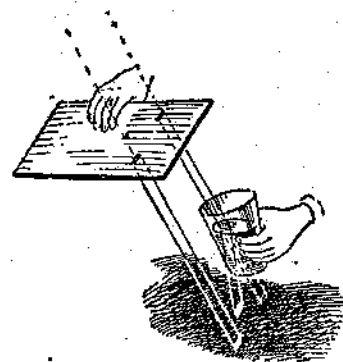
Pokus 109

Svetelný lúč v pohári vody

Kam bude smerovať lúč svetla, ktorý prepustíme cez pohár vody?

Viete už, že sa svetlo láme, t. j. mení uhol svojho smeru vtedy, keď prechádza z jedného prostredia do druhého.

Pomocou jedného veľmi jednoduchého pokusu si overíme, ako sa vlastne správa taký svetelný lúč, ktorý prechádza zo vzduchu do vody, a potom naspäť z vody do vzduchu.



Obr. 68. Lom svetelných lúčov pri prenikaní vodou

Do hárika papiera vystrihnite dve malé dierky. Pohár naplňte do polovice vodou. Hárok papiera podržte v ruke tak,

aby naň dopadali slnečné lúče, ktoré prenikajú oknom do miestnosti. Papier vrhá tieň na stôl stojaci pri okne, ale cez diery, ktoré ste doň urobili, prechádza svetlo a vytvára na tieni papiera dve svetlé bodky (obr. 68).

Do druhej ruky vezmite pohár s vodou a držte ho naklonený v smere slnečných lúčov. Papier držte nad pohárom vo vodorovnej polohe, to znamená rovnobežne s hladinou vody v pohári. Pohár aj papier držte tak, že jeden lúč svetla, ktorý prechádza cez jednu dierku na papieri, preniká zhora do pohára a dopadá na hladinu vody v ňom, a druhý lúč svetla, ktorý prechádza cez druhú dierku, smeruje popri pohári a dopadá na stôl.

Na stole sa objavia dve svetlé bodky. Jedna vedľa pohára, ktorá dopadá na stôl presne v smere slnečných lúčov a druhá pod pohárom, ktorá je viditeľne posunutá.

Takýmto jednoduchým spôsobom sa môže celkom presvedčivo dokázať taký jav, ako je lom svetla.

Svetelný lúč sa neláme na rozhraní dvoch prostredí vtedy, keď dopadá v pravom uhle.

Tekutá lupa

Pokus 110

Malé zváčšovací sklo (lupu), si môžete spraviť aj z kvapky vody.

Do cínovej, olovenej alebo mosadznej platničky (môžete použiť aj iný mäkkší kov) spravte dierku s priemerom niekoľko milimetrov. Keď do tejto diery kvapnete jednu alebo aj viac kvapiek vody (množstvo vody závisí od veľkosti diery), voda vytvorí lupu, ktorá je na oboch stranách vypuklá. Takúto lupu môžete použiť na zváčšovanie drobných predmetov práve tak, ako keby bola zo skla.

Krištáľovú rúrkú naplnenú vodou, možno tiež použiť ako lupu, ktorá mnohonásobne zváčšuje.

Keby ste však chceli mať ešte väčšiu tekutú lupu, môžete použiť fľašu guľovitého tvaru naplnenú vodou.

Prestrihnite špagát v zátvorenej fľaši

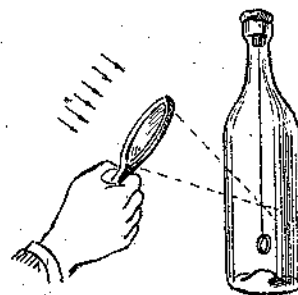
Pokus 111

Postavte pred vašich priateľov na stôl fľašu, v ktorej na špendlíku zapichnutom do zátky visí špagát a na ňom nejaký ťažší predmet, takže špagát je dostatočne natiahnutý.

Požiadajte priateľov, aby dobre poprezerali fľašu aj zátku, a potom fľašu zapečatíte. Navrhňte im, aby skúsili teraz prestrihnúť špagát vo fľaši bez toho, aby fľašu otvorili. Ak ich chcete poriadne pomýliť, ponúknite im aj nožnice.

Keď sa vyjadria, že až takí čarodejníci nie sú, podujmite sa na čarovanie vy.

Prejdite do druhej miestnosti, aby priatelia nevideli, čo robíte. Tam pomocou silnej lupy sústreďte na jeden bod špagáta slnečné lúče prenikajúce oblokom, ako je to znázornené na obr. 69. Špagát za chvíľu prehori a predmet, ktorý je na ňom zavesený, padne na dno fľaše. Ak zafarbíte špagát na čierne, predtým než ho dáte do fľaše, podarí sa vám pokus urobiť oveľa rýchlejšie.



Obr. 69. Takto prestrihnete špagát vo fľaši bez toho, že by ste ju otvorili

Keď potom prídete s fľašou naspäť a ukážete vašim priateľom, že je tak dokonale zatvorená, ako aj bola, a že skutočne niet ani stopy po tom, že by ste ju boli otvárali, budú zaručene viac ako začudovaní. Keď im ukážete, ako ste to dokázali, možno povedia:

„Je tam toho, tak by sme to boli aj my vedeli!“

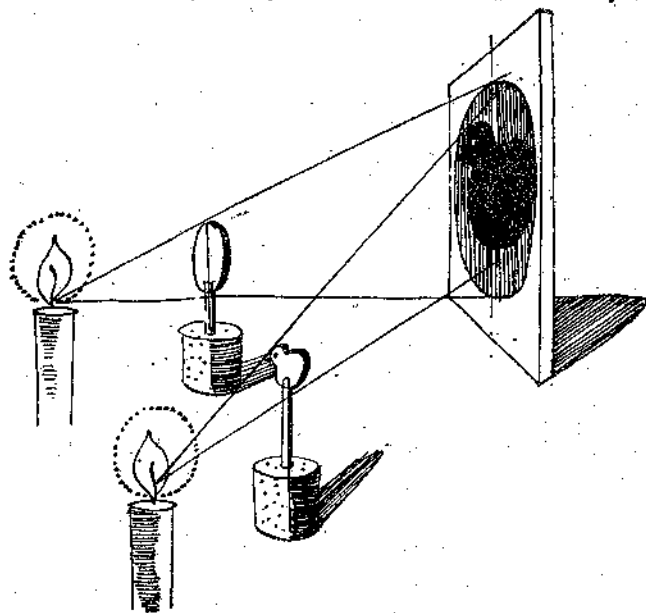
Pokus 112

Chcete vidieť vo vajíčku kuriatko?

Zbierku vašich prístrojov si teraz obohatíte jedným špeciálnym „röntgenovým prístrojom“, ktorý vám umožní vidieť v ktoromkoľvek vajíčku kurča.

Do väčšieho kúsa kartónu vyrežte štvorcový otvor. Otvor zakryte masným, priesvitným papierom alebo pauzovacím papierom.

Pred toto premietacie plátno posadzte vašich divákov.
 Čo bude za plátnom, vidíte na obr. 70. Na nejaký pod-
 stavec pripevnite vajíčko vystrihnuté z kartónu, alebo aj sku-



Obr. 70. Keď zapálite obe lampy na druhej strane plátna, vyzerať tak, ako keby ste vajíčko röntgenovali

točné vajíčko, ktoré preskúmajte pred očami vašich priateľov. Medzi premietacie plátno a lampu postavte vajíčko tak, aby jeho tieň dopadal do prostriedku premietacej plochy. Na druhý bok postavte kurča vystrihnuté z kartónu, ktoré vrhá svoj tieň taktiež do prostriedku premietacej plochy, presnejšie, do prostriedku tieňa vajíčka. Preto musí byť aj kurča medzi premietacou plochou a druhou lampou, ktorú ste si na ten účel pripravili.

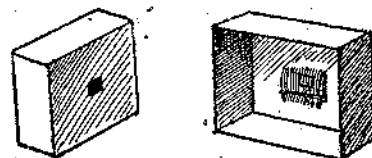
Ak vhodným spôsobom (pomocou nejakého závesu) od-
 delíte priestor, kde pracujete, tak, aby vaši diváci videli len
 premietacie plátno, môžu sa domnievať, že naozaj pracujete
 s nejakým zázračným prístrojom.

Keď budete veľmi šikovní, môže sa kurča vo vajíčku aj
 „hýbať“. To by sa však už predsa len mohlo zdať vašim di-
 vákom príliš podozrivé!

Ešte jeden „röntgenový prístroj“

Chcete mať ešte dokonalejší prístroj ako ten, ktorý ste
 použili pri minulom pokuse? Taký, ktorý budete môcť nosiť aj
 vo vrecku a ukázať ho každému, kto bude mať oň záujem?

Ide o celkom malú škatuľku s dvoma otvormi na nápro-
 tivných stranách. Keď priložíte oko k otvoru a druhé oko
 prižmúrite, pozorujte vlastnú ruku pred škatuľkou. Ako čudne
 vyzerať, priam, ako keby ste ju röntgenovali!



Obr. 71. Takto vyzerať škatuľka; z vnútornej strany otvoru je kúsok slepačieho peria

Tajomstvo škatuľky vám prezradí obr. 71. Na jednej stra-
 ne je malý otvor štvorcového tvaru. Z druhej strany, znútra
 škatuľky, pred takým istým otvorom, je kúsok opáleného sle-
 pačieho peria.

Podivný obrázok, ktorý máte možnosť pozorovať týmto
 jednoduchým prístrojom, pochádza z lomu svetelných lúčov
 na jemných nitkách peria. Keby ste pozreli perie pod mikro-
 skopom, videli by ste, že sa vlastne skladá z veľmi tenkých
 nitiek, ktoré sú striedavo priesvitné a nepriesvitné. Tieto nite
 predstavujú veľmi jemnú sieť, ktorá láme svetelné lúče.

Svetlo je vlastne vlnitý pohyb. Preto nie je hranica medzi
 svetlom a tieňom nikdy na premietacom plátno celkom zre-
 teľná. Keďže v tomto prípade ide o veľké množstvo maličkých
 premietacích plátien, je tento jav tým výraznejší.

Keď ste si už spomínaný aparát spravili, preskúmajte po-
 moťou neho aj plameň sviečky. Plameň sa rozloží na zvlášt-
 ne, symetrické obrazce, ktoré sú sfarbené pestrými dúhový-
 mi farbami.

Podobný jav môžete pozorovať aj tak, keď do pohľad-
 nice, alebo podobného kartónu spravíte ostrým nožikom ale-
 bo žiletkou malý zárez, široký najviac $\frac{1}{4}$ mm a pozeráte sa

cezeň do plameňa sviečky. Sviečku musíte postaviť do vzdialenosti asi 2 až 3 metrov od oka, pred tmavé pozadie. Zárez musíte držať kolmo pred okom. Okolo plameňa sviečky uvidíte niekoľko pruhov rôznych farieb, ktoré sa šíria okolo plameňa a postupne sa strácajú. Čím užší je zárez, tým svetlejšie sú farebné pruhy.

Zmeňte podmienky vášho pokusu a postupujte nasledujúcim spôsobom: Pred svojim okom dobre natiahnite nitku a pozorajte sa cez ňu do plameňa sviečky. Po obidvoch stranách nite vidíte, ako sa striedajú svetlé a tmavé pruhy. Priaznivý výsledok však dosiahnete len vtedy, keď použijete vlas, konský vlas, alebo veľmi tenučký drôtik. Obyčajná niť na šitie vám v tomto prípade neposlúži, pretože nemá celkom hladký povrch.

Umelá dúha

Pokus 114

Pokúste sa spraviť umelú dúhu vo vašom fyzikálnom laboratóriu. Znamená to, že pri pokuse vyvoláte to, čo sa deje v prírode s kvapkami dažďa vtedy, keď vidíte dúhu.

Pri tomto pokuse však čiastočne zmeníte podmienky, za ktorých tento jav prebieha v prírode, aby ste ho mohli lepšie pozorovať. Predovšetkým potrebujete zväčšiť kvapku vody do takých rozmerov, pri ktorých budete mať možnosť pozorovať, čo sa v nej deje.

Kvapku vody bude v tomto prípade predstavovať fľaša guľovitého tvaru (ako bývajú tie, ktoré sa používajú v chemických laboratóriách). Možno, že aj doma nájdete niečo podobné. Takúto fľašu naplňte vodou.

Potom zatemnite miestnosť, v ktorej pracujete a cez maličkú dierku na zatiahnutom okne pustíte do miestnosti slnečné lúče. Keď túto fľašu s vodou postavíte do svetla, uvidíte v smere lúčov na okne dve dúhy, jednu nad druhou. Nemajú však také živé farby, aké máva dúha v prírode.

Keď slnečné lúče narazia na kvapky dažďa, slnečné lúče sa v nich lámu, a potom sa odrážajú, narážajúc znútra na povrchovú vrstvu kvapky. Keď dochádza v tej istej kvapke k dvojitému odrazu, vidíme dve dúhy nad sebou, ktorých poradie farieb je obrátené.

Pokus 115

Premeňte dúhu späť na biele svetlo!

Že je možné rozptýliť biele slnečné svetlo pomocou krištáľového hranola na farby, z ktorých sa toto svetlo skladá, to už viete. Možno však neviete, ako sa dajú dúhové farby opäť spojiť tak, aby sa vytvoril dojem bielej farby.

Dúhové farby treba prinútiť, aby sa pomiešali a aby k nášmu oku prenikli tak zmiešané, ako sú pôvodne v slnečnom svetle. To nie je predsa až taký problém.

Na biely kartón nakreslite kružnicu. Plochu kruhu rozdeľte na kruhové výseky. Jednotlivé výseky zafarbíte živými farbami, pokiaľ je to možné tak, aby sa čo najviac podobali farbám slnečného spektra. Poradie farieb nech je také, ako je v slnečnom spektre. Na celej ploche kruhu v spomínaných výsekoch zopakujte všetky farby 4 až 5-krát.

Pamätajte aj na to, že plochy zafarbené jednotlivými farbami nesmú byť rovnaké. Každá plocha, zafarbená jednou farbou, musí zodpovedať takej ploche, akú dotýčná farba zaberá v slnečnom spektre. Keď napr. vezmete za základ tú plochu, ktorú zaberá oranžová farba, potom šírka jednotlivých výsekov na obvode kruhu musí byť nasledujúca: červená 2,5-krát, oranžová 1, žltá 2,5, zelená 2, bledomodrá 2,5, tm. modrá 1,5, fialová 2,5.

Teraz treba už len vaše farebné koleso rýchlo rozkrútiť okolo jeho osi. To sa vám najlepšie podarí tak, keď si spravíte jednoduchý prístroj (odstredivý).

Nájdite si drevenú cievku z niti a nejaké väčšie koleso, ktoré má na obvode žliabok. Cievku aj koleso nastoknite na dve osky upevnené na nejakej doske a spojte ich špagátom. Na väčšie koleso pripevnite kľučku, ktorou možno koleso krútiť. Súčasne s kolesom sa bude otáčať aj cievka, ale oveľa rýchlejšie, pretože jej polomer je podstatne menší ako polomer kolesa s kľučkou.

Na cievku z niti pripevnite váš farebný kruh tak, aby sa spolu s cievkou otáčal.

Takýto, pre nás veľmi vyhovujúci odstredivý prístroj (prevodový mechanizmus) má šijací stroj. Keď krútime nohou spodné koleso stroja, horné sa otáča veľkou rýchlosťou. Keď na horné koleso pripevníte váš pestrofarebný kartón, pokus sa vám zaručene dobre vydarí.

Napokon — zaobídete sa aj bez odstredivého stroja. Na

jednom priemere farebného kruhu, v rovnakých vzdialenostiach od stredu kruhu, spravte dve dierky. Cez dierky prevlečte špagát a zviažte jeho konce. Na jednom konci chyť špagát váš priateľ, na druhom vy. Špagát poriadne skrúťte a potom potiahnite. Špagát sa začne odkrúcať a pritom sa farebný kruh pred vašimi očami rýchlo rozkrúti.

Čo vidíte? Pestrofarebný obraz zmizne a pred vašimi očami sa objaví svetlý kruh, takmer bielej farby. Celkom biely asi nebude, pretože farby na vašom kruhu pravdepodobne nebudú presne zodpovedať odtieňom dúhových farieb.

Miešanie farieb

Pokus 116

Sedem farieb slnečného spektra možno zjednodušiť na tri základné farby: červenú, žltú a belasú. Ostatné štyri sú kombináciami týchto troch. Tí, ktorí sa zapodievať maliarstvom vedia, že červená a žltá dáva oranžovú, žltá a belasá dáva zelenú a belasá a červená dáva fialovú.

