

Praktikum iz fizike za Kemijsko inženirstvo

Aleš Mohorič in Tomaž Podobnik

Februar 2019

Uvod

Navodila so v prvi vrsti namenjena študentom programa Kemijsko inženirstvo na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

Pri Praktikumu iz fizike naredijo študenti prve korake samostojnega eksperimentalnega dela; seznanijo se s temeljnimi pravili merjenja in spoznajo osnovne merilnike fizikalnih količin; naučijo se samostojno obdelati rezultate meritev, jih nazorno prikazati in povezati s teorijo; spoznajo, da je vsaka meritev naravnega pojava nenatančna, vendar pa lahko na stopnjo nenatančnosti vplivamo z izbiro merske metode in s spremnostjo pri izvedbi meritve.

Posamezno vajo naenkrat opravljata po dva študenta skupaj v skladu z razporedom, ki je obešen v laboratoriju. Za posamezno vajo so predvidene štiri šolske ure (ker praktikum poteka brez odmorov, to pomeni tri polne ure). V Uvodu naštejmo le nekaj splošnih napotkov, v nadaljevanju pa so navodila za vsako posamezno vajo posebej.

Priprava na izvedbo vsake vaje se začnejo doma s skrbnim branjem navodil, ki so sestavljene iz uvida, v katerem sta na kratko razložena teorija in namen vaje, in iz praktičnega navodila za izvedbo vaje. Dodatno razlago za morebitne nejasnosti v navodilih dobite v primernih fizikalnih učbenikih in pri asistentih, ki vodijo vaje. Del priprave na vajo so tudi odgovori na vprašanja, ki so del navodila za vajo. Kdor na vajo pride nepripravljen, vaje ne sme opravljati, saj zaradi neznanja lahko pride do nesreče. Poleg tega je temeljita priprava pogoj za izvedbo vaje, iz katere se je moč česa naučiti brez resnejših zapletov in v omenjenem časovnem okviru.

Na vaje prihajajte točno ob določeni uri. S sabo prinesite stiskana navodila za vajo, ki jo boste tisti dan opravljni, z vpisanimi odgovori na vprašanja v poglavju »Priprava«. Navodila boste uporabljali kot učni list, v katerega boste med vajo sproti vpisovali vse potrebne podatke; če niste popolnoma prepričani ali je podatek pomemben ali ne, ga vseeno vpišite za rezervo. Opišite vsak postopek in merilnik skupaj z njegovo natančnostjo. Vsako meritev ponovite vsaj trikrat, da se prepričate o ponovljivosti dobljenih rezultatov. Podatke, ki jih izmerite in vpisujete, sproti tudi obdelajte do te mere, da ugotovite ali dobivate smiselne rezultate ali ne. S tem lahko odkrijete očitno napako, kot je na primer izklopljen merilnik ali aretirana tehnicka, tako da vaje ne bo potrebno ponavljati na koncu leta. Opišite tudi vse postopke in račune, s katerimi iz izmerjenih količin pridelate končne rezultate. Kadar merite vrednost neke količino v odvisnosti od (spreminjajoče se) vrednosti druge količine, to odvisnost predstavite s tabelo in z grafom. Pri nekaterih vajah meritve opravlja računalnik, ki navadno tudi že predstavi izmerjene količine v grafu ali v tabeli. Po vsaki vaji bo asistent pregledal, ali ste izmerili vse potrebne količine in vnesli vse potrebne podatke, kar bo potrdil tudi s podpisom. Dokončno meritve obdelajte doma, samostojno in v skladu z navodili. Liste z obdelanimi meritvami shranite v praktikumskem dnevniku. Dnevnik predložite pri izpitu in je pogoj za pridobitev ocene.

Oprema za posamezno vajo je zbrana na mestu, kjer vajo opravljate. Za morebitne manjkajoče potrebščine povprašajte pri asistentu (med skupno opremo spadajo tehnicka, kljunasto merilo, mikrometrski vijak in termometer). Pri meritvah upoštevajte navodila in pri delu z merilniki delajte z občutkom (uporabljajte predpisano merilno silo). Bodite natančni in vztrajni. Pri

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

merilnikih s skalo odčitujte pod kotom 90° , da ne storite napake zaradi paralakse. Po končani vaji vrnite potrebščine, ki ste jih dobili pri asistentu, vse drugo pa pospravite tako, kot je bilo, preden ste začeli z vajo.

Pri delu v laboratoriju pazite na svojo varnost in na varnost svojih kolegov. Največjo potencialno nevarnost v laboratoriju predstavlja elektrika. Vsaka vrsta klopi je opremljena z varnostnim stikalom, s katerim lahko odklopite omrežno napetost. Če vidite, da koga trese, se ga ne dotikajte (ker bo streslo tudi vas), ampak ugasnite varnostno stikalo. Pri delu z električnimi vezji bodite previdni: vsako vezje, preden ga priključite na napetost, naj pregleda asistent. Aktivnost radioaktivnega izvora, ki ga uporabljate pri praktikumu, je nizka, a kljub temu ravnajte z njim previdno. Pri prenašanju in premikanju izvora uporabite pinceto. Ravnajte z njim čimkrajši čas in ga ne približujte očem. Kadar ga ne uporabljate, naj bo v svinčeni omarici. Izvora nikoli ne odnašajte iz sobe.

Opraviti morate vseh dvanajst vaj in doma obdelati meritve v skladu z navodili. Vaje opravljate po predpisanim vrstnem redu. Če kdaj manjkate, potem naslednjič opravljate vajo, ki je takrat na vrsti, saj bo vajo, ki ste jo izpustili, verjetno opravljal nekdo drug. Izpuščeno vajo boste morali nadoknaditi ob koncu šolskega leta, ko bo skupina prenehala z rednim delom.

Z vsemi opravljenimi vajami se lahko udeleži testa iz vaj, ki mu sledi še zagovor vaj pri asistentu. Na testu in na zagovoru, med katerim bo asistent tudi pregledal Vaš praktikumski dnevnik, boste morali pokazati znanje o teoretičnem in o praktičnem delu poskusov, ki ste jih izvedli med vajami.

Pri sestavljanju vaj in navodil je sodelovalo več kolegov, posebej se zahvaliva Tadeju Legatu, Anji Kranjc Horvat, Gorazdu Planinšču, Luki Pirkerju in Joštu Stergarju.

Aleš Mohorič, Tomaž Podobnik

1. Sile pri nihanju

Vzmetno nihalo je sestavljeni iz vzmeti mase m_v in s koeficientom k , ki je na enem koncu toga vpeta, in uteži mase m , ki je vpeta na drugem koncu vzmeti. Utež v navpični smeri izmaknemo iz ravnovesne lege in pustimo, da prosto niha. Odmik x uteži od ravnovesne lege se s časom sinusno spreminja,

$$x = x_0 \sin(2\pi ft),$$

kjer je x_0 amplituda nihanja in f njegova lastna frekvenca, ki je enaka obratni vrednosti lastnega nihajnega časa t_0 . Nihajni čas je določen s prožnostnim koeficientom vzmeti k in z maso uteži,

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Hitrost uteži v in njen pospešek a se prav tako harmonično spreminja s časom:

$$v \equiv \frac{dx}{dt} \equiv \dot{x} = x_0 2\pi f \cos(2\pi ft) = v_0 \cos(2\pi ft)$$

in

$$a \equiv \frac{dv}{dt} \equiv \frac{d^2x}{dt^2} \equiv \ddot{x} = -x_0 (2\pi f)^2 \sin(2\pi ft) = -a_0 \sin(2\pi ft),$$

kjer je amplituda hitrosti $v_0 \equiv x_0 2\pi f$ in amplituda pospeška $a_0 \equiv x_0 (2\pi f)^2$.

Raztezek vzmeti $x_r + x$ je razlika med dolžino vzmeti nihajočega nihala v določenem času in med dolžino prosto viseče vzmeti brez uteži, pri čemer je x_r raztezek vzmeti, ko je utež v ravnovesni legi, $x_r = -mg/k$. Sila vzmeti na utež je sorazmerna z raztezkom, $F_{v,u} = -k(x_r + x)$, tako da je vsota vseh sil na utež

$$F_g + F_{v,u} = -mg - k(x_r + x) = -kx = -F_0 \sin(2\pi ft),$$

kjer je $F_0 \equiv kx_0$. V skladu z 2. Newtonovim zakonom je rezultanta sil sorazmerna s pospeškom uteži,

$$-F_0 \sin(2\pi ft) = ma = -ma_0 \sin(2\pi ft),$$

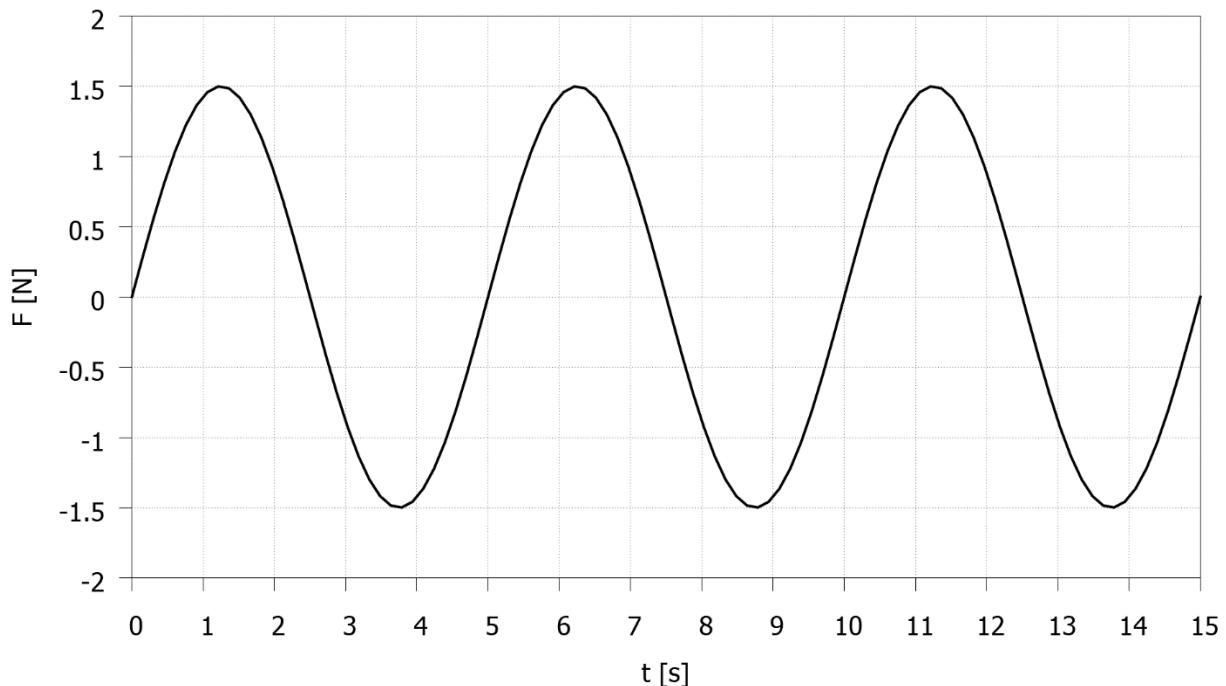
zato velja tudi $F_0 = ma_0$.

Na vzmet delujejo sila uteži m_1 , sila teže $F_{g,v} = -m_v g$ in sila F_1 v točki vpetja. Ker je vpetje togo, velja $F_1 + F_{u,v} + F_{g,v} = 0$, zato je sila vzmeti na vpetje

$$F_2 = -F_1 = F_{u,v} + F_{g,v} = -(m + m_v)g + kx = -(m + m_v)g + F_0 \sin(2\pi ft).$$

Priprava:

1. Na grafu označi amplitudo in nihajni čas.



2. Skiciraj eksperimentalno postavitev in označi sile $F_{u,v}$, $F_{g,v}$ in F_l .

Praktikum iz fizike za kemijo inženirstvo – Navodila za vaje

3. Izračunaj amplitudo nihanja uteži, kateri se v danem koordinatnem sistemu lega spreminja med vrednostima 45 cm in 55 cm.

$$x_0 = \underline{\hspace{5cm}}$$

4. Izračunaj težo uteži z maso 100 g:

$$F_u = \underline{\hspace{5cm}}$$

5. Izračunaj prožnostni koeficient vzmeti, ki se raztegne za 5 cm, ko nanjo obesimo utež z maso 100 g:

$$k = \underline{\hspace{5cm}}$$

6. Iz zveze $t_0 = 2\pi\sqrt{m/k}$ izrazi prožnostni koeficient vzmeti:

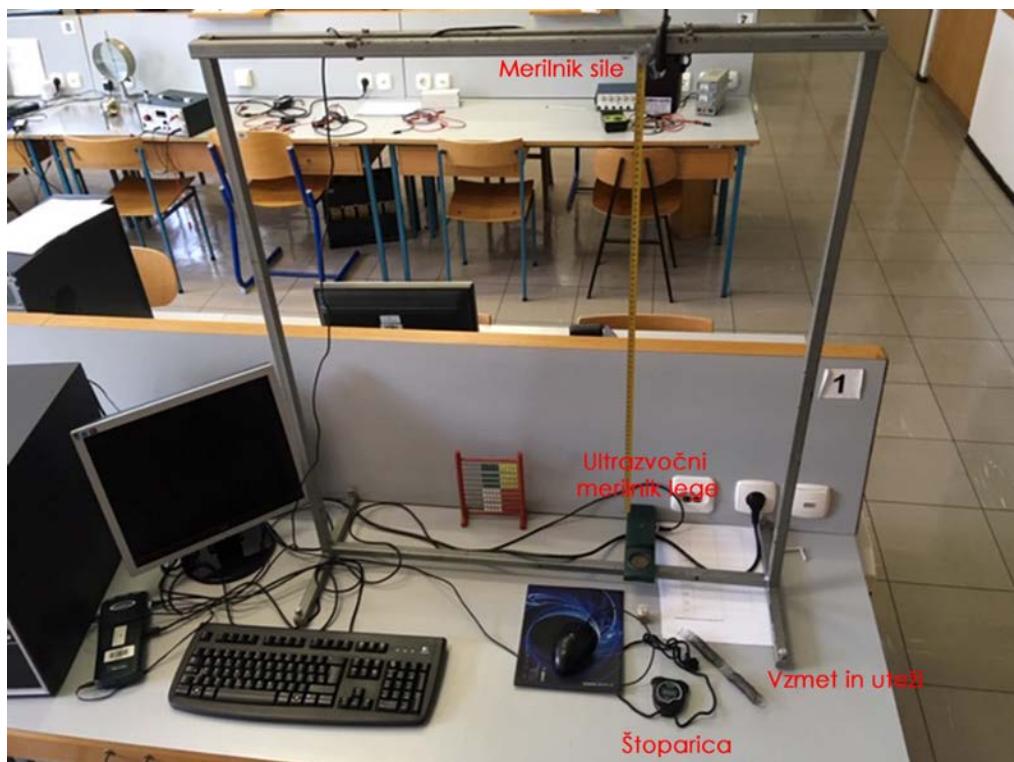
$$k = \underline{\hspace{5cm}}$$

Naloga:

Preveri ali je nihanje vzmetnega nihala zares sinusno! Iz grafa, ki prikazuje odmik v odvisnosti od časa, določi nihajni čas, amplitudo odmika uteži iz ravnovesne lege in njene hitrosti ter pospeška! Grafe tudi skiciraj in na njih označi amplitudo ter nihajne čase! Primerjaj pospešek, ki ga dobiš iz meritev odmika s silo, ki jo dobiš z merjenjem sile vzmeti! Meritev opravi za dve različni uteži! Iz meritev frekvence določi konstanto vzmeti!

