FIZIKALNE NALOGE IZ VSAKDANJEGA ŽIVLJENJA

60 domačih poskusov. Rešitve.

Miroslav Cvahte

VSEBINA

PREDGOVOR

V leksikonih piše, da je fizika nauk o pojavih v naravi. Vendar se zdi, da je pouk fizike pri nas vse preveč abstrakten in da učenci v fiziki mnogokrat vidijo le zakone in enačbe, ne pa dogajanj v naravi.

Ta zbirka ponuja možnost, da poskušate z znanjem, ki ste si ga pridobili v šoli, razložiti vsaj nekatere preproste pojave v naravi.

Učenci pri pouku navadno bolj malo eksperimentirajo. V zbirki je okrog 60 preprostih poskusov, ki jih v glavnem lahko naredimo kar doma. Prav eksperimentiranje pa daje mnogo možnosti za opazovanje, razmišljanje in sklepanje.

Ideje za približno eno petino nalog sem povzel po ruski knjigi V. N. Lange, *Eksperimentalne naloge iz fizike*, pet nalog je iz knjige L. H. Greenberga *Physics with modern applications*, dve nalogi pa iz učbenika zbirke *Nuffield*.

Zahvaljujem se profesorju Marjanu Hribarju, ki je prebral rokopis in prispeval mnogo koristnih nasvetov, ter profesorju Janezu Strnadu, ki me je vzpodbudil k pisanju teh nalog in mi dal nekaj osnovnih napotkov.

M. Cvahte

NEKAJ NAPOTKOV ZA REŠEVANJE

Naloge so namenjene predvsem srednješolcem, približno ena petina nalog vsakega poglavja pa je primerna tudi za osnovnošolce, ki jih fizika posebej zanima. Te naloge so zbrane na začetku poglavij. Zahtevnejše naloge so označene z zvezdico.

V knjižici je 60 poskusov, ki jih lahko naredimo doma. Označeni so s črko P. Pri mnogih poskusih je priporočljivo, da jih delata dva učenca. Med eksperimentiranjem pazite, da ne bi prišlo do kakšne nesreče. Če želite napraviti poskuse iz poglavij, ki jih pri pouku še niste obravnavali, poglejte v oba osnovnošolska učbenika in v Kuščer-Moljkovo *Fiziko* (1., 2. in 3. del) ali Kladnikovo *Fiziko za tehniške usmeritve* (1., 2., 3. zvezek).

Pri nekaterih poskusih ni natančno napisano, kakšne pripomočke lahko uporabite za rešitev naloge. Mišljeni so pripomočki, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju. Nikar ne odgovarjajte, da bi višino pri metu kamna navzgor merili z elektronskim merilnikom višine itd.

Največ boste pridobili, če boste naloge reševali samostojno. V namige poglejte šele takrat, če se vam ne porodi nobena pametna ideja, rešitve pa uporabite potem, ko boste eksperiment že izvedli in rešili nalogo. Seveda lahko ravnate tudi drugače in takoj sežete po rešitvah. Tudi tako se boste naučili nekaj fizike, ne boste pa se navadili samostojno razmišljati in sklepati.

Še nekaj osnovnih napotkov za reševanje nalog: Natančno preberite navodila in se potrudite, da boste problem čim bolje razumeli. Narišite si nazorno skico. Razmislite, kateri fizikalni zakoni pridejo v poštev pri obravnavanem problemu in jih zapišite. Od tu naprej ni splošnih navodil za reševanje. Treba je natančno poznati teorijo in razmišljati. Tudi ko pridete do rezultata, premislite, če je smiseln.

1. MERJENJA IN MEHANIKA

Naloge od 1 do 19 so primerne tudi za osnovnošolce.

1. Kaj misliš, koliko črk je na tejle strani? Najprej odgovori kar na pamet. Nato napravi nekaj "meritev" in oceni število črk bolj natančno! Kako pa bi ocenil število črk na časopisni strani?

2. Valjast kozarec je do roba napolnjen s tekočino. Kako tekočino razdeliti na dva enaka dela, če je pri roki še en nekoliko manjši kozarec, ki pa ima drugačno obliko?

P **3.** Premer nogometne žoge bi rad izmeril vsaj na 1 cm natančno. Samo z ravnilom se to ne da. Kako si boš pomagal?

P **4.** S kuhinjsko tehtnico si lahko iz jogurtovega lončka narediš preprost merilnik prostornine. Napravi tak merilnik in na njem označi naslednje vrednosti za prostornino: 50, 100, 150 in 200 ml. Merilnik boš potreboval pri naslednjih nalogah. Gostota vode je 1,00 g/cm^3.

P **5.** Pri igranju kart ali pri igrah s kocko radi rečemo, da imajo nekateri več sreče ali da večkrat kot ostali vržejo šestico. Poglejmo, kako je pri metanju kocke.

a) 60-krat vrzi igralno kocko in vsakokrat vpiši črtico v ustrezen stolpec (sl. 1). (Če imaš računalnik, lahko napraviš simulacijo takega poskusa. Računalnik ti lahko izbira naključna števila od ena do šest in hkrati šteje, koliko je enic, dvojk itd.) Nato seštej črtice v posameznih stolpcih in vnesi vrednosti v diagram (sl. 2). Točke v diagramu poveži z daljicami. Izračunaj tudi skupno število vseh pik pri šestdesetih metih.

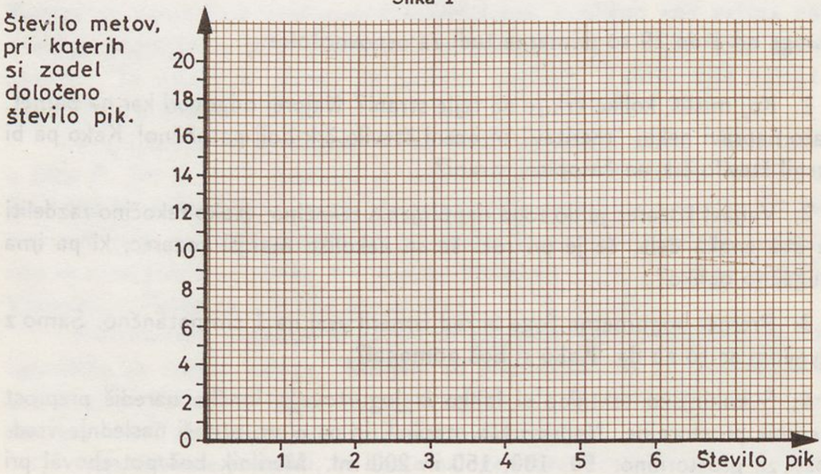
Enak poskus naj napravi še prijatelj (ali kar ti namesto njega). Ali se vajina rezultata veliko razlikujeta?

b) Skiciraj diagram, ki bi ga dobili, če bi npr. 600-krat vrgli kocko.

Tvoji rezultati	1 pika	2 piki	3 pike	4 pike	5 pik	6 pik
skupno število pik =.......						

Prijateljevi rezultati	1 pika	2 piki	3 pike	4 pike	5 pik	6 pik
skupno število pik =.......						

Slika 1



Slika 2

c) Približno kolikšna bi bila vsota vseh pik, če bi vrgli kocko 100-krat in če bi bila ta povsem simetrična?

P 6. Če nimamo kljunastega ali mikrometrskega merila, skoraj ne moremo izmeriti premera nekaj desetink mm debele žice. Kako bi izmerili debelino take žice samo z ravnilom in svinčnikom? Približno oceni, kolikšna je natančnost take meritve.

P 7. Stoparica na digitalni ročni uri meri čas na 0,01 sekunde natančno. Vendar je napaka pri ročnem merjenju zaradi časa zakasnitve pri vklopu in izklopu precej večja.

Ob televizijskem prenosu smučanja ali atletike približno oceni napako, ki jo naredimo s tako stoparico pri ročnem merjenju časa. Meri vsaj pri petih tekmovalcih!

8. Z gumijasto cevjo bi radi natočili vodo v okrogel plastični bazen. Kaj vse moramo izmeriti, če hočemo oceniti, koliko časa se bo bazen polnil?

9. Merilne posode, ki jih uporabljamo v gospodinjstvu, imajo navadno narisane tri skale. Ena je v prostorninskih enotah (dl), drugi dve pa v gramih. Drugi dve sta za sladkor in moko. Poglej táko merilno posodo in izračunaj, kolikšni sta gostoti sladkorja in moke.

Če nimaš take merilne posode, izmeri gostoto sladkorja ali moke s kuhinjsko tehtnico in jogurtovim lončkom.

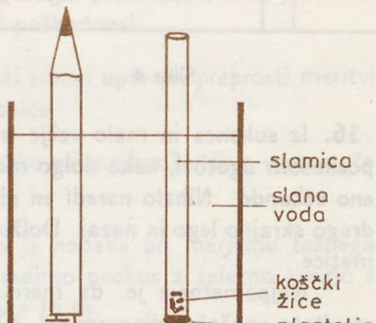
P **10.** V priročnikih najdmo podatke za gostote najrazličnejših snovi, skoraj nikjer pa ni zapisana gostota papirja. Z ravnilom in kuhinjsko tehtnico izmeri gostoto papirja, iz katerega so narejeni tvoji učbeniki.

11. Kaj misliš, ali je gostota jedilnega olja večja ali manjša od gostote vode?

P **12.** Košček surovega krompirja daj v kozarec z navadno vodo, nato pa še v kozarec z močno osoljeno vodo (5 žličk soli na 2 dl vode). Razvrsti gostote krompirja, vode in slane vode (z navedeno koncentracijo) po velikosti!

P **13.** Gostoto snovi lahko merimo tako, da merimo maso in prostornino. Obstajajo pa še drugi načini. Napravi si preprost merilnik za gostoto tekočine (areometer). Potrebuješ krajši svinčnik in nekaj risalnih žebljičkov.

Namesto svinčnika lahko uporabiš debelejšo slamico za sok ($2r \sim$ 5 mm), ki jo na dnu zamašiš s plastelinom ali žvečilnim gumijem in obtežiš s koščki žice (sl. 3).



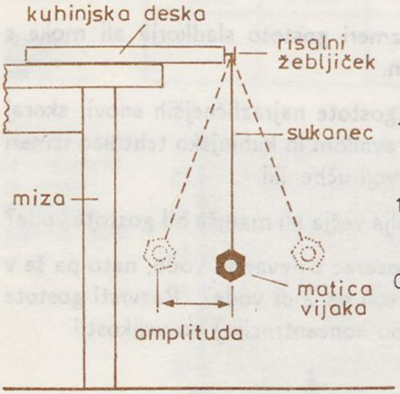
Slika 3

Nariši črti, do katerih se svinčnik (slamica) potopi v navadni in slani vodi (npr. 5 žličk soli na 2 dl vode). Zraven črtic na svinčniku bi morali napisati še vrednosti za gostoto. Vemo, da ima voda gostoto 1,00 g/cm^3, gostoto slane vode pa bi morali izmeriti z merjenjem mase in prostornine.

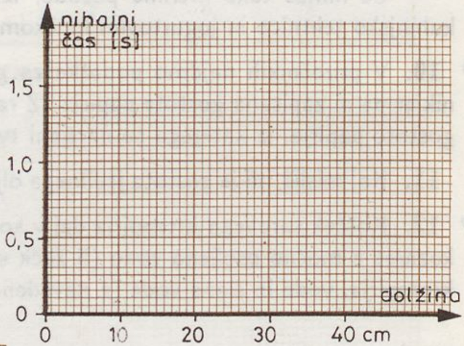
Skalo za tako narejen merilnik gostote lahko tudi izračunaš. (Glej nalogo 33.)

P **14.** Med plavanjem lahko napraviš naslednji poskus: Če globoko vdihneš in povsem miruješ, boš lebdel tik pod gladino, tako da bo iz vode gledal le majhen del glave. Če pa zrak izdihneš, boš začel toniti proti dnu. Razloži zakaj! Iz poskusa lahko sklepaš, kolikšna je povprečna gostota človeškega telesa. Približno kolikšna je?

P **15.** S kuhinjsko tehtnico in trikotnikom izmeri gostoto kovine, iz katere so narejeni kovanci.



Slika 4



Slika 5

P **16.** Iz sukanca in malo večje matice napravi preprosto nihalo (sl. 4). S poskusom ugotovi, kako dolgo mora biti nihalo, da bo en nihaj trajal ravno eno sekundo. Nihalo naredí en nihaj, ko se premakne iz ene skrajne lege v drugo skrajno lego in nazaj. Dolžina nihala je razdalja od obesišča do težišča matice.

Najpametneje je, da meriš nihajni čas pri različnih dolžinah nihala, rezultate vnašaš v diagram (sl. 5), nato pa iz diagrama razbereš, pri kateri dolžini je nihajni čas 1 sekunda.

Nazadnje nastavi dolžino nihala na ugotovljeno vrednost in izmeri, če bo nihalo npr. v 20 sekundah zares napravilo 20 nihajev. Tako nihalo lahko uporabljamo za uro, ki meri nekaj minut dolge čase približno na eno sekundo natančno.

P **17.** Ali se pri prejšnji nalogi nismo malo prenaglili? Zaradi dušenja se amplituda pri nihanju manjša. Nihala ne bi mogli uporabljati za merjenje časa, če bi trajal nihaj z veliko amplitudo dlje kakor nihaj z majhno amplitudo. Razišči, če je nihajni čas nihala odvisen od amplitude!

P **18.** Merilniki hitrosti v avtomobilu navadno kažejo preveliko hitrost. Kako bi preveril natančnost takega merilnika?

P 19. Z mesta, kjer udari strela, se pričneta približno hkrati širiti svetloba in zvok. Ker je hitrost svetlobe mnogo večja od hitrosti zvoka, zagledamo v nekaj kilometrov oddaljenem kraju najprej blisk, zvok pa zaslišimo šele čez nekaj sekund. Kako bi z uro, ki kaže sekunde, ugotovil, kako daleč je udarila strela? Hitrost zvoka je 340 m/s, hitrost svetlobe pa 300 000 km/s.

Ljudje določijo oddaljenost kraja, kamor je udarila strela, takole: Ko zagledajo blisk, začnejo šteti sekunde, dokler ne zaslišijo groma. Nato število sekund delijo s tri in dobijo razdaljo v kilometrih. Razloži, zakaj na ta način dobijo dobro oceno razdalje.

P 20. Če imaš stoparico, ki meri čas na desetinko sekunde natančno in lahko napraviš poskus vsaj v petnadstropni stolpnici, lahko na približno 10 % natančno izmeriš težni pospešek. Izmeri pospešek in pojasni, zakaj rezultat pri taki meritvi kar precej odstopa od prave vrednosti.

Opozorilo: Kamne lahko spuščaš s stolpnice le pod pogojem, da povsem poskrbiš za varnost. Kamen naj ima premer manj kot 1 cm. Poskus napravi skupaj s prijateljem, ki naj pazi, da kdo ne bi prišel mimo in bi kamen padel nanj. V bližini ne sme biti avtomobilov ali drugih predmetov, ki bi jih lahko kamen med padanjem ali po odboju od tal poškodoval.

21.*Vsaj približno nas zanima, koliko moti zračni upor pri preprosti meritvi težnega pospeška, ko spuščamo telo s stopnice.

a) Kakšno kroglo bi vzeli za poskus, veliko ali majhno? Ali je vseeno, če je krogla iz kamna ali železa?

b) Z računom približno oceni, kolikšna je napaka pri merjenju težnega pospeška zaradi upora zraka, če naredimo poskus z železno kroglo s polmerom 1 cm in jo spustimo z višine 15 m.

P 22. Kako bi izmeril začetno hitrost kamna, ki ga vržeš z vso močjo,

a) če imaš samo ročno stoparico, ki kaže vsaj desetinke sekunde,

b) če imaš samo merilni trak?

P 23. Rad bi ugotovil, kolikšno višino doseže kamen, če ga z vso močjo zalučaš navpično navzgor. Kakšno meritev predlagaš?

Če hočeš zares napraviti tak poskus, ga napravi na travniku in pri tem pazi, da kamen ne pade nate.

P 24. Iz sledi, ki jo puščajo dežne kaplje na stranskih oknih vozečega avtomobila, lahko ugotoviš hitrost padanja kapljic. Ob poskusu ne sme pihati veter. Kako bi izmeril hitrost padanja?

P **25.**

a) Približno bi rad izmeril debelino aluminijaste folije, ki se uporablja v gospodinjstvu. Folija je navita na tulec iz lepenke, na škatli pa piše, da je njena dolžina 10 m. Pri roki imaš samo ravnilo.

Poskusi zares izmeriti debelino folije. Če boš meril pravilno, boš dobil rezultat okrog 0,02 mm.

b) Kako pa bi si pomagal, če je mama že porabila nekaj metrov folije? Pri tem bi potreboval še kuhinjsko tehtnico. Preveč folije ne smeš odviti, saj je potem ne moreš več lepo naviti nazaj. Gostota aluminija je 2,7 g/cm^3.

26.*V učbeniku za bodoče voznike avtomobilov (*O prometnih predpisih*, AMZ, Ljubljana 1981) je zapisana formula za pot prehitevanja:

$$L = \frac{(v_1 + D_1 + D_2)\cdot v_1}{v_1 - v_2}$$

L pot prehitevanja
v_1 hitrost vozila, ki prehiteva
v_2 hitrost prehitevanega vozila
D_1 dolžina vozila, ki prehiteva
D_2 dolžina prehitevanega vozila

Pripisano je tudi pojasnilo in dodan primer:

V enačbo vstavi hitrosti v km/h, dolžini v metrih, rezultat, ki ga dobiš pa je pot prehitevanja v metrih. Primer: Pri $v_1 = 80$ km/h, $v_2 = 40$ km/h, $D_1 = 5$ m, $D_2 = 5$ m je pot prehitevanja $L = 180$ m.

Enačba ni zapisana fizikalno pravilno, saj ne moremo seštevati hitrosti in dolžin, vendar jo z dodatnim pojasnilom znamo uporabljati.

Med tekstom piše, da moramo pred in po prehitevanju voziti v primerni varnostni razdalji.

a) Sam izpelji enačbo za pot prehitevanja in jo primerjaj z zapisano.

b) Kolikšno varnostno razdaljo je upošteval sestavljalec zgornje formule?

27. V učbeniku za bodoče voznike avtomobilov je tudi formula za izračunavanje zavorne poti:

$$s = \frac{v^2}{2gf}$$

s zavorna pot
v hitrost v m/s
g težni pospešek
f koeficient trenja

koeficienti trenja:	
suha asfaltna cesta	0,55
mokra asfaltna cesta	0,3–0,5
poledenela cesta	0,1–0,2

a) Iz fizikalnih enačb in zakonov izpelji formulo za zavorno pot.

b) Recimo, da smo si z izkušnjami pridobili občutek, da lahko po suhi asfaltni cesti varno vozimo s hitrostjo 80 km/h. S kolikšno hitrostjo bi lahko peljali po isti cesti, če bi bila poledenela, zavorna pot pa naj ostane enaka?

c) Kateri poučni nauk za voznike lahko razberemo iz formule za zavorno pot?

d) Oceni, po koliko metrih se zaustavi osebni avtomobil na suhi cesti od trenutka, ko je voznik zagledal oviro, če vozi s hitrostjo 72 km/h.

P 28. Pravljica opisuje dekle, ki je bilo zaklenjeno v visokem stolpu. Po več letih so ji zrasli tako dolgi lasje, da je princ lahko splezal po njeni kiti in jo rešil.

Napravi nekaj meritev in približno izračunaj, kolikšno breme bi še lahko obesili na kito las, da se lasje ne bi pretrgali. Kita bi morala biti dovolj dolga, da bi jo lahko pritrdili na kavelj in nanjo obesili breme.

Slika 6

29. Izračunaj, s kolikšno silo je napeta dvoglava nadlahtna mišica, če držimo v roki desetkilogramsko utež, kot kaže sl. 6.

P 30. Napravi naslednji poskus: S hrbtom se obrni proti steni in se je s petami dotakni. Nagni se naprej in skušaj brez prestopanja pobrati predmet na tleh pred nogami.

Večina ljudi tega ne zmore, saj jih zanese naprej in morajo prestopiti.

a) Razmisli, kako se pri nagibanju naprej premika težišče telesa, in razloži, zakaj nas zasuče naprej.

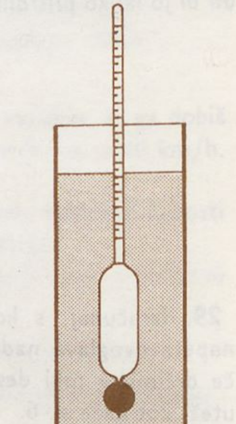
b) Obstajata vsaj dva načina, s katerima lahko poberemo predmet, ne da bi prestopili. Ugotovi, katera načina sta to!

31. Med plavanjem lahko počivamo tako, da se uležemo na hrbet, vse štiri okončine pa potisnemo od sebe. Pravimo, da plavamo "mrtveca". Tako se obdržimo na gladini, ne da bi zamahovali z rokami ali nogami. Če pa ležimo na trebuhu ali počivamo v pokončni legi, moramo zamahovati, da ne potonemo. Razloži, zakaj je hrbtna lega najugodnejša.

P **32.** Približno oceni, za koliko odstotkov je gostota človeškega telesa večja od gostote vode. Računaj za primer, ko zrak povsem izdihneš. Pri tem se spomni na poskus (naloga 14), ki ga lahko narediš med plavanjem. Če vdihneš in povsem miruješ, približno lebdiš v vodi. Če pa povsem izdihneš zrak, začneš toniti proti dnu. Prostornino zraka, ki ga izdihneš, izmeri tako, da pihneš zrak v polivinilansto vrečko.

33. Pri 13. nalogi smo iz obteženega svinčnika ali iz slamice naredili merilnik gostote (areometer). Recimo, da bi z merilnikom radi merili gostote od približno 0,8 do 1,2 kg/dm^3. Svinčnik (slamico) bi s poskušanjem obtežili tako, da bi bila črtica z oznako 1 kg/dm^3 približno na polovični višini. Ugotovi, kakšno skalo bi imel tak merilnik. Skalo tudi nariši!

34. Pravi areometri (sl. 7) so narejeni iz zaprte steklene cevke, ki je spodaj obtežena. Skalo imajo navadno kar v g/cm^3. Areometre uporabljamo tudi za merjenje vsebnosti alkohola v vinu (skala je v %), za merjenje temperature zmrzlišča hladilne tekočine v avtomobilih (skala v °C), za merjenje napolnjenosti akumulatorja (na skali piše: prazen, delno napolnjen, napolnjen). Razloži, zakaj lahko z merilnikom gostote merimo tako nenavadne količine!

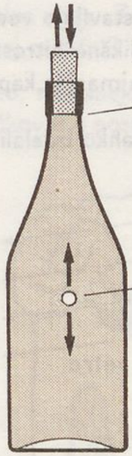

Slika 7

35. Z razmišljanjem lahko ugotoviš, kakšni sta skali areometra za merjenje vsebnosti alkohola v vinu (skala v %) in skala areometra za merjenje temperature zmrzlišča hladilne tekočine v avtomobilu (skala v °C). Razmisli, ali naraščajo vrednosti od spodaj navzgor ali od zgoraj navzdol. Skiciraj obe skali! Pazi, da se ne boš preveč uštel pri merilnem območju. Gostota čistega alkohola je 0,79 g/cm^3, gosotota glikola, ki je sestavni del hladilne tekočine, pa 1,12 g/cm^3.

36. Mame imajo ob pustu pogosto težave pri peki krofov. Če testo ne vzhaja dovolj dolgo, krofi nimajo belega venca. Če pa krofi pred peko vzhajajo predolgo, se med peko v olju radi obračajo. Razloži zakaj!

Zaradi kvasa se v testu razvija ogljikov dioskid. Pri tem nastajajo majhne luknjice in testo se širi. Pravimo, da vzhaja.

P **37.** Glavico vžigalice vrzi v litrsko steklenico, ki si jo prej do vrha napolnil z vodo. Steklenico zapri z dobro prilegajočim se plutovinastim zamaškom. S prsti pritisni na zamašek ali pa zamašek popusti. Razloži, zakaj pri tem glavica potuje navzdol in navzgor (sl. 8).



Slika 8

P **38.** Kako bi izmeril koeficient lepenja in koeficient trenja med klado in desko? Poleg klade in deske potrebuješ še ravnilo.

39. Kako bi z osebno tehtnico približno izmeril koeficient trenja za osebni avtomobil, ko je ročica menjalnika v prostem teku?

40.*S podatki iz tehničnih navodil za osebni avtomobil (moč, največja hitrost, masa) oceni koeficient upora za avtomobil. Izmeriti moraš še njegove dimenzije.

Koeficient trenja za avtomobil je približno 0,015. Izmerimo ga lahko s poskusom, ki je opisan v rešitvi 39. naloge.