Keďže z troch základných farieb možno získať všetkých sedem farieb spektra, potom aj bielu možno získať len z týchto troch farieb. Či je to skutočne tak, dokážeme si tak isto, ako sme robili predošlý pokus.

Môžeme však uvažovať aj ďalej; keď z troch základných farieb získame bielu farbu, potom možno získať ju aj tak, keď jednu z nich miešame s kombináciou druhých dvoch. Či je aj to správne, dokážeme podobne, ako pri predchádzajúcom pokuse. Tie dve farby, z ktorých možno získať bielu farbu, nazývajú sa komplementárne (doplnkové) farby.

Komplementárne farby sú tieto: červená — belasozelená; oranžová — tmavomodrá; žltá — bledomodrá; žltozelená — fialová; zelená — purpurová.

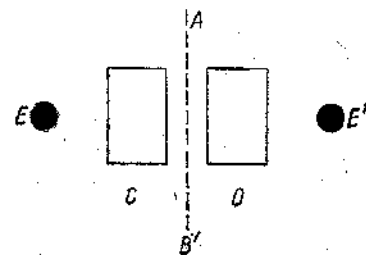
Skúsme použiť dve komplementárne farby a vyvolať dojem bielej farby, bez použitia odstredivého stroja.

Na biely kartón nakreslite taký obrázok, ako je v knihe obr. 72. Krúžky EE' majú byť čierne. Obdĺžnik C spravte červený a obdĺžnik D zelený. Na čiaru AB postavte kartón asi 25 cm vysoký.

Skloníte hlavu nad kartón tak, aby kartón prechádzal po dĺžke vášho nosa. Jedno oko sa díva na jednu stranu, druhé na druhú stranu kartóna. Obidva krúžky E aj E' sa začnú po-

sunovať a keď zmiznú z vášho zorného poľa, niet viac obdĺžnikov C a D . Ich komplementárne farby sa zmiešajú v bielu farbu a splynú s bielou farbou papiera.

Obr. 72. Obdĺžniky C a D zafar-



bite červenou a zelenou farbou. Kartónový pásik je umiestnený na priamke AB . Pozerajte sa na obrázok dovedy, kým sa body E a E' nespoja

Pokus 117

Ako treba vyberať látku v obchode

Umiestíte nejaký kartón medzi oči tak, ako pri predchádzajúcom pokuse. Na jednu stranu kartóna položte hárok červeného papiera, na druhú stranu hárok belasej farby. Namiesto hárkov papiera môžete použiť aj knihy, ktoré majú dosky spomínaných farieb. Na obidva hárky farebného papiera položte po jednej navštívenke. Biely papier na červenom podklade sa vám bude javiť ako zelený a navštívenka na belasom papieri sa vám bude zdať žltá.

Teraz sa ma však prekvapení opýtate, v akej je to spojitosti s obchodom a s látkami.

Verte mi, že spojitost' tu je. Keď vám predavač ukazuje na pulte látky rôznych farieb, vyvolávajú vo vašom oku dojem komplementárnych farieb, a preto sa vám veru môže stať, že sa vám nejaká látka veľmi páčila v obchode, keď bola na pulte medzi ostatnými; a keď ju potom pozeráte doma, už sa vám tak nepozdáva. Aby ste mohli vnímať správne farbu určitej tkaniny, musíte ju vziať spomedzi ostatných látok, ktoré sú okolo nej, a každú látku pozerat' zvlášť. Takto sa vám podarí odstrániť vplyv, ktorý majú farby iných látok na odtieň tej látky, ktorú si vyberáte.

Ba, či sa pomýlite?

Pokus 118

Keďže už teraz viete, ako sa miešajú farby a zaiste sa aspoň v škole zapodievate aj maľovaním, odpovedzte mi na túto otázku:

„Aké budú svetelné lúče, ktoré sa z lampy dostávajú k vášmu zraku cez žlté a potom cez belasé sklo?“

„Budú zelené?“

Nie veru, nebudú zelené. Sklá budú vlastne čierne a svetlo cez ne neprejde.

Ako by ste vysvetlili tento neočakávaný jav?

Prečo vidíme cez žlté sklo, žlté svetlo? Žlté sklo zadržiava všetky ostatné svetelné lúče okrem žltých a prepúšťa teda len žlté. A belasé sklo sa správa podobne.

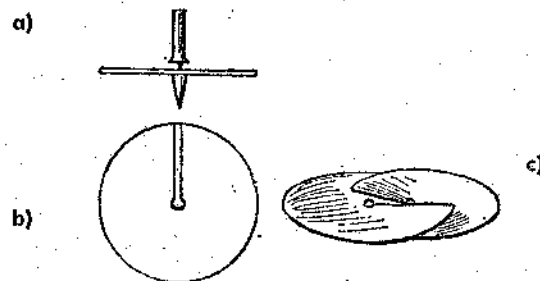
Teraz je už jasné, prečo sa vám budú javiť sklá ako čierne. Žlté sklo prepustilo iba žlté svetlo a belasé pohltilo aj to, takže cez belasé sklo neprechádza už nijaké svetlo.

Pomocou vrtielky

Pokus 119

Prí skúmaní miešania farieb vám veľmi dobre poslúži obyčajná vrtielka.

Z rôznofarebných papierov povystrihujte kruhy, ktoré prestrihnete v polomere od obvodu po stred. V strede spravte malú dierku, ktorá má priemer ako os vrtielky.



Obr. 73. Vrtielka na miešanie farieb

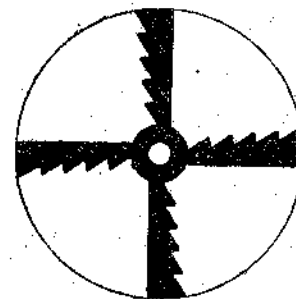
a) pohľad z boku; b) kartónový kruh, c) spôsob, ako sa na vrtielku kladú farebné kruhy

Kruhy kladte striedavo dva a dva na hornú plochu vrtielky. Keď rozkrútite vrtielku, pozorujte, aké farby „namiešate“. To, že sú kruhy prestrihnuté, vám umožní umiestiť na vrtielku dva kruhy naraz tak, že jeden kruh nezakryje celkom druhý; tak, ako to vidíte na obr. 73.

Pokus 120

Biele a čierne

Keď miešate bielu a čiernu farbu, dostanete vždy sivú farbu, ktorá je však svetlejšia alebo tmavšia; podľa toho, či je na nej viac čiernej alebo bielej farby. Presvedčíte sa o tom pomocou vašej vrtielky. Keď na jej hornú plochu pripevníte kruh s takou kresbou, ako je na obr. 74 a vrtielku roztočíte,



Obr. 74. Keby ste roztočili na vrtielke takýto kruh, videli by ste rad koncentrických sivých kruhov

dostanete sivú farbu. Farba však nebude všade rovnako sivá. Budete vidieť celý rad sivých prstencov, ktoré sú o to tmavšie, čím bližšie sú ku stredu kruhu. Je zrejme, prečo budú v strede kruhu tmavšie. Čím bližšie sa ide od obvodu k stredu kruhu, tým je bielej plochy menej. Vplyvom malých zubov, ktoré ste nakreslili na jednej strane čiernych pásikov, kruhy budú na vnútornej strane hrany o niečo svetlejšie.

Podobne môžete miešať aj iné farby. Keď namiesto čiernej a bielej použijete belasú a žltú, budú jednotlivé prstence na jednom okraji žlté a na druhom belasé.

Deviaty deň

Oko — obdivuhodná tmavá komora

Či prichádzajú svetelné lúče z predmetu do oka, alebo či vychádzajú z oka a dopadajú na predmety, to boli otázky, ktorými sa starovekí vedci pokúšali vyriešiť problém, prečo je naše oko vlastne schopné vidieť svet, ktorý nás obklopuje. Mnohí z nich sa domnievali, medzi nimi aj slávny grécky filozof Platón, ktorý žil v IV. storočí pred našim letopočtom; že svetelné lúče vychádzajú z oka, a že sa pohybujú priamočiaro až kým nenarazia na nejaké teleso; že oko vidí určitý predmet vtedy, keď naň narazia svetelné lúče, vychádzajúce z oka. Mysleli si, že človek pri hľadaní určitého predmetu tápe tými lúčami, tak ako rukou v tme, kým nenájde hľadaný predmet.

Aj v tom čase sa však našli takí, ktorí správne predpokladali, že svetelné lúče sa dostávajú z predmetu do oka, a že oko vidí predmety preto, lebo sa v ňom vytvára ich obraz. Už v X. storočí v jednej svojej knihe, ktorá slúžila ďalších sedem storočí ako učebnica optiky, celkom objasnil optické ústrojenstvo oka arabský fyzik Al-Hazen.

Oko je podobne zstrojené ako fotografický aparát. Prirodzene, bolo by správnejšie vyjadriť sa tak, že fotografický aparát je zstrojený podobne ako oko. Lenže ľudia sa zväčša oboznámia s fotografickým aparátom a pochopia ako je zstrojený skôr, než pochopia, ako je zstrojené oko.

Oko, práve tak ako fotoaparát, má na prednej strane malý otvor (zrenicu), ktorou vnikajú svetelné lúče. Za týmto otvorom sa nachádza očná šošovka, v ktorej sa svetelné lúče lámu a križia v ohnisku (fókuse) a potom vrhajú na zadnú stenu oka obraz vonkajšieho sveta, lenže v obrátenej polohe; celkom tak, ako sa vo fotografickom aparáte objavuje obraz

na matrici (platnička z mliečného skla). Na zadnej stene oka je však mimoriadne jemná a citlivá sieť rozvetveného očného nervu. Táto sieť vysiela do mozgu signály o obraze, ktorý na ňu dopadá, alebo presnejšie, o svetelných vlnách, ktoré sa na nej premietajú.

Táto sieť (sietnica) je upravená tak, že je citlivá len na svetelné vlny určitých dĺžok, t. j. na všetky dĺžky svetelných vln, ktoré sa pohybujú medzi vlnovými dĺžkami červených a fialových lúčov. Na ostatné vlnové dĺžky, ktoré sú od spomínaných väčšie alebo menšie, nie je sietnica citlivá. Preto nevidíme infračervené a ultrafialové lúče, ba ani mnohé iné, ktorých vlnová dĺžka je taká, že pre ňu nemáme v našom oku zodpovedajúce prijímacie zariadenie.

Na rozdiel od filmu vo fotografickom aparáte, ktorý ako vec neživá môže prijať a zaznamenať iba jeden svetelný podnet, len jeden obraz (keď ovšem chceme mať obrázky jasné a neprekryté), sietnica v oku prijíma stále nové a nové svetelné signály, obrázky sa na nej stále menia a ona neustále vysiela do mozgu signály o obrazoch, ktoré na ňu dopadajú. Jej spôsobilosť prijímať svetelné signály sa nezmenšuje, lebo sa stále obnovuje, čo je výsadou živých organizmov. Svetelný signál v oku však nezaniká v tom okamihu, keď na sietnicu prestanú dopadať svetelné lúče. Vnem z obrázku, ktorý sa na sietnicu premietol, trvá v oku $\frac{1}{16}$ sekundy.

Vďaka tejto skutočnosti sa podarilo skonštruovať premietací prístroj, ktorý nám umožňuje dívať sa v kine na pohybujúce sa obrázky. Na plátno sa premietne za jednu sekundu 16 obrázkov, ktoré predvedú 16 za sebou nasledujúcich pohybov. Medzi týmito pohybmi sú len malé rozdiely. Vnem každého obrázku trvá v oku $\frac{1}{16}$ sekundy a to je práve interval, po ktorom sa objaví na plátno nový obrázok a v oku vnem tohto ďalšieho obrázku. V dôsledku toho vzniká dojem, že ide o jeden súvislý obraz, a že pohyb, ktorý sa predvádza, nie je prerušovaný, ale že je ucelený.

Ako každý prístroj, tak aj oko môže mať svoje nedostatky. Môže sa po čase pokaziť, ako sa kazia všetky prístroje nadmerným alebo chybným používaním. Ba, môže mať hneď od začiatku, od narodenia, určité nedostatky. Najčastejšie sa objavuje ďalekozrakosť a krátkozrakosť. Niektorí ľudia vidia dobre predmety, ktoré sú od nich vzdialené, ale vidia slabšie tie, ktoré sú blízko. O tých vravíme, že sú ďalekozrakí. Iní zas vidia dobre tie predmety, ktoré sú blízko a vzdialené

vidia slabo. O tých hovoríme, že sú krátkozrakí. Jedni i druhí môžu napraviť chybu svojho zraku pomocou okuliarov. Okuliare sú v podstate šošovky, ktoré pomáhajú očným šošovkám premietiť jasný obraz predmetu na samotnú sietnicu. Ďalekozrakí používajú zväčšovacie sklá (spojky), lebo tie zvyšujú schopnosť sústreďovať svetelné lúče, ktorých v očnej šošovke nie je dostatok. Krátkozrakí zas nosia zmenšovacie sklá (rozptylky), pretože tie znižujú schopnosť prijímať svetelné lúče, nakoľko táto je u krátkozrakých nadmerná. Normálne oko má však veľkú schopnosť prispôbovať (ťahovať a roztahovať) očnú šošovku a často dokáže rozoznať na viac ako 40 metrov vzdialenosť jednotlivé vetvy stromu oproti jasnej oblohe a súčasne dobre vidieť aj podrobnosti na vzdialenosť niekoľkých centimetrov. Z vrodených nedostatkov sa najčastejšie objavuje necitlivosť na niektoré farby; sietnica nie je v takom prípade schopná prijímať niektoré svetelné vlny. Najčastejšie sa to stáva s červenou farbou. Tento jav sa nazýva farbosleposť alebo daltonizmus, podľa anglického chemika Johna Daltona, (džon dalton), ktorý trpel touto poruchou. Prírodné, že okrem týchto nedostatkov, ktoré môže mať oko ako optické ústrojenstvo, môžu ho postihnúť rôzne choroby práve tak, ako ktorýkoľvek iný ľudský orgán.

Pýtate sa, prečo nevidíme všetko okolo seba obrátené hore nohami, keď obrázok na sietnici oka je obrátený práve tak, ako sú obrátené všetky obrázky na matnici fotografického aparátu? Aj o tom probléme sa už veľa diskutovalo, hoci riešenie je veľmi jednoduché. Nezabúdajte, že za naším okom nie je iné oko, ktoré by pozorovalo obrázok na našej sietnici, ako to robíme, keď sa pozeráme na matnicu fotoaparátu. Obrázok zo sietnice sa prenáša do mozgu prostredníctvom očného nervu a až v mozgu získava človek vnem o obrázku videnom očami. Preto je celkom jedno, v akej polohe je obrázok na sietnici oka, ale dôležitý je proces, ktorý sa odohráva v mozgu.

Dobre, odpoviete mi pri tomto našom rozhovore, ktorý máme možnosť viesť len takto, prostredníctvom knihy, ako však možno vysvetliť tú podivnú skutočnosť, že človek vidí hĺbku, priestor, napriek tomu, že obrázky, ktoré sa premietajú na sietnici ľudského oka, sú len obrázky na povrchu sietnice, a teda majú len dve dimenzie (rozмеры)? Keď dokáže mozog splniť aj takú úlohu, že dodá obrázkom hĺbku, že signálom, ktoré dostáva zo sietnice, ktoré majú len dve di-

menzie, dokáže pridať aj tretiu, prečo neurobí to isté, keď sa pozeráme na fotografiu? Aj z fotografie prichádzajú do našich očí svetelné lúče a na sietnici sa vytvára taký istý obrázok, ako keď sa dívame na predmety v priestore.