Potrebščine:

- vijačna vzmet,
- uteži,
- štoparica,
- merilnik sile,
- ultrazvočni merilnik lege,
- vmesnik Vernier,
- osebni računalnik,
- stojalo,
- tehnicka.



Navodilo:

Rezultate meritev sproti vnašaj v priloženo tabelo!

Prvi del: Amplituda in frekvenca nihanja

1. Na stojalo pritrdi silomer in nanj vzmet, tako da silomer meri silo, s katero ga obremenjuje vzmet. Določi maso prve uteži m_1 , in jo pritrdi na drug konec vzmeti! Pod utež na primerni razdalji namesti ultrazvočni merilnik lege, ter poskrbi, da merilnik meri lego uteži in mu druga telesa niso v napoto. Med poskusom pazi, da utež ne pade na merilnik! Na računalniku poženi program LoggerPro in pravilno nastavi vmesnik (poskrbi, da so vključeni pravi senzorji).

2. Poženi nihalo in s štoparico izmeri čas desetih nihajev t'_{10} , iz katerega izračunaj nihajni čas t'_0 in frekvenco f .

3. Podobno meritev opravi tudi z elektronskimi merilniki. Skiciraj grafe lege, hitrosti in pospeška v odvisnosti od časa. Določi nihajni čas t'_0 iz grafa odmika uteži od ravnovesne lege in ga primerjaj s prej izmerjenim. Določi amplitudo odmika x_0 , hitrosti v_0 in pospeška a_0 .

4. Izračunaj amplitudi hitrosti in pospeška še iz izrazov:

$$\tilde{v}_0 = x_0 2\pi f \text{ in } \tilde{a}_0 = x_0 (2\pi f)^2.$$

Primerjaj amplitudo pospeška z amplitudo sile F_0 deljene z maso m_i . Vajo ponovi še za drugo maso. **Amplituda nihanja naj ne bo večja od 5 cm!**

	$m_1 =$	$m_2 =$
t'_{10}		
t'_0		
f		
t_0		
x_0		
v_0		
a_0		

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

\tilde{v}_0		
\tilde{a}_0		
F_0 / m_i		

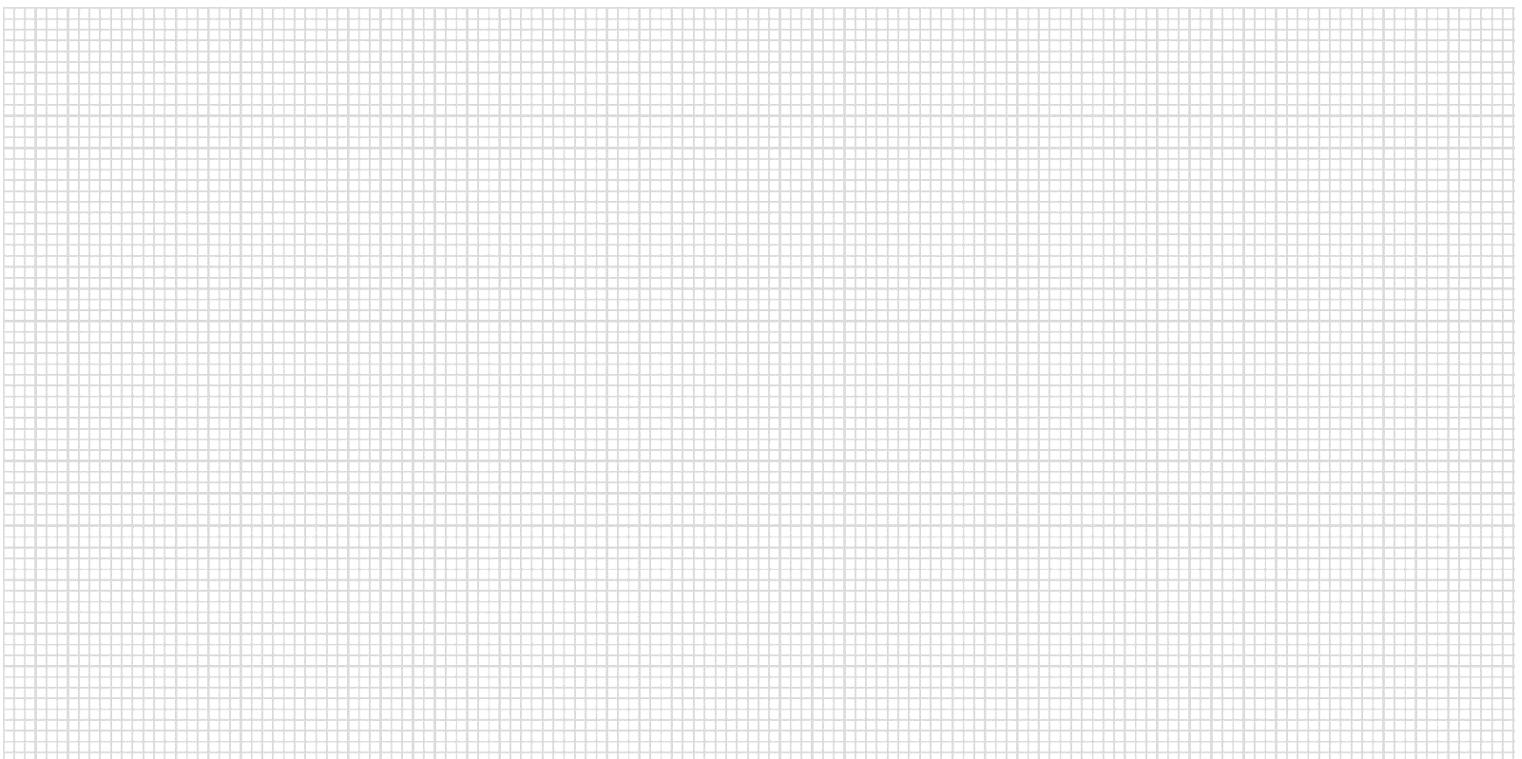


Drugi del: Konstanta vzmeti

1. Določi koeficient vzmeti tako, da ob vzmet postaviš merski trak ter vzmet raztezaš z roko. V tabelo vnašaj silo F' , ki jo kaže merilnik sile, in raztezek vzmeti x . Opravi vsaj devet meritev! Od sile, zapisane v tabeli, odštej silo F_{brez} , ki jo kaže merilnik sile preden vzmet raztegneš z roko.

$F' [N]$									
$x [cm]$									
$F' - F_{brez}$									

2. Nariši graf, ki kaže odvisnost sile $F' - F_{brez}$ od raztezka vzmeti x in iz grafa določi naklon oziroma koeficient vzmeti, $k_{izmerjen}$.



Praktikum iz fizike za kemijo inženirstvo – Navodila za vaje

3. Izračunaj koeficient vzmeti še iz lastnega nihajnega časa t_0 in ga primerjaj z izmerjenim.

$$k_{izmerjen} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$k_{izracunan} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Kako se spremeni koeficient vzmeti, če ga izmerimo z drugo maso?

Datum: _____

Podpis: _____

2. Gibalna količina in trki

Gibalna količina G_1 vozička z maso m_1 in hitrostjo v_1 je $G_1 = m_1 v_1$. Izrek o gibalni količini pove, da je sprememba gibalne količine vozička enaka sunku zunanjih sil na voziček,

$$\int F_1 dt = \Delta G_1 = G_1' - G_1 = m_1 v_1' - m_1 v_1 ,$$

kjer sta G_1' in v_1' gibalna količina in hitrost vozička po sunku, G_1 in v_1 pa pred njim. Tako na primer pri trku dveh vozičkov sunek sile $F_{2,1}$ drugega vozička na prvi voziček spremeni gibalno količino prvemu vozičku,

$$\int F_{2,1} dt = m_1 v_1' - m_1 v_1 .$$

Skupna gibalna količina sistema dveh vozičkov pred trkom G in po trku G' je enaka vsoti gibalnih količin vsakega izmed vozičkov,

$$G = G_1 + G_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \text{ in } G' = G_1' + G_2' = m_1 v_1' + m_2 v_2' .$$

Izrek o gibalni količini takega sistema se glasi

$$\int F dt = G' - G = m_1 v_1' + m_2 v_2' - (m_1 v_1 + m_2 v_2) ,$$

kjer je $\int F dt$ sunek vseh zunanjih sil na sistem. V sistemu so morebitne sile med vozičkoma notranje sile, zato se pri trku vozičkov skupna gibalna količina sistema ohranja,

$$m_1 v_1' + m_2 v_2' = m_1 v_1 + m_2 v_2 .$$

Pri popolnoma neprožnem trku se vozička sprimeta in gibljeta z enako končno hitrostjo, $v_1' = v_2' = v'$. Če drugo telo pred takim trkom miruje, velja:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v' .$$

Priprava:

1. Z osnovnimi enotami izrazite enoto za gibalno količino: _____

2. Z osnovnimi enotami izrazite enoto za sunek sile: _____

3. Zapiši povezavo med sunkom sile prvega telesa na drugega in sunkom sile drugega telesa na prvega.

4. V graf hitrosti v odvisnosti od časa vrišite potek hitrosti telesa, ki se najprej 3 s giblje enakomerno s hitrostjo 10 cm/s, potem se mu v 1 s hitrost enakomerno zmanjša na 5 cm/s, nato pa se s to hitrostjo telo giblje še 2 s. V graf sile od časa narišite takemu gibanju ustrezeno zunanjo silo. Merila za silo ni treba označiti, ker ni podatka za maso telesa.

v [cm/s]

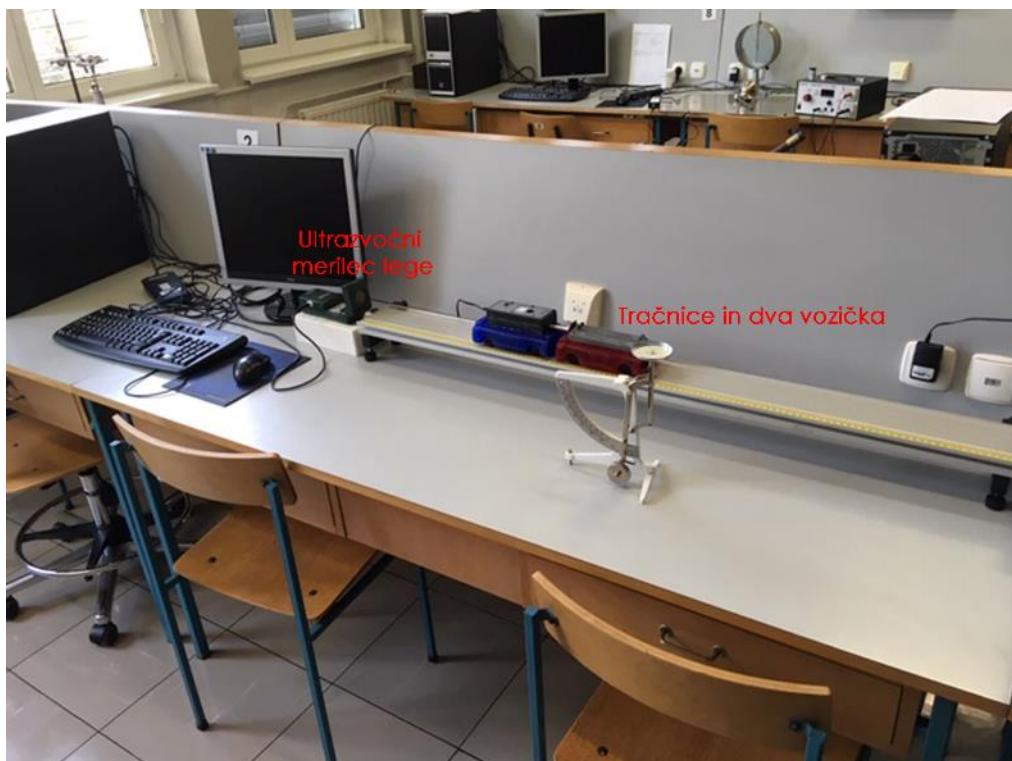


Naloga:

Preveri, da velja izrek o ohranitvi gibalne količine za neprožni trk! Izmeri sunek sile in ga primerjaj z izračunanim!

Potrebščine:

- tračnice,
- dva vozička s priborom za neprožni trk,
- ultrazvočni merilnik lege,
- merilnik sile,
- vmesnik Vernier,
- osebni računalnik,
- tehnicka.



Navodilo:

Stehtaj vozička, na katerih je nameščena priprava za neprožni trk,

$$m_1 = \underline{\hspace{10cm}}, m_2 = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Namesti vozička na tračnice. Z ene strani nastavi ultrazvočni meritnik lege tako, da bo nemoteno odčitaval lego prvega vozička. Zaženi program LoggerPro. Merilnik sile naj bo čvrsto pričvrščen na prvi voziček. Poženi prvi voziček, da trči z drugim in obenem poženi meritve lege in sile. Program naj izriše hitrost prvega vozička ter silo, ki jo meri silomer. Iz meritve razberi hitrost prvega vozička pred trkom in sprijetih vozičkov po trku:

$$v_1 = \underline{\hspace{10cm}}, v' = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Iz hitrosti pred in po trku izračunaj spremembo gibalne količine posameznega vozička:

Izračun:

$$\Delta G_1 = \underline{\hspace{10cm}}, \Delta G_2 = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Iz spremembe gibalnih količin izračunaj sunka sil

$$\int F_{1,2} dt = \underline{\hspace{10cm}}, \int F_{2,1} dt = \underline{\hspace{10cm}}$$

in ju primerjaj z izmerjenim,

$$\left(\int F_{1,2} dt \right)_{izmerjen} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Namig: Izmerjeni sunek sile izračunaš tako, da integriraš (sesteješ) vse sile, ki so v času trka delovale na voziček. To lahko narediš v programu LoggerPro.

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Izračunaj ali se pri trku skupna gibalna količina sistema dveh vozičkov res ohranja! Zakaj se ozioroma se ne ohranja?