41. Poraba goriva pri osebnih avtomobilih je odvisna od mnogih parametrov. Omejimo se samo na dva — na maso avtomobila in na koeficient upora, ki je odvisen od oblike vozila.

Kako je odvisna poraba goriva od teh dveh parametrov:

a) pri vožnji po avtocesti,

b) pri mestni vožnji?

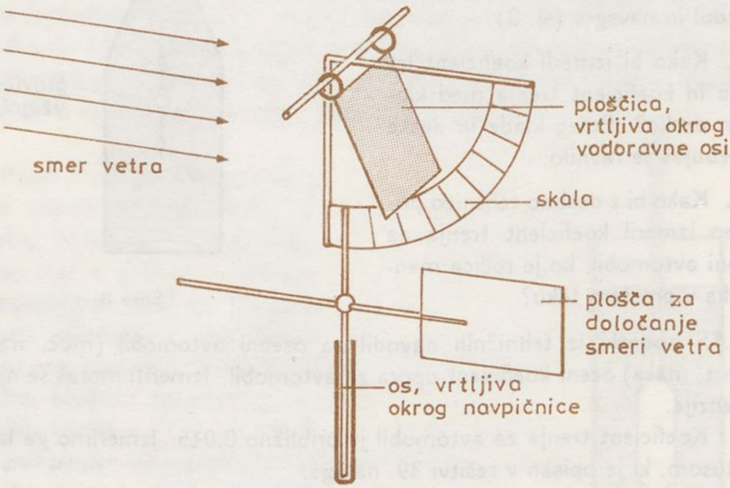
Odgovori samo kvalitativno, z večji, manjši itd. in utemelji odgovor!

P **42.** Na vodoravni cesti izmeri koeficient trenja za dvokolo. Potrebuješ uro, ki kaže skunde, razdalje pa lahko meriš kar s koraki. Kako bi izboljšal poskus, če bi se cesta malo dvigovala ali spuščala?

P **43.** Na veliko gramofonsko ploščo postavi kos gladkega papirja, na papir pa kovanec. Plošča naj se vrti s 45 vrtljaji na minuto. Če postaviš kovanec dovolj daleč od osi, bo zdrsnil s plošče. Z opisanim poskusom izmeri koeficient lepenja med kovancem in papirjem.

44. Meglo sestavljajo vodne kapljice s premerom od 0,01 mm do 0,1 mm. Izračunaj, s kolikšno hitrostjo padajo v popolnoma mirnem ozračju največje in s kolikšno najmanjše kapljice. Viskoznost zraka je $1{,}7 \cdot 10^{-5}$ kg/ms.

45.*Sami bi lahko izdelali preprost merilnik smeri in hitrosti vetra (sl. 9).



Slika 9

a) Kakšno ploščo bi morali uporabiti za merilnik, če bi hoteli meriti majhne hitrosti vetra? Predlagaj velikost, debelino in gostoto plošče.

b) Veter doseže v naših krajih hitrosti do približno 100 km/h. Kako debelo železno pločevino bi morali uporabiti, da bi bila oznaka 100 km/h pri kotu 60° glede na navpičnico?

Koeficient upora za ploščo je 1,1, gostota zraka je 1,3 kg/m^3, gostota železa pa 7,8 kg/dm^3.

P 46.

a) Dobro zaprto steklenico belega olja nekajkrat obrni, da bodo v njem nastali zračni mehurčki. Kateri mehurčki se dvigajo hitreje, majhni ali veliki? Razloži zakaj!

(Najbolje je, da delaš poskuse z originalno zaprto steklenico. Če olje slučajno razliješ, mama ne bo najbolj vesela.)

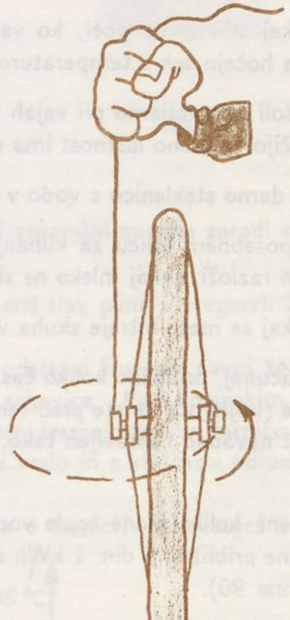
b) Enak poskus naredi tudi s steklenico mineralne vode. Zakaj sta hitrosti enako velikih mehurčkov v olju in vodi precej različni?

P 47. Če steklenico belega olja nekajkrat obrnemo, nastanejo v njem zračni mehurčki (glej nalogo 46). Opazuj gibanje mehurčkov in s poskusom približno oceni, kolikšna je vizkoznost olja.

P 48.*S preprostimi pripomočki lahko narediš poskus, pri katerem opazuješ zanimiv fizikalni pojav — precesijo. Z dvokolesa odvij sprednje kolo. Na eno krajišče gredi priveži vrvico, gred trdno primi z obema rokama, prijatelj pa naj kolo močno zavrti. Prijatelj naj prime vrvico (sl. 10), ti pa spusti kolo. Kolo pri tem ne pade, ampak začne krožiti okrog viseče vrvice.

Opozorilo: poskus napravi v garaži ali na prostem. Kolo ima veliko vrtilno količino in bi napravilo nekaj škode, če bi ti padlo z vrvice. Pazi tudi na prste.

Kateri so zunanji navori na kolo? Ali se vrtilna količina kolesa spreminja? Ali za ta poskus velja izrek o vrtilni količini? Če je kolo dobro namazano, lahko trenje v ležajih zanemarimo.



Slika 10

49.*Če natančno opazujemo valove na vodi, ugotovimo, da imajo valovi z večjo valovno dolžino večjo hitrost kot kratki. Podobno se lahko vprašamo, ali je hitrost zvoka v zraku odvisna od frekvence. Odgovori na vprašanje!

2. TOPLOTA

Naloge od 50 do 57a so primerne tudi za osnovnošolce.

50. Zakaj steklenica poči, ko vanjo nalijemo vročo vodo? Kaj naredijo mame, če hočejo sok s temperaturo 90° naliti v steklenice? Razloži zakaj!

51. V šoli uporabljamo pri vajah čaše, v katere lahko nalijemo vrelo vodo, pa ne počijo. Kakšno lastnost ima steklo, iz katerega so take čaše?

52. Če damo steklenico z vodo v zmrzovalnik, steklenica poči. Zakaj?

53. V posebnem loncu za kuhanje mleka to ne skipi. Nariši tak lonec v prerezu in razloži, zakaj mleko ne skipi.

54. Zakaj se meso hitreje skuha v "ekonom loncu"?

55. Izračunaj, približno koliko časa se greje voda v vašem električnem grelniku vode (bojlerju), če ste pred tem porabili vso toplo vodo. Pri grelnikih je termostat navadno nastavljen tako, da se voda segreje do 70°C.

56.

a) Oceni, koliko stane topla voda za eno tuširanje. Kubični meter vode stane približno 5 din, 1 kWh električne energije pa 0,44 din (nočni tok, januar 90).

b) Oceni, kaj je dražje: ena cigareta srednje kvalitete ali elektrika, ki jo moramo plačati, če smo 60-vatno žarnico pustili prižgano 5 ur. Ena kWh električne energije stane 0,88 din (dnevni tok, januar 90).

P **57.** Med potapljanjem na morju bi bilo zanimivo imeti merilnik globine. Tak merilnik lahko narediš sam. Potrebuješ nekaj decimetrov dolgo prozorno cevko, ki jo moraš na eni strani dobro zamašiti (sl. 11). Primeren je kos prozorne plastične cevi za natakanje vode.

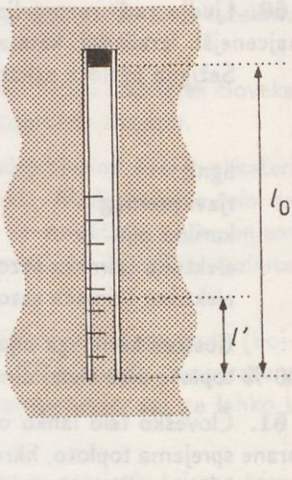
a) Merilnik globine preizkusi v litrski steklenici vode in razloži delovanje.

b) Izračunaj, koliko milimetrov se dvigne voda v cevki pri poskusu iz točke a, če je globina vode v steklenici 25 cm, dolžina cevke pa je 30 cm. Ali se izmerjena in izračunana vrednost ujemata?

c)* Izračunaj in nariši skalo merilnika globine, če je dolžina cevi npr. 20 cm.

d)* Kako vplivajo spremembe temperature na natančnost merilnika? Izračunaj za poseben primer, ko je tempreatura zraka 30°C, v globini 5 m pa je 15°C. Za koliko kaže merilnik narobe v globini 5 m?

e)* Kako bi ravnal pri merjenju, da bi zmanjšal napake zaradi sprememb temperature?



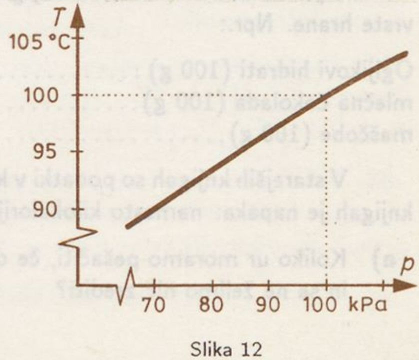
Slika 11

P **58.***Če si vsaj malo spreten, lahko izmeriš tlak plina v pregoreli 220-voltni žarnici.

S kombinirnimi kleščami previdno odstrani kovinski navoj žarnice. Pri tem zaradi varnosti uporabljaj zaščitne rokavice. Pod kovinskim delom je tanka zataljena cevka, skozi katero v tovarni izsesajo zrak in žarnico napolnijo z žlahtnim plinom. Če žarnico potopiš v vodo in s kleščami odlomiš cevko, bo vanjo vdrla voda.

Kako bi približno izmeril tlak plina v žarnici? Potrebuješ še valjasto posodo in ravnilo.

59. Približno oceni, pri kateri temperaturi vre voda na vrhu Pohorja (Črni vrh, 1543 m). Diagram na sliki 12 kaže, kako se spreminja temperatura vrelišča vode v odvisnosti od tlaka. V približku lahko računamo, da se gostota zraka do te višine zanemarljivo malo spremeni. Kilomol zraka tehta 29 kg.



Slika 12

60. Ljudje radi razpravljajo o tem, kateri način ogrevanja stanovanj je najcenejši. Izračunaj, katera kurjava je najcenejša.

Sežigna toplota nekaterih goriv in cene goriv (januar 90):

	SEŽIGNA TOPLOTA	CENA
lignit	11.5 MJ/kg	0,60din/kg
rjavi premog	17.5	0,90 din/kg
kurilno olje	42	2,40 din/l
elektrika (zimska sezona, nočni tok)		0,44 din/kWh
elektrika (zimska sezona, dnevni tok)		0,88 din/kWh

Gostota kurilnega olja je 900 kg/m^3. Pri olju in premogu nam približno 30 % toplote uide skozi dimnik.

61. Človeško telo lahko obravnavamo kot toplotni stroj, ki z zgorevanjem hrane sprejema toploto, hkrati pa opravlja delo in okolici oddaja toploto. Tudi za ta primer velja energijski zakon.

Toploto, ki se sprošča pri zgorevanju hrane, določajo tako, da s posebnimi dihalnimi aparati merijo količino porabljenega kisika. Pri težkih delih porabljamo več kisika in z zgorevanjem hrane se sprošča več toplote na sekundo. Del te toplote telo oddaja okolici kot delo, del pa kot toploto.

Preglednica kaže, kolikšen toplotni tok se sprošča z zgorevanjem hrane pri posameznih opravilih:

spanje .... 80 W
lahka dela (počasna hoja s hitrostjo 3,5 km/h, domača dela) .... 250 W
srednje težka dela (kolesarjenje s hitrostjo 20 km/h, lopatanje peska, počasno plavanje) .... 600 W
težka dela (igranje košarke, hitro plavanje) .... 800 W
skrajno težka dela (kolesarjenje s hitrostjo 45 km/h) .... 1600 W

V priročnikih ali kuharskih knjigah najdemo sežigne toplote za posamezne vrste hrane. Npr.:

Ogljikovi hidrati (100 g) .... 1.7 MJ
mlečna čokolada (100 g) 2.2
maščobe (100 g) 3.8

V starejših knjigah so podatki v kilokalorijah (1 kcal=4 200 J). V mnogih knjigah je napaka: namesto kilokalorija piše kar kalorija.

a) Koliko ur moramo pešačiti, če dodatno pojemo 100-gramsko čokolado in se ne želimo nič zrediti?

b) koliko kilometrov moramo prepešačiti ali prekolesariti, če se želimo znebiti 1 kg odvečne tolšče?

P **c)** Človeka lahko obravnavamo kot toplotni stroj. Oceni izkoristek človeka pri hitrem stopanju na stol ali pri teku po stopnicah navzgor.

d)* Približno oceni, kolikšna je moč električne grelne blazine, ki si jo nekateri dajejo v posteljo, če spijo v neogrevani sobi. Med spanjem telo ne opravlja dela, ampak ves toplotni tok, ki se sprošča z zgorevanjem hrane, oddaja okolici. Denimo, da je temperatura ogrevane spalnice 15°C, neogrevane pa 5°C.

62. Kako bi s sobnim termometrom in električnim grelnikom vode (bojlerjem) približno izmeril specifično toploto vode? Pri merjenju temperature vode pazi, da ne prekoračiš merilnega območja termometra, saj ga lahko s tem uničiš.

P **63.***Približno oceni premer kapilare v termometru za merjenje telesne temperature. Temperaturni koeficient prostorninskega raztezka živega srebra je $1{,}8{\cdot}10^{-4}\ \mathrm{K}^{-1}$. Raztezanje stekla lahko v približku zanemariš. Zakaj je videti stolpec živega srebra precej širši, kot je premer kapilare?

3. ELEKTRIKA

Naloge od 64 do 73 so primerne tudi za osnovnošolce.

64. Pri kolesu vodi od dinama do sprednje in zadnje luči samo po ena žica. Razmisli, kje teče tok od dinama do luči in nazaj do dinama. Skiciraj oba električna kroga.

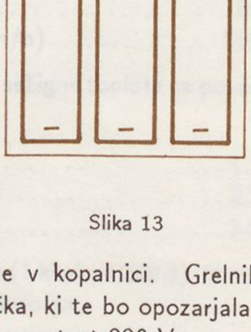
65. Na žarnici sprednje luči dvokolesa sta podatka 6 V/0,5 A.

a) Razmisli, kakšna podatka sta na žarnici zadnje luči. Drugi podatek lahko oceniš le približno.

b) Kakšna podatka pa sta na dinamu? Na dinamu sta navadno podatka za napetost in moč.

66. Kakšni podatki so na žarnici hišne napeljave in kakšni na žarnici žepne svetilke? Približno kolikšen tok teče skozi srednje veliko žarnico hišne napeljave in kolikšen skozi žarnico žepne svetilke?

67. Nariši, kako so zvezani trije členi in priključka na 4,5-voltni bateriji (slika 13).



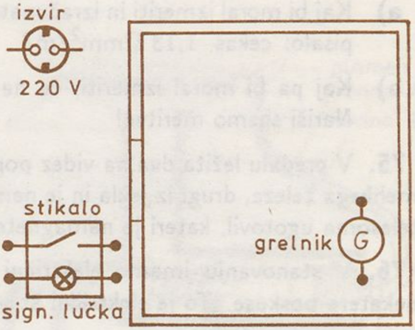
Slika 13

68. Nariši načrt za namestitev grelnika vode v kopalnici. Grelnik želiš vklapljati s stikalom, ob katerem je signalna lučka, ki te bo opozarjala, da je grelnik vklopljen. Signalna lučka je narejena za napetost 220 V.

a) V skico (sl. 14) vriši, kako bi speljal vodnike.

b) Nariši vezje tudi za primer, ko bi uporabil signalno lučko s podatkoma 6 V, 60 mA.

Opozorilo: Napeljave za napetost 220 V lahko nameščajo le pooblaščeni strokovnjaki.



Slika 14

69. Kako bi iz upornikov s podatkoma 100 Ω, 0,25 W napravil upornik za 275 Ω?

a) Nariši vezje.

b)* Na kolikšno največjo napetost bi lahko priključil tako vezje?

70. Približno koliko časa lahko pustimo prižgane luči na osebnem avtomobilu, če hočemo motor še pognati z zaganjačem?

V tehničnih navodilih za večino osebnih avtomobilov so naslednji podatki za moči žarnic: glavna luč 45 W, luč za označevanje vozila (spredaj in zadaj) 5 W, smerokaz 20 W, zavorna luč 20 W, luč za osvetljevanje tablice 5 W.

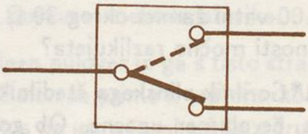
Na akumulatorju sta npr. podatka 12 V, 36 Ah, v navodilih za akumulator pa piše, da lahko z zaganjačem poženemo motor, če akumulator ni izpraznjen bolj kot do polovice.

71. Katere osnovne podatke moramo poznati za upornik? Katere pa za transformator?

72. Recimo, da bi imel doma transformator z izhodom 12 V, 500 mA. Kako bi si naredil okrasno razsvetljavo za novoletno jelko, če imaš žarnice za 3,5 V, 0,2 A? Nariši shemo!

Opozorilo: Transformator z vhodno napetostjo 220 V lahko uporabljaš le, če ima atest in če je v pravilno izoliranem ohišju.

73. Navadno imamo na hodnikih dve stikali, tako da lahko luč prižigamo ali ugašamo na obeh straneh hodnika. Nariši električno vezavo! Nalogo boš najlažje rešil z dvema menjalnima stikaloma (sl. 15).



Slika 15

P 74. Iz uporovne žice bi rad naredil 10-ohmski upornik.

a) Kaj bi moral izmeriti in izračunati, preden bi se lotil dela, če bi na zvitku pisalo: cekas, 1,13 $\Omega mm^2/m$?

b) Kaj pa bi moral izmeriti, če na zvitku ne bi bilo nobenih podatkov? Nariši shemo meritve!

75. V predalu ležita dva na videz popolnoma enaka kosa kovine. Eden je iz mehkega železa, drugi iz jekla in je namagneten. Kako bi samo s tema dvema telesoma ugotovil, kateri je namagneten?

P 76. V stanovanju imamo električni merilnik, ki ga lahko uporabimo za nekatere poskuse. To je električni števec.

a) Katero fizikalno količino meri števec? Kakšna je enota? Kolikšen je najmanjši razdelek na številčnici števca?

b) Če hočemo meriti še natančneje, štejemo obrate koleščka z rdečo črto. Na števcu je napisano, koliko vrtljajev naredi kolesce za vsako porabljeno kilovaturo, npr. 120 vrtljajev/kWh. Poišči ta podatek za vaš števec.

c) S štetjem vrtljajev na števcu izmeri moči nekaterih porabnikov v hiši, npr. žarnice, električnega grelnika vode, kuhalnika. Potrebuješ še uro, ki kaže sekunde. Izmerjene vrednosti primerjaj s podatki, ki so napisani na porabnikih. Pri meritvi pazi na naprave, ki se vklapljajo samodejno (hladilnik, zmrzovalna skrinja).

d) Za večino porabnikov zlahka izračunamo, koliko električne energije porabijo v določenem času, saj iz tehničnih podatkov preberemo, kolikšna je njihova moč. Za pralni in pomivalni stroj ter hladilnik in zmrzovalnik porabe ne moremo izračunati preprosto. Kako bi izmeril, koliko energije porabi pralni stroj za eno pranje? Kako pa bi ocenil mesečno porabo električne energije za zmrzovalnik?

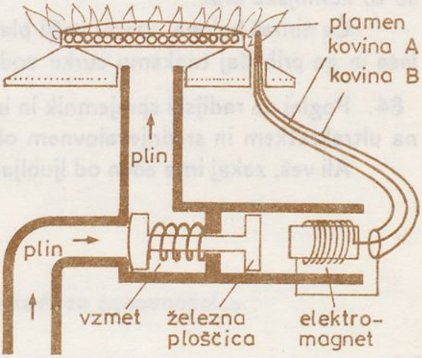
P 77. Termoakumulacijske peči imajo navadno vgrajena dva ali tri grelnike. Kako bi ugotovil, če je kateri od grelnikov pokvarjen, ne da bi peč odpiral?

P 78.* Če žarnico odvijemo iz grla in ji z ohmmetrom izmerimo upor, dobimo pri 100-vatni žarnici okrog 30 Ω. Upor žarnice izračunaj še iz moči. Zakaj se vrednosti močno razlikujeta?

79.* Gorilnik plinskega štedilnika ima varnostni termoventil, ki zapre dovod plina, če plamen ugasne. Ob gorilniku je kovinska konica (sl. 16). Ko se ta ohladi, se dovod plina samodejno zapre.

a) Konstruiraj vsaj en načrt za tak varnostni ventil in razloži, kako bi deloval.

b) Slika 16 kaže v preseku plinski gorilnik. Vidimo, da je v njem elektromagnet. Ko je konica varnostnega ventila segreta, elektromagnet priteguje železno ploščico ventila in dovod plina je odprt. Če se konica ohladi, elektromagnet popusti in ventil se zaradi sile vzmeti zapre.



Slika 16

Varnostni ventil normalno deluje tudi v štedilnikih, ki niso priključeni na električno omrežje in nimajo vgrajene nobene baterije. Razloži delovanje varnostnega termoventila!

P **80.** Z močnim magnetom lahko ugotovimo, ali teče skozi žarnico izmenični ali enosmerni tok. Uporaben je magnet iz starega zvočnika. Razloži poskus!

Opozorilo: Nitke žarnice ne opazuj direktno, ampak skozi kos temne plastike. Tako si boš zavaroval oči, nitko pa boš videl bolj natančno. Če nimaš plastike, vzemi kos šipe, ki si ga osajil s svečo.

81. Kako bi izmeril dolžino bakrene žice, ki je navita na tuljavi elektromagneta, če žice ne smeš odviti? V šolskem laboratoriju sj lahko sposodiš izvir napetosti, ampermeter, voltmeter in mikrometer.

82. Transformator 220 V/18 V bi rad predelal v transformator, ki ima na izhodu napetost 12 V. Kako bi ugotovil, koliko ovojev moraš odviti s sekundarne tuljave, če imaš voltmeter za merjenje izmenične napetosti?

Opozorilo: Poskuse z napetostjo 220 V lahko delajo le usposobljeni strokovnjaki. Zato na vprašanje odgovori le teoretično, ne da bi tudi poskusil.

P **83.***Z balonom lahko narediš dva zanimiva poskusa iz elektrostatike.

a) Napihnjen balon večkrat podrgni ob volnen pulover in ga s tisto stranjo, ki si jo drgnil, pritisni ob vrata ali zid. Balon se prime k vratom, kot da bi bil prilepljen. Razloži zakaj? Če poskus ne uspe, poskusi še z drugim puloverjem.

b) Balon drgni ob pulover. Nato približaj balon tankemu curku vode iz vodovodne pipe. Kaj se zgodi? Razloži poskus!

a) Tanek laminaren curek teče iz pipe, ki nima vloženega cedila. Navadno so to kuhinjske pipe.

Če nimaš balona, vzemi večji plastični glavnik, ga večkrat potegni skozi lase in ga približaj tankemu curku vode.

84. Poglej na radijski sprejemnik in izračunaj valovne dolžine radijskih valov na ultrakratkem in srednjevalovnem območju.

Ali veš, zakaj ima eden od ljubljanskih radijskih programov ime *val 202*?

4. SVETLOBA

Naloge od 85 do 88 so primerne tudi za osnovnošolce.

85. Kako bi napravil sončno peč, v kateri bi lahko segrel lonec vode? Napravi podroben načrt!

P **86.** S povečevalnim steklom ali zbiralno lečo iz naočnikov poglej, kakšna je osnovna celica zaslona barvnega TV-sprejemnika. Glej takrat, ko je zaslon bel. Nariši osnovno celico!

Katere točke so svetle, ko je zaslon rdeč, zelen, moder, rumen?

P **87.***S poskusom približno oceni, koliko zvezd vidimo s prostim očesom na jasnem nočnem nebu brez mesečine? Zvezde opazuj nekje v naravi, kjer ne motita svetloba mestnih luči in onesnažen zrak. Napravi natančen načrt poskusa.

P **88.** Napravi načrt za poskus, s katerim bi približno določil polmer Lune, če veš, da je razdalja Zemlja-Luna 380 000 km. Poskusi tudi zares izmeriti polmer!

89. Na nasprotmen bregu potoka je drog z lučjo. Kako bi zvečer izmeril oddaljenost droga in višino luči, če imaš le ravno palico in merilni trak?