Veru, aj o tom sa už veľa narozprávalo, lenže tentokrát vysvetlenie nie je také jednoduché. Podstata je v tom, že obrázky priestoru, ktoré sa premietajú na sietniciach našich očí, nie sú celkom rovnaké, nakoľko medzi očami je určité rozpätie, a teda nehľadia na predmet z jedného bodu. Keď však pozeráme na fotografiu, premietajú sa ten istý obraz na sietnice v oboch očiach. To, že toto je príčinou, pre ktorú vidíme hĺbku obrazu aj napriek tomu, že obrázky na sietnici sú len plochými obrázkami, sa dá dokázať celkom jednoduchým pokusom. Urobte dve fotografie nejakého predmetu z dvoch rozličných miest, máličko od seba vzdialených. Táto vzdialenosť má byť asi taká, ako sú vzdialené oči jedno od druhého. Potom si vezmite stereoskop a pozerajte tie fotografie tak, že jeden obrázok sa premietajú na sietnicu jedného oka, toho, ktoré zodpovedá postaveniu fotoaparátu, z ktorého bol predmet fotografovaný. Fotografia, ktorú takto uvidíte, už nebude plochá, dvojrozmerná, ale bude mať hĺbku. Dokonca vo väčšej miere, ako priestor, na ktorý sa obyčajne dívate. Pomocou takéhoto prístroja sme teda oklamali oko. Na sietnici sa premietli také isté obrázky, aké by na ňu dopadli vtedy, keby sme sa dívali priamo do priestoru a nie na fotografiu. Preto sme nadobudli dojem, že pozorujeme priestor. Aj keď boli pred nami len fotografie. Na tom istom základe sa teraz vyrába tzv. stereoskopický (plastický) film, pri ktorom máme taký dojem, ako keď pozorujeme telesá v priestore a nielen obrázky na premietacom plátne. Stereoskopický film je filmom budúcnosti, ktorý spolu s farbami a zvukom vytvára v kine dokonalejšiu vidinu skutočnosti.

Možno, že ani netušíte, že stereoskop, táto príjemná hračka, s ktorou sa zaiste už ne jeden z vás často bavil, urobila veľmi významné služby nielen optike, ale aj astronómii. Stereoskopické snímky oblohy umožnili astronómom používať nové metódy výskumu vesmíru. Pomocou stereoskopických snímok Mesiaca sa napr. podarilo vypočítať celkom presne výšku pohorí na Mesiaci.

Ako sa však vôbec mohlo podať vyhotoviť stereosnímky nebeských telies, rád by sa dozvedel váš nepokojný, zvedavý a vedychtivý duch. Ako sa mohli vyhotoviť takéto snímky, keď

aj najväčšia vzdialenosť na Zemi je v porovnaní s obrovskými vzdialenosťami, ktoré delia nebeské telesá od Zeme, nepatrná? Keby sa vôľila akákoľvek vzdialenosť medzi fotografickými aparátmi, každá by bola nedostatočná na to, aby vôbec boli snímky odlišné. To je pravda. Nezabúdajte však na to, že Zem sa pohybuje, krúti okolo Slnka a že spolu aj s ním putuje vesmírom. Keď sa teda druhá snímka spraví až za niekoľko dní alebo za niekoľko mesiacov, vzdialenosť medzi miestami, z ktorých sa spravila prvá a druhá snímka, už nebude malá. Takto sa podarí získať dva obrázky, ktoré sa dostatočne od seba líšia, aby potom pomocou stereoskopu poskytli možnosť pozorovať priestorovú hĺbku. Takýto obrázok hviezdnej oblohy je obrovským zážitkom, aký nemožno dosiahnuť nikdy, keď pozorujete oblohu či už voľným okom alebo ďalekohľadom. Na oblohe sa nám javia všetky hviezdy v jednej rovine, z oblohy na nás žmurkajú, akoby boli na nej prilepené. Keď sa však poďívame na stereoskopickú fotografiu oblohy, máme dokonalý zážitok z nekonečnej hĺbky chladného vesmíru posiateho hviezdami, ktoré vidíme ako okrúhle gule rôznej veľkosti a jasnosti v rozličných vzdialenostiach od nás, po celej hĺbke vesmíru. Keď pozorujeme takéto obrázky, vidíme oblohu asi tak, ako by ju videl nejaký obor svojimi dvoma očami, ktoré by mal, jedno od druhého, vzdialené niekoľko stotisícok kilometrov. Tento zážitok nemožno opísať, a preto vám želim, aby ste si ho pripravili sami pre seba tým, že sa vám podarí získať takéto snímky.

Dovtedy však, kým sa vám to podarí, spravíme si niekoľko pokusov, ktoré vám umožnia aj tento jav, popri ostatných, lepšie pochopiť.

Tmavá komora

Keď dokonale zatemníte izbu, máte tmavú komoru. Pomenovanie ani nehovorí nič iné, len že ide o tmavú izbu. Teda, keď ste už izbu dokonale zatemnili tak, že do nej odnikiaľ nemôžu preniknúť svetelné lúče, spravte na čiernom papieri, ktorým ste pozakrývali okná, jednu maličkú dierku. Cez tú dierku budú prenikať svetelné lúče z predmetov, ktoré sa nachádzajú vonku. Ich obraz uvidíte na bielom plátne, alebo

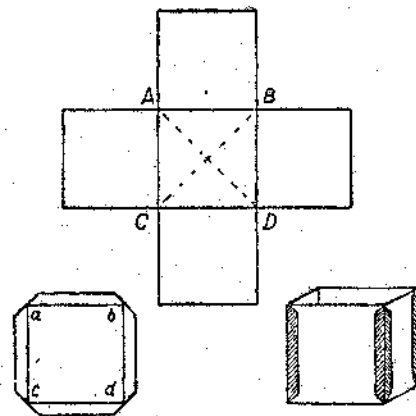
Pokus 121

háčku papiera, keď ho podržíte v izbe oproti dierke na oblohu.

Keďže sa svetlo šíri vo forme priamky a svetelné lúče, odrazené od predmetov, ktoré sú vonku, prechádzajú všetky cez malú dierku, takmer cez jeden bod, obrázky predmetov budete mať v izbe obrátené.

Hoci je veľmi jednoduché spraviť si takýmto spôsobom tmavú komoru, predsa len je vhodnejšie a jednoduchšie urobiť ju vo forme škatule, ktorú máte možnosť všade nosiť so sebou a nemusíte nikoho obťažovať so zatemňovaním izby.

Ako sa robí takáto škatuľa? Na kus hrubého kartónu, ktorý je celkom nepriesvitný, narysujte štvorec. Na každú stranu štvorca narysujte ešte po jednom takom štvorci, ako je to znázornené na obr. 75. Celkom zľahka zarežte nožikom do

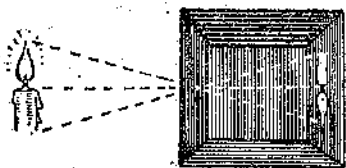


Obr. 75. Takto sa robí tmavá komora

kartónu po čiarach, ktoré spájajú body AB, AC, BD a CD. Potom celý obrazec nožnicami vystrihnite. Na spomenutých čiarach zohnite kartón tak, že zárez bude na vonkajšej strane. Takto ste získali kocku, ktorej chýba horná stena. Na štvorci ABCD narysujte uhlopriečky a tam, kde sa pretínajú, urobte celkom malú dierku. Okraje dierky musia byť dokonale hladké. Ak prepichnete kartón ihlou, vyrovnajte nechom to maličkú vydutú kartónu, ktoré spôsobila ihla, keď prenikala cez kartón. Potom opäť zapichnete ihlu na to isté miesto.

a opäť vyrovnajte nechťom kartón. Opakujte to dovtedy, kým nie je otvor celkom okrúhly a hladký.

Veľkosť otvoru závisí od veľkosti škatule. Keď má jedna strana štvorca 5 cm, dierka má mať priemer $2/10$ mm, keď je strana štvorca dlhá 11 cm, priemer dierky musí byť $3/10$ mm, 20 cm dĺžke štvorca zodpovedá priemer dierky $4/10$ mm a 30 cm dĺžke strany štvorca zodpovedá otvor $1/2$ mm. (obr. 76).



Obr. 76. V tmavej komore získavame obrátený obrázok predmetu, lebo svetelné lúče sa križujú v otvore, ktorým prechádzajú

Keď ste už spravili dierku správnej veľkosti a tvaru, oblepte všetky steny škatule čiernym papierom. Teraz treba ešte zatvoriť aj vrch škatule. Na to použite jemný, čo možno najtenší hodvábný papier, ale môže to byť aj pauzovací papier. Na tento papier narysujte taký istý štvorec, ako ste kreslili na kartón a každú jeho stranu predĺžte o úzky pásik, ako to vidíte na obr. 75. Po vystrihnutí náčrtku zohnite kráje štvorca presne po narysovaných stranách, a potom tento tenký papier prilepte zvonku na kocku, keď ste predtým natreli lepidlom pásiky po okraji štvorca. Takto získala kocka aj hornú stenu.

Tú stenu, ktorá je z tenkého papiera a je priamo oproti dierke, natrite čistým olejom. Kocku potom nechajte vysušiť, nie však blízko kachiel.

Takto ste si spravili tmavú komoru. Na tenkom, prísvitnom papieri môžete pozorovať obrázky predmetov, ktoré sú pred dierkou. Keď tak robíte večer, musíte sa postaviť do tmavšieho kúta miestnosti a dávať pozor, aby svetlo nedopadalo na tú stenu kocky, na ktorej sa vytvára obrázok, t. j. na tú stranu, ktorá je z tenkého papiera. Keď pozorujete cez deň, dobré je prehodiť si cez hlavu nejakú tmavú látku, aby ste tak zabránili prístupu svetla na obraz, ktorý pozorujete. Takto to robia aj fotografisti, keď robia obrázok a chcú vidieť, či je na matnici dosť jasný a ostrý.

Na matnici vašej tmavej komory môžete pozorovať obrázky osvetlených predmetov, ktoré sú pred komorou. Obrázok

bude presne taký, ako sú predmety v skutočnosti (tvarom aj farbou), len bude obrátený hore nohami. Všetko to, čo je v skutočnosti hore, bude na obrázku dolu a to, čo je napravo, na obrázku sa vám objaví vľavo. Čím viac sa priblížite k pozorovanému predmetu, tým bude obrázok na papieri väčší a čím viac sa budete od predmetu vzdalovať, tým bude obrázok menší.

Fotoaparát je v podstate tiež takáto tmavá komora. Líši sa tým, že pred otvorom, ktorým prechádzajú svetelné lúče, má šošovku, ktorá sa nazýva objektív. Šošovka umožňuje, aby bol obrázok celkom jasný. Fotoaparát má steny komory čierne, aby sa tak vylúčilo akékoľvek odražanie svetla vo vnútri komory. Často ich vyrábali vo forme harmoniky, aby sa objektív mohol od matnice vzdalovať alebo približovať, čo je podmienkou získania ostrých obrázkov.

Ako sme už povedali, aj oko je tmavá komora, pretože aj ono má šošovku — zrenicu, cez ktorú prechádzajú svetelné lúče; má aj sietnicu, na ktorú sa premietajú obrázky predmetov.

Pokus 122

Fotografujte bez fotoaparátu

Ako si to predstavuješ? — spýtali by ste sa, nedôverčivo hľadiac na toho, kto by vám niečo také navrhol.

Ale v skutočnosti to nie je nič také zložité. Keď máte tmavú komoru, to je asi toľko, ako keby ste mali fotoaparát.

Na tú stranu tmavej komory, kde je tenký papier, na ktorom sa premieta obrázok, vložte fotografickú platňu. Dierku na tomto vašom fotoaparáte dočasne zalepte čiernym papierom. Samozrejme, že musíte fotografickú platňu vložiť do škatule tak, aby sa priamo na ňu premietol obrázok, keď dierku odokryjete, a že ešte predtým starostlivo oblepíte škatuľu zo všetkých strán, aby do nej nepreniklo svetlo a nepokazilo vám platňu. Keďže cez dierku vnikne do škatule veľmi málo svetla, bude dobre, keď použijete čo najcitlivejšiu fotografickú platňu.

Ak na vašej tmavej komore vyrežete trochu väčší otvor a pred ten otvor nasadíte šošovku, bude sa vaša komora celkom podobáť na fotoaparát. Vzdialenosť, v akej má byť umiestnená fotografická platňa, si musíte v takomto prípade zistiť tak, že ešte predtým, než vložíte platňu, vyskúšate na

matnici, v akej vzdialenosti je obrázok najostrejší. To závisí od veľkosti otvoru a svetečnosti šošovky.

S týmto, tak jednoduchým aparátom, môžete urobiť krásne fotografie. Veľmi zaujímavé bývajú najmä portréty urobené takýmto spôsobom. Osobu, ktorú fotografujete, postavte na slnko tak, že niektoré časti tváre sú jasne osvetlené slnkom a niektoré ostanú v tieni. Získate veľmi zaujímavý portrét, pretože váš skromný aparát nedokáže urobiť celkom ostrý obrázok. Svetlá a tiene na obrázku budú mať mimoriadne mäkké obrysy.

Stereoskop

Pokus 123

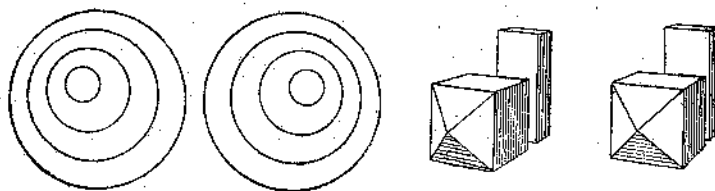
Zaiste ste už mali príležitosť pozeráť obrázky cez stereoskop. Obyčajné fotografie, obrázky krajínok, predmetov a ľudí, ploché a bez hĺbky, sú celkom iné, keď na ne pozeráme cez stereoskop. To už potom ani nie je obrázok, ale pred nami sa rozprestiera priestor a zdá sa nám, že vidíme skutočné predmety v priestore. Obrázky získavajú hĺbku a dalo by sa dokonca povedať, že ešte väčšiu, ako sa dá pozorovať v prírode.

Skúste si spraviť stereoskop sami. Do silnejšieho kartóna vyrežte dva otvory, ktoré budú vzdialené jeden od druhého práve tak, ako sú od seba vzdialené oči. Do otvorov vložte dve rovnaké zväčšujúce šošovky. Presne v prostriedku medzi týmito šošovkami vedzte kolmú priamku a kartón môžete do opačnej strany trochu prehnúť. Na druhej strane kartóna, v tej istej rovine, prilepte ďalší kúsok kartónu, ktorý má zvierat približne 90 stupňavý uhol s kartónom, na ktorom sú otvory pre oči. Hovoríme „približne“ preto, lebo kartón, cez ktorý sa budete pozeráť, má byť trochu prehnutý.

Keď pred váš stereoskop položíte stereosnímky, t. j. obrázky upravené pre stereoskop (to vlastne znamená fotografované z dvoch rôznych bodov), dostanete jeden taký obrázok, na ktorom budete môcť pozorovať celkom prirodzenú hĺbku.

Rovnaký zážitok môžete však mať aj bez stereoskopu.

Pozerajte sa na obr. 77. a 78. Prispôbte vaše oči tak, ako keby ste sa dívali ponad knihu na nejaký predmet, ktorý je ďalej, ako obrázky v knihe. Dva obrázky, na ktoré pozeráte, sa začnú čoskoro rozdeľovať a za nejaký čas budete vidieť



Obr. 77. Dívajte sa na tieto obrázky z diaľky asi 20 cm; budete vidieť každý z nich dvojito, a keď sa dva z týchto štyroch obrázkov zjednotia, budete vidieť stereoskopický obrázok

Obr. 78. Postupujte rovnako ako pri obr. 77. Obrázky sú nakreslené tak, ako by sme ich videli vtedy, keby sme pozerali najprv jedným okom, a potom len druhým okom

štyri obrázky. Vtedy začnite knihu pomaličky posúvať bližšie, alebo ďalej od vašich očí, prípadne držte knihu v rovnakej vzdialenosti, ale prispôbujte oko na novú vzdialenosť dovtedy, kým sa zo štyroch obrázkov dva nezjednotia, takže budete vidieť tri obrázky. Keď sa obrázky celkom prekryjú, obrázok v prostriedku zrazu získa hĺbku a vy budete pozorovať kresbu práve takú, ako keby ste sa na ňu dívali cez stereoskop.

Dôležité je, aby bola kresba dobre osvetlená, keď ju pozorujete.

Stačí na to trochu cviku a takýto spôsob pozorovania stereoskopických snímkov vám pôjde celkom ľahko. Nesmiete však ani v tomto prípade preháňať, lebo po určitom čase sa oči príliš unavia.

Pokus 124

Anaglyf*)

Taký istý výsledok môžeme dosiahnuť ešte aj inak.

Namiesto toho, aby sme si namáhali oči a trápili sa

*) Anaglyf, grécke slovo, znamená poloreliéf; v polygrafii spôsob tlače stereoskopických fotografií; pri fotografovaní dvojité snímka v komplementárnych farbách, napr. zelená a červená — keď ju pozorujeme špeciálnymi okuliarmi, vidíme priestorový obraz.