Izračun:

Odgovor: _____

Datum: _____

Podpis: _____

3. Viskoznost

Vrtenje telesa v tekočini

Med dve vzporedni vodoravni plošči nalijemo tekočino. Razdalja med ploščama (debelina plasti tekočine) je z , površina vsake izmed stičnih ploskev med tekočino in eno izmed plošč pa S . Spodnja plošča je pritrjena, medtem ko zgornjo vlečemo v vodoravni smeri enakomerno s hitrostjo v . Sila F , s katero vlečemo, je konstantna, saj jo uravnoteži (nasprotno) enaka sila viskoznosti F_v zaradi trenja med plastmi tekočine z različnimi hitrostmi:

$$\frac{F}{S} = \eta \frac{v}{z}.$$

Koefficient viskoznosti η je značilen za tekočino in je odvisen od njene temperature.

Koaksialni viskozimeter je sestavljen iz dveh koncentričnih valjev. Notranji valj polmera r se vrta v zunanjem, med valjema pa je plast tekočine debeline Δr , ki notranji valj omoči do višine h . Valj se vrta zaradi navora teže uteži mase m na vrvici, ki je navita okoli gredi polmera r_g notranjega valja.

Začetno pospešeno vrtenje sčasoma preide v enakomerno vrtenje, ko sta navor teže uteži $M_t = mgr_g$ in navor zaradi viskoznosti

$$M_v = rF_v = \frac{rS\eta v}{\Delta r} = \frac{2\pi\eta\omega hr^3}{\Delta r}$$

(nasprotno) enaka, pri čemer je $v = \omega r$ obodna hitrost notranjega valja, ω je kotna hitrost vrtenja in je $S = 2\pi rh$ površina prijemališča viskozne sile (predpostavili smo še, da sta polmer notranjega valja in razdalja med spodnjo osnovno ploskvijo notranjega valja in dnem zunanjega valja mnogo večja od Δr , tako da lahko zanemarimo vpliv ukrivljenosti in navor viskoznosti na spodnji ploskvi notranjega valja). Iz enakosti obeh navorov izrazimo viskoznost tekočine,

$$\eta = \frac{mgr_g \Delta r}{2\pi\omega hr^3}.$$

Pretok tekočine po tanki cevi

Viskoznost je količina, ki opisuje, kako močno se tekočina upira pretakanju. Primer tekočine z visoko viskoznostjo je med, medtem ko ima voda precej nižjo viskoznost. Pri pretakanju po tankih cevkah tekočina ob steni miruje, zato za poganjanje toka potrebujemo razliko tlakov.

Prostorninski pretok tekočine definiramo kot prostornino tekočine, ki se pretoči v nekem časovnem intervalu:

$$\phi = \frac{\Delta V}{\Delta t}.$$

Če upoštevamo, da je tok v cevi laminaren in hitrostni profil paraboličen z maksimumom na sredini cevi, ob steni pa tekočina miruje, je prostorninski pretok ϕ skozi cev enak

$$\phi = \frac{\pi r^4 p}{8\eta l},$$

kjer je p tlačna razlika, r polmer cevi, l dolžina cevi in η viskoznost tekočine.

Če pretakamo kapljevinu iz ene posode v drugo, ki sta med seboj povezane s cevko, tlačno razliko zagotovi razlika v višini gladin na obeh straneh cevke. Ker se višinska razlika med pretakanjem zmanjšuje, se s časom zmanjšuje tlačna razlika in s tem tudi pretok. Hitreje kot tekočina izteka, v krajšem času se bo pretočila, zato je pri nespremenjenih pogojih (višinski razlici, polmeru in dolžini cevke) čas iztekanja premo sorazmeren z viskoznostjo. Sorazmernost bomo izkoristili za merjenje viskoznosti, ne da bi potrebovali dolžino in debelino cevke ter obliko posode. Če čas iztekanja nepoznane tekočine primerjamo s časom iztekanja tekočine z znano viskoznostjo (npr. vodo), lahko iz njunega razmerja določimo viskoznost nepoznane tekočine.

Z uporabo Bernullijeve enačbe in Poiseuillovega zakona ter ob predpostavki, da sta posodi enaki, se lahko pokaže

- da je razmerje med trenutno in začetno razliko v prostornini enako razmerju med trenutno in začetno razliko v višini tekočine v posodah;
- da se to razmerje s časom eksponentno zmanjšuje:

$$\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = \frac{\Delta h(t)}{\Delta h(t=0)} = e^{-\frac{t}{T}},$$

kjer je T razpadni čas, ki ga lahko zapišemo kot $T = \frac{4\eta l S}{\pi r^4 \rho g}$, kjer je ρ gostota tekočine, S presek valja, g pa gravitacijski pospešek.

Priprava:

1. Izrazi enoto za viskoznost z osnovnimi enotami: _____
2. V tabelah poišči podatka za gostoto vode in olja ter podatka za viskoznost vode in olja. V izraze vstavi ustrezzo matematično razmerje (enako, manjše od, večje od)

$$\rho_{olja} \qquad \rho_{vode} \qquad \eta_{vode} \qquad \eta_{olja}$$

3. Zapiši definicijo kotne hitrosti ω in njeno enoto:

4. Iz enačbe izrazi čas t :

$$\frac{1}{2} = e^{-\frac{t}{T}}$$

5. Logaritem $\log_{100} 1000$ zapiši z desetiškim logaritmom in izračunaj njegovo vrednost.

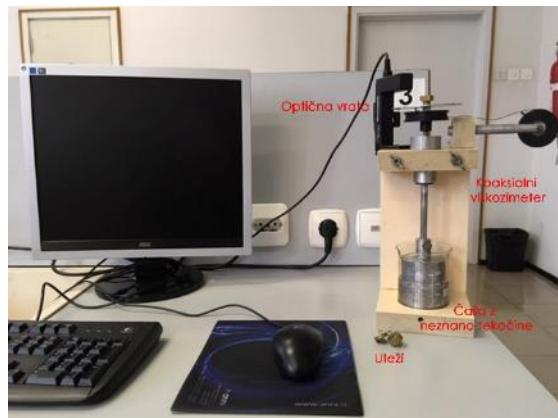
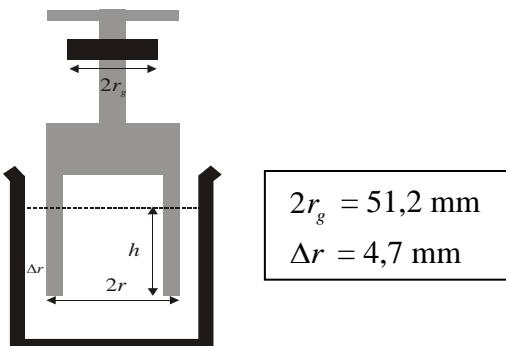
Naloga:

S koaksialnim viskozimetrom izmeri viskoznost neznane tekočine! Z merilno napravo sestavljeni iz centrifugirki in kapilare izmeri viskoznost vode z dodanim sladkorjem!

Prvi del:

Potrebščine:

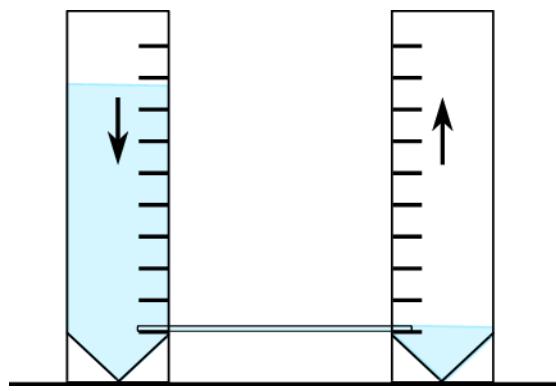
- koaksialni viskozimeter,
- neznana tekočina,
- optična vrata,
- vmesnik Vernier,
- osebni računalnik,
- vrvica,
- uteži,
- kljunasto merilo.



Drugi del:

Potrebščine:

- 5x 50 ml centrifugirke z merilom prostornine,
- 5x 15 ml centrifugirke z merilom prostornine,
- dve 15 ml centrifugirki, povezani s kapilaro, na podstavku (glej sliko),
- štoparica,
- voda,
- sladkor,
- žlica.



Navodilo:

Rezultate meritev sproti vnašaj v priloženo tabelo!

Prvi del: Merjenje viskoznosti s koaksialnim viskozimetrom

1. Na vreteno navij vrv, ki je napeljana preko lahkega škripca. Na konec vrvi obesi utež, ki ji določiš maso, m_i .
2. S kljunastim merilom izmeri globino potopljenega dela aluminijastega valja h in polmer vretena, na katerega je navita vrv, r_g .
3. Zaženi program »viskoznost« in opravi meritev kotne hitrosti z optičnimi vrtati. Spusti utež in skiciraj potek kotne hitrosti. Iz grafa odberi kotno hitrost ω notranjega valja, ko se le-ta vrti enakomerno.
4. Iz nje izračunaj viskoznost neznane tekočine, η .

Ponovi meritev, pri čemer spreminjaš maso uteži in višino h omočenosti notranjega valja.

	$m_1 =$ $h_1 =$	$m_2 =$ $h_2 =$	$m_3 =$ $h_3 =$	$m_4 =$ $h_4 =$
ω				
η				

Pazi da ti valj ne pade v tekočino!

Skiciraj potek kotne hitrosti ω med eksperimentom. Označi del, kjer se kotna hitrost ustali.



Drugi del: Merjenje viskoznosti s pretokom skozi kapilaro

1. Pripravite pet 50 ml centrifugirk z različnimi količinami sladkorja: 0 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml in 20 ml. Previdno dopolnite centrifugirke z vodo do oznake 50 ml, jih zaprite in dobro pretresite, da se ves sladkor raztopi.
2. Viskoznost izmerite za vzorce v vrstnem redu od najmanjše do najvišje koncentracije sladkorja.
3. Odmerite 15 ml vzorca s pomočjo dozirne 15 ml centrifugirke. **Pripravite štoparico.** Hitro in v celoti prelijte vsebino dozirne centrifugirke v eno izmed povezanih centrifugirk. Iztekanje je enakomerno šele, ko sta oba konca mikropipete pod gladino, zato bomo šele takrat začeli z merjenjem časa. Štoparico sprožite, ko gladina vode v prvi centrifugirki doseže oznako $V_1 = 14$ ml in beležite vmesne čase, ko tekočina doseže oznake napisane v Tabeli 1. Čase vnesite v Tabelo 1.
4. Iz podatka, da je skupna prostornina tekočine enaka $V_0 = 15$ ml, lahko določimo prostornino v drugi centrifugirki kot $V_2 = V_0 - V_1$ in razliko prostornin $V_1 - V_2 = 2V_1 - V_0$. Izračunajte razlike prostornin za vsako oznako in jih zapišite v drugi stolpec Tabele 1.
5. Razmerje med trenutno in začetno razliko v prostornini je enako razmerju med trenutno in začetno razliko v višini:

$$\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = \frac{\Delta h(t)}{\Delta h(t=0)}.$$

6. To razmerje se zmanjšuje eksponentno s časom:

$$\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = \frac{\Delta h(t)}{\Delta h(t=0)} = 2^{-\frac{t}{T}},$$

kjer je **T razpolovni čas**, to je je čas, pri katerem začetna razlika v višini pade na polovico. (Razpolovni čas ni enako kot razpadni čas)

7. Enačbo logaritmiramo kar nam da:

$$\log_2 \left(\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} \right) = -\frac{t}{T}.$$

Izračunane logaritme zapišemo v Tabelo 1.

V_1	$V_1 - V_2$	$\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t = 0)}$	$\log_2 \left(\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t = 0)} \right)$	0 ml sladkorja	5 ml sladkorja	10 ml sladkorja	15 ml sladkorja	20 ml sladkorja
14 ml	13 ml	1.00	0	0 s	0 s	0 s	0 s	0 s
12 ml								
10 ml								
8 ml								

Tabela 1: Podatki o pretakanju tekočin.

8. Nariši graf $\log_2 \left(\frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t = 0)} \right)$ v odvisnosti od časa. Primerno izberite skalo vodoravne osi ter označite in pojmenujte osi grafa. Skozi točke za vsak vzorec potegnite premico, ki se točkom najbolje prilega. Iz premice določite razpolovni čas za vsakega izmed vzorcev. Rezultate zapisi v drugi stolpec Tabele 2.
9. Viskoznost vode pri sobni temperaturi je $\eta = 0.89$ mPas. Izračunajte viskoznosti ostalih tekočin, če upoštevate, da je razpolovni čas premo sorazmeren z viskoznostjo:

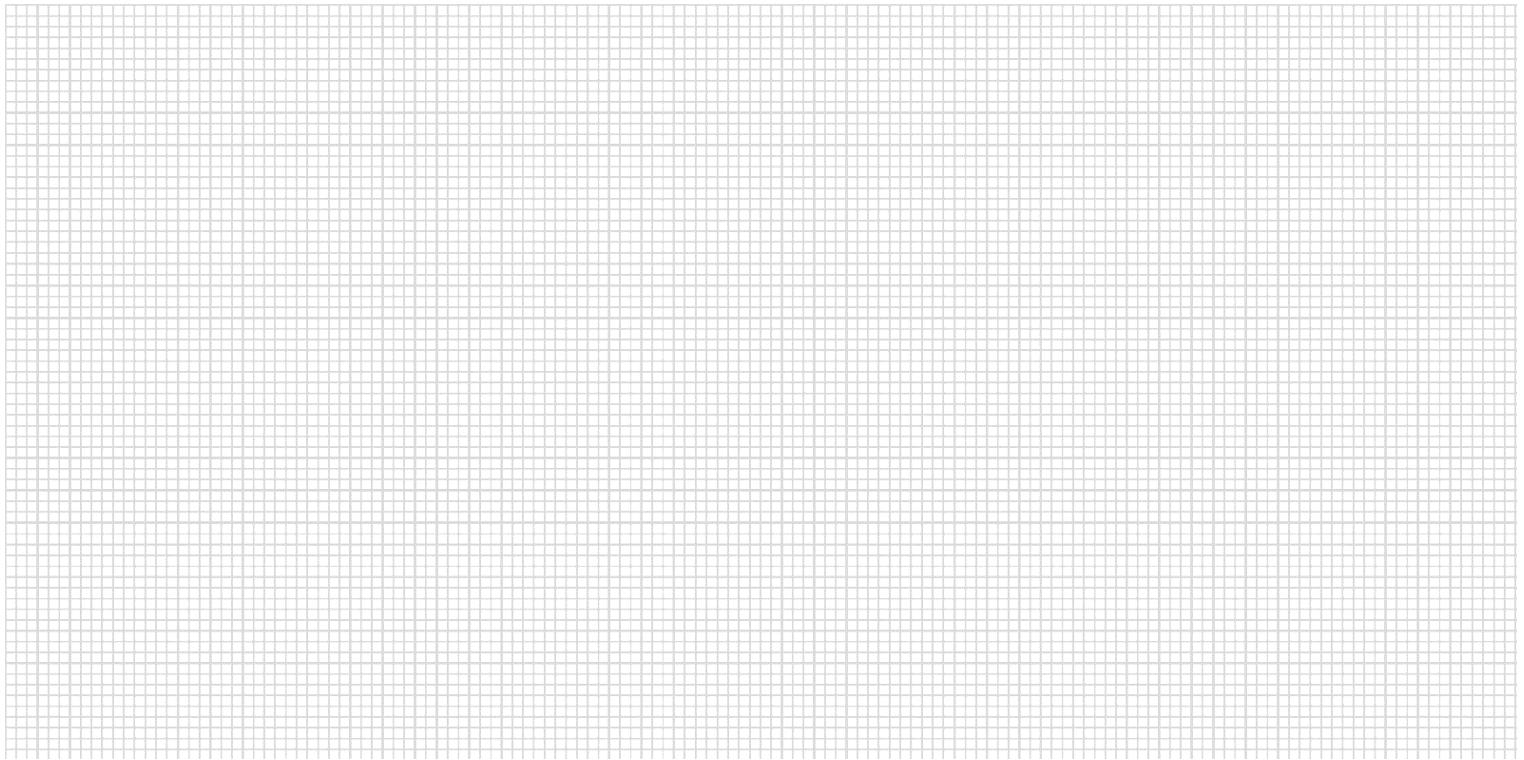
$$T = k\eta,$$

kjer je k konstanta. Pri tem smo predpostavili, da se gostota tekočin ne spremeni. Rezultate vnesi v Tabelo 2.