90. Imaš razpršilno in zbiralno lečo. Kako bi ugotovil, katera od njiju ima manjšo goriščno razdaljo?

P **91.** Če imaš doma naočnike, ugotovi, ali so leče v njih zbiralne ali razpršilne. Če so zbiralne, izmeri goriščno razdaljo in izračunaj dioptrijo.

P **92.** Kako bi izmeril goriščno razdaljo razpršilne leče naočnikov?

P **93.***S stekleno cevko s premerom približno 1 cm lahko narediš tale poskus: Cevko na eni strani zamaši in nalij vanjo nekaj vode. Za cevko postavi časopis.

Za delom cevi, kjer je voda, so črke povečane, za praznim delom cevke pa pomanjšane (sl. 17). Razloži zakaj! Ali so črke povečane in pomanjšane v vseh smereh?

Slika 17

P **94.** S fotoaparatom slikamo najprej 200 m oddaljeno pokrajino, nato pa človeka v razdalji 1 m.

a) Ali moramo pri tem objektiv izvleči ali premakniti bliže k filmu?

b) Z ravnilom približno izmeri, za koliko milimetrov moramo premakniti objektiv.

c) Poglej, kolikšna je goriščna razdalja objektiva, in izračunaj, za koliko je treba premakniti objektiv. Ali se izmerjena in izračunana vrednost ujemata v mejah natančnosti meritve?

95. Če opazujemo polno Luno s prostim očesom, se nam zdi precej velika. Kolikšen bi bil premer Lune na fotografiji 9 × 13 cm, če bi jo fotografirali s fotoaparatom, ki ima normalni objektiv ($f = 50$ mm) in film s posnetki 36 × 24 mm? Polno Luno vidimo pod zornim kotom približno 0,5°.

96. Pri fotoaparatih navadno uporabljamo tri objektive: širokokotni z goriščno razdaljo okrog 30 mm, normalni z goriščno razdaljo 50 mm in teleobjektiv z goriščno razdaljo nekaj sto milimetrov.

a) Nariši potek žarkov pri fotografiranju z vsemi tremi objektivi in ob skici razloži, kdaj se splača uporabiti širokokotni objektiv in kdaj teleobjektiv.

b) Recimo, da fotografiramo skupino ljudi z vsemi tremi objektivi ($f_1 = 30$ mm, $f_2 = 50$ mm, $f_3 = 200$ mm). Ljudje stojijo tesno drug ob drugem, tako da vsakdo povprečno zavzame širino 60 cm, od nas pa so oddaljeni 15 m. Koliko ljudi dobimo na posnetku pri posameznem objektivu, če uporabljamo film 24 × 36 mm?

97.*Zakaj je pri fotografiranju film enako osvetljen pri zaslonki 11 in času 1/125 s ter zaslonki 8 in času 1/250 s? Zaslonka nam pove, kolikšno je razmerje $f/2r$, pri čemer je f goriščna razdalja objektiva, $2r$ pa premer odprtine.

98.*Če fotografiramo človeka na snegu s fotoaparatom z vgrajenim svetlomerom, je človek na posnetku navadno premalo osvetljen.

a) Bolje je, da pri posnetkih na snegu odpremo zaslonko za eno stopnjo več, kot nam pokaže svetlomer. Razloži zakaj!

b) Pri nekaterih "avtomatskih" fotoaparatih svetlomer kar sam nastavi zaslonko in čas osvetlitve in teh vrednosti ne moremo spreminjati. Na fotoaparatu moramo ob vstavljanju filma nastaviti občutljivost filma. Kako bi prelisičil tak fotoaparat, da bi bile osebe tudi na zimskih posnetkih dovolj osvetljene?

P **99.***Zvečer poglej skozi kokošje ali ptičje pero proti oddaljeni beli luči. Videl boš barvni spekter. Razloži pojav! S povečevalnim steklom poglej pero in ugotovi, na katerih resicah se uklanja svetloba.

P **100.***Ponoči glej skozi gosto pleteno zaveso v oddaljeno luč. Nariši, kaj vidiš. Približno oceni valovno dolžino vidne svetlobe. Pri tem potrebuješ še povečevalno steklo in merilni trak.

NAMIGI

3. Lahko si pomagaš z dvema trikotnikoma ali s tanko vrvico itd.

4. Doma navadno nimamo merilnikov, s katerimi bi lahko vsaj na 10 % natančno izmerili prostornino kake posode. Zato raje namesto prostornine merimo maso vode, ki je sorazmerna s prostornino.

5.

b) Kocke ne bomo metali 600-krat, saj bi bilo to predolgočasno. Če združiš tvoje in prijateljeve mete, imaš poskus s 120 meti.

c) Če bi vrgli kocko 1000 krat, bi pri približno eni šestini metov zadeli enico.

6. Nekaj deset ovojev žice tesno navij na svinčnik.

8. Izmeriti moramo, koliko časa se nataka manjša posoda.

9. Če imaš merilno posodo z narisanimi skalami, moke in sladkorja ne potrebuješ.

10. Izmeri maso in prostornino.

11. Spomni se na pripravljeno solato.

13. Pri poskusu boš imel nekaj težav. Če bo svinčnik predolg, ne bo stal navpično, če pa bo preveč obtežen, se bo dotaknil dna kozarca. Težave razreši s poskušanjem. Pripravnejši je areometer iz slamice. Razmisli zakaj!

14. Na mirujoče telo v vodi delujeta teža in vzgon. Vzgon je enak teži izpodrinjene tekočine.

15. Meritev z enim kovancem je zelo nenatančna, zato raje merimo gostoto več kovancev (5 do 10).

16. Tudi če imamo ročno digitalno stoparico, ki meri stotinke sekunde, ne moremo dovolj natančno izmeriti časa enega nihaja. Zato merimo čas za več nihajev.

17. Izmeri nihajni čas nihala pri dveh različnih amplitudah. V obeh primerih mora biti dolžina nihala enaka.

18. Ob večini cest so tablice s kilometrskimi oznakami.

19. Ker je hitrost svetlobe skoraj miljonkrat večja od hitrosti zvoka, je čas, ki ga potrebuje svetloba do opazovalca, zanemarljivo majhen. (340 m/s≈ ≈1/3 km/s.)

20. Kamen pada enakomerno pospešeno. Izmeriti moramo pot in čas padanja.

21.

a) Pospešek pri padanju je odvisen od teže in sile upora. Razmisli, kako sta ti dve sili odvisni od polmera in gostote krogle.

b) Sila upora se med gibanjem veča. Natančen račun je zapleten, zato v približku računaj npr. z končno hitrostjo ali hitrostjo po polovičnem času gibanja.

22. Kamen večkrat zalučaj pod kotom približno 45° (največji domet) in meri

a) celotni čas gibanja kamna,

b) domet kamna

23. Čim več časa je kamen v zraku, tem večjo višino doseže.

24. Če avto stoji, so sledi kapljic navpične. Večja ko je hitrost avtomobila, bolj so glede na navpičnico nagnjene sledi.

25.

a) Navita folija ima obliko cevi, povsem razvita pa bi imela obliko tankega kvadra. Če je folija tesno navita na tulec, je prostornina v obeh primerih približno enaka.

b) Če ne vemo, koliko folije je na tulcu, ravnamo drugače. Kak meter folije odrežemo in ga približno stehtamo s kuhinjsko tehtnico.

26. Ko narišemo skico, vidimo, da je pot prehitevanja sestavljena iz varnostne razdalje pred in po prehitevanju, dolžine obeh vozil in poti, ki jo prehitevani avtomobil prevozi med prehitevanjem.

27.

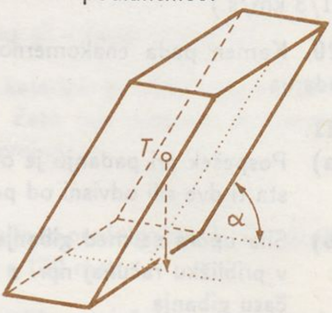
a) Med zaviranjem je vsota vseh zunanjih sil na avtomobil kar sila trenja. Avtomobil se pri tem giblje enakomerno pojemalno.

d) Upoštevati moramo tudi razdaljo, ki jo avtomobil prevozi od trenutka, ko je voznik zagledal oviro, do takrat, ko so prijele zavore.

28. Približno izmeri, pri kolikšni obremenitvi se las pretrga. Ugotovi tudi, koliko las ima človek.

29. S tipanjem ugotovi, kolikšna je razdalja med osjo vrtenja v komolcu in točko, kjer je dvoglava nadlahtna mišica pripeta na podlahtnico.

30. V pomoč ti bo tale naloga: denimo, da imamo nekaj poševnih prizem (sl. 18), ki so različno nagnjene. Katere od prizem se prevrnejo, če jih postavimo na osnovno ploskev?



Slika 18

31. Če je vzgon manjši kot teža in ne zamahujemo z rokami in nogami, telo potone.

32. Če telo lebdi v vodi tako, da je povsem potopljeno, je njegova povprečna gostota kar enaka gostoti vode.

33. Svinčnik ali slamico bi tako dolgo obteževali, da bi potonila približno do polovice in tam narisali črtico z oznako 1 kg/dm^3.

34. Vino, hladilna tekočina v avtomobilu in kislina v akumulatorju so mešanice vode in še ene tekočine, ki ima drugačno gostoto kot voda.

35. Pri areometru za merjenje gostote naraščajo vrednosti od zgoraj navzdol.

36. Krofi se pečejo tako, da plavajo v vročem olju. Ko na eni strani dovolj porjavijo, jih obrnemo. Tisti del krofa, ki ni bil potopljen v olju, ostane svetel. Pravimo, da ima krof bel venec.

37. V učbeniku Ferbar-Plevnik, *Fizika za 7. razred* (DZS 1987) si na 54. strani oglej risbo podobnega poskusa s kartezijskim plavačem.

38. Klado položimo na desko. Eno krajišče deske dvigujemo in tako večamo strmino klanca. Čim večji je koeficient lepenja, tem večji je kot, pri katerem klada zdrsne.

39. Na avtomobil prislonimo osebno tehtnico in ga potiskamo. Če hočeš poskus zares narediti, moraš med tehtnico in avtomobil postaviti kos lepenke ali blaga, da ne boš poškodoval avtomobila.

40. Razmisli, katere sile delujejo na avtomobil, ko z maksimalno hitrostjo enakomerno vozi po vodoravni cesti. Potisno silo motorja lahko približno izračunamo iz podatka za moč motorja.

41. Koeficient trenja avtomobila se s hitrostjo le malo spreminja. Sila upora zraka narašča s kvadratom hitrosti.

42. Ko kolesar na ravni cesti preneha poganjati pedale, je rezultanta vseh sil kar sila trenja in kolesar se giblje enakomerno pojemalno.

43. S poskusom moramo ugotoviti, pri kateri razdalji od osi vrtenja kovanec ravno še ne zdrsne. Tak kovanec kroži enakomerno, vsota vseh zunanjih sil nanj pa je kar sila lepenja.

44. Silo upora pri padanju majhne kapljice v zraku izračunamo po linearnem zakonu upora.

45. Na mirujočo ploščo delujejo tri sile: upor zraka, sila gredi, na kateri je plošča, in teža plošče. V ravnovesju je vektorska vsota vseh treh sil enaka nič.

46. Na mehurček v olju delujejo teža, vzgon in sila upora. Teža je zanemarljivo majhna. Silo upora izračunaj po linearnem zakonu upora. Mehurček se v olju in vodi giblje približno enakomerno.

47. Enako kot pri 46. nalogi.

48. Na telo delujeta dve zunanji sili: teža in sila vrvice. Ne pozabi, da je vrtilna količina vektor.

49. Skoraj zagotovo si že slišal igranje oddaljenega glasbenega ansambla.

53. Posebni lonec za kuhanje mleka ima dvojno steno. Med stenama je voda. Najprej razmisli, zakaj mleko skipi, če ga kuhamo v navadnem loncu.

54. Temperatura vrelišča vode je odvisna od tlaka.

55. Poglej tehnične podatke na bojlerju.

56.

a) Za tuširanje potrebujemo okrog 100 litrov vode s temperaturo 35°C.

57.

b) Tlak v vodi se z globino veča. Za zrak v cevki velja Boylov zakon.

c) Glej namig 57 b.

d) Če se temperatura zraka v cevki spreminja, moramo uporabiti splošno plinsko enačbo.

58. Nižji ko je tlak v žarnici, več vode bo vdrlo vanjo.

59. Pri večji nadmorski višini je zračni tlak manjši. Gostoto zraka izračunaj iz plinske enačbe ali preberi iz priročnika.

60. Izračunaj, koliko posameznega goriva potrebujemo, da dobimo 1 MJ koristne toplote.

61.

a) in **b)** Toplota, ki se sprosti pri zgorevanju hrane v telesu, je sorazmerna z maso hrane. Sorazmerni koeficient je sežigna toplota hrane.

c) Izračunaj, koliko dela opravi telo, ko se dvigne za določeno višino in izmeri, v kolikšnem času opravi to delo.

d) Toplotni tok, ki se prevaja skozi odejo in vzmetnico, je sorazmeren z razliko temperatur človeškega telesa in zraka v sobi.

62. Z bojlerja preberi podatka za prostornino bojlerja in moč grelnika.

63. Stolpec živega srebra se daljša, ker se živo srebro v bučki razteza. Izmeriti moramo dimenzije bučke in oceniti prostornino živega srebra v bučki.

65.

a) Razmisli, kako sta vezani žarnici na kolesu. Če ena pregori, druga še sveti. Ali svetita sprednja in zadnja žarnica enako močno?

b) S sklepanjem poskusi ugotoviti, kolikšna sta napetost in moč dinama. Nato poglej podatka na dinamu.

66. Če ne veš na pamet, poglej podatke na obeh žarnicah.

68.

a) Zaščitni (ozemljeni) priključek vtičnice zveži z ohišjem grelnika. Signalna lučka in grelnik morata biti vezana vzporedno.

b) Zaporedno k signalni lučki moraš vezati upornik, na katerem bo napetost 214 V.

69.

a) Če vežemo vzporedno dva 100 ohmska upornika, dobimo 50 ohmski upornik.

b) Najprej bi pregorel tisti upornik, skozi katerega bi tekel največji tok.

70. Če pozabimo na avtomobilu prižgane luči, ne svetita zavorni luči in tudi smerokazi navadno ne.

72. Paziti bi morali, da ne bi pregoreli transformator in žarnice.

73. Nariši napetostni izvir, žarnico in dve menjalni stikali. Nato jih pravilno poveži z vodniki.

74.

a) Upor vodnika je odvisen od specifičnega upora, preseka in dolžine vodnika.

b) Nalogo lahko rešimo z ampermetrom in voltmetrom.

75. S krajiščem prvega telesa se dotaknemo sredine drugega telesa in obratno.

76.

c) Izmeriti moramo, koliko električnega dela sprejme porabnik v določenem času.

d) Pri merjenju porabe pralnega stroja in zmrzovalnika bi si pomagali z električnim števcem.

77. Tudi pri tem problemu uporabimo električni števec.

78. Specifični upor kovin je odvisen od temperature.

79.

a) Plin se pri segrevanju močno razteza. To lastnost lahko uporabimo pri načrtovanju.

b) Če skozi elektromagnet ne teče električni tok, magnet ne deluje

80. Na vodnik s tokom deluje v magnetnem polju magnetna sila. Ko se spremeni smer toka, se spremeni tudi smer sile.

81. Ohmski upor vodnika je med drugim odvisen tudi od dolžine.

82. Napetost na sekundarni tuljavi je sorazmerna s številom ovojev sekundarne tuljave, $U_2 = U_1 \cdot N_2/N_1$.

83.

a) Stena je električni izolator in je električno nevtralna. Če v bližini ni nobenih drugih nabojev, težišča negativnih in pozitivnih nabojev sovpadajo.

Slika 19

b) Molekule vode so električni dipoli, ki si jih lahko predstavljamo kot dva enako velika nasprotna naboja na majhni palčki (sl. 19).

84. Radijski valovi so elektromagnetno valovanje. Njihova hitrost v zraku je približno enaka svetlobni hitrosti.

85. Iz ilovice lahko približno oblikujemo krogelno površino in jo prevlečemo z aluminijasto folijo.

87. Na majhnem delu neba lahko preštejemo zvezde in izračunamo, koliko jih vidimo na vsem nebu.

88. Luno bi opazovali skozi majhno okroglo odprtino, ki bi jo držali v iztegnjeni roki.

89. Na dveh mestih zabijemo v zemljo kol in izmerimo dolžini obeh senc.

90. Leči bi sestavili v lečje.

91. Nariši preslikave z zbiralno in razpršilno lečo za vse značilne razdalje, ko se predmet premika od neskončnosti do leče.

92. Iz razpršilne in zbiralne leče bi naredili lečje.

93. Prazna cevka deluje približno tako kot razpršilna leča, cevka z vodo pa kot zbiralna leča.

94. Objektiv fotoaparata je zbiralno lečje. Nariši potek žarkov pri preslikavi z zbiralno lečo in spreminjaj razdaljo od predmeta do leče.

95. Najprej izračunaj premer Lune na filmu, nato pa premer na fotografiji. Povečevalnik za izdelavo fotografij ima konveksno lečo, ki preslika posnetek s filma na fotografski papir.

96. Nariši le središčna žarka. Če slikamo oddaljen predmet, nastane slika v gorišču. Velikost posnetka na filmu je v vseh treh primerih enaka.

97. Film mora v obeh primerih prejeti enako svetlobno energijo. V obeh primerih pada na objektiv svetloba z enako gostoto svetlobnega toka.

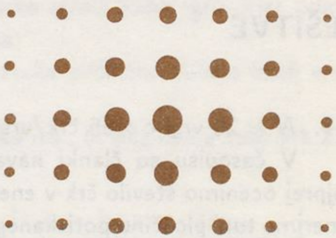
98.

a) Svetlomer meri povprečno gostoto svetlobnega toka, ki pada s celotnega fotografiranega objekta.

b) Na fotoaparatu bi spremenili podatek o občutljivosti filma.

99. Razmisli, kakšno sliko dobimo na zaslonu, če skozi optično mrežico posvetimo s curkom bele svetlobe.

100. Skozi gosto pleteno zaveso vidimo tako interferenčno sliko (sl. 20), kot bi jo videli skozi dve optični mrežici, pri katerih bi reže potekale v pravokotnih smereh.

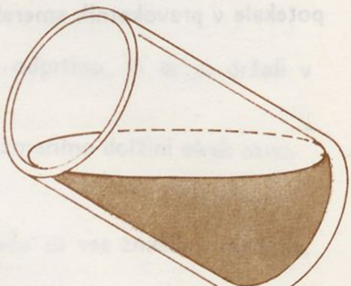


Slika 20

REŠITVE

1. $N \approx 20$ vrstic $\times 65$ črk/vrstico $\approx 1\,300$ črk.

V časopisu so članki navadno natisnjeni v različno velikih stolpcih. Najprej ocenimo število črk v enem od stolpcev in izmerimo ploščino stolpca. Izmerimo tudi ploščino potiskanega dela časopisne strani in izračunamo število črk na strani.

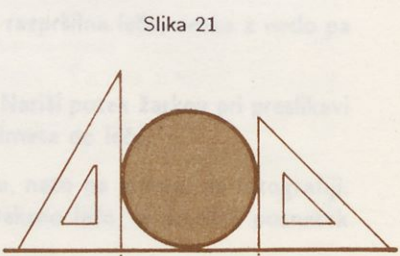


Slika 21

2. Tako dolgo bi odlival tekočino v manjši kozarec, da bi segala gladina v večjem kozarcu ravno do zgornjega dela dna (sl. 21).

3. Premer žoge lahko izmerimo z dvema trikotnikoma, kot kaže slika 22.

S tanko vrvico bi lahko izmerili obseg žoge in izračunali premer.



Slika 22

4. Navadno je najmanjši razdelek na kuhinjski tehtnici 10 g, tako da lahko merimo maso na približno 5 g natančno.

V lonček nalijemo 50 g vode, s črto označimo višino vode in pripišemo 50 cm^3. Enako naredimo še za druge prostornine. Pri umerjanju ne smemo pozabiti na maso lončka.

Skala takega merilnika ni linearna. Bolje bi bilo, če bi namesto jogurtovega lončka vzeli posodo z obliko valja.

5.

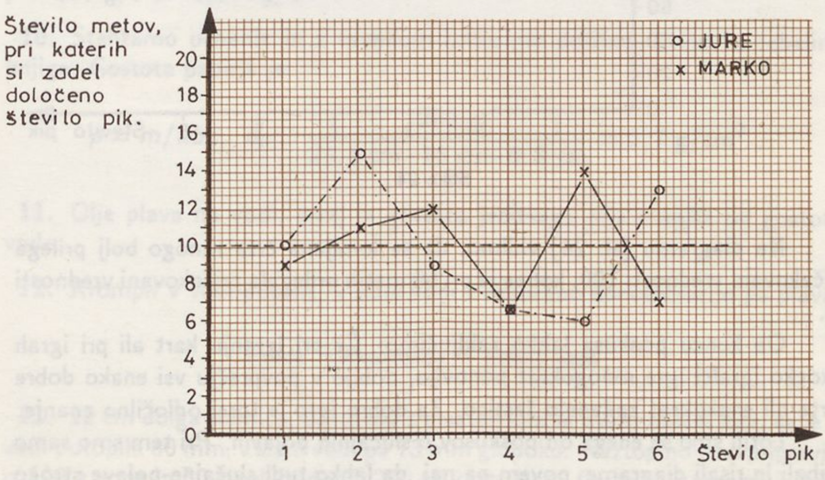
a) Pri poskusih smo dobili rezultate, ki jih prikazuje slika 23. Na prvi pogled se ti precej razlikujejo, zelo podobni pa sta vsoti vseh pik iz šestdesetih metov. Če bi Jure in Marko igrala kako igro, kjer odloča skupno število pik, bi bila skoraj enaka.

Iz diagrama vidimo, da se dobljena števila približno sučejo okoli vrednosti 10.

Če bi vrgli 10 krat enico, 10 krat dvojko itd., bi bila vsota vseh pik 210. Dobljeni vsoti sta zelo blizu tega števila.

JURE	1 pika	2 piki	3 pike	4 pike	5 pik	6 pik
skupno število pik	~~////~~ ~~////~~	~~////~~ ~~////~~ ~~////~~	~~////~~ ////	~~////~~ //	~~////~~ /	~~////~~ ~~////~~ ///
203	10	15	9	7	6	13

MARKO	1 pika	2 piki	3 pike	4 pike	5 pik	6 pik
skupno število pik	~~////~~ ////	~~////~~ ~~////~~ /	~~////~~ ~~////~~ //	~~////~~ //	~~////~~ ~~////~~ ////	~~////~~ //
207	9	11	12	7	14	7



Slika 23

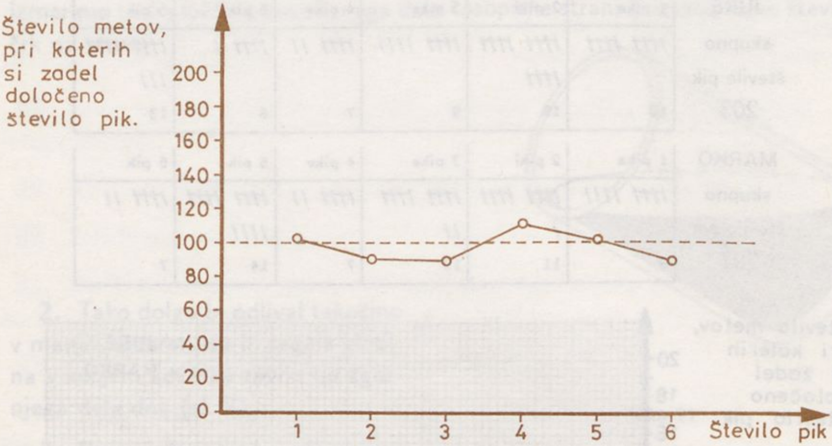
b) Kocke ne boš metal-600 krat, saj bi bilo to predolgočasno. Če pa združiš tvoje in prijateljeve rezultate, imaš poskus s 120 meti. V našem primeru (Jure in Marko skupaj):

1 pika	2 piki	3 pike	4 pike	5 pik	6 pik
19-krat	26-krat	21-krat	14-krat	20-krat	20-krat

Že na prvi pogled vidimo, da se dobljene vrednosti sučejo okrog števila 20. Števila so v povprečju bliže pričakovani vrednosti 20, kot so bila pri 60 metih pričakovani vrednosti 10.

Marko je zares vrgel kocko 600-krat in dobil naslednje rezultate:

1 pika	2 piki	3 pike	4 pike	5 pik	6 pik
104-krat	95-krat	92-krat	113-krat	103-krat	93-krat



Slika 24

Na diagramu (sl. 24) vidimo, da se lomljena črta mnogo bolj prilega pričakovani vrednosti 100, kot se je pri 60 metih prilegala pričakovani vrednosti 10.