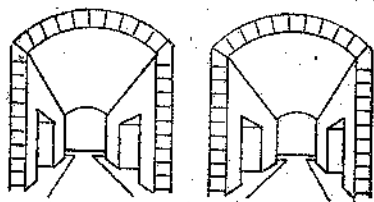
s výrobou stereoskopu, môžeme si jednoducho vziať také okuliare, ktoré majú jedno sklo červené a druhé zelené. Takéto okuliare si môžete spraviť z papiera. Rám bude zo silnejšieho kartónu a namiesto skiel prilepte na kartón celkom priehľadný farebný papier, najlepšie celofán.

Nakleslite dva stereografické obrázky a to tak, že jeden bude červený a druhý zelený. Keď sa budete pozerat' na tieto obrázky cez vaše okuliare, budete vidieť tým okom, pred ktorým je zelený priesvitný papier alebo zelené sklo, iba červený obrázok, a okom, pred ktorým je červené sklo, iba zelený obrázok. Červená kresba mizne pri pozeraní sa cez červené sklo, pretože celý papier vidíte ako červený a to je príčina, pre ktorú vidíte cez červené sklo len zelený obrázok. Zelené sklo vám zas pre tú istú príčinu znemožní vidieť zelený obrázok.

Okuliare si nasad'te tak, aby ste mali na pravom oku sklo tej farby, ktorou je namalovaný ľavý obrázok.

Takto budete vidieť obrázok presne tak, ako keby ste sa naň pozerali stereoskopom. Do každého oka sa dostáva iba jeden z obrázkov a to taký obrázok predmetu, ako by sme dotýčny predmet videli, keby sme sa naň pozerali len tým jedným okom, pretože sme práve tak zhotovili aj naše obrázky.

Anaglyfy sa zvyčajne robia tak, že sa vytlačia dva obrázky vedľa seba, a to jeden červenou a druhý zelenou farbou. Keď ich pozorujete cez farebné okuliare, nadobúdate dokonalý dojem reliéfu (obr. 79).



Obr. 79. Jeden z obrázkov zafarbíte červenou, druhý zelenou farbou a pozerajte sa na ne cez okuliare, ktoré majú jedno sklo zelené a druhé červené; obrázok budete vidieť stereoskopicky. Tak isto môžete postupovať aj pri obr. 77 a 78

Nevýhoda anaglyfov je v tom, že sa takýmto spôsobom nemôžeme pozerat' na viacfarebné obrázky. Keď sa dívate cez vaše okuliare s jedným červeným a jedným zeleným sklom, vtedy sa javia aj červené aj zelené čiary ako čierne, pretože svetelný lúč z nich preniká aj cez opačne sfarbené sklo.

Dívajte sa na mňa a odrazu nebudete vidieť hlavu na mojom krku! Akonáhle zbadáte, že jej niet, opäť sa vám objaví; zmizne však zas, ak sa budete dívať tam, kam vám poviem.

— Ukáž teda tie tvoje kúzla! — odpovedia priatelia, ktorým ste dali tento návrh.

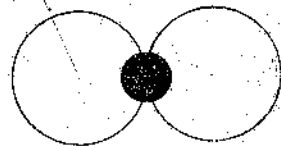
Postavte dvoch chlapcov oproti sebe na vzdialenosť dvoch metrov. Nech obidvaja zažmúria ľavé oko a pravým nech sa dívajú na určitý bod v izbe, ktorý im udáte. Tieto body musia byť presne vo výške hlavy jedného aj druhého. Kde presne tieto body budú, to závisí od miesta, na ktorom sa v izbe chlapci nachádzajú, ako aj od vzdialenosti ich rozostupu. Najlepšie bude, keď si ešte predtým vyskúšate a presne vopred označíte miesta, kde sa majú postaviť tí, s ktorými pokus robíte. Keď ich správne postavíte navzájom oproti sebe, ich hlavy skutočne zmiznú z ich zorného poľa a na svoje veľké prekvapenie, budú sa vidieť vzájomne bez hlavy.

V určitom okamihu, keď sa oko pohne, vidí, že hlava toho, ktorý stojí pred ním, je predsa len na svojom mieste. Keď uprie svoj pohľad opäť na určený bod, hlava opäť zmizne z jeho zorného poľa.

Tento pokus predviedol prvý raz v r. 1666 slávny fyzik Mariotte na dvore francúzskeho kráľa Ľudovíta XIV. Môžete si predstaviť, akí udivení museli byť všetci prítomní!

Spomínaný jav má svoj pôvod v tom, že v našom oku existuje jedno miesto, ktoré nie je citlivé na svetelné podnety. Toto miesto sa nazýva „slepá škvrna“. Je to práve to miesto, kde očný nerv vchádza do očnej buľvy a z ktorého sa začína rozvetvovať vo forme vlákien, a tak vytvárať sieťnicu oka.

Na obr. 80 sa môžete presvedčiť, že na sieťnici skutočne nevzniká nijaký obraz, keď dopadá na „slepú škvrnu“. Zatvoríte ľavé oko a pravým okom sa dívajte na krížik zo vzdialenosti asi 20 cm; čierny kruh zmizne



Obr. 80. Zažmúrite ľavé oko a pravým sa pozerajte na krížik zo vzdialenosti asi 20 cm; čierny kruh zmizne

20 cm. Za chvíľu čierny kruh zmizne, ale dva veľké biele kruhy budete stále vidieť.

Ako to, pýtate sa, že čierny kruh zmizne z bieleného papiera a že namiesto čierneho kruhu vidíme biely papier, keď by to malo byť práve naopak. Na papieri by sme mali vidieť ako čierne to miesto, z ktorého dopadajú na „slepú škvŕnu“ svetelné lúče, keď „slepá škvŕna“ svetelné lúče nevníma.

Máte pravdu. Malo by to byť tak, že na predmetoch, ktoré pozorujeme jedným okom, by sme mali vidieť čierny bod na tom mieste, ktoré zodpovedá „slepej škvŕne“ v oku. My však v našom zornom poli tento čierny bod nezaznamenávame preto, lebo sme si po čase zvykli na základe vlastnej predstavivosti, dopĺňať prázdne miesto, ktoré sa tam vytvára. Podvedome rozširujeme plochu bieleného papiera aj cez to miesto, kde sa nachádza čierny bod, ktorého obraz dopadol na našu „slepú škvŕnu“.

Začiatky kinematografie

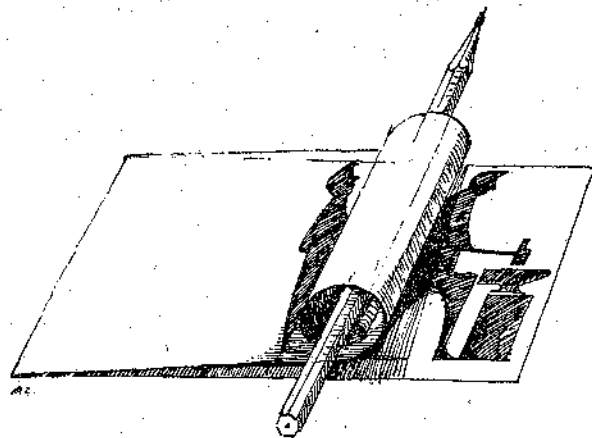
Pokus 126

Urobili ste už niekedy takýto jednoduchý pohyblivý obrázok?

Na dva pásiky papiera, 8 cm široké a asi 15 cm dlhé, nakreslite dva rovnaké obrázky, napr. kováča pri nákovu. Obrázky majú byť celkom rovnaké. Kovadlinka stojí na tom istom mieste a má taký istý tvar. Kováča nakreslite tiež tak isto, iba s tým rozdielom, že na jednom obrázku bude mať ruku s kladivom zdvihnutú a na druhom obrázku spustenú, keď kladivom udiera na nákovu.

Tieto dva obrázky položte presne jeden na druhý, na ľavom okraji ich spolu zlepte a vrchný obrázok potom, začínajúc z pravého okraja, nakrúťte pevne na ceruzku.

Teraz už môžete robiť pokus. Do pravej ruky vezmite ceruzku, okolo ktorej je okrátený vrchný obrázok a ľavou držte papier za jeho ľavý okraj. Keď budete rýchlo pohybovať ceruzkou doľava-doprava, skrútený papier sa bude stále odkrúcať a zakrúcať okolo ceruzky a pred vašimi očami sa bude objavovať striedavo raz vrchný, raz spodný obrázok. Budete mať dojem, že sa dívate na kováča, ako kuje vo svojej kováčskej vyhni (obr. 81).



Obr. 81. Keď budete pomocou ceruzky rýchlo papier skrúcať a vyrovnávať, uvidíte ako udiera kováč na nákovu

Príčina tohto javu tkvie v tom, že vnem každého obrázku trvá v oku ešte 1/16 sekundy od toho okamihu, keď už svetelný popud prestal pôsobiť na sieťnicu nášho oka.

Vďaka tejto skutočnosti bolo možné skonštruovať premietací prístroj. Keď toto veda objasnila, bolo treba riešiť už len technické problémy. Najprv vynájst taký prístroj, ktorý by dokázal snímať približne dvadsať snímok za sekundu, a potom ešte ďalší prístroj, ktorým by sa premietali obrázky na filmové plátno, ale tak, aby sa sŕiedali a aby boli osvetlené len v tom okamihu, keď obraz je presne uprostred plátna. Vnem, ktorý v oku zanecháva každý z týchto obrázkov, zodpovedá presne tej dobe, ktorá je potrebná, aby sa jeden obrázok schoval a druhý sa umiestil uprostred plátna. V tomto medzidobí nie je na plátno nijaký obrázok a celé kino je v úplnej tme. Lenže táto doba je tak krátka, že my ešte stále vidíme predchádzajúci obraz a práve vtedy, keď by mal tento dojem zmiznúť, prichádza podnet vyvolaný ďalším obrázkom, ktorý sa medzitým objavil na plátno. V dôsledku toho sa nám zdá, ako keby nebolo došlo k nijakému prerušeniu a ako keby sme sa divili na pohyby postáv na plátno, pretože vidíme celý rad polôh, v ktorých sa tie postavy pri určitom pohybe nachádzajú.

Keď si spomenieme na to, čo sme hovorili pri predchádzajúcich pokusoch o obrázkoch vyvolávajúcich dojem priesto-

ru, potom je nám jasné, podľa akých princípov sa dnes postupuje, aby aj film nadobudol priestorový obraz. Veda tento problém už vyriešila a dnes sa hľadá iba najvhodnejšie technické riešenie. Nemožno pochybovať o tom, že najbližšia budúcnosť prinesie plastický film (trojrozmerný), ktorý nám umožní pozerať sa na dokonale prirodzené obrázky, akoby sme mali pred sebou priestor a nie filmové plátno.

Zatvorte vtáčika do kliečky

Pokus 127

Aj keď chodíte do kina od raných detských čias a dívate sa tam na pohyblivé obrázky, predsa sa vám môže stať, že vás vaši priatelia privedú do rozpakov jednoduchou úlohou, ktorá sa tiež zakladá na tom istom princípe, t. j. na dobe pôsobenia svetelných vnemov na sieťnicu nášho oka. Úlohu by sa vám podarilo vyriešiť veľmi jednoducho, keby ste si spomenuli na kino.

Skúste ich aj vy potrápiť s jednou takouto úlohou.

Na kúsok kartónu nakreslite vtáčiu kliečku a na druhú stranu kartónu nakreslite vtáčika.

„Zavrite vtáčika do kliečky“, povedzte svojim priateľom!

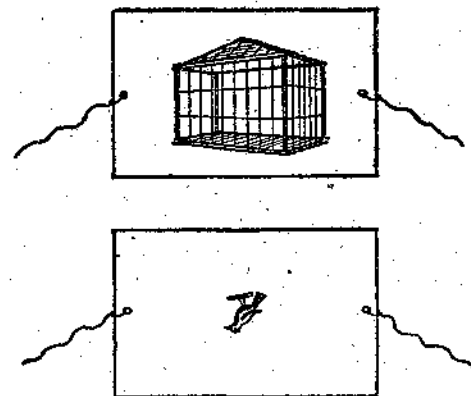
Kliečka je nakreslená, vtáčik je tiež nakreslený, nakreslím ďalšieho vtáka v kliečke a bude to vyriešené, uvažuje jeden z priateľov.

Tak nie, tak som to nemyslel, odpoviete. Mám na mysli práve tohto vtáčika, ktorý je na druhej strane kartónu.

Pravdepodobne budete musieť ukázať sami, ako to možno urobiť.

Na oboch stranách kartónu privažte nitky alebo kúsok tenšieho špagáta. Chyťte konce špagáta do rúk a krúťte obrázok doľady, kým sa špagát neskrúti. Potom potiahnite obojstranne konce špagáta a obrázok držte pred očami vašich priateľov. Špagát sa začne odkrúcať a kartón sa bude rýchlo krútiť okolo svojej osi. (obr. 82).

Pred očami vašich divákov sa bude striedavo objavovať raz jeden, raz druhý obrázok. A oni v dôsledku toho, že vnem svetelných lúčov trvá na svietnici dlhšie ako samotný podnet vyvolaný obrázkom,vidia súčasne obojstranné obrázky naraz, t. j. kliečku aj vtáčika. Bude sa im preto zdať, že vtáčik je v kliečke.



Obr. 82. Dajte pozor na to, aby na druhej strane kartónu bol obrázok nakreslený obrátene

Keď sa kartón zastaví, vtáčik z kliečky zas vyletí.

Samozrejme, že môžete nakresliť najrozmanitejšie predmety a vytvárať tie najčudesnejšie kombinácie. Môžete napr. na jednej strane nakresliť koňa a na druhej strane Indiána a získate tak obraz Indiána, ktorý jazdí na koni.

Prečo vidíte obojstranné obrázky odrazu, sa dá objasniť jedným, ešte jednoduchším pokusom.

Zapáľte zápalku, nechajte ju rozhorieť a náhle ju zhasnite tak, aby zostala rozžeravená. Rýchlo krúžte zápalkou (opisujte ňou kruh). Budete vidieť úplný, neprerušovaný kruh, hoci v každom okamihu je osvetlený len jediný bod tohto kruhu. Svetelný bod prejde značnú časť dráhy od toho bodu, z ktorého sa pohol, ale vnem, ktorý v oku vyvolal, trvá ešte ďalej, práve tak ako vnem zo všetkých bodov, ktorými medzičasom na svojej dráhe svetelný bod prešiel.

To je aj príčina, prečo vidíme dlhý žiariaci chvost za „padajúcou hviezdou“, keď pozorujeme v letných mesiacoch, najmä v auguste, hviezdnatú oblohu.

Prípravme nové predstavenie

Nášmu obecenstvu sa nechce stále pozeráť len na predstavenia nášho divadla. Chce sa dostať aj do kina. Skúsme ho uspokojiť.

Na kúsok kartóna obdĺžnikového formátu spravte dva okrúhle otvory pre oči. Pred otvory postavte dosku alebo pás silnejšieho kartónu, v ktorom sú spravené štyri okrúhle otvory. Na tieto otvory pripevnite striedavo červené a zelené sklíčka, alebo ich zalepte červeným a zeleným priehľadným papierom. Túto časť prístroja zhotovte tak, aby stála celkom pri kartóne, ktorý budete držať pred očami a aby sa mohla vedľa neho pohybovať vpravo aj vľavo. Tak umožníte, aby bolo vidieť raz obidve zelené a druhýkrát len červené sklá.

Pred prístroj postavte obrázok, ktorý chcete cez prístroj pozorovať. V skutočnosti to musia byť dva obrázky, ktoré predstavujú ten istý výjav, ale v dvoch rozličných situáciách. Jedna situácia na obrázku je maľovaná zelenými farbami, druhá červenými, kým tie časti obrázku, ktoré sú rovnaké, sú nakreslené čiernym tušom.

Keď budete pozorovať obrázok cez červené okuliare, uvidíte len tie čiary, ktoré sú nakreslené čiernou alebo zelenou farbou. A naopak, keď budete pozeráť cez zelené sklá, uvidíte len čierne a červené čiary. Samozrejme, že červené aj zelené čiary budete vidieť ako čierne.

Keď začnete rýchlo pohybovať pred očami platničkou so sklami, bude sa vám zdať, ako keby sa niektoré predmety alebo osoby na obrázku pohybovali.

Čím bujnejšia bude vaša fantázia a čím zaujímavejšie budú obrázky, ktoré budete striedať pred očami prítomných, tým väčšie čaro bude mať tento váš pokus. Týmto jednoduchým prístrojom možno dosiahnuť veľmi zábavné výsledky.