10. Po vsaki meritvi previdno dvignite pripravo in zlijte vsebino v za to pripravljeno posodo. **Pazite, da se centrifugirki pri tem ne vrtita ena glede na drugo**, saj to lahko zrahlja lepilo ali zlomi kapilaro.

Vzorec	Razpolovni čas	Viskoznost
0 ml sladkorja		0.89 mPas
5 ml sladkorja		
10 ml sladkorja		
15 ml sladkorja		
20 ml sladkorja		

Tabela 2: Razpolovni časi pri pretakanju.



1. Kolikšen bi bil razpadni čas za čisto vodo, če bi vzeli dvakrat debelejšo cevko?

Račun:

Odgovor: _____

2. Obkroži, katere spremembe bi podaljšale razpolovne čase. Možnih je več odgovorov.

- a) Debelejša centrifugirka
- b) Tanjša centrifugirka
- c) Tanjša cevka (mikropipeta)
- d) Daljša cevka
- e) Krajša cevka

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

3. Koliko časa bi čakali, da bi prostornina raztopine z največ sladkorja v prvi centrifugirki padla na 7.8 ml?

Račun:

Odgovor: _____

Datum: _____

Podpis: _____

4. Stojno valovanje

Hitrost zvoka c v aluminijasti palici je določena z gostoto ρ aluminija in z njegovim prožnostnim modulom E ,

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} .$$

Valovanje, ki pripotuje do konca palice, se od konca odbije. Z interferenco odbitega in vpadnega valovanja nastane stojno valovanje s hrbtoma na koncu palic. Valovna dolžina stojnega valovanja je

$$\lambda_n = \frac{2l}{n} ,$$

frekvenca pa v_n , tako da

$$c = \lambda_n v_n ,$$

pri čemer je n število vozlov in je l dolžina palice.

Priprava:

1. Kaj je zvok? _____
2. Kako izračunamo prostornino valja s polmerom r in višino h ? _____
3. Kolikšna je hitrost zvoka v zraku? _____
4. Na skicah palic, skiciraj amplitudo stopečega valovanja z enim, dvema in tremi vozli.

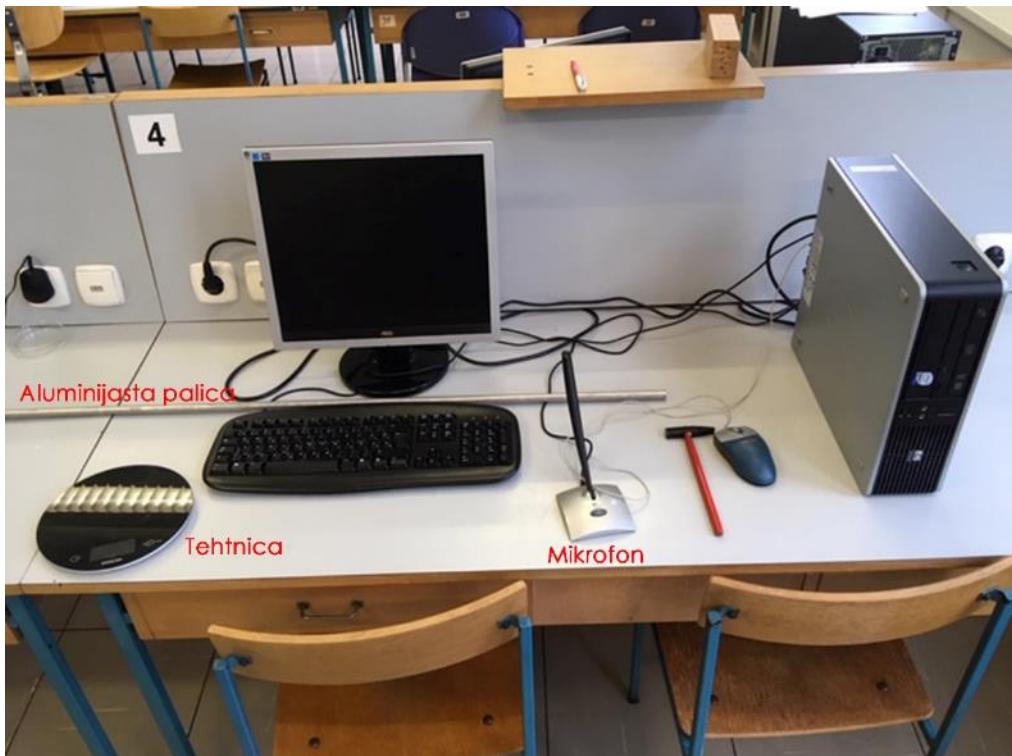


Naloga:

Izmeri frekvenco stojnega valovanja v aluminijasti palici ter določi hitrost zvoka v aluminiju in prožnostni modul aluminija. Opisno razloži, kakšna je razlika med tonom, zvokom in šumom.

Potrebščine:

- aluminijasta palica,
- kladivo,
- mikrofon,
- ojačevalnik,
- računalnik,
- meritni trak,
- kljunasto merilo,
- tehnicka.



Navodilo:

Prvi del: Izmeri prožnostni modul aluminija

Z merilnim trakom izmeri dolžino palice l in označi njen polovico in četrtino, s kljukastim merilom pa določi njen polmer r :

$$l = \underline{\hspace{10cm}}, \quad r = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Nato izračunaj presek palice S in njen prostornino V :

$$S = \underline{\hspace{10cm}}, \quad V = \underline{\hspace{10cm}}.$$

S tehtanjem določi maso palice m in določi njen gostoto ρ :

$$m = \underline{\hspace{10cm}}, \quad \rho = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Prikluči mikrofon na računalnik in poženi program Audacity. Palico trdno primi z dvema prstoma na sredini in udari s kladivom po njenem robu. Približaj palico mikrofonu in posnemi zvok, ki ga oddaja palica. V programu odčitaj čas 20 nihajev in iz tega izračunaj nihajni čas t_1 . Nato z računalnikom nariši spekter zvoka in iz spektra odčitaj frekvenco v_1 .

$$t_1 = \underline{\hspace{10cm}}, \quad v_1 = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Ali se frekvenca ujema z $1/t_1$?

Določi valovno dolžino λ_1 in hitrost c_1 takega valovanja:

$$\lambda_1 = \underline{\hspace{10cm}}, \quad c_1 = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Določi nihajni čas, frekvenco, valovno dolžino ter hitrost še tako, da držiš palico na četrtini dolžine:

$$t_2 = \underline{\hspace{10cm}}, \quad v_2 = \underline{\hspace{10cm}},$$

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

$$\lambda_2 = \underline{\hspace{10cm}}, c_2 = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Izračunaj povpračno hitrost \bar{c} obeh hitrosti in iz nje določi prožnostni modul aluminija E :

$$\bar{c} = \underline{\hspace{10cm}}, E = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Prožnostni modul aluminija je 69 GPa. Ali se vaša meritev ujema z podatki iz literature? Kje se pojavi največja napaka?

Drugi del: Opisno razložimo razliko med tonom, zvokom in šumom

1. Za ton vzami spektre, ki si jih dobil pri tem, ko si palico držal na sredini. Skiciraj spekter, ki si ga dobil. Kaj opaziš?

Skica spektra:

2. Za primer zvoka, v mikrofon zapoj enega od samoglasnikov. Skiciraj spekter. Kako se izmerjeni spekter razlikuje od spektra aluminijaste palice?

Skica spektra:

Praktikum iz fizike za kemisko inženirstvo – Navodila za vaje

4. Za primer šuma, v mikrofon izgovori črko š (šššššššššš). Skiciraj spekter. Kaj opaziš? Ali se spekter kako razlikuje od spektrov tona in zvoka?

Skica spektra:

Datum: _____

Podpis: _____

5. Določanje gostote zraka pri normalnih pogojih

Gostota zraka je masa Zemljine atmosfere na enoto volumna. Zrak je v večini sestavljen iz dušika in kisika in omogoča življenje na Zemlji v taki obliki kot ga poznamo. Pri tlaku 101.325 kPa in temperaturi 15°C je gostota zraka približno 1.225 kg/m^3 . Molska masa zraka je 28.9647 g/mol. Gostota zraka je pomemben podatek, ki se uporablja v mnogih znanstvenih področjih kot na primer aeronavtiki, gravimetriji, meteorologiji pa tudi v industriji kot na primer pri načrtovanju letalskih in avtomobilskih motorjev, hladilnih stolpov, itd.

V prvem približku lahko zrak obravnavamo kot enoatomni plin in lahko povezavo med tlakom, volumnom in temperaturo opišemo z splošno plinsko enačbo

$$pV = \frac{m}{M} RT ,$$

kjer je $R = 8.314 \text{ J/mol K}$ splošna plinska konstanta, p tlak, V volumen, m masa, M molska masa in T temperatura plina.

Priprava:

1. Ocenite povprečno gostoto vašega telesa. Svoje izračune in postopek reševanja zapišite. Navedite vse predpostavke, ki ste jih naredili pri vašem izračunu.
 2. Na mizo je položen balon napolnjen z zrakom. Narišite in označite vse sile, ki delujejo na balon in zapišite matematično zvezo med njimi.

Naloga:

Določi gostoto zraka pri normalnih pogojih na dva različna načina.

Prvi del:

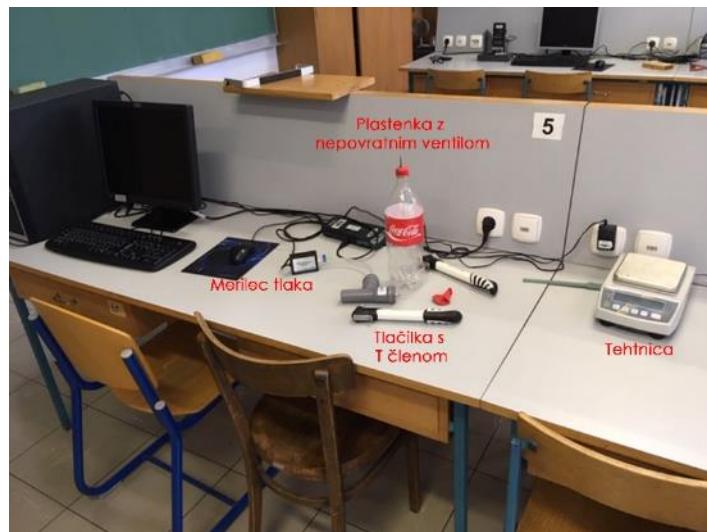
Potrebščine:

- kolesarska tlačilka,
- razstavljena kolesarska tlačilka,
- plastenka,
- pokrovček za plastenko z vgrajenim ventilom,
- precizna tehtnica.

Drugi del:

Potrebščine:

- kolesarska tlačilka,
- balon,
- elastike,
- meter,
- precizna tehtnica,
- T člen z vgrajenim ventilom in cevko,
- senzor tlaka in računalnik za prikazovanje meritev senzorja,
- vaš telefon.



Navodilo:

Rezultate meritev sproti zapisuj. Zapiši tudi vse izračune in nariši skice, kjer je potrebno.

Prvi del: Določi gostoto zraka s kolesarsko tlačilko in plastenko

1. Zasnujte eksperimentalno metodo, ki vam bo omogočila, da z navedeno opremo, določite gostoto zraka pri normalnih pogojih. Natančno opišite poskuse. K opisu dodajte skico z označenimi pomembnimi deli eksperimenta. Ko opravite ta korak, pokličite asistenta in mu predstavite svojo metodo določanja gostote zraka.

Skica:

2. Zapišite enačbe, s pomočjo katerih boste določili gostoto zraka.

3. Navedite vse predpostavke, ki ste jih naredili. Premislite, katera predpostavka ima največji vpliv na rezultat. Določite, kako ta predpostavka vpliva na vaš končni rezultat (če predpostavka ne velja, bo vaš končni rezultat večji ali manjši v primerjavi z rezultatom, ki bi ga dobili, če predpostavka velja?).

4. Z vašo metodo določite gostoto zraka. Ocenite nenatančnost/napako vašega končnega rezultata. Nenatančnost meritve določite tako, da upoštevate le največji vir nenatančnosti in ga uporabite za izračun nenatančnosti vaše meritve.

Drugi del: Določi gostoto zraka s kolesarsko tlačilko in balonom

1. Narišite vse sile, ki delujejo na prazen balon položen na tehtnico in zapišite zvezo med silami, ki delujejo na balon, s katero se strinjate vsi v skupini. Postopek ponovite za balon, ki je napihnjen z zrakom in položen na tehtnico. Zasnujte metodo, s katero boste določili gostoto zraka pri normalnem zračnem tlaku in sobni temperaturi. Zapišite tudi vse enačbe in fizikalne količine, ki jih boste potrebovali. Navedite predpostavke, ki so po vašem mnenju najbolj pomembne pri določanju gostote zraka v vašem poskusu. Ko se vsi v skupini strinjate z izbrano metodo pokličite asistenta. (Namig: Volumen balona lahko določite iz sence, tlak v balonu pa s pomočjo T člena)

Skici balonov:

Izbrana metoda:

Praktikum iz fizike za kemijo inženirstvo – Navodila za vaje

Enačbe in fizikalne količine:

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

2. Določite gostoto zraka z vašo metodo. Zapišite si vse meritve in končne rezultate. Ocenite nenatančnost vašega končnega rezultata. Nenatančnost meritve določite tako, da upoštevate le največji vir nenatančnosti in ga uporabite za izračun nenatančnosti vaše meritve.

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

3. Ko ste zaključili z obema načinoma določanja gostote zraka, primerjajte rezultata. Se rezultata ujemata v okviru nenatančnosti meritev? Če ne, kaj bi lahko bil vzrok za neujemanje in kako bi izboljšali vaše metode, če bi imeli čas?