Ob koncu poskusa lahko zaključimo: Če pri igranju kart ali pri igrah s kocko igralci igre mnogokrat ponovijo, dobijo v povprečju vsi enako dobre karte ali enakokrat zadenejo šestico. Za dobro igro je torej odločilno znanje.

Lotili smo se enega od poskusov o slučajnih pojavih. Pri tem smo samo ugibali in risali diagrame, povem pa naj, da lahko tudi slučajne pojave strogo obravnavamo. To počne verjetnostni račun.

c) Vsota vseh pik pri 1000 metih bi bila približno $(1\,000/6)\cdot 1+(1\,000/6)\cdot$ $\cdot 2+\ldots+(1\,000/6)\cdot 6=3\,500$.

6. Nekaj deset ovojev žice tesno navijemo na svinčnik, izmerimo dolžino navitja l in izračunamo premer žice $2r = l/N$. Ker je pri tanki žici ovoje težko prešteti, jih najprej razmaknemo in šele nato preštejemo.

Z ravnilom lahko izmerimo dolžino navitja na približno 0,5 mm natančno. Torej je natančnost meritve pri npr. 25 ovojih 0,5 mm/25 = 0,02 mm. Z opisanim postopkom sem dobil za debelino neke žice vrednost 0,46 mm, z mikrometrom pa 0,45 mm.

7. Pri smučanju moramo sprožiti štoparico v trenutku, ko tekmovalec premakne palico startne naprave, pri atletiki pa ob startnem poku. Ročno izmerjeni časi se za približno 0,10 do 0,20 sekunde razlikujejo od časov, ki jih preberemo na zaslonu.

8. Z uro, ki kaže sekunde, izmerimo čas t_1, v katerem se npr. napolni 10-litrsko vedro. Izmeriti moramo še premer in višino bazena in izračunati prostornino bazena V. Nato s sklepanjem izračunamo čas polnjenja bazena $t = (V/10\ \mathrm{l}) \cdot t_1$. Če bi namesto vedra uporabili litrsko steklenico, bi bil čas polnjenja le nekaj sekund in meritev bi bila zelo nenatančna.

9. Na merilni posodi preberemo pri izbrani prostornini (npr. 5 dl) maso sladkorja (450 g) in maso moke (320 g).
Gostota sladkorja je $\rho = 450\ \mathrm{g}/5\ \mathrm{dl} = 0,9\ \mathrm{kg/dm^3}$. Gostota moke je $\rho = 320\ \mathrm{g}/5\ \mathrm{dl}{=}0{,}64\ \mathrm{kg/dm^3}$.

10. Stehtamo učbenik in z ravnilom izmerimo dolžino, širino in debelino knjige. Gostota papirja je

$$\rho = m/abc, \ \text{npr.} \ \frac{200\ \mathrm{g}}{23,5\ \mathrm{cm}\cdot 16\ \mathrm{cm}\cdot 0,8\ \mathrm{cm}} = 0,7\ \mathrm{g/cm^3}\,.$$

11. Olje plava na vodi, torej je gostota jedilnega olja manjša od gostote vode.

12. Krompir v vodi potone, v slani vodi z določeno koncentracijo pa plava.

$$\rho_{\text{vode}} < \rho_{\text{krompirja}} < \rho_{\text{slane vode}}$$

13. 12 cm dolga slamica, obtežena s plastelinom in nekaj koščki žice, se je v vodi potopila 80 mm, v slani vodi pa 73 mm globoko. Raztopino smo pripravili iz 190 g vode in 30 g soli in dobili 200 ml raztopine. Gostota raztopine je bila torej $\rho = 220\ \mathrm{g}/200\ \mathrm{cm^3} = 1,1\ \mathrm{g/cm^3}$. Na slamico lahko narišemo črtici za gostoti 1 g/cm^3 in 1,1 g/cm^3. Skalo takega merilnika lahko določimo tudi računsko — glej rešitev 28. naloge.

Z areometrom iz svinčnika imamo pri poskusu težave. Predolg svinčnik ne stoji navpično, saj je težišče obteženega svinčnika le malo pod njegovo sredino. Težišče areometra iz slamice pa je blizu spodnjega krajišča. Zato je ravnovesje pri slamici mnogo bolj stabilno.

14. Ko lebdimo v vodi, je vzgon nasprotno enak teži telesa. Ko zrak izdihnemo, se teža telesa zanemarljivo zmanjša, prostornina pa se zmanjša za nekaj litrov. Zato se vzgon zmanjša in telo začne toniti. Vidimo, da je povprečna gostota človeškega telesa zelo blizu gostote vode, torej približno 1 kg/dm^3

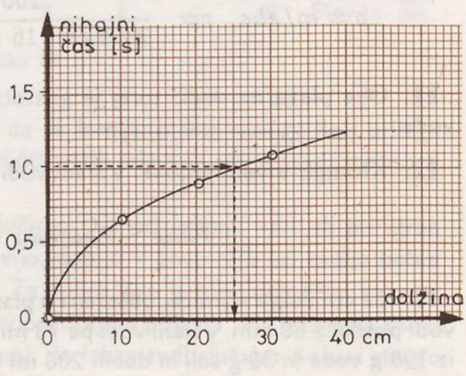
15. Pri enem kovancu je težko natančno izmeriti maso in debelino kovanca, saj je najmanjši razdelek na kuhinjski tehtnici navadno 10 g, s trikotnikom pa debeline ne moremo izmeriti bolj natančno kot na nekaj desetink milimetra.

Primer za gostoto dvajsetparskih kovancev (10 kovancev):

$$\rho = m_{10}/V_{10} = m_{10}/(r^2\pi h_{10}) = 35\,g/(10^2\,mm^2\cdot\pi\cdot 17\,mm) = 6{,}6\,g/cm^3\,.$$

Rezultat je premajhen, saj je povprečna debelina kovancev manjša, kot smo izmerili. Merili smo namreč na robu, kjer je debelina kovanca največja.

16. Z ročno stoparico, ki kaže vsaj desetinke sekunde, je najbolje, da merimo čas desetih nihajev. Z uro, ki kaže sekunde, dosežemo zadovoljivo natančnost, če merimo čas za dvajset do trideset nihajev. Merimo pri dolžinah nihala 10 cm, 20 cm in 30 cm. Iz diagrama, ki ga dobimo (sl. 25), razberemo, da ima nihalo z dolžino 25 cm nihajni čas približno eno sekundo.



Slika 25

Če napravimo nihalo z dolžino 25 cm, lahko izmerimo, da napravi v npr. 20 sekundah zares 20 nihajev.

Srednješolci poznajo enačbo za nihajni čas nitnega nihala $t_0 = 2\pi\sqrt{l/g}$. Iz enačbe lahko izračunamo dolžino nitnega nihala z nihajnim časom $t_0 = 1$ s: $l = gt_0^2/4\pi^2 = 24,8$ cm.

17. Nihajni čas merimo enako kot pri 16. nalogi. Pri poljubni dolžini nihala (npr. 50 cm) merimo nihajni čas pri amplitudah 1 cm in 10 cm. Vidimo, da se nihajna časa v mejah natančnosti ne razlikujeta. Nihajni čas nitnega nihala torej ni odvisen od amplitude nihanja.

18. Prosi očeta, da na ravni cesti vsaj en kilometer pelje s stalno hitrostjo. Meri čas t, ki ga potrebuje avtomobil za razdaljo 1 km in izračunaj hitrost avtomobila $v = s/t$.

19. Izmerimo čas med trenutkoma, ko zagledamo blisk in zaslišimo grom. Razdalja do mesta, kjer je udarila strela, je $s = v_{zv}t$. Če nimamo ure, čas približno določimo kar s štetjem sekund. Hitrost zvoka je 340 m/s, kar je približno 1/3 km/s. Zvok torej potrebuje za 1 km 3 sekunde. Število sekund zato delimo s tri in že imamo razdaljo v kilometrih.

Kadar smo na prostem in je v bližini nevihta, je pametno da na opisan način izmerimo razdaljo do krajev, kjer udarja strela. Če naredimo nekaj več meritev, lahko ugotovimo, ali se nevihta oddaljuje ali približuje in se poskušamo pravočasno zateči v zavetje.

20. Opozorilo: Če želiš zares napraviti ta poskus, moraš poskrbeti za popolno varnost! Glej opozorilo pri nalogi!

Izmerimo čas padanja železne kroglice ali okroglega kamna s stolpnice in iz enačbe $s = gt^2/2$ izračunamo težni pospešek $g = 2s/t^2$. Če spustimo do tal vrvico in izmerimo dolžino, lahko pot s izmerimo z natančnostjo vsaj 1 %. Zatakne se pri merjenju časa. Iz petnadstropne stolpnice pada kamen nekaj manj kot 2 sekundi. Niti z digitalno ročno štoparico, ki meri stotinke sekunde, časa ne moremo izmeriti bolj natančno kot na 0,1 s, kar pomeni najmanj 5-odstotno napako. Ker je v enačbi $s = gt^2/2$ čas v kvadratu, je napaka pri izmerjenem težnem pospešku več kot 10 %. To pomeni, da dobimo pri meritvah rezultate med 9 in 11 m/s^2.

Kako vpliva na tako meritev zračni upor, si oglej v nalogi 21.

21.

a) Pri padanju na telo delujeta teža $F_g = mg = \rho 4r^3\pi g/3$ in sila upora zraka $F_u = c\rho_{zr}v^2r^2\pi/2$.

ρ je gostota krogle, r polmer krogle, c koeficient upora, ρ_{zr} gostota zraka in v hitrost gibanja krogle. Teža narašča s tretjo potenco polmera krogle, sila upora pa z drugo potenco. Sila upora bo torej manj motila poskus, če bomo uporabili veliko kroglo.

(Pri večjih kroglah ali kamnih je treba še posebej paziti, da ne bi prišlo do nesreče.)

Iz prejšnjih dveh enačb se vidi, da moramo vzeti telo s čim večjo gostoto in čim manjšim koeficientom upora.

b) Pospešek pri padanju je enak $a = (mg - F_u)/m = g - 3c\rho_{zr}v^2/8r\rho$. Sila upora se med gibanjem zaradi večanja hitrosti veča, gibanje ni enakomerno pospešeno in natančen račun je zapleten. Zato samo približno ocenimo, koliko moti zračni upor.

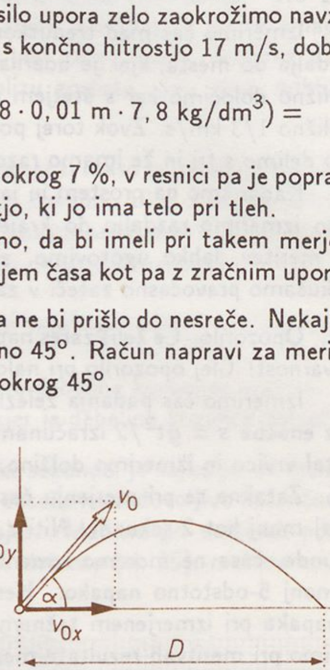
S 15 m visoke stolpnice pade kroglica na tla v času $t = 2s/g = 1,75$ s in ima pri tleh hitrost $v = gt = 17$ m/s. Če silo upora zelo zaokrožimo navzgor in računamo, da bi se krogla ves čas gibala s končno hitrostjo 17 m/s, dobimo za pospešek $a = g - 3c\rho_{zr}v^2/8r\rho =$
$= g - (3 \cdot 0,4 \cdot 1,3\ \text{kg/m}^3 \cdot 289\text{m}^2/\text{s}^2)/(8 \cdot 0,01\ \text{m} \cdot 7,8\ \text{kg/dm}^3) =$
$= 9,8\ \text{m/s}^2 - 0,7\ \text{m/s}^2$.

Drugi člen v enačbi prinese popravek okrog 7 %, v resnici pa je popravek še precej manjši, saj smo računali s hitrostjo, ki jo ima telo pri tleh.

Iz rešitev 20. in 21. naloge razberemo, da bi imeli pri takem merjenju težnega pospeška precej več težav z merjenjem časa kot pa z zračnim uporom.

22. Poskus lahko narediš le na samem, da ne bi prišlo do nesreče. Nekajkrat vrzi kamen z vso močjo pod kotom približno 45°. Račun napravi za meritev, ko leti kamen najdlje, takrat je metni kot okrog 45°.

a) Prijatelj naj meri čas t, kolikor je kamen v zraku. Za poševni met velja $v_{0y}/g = t/2$ ali $v_0 \sin\alpha/g = t/2$. Začetna hitrost kamna je $v_0 = gt/(2\sin 45°) = gt/\sqrt{2}$.



Slika 26

b) Izmeriti moramo dolžino meta D za najdaljši met. Domet D je enak $D = v_{0x} \cdot t = v_{0x} \cdot 2v_{0y}/g = 2v_0^2 \sin\alpha\cos\alpha/g = v_0^2 \sin 2\alpha/g$.

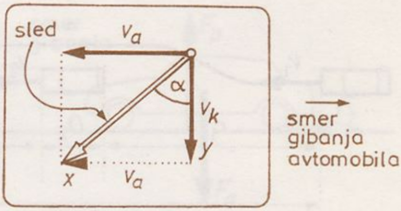
Za hitrost v_0 dobimo: $v_0 = \sqrt{Dg/\sin 90°} = \sqrt{Dg}$.

23. Vrži kamen približno navpično navzgor, prijatelj pa naj izmeri čas t, kolikor je kamen v zraku. Pazita, da kamen ne bo padel na vaju!

Pri navpičnem metu navzgor se kamen dvigne do višine h, nato pa prosto pada, zato velja enačba $h = gT^2/2$. Ker je čas padanja T enak polovici skupnega časa t, $T = t/2$, izračunamo višino h po enačbi $h = gt^2/8$.

Če želimo ugotoviti, kako visoko lahko vržemo kamen, moramo izmeriti le skupni čas njegovega gibanja.

24. Ko se avtomobil giblje, so sledi na stranskih steklih poševne. Poševno črto na sliki 27 dopolnimo z vodoravnico in navpičnico v pravokotni trikotnik ter izmerimo stranici x in y. S slike vidimo, da velja razmerje $v_a/v_k = x/y$. v_a je hitrost avtomobila, v_k pa hitrost kapljic. Hitrost avtomobila odčitamo na števcu in iz zgornje enačbe izračunamo hitrost kapljic.

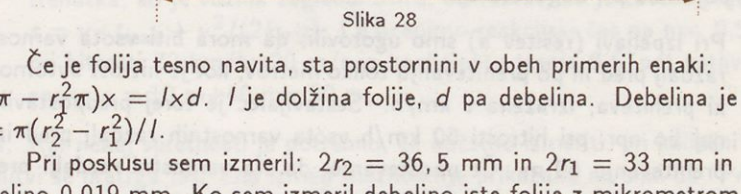


Slika 27

Hitrosti padajočih kapljic ne moremo izmeriti če avtomobil miruje, saj so sledi kapljic navpične.

25.

a) Če folije še nismo uporabljali, poznamo njeno dolžino $l = 10$ m. Folija je navita na tulec iz lepenke in ima obliko cevi, razvita pa obliko tankega kvadra.



Slika 28

Če je folija tesno navita, sta prostornini v obeh primerih enaki: $(r_2^2\pi - r_1^2\pi)x = lxd$. l je dolžina folije, d pa debelina. Debelina je torej $d = \pi(r_2^2 - r_1^2)/l$.

Pri poskusu sem izmeril: $2r_2 = 36,5$ mm in $2r_1 = 33$ mm in dobil debelino 0,019 mm. Ko sem izmeril debelino iste folije z mikrometrom, sem dobil 0,015 mm.

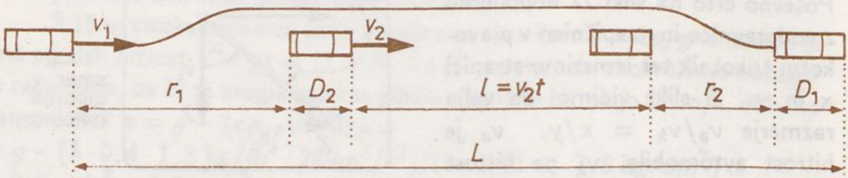
b) Če ne poznamo celotne dolžine folije, odrežemo 1 m dolg kos folije in ga stehtamo. S kuhinjsko tehtnico sem dobil maso $m = 20\text{ g} \pm 5$ g. Debelino d izračunamo iz enačbe $m = \rho l x d$, v našem primeru je $d = m/(\rho l x) = 20\text{ g}/(2,7\text{ g/cm}^3 \cdot 100\text{ cm} \cdot 40\text{ cm}) = 0,018$ mm.

Natančnost take meritve je okrog 25-odstotna.

26.

a) Na sliki 29 vidimo, da je pot prehitevanja L enaka:

$$L = r_1 + r_2 + D_1 + D_2 + l\,.$$



Slika 29

r_1 in r_2 sta varnostni razdalji pred in po prehitevanju, D_1 in D_2 dolžini obeh vozil, l pa pot, ki jo prehitevani avtomobil prevozi med prehitevanjem. Ko v enačbo vstavimo $L = v_1 t$ in $l = v_2 t$, lahko izračunamo čas prehitevanja t:

$$t = (r_1 + r_2 + D_1 + D_2)/(v_1 - v_2)\,.$$

Pot prehitevanja pa je

$$L = v_1 t = (r_1 + r_2 + D_1 + D_2)v_1/(v_1 - v_2)\,.$$

Izpeljana formula je zelo podobna formuli v učbeniku za bodoče voznike $L = (v_1 + D_1 + D_2)v_1/(v_1 - v_2)$,* le namesto obeh varnostnih razdalj je v učbeniku oznaka v_1, torej hitrost avtomobila, ki prehiteva, izražena v km/h. (Glej pojasnilo pri odgovoru b).

b) Pri izpeljavi (rešitev a) smo ugotovili, da mora biti vsota varnostnih razdalj pred in po prehitevanju toliko metrov, kot je hitrost avtomobila, ki prehiteva, izražena v km/h. Sestavljalec je torej predpostavil, da naj bo npr. pri hitrosti 60 km/h vsota varnostnih razdalj pred in po prehitevanju 60 m. Če upoštevamo, da sta varnostni razdalji pred in

---

* Že pri nalogi sem pripomnil, da enačba (*) ni zapisana pravilno, saj ne moremo seštevati hitrosti in razdalj. Pravilno bi enačbo zapisali takole:

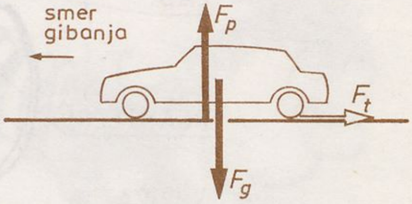
$$L = (K v_1 + D_1 + D_2)v_1/(v_1 - v_2); \qquad K = 3{,}6 \text{ s}\,.$$

V tako enačbo lahko vstavimo kitrosti v m/s ali km/h, razdalje pa v km ali m in vedno dobimo pravilen rezultat. Res pa je, da ljudje laže uporabljajo nekorektno zapisano formulo, v kateri je treba uporabiti predpisane enote.

po prehitevanju enaki, mora biti pri hitrosti 60 km/h varnostna razdalja 30 m, pri hitrosti 80 km/h 40 m itd.

27.

a) Med zaviranjem delujeta na avtomobil teža in sila ceste, ki jo razstavimo na silo trenja in pravokotno silo podlage (sl. 30). Ker sta teža in pravokotna sila podlage nasprotno enaki, je vsota vseh zunanjih sil enaka sili trenja $F_{tr} = k_{tr}mg$. k_{tr} je koeficient trenja.



Slika 30

Ker ima sila nasprotno smer kot hitrost, je gibanje enakomerno pojemalno, pojemek pa je $a = F/m = k_{tr}g$. Zavorno pot s izračunamo iz enačbe za enakomerno pospešeno gibanje $v^2 = 2as$, torej $s = v^2/2a = v^2/2k_{tr}g$. Dobili smo enako enačbo, kot je v učbeniku za bodoče voznike avtomobilov.

b) Zavorna pot je v obeh primerih enaka, torej $v_1^2/(2gk_{tr1}) = v_2^2/(2gk_{tr2})$. Indeks 1 velja za suho cesto, indeks 2 pa za poledenelo. Sledi $v_2 = v_1 k_{tr2}/k_{tr1} = 80\ \mathrm{km/h}\cdot 0,10/0,55 = 34\ \mathrm{km/h}$.

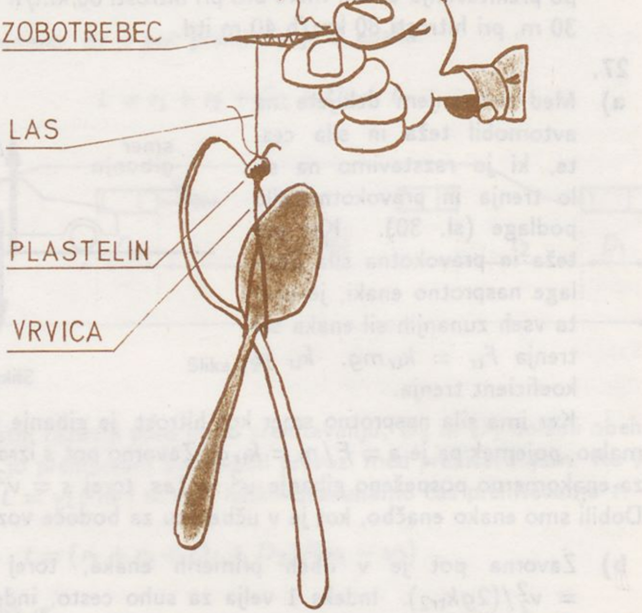
c) Vozniki avtomobilov se premalo zavedajo, da zavorna pot narašča s kvadratom hitrosti, to pomeni, da je npr. pri hitrosti 100 km/h zavorna pot 4 krat daljša kot pri hitrosti 50 km/h.

d) Pot ustavljanja je vsota zavorne poti in poti, ki jo avtomobil prevozi od trenutka, ko je voznik zagledal oviro, do takrat, ko je zavora prijela: $s = v \cdot t_{reak} + v^2/(2k_{tr}g)$. Če ocenimo reakcijski čas na npr. 0,5 s, je pri hitrosti 72 km/h=20 m/s in koeficientu trenja 0,5, pot ustavljanja enaka $s =$ 10 m+40 m= 50 m.

28. Kar nekaj spretnosti je potrebno, če hočemo izmeriti, pri kolikšni obremenitvi se pretrga las. Ena izmed možnosti je prikazana na sliki 31. Pri tem poskusu je bila masa žlic, pri kateri se je las pretrgal, približno 100 g.

Če podrobno pogledamo človekovo lasišče, vidimo, da je razdalja med dvema lasoma približno 1 mm. Torej je na enem cm^2 100 las, na enem dm^2 pa 10 000 las. Površina lasišča je okrog 6 dm^2, tako da imamo na glavi približno 60 000 las. Kita las bi prenesla obremenitev okrog 6 ton.

Natančnejša meritev pokaže, da je na cm^2 približno 200 las.



Slika 31

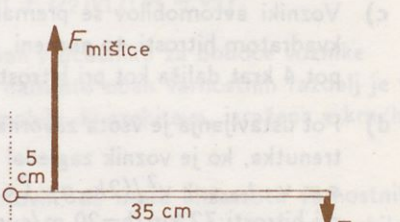
29. Z ravnilom približno izmerimo obe potrebni razdalji $r_1 = 5$ cm in $r_2 = 35$ cm (sl. 32). Ker podlahtnica miruje, je vsota vseh navorov nanjo enaka nič:

$F_m r_1 - F_u r_2 = 0.$

Sledi $F_m = F_u r_2 / r_1 =$

$= 100\,\mathrm{N} \cdot 35\,\mathrm{cm}/5\,\mathrm{cm} = 700\,\mathrm{N}.$

Mišica je napeta s silo 700 N.