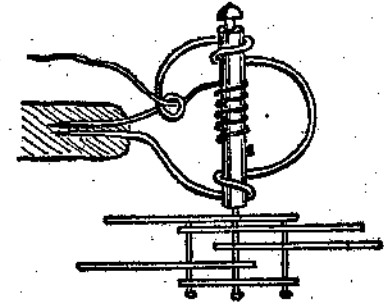
Stroj na ornamenty

Využite trvanie vnemu svetelných signálov na sietnici, ako aj kontrast farieb na to, aby ste zostrojili jeden užitočný stroj, pomocou ktorého získate najrozmanitejšie pestrofarebné vzory, na aké by ste sotva sami niekedy prišli.

Vystrihnite dva rovnostranné trojuholníky, jeden z červeného kartónu, druhý zo zeleno-modrého kartónu. Trojuholníky položte cez seba tak, aby tvorili pravidelnú šesťcípú hviezdu a takto ich aj spolu pripevnite na drevenú osku.

Na tri vrcholy jedného z trojuholníkov pripevnite tri kruhy. Každý z týchto kruhov rozdeľte na tri rovnaké diely, ktoré zafarbíte červenou, zelenou a fialovou farbou.

Do drevenej osky zahlobte malý klíncec, ku ktorému priviažte dlhší špagát, ktorý navlečte okolo osky.



Obr. 83. Stroj na výrobu ornamentov

oska je umiestnená v drátenom oku

Osku vložte do dvoch drátených očiek, ktoré sú navzájom medzi sebou spojené tak, ako je to znázornené na obr. 83. aby sa oska mohla otáčať. Keď špagát potiahnete, oska sa roztočí a s ňou aj farebné papiere, ktoré ste na ňu pripevnili. Pred vami sa objaví kruh, vyplnený nezvyčajne rozmanitými farbistými vzormi, ktoré závisia od toho, akým spôsobom ste rozmiestili farebné trojuholníky a kruhy, ako aj od farieb, akými ste ich pomalovali.

Pohyblivý tieň nehybnej figúry

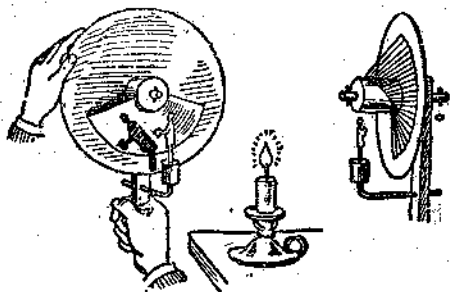
Najprv si musíte zostrojiť jeden malý prístroj.

Z kartónu vyrežte kruh a do jeho stredu prilepte malú škatuľku, ktorá má tvar valčeka. Cez škatuľku aj cez kruh prevlečte drôt, ktorý bude mať funkciu osky, na ktorej sa má kruh otáčať. Koniec drôtu prevlečte cez dierku dreveného podstavca. Ako sa robí podstavec, to už viete: je to jedna

cievka z nití prilepená na doštičke, s drevenou paličkou zatíčenou do dierky v cievke. V tomto prípade vám celkom postačí aj obyčajná drevená palička, ktorej spodnú časť budete držať v ruke. Na kartón narysujte polkruh, ktorý má spoločný stred s kartónovým kruhom. Polkruh bude teda koncentrický s príslušnou časťou obvodu vyrezaného kartónového kruhu.

Na valcovitej škatuľke narysujte špirálovitú čiaru, ktorá smeruje od hornej základne valčeka k dolnej základni, na tej strane, kde ste narysovali polkruh. Špirálovitú čiaru rozdeľte na určitý počet rovnakých dielov. Na taký istý počet dielov rozdeľte aj polkruh. Miesta, ktoré ste si takto vyznačili na špirálovitej čiare i na polkruhu, dobre natiahnutými niťami spojte. Do nití povpletajte pásiky papiera, takže dostanete zakrivenú plochu, obalenú pásikmi papiera.

Pod kruhom pripevnite na stojan drôt tak, aby bol vodorovný. Koniec drôtu zohnite do pravého uhla smerom hore a napichnete naň korkovú zátku, ktorá bude podstavcom pod rozličné figúrky. Figúrky si povystrihujte z tenšieho kartóna, prevlečte cez ne ihlu. Keď ihlu zapichnete do zátky, figúrky budú stáť na svojom podstavci.



Obr. 84. Keď koleso rozkrúťte, tieň sa bude ukláňať. Pohľad z boku znázorňuje ako sa koleso robí

Nakoniec pred figúrku postavte lampu alebo sviečku tak, aby vrhala na kruh tieň (obr. 84). Keď kruh roztočíte okolo jeho osi, tieň začne robiť rôzne, veľmi zaujímavé pohyby. V dôsledku otáčania kartónového kruhu okolo jeho osi, dopadá tieň figúrky chvíľu na rovný povrch kartónu a chvíľu na prehnutú časť, ktorá tieň čudným a smiešnym spôsobom kriví a spôsobuje jeho neočakávané pohyby.

Klamanie zmyslov

Desiaty deň

Aby človek ani vlastným očiam neveril!

Stokrát sme počuli toto zvolanie, ba aj sami sme v údive takto vykrikli, keď sme pozerali na niečo neveriteľné, proti čomu sa náš rozum bránil.

Zvykli sme si veriť vlastným očiam a ušiam, prstom a všetkým zmyslom viac, ako presvedčaniu a svedectvu niekoho iného. A zaiste nie bez príčiny, veď na to aj máme veľa dôvodov.

Svet, v ktorom žijeme, poznávame predovšetkým vlastnými zmyslami. Nebyť zmyslov, nemali by sme nijaké predstavy o svete, ktorý nás obklopuje a celé naše poznanie by mohlo byť v najlepšom prípade nejaké úplne nejasné a neurčité pocitovanie nášho vlastného bytia. Zmysly sú teda základným zdrojom nášho poznávania a v našom rozume nie je nič, čo by nebolo najprv prešlo zmyslami, ako to povedal slávny anglický filozof John Locke (džon lok), ktorý žil v XVII. storočí.

Popi zmysloch má však v našom poznávaní významnú úlohu aj mozog. Informácie o vonkajšom svete, ktoré zmysly sprostredkovávajú, prijíma mozog, bez ktorého by taktiež neexistovalo naše vedomie, naše poznanie. Takto sa popudy, ktoré prichádzajú od našich zmyslov, pretvárajú prácou nášho mozgu na naše poznanie. Rozum vysvetľuje javy, o ktorých zmysly informujú mozog, a hľadá ich príčiny a následky.

Oblasť, ktorú môžu naše zmysly bezprostredne pozorovať, je v porovnaní s obrovskou oblasťou prírody a jej zákonov, ktoré si, vďaka rozumu, ľudské poznanie osvojilo, veľmi malá. Človek vynášel nástroje, ktorými podstatne zvýšil svoju schopnosť pozorovať prírodu a rozšíril tak oblasť svojho poznáva-

nia. Rozum odhalil podstatu javov, ktoré sa v prírode odohrávajú a ktoré postrehneme zmyslami a našiel aj spôsob ako postrehy našich zmyslov celkom spoľahlivo a isto preverovať, skúmať, dokonca aj opravovať.

Aj keď sú naše zmysly veľmi jemné nástroje, nie sú bez nedostatkov. Aj zmysly upadajú do omylov, robia chyby a často nás nesprávne informujú o javoch, ktoré pozorujeme.

A to ani nespomínam nespočítateľné rozdiely v činnosti zmyslov. Mám na mysli ich nedostatky, ktoré nie sú všeobecné a spoločné všetkým ľuďom, ale vyskytujú sa len u jednotlivcov a podľa ktorých sa jednotliví ľudia tak veľmi od seba líšia. Preto sa často stáva, že o jednej a tej istej skutočnosti počúvame celkom odlišné výpovede očitých svedkov. Potom sa nemôžeme ani diviť, že človek má sklon veriť predovšetkým vlastným zmyslom!

To je súčasne aj dôvodom, pre ktorý človek nie je vždy ochotný veriť ani vlastným zmyslom. Preto sa človek neustále namáha nachádzať pri svojom pozorovaní sveta objektívne, vedecké meradlá, ktoré by vylúčili jeho subjektívne, osobné omyly alebo omyly, ku ktorým ho môže priviesť nedokonalosť zmyslov.

V určitých prípadoch a za určitých podmienok, získavame prostredníctvom zmyslov o pozorovanom jave takú predstavu, o ktorej vieme celkom isto, že je zlá, lebo sme si naše poznanie overili inak. Takúto nesprávnu predstavu budeme mať vždy, kedykoľvek budeme nejaký jav skúmať za takých podmienok, ktoré túto nesprávnu predstavu spôsobujú. Bez ohľadu na to, že máme celkom normálne vyvinuté zmysly, a že už v dobe pozorovania spoľahlivo vieme, že naša predstava nezodpovedá skutočnosti. Napriek tomu sa nám vytrvale vnucuje ďalej.

Takéto javy nazývame klamanie zmyslov. Podliehajú im všetky zmysly, ale najviac príkladov takýchto klamov poskytuje zrak, ktorému zvykneme dokonca ešte najviac veriť!

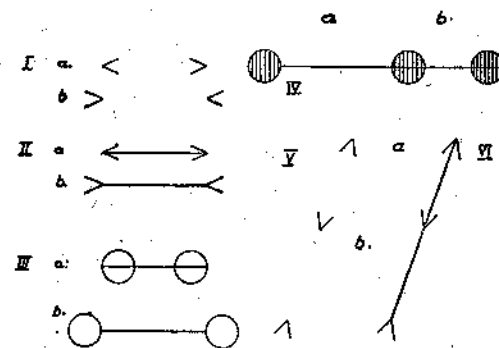
Čo je dlhšie?

Pokus 131

Keď sa podívate na dve veci, okamžite ste schopní posúdiť, ktorá z nich je dlhšia, ak rozdiel medzi nimi nie je naozaj nepatrný.

Ste však schopní tiež tak rýchlo odhadnúť dĺžky, ktoré sú znázornené na obr. 85?

Viete už, že sa dnes chceme pobaviť klamaním zmyslov, preto ste opatrní. Nechcete sa prenáhliti, aj keď je viac ako zrejmé, čo je dlhšie na spomínanom obrázku.



Obr. 85. Hoci sú rovnaké, predsa dĺžky označené písmenami b, vyzerajú väčšie ako tie, ktoré sú označené ako a

Aj keď viete, že ide o klamanie zraku a tušíte, že všetky dĺžky sú rovnaké, ktoré na obr. 85 treba odhadnúť, predsa sa vám len vnucuje myšlienka, že nie sú rovnaké, pretože sa vám zdá, že vidíte celkom zreteľne, že tie, ktoré sú označené ako a), sú kratšie. V porovnaní s tými, ktoré sú označené písmenom b).

Nakoniec vezmete kúsok papiera alebo pravítko a odmeriate všetky dĺžky na obrázku. Samozrejme, presvedčíte sa, že všetky dĺžky sú naozaj rovnaké.

Pod číslom I. na spomínanom obrázku sa nám zdá, že rozpätie medzi vrcholmi dvoch uhlov, ktorých ramená sú navzájom proti sebe obrátené, je menšie, ako rozpätie medzi vrcholmi dvoch uhlov, ktorých ramená sú obrátené na opačnú stranu.

Toto sa dá vysvetliť tým, že naše oči, keď pozorujú obrázok a), robia pohyb od vrcholov uhlov pozdĺž jeho ramien do prostriedku pozorovanej dĺžky. Odhadovanie dĺžky robíme totiž tak, že rýchlo prechádzame očami niekoľkokrát po tej priamke, ktorej dĺžku odhadujeme. Body, ktoré náš zrak pri

tomto odhade dĺžky dosiahne, sú v prvom prípade vrcholy uhlov, čiže krajné body pozorovanej dĺžky. Keď odhadujeme dĺžku na kresbe b), naše oči sa pri svojom pohybe pozdĺž priamky nezastavujú na konečných bodoch skúmanej dĺžky, ale sa pohybujú ďalej, pozdĺž ramien uhlov, ktorých vrchol je na krajných bodoch skúmanej dĺžky. V tomto prípade naše oči vykonávajú dlhšiu dráhu, pozorovanie dĺžky, ktorú skúmate, trvá dlhšie a to je príčinou mylného dojmu, ako keby priamka pod b) bola dlhšia ako priamka pod a).

To isté je pri všetkých kresbách, ktoré sú na obr. 85. Všetky predstavujú iba rozličné varianty jedného a toho istého javu.

Je zrejmé, že vtedy náš postreh nezávisí iba od obrázku, ktorý sa premieta v našom oku, konkrétne na jeho sietnici, ale aj od všetkých tých pohybov, ktoré robí naše oko pri pozorovaní a pozorovaní. Všetky, aj tie najnepatrnejšie pohyby, ktoré robia rôzne svaly nášho oka, svaly, ktoré sa svojou prácou zúčastňujú procesu pozorovania, registruje náš mozog. Rôzne nervy informujú náš mozog o týchto pohyboch a mozog, na základe obrázku v oku aj všetkého, čo tento obrázok sprevádzalo, prichádza k poznaniu a robí svoje uzávery.

Je zaujímavé, že s takýmto vysvetlením tohto veľmi rozšíreného a známeho optického klamu, nesúhlasia všetci fyzici a psychológovia.

Niektorí z nich urobili veľmi zaujímavý pokus, ktorým poverajú vysvetlenie, ktoré som uviedol.

Pri spomínanom pokuse osvetlili obrázok, ktorý je pred nami, len na taký krátky okamih, ako trvá výboj jasnej elektrickej iskry. To je tak krátky čas, že naše oko nemôže urobiť všetky tie pohyby, ktoré som vám spomínal. V tomto krátkom okamihu nie sú pri našom pozorovaní nijaké vedľajšie javy okrem obrázku, ktorý sa premietol na sietnicu nášho oka. A napriek tomu však tvrdia títo vedci, že aj za takýchto podmienok sa nám zdá, že dĺžky znázornené na obrázku pod písmenami a) sú kratšie ako tie, ktoré sú na obrázku pod písmenami b).

Nie je pravda, hovoria im prví. Za takýchto podmienok vidíme, bez akýchkoľvek pochybností, že obidve dĺžky, aj a) aj b), sú rovnaké.

Skúste ich spor rozsúdiť vyl. Vezmite najsilnejšiu žiarovku, akú doma máte. Ani 200 W nebude veľmi silná. Samozrejme,

že keď takú nenájdete, použijete tú, ktorá doma je. Zaskrutkujte ju do stolnej lampy, ktorá má tienidlo. Keď tienidlo nie je tmavé, zakryte ho nejakou tmavou látkou, aby vám svetlo nešlo do očí, keď lampu zapálite. Lampu priložte celkom blízko k obrázku 85 tak, aby naň dopadlo čo najviac svetla a vy zaujmite také postavenie, aby váš zrak dopadal priamo na obrázok a aby vám pritom tienidlo neprekážalo.

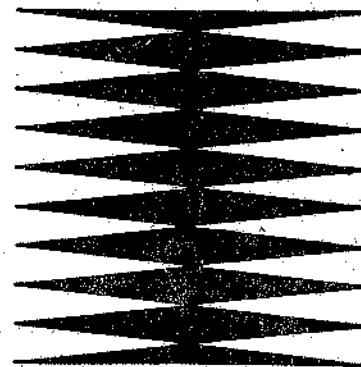
Zhasnite lampu a zostaňte chvíľu v tme. Zažniete, ale svetlo takmer v tom okamihu aj zhasnite. Bolo by dobre, keby ste mohli použiť tlačidlový vypínač. Silný prúd svetla osvetlí obrázok pred vami a na sietnicu vášho oka sa premietne obrázok, ktorý tam zostane len takú krátku dobu, že vaše oči nebudú mať čas na nijaký pohyb. Aby toto zapálenie a zahasnutie svetla bolo čo najrýchlejšie a aby bol obrázok osvetlený čo najkratšie, bude najlepšie, keď svetlo nebudete zapalovať sami, ale keď to urobí niekto iný.

Čo uvidíte? Budete vidieť, že obidve dĺžky, na ktoré sa dívate sú rovnaké? Alebo sa vám opäť zdá, že dĺžka a) je dlhšia, ako b)?

Pokus 132

Je to širšie alebo dlhšie?