Datum: _____

Podpis: _____

6. Kalorimetrija

Temperaturi vode in vzorca, ki ga potopimo v vodo, se sčasoma izenačita. Pri ohlajanju vode se sprosti toplota

$$Q_v = m_v c_{p,v} (T_z - T_v) ,$$

medtem ko se za segrevanje vzorca porabi toplota

$$Q_l = m_l c_{p,l} (T_z - T_l) ,$$

pri čemer je m_l masa vzorca s specifično toploto pri konstantnem tlaku $c_{p,l}$ in začetno temperaturo T_l , m_v je masa vode s specifično toploto $c_{p,v}$ in začetno temperaturo T_v , medtem ko je T_z zmesna temperatura. Zaradi toplotne izoliranosti vode in vzorca od okolice velja

$$Q_l + Q_v = 0 ,$$

tako da je specifična toplota vzorca

$$c_{p,l} = c_{p,v} \frac{m_v (T_v - T_z)}{m_l (T_z - T_l)} .$$

Priprava:

1. Zapiši enoto za specifično toploto in jo izrazi z osnovnimi enotami: _____.

2. Poišči specifično toploto vode in jo zapiši: $c_{p,v} =$ _____.

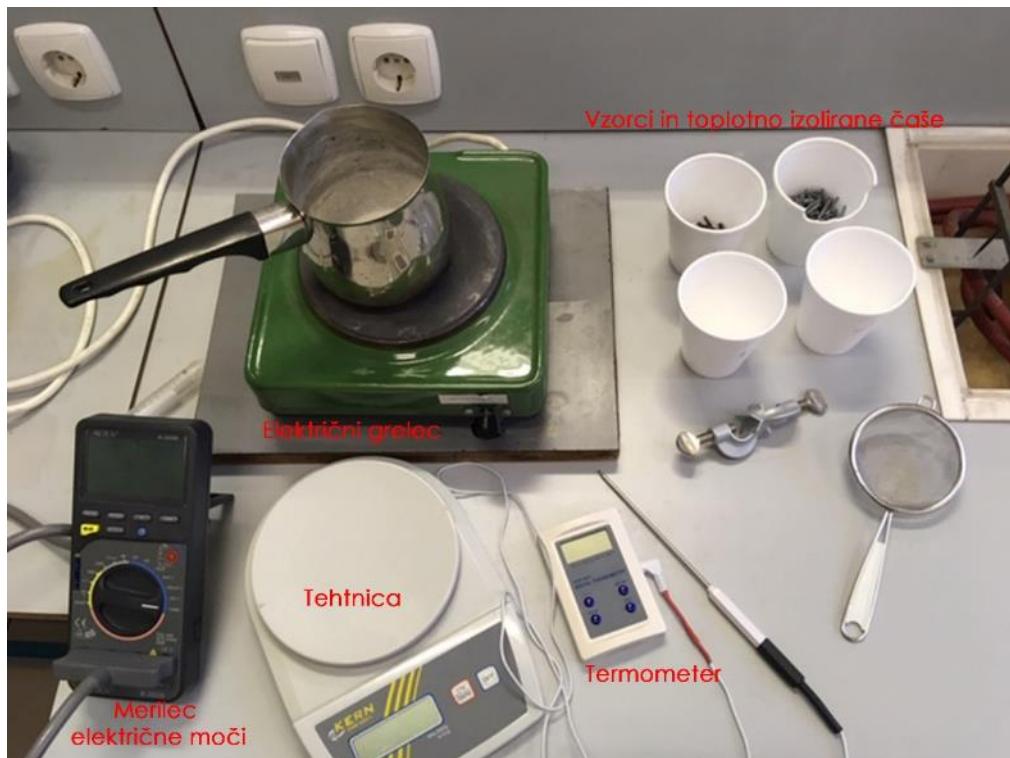
3. Koliko topote odda grelnik z močjo $P = 300 \text{ W}$ v časovnem intervalu $t = 5 \text{ minut}$?

Naloga:

Določi specifično toplosto neznanih vzorcev! Določi tudi specifični čas, v katerem vzorec doseže končno temperaturo.

Potrebščine:

- dve topotno izolirani čaši,
- termometri,
- električni grelec (kuhalnik vode),
- dva vzorca neznane snovi,
- tehnicka,
- štoparica,
- menzura.



Navodilo:

Vse meritve in rezultate vpisuj v tebele!

1. Stehtaj maso prazne topotno izolirane čaše

$$m_1 = \underline{\hspace{5cm}}.$$

2. V topotno izolirano čašo stresi vzorec. Kot vzorec uporabimo snov razdrobljeno na koščke, s čimer povečamo površino v primerjavi s prostornino, da je prenos topote čimhitrejši.
3. Stehtaj polno čašo. Določi maso neznanega vzorca snovi tako, da od izmerka odšteješ maso prazne čaše. V čašo z vzorcem vstavi tipalo digitalnega termometra, pazi, da pri tem ne preluknjaš dna čaše. Izmeri temperaturo vzorca.
4. V posodo na kuhalniku nalij približno 2 dl vode in vodo zavri. Temperatura vode ni nujno 100 °C, temperatura vrelišča je namreč odvisna od zračnega tlaka. Izmeri temperaturo vrele vode.
5. Vlij toliko vrele vode, da bo vzorec popolnoma prekrit. Takoj ko vliješ vodo v posodo, prični meriti čas. Na 10 sekund si zapisuj temperaturo vzorca. Temperaturo meri vsaj 5 minut, rezultati si zapisuj v tabelo, nato pa nariši odvisnost temperature od časa. Iz grafa določi zmesno temperaturo in stehtaj čašo z vodo in vzorcem, da določiš maso dolite vode. Ponovi postopek z drugim vzorcem.

	$m_1 =$	$m_2 =$
T_{vzorca}		
T_{vode}		
m_{vode}		
T_{zmesna}		
c_p		
t_{zmesni}		

Tabela 1: Meritve in rezultati pri nalogi.

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	10	20	30	40	50	60
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	70	80	90	100	110	120
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	130	140	150	160	170	180
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	190	200	210	220	230	240
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	250	260	270	280	290	300

Tabela 2: Temperatura v odvisnosti od časa.

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	10	20	30	40	50	60
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	70	80	90	100	110	120
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	130	140	150	160	170	180
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	190	200	210	220	230	240
$T [^{\circ}\text{C}]$						
$t [\text{s}]$	250	260	270	280	290	300

Tabela 2: Temperatura v odvisnosti od časa.

Praktikum iz fizike za kemijo inženirstvo – Navodila za vaje

1. Kako ste določili čas, v katerem se je temperatura ustalila?

2. Kaj bi mogli pri izračunu c_p spremeniti, če bi v vodo pri sobni temperaturi nasuli delce snovi, ki so segreti na 100 °C? Zapiši enačbo, s katero bi izračunali c_p v takem primeru.

Datum: _____

Podpis: _____

7. Električna vezja

Električni tok skozi porabnik merimo z ampermetrom. Priključimo ga zaporedno s porabnikom, njegov upor pa naj bo majhen v primerjavi z uporom porabnika. Gonilno napetost generatorja in napetost na porabniku merimo z voltmetrom. Priključimo ga vzporedno z generatorjem ali porabnikom, njegov upor pa mora biti velik v primerjavi z uporom porabnika ali notranjim uporom generatorja.

Elektični upor R volframove nitke v žarnici je sorazmeren s specifičnim uporom ς volframa,

$$R = \varsigma \frac{l}{S} ,$$

kjer je l dolžina nitke in S njen prečni presek. Specifični upor volframa je odvisen od njegove temperature. Za dovolj majhne temperaturne razlike je zveza med specifičnim uporom in temperaturo kar linearна,

$$\varsigma(T_2) = \varsigma(T_1) + a(T_1)\varsigma(T_1)(T_2 - T_1) ,$$

kjer je $a(T_1)$ temperaturni koeficient specifičnega upora v bližini temperature T_1 ,

$$a(T_1) = \frac{\varsigma(T_2) - \varsigma(T_1)}{\varsigma(T_1)(T_2 - T_1)} .$$

Tako lahko določimo specifični upor volframa pri temperaturi T , $T_1 \leq T \leq T_2$,

$$\varsigma(T) = \varsigma(T_1) + a(T_1)\varsigma(T_1)(T - T_1) = \varsigma(T_1) + [\varsigma(T_2) - \varsigma(T_1)]\frac{T - T_1}{T_2 - T_1} ,$$

po drugi strani pa lahko iz meritve specifičnega upora ς , $\varsigma(T_1) \leq \varsigma(T') \leq \varsigma(T_2)$, določimo temperaturo nitke T' ,

$$T' = T_1 + \frac{\varsigma(T') - \varsigma(T_1)}{a(T_1)\varsigma(T_1)} = T_1 + (T_2 - T_1)\frac{\varsigma(T') - \varsigma(T_1)}{\varsigma(T_2) - \varsigma(T_1)} .$$

Priprava:

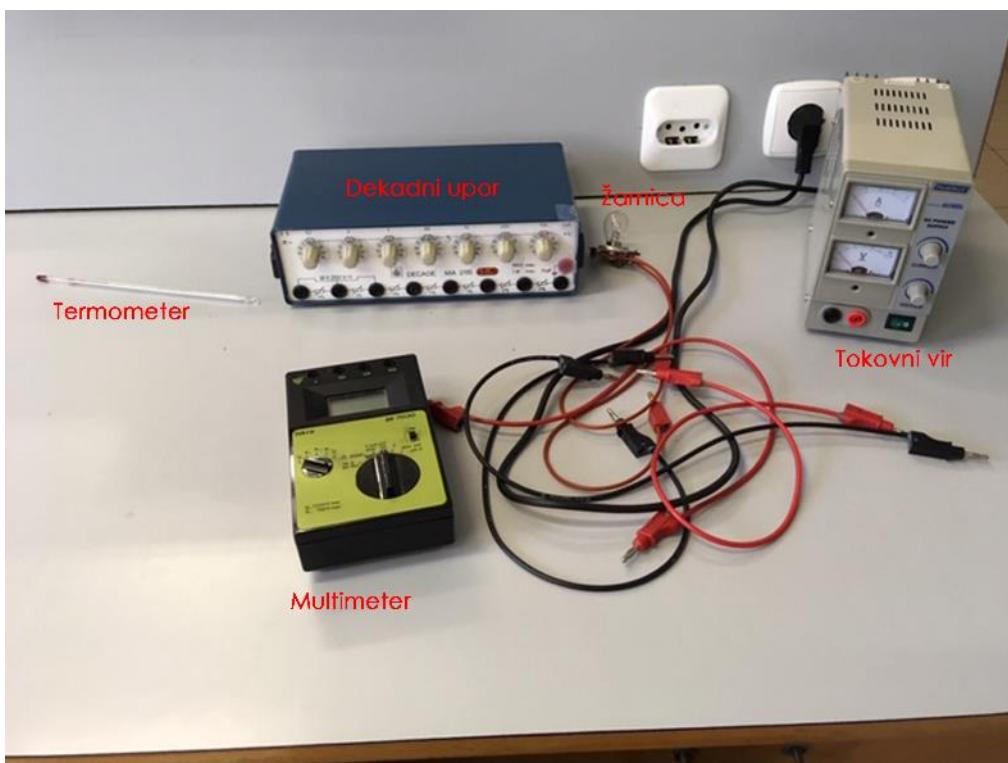
1. Nariši shemo vezja, v katerem z voltmetrom merimo napetost na porabniku, ki je priključen na vir napetosti.
 2. Nariši shemo vezja, v katerem z ampermetrom merimo tok skozi porabnik, ki je priključen na vir napetosti.
 3. Zapiši Ohmov zakon. Vsem fizikalnim količinam iz Ohmovega zakona pripisi enote v osnovnih enotah.

Naloga:

Izmeri napetost izvira in primerjaj izmerjeno upornost z izračunano. Določi temperaturo sijoče žarnice!

Potrebščine:

- tokovni vir,
- ampermeter,
- voltmeter,
- multimeter,
- volframova žarnica,
- reostat.



Navodila:

Prvi del: Preprosta električna vezja

Na viru enosmerne napetosti nastavi napetost in jo izmeri z voltmetrom:

$$U_g = \underline{\hspace{10em}}.$$

Na vir priključi upornik ter uporniku vzporedno voltmeter. Zapiši napetost, ki jo kaže voltmeter:

$$U_R = \underline{\hspace{10em}}.$$

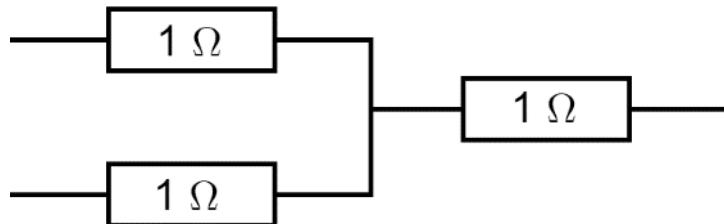
Zaporedno poveži vir enosmerne napetosti, ampermeter in upornik. Kot upornik uporabi uporovno dekado, kjer nastaviš upor nekaj sto ohmov. Skozi ampermeter teče tok

$$I = \underline{\hspace{10em}}.$$

Pomeri upor upornika z multimetrom, in ga primerjaj z uporom, izračunanim po Ohmovem zakonu:

$$R_{izmerjeni} = \underline{\hspace{10em}}, R = \frac{U}{I} = \underline{\hspace{10em}}.$$

Izračunaj nadomestni upor vezja prikazanega na spodnji skici:



Drugi del: Meritev temperature žarilne nitke

Izmeri temperaturo zraka v sobi $T = \underline{\hspace{10cm}}$.