Slika 32

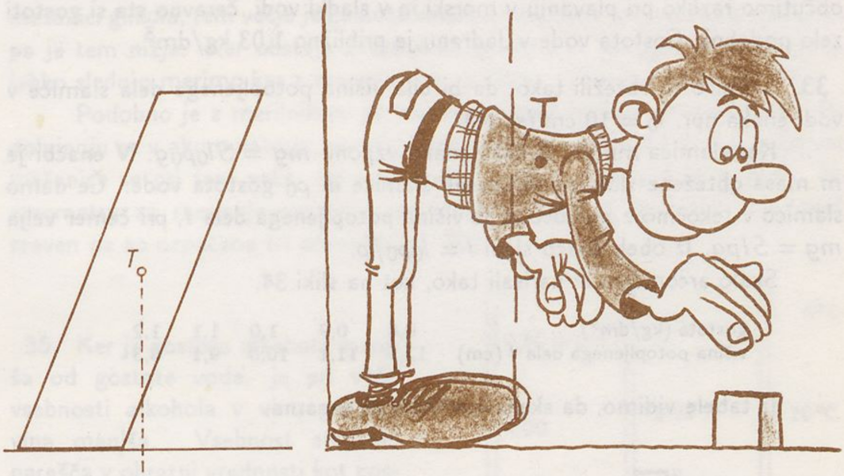
30. Najprej odgovor na vprašanje iz namiga: Prevrne se prizma, pri kateri navpičnica iz težišča ne prebada osnovne ploskve (sl. 33a).

a) Pri nagibanju naprej se težišče premika naprej. Ravnotežje izgubimo, ko pride težišče čez navpičnico, ki gre skozi palca na nogah (sl. 33b).

b) Predmet lahko poberemo na dva načina:

- počepnemo tako, da hrbet drsi ob steni

- trup nagnemo močno v desno (ali v levo), tako da smo s hrbtom ves čas tik ob steni



a) Slika 33 b)

31. Če mirujemo v vodi, je vzgon nasprotno enak teži telesa. Ko ležimo na hrbtu (plavamo "mrtveca"), je potopljeno vse telo, razen majhnega dela glave (usta in nos). Prostornina potopljenega dela telesa je največja in zato tudi vzgon največji. Če plavamo na trebuhu ali počivamo v pokončni legi, gleda skoraj vsa glava iz vode, prostornina potopljenih delov telesa je nekaj litrov manjša kot v hrbtnem položaju in tudi vzgon nekaj deset newtonov manjši. Za ravnovesje je potrebna dodatna sila navzgor, ki jo zagotovimo z zamahovanjem.

32. Če normalno vdihneš zrak in povsem miruješ, lebdiš v vodi. Skoraj vse telo je pod vodo, iz vode gleda le lasišče. Povprečna gostota človeškega telesa je torej enaka gostoti vode — 1 kg/dm^3. Ko zrak povsem izdihneš, začne telo počasi toniti proti dnu.

Če po normalnem vdihu zrak povsem izdihnemo v polivinilasto vrečko, vidimo, da ga je okrog 1 liter. Približno za toliko se zmanjša prostornina prsnega koša in s tem prostornina telesa. Gostota človeškega telesa je okrog 1 kg/dm^3, torej ima človek z maso 70 kg prostornino 70 dm^3. Po izdihu bi bila prostornina 69 dm^3, masa pa še vedno 70 kg in zato je povprečna gostota približno $\rho = m/V = 70$ kg/69 dm^3=1,01 kg/dm^3. Vidimo, da se gostota človeškega telesa le za kak odstotek razlikuje od gostote vode. Seveda vsi ljudje nimajo enake gostote.

Ker se gostota človeškega telesa tako malo razlikuje od gostote vode, občutimo razliko pri plavanju v morski in v sladki vodi, čeravno sta si gostoti zelo podobni. Gostota vode v Jadranu je približno 1,03 kg/dm^3.

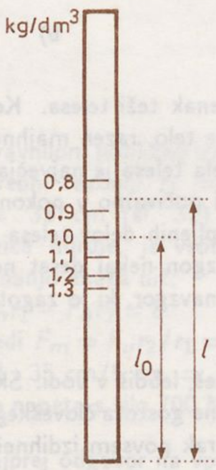
33. Slamico bi obtežili tako, da bi bila višina potopljenega dela slamice v vodi enaka npr. $l_0 = 10$ cm (sl.34).

Ker slamica miruje, je teža enaka vzgonu $mg = Sl_0\rho_0 g$. V enačbi je m masa obtežene slamice, S presek slamice in ρ_0 gostota vode. Če damo slamico v tekočino z gostoto ρ, je višina potopljenega dela l, pri čemer velja $mg = Sl\rho g$. Iz obeh enačb sledi $l = l_0\rho_0/\rho$.

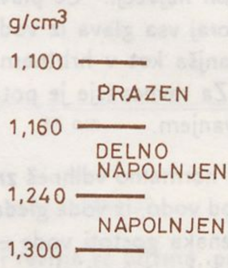
Skalo areometra bi narisali tako, kot na sliki 34.

gostota (kg/dm^3)	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
višina potopljenega dela l (cm)	12,5	11,1	10,0	9,1	8,3

Iz tabele vidimo, da skala merilnika ni linearna.



Slika 34



Slika 35

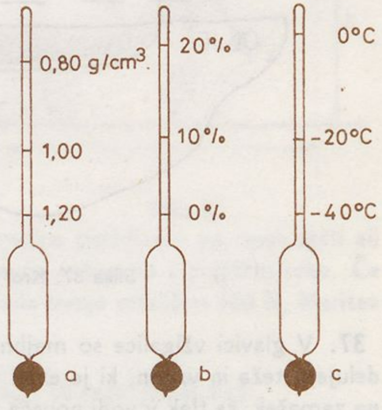
34. Vino obravnavamo kot mešanico vode z gostoto 1 g/cm^3 in etilnega alkohola z gostoto 0,79 g/cm^3. Mešanica ima gostoto med 0,79 in 1,0 g/cm^3. Čim več je alkohola, tem manjša je gostota. Zato narišemo na areometer namesto skale za gostoto vina kar skalo za koncentracijo alkohola v odstotkih.

Hladilna tekočina v avtomobilskem motorju ne sme zmrzniti, zato mora biti temperatura zmrzlišča tekočine v naših krajih okroh −30°C. Hladilna tekočina je mešanica glikola z gostoto 1,12 g/cm^3 in vode. Čim več je v mešanici glikola, tem večja je gostota hladilne tekočine, temperatura zmrzlišča pa je tem nižja. Ker obstaja zveza med gostoto in temperaturo zmrzlišča, lahko slednjo merimo kar z areometrom, le skalo mu moramo spremeniti.

Podobno je z merilnikom za merjenje napolnjenosti akumulatorja. Pri polnjenju se v akumulatorju povečuje koncentracija žveplene kisline. Gostota mešanice se pri tem veča, saj je gostota žveplene kisline 1,84 g/cm^3. Na areometru za merjenje napolnjenosti akumulatorja je kar skala v g/cm^3, zraven pa so označena tri območja (sl. 35).

35. Ker je gostota alkohola manjša od gostote vode, je pri večji vsebnosti alkohola v vinu gostota vina manjša. Vsebnost alkohola narašča v obratni vrednosti kot gostota tekočine, torej od spodaj navzgor (sl. 36b).

Gostota glikola je večja od gostote vode. Pri večji vsebnosti glikola v hladilni tekočini bo gostota hladilne tekočine večja, temperatura zmrzlišča pa nižja. Skala areometra za merjenje temperature zmrzlišča narašča v obratni smeri kot skala pri navadnem areometru, torej od spodaj navzgor (sl. 36c).



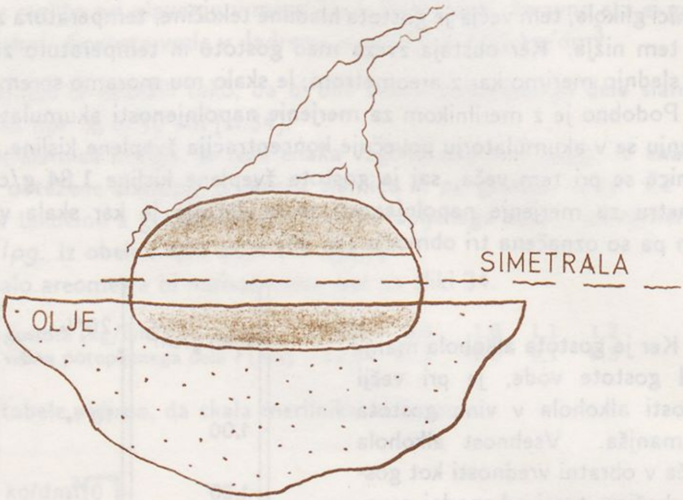
Slika 36. Skala areometra za merjenje gostote tekočine (a), za merjenje vsebnosti alkohola v vinu (b) in za merjenje temperature zmrzlišča hladilne tekočine v avtomobilu (c)

36. Med vzhajanjem se prostornina krofa veča, gostota pa manjša. Doseči moramo tolikšno gostoto, da bo pri peki več kot pol krofa gledalo iz olja.

Ko krof popečemo še na drugi strani, ostane pas na sredini, ki ni bil v olju, svetlejši.

Če testo premalo vzhaja, je gostota krofov prevelika, potonejo več kot do polovice in belega venca ni.

Ko iz testa oblikujemo krofe, jih pustimo še nekaj časa vzhajati. Pri tem nastanejo v zgornjem delu krofa večje luknjice kot na spodnjem delu in težišče krofa je pod sredino. Ko krof med peko obrnemo, je težišče nad sredino. To je labilno ravnovesje in krofi se radi obračajo v olju. Zato je treba oblikovane surove krofe med vzhajanjem obrniti.



Slika 37. Krof med peko plava v olju.

37. V glavici vžigalice so majhne luknjice, v katerih je zrak. Na glavico delujeta teža in vzgon, ki je enak teži izpodrinjene tekočine. Ko pritisnemo na zamašek, se tlak v vodi poveča, zrak v luknjicah glavice se stisne in nekaj vode vdre v glavico.

Premikanje glavice gor in dol lahko razložimo na dva načina:

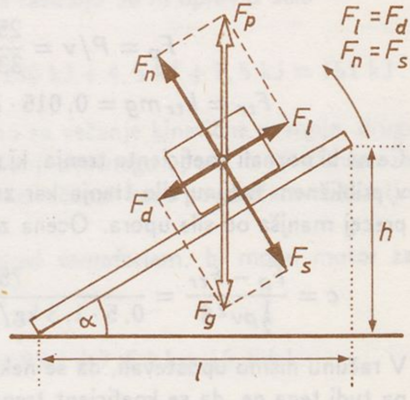
- če vzamemo za sistem glavico in vse, kar je v njej, se je zaradi vode, ki je vdrla v glavico, teža sistema povečala, vzgon je ostal enak in glavica se je začela gibati navzdol;
- če vzamemo za sistem les, žveplo in zrak v glavici, se pri povečanem tlaku teža sistema ne spremeni, zmanjša pa se prostornina, saj se je zrak skrčil. Vzgon se zato zmanjša, postane manjši od teže in glavica se začne gibati navzdol.

Poskus z vžigalično glavico napravimo precej lažje kot poskus s Kartezijevim plavačem, razlaga pa je nekoliko težja.

38. Klado položimo na desko in počasi večamo strmino klanca. Ko klada zdrsne, izmerimo stranici *h* in *l* (sl. 38).

Tik preden klada zdrsne, je vsota vseh zunanjih sil enaka nič. Na klado deluje teža, ki jo razstavimo na statično komponento F_s in dinamično komponento F_d, in sila podlage, ki jo razstavimo na pravokotno silo podlage F_n in silo lepenja F_l. Koeficient lepenja je definiran kot razmerje med silo lepenja in pravokotno silo podlage:

$$k_l = F_l/F_n = F_d/F_s = \\ = \frac{mg \cdot \sin\alpha}{mg \cdot \cos\alpha} = \mathrm{tg}\,\alpha = h/l\,.$$



Slika 38

Podobno izmerimo koeficient trenja, le stranici h in l moramo izmeriti, ko se klada giblje enakomerno navzdol. To je pri nekoliko manjšem kotu, saj je sila trenja manjša od sile lepenja.

39. Na avtomobil prislonimo osebno tehtnico (vmes vstavimo nekaj časopisov ali rebrasto lepenko, da avtomobila ne poškodujemo) in ga enakomerno potiskamo po ravni cesti ali v garaži. Motor mora biti izključen, prestavna ročica pa v prostem teku. Če pokaže tehtnica npr. 10 kg, pomeni, da je sila trenja približno 100 N. Meritev za renault 4:

$$k_{tr} = F_{tr}/mg = 100\ \mathrm{N}/(700\ \mathrm{kg} \cdot 10\ \mathrm{m/s^2}) = 0,015\,.$$

40. Ko pelje avtomobil po ravni cesti, delujejo nanj potisna sila F_p v smeri naprej, sila trenja F_{tr} in sila upora F_u v nasprotni smeri. Račun naredimo za primer, ko vozi avtomobil z maksimalno hitrostjo. Zunanje sile so pri tem v ravnovesju: $F_p = F_u + F_{tr}$. Ko vstavimo za silo upora $F_u = c\rho v^2 S/2$, dobimo za koeficient upora

$$c = \frac{F_p - F_{tr}}{\frac{1}{2}\rho v^2 S}$$

V enačbi je ρ gostota zraka, S pa prečni presek avtomobila.

Potisno silo približno ocenimo iz podatkov za maksimalno moč motorja P in maksimalno hitrost vozila v: $F_p = P/v$. (Enačba velja za enakomerno gibanje, izpeljemo pa jo iz definicije za moč: $P = A/t = Fs/t = Fv$, sledi $F = P/v$.)

Naredimo račun za renault 4. V tehničnih navodilih najdemo podatke: največja moč: 25 kW, največja hitrost: 120 km/h, masa: 700 kg
Če izmerimo še višino in širino vozila, lahko izračunamo prečni presek, ki je približno 2 m^2.

Izračunajmo potisno silo in silo trenja:

$$F_p = P/v = \frac{25\,000\ \mathrm{W}}{33,3\ \mathrm{m/s}} = 750\ \mathrm{N}\,,$$

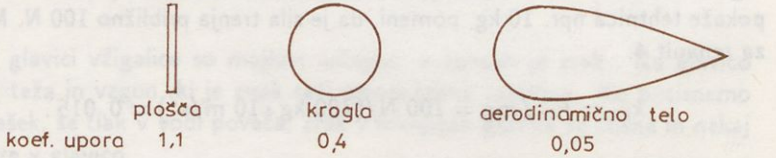
$$F_{tr} = k_{tr}mg = 0,015 \cdot 700\ \mathrm{kg} \cdot 10\ \mathrm{m/s^2} \approx 100\ \mathrm{N}.$$

Če ne bi poznali koeficienta trenja, ki smo ga izmerili v prejšnji nalogi, bi lahko v približnem računu silo trenja kar zanemarili, saj je pri maksimalni hitrosti precej manjša od sile upora. Ocena za koeficient upora:

$$c = \frac{F_p - F_{tr}}{\frac{1}{2}\rho v^2 S} = \frac{750\ \mathrm{N} - 100\ \mathrm{N}}{0,5 \cdot 1,3\ \mathrm{kg/m^3} \cdot 1111\ \mathrm{m^2/s^2} \cdot 2\ \mathrm{m^2}} = 0,45\,.$$

V računu nismo upoštevali, da se nekaj moči izgubi v prenosih v avtomobilu, pa tudi tega ne, da se koeficient trenja nekoliko spreminja s hitrostjo.

V priročnikih najdemo podatke za koeficient upora pravilnih teles:



Slika 39

Z našo oceno za koeficient upora smo lahko kar zadovoljni, saj bi verjetno tudi po občutku ocenili, da je koeficient upora za renault 4 približno tolikšen kot za kroglo. Avtomobili z boljšo aerodinamično obliko imajo precej manjši koeficient upora kot renault 4.

41.

a) Pri vožnji po avtocesti so hitrosti velike. Avto porablja več kot tri četrtine moči za premagovanje sile upora. Torej je poraba goriva odvisna predvsem od hitrosti in koeficienta upora avtomobila.

b) Pri mestni vožnji je poraba goriva velika zaradi večkratnega pospeševanja vozila. Zato je poraba pri težjih avtomobilih večja. Od koeficienta upora poraba ni zelo odvisna, saj je zaradi majhnih hitrosti sila upora majhna.

Naredimo računski zgled. Osebni avtomobil z maso 1000 kg, koeficientom upora 0,5, prečnim presekom 2 m^2 in koeficientom trenja 0,015 se je ustavil pred semaforjem. Recimo, da potrebuje za pospeševanje do hitrosti 60 km/h razdaljo 50 m. Motor mora za razdaljo 50 m opraviti delo

$$A = \frac{mv^2}{2} + \frac{c\rho\overline{v^2}S}{2} \cdot S + k_{tr}mgs = 139\ \mathrm{kJ} + 4,5\ \mathrm{kJ} + 7,5\ \mathrm{kJ} = 151\ \mathrm{kJ}\,.$$

Prvi člen v enačbi je delo, ki je potrebno za večanje kinetične energije, drugi člen je delo, ki je potrebno za premagovanje zračnega upora, tretji člen pa za premagovanje trenja. V drugem členu smo računali kar s povprečno vrednostjo kvadrata hitrosti.

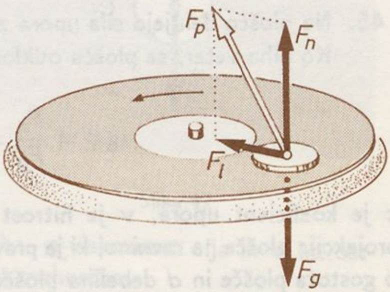
Če se avtomobil ne bi ustavil pred semaforjem, bi moral motor za razdaljo 50 m opraviti delo

$$A' = \frac{c\rho v^2 S}{2} \cdot s + k_{tr}mgs = 9\ \mathrm{kJ} + 7,5\ \mathrm{kJ} = 16,5\ \mathrm{kJ}\,.$$

42. Ko kolesar na ravni cesti preneha poganjati pedale, je rezultanta vseh sil nanj kar sila trenja in kolesar se giblje enakomerno pojemalno. Če izmerimo pot ustavljanja s in čas ustavljanja t, lahko izračunamo pojemek $a = 2s/t^2$. Pojemek vstavimo v Newtonov zakon $F_{tr} = ma$ ali $k_{tr}mg = ma$ in dobimo koeficient trenja $k_{tr} = a/g = 2s/(t^2 g)$.

Če cesta ne bi bila povsem vodoravna, bi napravili eno meritev pri gibanju po klancu navzgor, drugo pa po klancu navzdol in izračunali povprečno vrednost obeh pojemkov. Podroben račun za tak primer napravi sam.

43. Če postavimo kovanec na gramofonsko ploščo dovolj daleč od osi vrtenja, bo zdrsnil. S poskusom moramo ugotoviti, na kateri razdalji r od osi vrtenja kovanec ravno še ne zdrsne. Tak kovanec enakomerno kroži, nanj pa delujeta sila plošče in teža kovanca (sl. 40).



Slika 40

Silo plošče razstavimo na pravokotno silo podlage F_n in silo lepenja F_l. Sili F_n in F_g sta nasprotno enaki in rezultanta vseh sil je enaka sili lepenja F_l.

To silo vstavimo v Newtonov zakon $F_l = ma_r$. Silo lepenja F_l nadomestimo s $k_l mg$, radialni pospešek a_r pa z $\omega^2 r$ in izrazimo koeficient lepenja:

$$k_l mg = m\omega^2 r \quad \text{in} \quad k_l = \omega^2 r/g = 4\pi^2\omega^2 r/g\,.$$

Izmeriti moramo polmer r, pri katerem kovanec ravno še ne zdrsne, frekvence pa niti ni potrebno meriti, saj je na gramofonu podatek $\nu = 45\ \mathrm{min}^{-1}$.

44. Na padajoče kapljice delujejo teža, vzgon in sila upora. Vzgon v zraku lahko zanemarimo. Kaljice padajo enakomerno, saj je sila upora nasprotno enaka teži $F_u = F_g$. Silo upora lahko približno izračunamo po linearnem zakonu upora. Tako dobimo enačbo

$$6\pi r\eta v = \frac{4}{3} r^3 \pi\rho g\,,$$

kjer je r radij kapljice, ρ gostota kaljice in η viskoznost zraka. Hitrost padanja je

$$v = \frac{2r^2\rho g}{9\eta}\,.$$

Kapljice s premerom 0,1 mm padajo s hitrostjo 330 mm/s, kaljice z desetkrat manjšim premerom 0,01 mm pa s stokrat manjšo hitrostjo 3,3 mm/s.

Na koncu izračunamo še Reynoldsovo število. Za majhne kapljice je Reynoldsovo število precej manjše od 0,5, za največje pa le nekoliko večje kot 0,5. Odločitev za linearni zakon upora je bila torej pravilna.

45. Na ploščo delujejo sila upora zraka F_u, sila osi F_0 in teža F_g (sl. 41). Ko piha veter, se plošča odkloni za kot ϕ od navpičnice. Pri tem velja

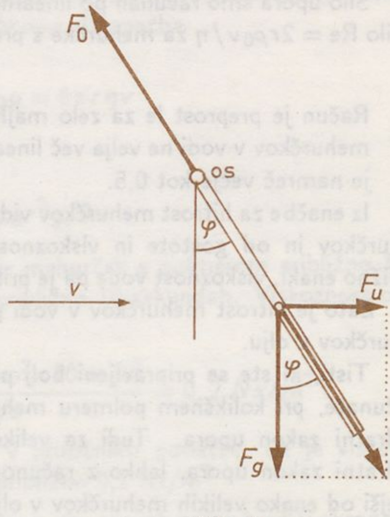
$$\mathrm{tg}\,\phi = \frac{F_u}{F_g} = \frac{c\rho_z v^2 S'/2}{\rho S d g}\,.$$

c je koeficient upora, v je hitrost vetra, S ploščina plošče, S' ploščina projekcije plošče na ravnino, ki je pravokotna na smer vetra, ρ_z gostota zraka, ρ gostota plošče in d debelina plošče. Ker je $S' = S\cos\phi$, dobimo zvezo

$$\frac{\mathrm{tg}\,\phi}{\cos\phi} = \frac{v^2\rho_z c}{2\rho d g}$$

a) Iz enačbe vidimo, da odklonski kot ϕ ni odvisen od ploščine plošče. Če hočemo, da bo pri majhni hitrosti kot ϕ velik, morata biti debelina d in gostota plošče ρ majhni. To bi lahko uganili tudi brez računa, le pri ploščini bi se verjetno ušteli.

b) Zgornjo enačbo preuredimo in izračunamo debelino železne plošče, ki bi se pri hitrosti 100 km/h odklonila za kot 60°.



Slika 41

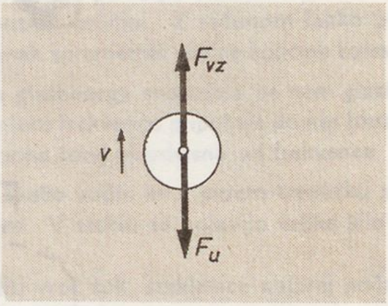
$$d = \frac{v^2 \rho_z c \cos\phi}{2\rho g \operatorname{tg}\phi} =$$

$$= \frac{27,8^2\ \mathrm{m^2/s^2} \cdot 1,3\ \mathrm{kg/m^3} \cdot 1,1 \cdot 0,5}{2 \cdot 7\,800\ \mathrm{kg/m^3} \cdot 10\ \mathrm{m/s^2} \cdot 1,73} = 0,002\ \mathrm{m} = 2\ \mathrm{mm}\,.$$

46.

a) Pri poskusu vidimo, da se veliki mehurčki dvigajo hitreje kot majhni. Na mehurček delujeta sila vzgona F_{vz} in sila upora F_u (sl. 42). Teža mehurčka je zanemarljiva.

Mehurček se giblje enakomerno, zato sta sili, ki delujeta nanj, nasprotno enaki: $F_{vz} = F_u$ ali $\rho_0 4\pi r^3 g/3 = 6\pi r \eta v$.



Slika 42

ρ_0 je gostota olja, r polmer mehurčka, η viskoznost olja in v hitrost mehurčka. Ko iz enačbe izračunamo hitrost mehurčkov

$$v = 2\rho_0 r^2 g/9\eta\,,$$

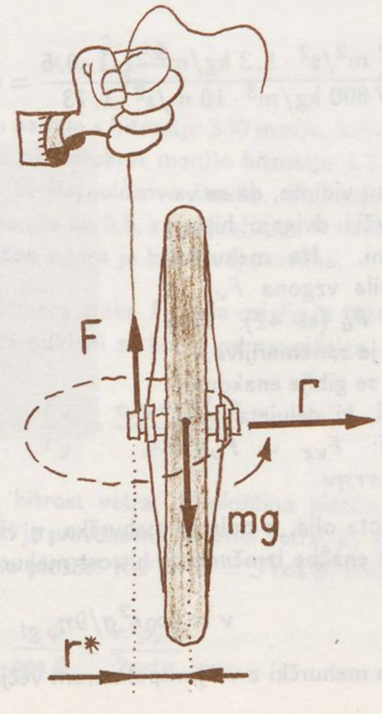
vidimo, da imajo mehurčki z večjim polmerom večjo hitrost.