Pozrite sa na obr. 86. Zdá sa vám, že je značne dlhší, prípadne vyšší ako širší. Základňa kresby vyzerá podstatne kratšia ako jej výška.



Obr. 86. Zdá sa, že kresba je vyššia ako širšia

Tento omyl sa vysvetľuje tým, že stredná časť obrázku je vyplnená čiernou farbou a čím bližšie sa ide ku krajom, tým je čiernej farby menej.

Keď pozeráme na obrázok, sme náchylní obmedziť svoju pozornosť na tú časť povrchu obrázku, ktorá je prevažne čierna a tenké tmavé vrcholy zanedbávame. Pri odhadovaní, ktoré robíme počas pozerania na obrázok, nehrá tú istú úlohu tá časť obrázku, ktorá je vyplnená čiernou farbou, ako tá časť, ktorej sotva venujeme pozornosť.

Okrem toho, aj v tomto prípade sa objavujú podobné podmienky, s akými sme sa stretli pri predchádzajúcom optickým klame.

Oko, ktoré sa pohybuje po našej kresbe, prechádza z jednej vodorovnej čiary na druhú a vyzerať to tak, ako keby sa na tejto ceste, na každej z týchto čiar, potklo. Preto aj vertikálny (kolmý) pohyb oka trvá dlhšie, ako keď sa oko pohybuje vo vodorovnom smere, kde nenaráža na nijaké „prekážky“. Keď pohyb oka jedným smerom trvá dlhšie, ako jeho pohyb druhým smerom, potom je pochopiteľné, že pri posudzovaní jednotlivých veličín sa nám zdá, že kresba je dlhšia v tom smere, po ktorom trval pohyb oka dlhšie.

Podivný klobúk

Pokus 133

Podívajтесь na cylinder, ktorý má na hlave pán na obr. 87. Iste poviete, že nevidíte na ňom nič nezvyčajné, až na to, že aj samotný klobúk je nezvyčajný, pretože takéto klobúky sa už dnes nenosia.

Predsa však čosi nie je s týmto klobúkom v poriadku. Povedzte, o čo je väčšia výška klobúka, ako šírka medzi krajnými bodmi jeho strechy.

— Že je vyšší, poviete mi, to je očividné. Ale o koľko, to musíme odmerať.

Odmerajte. Čo ste zistili? Nielenže výška klobúka nie je väčšia ako šírka krajných bodov jeho strechy, ale je dokonca značne menšia.

Táto mylná predstava pochádza z toho, že rozpätie medzi AB pozeráme iba medzi dvoma bodmi, čo neplatí, keď pozeráme na dĺžku CD, pretože pozorujeme celý povrch klobúka.



Obr. 87. Priamka AB je dlhšia ako CD

Pokus 134

Klam s mriežkou

Urobte si z papiera mriežku (rošt). Do nejakého kartónu obdĺžnikového tvaru povystrihujte pozdĺžne otvory v tvare úzkych štrbín a nechávajte medzi nimi rovnako úzke pásiky papiera. Kartón, z ktorého ste urobili mriežku, položte na tmavú podložku, keď je kartón biely a na bielu podložku, keď ste použili tmavý kartón.

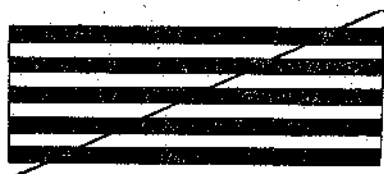
Medzi podložku a mriežku vložte tri úzke pásiky z kartónu, široké približne tak, ako sú medzery v kartóne. Tieto pásiky majú byť tiež svetlé, keď je vaša mriežka svetlá, alebo tmavé, keď je mriežka tmavá. Umiestite ich tak, aby boli všetky tri v spodnom pravom rohu mriežky, cez ktorý prepichnete pripínáčik na tom mieste, kde sa všetky tri pásiky zbiehajú. Takto máte možnosť okolo pripínáčika otáčať aj rošt, aj všetky tri kartónové pásiky pod ním.

Potom kartónové pásiky umiestite tak, aby jeden z nich bol šikmo (veľmi vychýlený) a teda s dlhšou stranou mriežky, príp. s prierezmi v nej, zvieral ostrý uhol. Druhý pásik otočte tak, aby smeroval šikmo (do opačného uhla obdĺžnika)

a tretí tak, aby zvieral s prierezní najväčší uhol; t. j. aby sa vzhľadom na prierez najviac priblížil k 90 stupňovému uhlu.

Vtedy zbadáte, že predovšetkým tento posledný pásik vyzerá normálne; bude sa vám zdať, že sa ťahá pod mriežkou ako jeden jediný pásik. Druhé dva však takýto dojem robíť nebudú. Budú vyzerat' tak, ako keby boli prerušované, akoby to ani neboli pásiky papiera, ale od seba oddelené kúsky papiera, a preto ani nezvierajú s prierezní na mriežke rovnaké uhly.

Bude celkom zaujímavé, keď budete posunovať mriežku nad týmito kartónovými pásikmi alebo pásiky pod mriežkou, krútiac ich okolo osi pripínáčka.



Obr. 88. Tenká čiara vyzerá tak, ako keby bola lomená

Podobný účinok dosiahnete, keď na biely papier nakreslíte v rovnakých vzdialenostiach čierne pásy, a potom ich preseknete šikmou tenkou čiarou, na obr. 88. Na bielych medzerách, ktoré sú medzi čiernymi pásmi, sa vám zdá, ako keby šikmá čiara bola celá prelamaná.

Pokus 135

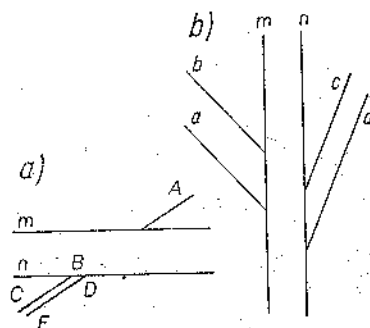
Kde pokračuje prerušená čiara?

V súvislosti s klamným dojmom, ktorý sme si vysvetlili v predchádzajúcom pokuse, ukážem vám ešte dva. Tieto sú na pohľad trochu odlišné, vznikajú však z tej istej príčiny, ako nesprávny dojem, z predchádzajúceho pokusu.

Pozrite na obr. 89 a, kde, a na ktorom mieste pokračuje čiara, ktorá vychádza z bodu A a prerušuje sa na priamke m? Skôr by ste povedali, že čiara pokračuje v bode D ako v bode B, kde v skutočnosti pokračuje.

Na obr. 89 b vidíte štyri priamky a, b, c, d, ktoré končia na dvoch zvislých priamkach m a n. Keby ste priamky a aj b, ktoré sú na ľavej strane, predĺžili v tom istom smere vpravo od priamky

n, v ktorých bodoch by tieto priamky pretínali priamku n? Zdalo by sa, že by to malo byť niekde nad tými bodmi, v ktorých priamky c a d pretínajú priamku n. Avšak, ak priložíte pravítko v smere priamky a aj b, uvidíte že by pokračovali práve v tých bodoch, v ktorých priamky c a d pretínajú priamku n.

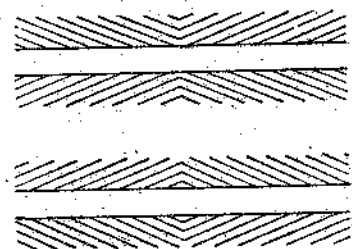


Obr. 89. Kde pokračujú prerušené priamky?

Pokus 136

Krivé, alebo rovné?

Keď sa podívate na obr. 90, nepochybne sa vám zdá, že všetky vodorovné priamky sú trochu pokrivené, a to tak, že



Obr. 90. Sú tieto vodorovne položené čiary rovné alebo krivé?

dve spodné sa na koncoch rozchádzajú, kým horné dve sa na koncoch zbíhajú.

Zaiste ste už uhádli, že sú to rovné čiary — rovnobežky.

Klamné zdanie spôsobujú šikmé, tak isto rovnobežné čiary, ktoré dopadajú v ostrých uhloch na pozorované vodorovné priamky.

K omylu dochádza preto, lebo oko tak, ako aj v predchádzajúcich prípadoch, nechtiac pozerá aj na šikmé priamky po stranách a pohybuje sa pozdĺž nich. Tieto pohyby spôsobujú klamný dojem, o ktorom hovoríme.

Celnerov kruh

Pokus 137

Na hárok bieleného papiera narysujte kružnicu. Z kúska čierneho kartónu vyrežte nožikom obdĺžnik, ktorý je dlhší ako priemer kruhu a široký asi $\frac{2}{5}$ priemeru.

Kartón položte na biely papier, na ktorom je narysovaný kruh a to tak, že dlhšia os vyrezaného obdĺžnika je zvislá.

Potom posunujte obdĺžnik vodorovne na jednu aj na druhú stranu tak, aby sa počas tohto pohybu pod vyrezaným obdĺžnikom postupne objavil celý obvod kruhu. Zdá sa vám, že kruh už nie je kruhom, javí sa vám ako elipsa.

Keby ste na papier narysovali elipsu, docielili by ste opačný výsledok, t. j. mali by ste klamnú predstavu, že na papieri je nakreslený kruh.

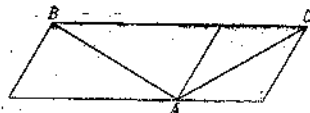
Pokus 138

Povedzte ešte raz, čo je dlhšie

Pozrite na obr. 91. Ani sa vás nemusím pýtať, ktorá dĺžka je väčšia AB alebo AC.

Odpoviete mi asi v tom zmysle, že kto nie je slepý, ten musí vidieť, že priamka AB je dlhšia ako AC.

Dobre teda. Vezmite kružidlo, zapichnete ho do bodu A a odmerajte jednu aj druhú dĺžku. Zistíte, že obidve sú rovnaké.



Obr. 91. Čo je dlhšie: AB alebo AC?

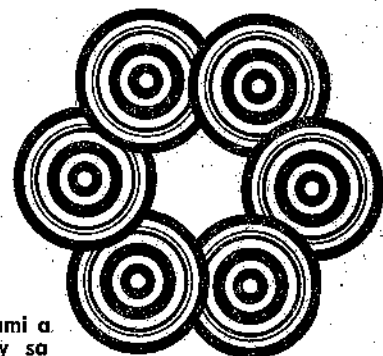
Takýchto optických omylov existuje veľmi veľa a viac sa už s nimi zdržovať nebudeme.

Existujú celé zbierky takýchto príkladov, z ktorých som vám uviedol iba niekoľko. Pozrime sa ešte na niektoré, ktoré sa od terajších trochu líšia.

Pokus 139

Rozkrúťte kruhy vytlačené na papieri!

Prinúťte kruhy, ktoré vidíte vytlačené na papieri, na obr. 92, aby sa krútili tak, ako keby sa z papiera uvoľnili, ako keby ste ich čarovným prúťikom z neho zdvihli a nejakou tajomnou silou ich roztočili.



Obr. 92. Krúťte knihou pred očami a bude sa vám zdať, že kruhy sa otáčajú

Klamný dojem, ktorý tento obrázok vyvoláva, je skutočne zaujímavý.

Nadvihnite knihu, dívajte sa na obrázok rovno zvrchu a krúťte knihou pred svojimi očami.

Kruhy sa začnú otáčať, čím rýchlejšie budete knihou krúžiť v jednej rovine, tým rýchlejšie sa budú krútiť aj nakreslené kruhy.

Tažko sa zbavíte dojmu, že sa kruhy krúčia. Klam je natoľko dokonalý, krútenie také očividné, že by ste museli uveriť, že sa kruhy skutočne krúčia, aj keď celkom bezpečne viete, že to nie je možné.

Pozor na perspektívu

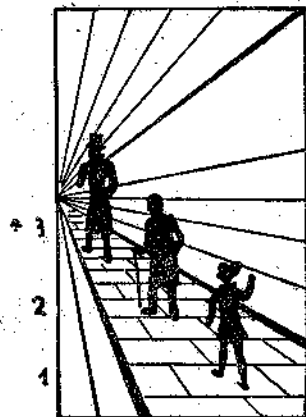
Zistili sme na základe pozorovania okolitého sveta, že tie predmety, ktoré sú od nás ďalej, vidíme menšie ako v skutočnosti sú. Niekedy sa nám zdajú menšie aj ako oveľa menšie predmety, ktoré sa nachádzajú pred našimi očami.

Z bližších predmetov sa premieta v našom oku väčší obraz ako z tých predmetov, ktoré sú ďalej od oka. Či je obrázok v oku väčší alebo menší, to závisí od uhla, pod ktorým sa na predmet dívame a nie od veľkosti predmetu. Väčší predmet, ktorý sa nachádza ďalej od oka, môžeme vidieť pod menším uhlom.

Ale na predmet, ktorý sa nachádza bližšie k oku, sa dívame pod väčším uhlom.

Na takéto rozdiely sme si zvykli v našom každodennom živote a preto, keď sa dívame z perspektívy na nejaký predmet, vieme odhadnúť jeho veľkosť nielen podľa toho, aký veľký obraz vytvára na sietnici našich očí, ale berieme na zreteľ aj to, ako ďaleko je od nás. Nedívame sa totiž len očami ale aj mozgom, ako hovoria filozofi.

Preto sa potom stáva, že keď na obrázku urobíme nejaký priestupok proti princípom perspektívy, získavame celkom mylnú predstavu o veľkosti predmetu, ktorý je na obrázku.

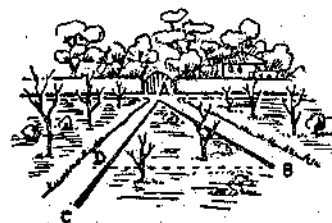


Obr. 93. Ktorý človek je najvyšší?

Pozrite napr. na obr. 93. Človek, označený číslom 3, sa nám zdá najväčší a ten, ktorý je pri čísle 1, najmenší, aj keď sú všetci traja ľudia rovnakí.

Tieto omyly spôsobuje porušenie zásad perspektívy. Tá je na obrázku správna, s výnimkou veľkosti figúr. Človek, ktorý je na konci chodníka, by musel byť najmenší, pretože je najďalej od očí, a preto by sme sa naňho dívali pod najmenším uhlom.

Keď sa dívame na tento obrázok, podvedome posudzujeme, aký veľký by musel byť človek označený číslom 3, aby sme ho z perspektívy videli takého, ako je nakreslený na obrázku. Musel by byť podstatne väčší, ako človek označený číslom 1., a preto sa nám zdá, keď sa pozeráme na obrázok, že je väčší ako ten, ktorý sa nachádza najbližšie k nášmu oku.



Obr. 94. Veríte, že vzdialenosť AB je také istá ako AC? Odmerajte!

Podobný príklad nám poskytuje aj obr. 94. Dĺžka AB na tomto obrázku je skutočne také istá ako dĺžka AC. Nám sa však zdá, že je podstatne kratšia, pretože opäť nevidíme jej skutočnú dĺžku, ale sa na ňu dívame z perspektívy a tak ju pri pozorovaní aj posudzujeme. Keby sme sa dívali v skutočnosti na takúto krajinu, musel by byť bod B od bodu A tak isto vzdialený, ako je bod D od bodu A. Preto by sa v skutočnosti dĺžka AB rovnala dĺžke vzdialenosti AD. Ale dĺžka AC je zreteľne väčšia ako dĺžka AD. Na základe tohto prichádzame k záveru, že vzdialenosť AC je väčšia ako vzdialenosť AB, aj keď sú na obrázku naozaj obidve rovnaké.

To, že nesprávne vidíme vzdialenosti, sa nám však nestáva len na obrázkoch. Stáva sa nám to niekedy aj v prírode, kde pozorujeme jednotlivé predmety, ktoré sú nerovnako vzdialené od našich očí. Keď sa domnievame, že určitý predmet je ďalej, ako v skutočnosti je, zdá sa nám väčší, a ak si predstavujeme, že je bližšie, zdá sa nám menší.

Zvláštny druh klamného zdanía vzniká vtedy, keď sa pozeráme na Mesiac. Spýtajte sa svojich priateľov, aký veľký sa im javí Mesiac. Budete počuť najrozličnejšie odpovede.

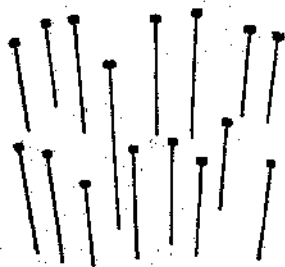
Niektorí povedia, že je ako trojkoruna, druhí povedia, že je ako jablko, tretím sa bude zdať veľký ako tanier. Ja som mal už príležitosť počuť jedného, ktorý tvrdil, že on vidí Mesiac taký veľký, ako okrúhly stôl pre dvanásť osôb.