Iz podatkov v spodnji tabeli določi specifični upor volframa $\varsigma(T_1)$ in vrednost koeficienta $a(T_1)$ pri temperaturi $T_1 = 300$ K:

$$\varsigma(T_1) = \underline{\hspace{10cm}}, \quad a(T_1) = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Izmeri upor hladne žarnice $R(T)$ in določi razmerje med dolžino in prečnim presekom njene nitke l / S :

$$R(T) = \underline{\hspace{10cm}}, \quad \frac{l}{S} = \frac{R(T)}{\varsigma(T)} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Žarnico priključi na tokovni vir. Nastavi tako napetost, da žarnica prične svetiti. Na izviru odčitaj tok in napetost na žarnici ter izračunaj njen upor in moč, s katero sveti:

$$I = \underline{\hspace{10cm}}, \quad U = \underline{\hspace{10cm}},$$

$$R(T') = \underline{\hspace{10cm}}, \quad P = UI = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Iz upora vroče žarnice določi specifični upor segretega volframa:

$$\varsigma(T') = \frac{R(T')S}{l} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

V tabeli poišči največji specifični upor $\varsigma(T_1)$, ki je še manjši od $\varsigma(T')$, in najmanjši specifični upor $\varsigma(T_2)$, ki je že večji od $\varsigma(T')$, ter določi temperaturo segrete žarnice T' . Zapiši tudi račun, s katerim si izračunal temperaturo žarnice.

$$T' = \underline{\hspace{10cm}}$$

Račun:

Specifični upor volframa v odvisnosti od temperature

ζ/ζ_{300K}	T [K]	ζ [$\mu\Omega\text{cm}$]	ζ/ζ_{300K}	T [K]	ζ [$\mu\Omega\text{cm}$]	ζ/ζ_{300K}	T [K]	ζ [$\mu\Omega\text{cm}$]	ζ/ζ_{300K}	T [K]	ζ [$\mu\Omega\text{cm}$]
1.0	300	5.65	5.48	1200	30.98	10.63	2100	60.06	16.29	3000	92.04
1.43	400	8.06	6.03	1300	34.08	11.24	2200	63.48	16.95	3100	95.76
1.87	500	10.56	6.58	1400	37.19	11.84	2300	66.91	17.62	3200	99.54
2.34	600	13.23	7.14	1500	40.36	12.46	2400	70.39	18.28	3300	103.3
2.85	700	16.09	7.71	1600	43.55	13.08	2500	73.91	18.97	3400	107.2
3.36	800	19.00	8.28	1700	46.78	13.72	2600	77.49	19.66	3500	111.1
3.88	900	21.94	8.86	1800	50.05	14.34	2700	81.04	20.35	3600	115.0
4.41	1000	24.93	9.44	1900	53.35	14.99	2800	84.70			
4.95	1100	27.94	10.03	2000	56.67	15.63	2900	88.33			

Datum: _____

Podpis: _____

8. Električna kapaciteta

Električno kapaciteto C kondenzatorja vpeljemo kot sorazmernostni koeficient med električnim nabojem e na elektrodah kondenzatorja in električno napetostjo U med elektrodama

$$C = \frac{e}{U},$$

pri poljubnem telesu pa kot sorazmernostni koeficient med električnim nabojem e na telesu in električno napetostjo U med telesom in okolico, pri čemer predpostavimo, da je dimenzija telesa mnogo manjša od razdalje telesa do okoliških teles. Izraz za kapaciteto krogle polmera r v zraku z dielektrično konstanto ϵ_0 , je razmeroma enostaven:

$$C = 4\pi\epsilon_0 r,$$

medtem ko kapaciteto za druga, manj simetrična telesa, najlaže določimo eksperimentalno.

Kapaciteto kondenzatorjev, kadar gre za elektronske komponente, lahko tudi odčitamo z oznak na kondenzatorju. V pomoč pri tem nam je lahko spodnja preglednica:

Pomen oznak na kondenzatorjih

<i>Kapacitivnost kondenzatorja</i>	<i>Oznaka na kondenzatorju</i>
1 nF	1n0J100, 102
100 nF	104
10 nF	10nJ100, 10nK100, 103
47 nF	47nK400

Priprava:

1. Izrazi enoto za merjenje kapacitete farad z osnovnimi enotami: $1\text{ F} = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. Zapiši simbole in desetiške eksponente za sledeče predpone:

predpona	simbol	eksponent
<i>mega</i>		
<i>kilo</i>		
<i>mili</i>		
<i>mikro</i>		
<i>nano</i>		
<i>piko</i>		

3. Poišči in zapiši električni naboj protona: $\underline{\hspace{2cm}}$ in elektrona $\underline{\hspace{2cm}}$.

4. Poišči in zapiši vrednost ter enote dielektrične konstante: $\underline{\hspace{2cm}}$.

5. Če lahko meritnik naboja izmeri naboj 100nC , koliko je potem še največja kapaciteta kondenzatorja, ki jo lahko s tem meritnikom izmerimo, če uporabimo za polnjenje 9V baterijo? Zapiši račun!

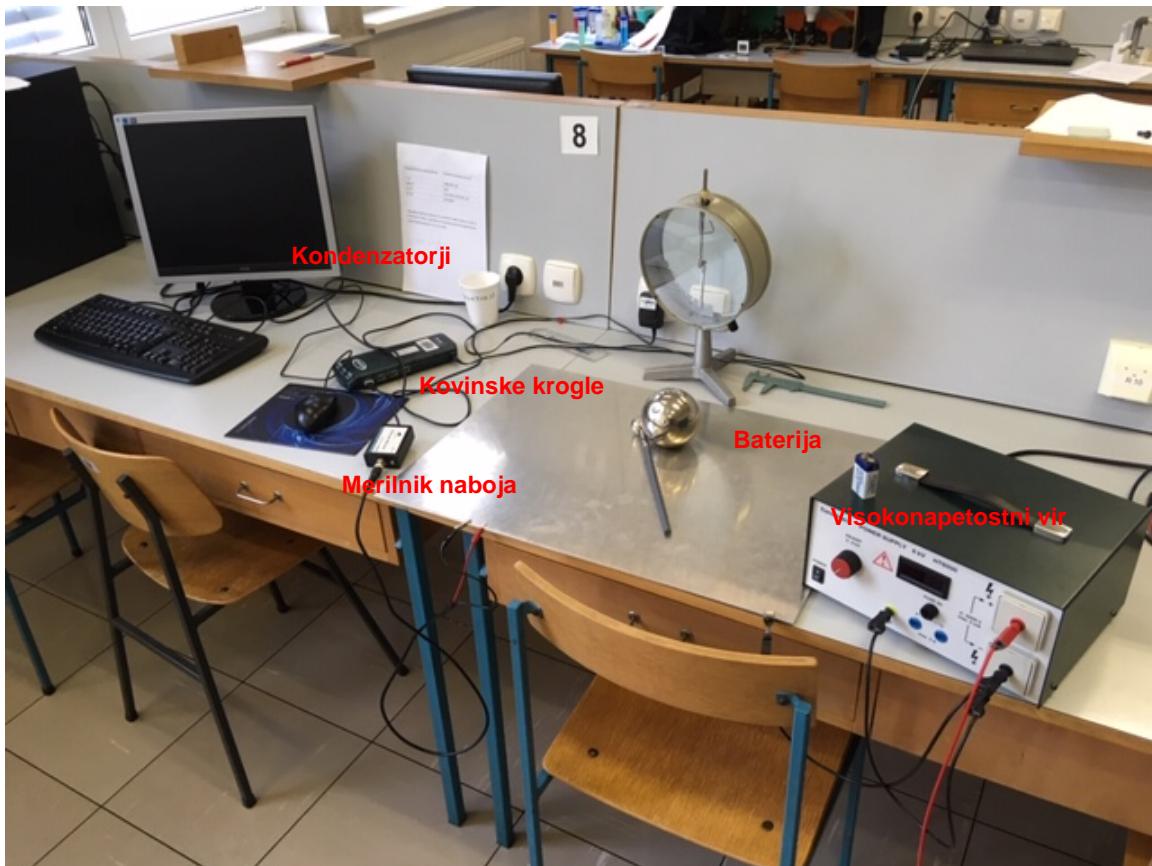
Račun:

Naloga:

Določi kapaciteto kovinskih krogel in nekaj različnih kondenzatorjev.

Potrebščine:

- visokonapetostni vir,
- merilnik naboja,
- vmesnik Vernier,
- osebni računalnik,
- kondenzatorji,
- kovinski krogle.



Navodilo:

Opozorilo:

Z merilnikom električnega naboja ravnaj previdno, ker je občutljiv. Pazi, da nikoli ne pride v stik z virom napetosti.

Prvi del: kapaciteta kondenzatorjev

1. Izberi kondenzator in iz njega prepiši oznako, na podlagi katere lahko ugotoviš nazivno kapaciteto (glej tabelo na prvi strani),
2. Napolni kondenzator na bateriji znane napetosti U in izmeri električni naboj, ki se nabere na kondenzatorju.
3. Iz naboja izračunaj kapaciteto kondenzatorja.

	Kondenzator 1	Kondenzator 2	Kondenzator 3	Kondenzator 4
Napetost U				
Oznaka				
Nazivna C				
Izmerjen e				
Izračunana C				

Se izmerjena in nazivna kapaciteta ujemata (spomni se uvodnih vprašanj)?

Drugi del: kapaciteta kovinskih krogel

1. Določi polmera obeh krogel r . (polmer male določi s kljunastim merilom, za večjo pa se znajdi kako drugače).
2. Na viru visoke napetosti (napetost U) napolni krogli ter izmeri električni naboj e , ki se nabere na njih.
3. Iz izmerjenih nabojev določi njuni kapaciteti C .
4. Ob pomoči izraza iz uvoda še izračunaj njuni kapaciteti C' .

	Krogla 1	Krogla 2
r		
U		
e		
C		
C'		

Primerjaj izmerjeni in izračunani kapaciteti za obe krogli. Se ujemata?

Datum: _____.

Podpis: _____.

9. Sila na vodnik v magnetnem polju

Sila na vodnik v zunanjem magnetnem polju gostote B je sorazmerna s tokom I skozi vodnik in z dolžino l vodnika v polju. Če je vodnik pravokoten na silnice polja, velja

$$F = IlB .$$

Magnetni pretok Φ_m homogenega magnetnega polja gostote B skozi okvir, ki je pravokoten na silnice polja, je enak produktu:

$$\Phi_m = BS ,$$

kjer je S ploščina okvirja.

Priprava:

1. Kolikšno maso bi pokazala tehtnica, če bi z njo tehtali utež z maso 100 g na Luni, kjer je težni pospešek $1,6 \text{ m/s}^2$?
-

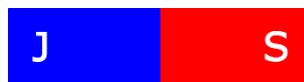
2. Z besedo in enačbo zapiši tretji Newtonov zakon (zakon o vzajemnem učinku):
-
-

3. Zapiši enoto za gostoto magnetnega polja tesla z osnovnimi enotami: $1 \text{ T} = \underline{\hspace{2cm}}$

4. Koliko znaša gostota zemeljskega magnetnega polja? $\underline{\hspace{2cm}}$

5. Na spodnjih skicah nariši potek silnic magnetnega polja

a)



b)



6. Kako je v splošnem sila na vodnik odvisna od kota med silnicami polja in vodnikom? Kakšna je smer sile?

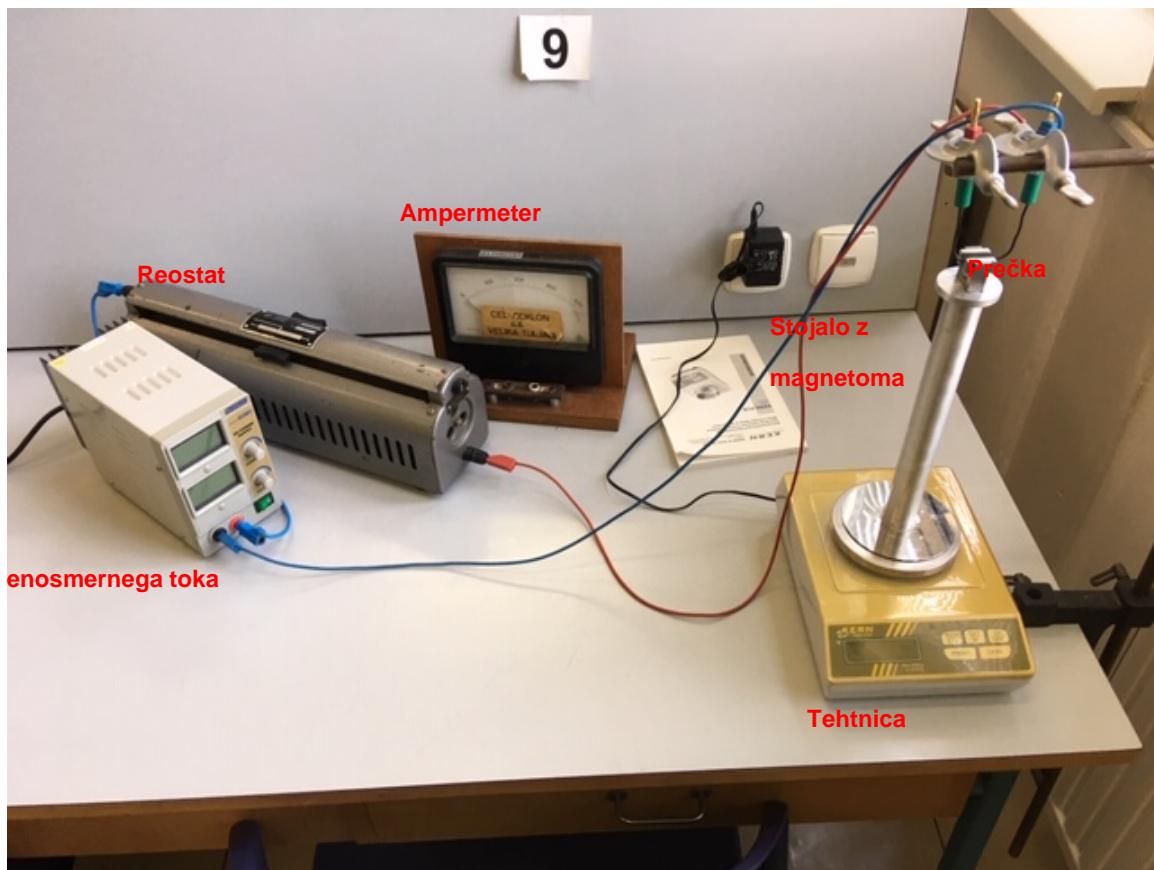
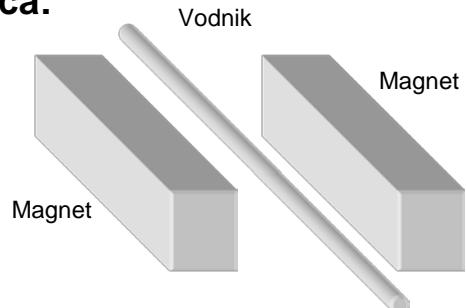
Naloga:

S tehtanjem pokaži, da je sila na vodnik sorazmerna s tokom in določi magnetno poljsko gostoto in magnetni pretok med poloma magneta!

Potrebščine:

- tehnicka z magnetom in prečko,
- vir enosmernega toka,
- ampermeter,
- reostat,
- kljunasto merilo,
- 4 žice,
- stojalo.

Skica:



Navodilo:

- Izmeri dolžno vodnika (prečke) v magnetnem polju in presek magneta. Količine označi na skici eksperimenta na prejšnji strani. Označi tudi potek silnic magnetnega polja med magnetoma.

$$l = \underline{\hspace{2cm}}, \quad a = \underline{\hspace{2cm}}, \quad b = \underline{\hspace{2cm}}, \quad S = ab = \underline{\hspace{2cm}}.$$

- Prečko zaporedno poveži z ampermometrom in reostatom in jo priključi na vir električnega toka. Uravnaj tehtnico. S tehtnico ravnaj previdno, ker je zelo občutljiva. Reostat naravnaj na največji upor in vključi tok. Spreminjam tok in odčitavaj maso, ki jo kaže tehtnica. Naredi najmanj 10 meritov. Pazi, da ne prekoračiš območja ampermetsra! Glede na dobljene meritve na skico s prejšnje strani doriši smer električnega toka.