Silo upora smo računali po linearnem zakonu upora, saj je Reynoldsovo število $Re = 2r\rho_0 v/\eta$ za mehurčke s premerom nekaj milimetrov manjše kot 0,5.

b) Račun je preprost le za zelo majhne mehurčke, saj za dviganje večjih mehurčkov v vodi ne velja več linearni zakon upora, Reynoldsovo število je namreč večje kot 0,5.

Iz enačbe za hitrost mehurčkov vidimo, da je hitrost odvisna od polmera mehurčkov in od gostote in viskoznosti snovi. Gostoti olja in vode sta približno enaki, viskoznost vode pa je približno 100 krat manjša od viskoznosti olja. Zato je hitrost mehurčkov v vodi precej večja kot hitrost enako velikih mehurčkov v olju.

Tisti, ki ste se pripravljeni bolj poglobiti v opisani pojav, lahko sami izračunate, pri kolikšnem polmeru mehurčkov v vodi velja linearni oziroma kvadratni zakon upora. Tudi za velike mehurčke v vodi, za katere velja kvadratni zakon upora, lahko z računom pokažete, da so mehurčki v vodi hitrejši od enako velikih mehurčkov v olju. Računi pa so nekoliko težji.



Slika 43

47. Mehurčki se v olju dvigajo enakomerno. Zato je sila upora $F_u = 6\pi r\eta v$ nasprotno enaka vzgonu $F_{vz} = \frac{4}{3}r^3\pi\rho_0 g$. Iz enačbe

$$\frac{4}{3}r^3\pi\rho_0 g = 6\pi r\eta v$$

izračunamo viskoznost olja

$$\eta = 2\rho_0 r^2 g/9v\,.$$

Pri poskusu smo ocenili, da je mehurček s polmerom približno 1 mm prepotoval 10 cm dolgo razdaljo v približno 10 sekundah. Viskoznost olja je torej

$$\eta = \frac{2 \cdot 900\ \mathrm{kg/m^3} \cdot 1\ \mathrm{mm^2} \cdot 10\ \mathrm{m/s^2}}{9 \cdot 1\ \mathrm{cm/s}} = 0,2\ Ns/m^2\,.$$

Ocena je kar dobra, saj najdemo v priročniku podatek, da je viskoznost olivnega olja pri temperaturi 18°C približno 0,1 $\mathrm{Ns/m^2}$.

48. Če kolo zavrtimo dovolj hitro, ne pade, ampak začne krožiti okrog vrvice (sl. 43). Na kolo delujeta dve sili: njegova teža in sila vrvice.

Zunanji navor najlaže izračunamo, če postavimo osišče v točko, kjer je privezana vrvica. Zunanji navor je kar $M = r^* mg$.

Če trenje v ležajih ni veliko, se frekvenca kolesa malo spreminja. Vrtilna količina se po velikosti ne spreminja, spreminja pa se po smeri.

Tudi za ta poskus velja izrek o vrtilni količini. Z računom lahko pokažemo, da je sunek navora teže ravno enak spremembi vrtilne količine kolesa.

49. Če poslušamo igranje oddaljenega glasbenega ansambla, se nam glasba ne zdi popačena. To pomeni, da zvok z nizko frekvenco pripotuje do nas hkrati z zvokom z visoko frekvenco. Hitrost zvoka torej ni odvisna od frekvence.

50. Ko v hladno steklenico nalijemo vročo vodo, se v prvem trenutku segrejejo in raztegnejo le notranji deli sten. V steklu se pojavijo velike sile in steklenica poči.

Če hočejo mame v steklenice naliti vroč sok, steklenice najprej počasi segrejejo v pečici in šele potem nalijejo vanje sok.

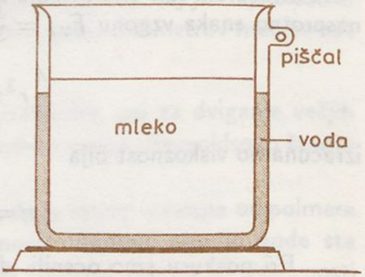
51. Laboratorijske čaše so iz stekla, ki ima zelo majhno temperaturno razteznost. Tako steklo se zelo malo širi, ko ga segrevamo.

52. Ko se voda spremeni v led, se prostornina poveča skoraj za 10 %.

53. Pri kuhanju mleka v navadnem loncu imajo nekateri deli lonca višjo temperaturo, kot je temperatura vrelišča mleka. Zato se mleko na teh mestih segreje do vrelišča. V mleku nastajajo mehurji, ki se vzdigujejo.

Na gladini mleka je tanka kožica, ki jo mehurji dvignejo, in mleko skipi. (Voda pri vretju ne skipi, ker na gladini ni kožice.)

Lonec za kuhanje mleka ima dvojno steno, med stenama pa je voda (sl. 44). Mleko se greje od notranje stene lonca, ta pa od vrele vode. Temperatura vode pri normalnem tlaku ne more preseči vrelišča. Temperatura mleka je nekoliko nižja od temperature vmesne vode in v mleku ne pride do burnega vrenja.



Slika 44

54. V "ekonom loncu" je tlak za nekaj barov višji kot normalni zračni tlak. Voda v takem loncu zato vre pri temperaturi med 120°C in 130°C. Pri višji temperaturi se meso skuha v krajšem času.

55. Na bojlerju je navadno nalepka, na kateri sta podatka za prostornino bojlerja in električno moč grelnika. Napravimo račun za 80-litrski bojler z močjo 2000 W.

Recimo, da je temperatura vodovodne vode 10°C. (Poleti je nekoliko višja in pozimi nekoliko nižja.) Za segretje 80 kg vode od 10°C do 70°C potrebujemo toploto

$$Q = mc\Delta T = 80\text{kg} \cdot 4\,200\ \text{J/kg K} \cdot 60\ \text{K} = 20\,160\ \text{kJ}\ .$$

Čas segrevanja je $t = Q/P = 20\,160\ \text{kJ}/2\ \text{kW} = 10\,080\ \text{s} = 2\text{h}\ 50\ \text{min}$.

V resnici se voda segreva nekoliko dalj, saj nismo upoštevali toplote, ki je potrebna za segrevanje samega bojlerja, in toplote, ki uide skozi stene bojlerja.

56.

a) Za tuširanje porabimo okrog 100 l vode s temperaturo okrog 35°C. Za segretje 100 l vode od 10°C do 35°C potrebujemo toploto

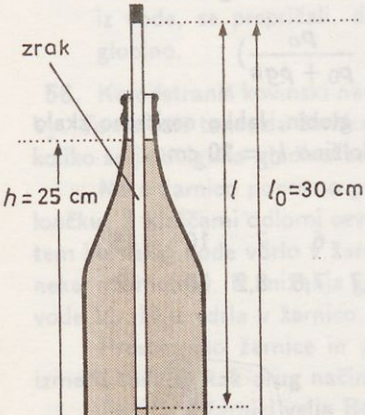
$$Q = mc\Delta T = 100\text{kg} \cdot 4\,200\ \text{J/kg K} \cdot 25\ \text{K} = 10\,500\ \text{kJ} = 2,9\ \text{kWh}\ .$$

Ker gre nekaj toplote v izgubo, ocenimo potrebno električno delo na 3 kWh. 3 kWh električne energije stane $3 \cdot 0,44$ din $= 1,30$ din, 100 l vode pa 0,50 din. Voda za eno tuširanje stane približno 1,80 din (cene iz januarja 1990).

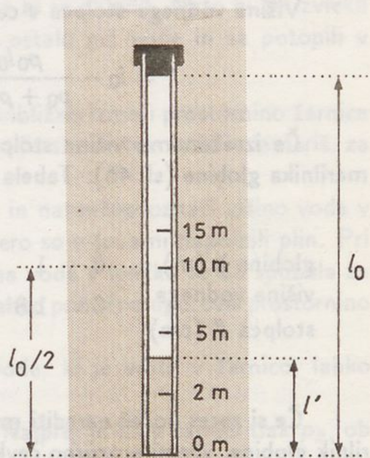
b) Če gori 60 vatna žarnica 5 ur, porabi $60\ \mathrm{W} \cdot 5\ \mathrm{h} = 0,3\ \mathrm{kWh}$ elektrike, kar stane 0,26 din. Škatla cigaret srednje kvalitete stane 10 din, torej stane ena cigareta 0,50 din (cene iz januarja 1990).

57.

a) Če na gornji strani zamašeno cevko, v kateri je zrak, potisnemo v vodo, se zrak zaradi večjega tlaka v cevki stisne in nekaj vode od spodaj vdre v cev. Čim globlje gremo, tem višji je stolpec vode v cevki. Pojav lahko opazujemo doma. Potrebujemo le nekaj decimetrov dolgo prozorno cev in ustrezen zamašek (sl. 45). Če npr. cevko z dolžino 30 cm potisnemo v globino 25 cm, vidimo, da se voda v cevki dvigne za nekaj več kot 5 mm.



Slika 45



Slika 46

b) Če je cevka v zraku, je tlak v njej enak zračnemu tlaku $p_0 = 100\ \mathrm{kPa}$. V globini 25 cm pa je tlak enak
$p = p_0 + \rho g h = 100\ \mathrm{kPa} + 1\,000\ \mathrm{kg/m^3} \cdot 10\ \mathrm{m/s^2} \cdot 0,25\ \mathrm{m} = 102,5\ \mathrm{kPa}$. Ko cevko potisnemo v globino 25 cm, bo nekaj vode vdrlo vanjo in tlak v cevki se bo izenačil s tlakom v globini 25 cm. Pri tem velja Boylov zakon: $p_0 V_0 = pV$. V_0 je začetna prostornina zraka v cevki, V končna prostornina, p pa končni tlak. Iz enačbe dobimo:
$V/V_0 = p_0/p = 100\ \mathrm{kPa}/102,5\ \mathrm{kPa} = 0,976$. Ker velja $V/V_0 = l/l_0 = 0,976$, je $l = l_0 \cdot 0,976 = 29,3$ cm (glej sl. 45). Voda v cevki

se torej dvigne za 30 cm − 29, 3 cm = 7 mm. To se približno ujema z meritvijo iz točke a, ko smo izmerili, da se voda povzpne v cevko za nekaj več kot 5 mm.

c) Na pamet lahko izračunamo, da je oznaka za globino 10 m na polovici cevke (sl. 46). Če bi se z vodne gladine spustili v globino 10 m, bi se tlak povečal od enega bara na dva, prostornina zraka pa bi se zmanjšala na polovico.

Dvig vode v cevki izračunaj še za druge globine. V Boylovem zakonu $p_0V_0 = pV$ upoštevamo, da je tlak v globini h enak $p = p_0 + \rho gh$, prostornino pa izrazimo kot produkt dolžine zračnega stebra in preseka cevi S. Iz Boylovega zakona dobimo $p_0 S l_0 = (p_0 + \rho gh)S(l_0 - l')$.

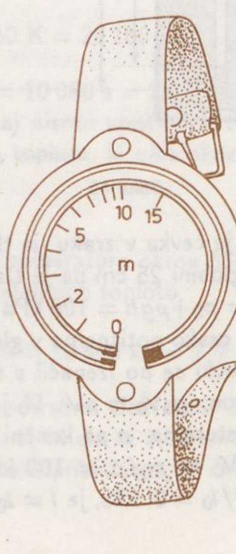
Višina vodnega stolpca v cevki je takole odvisna od globine vode:

$$l' = l_0 - \frac{p_0 l_0}{p_0 + \rho gh} = l_0\left(1 - \frac{p_o}{p_0 + \rho gh}\right).$$

Če izračunamo višine stolpcev za nekaj globin, lahko narišemo skalo merilnika globine (sl. 46). Tabela za cevko z dolžino $l_0 = 20$ cm:

globina h (m)	0	1	2	3	5	6	7	10	15
višina vodnega stolpca l' (cm)	0	1,8	3,3	4,6	6,7	7,5	8,2	10	12

Če si zares hočeš narediti merilnik globine, vzemi prozorno cevko z dolžino 20 cm in z notranjim premerom 2 do 5 mm. V cevko na obeh straneh vstavi plastična zamaška, na enega od njiju pa naredi luknjico s premerom 1 do 2 mm. Če je cevka tanka, preluknjanega zamaška sploh ne potrebuješ. Nato na cevko nariši črtice za posamezne globine (glej tabelo) in cevko pritrdi na okroglo ploščico. Na ploščico nariši črtice za globine in pripiši vrednosti. Dodaj še pasova in merilnik lahko med potapljanjem nosiš kot uro (sl. 47).



Slika 47

d) Če se temperatura zraka v cevki spreminja, v računu ne smemo uporabiti Boylovega zakona, ampak splošno plinsko enačbo $p_0V_0/T_0 = pV/T$. Podobno kot v rešitvi naloge 57b dobimo, da se voda v cevki dvigne za višino $l' = l_0(1 - \frac{p_0T_1}{(p_0+\rho gh)T_0})$. (V tej enačbi moramo vstaviti temperaturo v kelvinih.)

Če se temperatura v cevki ne bi spreminjala, bi bil stolpec vode v cevki v globini 5 m visok 6,7 cm, če pa bi se temperatura spremenila s 30°C na 15°C, bi se voda dvignila do višine 7,3 cm. Iz tabele v rešitvi 57c vidimo, da bi merilnik kazal za približno 3/4 m preveliko globino.

e) Zagotoviti moramo, da se temperatura zraka v cevki med meritvijo bistveno ne spremeni. To bi najlažje dosegli tako, da bi merilnik za nekaj deset sekund potisnili v vodo, da bi se ohladil. Nato bi ga izvlekli iz vode, se prepričali, da v cevki ni ostalo nič vode in se potopili v globino.

58. Ko odstraniš kovinski navoj žarnice, približno izmeri prostornino žarnice $V_ž$. To narediš tako, da žarnico potopiš v pollitrski lonček vode in izmeriš, za koliko se je dvignila gladina vode.

Nato žarnico ponovno potopi v vodo in natančno označi višino vode v lončku. S kleščami odlomi cevko, skozi katero so v tovarni napolnili plin. Pri tem bo nekaj vode vdrlo v žarnico in gladina vode v lončku se bo spustila za nekaj milimetrov. Iz znižanja gladine vode lahko približno ugotoviš prostornino vode V_v, ki je vdrla v žarnico.

Prostornino žarnice in prostornino vode, ki je vdrla v žarnico, lahko izmeriš tudi na kak drug način.

Za plin v žarnici velja Boylov zakon. Najprej je bil v žarnici tlak $p_ž$, ob koncu poskusa pa normalni zračni tlak p_0.

$$p_ž V_ž = p_0(V_ž - V_v)$$

Od tod sledi tlak v žarnici $p_ž = p_0(V_ž - V_v)V_ž$. Pri poskusu s 75-vatno žarnico smo izmerili $V_ž = 105\ \mathrm{cm}^3$ in $V_v = 30\ \mathrm{cm}^3$. Tlak v žarnici je bil torej približno 0,7 bara.

59. Na morski gladini je tlak približno 100 kPa. Če računamo, da se do višine 1 543 m gostota zraka ne spremeni mnogo, je tlak na tej višini $p = p_0 - \rho gh$.

Gostoto zraka na morski gladini izračunamo iz plinske enačbe

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{10^5\ \mathrm{Pa}\cdot 29\ \mathrm{kg}}{8\,300\ \mathrm{J/K}\cdot 300\ \mathrm{K}} = 1,2\ \mathrm{kg/m^3}$$

ali pa jo preberemo iz priročnika.

Tlak na višini 1 543 m je $p = 100$ kPa $- 19$ kPa $= 81$ kPa. Iz diagrama na sl. 12 (str. 15) razberemo, da pri tem tlaku voda vre pri približno 94°C.

60. Najprej izračunamo toploto, ki jo dobimo iz 1 kg goriva, če upoštevamo izkoristek peči. Ker se pri nas cene hitro spreminjajo, se splača izračunati, koliko posameznega goriva potrebujemo za 1 MJ koristne toplote. Ko to vrednost pomnožimo z novo ceno, že imamo ceno za 1 MJ koristne toplote.

	Toplota, ki jo dobimo iz 1 kg snovi, ko upoštevamo izkoristek	Za 1 MJ koristne toplote potrebujemo	Cena goriva (januar 1990)	Cena za 1 MJ koristne toplote (jan. 1990)
lignit	8,1 MJ	0,12 kg	0,60 din/kg	0,072 din
rjavi premog	12,3 MJ	0,081 kg	0,90 din/kg	0,073 din
kurilno olje	29,4 MJ	0,034 kg (ali 0,038 l)	2,40 din/l	0,091 din
elektrika (zimska tarifa, nočni tok)	(1 MJ = 0,28 kWh)		0,44 din/kWh	0,123 din
elektrika (zimska tarifa, dnevni tok)			0,88 din/kWh	0,246 din

Pri premogu in kurilnem olju smo upoštevali 70-odstotni izkoristek. Tolikšen izkoristek dosežemo z novejšimi, trajnožarnimi pečmi za centralno ogrevanje. Pri električnih pečeh smo računali z izkoristkom 100 %.

61.

a) Med počasnim pešačenjem se pri zgorevanju hrane sprošča toplotni tok približno 250 W. Iz enačbe $Pt = mq_s$ izračunamo čas pešačenja $t = mq_s/P = \frac{100\ \text{g}\cdot(2{,}2\ \text{MJ}/100\ \text{g})}{250\ \text{W}} = 8800\ \text{s} = 2,5\ \text{h}$. V zgornji enačbi je m masa hrane in q_s sežigna toplota hrane.

b) Čas izračunamo iz iste enačbe kot v primeru a.

pešačenje:

$$t = mq_s/P = \frac{1\ \text{kg}\cdot(3{,}8\ \text{MJ}/100\ \text{g})}{250\ \text{W}} = 152\,000\ \text{s} = 42\ \text{h}\,.$$

V 42 urah prehodimo približno 150 km.

kolesarjenje:

$$t = \frac{1\,\mathrm{kg} \cdot (3,8\ \mathrm{MJ}/100\ \mathrm{g})}{600\ \mathrm{W}} = 63\,000\ \mathrm{s} = 17,5\ \mathrm{h}\,.$$

V 17,5 urah prekolesarimo približno 350 km.

c) Izkoristek toplotnega stroja je definiran kot razmerje med oddano močjo P in dovedenim toplotnim tokom P_{dov}. Da lahko izračunamo oddano moč, moramo izmeriti, v kolikšnem času t se dvigne telo za višino h. Delo, ki ga pri tem opravi telo, je enako spremembi potencialne energije mgh, moč pa $P = A/t = mgh/t$. Tako dobimo izkoristek

$$\eta = P/P_{dov} = \frac{mgh}{P_{dov} \cdot t}\,.$$

Za vzpenjanje po stopnicah smo dobili naslednje rezultate: Poskusna oseba z maso 88 kg je ob skrajnem naprezanju pretekla višinsko razliko 16 m v času 20 s. Od tod dobimo moč $P = 88\ \mathrm{kg} \cdot 10\ \mathrm{m/s^2} \cdot 16\ \mathrm{m}/20\ \mathrm{s} = 700\ \mathrm{W}$. V tabeli preberemo, da se pri skrajno težkih delih pri zgorevanju hrane sprošča toplotni tok 1600 W. Sledi groba ocena za izkoristek
$\eta = 700\ \mathrm{W}/1600\ \mathrm{W} \approx 40\ \%$.

d) Iz enačbe za prevajanje toplote $P = \lambda \Delta T S/l$, vidimo, da je preveden toplotni tok odvisen od ploščine izolatorja S, debeline l, toplotne prevodnosti λ in od temperaturne razlike. Toplotni tok P_0, ki ga odaja človek, je sorazmeren z razliko temperature človeškega telesa in temperature zraka v sobi $P_0 = K \cdot \Delta T$. Koeficient K je odvisen od oblike ter toplotne prevodnosti odeje in vzmetnice. Koeficient K lahko ocenimo: $K = P_0/(T_č - T_s) = 80\ \mathrm{W}/(37^\circ\mathrm{C} - 15^\circ\mathrm{C}) = 3,6\ \mathrm{W/K}$. Upoštevali smo, da čovek oddaja v spanju toplotni tok okrog 80 W (glej preglednico) in da je temperatura ogrevane spalnice 15°C.

Če spimo v sobi, kjer je temperatura $T_s' = 5^\circ\mathrm{C}$, pokriti z isto odejo, potrebujemo še dodatni toplotni tok P. Velja $P_0 + P = K(T_č - T_s')$ in $P = K(37^\circ\mathrm{C} - 5^\circ\mathrm{C}) - P_0 = 3,6\ \mathrm{W/K} \cdot 32\ \mathrm{K} - 80\ \mathrm{W} = 35\ \mathrm{W}$. Moč grelnika pod odejo naj bi bila približno 35 W.

Če pogledamo podatke na grelnih blazinah, vidimo, da so moči zares med 30 in 50 W.

62. Za segrevanje vode v bojlerju velja enačba $Pt = mc\Delta T$. Iz enačbe izračunamo specifično toploto vode $c = Pt/m\Delta T$.

Izmeriti moramo čas t, v katerem se voda v bojlerju segreje za določeno temperaturno razliko ΔT. Moč grelnika P in maso vode v bojlerju m preberemo z nalepke s tehničnimi podatki, ki je na bojlerju.

Najtežje je izmeriti, za koliko se je segrela voda. Če ima bojler vgrajen termometer s skalo, lahko spremembo temperature približno odčitamo kar na termometru.

Temperaturno razliko lahko izmerimo tudi s sobnim ali laboratorijskim termometrom. Najbolje je, če izmerimo začetno temperaturo takrat, ko smo porabili vso toplo vodo. Naslednjo meritev napravimo, ko se voda segreje do približno 40°C. Iz bojlerja počasi spuščamo vodo in merimo temperaturo. Iz bojlerja najprej priteče hladnejša voda, ki se je ohladila v ceveh. Zato moramo v računu upoštevati najvišjo izmerjeno temperaturo. Pri merjenju moramo paziti, da ne prekoračimo merilnega območja termometra, saj mu lahko poči kapilara.

Zgled za meritev:

V 80 litrskem bojlerju z močjo 1500 W se je voda segrela od 17°C do 41°C v 1 uri in 40 minutah. Iz meritev dobimo specifično toploto vode $c = Pt/m\Delta T = 1\,500\ \mathrm{W} \cdot 6\,000\ \mathrm{s}/80\ \mathrm{kg} \cdot 24\ \mathrm{K} = 4\,700\ \mathrm{J/kg\,K}$.

Meritev je dokaj nenatančna, saj nismo upoštevali, da so se segrevali tudi deli bojlerja in in da je nekaj toplote ušlo v okolico. Tudi temperaturne razlike na tako preprost način ne moremo izmeriti dovolj natančno. Na opisan način namreč izmerimo temperaturo v zgornjem delu bojlerja, od koder je najprej pritekla voda. Temperatura na vrhu pa je precej višja kot temperatura na dnu bojlerja.

V števcu ulomka smo upoštevali nekoliko preveliko moč, ker se vsa električna moč ni porabila za segrevanje vode. Tudi v imenovalcu smo računali s preveliko temperaturno razliko, saj smo za končno temperaturo vstavili temperaturo v zgornjem delu bojlerja. Ker smo v števcu in v imenovalcu računali s preveliko vrednostjo, je končna napaka nekoliko manjša.

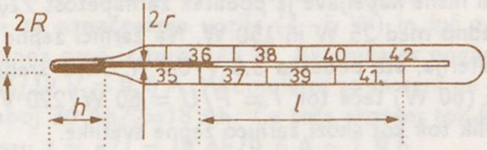
63. Če se temperatura živega srebra v bučki poveča za ΔT, se živo srebro raztegne za $\Delta V = \beta V \Delta T$. V je prostornina živega srebra v bučki, ki jo približno ocenimo z merjenjem dimenzij (sl. 48): $V = R^2 \pi h$.

Živo srebro se razširi v kapilaro s premerom $2r$, zato velja $\Delta V = r^2 \pi l$. Iz obeh enačb dobimo $r^2 \pi l = \beta R^2 \pi h \Delta T$, od koder izračunamo polmer kapilare $r = R\sqrt{\beta h \Delta T / l}$.

Izmeriti moramo premer bučke R, višino bučke h in razdaljo l med oznakama 36°C in 42°C.

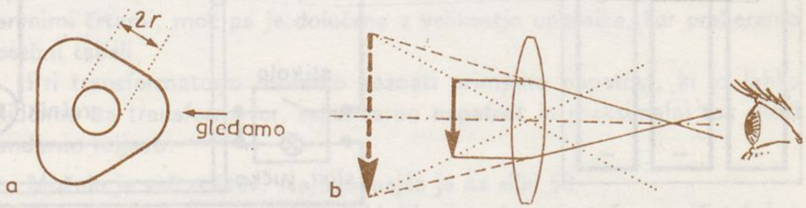
Približne ocene: $2R = 3$ mm, pri čemer smo predpostavili, da so stene bučke debele 0,5 mm, $h = 13$ mm in $\Delta T / l = 6$ K/52 mm. Za premer kapilare dobimo $2r = 0,05$ mm.