Všetci ľudia sa dívajú na Mesiac pod rovnakým uhlom, pretože pre všetkých ľudí sa mesiac nachádza v rovnakej vzdialenosti. Jeho obraz na sietnici oka je viac-menej u všetkých taký istý. Aký veľký ho však vidíme v skutočnosti, to závisí od toho; s ktorými predmetmi v prírode porovnávame jeho obraz. Ak ho porovnávame s predmetmi, ktoré sú od nás vzdialené, javí sa nám obraz Mesiaca väčší; ak ho ale porovnávame s predmetmi, ktoré sú blízko našich očí, vidí sa nám menší. Preto sa nám zdá niekedy Mesiac veľmi veľký, keď ideme po hradskej a dívame sa naň ako stojí na oblohe vedľa nejakej vzdialenej drobnej červenej veže, alebo vedľa strechy nejakého domu. Nad komínom budovy, ktorá sa nachádza v našej blízkosti, sa nám však zdá malý.

Pokus 141

Na papieri alebo v papieri?

Zákony perspektívy podmieňujú aj ďalší zaujímavý optický klam, ktorý vám chcem teraz opísať a pri ktorom použijeme obr. 95.



Obr. 95. Zdvihnite knihu do výšky očí a dívajte sa jedným okom z toho bodu, v ktorom sa pretínajú čiary nakreslených špendlíkov. Zdá sa vám, ako keby boli špendlíky pozapichované do papiera a že sa hýbu, keď vy pohnete hlavou

Na obrázku je nakreslených niekoľko špendlíkov. Pozerajte na tie špendlíky jedným okom. Zdvihnite knihu do výšky vašich očí a držte ju tak, aby váš pohľad smeroval pozdĺž knihy, takmer súbežne s ňou, to znamená, že váš pohľad padá na obrázok pod veľmi ostrým uhlom. Zaostríte oko

približne na ten bod, v ktorom by sa pretínali čiary, keby ste predĺžili špendlíky smerom k vám. Druhé oko majte stále zavreté.

Bude sa vám zdať, že špendlíky nie sú na papieri nakreslené, ale že sú doň pozapichované.

Keď budete pohybovať hlavou z jednej strany na druhú, bude sa vám zdať, že sa aj tieto zapichnuté špendlíky hýbu, a to tak, ako by sa hýbali špendlíky, ktoré by boli skutočne zapichnuté do papiera a vy by ste sa na ne takto dívali, pohybujúc sa z jedného miesta na druhé.

Ale tento pohyb špendlíkov by predsa len nebol presne taký, ako pohyb špendlíkov, ktoré by boli skutočne napichané do papiera. Pozrite ešte raz a skúste zistiť, v čom by bol rozdiel.

Špendlíky na papieri sa posúvajú na tú stranu, na ktorú nahnete hlavu a teda aj vaše oko. A to viac svojou hornou časťou, kde je hlavička špendlíka, ako spodnou, kde sa vám zdá, že je špendlík zapichnutý do papiera.

Špendlíky, ktoré by ste skutočne zapichli, by robili taký dojem, že sa posúvajú na opačnú stranu od tej, na ktorú nakláňate hlavu. Okrem toho by ste nespozorovali nijaký rozdiel medzi veľkosťou odklonu špendlíka v jeho hornej a dolnej časti.

Tento rozdiel však nepostrehnete, keď pozeráte na kresbu, a tak klam je takmer dokonálny.

Kresba špendlíkov v knihe znázorňuje teda, ako by vyzerali špendlíky zapichnuté do papiera a nie špendlíky ležiace na papieri.

Pokus 142

Úkaz iradiácie

Čierne plochy na bielom podklade sa javia nášmu oku menšie, ako v skutočnosti sú, kým biele plochy na čiernom podklade vyzierajú väčšie.

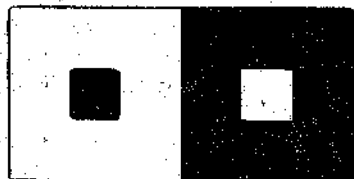
Vzniká to tým, že na sietnicu nášho oka nedopadajú svetelné lúče celkom ostro ohraničené, ale sa okolo obrysov jasného poľa objavuje ešte maličká svetlá obruba, ktorá zväčšuje rozmery jasného poľa na sietnici.

Tento jav sa nazýva iradiácia.

Pekný príklad tohto javu je na obr. 96, na ktorom je je-

den biely štvorec na čiernom podklade a čierny štvorec na bielom. Obe štvorce sú rovnaké, ale biely sa nám zdá väčší.

Možno ste si niekedy všimli, že ľudia vo svetlých oblekoch, ožiarení slnkom na tmavom pozadí zeleného parku, vy-



Obr. 96. Biely štvorec sa zdá väčší ako čierny

zerajú akýsi silnejší, ako večer v tmavom oblečení, na pozadí bledých stien izby.

Pokus 143

Aké je rozpätie medzi dvoma kruhmi?

Pozrite na dva kruhy nakreslené na obr. 97. Odsuňte knihu ďalej od seba a povedzte, koľko takýchto čiernych kruhov sa zmestí medzi tieto dva.



Obr. 97. Koľko takých čiernych kruhov sa zmestí medzi tieto dva?

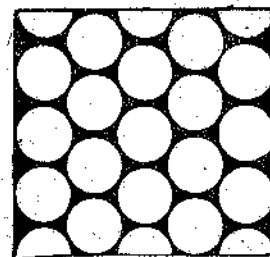
Najmenej štyri, však? Nie. Tri! Ani viac, ani menej. Už vás vidím, ako meriate rozpätie medzi kruhmi, lebo mi neveríte.

Toto klamné zdanie pochádza z iradiácie, ktorú sme spomínali pri predchádzajúcom pokuse.

Pokus 144

Plásty medu

Umiestíte obr. 98 do väčšej vzdialenosti od očí a povedzte, čo vidíte. Biele šesťuholníky na tmavom podklade? Približne také, ako plásty medu z včelieho úľa? Pozrite na obrázok zblízka. Nie sú to šesťuholníky, ale kruhy.



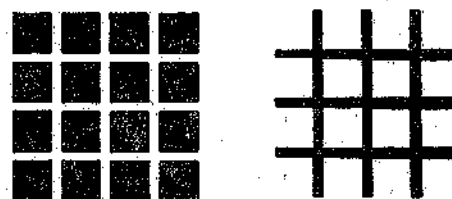
Obr. 98. Dívajte sa z diaľky na tento obrázok a budete vidieť šesťuholníky a nie kruhy

Tento optický klam je veľmi zaujímavý a dodnes nie je celkom vysvetlený. Niektorí vedci sa pokúšali vysvetliť ho iradiáciou, ale iní skúsili overiť správnosť takéhoto vysvetlenia veľmi duchaplným spôsobom. Nakreslili čierne kruhy na bielom podklade; aj vtedy došlo k takému istému klamnému zdaniu. Kruhy vyzerali ako šesťuholníky. Z toho vyvodili záver, že pre toto klamné zdanie, iradiácia nie je dostatočným vysvetlením.

Pokus 145

Sivé škvryny

Na konci tohto malého výberu príkladov optických klamov, ukážme si ešte jeden dosť zaujímavý jav.



Obr. 99. Na tých miestach, kde sa križujú biele alebo čierne pásy, vidíte sivé škvryny

Pozrite na obr. 99 a, vidíte na ňom skrižené biele pásiky na tmavom podklade. Na tých miestach, kde sa pásiky

križujú, vidíte akési sivé škvrny.. Také isté klamlivé zdanie máte aj v opačnom prípade, keď na bielom podklade prekrížite čierne pásiky. Na tých miestach, na ktorých sa pásiky pretínajú, opäť vidíte sivé škvrny.

Tento jav niektorí považujú za dôsledok kontrastov.

Napriek všetkému, čo už viete, musím vám povedať, že klamanie zmyslov je ešte stále predmetom starostlivého skúmania a vždy, keď sa objaví nový príklad klamania zmyslov, vedci hľadajú preň vysvetlenie. Toto vysvetlenie nemusí byť také isté ako to, ktoré platilo v dovtedy známych prípadoch, nech sa už tieto jednotlivé príklady optických klamov navzájom akokoľvek podobajú.

Aj prsty sa mýlia

Pokus 146

Skúška, ktorú vidíte na obr. 100, je známa viac ako dvetisíc rokov. Jej popis sa nachádza už v Aristotelových spisoch. Ale aj tak nie je o nič menej zaujímavá.

Preložte prostredný prst cez ukazovák tak, aby si prsty vymenili svoje miesto. Medzi tieto dva prsty si vložte malú guľku. Ak vhodnú guľku nemáte, spravte si ju z chleba. Guľku pomaly posúvate medzi prstami a bude sa vám zdať, akoby ste sa dotýkali dvoch guľiek. Netreba vôbec zaväzovať oči priateľovi, s ktorým tento pokus robíte. Bude mať pocit, že sa dotýka dvoch guľiek, aj keď veľmi dobre vidí, že medzi prstami má iba jednu.



Obr. 100. Bude sa vám zdať, ako by ste mali medzi prstami dve guľky

Jedna takáto guľka sa pri normálnom postavení prstov nemôže v nijakom prípade dotýkať naraz vonkajšej strany susedných prstov. Keď však prekrížite stredný prst cez ukazovák tak, aby si vymenili svoje miesta, menia sa tým aj normálne podmienky, za ktorých získavame informácie od hmatových zmyslov. Inštinktívne oznamovanie pocitu, ktorý vychádza z nervov našich prstov a ktoré sa prenáša do nášho mozgu, zostáva také isté, ako keď prsty sú v normálnej polohe. Keby sme však tento pokus častejšie opakovali, t. j. keby sme prsty privykli postupne na túto novú polohu, klamný dojem by bol čím ďalej tým slabší, až by nakoniec celkom zanikol.

Túto skúšku môžete robiť aj opačne. Prekrížte prsty ako pri predchádzajúcom pokuse a požiadajte niekoho, aby sa dvoma zatkami odrazu dotkol vonkajších strán prstov a to tých, ktoré sa pri ich normálnom postavení navzájom dotýkajú. Zdá sa vám, že prstov sa dotkla iba jedna zátka, ktorá sa nachádza medzi nimi.

Ak vás tento jav zaujal, neľutujte trochu námahy a spravte si jeden malý prístroj, ktorým sa dá dokonale vysvetliť. Na doštičke spravte malý zárez, do ktorého vložte dva kúsky kartónu, z ktorých má každý na spodnej časti jeden jazýček. Tieto jazýčky vsuňte do spomenutého zárezu tak, aby sa kartóny mohli pohybovať pozdĺž zárezu po doštičke, ale nemali možnosť pohybovať sa iným smerom. Na kartóny prilepte dva ďalšie kartóny, ohnuté do polkruhu tak, aby ich vypuklé strany boli obrátené jedna proti druhej.

Zaviažte si oči, preložte stredný prst cez ukazovák a prsty vložte medzi dva kartónové poloblúky. Budete mať taký istý pocit, ako keby ste mali prsty v normálnej polohe a dotýkali sa nejakého prsteňa alebo valčeka, ktorý je medzi nimi.

Keby ste sa na pokus dívali a nemali zaviazané oči, veľmi by sa rušilo toto klamné zdanie. Je zrejme, že omyl pochádza z chybného oznamovania pocitu, ktorý dostáva mozog od hmatových orgánov.

Pokus 147

Studené alebo teplé?

Zaviažte oči jednému z vašich priateľov. Postavte pred neho na stôl tri nádoby s vodou. Do prvej nalejte celkom studenú vodu, najlepšie asi s teplotou 0 °C, t. j. roztopený

sneh. Do druhej dajte vodu z vodovodu a do tretej vodu zohriatu na 40 °C. Druhá nádoba musí byť väčšia a má byť v prostriedku, presne pred vaším priateľom, s ktorým robíte skúšku. Druhé dve nádoby postavte napravo a naľavo od nej.

Vášmu priateľovi povedzte, aby vložil ruky do dvoch krajných nádob. Bude teda mať jednu ruku vo veľmi studenej vode, druhú v teplej vode. Keď už bude mať ruky vo vode asi minútu, preložte jeho ruky do prostrednej nádoby, ale dávajte pozor, aby sa ruky nedotýkali.

Na tej ruke, ktorá bola v studenej vode, bude mať váš priateľ pocit teplej vody a na tej, ktorú mal v teplej vode, prípadne v horúcej, bude mať pocit studenej vody a nebude vám ani veriť, že drží ruky v jednej nádobe.

Pokus 148

Pokúsme sa zmiest naše chuťové orgány

Dajte si na jazyk kúsok cukru a hrudku soli.
Čo cítite? Slané alebo sladké?

Aj jedno, aj druhé, ale nie naraz. Nemáte ani pocit nejakej zmiešanej sladko-slanej chuti. Cítite sladké aj slané, čiže striedavo raz jedno, raz druhé.

Pokus 149

Aj čuchové zmysly sa správajú podobne

Podobnú skúšku môžete urobiť aj so svojím nosom. Vezmite si fľašu čpavku. Všetci viete, že čpavok má veľmi nepríjemný zápach, ktorý sa rýchlo šíri. Do druhej fľašky nalejte mentol alebo nejakú prenikavú voňavku, ktorej vôňa sa rýchlo šíri.

Z papiera spravte dve rúrky, ktoré sa na jednom konci ukončujú celkom úzkym otvorom. Širšou stranou rúrok zakryte jednu aj druhú fľašku a tenšie konce rúrok si vložte do nozdier.

Nebudete cítiť nijaký tretí, zmiešaný pach. Celkom zreteľne budete rozlišovať vôňu mentolu a nepríjemný zápach čpavku. Bude sa vám zdať, že raz privonievate k jednej a raz k druhej fľaške.

Pokus 150

Odkiaľ prichádza zvuk?

Aj náš sluch má svoju slabú stránku. Skúsme ju odhaliť! Nech si jeden z prítomných sadne doprostred izby. Zaviazte mu oči šatkou, ale uši mu nechajte odokryté. Teraz vezmite dve mince a začnite udierať jednu o druhú. Počúť ostrý, lámaný zvuk.

Odkiaľ prichádza zvuk, spýtajte sa.

Ten, ktorý má zaviazané oči, zväčša odpovedá správne.

Postavte sa však tak, aby ste boli stále v tej rovine, ktorá prechádza pomedzi očí toho, kto háda, odkiaľ zvuk prichádza. Je to vlastne kolmá rovina, ktorá delí hlavu na dve súmerné polovice.

A teraz už začne dochádzať k omylom. Keď zostanete v spomínanej rovine, môžete sa pohybovať ako chcete, priblížiť sa k tomu, kto háda, odísť od neho ďalej, môžete klepkat peniazmi nad jeho hlavou, tesne pred ním, pod bradou, pred nosom, pri čele, za temenom, odísť od neho až na druhý koniec izby, jeho výpovede o tom, odkiaľ zvuk prichádza, budú až smiešne nesprávne určovať miesto, kde údajne klepkáte prvým peniazom o druhý.

Keď sa však vychýlite trochu z udanej roviny, omyly budú menšie. O koľko je odklon od tejto roviny väčší, o toľko presnejšie dokáže váš priateľ určiť miesto, z ktorého prichádza zvuk k jeho uchu.

Príčinou tohto javu je to, že smer, z ktorého zvuk prichádza, odhadujeme na základe časového rozdielu, v ktorom zvuková vlna prišla do jedného a do druhého ucha, ako aj na základe uhla, pod ktorým zvuková vlna prišla do našich uší. Pravdaže, tieto rozdiely sú mimoriadne malé, ale naše ucho je dostatočne citlivé na to, aby ich dokázalo registrovať a informovať o nich náš mozog. Keď však zdroj zvuku je v rovine, v ktorej sú všetky body rovnako vzdialené od oboch uší a z ktorých sa zvuk dostáva do uší pod rovnakým uhlom, ústrojenstvo na určovanie smeru (odkiaľ sa šíria zvukové vlny), nie je schopné správne pracovať, ale sa mylí, pretože nemá k dispozícii tie rozdiely, na základe ktorých plní svoju funkciu.

Niekoľko slov na záver

Na konci tejto desaťdňovej práce vo fyzikálnom laboratóriu, nemôžem si odpustiť niekoľko poznámok skôr, ako sa s vami rozlúčim.