I	m



Meritve vnesi v diagram: na absciso nanašaj tok I , na ordinato pa silo. Iz strmine dobljene premice določi gostoto magnetnega polja B , nato pa izračunaj še magnetni pretok med poloma magneta:

$$B = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \Phi_m = \underline{\hspace{2cm}}.$$

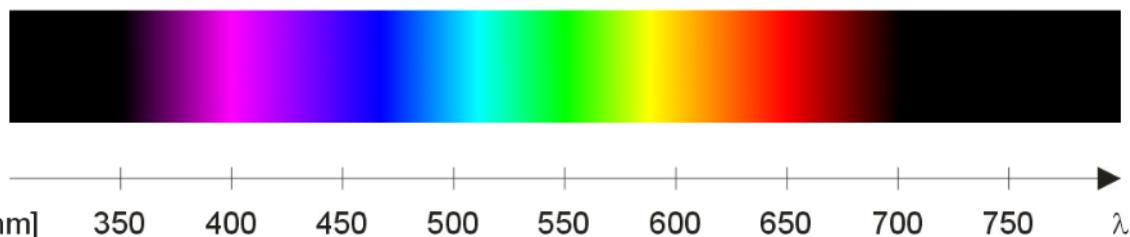
Datum: _____.

Podpis: _____.

10. Interferenca

Svetloba je elektromagnetno valovanje z različnimi valovnimi dolžinami oziroma frekvencami. Glede na frekvenco oziroma valovno dolžino razdelimo elektromagnetno valovanje na več vrst (žarki gama, rentgenski žarki, ultravijolična svetloba, vidna svetloba, infrardeča svetloba, mikrovalovi in radijsko valovanje). Vrsta elektromagnetskega valovanja, ki jo zaznajo tudi naše oči, se imenuje vidna svetloba.

Tudi vidno svetlobo naprej lahko delimo na različne barve. V osnovi lahko valovnim dolžinam pripisemo barve, kot je prikazano na spodnji sliki.



Tem barvam včasih rečemo tudi kar mavrične barve, saj jih v naravi v tem zaporedju najdemo ravno v mavricah. Bela svetloba, ki pride od Sonca, se takrat odbije na množici drobnih dežnih kapljic, hkrati pa se pri tem razprši v barve, kot jih vidimo v mavrici.

V laboratoriju lahko podoben učinek dosežemo tudi brez dežnih kapljic. Eden izmed načinov za ustvarjanje mavrice je usmerjanje žarka svetlobe skozi trikotno prizmo. Svetloba različnih valovnih dolžin se v takšni prizmi lomi pod različnimi koti, zato na drugi strani različne barve izstopajo pod različnimi koti. Če na takšno prizmo usmerimo sončni žarek, na drugi strani dobimo mavrico.

Priprava:

1. Kaj vidimo na drugi strani prizme, če nanjo posvetimo z rdečim laserjem?

Podobno se zgodi tudi, če ozek snop svetlobe pošljemo skozi uklonsko mrežico, torej mrežico, ki ima zelo veliko rež na malem območju (na primer 500 rež/mm). Svetloba pri prehodu se na vsaki reži, ki jo žarek svetlobe doseže, razkloni, seštevki vpliva vseh rež pa povzročijo, da se na zaslonu pojavi vrsta slik tega razklona - če je vstopni žarek bel, dobimo vrsto mavric.

2. Kaj bi videli na zaslonu, če bi na uklonsko režico posvetili z zeleno lučjo?

3. Katero barvo vidimo, če hkrati prižgemo zeleno in rdečo luč? Zakaj?

Naloga:

Klara in Jan prenavljata hišo. V trgovini z barvami izbirata med različnimi odtenki zelene, kakršna bi naj bila nova fasada. Klara vztraja, da si vzorce ogledata zunaj, na naravni svetlobi.

Jan: Zakaj komplikiraš? Če ti je tukaj všeč, ti bo zunaj tudi - zelena je zelena, zunaj ne bo nič drugačna. Saj je samo ena barva, zakaj bi bila drugje videti drugače?

Klara: Mislim, da to ni res. Luč, ki sveti v trgovini, oddaja drugačno svetlobo kot Sonce, zato rej tudi barve izgledajo tukaj drugače kot bodo potem na naravni svetlobi.

Jan: Jaz pa mislim, da to, kakšno barvo vidiš, ni popolnoma nič odvisno od tega, na kakšni svetlobi si. Navsezadnje se svetloba enako odbije v tvoje oči.

Pomagajte Klari in Janu preveriti veljavnost hipotez:

1. Različna svetila oddajajo svetlobo, sestavljeno iz različnih kombinacij valovnih dolžin.
2. Barva, ki jo zaznamo s pomočjo detektorja (oči, spektroskop ipd.), je odvisna od svetlobe, ki telo osvetli.
3. Če snov zgleda enobarvna, je sestavljena iz barvila, ki odbija in/ali prepušča zgolj svetlobo s točno določeno valovno dolžino.

Potrebščine:

- LED različnih barv in žarnice (volframova, varčna, halogenska),
- Zatemnjen prostor,
- Papir različnih barv,
- Raznobarvne tekočine,
- Spektroskop (navodila zanj najdete na naslednji strani) in računalnik,
- Uklonska mrežica,
- Prizma.

Navodila za uporabo spektrometra

Spektrometer je naprava, ki ti prikaže, kakšna je relativna intenziteta elektromagnetnega valovanja pri različnih valovnih dolžinah (spekter). Višja kot je vrednost pri določeni valovni dolžini, več svetlobe te valovne dolžine je doseglo merilnik.

1. Spektrometer, povezan z računalnikom

Spektrometer je najprej potrebno priklopiti na računalnik. Sivi kabel, ki je priložen spektrometru, vklopite v računalnik (USB vhod) ter škatlico spektrometra. Moder kabel je optični kabel, s katerim boste pomerili vzorce. Kabel je na obeh koncih enak. Enega od koncev vklopiš v škatlico (pazi, oba dela (kabel in škatlica) sta zaščitena s pokrovčkom - v takšnem stanju naj bosta tudi po koncu vaše meritve), drugi del pa naj bo prost, saj ga boste usmerjali proti vzorcem.

Na računalniku poiščite program Logger Pro. V zgornji vrstici poiščite gumb "Experiment", nato pa v meniju izberite "Change Units" → "Spectrometer" → "Intensity". S tem vklopite način, ki bo merit intenziteto vpadne svetlobe pri različnih valovnih dolžinah. Meritve nato izvajate s pritiskom na gumb "Collect", ki se nahaja v drugi vrstici desno. Ko zaključite meritve, znova pritisnite isti gumb.

2. Spektrometer, povezan z LabQuest prikazovalnikom

Spektrometer je najprej potrebno priklopiti na LabQuest. Sivi kabel, ki je priložen spektrometru, vklopite v LabQuest (USB vhod) ter škatlico spektrometra. Moder kabel je optični kabel, s katerim boste pomerili vzorce. Kabel je na obeh koncih enak. Enega od koncev vklopiš v škatlico (pazi, oba dela (kabel in škatlica) sta zaščitena s pokrovčkom - v takšnem stanju naj bosta tudi po koncu vaše meritve), drugi del pa naj bo prost, saj ga boste usmerjali proti vzorcem.

Priklopite LabQuest na elektriko ter ja vklopite. V kotu zaslona piše "Absorption". Kliknite na ta napis in nato na "Change Units" → "Spectrometer" → "Intensity". S tem vklopite način, ki bo merit intenziteto vpadne svetlobe pri različnih valovnih dolžinah. Meritve nato izvajate s pritiskom na gumb "Play" (zelena puščica,), ki se nahaja levo spodaj pod grafom. Ko zaključite meritve, znova pritisnite isti gumb.

Če želite, da se vam na grafu prikažejo tudi barve (poleg valovnih dolžin), kliknite "Graph" → "Show Graph" → "Show Spectrum".

Primerjava dveh meritvev

Dve meritvi primerjate tako, da najprej izvedete eno svežo (na primer pomerite svetlobni izvor), nato pa v okencu, ki se pojavi pri ponovnem pritisku na gumb za merjenje, stisnete "Store latest run". Sedaj imate shranjeni obe meritvi.

Navodilo:

Sledite naslednjim korakom, da preverite vsako izmed hipotez (bodisi vse z istim poskusom ali vsako s svojim). Vsako hipotezo preverite z dvema neodvisnima metodama. Poročilo zapišite na priložene liste.

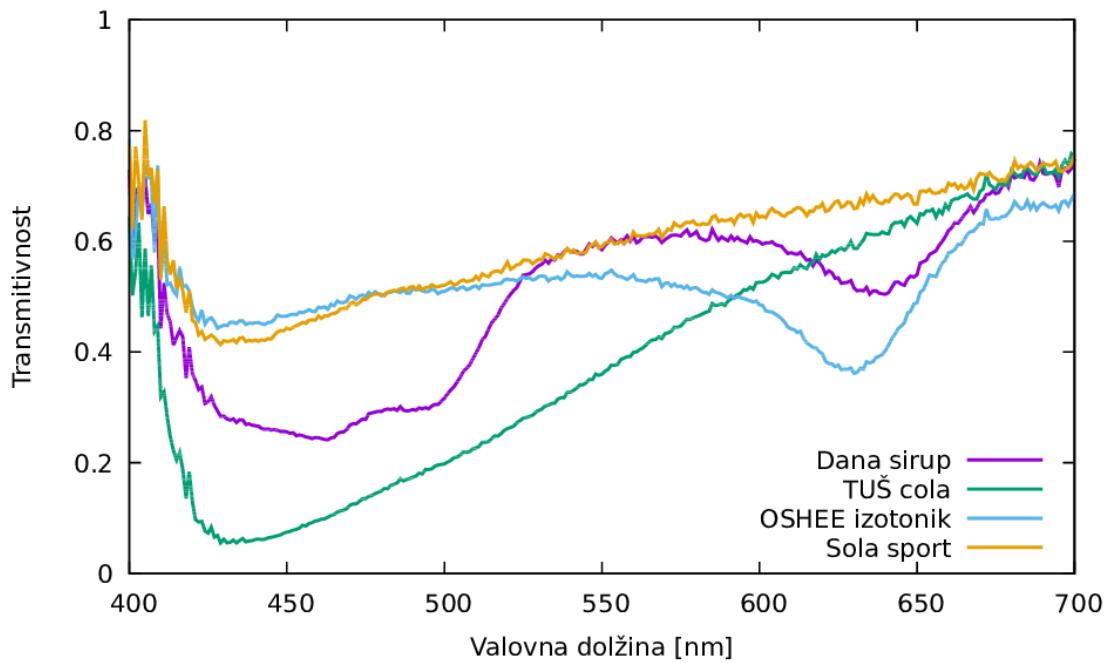
1. **Zasnujte poskus**, s katerim preverite hipotezo. Opišite svoj razmislek, uporabljene potrebščine in postopek. K opisu dodajte tudi skico poskusa.
2. **Ali ste pri svojem poskusu kaj predpostavili?** Premislite, katera predpostavka ima največji vpliv na izid testnega poskusa (če predpostavka ne velja, bo vaš končni rezultat večji ali manjši v primerjavi z rezultatom, ki bi ga dobili, če predpostavka velja?). Če ne veste, kaj so predpostavke, si pomagajte s primerom, opisanim na zadnji strani navodila.
3. **Analizirajte izid.** Zapišite, ali vaš eksperiment zavrže hipotezo, ki jo preverjate. Zapišite tudi, kaj vas je privedlo do takega zaključka. Narišite skico rezultatov (če vaš poskus to omogoča). Če ste kot rezultat dobili graf, ga ravno tako skicirajte. Ne pozabite napisati tudi virov nenatančnosti, ki so se pojavile med merjenjem.

Po opravljenih poskusih svoje ugotovitve izkoristite tako, da s pomočjo njih poskusite določiti, katere valovne dolžine prepušča obarvana tekočina, ki vam jo bo priskrbel asistent.

Nasvet: Za svetilo je najbolje, da uporabite vir svetlobe, ki kar najbolj enakomerno prepušča pri vseh (ali vsaj večini) valovnih dolžin.

Pri snovanju eksperimentalne metode znova sledite naslednjim korakom in zapišite svoje ugotovitve na priložen list:

1. **Zasnujte poskus**, s katerim določite, katere valovne dolžine tekočina prepušča. Natančno opišite poskus. K opisu dodajte skico eksperimenta.
2. **Navedite predpostavke**, ki ste jih naredili pri izvedbi poskusa. Premislite, katera predpostavka ima največji vpliv na izid testnega poskusa (če predpostavka ne velja, bo vaš končni rezultat večji ali manjši v primerjavi z rezultatom, ki bi ga dobili, če predpostavka velja?).
3. **Analizirajte izid.** Dobljene rezultate primerjajte s spodnjim grafom, ki prikazuje prepustnost različnih tekočin. Katera izmed njih menite, da je najbolj podobna vaši? Ali lahko rečemo, da sta enaki?
4. **Zapišite vsaj tri vire nenatančnosti.** Kaj je vašo meritev naredilo manj natančno? Zakaj?
5. **Predlagajte vsaj štiri izboljšave.** Na podlagi določitve predpostavk in virov napak zapišite, kako bi vaš poskus lahko izboljšali.



Graf prikazuje prepustnost različnih tekočin.

Predpostavke:

Primer, ki vam bo pomagal pri razumevanju predpostavk in njihovega vpliva na meritve.

Na grelcu z močjo 1 kW segrevamo 1 l vode. Koliko časa potrebujemo, da vodo segrejemo za 10 K? Čas segrevanja izmerimo s precizno opremo, izračunamo pa ga lahko tudi preko enačbe $t = Q/P$, s predpostavko, da gre vsa toplota samo vodi (nič toplotne ne gre v okolico). Če ta predpostavka ne velja, je čas gretja daljši od izračunanega, ki velja, če predpostavka velja. Veljavnost predpostavke preverimo s primerjavo izračunanega ter izmerjenega časa.

Ničti del: razmislek

- Katero svetilo je najprimernejše za osvetljevanje pri merjenju barvil s pomočjo spektrometra? Zakaj? Ali obstaja način, s katerim bi lahko tudi z drugimi svetili pomerili isto meritev?

- Kako je sestavljen slikovni element barvnega digitalnega prikazovalnika (piksel)? Pomagaš si lahko s kapljico vode, ki jo s kapalko kaneš na ekran svojega telefona ali s povečevalnim stekлом. Zakaj so tri LED dovolj?

- Kakšno barvo dobimo, če zmešamo rdeče in zeleno barvilo? Zakaj?

- Ali lahko z gotovostjo razločite med belim listom, osvetljenim z rdečo lučjo, ter rdečim listom, osvetljenim z belo lučjo? Razložite.

Prvi del: hipoteza 1

Različna svetila oddajajo svetlobo, sestavljeno iz različnih kombinacij valovnih dolžin.

Opis metode 1 (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Opis metode 2 (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Drugi del: hipoteza 2

Barva, ki jo zazna detektor (oko, spektrometer ...), je odvisna od svetlobe, ki telo osvetli.