Če prelomimo kapilaro in izmerimo premer z merilnim mikroskopom, dobimo okrog 0,065 mm.



Slika 48

Ko gledamo na termometer, se nam zdi, da je širina živosrebrnega stolpca skoraj 1 mm. Tako širok je videti zaradi oblike steklene cevke (sl. 49), ki deluje kot povečevalno steklo.



Slika 49. Steklena cevka v termometru za merjenje telesne temperature (a) in povečava s povečevalnim steklom (b).

64. Dinamo ima samo en priključek, drugi priključek je kar njegovo ohišje. V žargonu pravimo, da je drugi priključek "masa". Tok teče po žici od dinama do žarnice, nato skozi žarnico in po ogrodju kolesa nazaj do ohišja dinama. Če bi med pritrdilno objemko dinama in vilice kolesa navili izolirni trak, žarnica ne bi svetila.

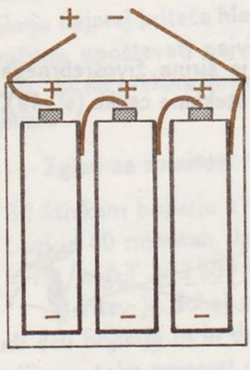
65.

a) Sprednja in zadnja žarnica dvokolesa sta vezani vzporedno, zato je na obeh enaka napetost. Zadnja žarnica sveti nekajkrat slabše kot sprednja, torej je njena moč nekajkrat manjša kot moč sprednje žarnice. Od tod sklepamo, da je tok skozi zadnjo žarnico nekajkrat manjši, saj je moč produkt napetosti in toka. Na zadnji žarnici je podatek 6 V/0,1 A.

b) Največja napetost dinama ne sme biti večja, kot je nazivna napetost žarnic (6 V), moč dinama pa mora biti enaka vsoti moči obeh žarnic, torej $6\text{V} \cdot 0,5\ \text{A} + 6\ \text{V} \cdot 0,1\ \text{A} = 3,6\ \text{W}$. Navadno sta na dinamu dvokolesa podatka 6 V/3 W.

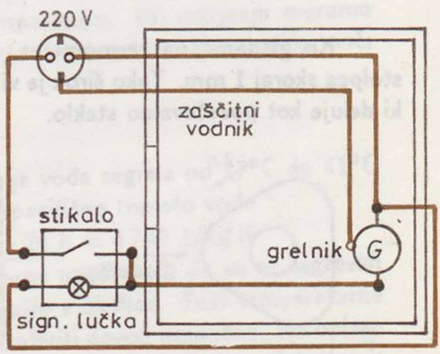
66. Na žarnici hišne napeljave je podatek za napetost 220 V in podatek za moč, ki je navadno med 25 W in 150 W. Na žarnici žepne svetilke, v kateri je 4,5 voltna baterija, sta podatka 3,5 V/0,2 A. Skozi srednje veliko žarnico hišne napeljave (60 W) teče tok $I = P/U = 60\ \text{W}/220\ \text{V} = 0,27\ \text{A}$, torej skoraj enako velik tok kot skozi žarnico žepne svetilke.

67.



Slika 50

68.



Slika 51

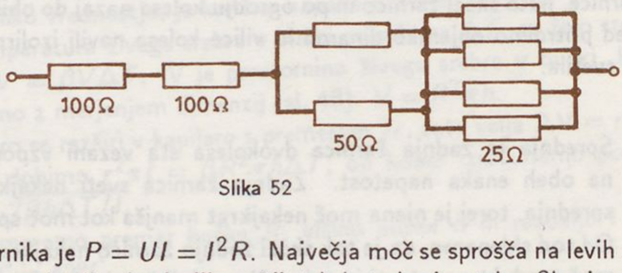
68.

a) Načrt za priklopitev grelnika v kopalnici (slika 51):

b) Zaporedno k signalni lučki moramo vezati upornik na katerem pade napetost za 214 V: $R = 214\ \text{V}/60\ \text{mA} = 3,6\ \text{k}\Omega$.

69.

a)



Slika 52

b) Moč upornika je $P = UI = I^2R$. Največja moč se sprošča na levih dveh upornikih, saj teče skozi njiju večji tok kot skozi ostale. Skozi ta dva upornika lahko teče največji tok $I = \sqrt{P/R} = \sqrt{0,25\ \mathrm{W}/100\ \Omega} = 0,05\ \mathrm{A}$. Tolikšen tok lahko teče tudi skozi celoten upornik 275 Ω. Največja napetost na celotnem uporniku je lahko $U = IR = 0,05\ \mathrm{A} \cdot 275\ \Omega = 13,8\ \mathrm{V}$.

70. Če pustimo na avtomobilu prižgane luči, svetita obe glavni luči (2 · 45 W), štiri luči za označevanje vozila (4 · 5 W) in luč za osvetljevanje tablice (5 W). Skupna moč je torej 115 W. Akumulator poganja tok $I = P/U = 115\ \mathrm{W}/12\ \mathrm{V} = 9,6\ \mathrm{A}$. Akumulator se sprazni na polovico, ko se skozenj pretoči naboj 36 Ah/2=18 Ah. Če teče skozenj tok 9,6 A, se naboj 18 Ah pretoči v času $t = e/I = 18\ \mathrm{Ah}/9,6\ \mathrm{A} = 1,9\ \mathrm{h}$.

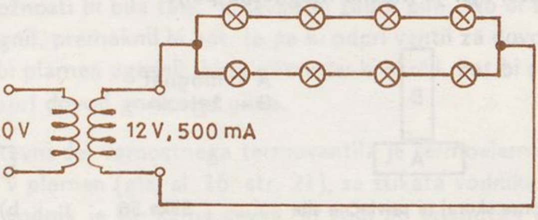
Če smo imeli povsem napolnjen akumulator, lahko pustimo luči prižgane nekaj manj kot dve uri.

71. Pri uporniku moramo poznati upor in največji tok, ki lahko teče skozenj. Navadno pa je namesto toka podana maksimalna moč, ki je povsem določena z maksimalnim tokom $P_{\mathrm{max}} = I_{\mathrm{max}}^2 R$. Na nekaterih upornikih sta podatka za upor in maksimalno moč napisana s številkami. Na drugih je upor zapisan z barvnimi črtami, moč pa je določena z velikostjo upornika, kar preberemo v posebni tabeli.

Pri transformatorju moramo poznati primarno napetost, ki jo lahko priključimo na transformator, sekundarno napetost in maksimalni tok skozi sekundarno tuljavo.

72. Možnih je več rešitev. Najugodnejša je na sliki 53.

Na vsaki žarnici je napetost 3 V. Skozi vsako vejo teče manjši tok kot 0,2 A, torej je skupni tok skozi transformator manjši od 0,4 A.



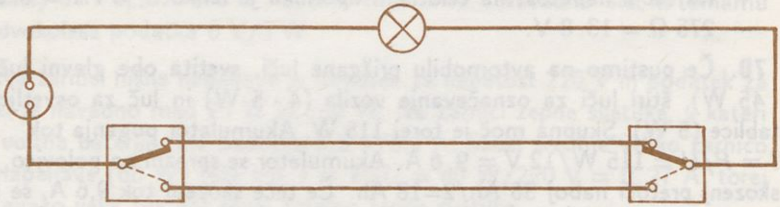
Slika 53

73. (Glej sliko 54)

74.

a) Izmeriti moramo premer žice in izračunati presek $S = \pi r^2$. Nato iz enačbe $R = \rho \frac{l}{S}$ izračunamo potrebno dolžino žice za 10-ohmski upornik $l = RS/\rho$. ρ je specifični upor žice.

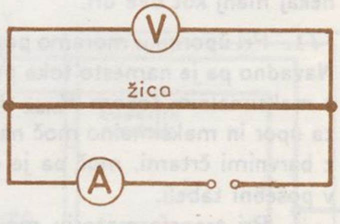
Če nimamo kljunastega merila, lahko izmerimo debelino žice tako, kot je opisano v rešitvi 6. naloge.



Slika 54

b) Če na zvitku ni nobenega podatka o žici, moramo izmeriti, kolikšen je upor npr. en meter dolgega kosa žice (sl. 55).

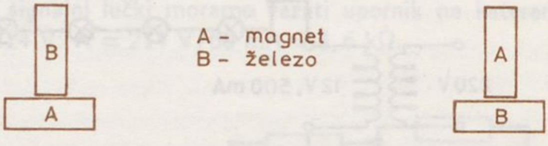
Upor kosa žice izračunamo po Ohmovem zakonu $R = U/I$, nato pa izračunamo, koliko žice potrebujemo za 10-ohmski upornik.



Slika 55

75. Naredimo poskusa, ki sta na sl. 56. Samo v enem od obeh primerov deluje med telesoma zaznavna privlačna sila.

Iz poskusov vidimo, da je telo A magnet, telo B pa kos železa. V primeru a je privlačna sila šibka, saj je magnetno polje ob sredini paličastega magneta majhno. V primeru b je privlačna sila velika, ker je železo tik ob polu magneta, kjer je močno magnetno polje.



a) Med telesoma skoraj ni privlačne sile Slika 56 b) Telesi se privlačita

76.

a) Električni števec meri električno delo. Enota je kilovatura (kWh). Zadnje mesto na številčnici so desetine kWh, desetina pa je s črticami razdeljena še na deset delov. Najmanjši razdelek je torej 0,01 kWh.

c) Če hočemo npr. izmeriti moč kuhalne plošče na štedilniku, moramo najprej izključiti vse porabnike v stanovanju. Kolešček v števcu se ne sme premikati. Nato vključimo kuhalno ploščo in merimo, v kolikšnem času t naredi kolesce v števcu en vrtljaj. Če je na števcu npr. podatek 120 vrtljajev/kWh, je kuhalna plošča med enim vrtljajem kolesca prejela električno delo $A = \frac{1}{120}$ kWh. Električna moč plošče je $P = A/t$.

d) Porabe ne bi mogli izmeriti na način, ki je opisan v rešitvi c, saj se moč med pranjem spreminja. Zato bi merili drugače. Pred začetkom pranja in po pranju bi natančno odčitali vrednosti na števcu. Med pranjem bi morali izključiti vse ostale porabnike.

Ker se zmrzovalnik vklaplja in izklaplja samodejno, porabe ne bi mogli izmeriti tako, kot je opisano v rešitvi c. Kak dan, ko bi vsi odšli od doma, bi izključili vse porabnike, razen zmrzovalnika, natančno odčitali vrednost na števcu in si zapisali čas. Ko bi se vrnili bi zopet odčitali vrednost na števcu, pogledali na uro in iz dobljenih podatkov preračunali, kolikšna bi bila poraba v enem mesecu.

77. Izmerili bi moč termoakumulacijske peči, kot je opisano v rešitvi 76c. Če bi bila izmerjena moč za približno eno polovico ali eno tretjino manjša od moči, ki je zapisana na peči, bi vedeli, da en grelnik ne deluje.

78. Upor 100-vatne žarnice izračunamo iz enačbe

$$R = U^2/P = (220\ \mathrm{V})^2/100\ \mathrm{W} = 484\ \Omega.$$

To je upor, kadar žarnica sveti. Ker se žarilna nitka segreje do približno 2 000°C, je upor segrete nitke precej večji od upora hladne nitke.

79.

a) Ena od možnosti bi bila tale: V cevko bi zaprli plin. Ko bi se ta segrel, bi se raztegnil, premaknil bi bat, ta pa bi odprl ventil za dovod gorilnega plina. Če bi plamen ugasnil, bi se plin v cevki skrčil, bat bi se premaknil nazaj in zaprl dovod gorilnega plina.

b) Glavni sestavni del varnostnega termoventila je termoelement. V konici, ki sega v plamen (glej sl. 16, str. 21), se stikata vodnika iz različnih kovin. En vodnik je kar sama cevka, ki vodi do priključka elektromagneta, drugi vodnik je v cevki in je od nje izoliran. Ta vodnik vodi do drugega priključka elektromagneta. Ko se konica segreje, se na termoelementu pojavi napetost, ki požene tok skozi elektromagnet, ta pa pritegne železno ploščico in odpre dovod plina. Napetost je sicer majhna, ker pa je tudi upor v krogu majhen, je tok dovolj velik.

Ko prižigamo plin, moramo nekaj sekund tiščati gumb, da je dovod plina odprt, dokler se termoelement ne segreje.

80. Skozi temno plastiko ali osajeno šipo opazuj žarilno nitko v žarnici. Plastika ti hkrati varuje oči.

Ko se z močnim magnetom približaš žarnici, lahko vidiš, da nitka v žarnici niha.

Skozi žarnico teče izmenični tok, eno stotinko sekunde v eno smer in drugo stotinko v nasprotno smer. Nitka je v magnetnem polju, nanjo deluje magnetna sila in nitka niha s frekvenco 50 Hz. Tudi če bi tekel skozi nitko enosmerni tok, bi nanjo delovala magnetna sila, vendar se smer sile ne bi spreminjala.

Pojav boš lažje opazil pri žarnicah z dolgimi žarilnimi nitkami.

81. Elektromagnet bi priključili na enosmerni izvir napetosti in izmerili tok skozi elektromagnet in napetost na njem. Izračunali bi upor vodnika in iz enačbe $R = \rho \frac{l}{S}$ izrazili njegovo dolžino.

Elektromagneti so iz bakrene žice, zato bi za ρ vstavili kar specifični upor bakra. Presek S bi izračunali iz debeline žice, ki bi jo izmerili z mikrometrom.

Z izmenično napetostjo, meritve ne bi mogli izvesti, saj bi nas motil induktivni upor tuljave, ki je hitro večji od ohmskega.

82. Možnih je več načinov.

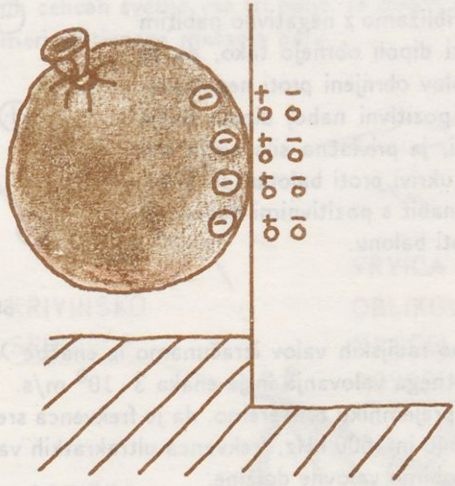
Iz sekundarne tuljave bi lahko odvijali ovoj za ovojem in sproti merili napetost na tuljavi. Tak postopek bi bil zamuden, saj bi morali po vsaki meritvi izklopiti transformator in odviti naslednji ovoj.

Lahko bi odvili npr. 20 ovojev, izmerili, za koliko se je znižala napetost, in izračunali, koliko ovojev je še potrebno odviti. Pri takem načinu bi se zapletlo, če bi bila napetost po 20 odvitih navojih že premajhna. Pri mnogih transformatorjih so namreč ovoji zaliti in odvite žice ne moremo več naviti nazaj, ker smo ji poškodovali izolacijo.

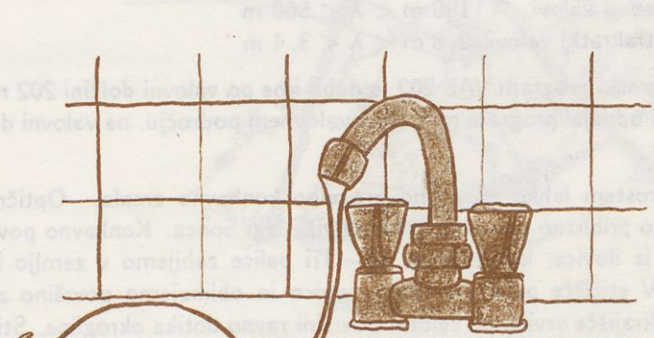
Zanesljivejši je naslednji način. Sekundarno tuljavo bi ovili s 5 do 10 ovoji izolirane žice in izmerili inducirano napetost na teh ovojih. Nato bi s sklepanjem izračunali število ovojev, ki jih je treba odviti na sekundarni tuljavi, da se napetost zmanjša za 6 V.

83.

a) Pri drgnjenju preskoči nekaj negativnega naboja s puloverja na balon. Zid in vrata sta izolatorja in sta električno nevtralna. Ko se z balonom, na katerem je negativni naboj, približamo k steni, se naboji v steni nekoliko premaknejo, tako da težišča pozitivnih in negativnih nabojev ne sovpadajo več (sl. 57a). Pozitivni naboji v steni privlačijo balon, negativni pa ga odbijajo. Ker so pozitivni naboji v povprečju bližje balonu, je privlačna sila večja.



Slika 57a

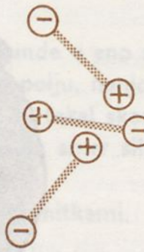


Slika 57b

Tudi če bi balon podrgnili po taki snovi, da bi se nabil pozitivno, bi ga stena privlačila. Razloži zakaj!

b) Molekule vode so električni dipoli, ki si jih lahko predstavljamo kot dva enako velika nasprotna naboja na majhni palčki. Dipoli so orientirani v vseh smereh (sl. 57c).

Ko se curku približamo z negativno nabitim balonom, se nekateri dipoli obrnejo tako, da so pozitivni naboji dipolov obrnjeni proti negativnemu balonu. Ker je pozitivni naboj dipola bližje balonu kot negativni, je privlačna sila večja kot odbojna in curek se ukrivi proti balonu (sl. 57b). Tudi če bi bil balon nabit s pozitivnimi naboji, bi se curek odklonil proti balonu.



Slika 57c

84. Valovno dolžino radijskih valov izračunamo iz enačbe $\lambda = c/\nu$. c je hitrost elektromagnetnega valovanja in je enaka $3 \cdot 10^8$ m/s.

Na radijskem sprejemniku preberemo, da je frekvenca srednjih radijskih valov približno med 540 in 1600 kHz, frekvenca ultrakratkih valov pa med 88 in 108 MHz. Tako dobimo valovne dolžine.

srednji valovi	$190\ \mathrm{m} < \lambda < 560\ \mathrm{m}$
ultrakratki valovi	$2,8\ \mathrm{m} < \lambda < 3,4\ \mathrm{m}$

Ljubljanski program VAL 202 je dobil ime po valovni dolžini 202 m, saj je ob uvedbi oddajal program na srednjevalovnem področju, na valovni dolžini 202 m.

85. Na prostem lahko naredimo krogelno konkavno zrcalo. Optična os zrcala naj bo približno obrnjena proti najvišji legi Sonca. Konkavno površino oblikujemo iz ilovice, kot kaže sl. 58. Tri palice zabijemo v zemljo in jih zvežemo. V stičišče palic privežemo vrvico in oblikujemo površino zrcala tako, da se krajišče vrvice po celotni površini ravno dotika okrogline. Stičišče palic je krivinsko središče zrcala. Površino prevlečemo z aluminijasto folijo, ki jo vtisnemo v ilovico. Nato označimo sredino vrvice in vrvico postavimo v optično os zrcala. Sredina vrvice je v gorišču zrcala, saj je goriščna razdalja enaka polovici krivinskega polmera. Na sredino vrvice privežemo lonček, ki smo ga prej osajili. Vanj natočimo vodo in ta se segreje. Zaradi navideznega premikanja Sonca se gorišče počasi premika.

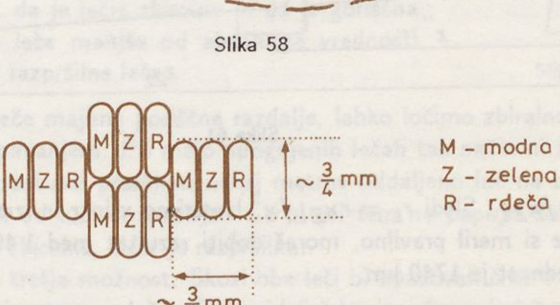
Površina zrcala naj bi bila približno 1 m^2.

86. Osnovna celica barvnega televizijskega zaslona je sestavljena iz treh barvnih polj (sl. 59). Trije elektronski curki zadevajo ta tri polja, ki svetijo v treh različnih barvah: rdeči, zeleni in modri.

Če je vključen samo curek, ki pada npr. na rdeča polja, je ves zaslon videti rdeč. Če padata curka na zelena in rdeča polja, je zaslon rumen itd. Kadar v osnovnih celicah svetijo vsa tri polja, je zaslon bel.

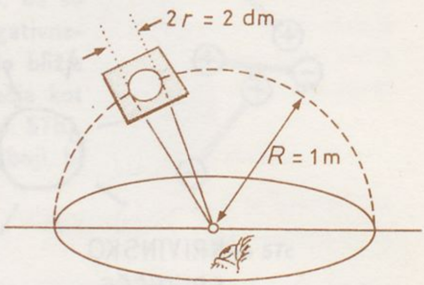
To so primeri aditivnega mešanja barv.

Slika 58



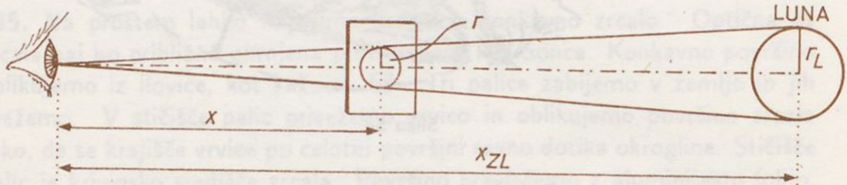
Slika 59. Nekaj osnovnih celic barvnega TV zaslona.

87. Vseh zvezd, ki jih vidimo, ne moremo prešteti. Lahko pa preštejemo zvezde na majhnem delu neba in potem izračunamo, koliko je vseh. Poskus bi lahko napravili takole: V kos kartona bi izrezali luknjo s polmerom npr. $r = 1$ dm, karton bi postavili 1 meter od očesa in prešteli zvezde, ki bi jih videli skozi odprtino. Šteli bi v več smereh neba in izračunali povprečno vrednost. Skozi odprtino opazujemo približno dvestoti del neba, saj je razmerje ploščine kroga s polmerom 1 dm in površine polkrogle s polmerom 1 m ravno $r^2\pi/2R^2\pi = 1\,\mathrm{dm}^2/2\cdot(10\,\mathrm{dm})^2 = 1/200$. Povprečno število zvezd, ki jih vidimo skozi odprtino, moramo pomnožiti z 200 in dobimo približno oceno za število zvezd, vidnih s prostim očesom.



Slika 60. Skozi luknjo v kartonu vidimo s prostim očesom toliko zvezd, da jih lahko preštejemo.

88. Ena od možnih rešitev: Polno Luno opazujemo skozi okroglo odprtino, ki jo naredimo z luknjačem v papir. Uporabimo lahko tudi enega od krogov na posebnem ravnilu. Zaradi podobnosti trikotnikov velja (glej sl. 61):



Slika 61

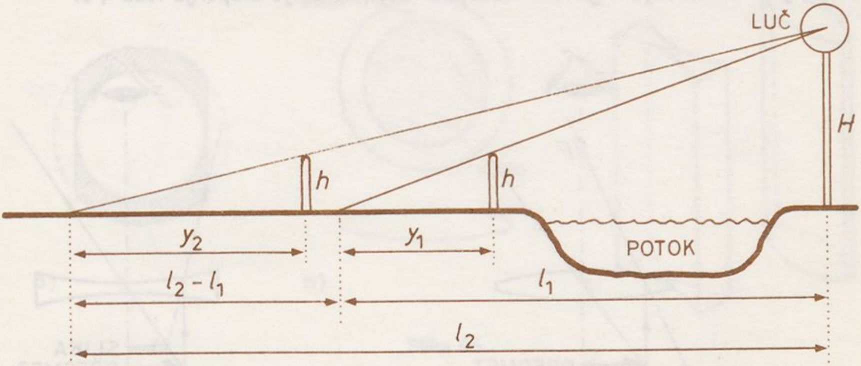
$r/x = r_L/x_{ZL}$. Sledi $r_L = r x_{ZL}/x$. Izmerimo x in r in izračunamo polmer Lune. Če si meril pravilno, moraš dobiti rezultat med 1 400 in 2 100 km. Prava vrednost je 1740 km.

89. V dveh točkah bi zabili v zemljo palico z višino h, kot kaže slika 62 in izmerili dolžini obeh senc y_1 in y_2.

Iz podobnosti trikotnikov dobimo dve enačbi

$$\frac{H}{l_1} = \frac{h}{y_1} \text{ in } \frac{H}{l_2} = \frac{h}{y_2}.$$

Iz prve enačbe izračunamo $l_1 = y_1 H/h$ iz druge pa $l_2 = y_2 H/h$. Ko prvo enačbo odštejemo od druge, dobimo $l_2 - l_1 = \frac{H}{h}(y_2 - y_1)$.