Dúfam, že pokusy, ktoré sme urobili, nech už boli akokoľvek jednoduché, aj keď sme ich robili s veľmi skromnými prostriedkami a išlo iba o najzákladnejšie poznatky z oblasti fyziky, predsa prispeli k tomu, aby ste práve tie najzákladnejšie vedomosti dôkladnejšie a lepšie pochopili, aby ste pomocou názorných príkladov porozumeli to, čo ste sa učili, alebo čo sa ešte len budete učiť, ako aj to, čo ste v živote a v prírode vyzorovali a na čo ste hľadali a nenachádzali odpoveď.

Som presvedčený, že máte radi fyziku a nielen fyziku, ale všetky prírodné vedy. Veď inak by ste sa neboli mohli stretnúť so mnou pri spoločnej práci v našom fyzikálnom laboratóriu. A keď ste si fyziku obľúbili, keď ju máte radi, som presvedčený, že budete pokračovať po tejto ceste, po ceste vedy, vždy k ťažším a zaujímavejším problémom. Som presvedčený, že keď ste si ju už obľúbili, nikdy ju neprestanete mať radi.

Na tejto ceste poznávania vedy, t. j. na ceste poznávania pravdy, venujte sa vždy pokusom! „Aj pred najlepšou teóriou uprednostním nespornú názornosť pokusov“ napísal Faraday. Pokus je výrečný, za jedinú minútu vysvetlí všetko to, čo by ste museli vypočítať z mnohých popísaných stránok a aj tak by ste tomu nerozumeli tak, ako vám to názorne objasní pokus.

Očakávam od vás, že budete pokračovať aj sami v práci vo fyzikálnom laboratóriu, ktoré ste si zriadili so skupinou svojich priateľov. Iste v ňom budete robiť aj zložité pokusy,

pri ktorých budete používať vážnejšie a ťažšie knihy, ako je táto. Vaše experimentovanie nie je nič iné, ako výskum veľkých prírodných síl v malom, ako spoznávanie veľkých zákonov prírody na jednoduchých javoch.

Nedajte sa nikdy znechutiť, nestráťte nikdy vôľu robiť ďalšie pokusy, keď sa vám niektorý pokus nevydarí. Nemyslite si, že je neuskutočniteľný. Chyba bude zaručene vo vás. Často stačí aj najmenšia drobnosť, ktorá vám pokus pokazí.

Musíte mať trpezlivosť a pokus opakovať. Len tak máte zaručené väčšie úspechy. Spomínam si, keď sme jedného dňa, moji priatelia a ja, robili elektrický prístroj. Keď už bol hotový, pribrali sme sa, že si pomocou neho vyrobíme elektrinu. Áki sme boli ukrutne sklamaní, keď po elektrine totiž nebolo ani stopy! Boli sme zúrivi, užalostení, unavení od práce, a všetko nadarmo! Nechali sme náš prístroj tak; v ten deň sme už neboli schopní pokračovať v práci. Na druhý deň sme začali znova a čudná vec, prístroj pracoval dokonale. V čom bol háčik? Keď sme prístroj dokončili, bol ešte vlhký od lepidla. Samozrejme, že pokus sa nemohol vydať. A keďže sa nám to stalo práve cez letné prázdniny v auguste pamätám sa, boli vtedy veľké horúčavy, prístroj cez noc dobre vyschol a na druhý deň sa nám pokus celkom dobre vydaril.

Dalej, keď robíte pokusy, je dôležité aj to, aby ste prísne dbali na čistotu rúk a prístrojov. Prach je pri pokusoch s elektrinou veľmi škodlivý. A ešte viac škodí pri pokusoch z optiky. Mnohé z týchto pokusov sa nevydaria preto, lebo sa prístroje neudržiavajú v čistote. Pamätajte taktiež na to, že pri vašich pokusoch pracujete niekedy aj s takým materiálom, ktorý vám môže zašpiniť, alebo aj zničiť odev. Platí to najmä vtedy, keď robíte pokusy z chémie. Preto musíte pracovať opatrne a najlepšie urobíte, keď si do vášho laboratória vezmete svoje najstaršie šaty, prípadne sa u vás doma nájde nejaký pracovný plášť.

Keď začínate nejaký pokus, musíte vedieť, čo chcete dosiahnuť. Musíte mať predstavu o celom postupe pri pokuse, ako aj o tom, čo chcete preskúmať a dokázať.

Zo začiatku sa venujte najľahším pokusom, pri ktorých nepotrebujete nijaké prístroje. Potom si postupne robte sami pre vlastnú potrebu jednoduché a skromné prístroje, ktoré budete potrebovať neskôr k ťažším a zložitejším pokusom. Umožnía vám, aby ste dokázali neskôr urobiť aj všetky zložitejšie prístroje.

Keď začnete robiť pokusy z jednej oblasti fyziky, zotrvaťte pri nich prinajmenej v priebehu toho dňa alebo niekoľkých dní a nestrádate každú chvíľu pokusy z rôznych oblastí. To vám umožní oveľa hlbšie a lepšie pochopiť javy, ktoré skúmate.

Keď robíte pokus, pridriavajte sa vždy určitého poriadku a končite vždy otázkou, prečo prebieha skúmaný jav práve tak, ako sa odohral pri vašom pokuse pred vašimi očami.

Vedte si denník vašich pokusov. Popíšte váš postup, zaznamenajte vaše výsledky, uveďte vaše pozorovania, vaše úvahy a vysvetlenia javov, ktoré skúmate.

Z vašich pokusov získate také pravdivé, solídne a hlboké znalosti o pôsobení prírodných síl a také vedomosti, ktoré sa nikdy nestratia, na ktoré sa nezabúda, ktoré vám už nikdy nebude treba vysvetľovať a ktoré budete schopní vždy vysvetliť iným.

Budete prechádzať vedou ako rodným krajom. Na tejto ceste sa budete postupne približovať k zrelosti, až na hranice, po ktoré dospela veda, po ktoré sa dostalo ľudské poznanie a vám sa tak naskytne príležitosť prispieť vlastnou prácou k tomu, aby sa táto hranica posunula ešte o nejaký krok ďalej.

Želám vám veľa úspechov pri vašich budúcich pokusoch, úspechov na ceste vedou a dúfam, že sa na nej ešte niekedy stretneme.

Mechanika

Prvý deň: Vo svete sily a pohybu	7
Pokus 1 — Na špičke ihly	12
Pokus 2 — Povrazolézec	13
Pokus 3 — Neuveriteľná rovnováha	14
Pokus 4 — Piljar	16
Pokus 5 — Teraz trochu šermu	17
Pokus 6 — Divný skokan	18
Pokus 7 — Paradoxný pohyb	19
Pokus 8 — Váhy Leonarda da Vinciho	21
Pokus 9 — Vyrobíme si ešte jedny váhy	23
Pokus 10 — Odvážime aj muchu	25
Pokus 11 — Horíaca kolíska	26
Pokus 12 — Výskum: Inercie	27
Pokus 13 — Dokážete preraziť mincu ihlou?	28
Pokus 14 — Čudné dvíhanie koncami prstov	29
Pokus 15 — Prečo nemôžete vstať zo stoličky?	30
Pokus 16 — Ešte jeden príklad nezvyčajnej rovnováhy	30
Druhý deň: Pobavme sa trochu s vodou	32
Pokus 17 — Ťažká úloha	34
Pokus 18 — Herónová guľa	36
Pokus 19 — To isté — len trochu inak	36
Pokus 20 — Zmieša sa voda s vínom?	37
Pokus 21 — Sopka	38
Pokus 22 — Aj sa potápa — aj pláva	39

Pokus 23	— Vodomet	40
Pokus 24	— Plávajúca ihla	42
Pokus 25	— Pohár bez dna	43
Pokus 26	— Aj kvapka vody nám niekedy poslúži	45
Pokus 27	— Diplomati na hladine vody	46
Pokus 28	— Pascalov vozík	47
Pokus 29	— Ryba na raketový pohon	49
Pokus 30	— Bez plachty — bez vesla	50
Pokus 31	— Aj zápalky majú rady cukor	50
Pokus 32	— Mydlové bubliny	51
Pokus 33	— Kvapaliny nám kreslia nezvyčajné obrázky	53
Pokus 34	— Povedzte, čo je ťažšie?!	55
Pokus 35	— Z pohára pumpa	55

Tretí deň: Na dne vzdušného oceánu 57

Pokus 36	— Presvedčte sa sami, že je vzduch ťažký!	60
Pokus 37	— Magdeburské polgule	62
Pokus 38	— Špeciálne kyvadlo	63
Pokus 39	— Vodný barometer	63
Pokus 40	— Rozptýlenie pri obede	65
Pokus 41	— Rozprašovač	66
Pokus 42	— Zimná zábava	66
Pokus 43	— Revolver z husieho brka	67
Pokus 44	— Sfúknete sviečku cez lievik	68
Pokus 45	— Nemožné?	70
Pokus 46	— „Vik“, alebo turbína?	71
Pokus 47	— Bumerang	72
Pokus 48	— Robili ste už papierového šarkana?	75

Termika

Štvrtý deň: Neviditeľný pohyb molekúl 77

Pokus 49	— Preseknuté, ale nerozdvojené	81
Pokus 50	— Dokážete prerezať sklo bez toho, aby ste sa ho dotkli?	81
Pokus 51	— Nedajte sa pomýliť!	82
Pokus 52	— Neviditeľný úder na lopatu	83
Pokus 53	— Kvapky vody na rozžeravej platni	84
Pokus 54	— Parný valec	86
Pokus 55	— Spravíme si parný stroj	87

Pokus 56	— Roztopte kov v papieri	88
Pokus 57	— Ohňovzdorný papier	90
Pokus 58	— Spravíme si sklenú guľu	90
Pokus 59	— Padák, ktorý sa dvíha hore	91
Pokus 60	— Termoskop	92
Pokus 61	— Naša továreň na ľad	93
Pokus 62	— Vlhkomer	94
Pokus 63	— Voda, ktorá sa varí vplyvom studenej vody	95

Akustika

Piaty deň: Po cestách zvuku 97

Pokus 64	— Tajomstvo tikania hodín	99
Pokus 65	— Búrka v povraze	100
Pokus 66	— Umelé vyzváňanie zvona	100
Pokus 67	— Haló — hlási sa najstarší detský telefón na svete	102
Pokus 68	— Zvukové zrkadlá	103
Pokus 69	— Aj dáždňiky majú svoje čary	104
Pokus 70	— Bábika, ktorá rozpráva	105
Pokus 71	— Svetelné árle	107
Pokus 72	— Poháre spievajú a tancujú	108
Pokus 73	— Aj zvuk je dobrým maliarom	109
Pokus 74	— Zvukové figúrky Chladného	109
Pokus 75	— Najjednoduchší hudobný nástroj	111

Magnetizmus

Šiesty deň: S magnetom v ruke 113

Pokus 76	— Čarodejná palička	116
Pokus 77	— Konkurz! Prijímame nové osadenstvo!	118
Pokus 78	— Generálna skúška	119
Pokus 79	— Tanec na vode	120
Pokus 80	— Disciplína nadovšetko	121
Pokus 81	— Urobíme si magnetickú ihlu	121
Pokus 82	— Chceme vidieť neviditeľné	123

Elektrina

Siedmy deň: Jeden deň v storočí elektriny 127

Pokus 83	— Iskry z papiera	130
----------	-----------------------------	-----

Pokus 84	— Podnos ako zelektřizované teleso	131
Pokus 85	— Jednoduchá lajdčenská fľaša	133
Pokus 86	— Podivné kyvadlo	133
Pokus 87	— Dvojité elektrické kyvadlo	135
Pokus 88	— Elektroskop	135
Pokus 89	— Dva druhy elektriny?	136
Pokus 90	— Plus a mínus?!	137
Pokus 91	— Zjednodušený elektroskop	138
Pokus 92	— Kolotoč pod pohárom	139
Pokus 93	— Elektrický vodomet	140
Pokus 94	— Čo nám povedia dve kovové gule	141
Pokus 95	— Aj ľudské telo obsahuje elektrinu	142
Pokus 96	— Kocúr — výrobca elektriny	142
Pokus 97	— Najjednoduchšie elektrické prístroje	143
Pokus 98	— Noví herci v našom divadle	145
Pokus 99	— Záhada, ktorá vzrušila svet	145
Pokus 100	— Termoelektrické teleso	147

Optika

Osmý deň: Malý pohľad do veľkej oblasti svetla a farieb

Pokus 101	— Polotiene	152
Pokus 102	— Odmerajte svetelnosť lampy	155
Pokus 103	— Kam zmizli sadze?	156
Pokus 104	— A kam teraz zmizol špendlík?	157
Pokus 105	— Z dediny urobíme mesto	157
Pokus 106	— Živý tieň	158
Pokus 107	— Keď potrebujete pestré vzory	158
Pokus 108	— Kaleidoskop	159
Pokus 109	— Svetelný lúč v pohári vody	161
Pokus 110	— Tekutá lupa	162
Pokus 111	— Prestrihňte špagát v zatvorenej fľaši	162
Pokus 112	— Chcete vidieť vo vajičku kuriatko?	163
Pokus 113	— Ešte jeden „röntgenový prístroj“	165
Pokus 114	— Umelá dúha	166
Pokus 115	— Premeňte dúhu späť na biele svetlo	167
Pokus 116	— Miešanie farieb	168
Pokus 117	— Ako treba vyberať látku v obchode	169
Pokus 118	— Ba, či sa pomýlite?	170
Pokus 119	— Pomocou vrtielky	170
Pokus 120	— Biele a čierne	171

Deviaty deň: Oko — obdivuhodná tmavá komora

Pokus 121	— Tmavá komora	176
Pokus 122	— Fotografujte bez fotoaparátu	179
Pokus 123	— Stereoskop	180
Pokus 124	— Anaglyfy	181
Pokus 125	— Človek bez hlavy	183
Pokus 126	— Začiatky kinematografie	184
Pokus 127	— Zatvorte vtáčika do kletky	186
Pokus 128	— Pripravme nové predstavenie	188
Pokus 129	— Stroj na ornamente	188
Pokus 130	— Pohyblivý tieň nehybnej figúry	189

Klamanie zmyslov

Desiaty deň: Aby človek ani vlastným očiam neveril!

Pokus 131	— Čo je dlhšie?	192
Pokus 132	— Je to širšie alebo dlhšie?	195
Pokus 133	— Podivný klobúk	196
Pokus 134	— Klam s mriežkou	197
Pokus 135	— Kde pokračuje prerušená čiara?	198
Pokus 136	— Krivé, alebo rovné?	199
Pokus 137	— Celnarov kruh	200
Pokus 138	— Povedzte ešte raz, čo je dlhšie	200
Pokus 139	— Rozkrúťte kruhy vytlačené na papieri!	201
Pokus 140	— Pozor na perspektívu	202
Pokus 141	— Na papieri alebo v papieri?	204
Pokus 142	— Ukaz iradiácie	205
Pokus 143	— Aké je rozpätie medzi dvoma kruhmi?	206
Pokus 144	— Pláсты medu	206
Pokus 145	— Sivé žkvrny	207
Pokus 146	— Aj prsty sa mýlia	208
Pokus 147	— Studené alebo teplé?	209
Pokus 148	— Pokúsme sa zmiest naše chuťové orgány	210
Pokus 149	— Aj čuchové zmysly sa chovajú podobne	210
Pokus 150	— Odkiaľ prichádza zvuk?	211

Niekoľko slov na záver

TEORETICKÁ EDÍCIA

Knihá je určená všetkým záujemcom a fyziku; najmä mladým z radov vyšších ročníkov základných deväťročných škôl

Živko K. Kostič

MEDZI HROU A FYZIKOU

DT 53.02:

167.23 (083.12)

Zo srbského originálu Živko K. Kostič: Između igre i fizike, (3. vyd.), ktorý vydalo nakladateľstvo Tehnička knjiga, Beograd 1962, preložil Ing. Ján Samák

Vydalo Nakladateľstvo ALFA, n. p., Bratislava, Hurbanovo nám. 6 v decembri 1971, ako svoju 4770. publikáciu

Zodpovedná redaktorka Lucia Prikrylová
Technická redaktorka Zora Šínková
Obálku a väzbu navrhol Leodegar Horváth

Vytlačili Východoslovenské tlačiarne, n. p., Švermova ul. 49, Košice
220 strán, 100 obrázkov, 12,74 AH, 13,28 VH
Prvé vydanie. Náklad 5000 výtlačkov
302 03 5

63—084—71 Kčs 15,—

510/21; 8.6/2