Slika 62

Vrednosti $l_2 - l_1$, y_2, y_1 in h lahko izmerimo z merilnim trakom in izračunamo višino luči H. Nato iz enačbe $l_1 = y_1 H/h$ izračunamo še razdaljo l_1.

90. Iz leč sestavimo lečje (sl. 63) in poskusimo na zaslon preslikati oddaljen predmet. Če dobimo sliko na zaslonu, pomeni, da je lečje zbiralno in da je goriščna razdalja zbiralne leče manjša od absolutne vrednosti goriščne razdalje razpršilne leče.

Slika 63

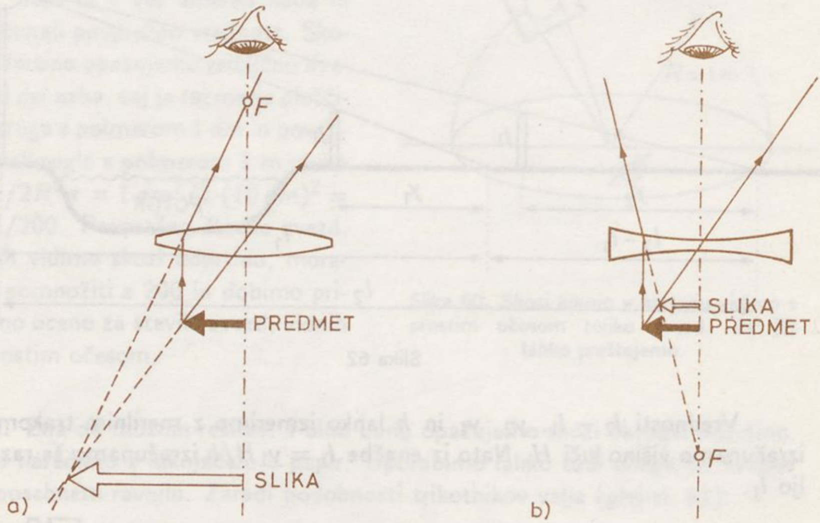
91. Če imajo leče majhne goriščne razdalje, lahko ločimo zbiralne od razpršilnih kar z otipavanjem. Pri malo upognjenih lečah tak način ni zanesljiv.

Z lečo bi poskusili preslikati nekaj metrov oddaljeno luč na bel papir. Lečo bi premikali od luči do papirja. Če bi pri tem na papirju dobili ostro sliko luči, je leča zbiralna, sicer je razpršilna.

Obstaja še tretja možnost: Skozi obe leči bi opazovali črke v knjigi, ki bi bile nekaj centimetrov za lečo. Če bi videli črke povečane, je leča zbiralna, če pa pomanjšane, je razpršilna (sl. 64).

Goriščno razdaljo zbiralne leče najlažje določimo tako, da z lečo preslikamo na zaslon oddaljen predmet (najbolje Sonce). Ker je predmet v neskončnosti, nastane slika v gorišču. Izmeriti moramo le razdaljo med lečo in zaslonom.

Lomljivost leče je obratno sorazmerna z goriščno razdaljo. Leča z goriščno razdaljo $+20$ cm $= +\frac{1}{5}$ m ima lomljivost $+5$ m^{-1} oziroma $+5$ dioptrij. V vsakdanjem govoru navadno rečemo, da je dioptrija leče $+5$.



Slika 64

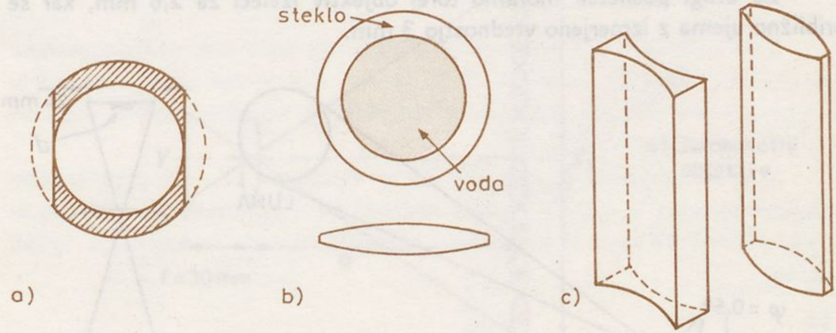
92. Razpršilno in zbiralno lečo z manjšo goriščno razdaljo sestavimo v zbiralno lečje tako, da se leči dotikata. S sestavom preslikamo na zaslon zelo oddaljen predmet in z ravnilom izmerimo goriščno razdaljo sestava f_s (glej rešitev 91. naloge). Če ne poznamo goriščne razdalje zbiralne leče f_z, jo izmerimo.

Iz enačbe za goriščno razdaljo sestava

$$\frac{1}{f_s} = \frac{1}{f_z} + \frac{1}{f_r} - \frac{d}{f_z f_r}$$

izračunamo goriščno razdaljo razpršilne leče f_r. Zadnji člen v zgornji enačbi lahko zanemarimo, saj je razmik med lečama d v primeri z goriščnima razdaljama leč majhen.

93. Poglejmo prazno cevko v prerezu in jo v mislih razdelimo na dva dela (sl. 65a). Ta dva dela predstavljata dve konveksno-konkavni leči, saj je krivinski polmer izbočenega dela večji od krivinskega polmera vbočenega dela. Še na drug način se lahko prepričamo, da polovica cevke zares predstavlja konkavno lečo: na sredini je leča tanjša kot na robu.



Slika 65

Sestav dveh konkavnih leč deluje kot konkavna leča. Zato vidimo skozi prazno cevko pomanjšano črko (glej tudi sliko 64b).

V prerezu si oglejmo še cevko z vodo. Voda v cevki ima približno tako obliko kot zbiralna leča (sl. 65b). Sama cevka deluje kot razpršilna leča, cevka z vodo pa kot zbiralna leča, to je podobno, kot če bi iz razpršilne leče in "močnejše" zbiralne leče naredili zbiralno lečje. Cevka z vodo deluje kot povečevalno steklo in črke,ki so tik za cevko, vidimo povečane (glej tudi sl. 64a).

Ker gre v obeh primerih za cilindrični leči (sl. 65c), vidimo črke pomanjšane oziroma povečane samo po širini, po višini pa ostanejo nespremenjene.

94.

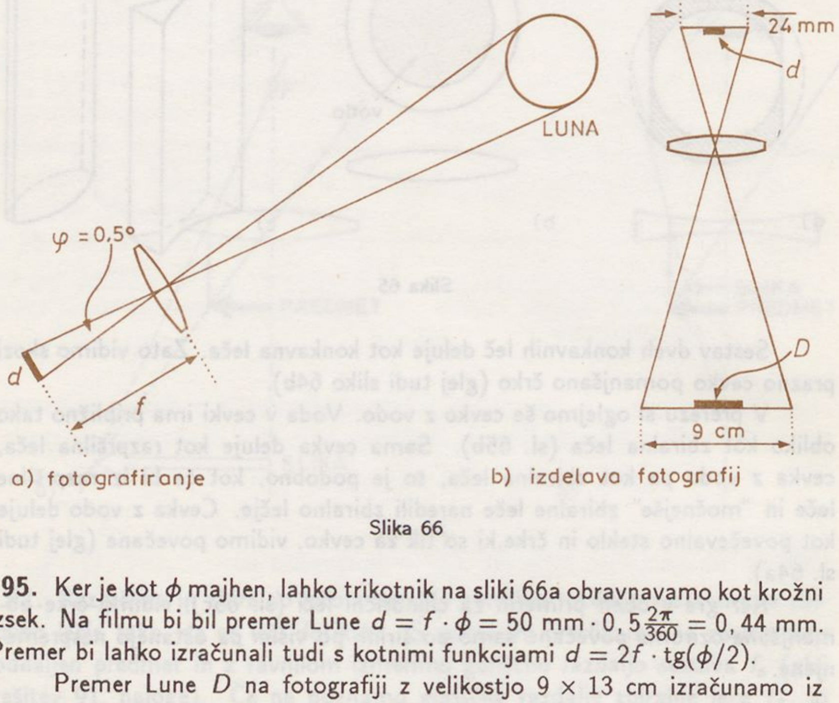
a) Objektiv fotoaparata je zbiralno lečje. Obravnavamo ga lahko kot navadno zbiralno lečo. V prvem primeru je predmet v neskončnosti in slika nastane v goriščni ravnini. Ko predmet približamo k leči, se slika od nje oddalji. Razdalja med lečo in filmom mora biti večja — objektiv moramo izvleči.

b) Z ravnilom izmerimo, da moramo lečo izvleči za približno 3 mm, če spremenimo razdaljo z ∞ na 1 m (pri objektivu z goriščno razdaljo 50 mm).

c) Če je pri fotoaparatu z goriščno razdaljo $f = 50$ mm predmet v razdalji $a = 1$ m, nastane slika v razdalji b od leče. Razdaljo do slike izračunamo iz enačbe leče $1/b = 1/f - 1/a$ in dobimo $b = 52,6$ mm.

Pri prvem posnetku je bil predmet v neskončnosti in slika je nastala v goriščni ravnini, 50 mm od objektiva.

Za drugi posnetek moramo torej objektiv izvleči za 2,6 mm, kar se približno ujema z izmerjeno vrednostjo 3 mm.



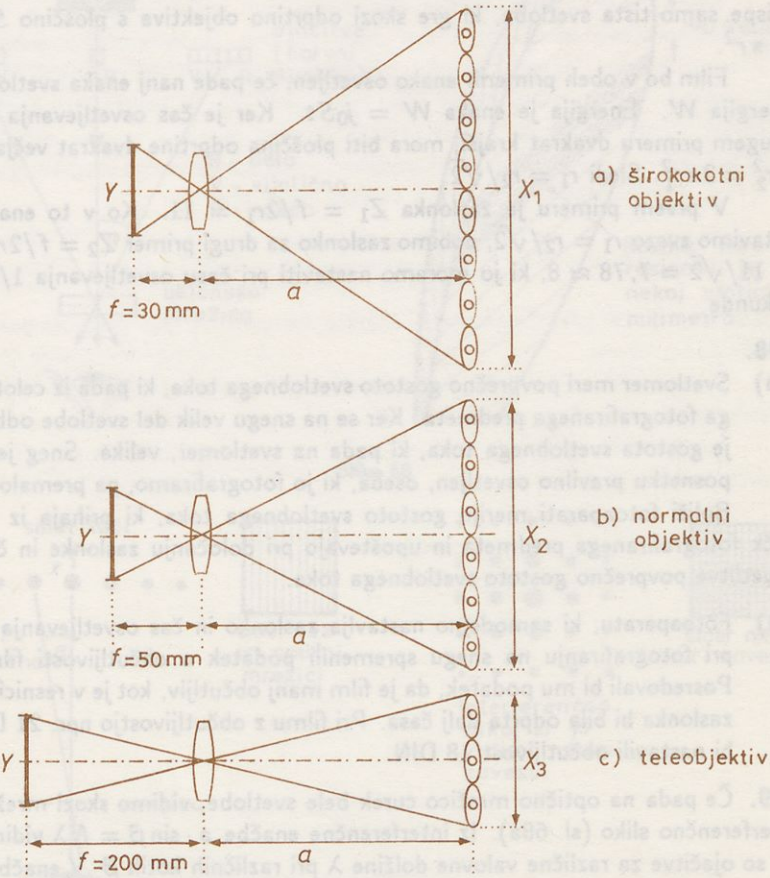
Slika 66

95. Ker je kot ϕ majhen, lahko trikotnik na sliki 66a obravnavamo kot krožni izsek. Na filmu bi bil premer Lune $d = f \cdot \phi = 50 \text{ mm} \cdot 0,5 \frac{2\pi}{360} = 0,44$ mm. Premer bi lahko izračunali tudi s kotnimi funkcijami $d = 2f \cdot \mathrm{tg}(\phi/2)$.

Premer Lune D na fotografiji z velikostjo 9×13 cm izračunamo iz sorazmerja $d/D = 24 \text{ mm}/9 \text{ cm}$ (sl.66b). Premer Lune na fotografiji bi bil $D = 1,65$ mm. Čeprav je videti polna luna s prostim očesom precej velika, bi bila na posnetku zelo majhna.

96.

a) Če fotografiramo oddaljen predmet, nastane slika v goriščni ravnini (sl. 67). Velikost posnetka na filmu je v vseh treh primerih enaka (npr. 24×36 mm). Iz skice vidimo, da zajamemo pri širokokotnem objektivu širok, pri teleobjektivu pa ozek izsek iz okolice. Širokokotni objektiv uporabljamo, ko hočemo npr. fotografirati veliko skupino ljudi v prostoru, kjer se ne moremo poljubno oddaljiti, da bi bili vsi ljudje na posnetku. Teleobjektiv uporabljamo za fotografiranje majhnih ali oddaljenih predmetov, če želimo na posnetku videti podrobnosti.



Slika 67

b) Ljudje so zelo daleč in slika bo v vseh primerih nastala skoraj v goriščni ravnini. Zaradi podobnosti trikotnikov (sl. 67) velja $\frac{X/2}{a} = \frac{Y/2}{f}$ ali $X = Y\frac{a}{f} = \frac{36\ \text{mm}\cdot 15\ \text{m}}{f}$. Za posamezne objektive dobimo $X_1 = 18$ m, $X_2 = 10,8$ m in $x_3 = 2,7$ m. Na posnetku s širokokotnim objektivom bi bilo 30 ljudi, pri normalnem objektivu 18 in pri teleobjektivu 4.

97. V obeh primerih fotografiramo enak objekt v enaki razdalji, tako da pada na objektiv svetloba z enako gostoto svetlobnega toka j_0. Do filma prispe samo tista svetloba, ki gre skozi odprtino objektiva s ploščino $S = \pi r^2$.

Film bo v obeh primerih enako osvetljen, če pade nanj enaka svetlobna energija W. Energija je enaka $W = j_0 S t$. Ker je čas osvetljevanja t v drugem primeru dvakrat krajši, mora biti ploščina odprtine dvakrat večja ali $\pi r_2^2 = 2\pi r_1^2$. Sledi $r_1 = r_2/\sqrt{2}$.

V prvem primeru je zaslonka $Z_1 = f/2r_1 = 11$. Ko v to enačbo vstavimo zvezo $r_1 = r_2/\sqrt{2}$, dobimo zaslonko za drugi primer $Z_2 = f/2r_2 = 11/\sqrt{2} = 7,78 \approx 8$, ki jo moramo nastaviti pri času osvetljevanja 1/250 sekunde

98.

a) Svetlomer meri povprečno gostoto svetlobnega toka, ki pada iz celotnega fotografiranega predmeta. Ker se na snegu velik del svetlobe odbije, je gostota svetlobnega toka, ki pada na svetlomer, velika. Sneg je na posnetku pravilno osvetljen, oseba, ki jo fotografiramo, pa premalo.

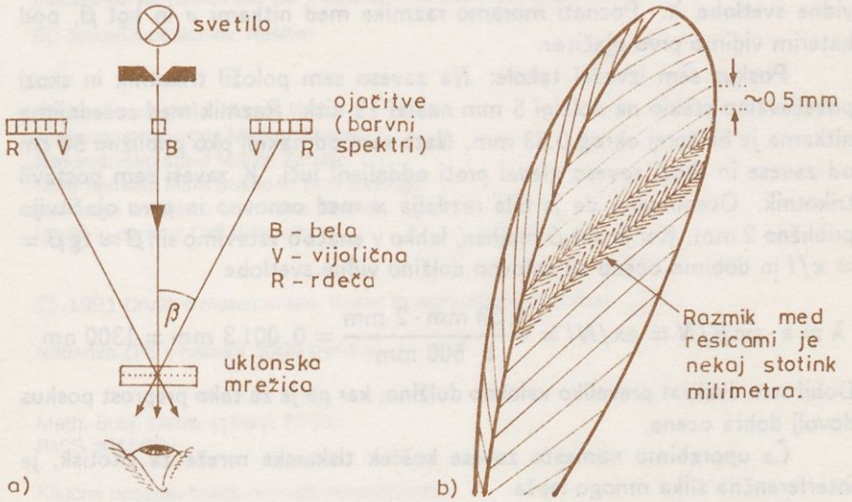
Boljši fotoaparati merijo gostoto svetlobnega toka, ki prihaja iz več točk fotografiranega predmeta in upoštevajo pri določanju zaslonke in časa osvetlitve povprečno gostoto svetlobnega toka.

b) Fotoaparatu, ki samodejno nastavlja zaslonko in čas osvetljevanja, bi pri fotografiranju na snegu spremenili podatek o občutljivosti filma. Posredovali bi mu podatek, da je film manj občutljiv, kot je v resnici, in zaslonka bi bila odprta dalj časa. Pri filmu z občutljivostjo npr. 21 DIN bi nastavili občutljivost 18 DIN.

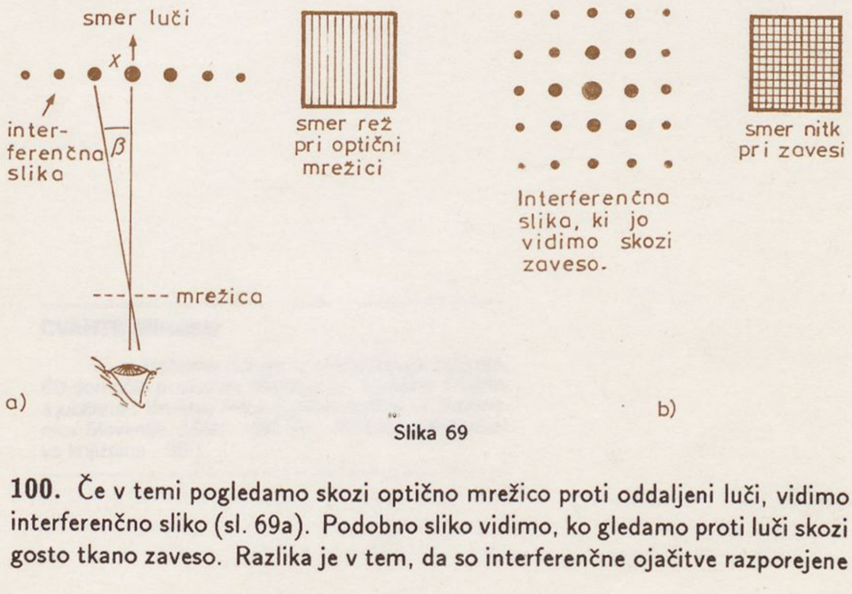
99. Če pada na optično mrežico curek bele svetlobe, vidimo skozi mrežico interferenčno sliko (sl. 68a). Iz interferenčne enačbe $a \cdot \sin\beta = N\lambda$ vidimo, da so ojačitve za različne valovne dolžine λ pri različnih kotih β .V enačbi je a razmik med sosednjima režama, N pa red ojačitve.

Belo svetlobo sestavljajo enobarvne komponente z valovnimi dolžinami med 400 in 700 nm, zato vidimo skozi mrežico zvezni barvni spekter (sl. 68a). Če pogledamo skozi kokošje ali ptičje pero proti oddaljeni beli luči, vidimo podobne obarvane ojačitve.

Pod mikroskopom ali s povečevalnim steklom opazimo drobne resice (sl.68b), ki so razmaknjene za nekaj stotink milimetra. Pero deluje podobno kot optična mrežica. Z opisanim poskusom lahko približno ocenimo razmike med resicami. (Glej rešitev 100. naloge.)



Slika 68



Slika 69

100. Če v temi pogledamo skozi optično mrežico proti oddaljeni luči, vidimo interferenčno sliko (sl. 69a). Podobno sliko vidimo, ko gledamo proti luči skozi gosto tkano zaveso. Razlika je v tem, da so interferenčne ojačitve razporejene v dveh pravokotnih smereh, saj potekajo tudi nitke v zavesi v dveh smereh (sl. 69b).

Iz interferenčne enačbe $a \cdot \sin\beta = N\lambda$ lahko ocenimo valovno dolžino vidne svetlobe λ. Poznati moramo razmike med nitkami a in kot β, pod katerim vidimo prvo ojačitev.

Poskus sem izvedel takole: Na zaveso sem položil trikotnik in skozi povečevalno steklo na dolžini 5 mm naštel 15 nitk. Razmik med sosednjima nitkama je bil torej okrog 0,33 mm. Nato sem odmaknil oko približno 50 cm od zavese in skozi zaveso gledal proti oddaljeni luči. K zavesi sem postavil trikotnik. Ocenil sem, da je bila razdalja x med osnovno in prvo ojačitvijo približno 2 mm. Ker je kot β majhen, lahko v enačbo vstavimo $\sin\beta \approx \operatorname{tg}\beta = x/l$ in dobimo oceno za valovno dolžino vidne svetlobe

$$\lambda = a \cdot \sin\beta / N = ax/Nl = \frac{0,33\ \text{mm} \cdot 2\ \text{mm}}{1 \cdot 500\ \text{mm}} = 0,001\,3\ \text{mm} = 1300\ \text{nm}\,.$$

Dobil sem dvakrat preveliko valovno dolžino, kar pa je za tako preprost poskus dovolj dobra ocena.

Če uporabimo namesto zavese koščék tiskarske mreže za sitotisk, je interferenčna slika mnogo lepša.

Poglej si 99. nalogo in razmisli, zakaj vidimo skozi kokošje pero barvni spekter, skozi zaveso pa ne.

PRESEKOVA KNJIŽNICA - 35

Izdaja Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije
Odgovorni urednik Edvard Kramar

Miroslav Cvahte

FIZIKALNE NALOGE IZ VSAKDANJEGA ŽIVLJENJA

60 domačih poskusov. Rešitve

Strokovno pregledal Marjan Hribar
Jezikovno pregledala Marjeta Humar
Računalniško stavil Martin Zemljič
Slike narisala Miha Štalec in Said Bešlagič
Tiskarske korekture bral Franc Plevnik
Uredil in opremil Ciril Velkovrh

Natisnila ZPS v nakladi 3000 izvodov

Math. Subj. Class. (1991) 70-01
PACS a0150Pu

Ključne besede: fizika, domači eksperimenti

Key words: physics, home experiments

CVAHTE Miroslav

Fizikalne naloge iz vsakdanjega življenja. 60 domačih poskusov. Rešitve. / Miroslav Cvahte. -Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, 1991. - 80 str. ; 20 cm. - (Presekova knjižnica ; 35)

PRESEKOVA KNJIŽNICA

PRESEKOVA KNJIŽNICA

3. Prosén, M., ASTRONOMSKA OPAZOVANJA, 1978
4. Strnad, J., ZAČETKI SODOBNE FIZIKE – Od elektrona do jedrske cepitve, 1979
5. Strnad, J., RELATIVNOST ZA ZAČETNIKE, 1979
6. Landau, L. D., Rumer, J. B., KAJ JE TEORIJA RELATIVNOSTI, 1979
7. Križanič, F., UKROČENA MATEMATIKA, 1981
8. Ranzinger, P., PRESEKOVA ZVEZDNA KARTA, 1981
9. Strnad, J., ZAČETKI KVANTNE FIZIKE – Od kvanta do snovnega valovanja, 1982
10. Kuščer, I., ENAJSTA ŠOLA IZ FIZIKE – Čuda se kažejo ob vsakem koraku, 1982
11. Zajc, P., TEKMUJMO ZA VEGOVA PRIZNANJA – Zbirka rešenih nalog iz matematike za učence petih in šestih razredov osnovnih šol, 1983
13. Zajc, P., TEKMUJMO ZA VEGOVA PRIZNANJA – Zbirka rešenih nalog iz matematike za učence sedmih razredov osnovnih šol, 1983
14. Zajc, P., TEKMUJMO ZA VEGOVA PRIZNANJA – Zbirka rešenih nalog iz matematike za učence osmih razredov osnovnih šol, 1983
16. Šporer, Z., OH, TA MATEMATIKA, 1984
22. Bajc, D., Pisanski, T., NAJNUJNEJŠE O GRAFIH, 1985
23. Strnad, J., JOŽEF ŠTEFAN – Ob stopetdesetletnici rojstva, 1985
26. Vidav, I., JOSIP PLEMELJ – Ob dvajsetletnici smrti, 1987
27. Strnad, J., DO NEWTONOVIH ZAKONOV – Ob tristoletnici Principov, 1987
30. Plevnik, F. in dr., NALOGE S TEKMOVANJ IZ FIZIKE V OSNOVNI ŠOLI, 1. del, 1982–1988, 1989, 1990
34. Lang S., MATKA! — Pogovori z učenci, 1990
35. Cvahte M., FIZIKALNE NALOGE IZ VSAKDANJEGA ŽIVLJENJA. 60 domačih poskusov. Rešitve, 1991