Opis metode 1 (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Opis metode 2 (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Tretji del: hipoteza 3

Če predmet zgleda enobarven, je sestavljen iz barvila, ki odbija zgolj svetlobo s točno določeno valovno dolžino.

Opis metode 1 (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Opis metode 2 (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Tretji del: določitev neznane tekočine

Vzorec dobite pri asistentu. Za vir svetlobe izberite primerno svetilo. Zapišite, katero svetilo ste izbrali in zakaj.

Opis poskusa (razmislek, potrebščine, postopek):

Kakšen rezultat pričakujemo in kaj to pomeni za hipotezo?

Predpostavke:

Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

Skica poskusa:

Ugotovitve:

Viri napak in njihov vpliv na rezultat:

Praktikum iz fizike za kemijo inženirstvo – Navodila za vaje

Ali je mogoče na podlagi spektra določiti, katera tekočina je v vzorcu? Če se da, zapiši, katera tekočina je v vzorcu.

Možnosti izboljšave poskusa:

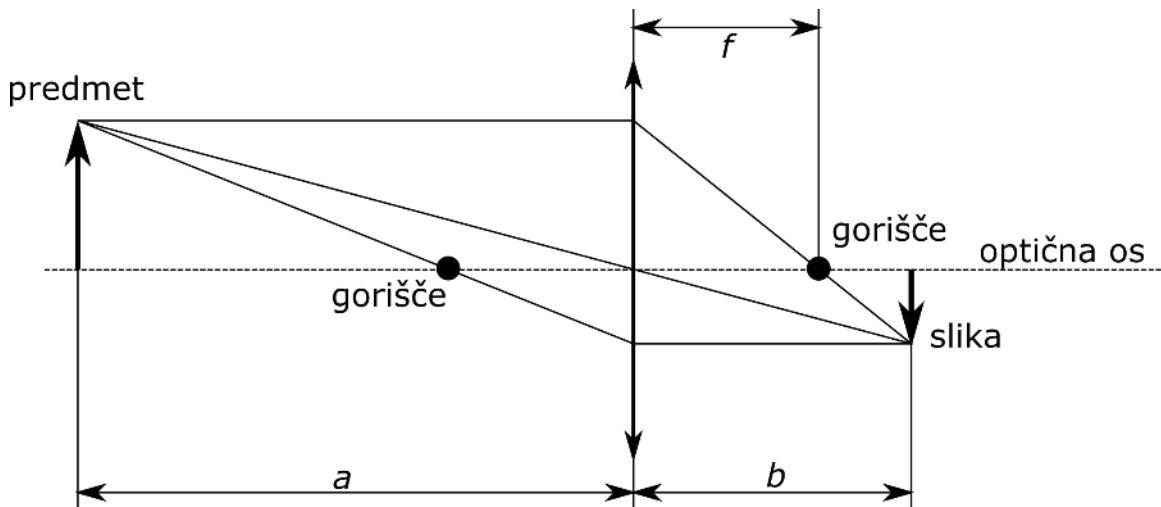
Datum: _____.

Podpis: _____.

11. Geometrijska optika

Na leči se žarki lomijo tako, da se snop vzporednih žarkov zbere v eni točki, ki leži v goriščni ravnini. Tako lečo imenujemo zbiralna leča. Po razpršilni leči se snop vzporednih žarkov razprši tako, da se njihovi podaljški sekajo v goriščni ravnini. Goriščna ravnina je od leče oddaljena za f . Presečišče optične osi in goriščne ravnine imenujemo gorišče.

Pri iskanju lege slike si pomagamo s tremi karakterističnimi žarki, ki zapiščajo točko na predmetu: vzporednim, ki je vzporeden optični osi in se lomi skozi gorišče, temenskim, ki gre skozi sredino leče in se ne zlomi, ter goriščnim, ki gre skozi gorišče na strani predmeta in se lomi tako, da gre vzporedno z optično osjo. Vsi trije žarki se zberejo v eni točki, ki leži v ravnini, v kateri nastane slika.



Velja enačba leče

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

kjer je a razdalja od leče do predmeta, b pa razdalja od leče do slike.

Slike, ki nastanejo pri preslikavah z optičnimi elementi so lahko realne ali navidezne, pokončne ali obrnjene ter povečane ali pomanjšane. Realne slike lahko prestrežemo na zaslon, navidezne pa nastanejo v podaljšku žarkov in jih lahko le opazujemo z očesom. Pokončne slike so obrnjene enako kot predmeti, obrnjene pa so obrnjene na glavo. Povečava slike je definirana z razmerjem velikosti slike y' in velikosti predmeta y in je enaka razmerju razdalj slike in predmeta:

$$N = \frac{y'}{y} = \frac{b}{a}.$$

Priprava:

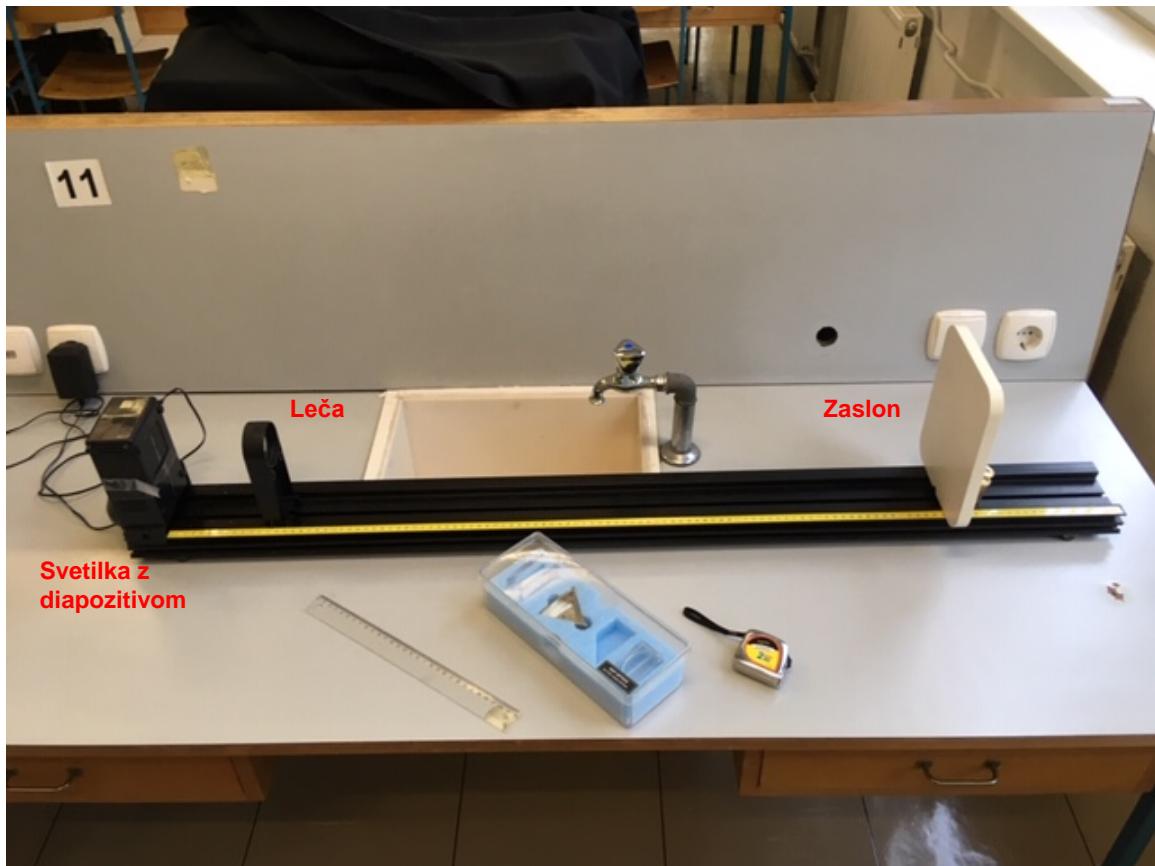
1. Izračunaj leg leče a , pri kateri nastane ostra slika na zaslonu, ki je za d oddaljen od predmeta. Upoštevaj, da je $d = a + b$ (poznamo oddaljenost d in goriščno razdaljo leče f):
 2. Ali zgornja enačba dopušča več različnih leg leče a , pri katerih dobimo ostro sliko? Če jih, razloži, po čem se rešitve razlikujejo.

Naloga:

Določi goriščno razdaljo leče, opazuj projekcijo ter določi povečavo

Potrebščine:

- optična klop,
- svetilka,
- zaslon,
- meritni trak.



Navodilo:

1. Na optično klop nanizaj na isto višino svetilko z diapozitivom, lečo in zaslon. Lečo in zaslon premakni tako, da na zaslonu nastane ostra slika. Izmeri razdaljo od diapozitiva do leče ter od leče do zaslona:

$$a = \underline{\hspace{10cm}}, \quad b = \underline{\hspace{10cm}}.$$

2. Izračunaj goriščno razdaljo leče:

$$f = \underline{\hspace{10cm}}.$$

3. Izmeri velikost predmeta (diapozitiv na svetilki) in slike,

$$y = \underline{\hspace{10cm}}, \quad y' = \underline{\hspace{10cm}},$$

ter izračunaj povečavo

$$\frac{y'}{y} = \underline{\hspace{10cm}}, \quad \frac{b}{a} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Primerjaj izračunani povečavi.

4. Ali obstaja še kakšna lega leče (ne premikaj svetilke in zaslona!), pri kateri dobiš ostro sliko? Po čem se razlikujeta?
-
-

Praktikum iz fizike za kemisko inženirstvo – Navodila za vaje

5. Zastri pol svetilke s papirjem. Kaj opaziš na sliki?

6. Zastri pol zaslona s papirjem. Kaj opaziš na sliki?

7. Zastri pol leče s papirjem. Kaj opaziš na sliki?

Datum: _____.

Podpis: _____.

12. Absorpcija sevanja γ

Pri radioaktivnem razpadu večina atomskih jeder seva tudi delce γ , to je kratkovalovno rentgensko svetlobo. Valovna dolžina delcev γ , ki jih sevajo radioaktivne snovi, je od okoli 1 nm do 10^{-3} nm. Radioaktivni razpad je naključen pojav: verjetnost, da bo v radioaktivnem vzorcu v časovnem intervalu Δt razpadlo N jeder, podaja Poissonova porazdelitev,

$$P(N | \nu) = \frac{\nu^N}{N!} e^{-\nu} ,$$

kjer je ν pričakovano število razpadov, ki je odvisno od aktivnosti vzorca in od dolžine časovnega intervala.

Denimo, da vzporeden curek delcev γ pada pravokotno na zaslon debeline d . Pri prehodu skozi zaslon število delcev v curku eksponentno z debelino zaslona,

$$N = N_0 e^{-\mu d} ,$$

kjer je N_0 število delcev v vpadnem curku in je N število delcev v prepuščenem curku, medtem ko je μ absorpcijski koeficient. Ta je značilen za snov in je odvisen še od energije žarkov γ . Razpolovna debelina $d_{1/2}$ je debelina zaslona, pri kateri se absorbira polovica vpadnih žarkov. Med razpolovno debelino in absorpcijskim koeficientom obstaja enolična zveza,

$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} .$$

Pri vaji žarke γ zaznavamo z Geiger-Müllerjevim števcem. Števec sestavlja tanka žička v osi kovinske cevi. Cev je zaprta in napolnjena z mešanico plinov pri tlaku okoli 100 mbar. Števec je priključen na enosmerno napetost tako, da je žička v sredini pozitivna. Ioni in elektroni, ki jih pri preletu skozi plin ustvari delec γ , sprožijo v cevi kratkotrajen električni tok. Tokovni sunek zaznamo z elektronsko števno napravo.

Priprava:

1. Zapiši zvezo med energijo fotona in njegovo valovno dolžino.

2. Kaj je sevanje beta?

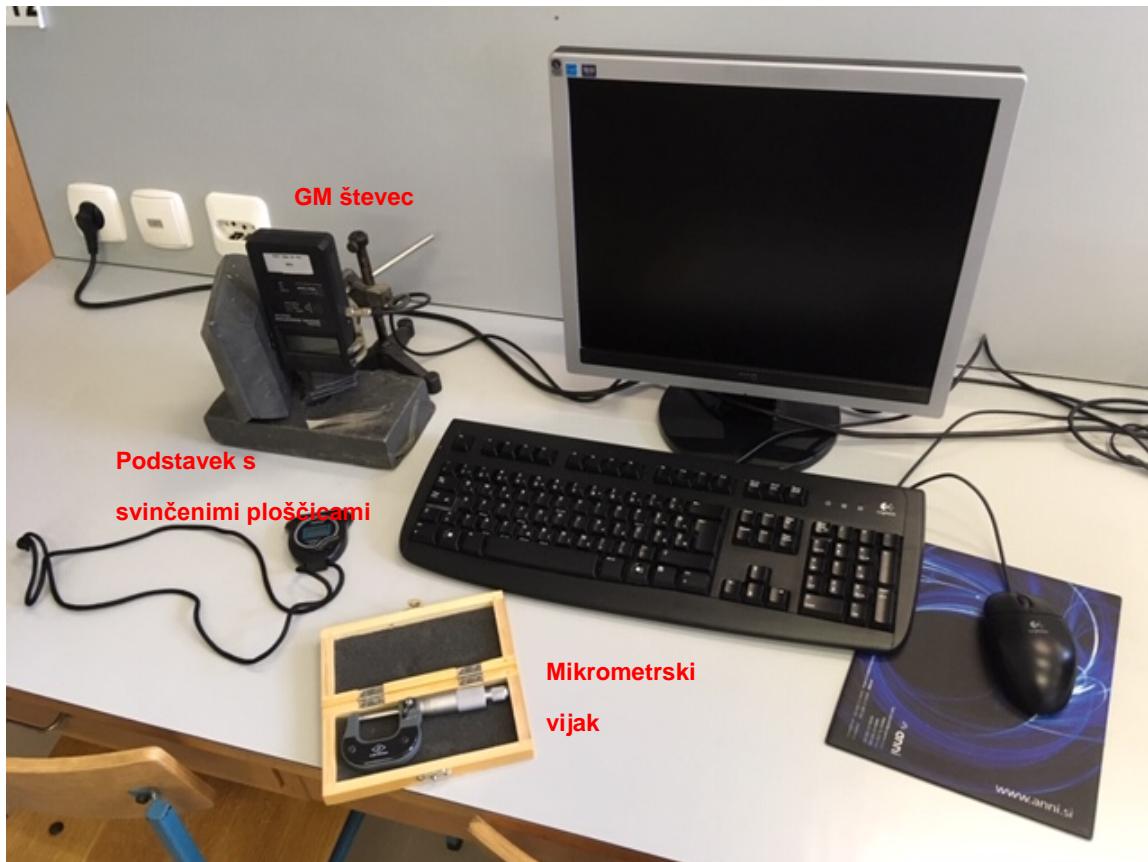
3. Razmisli, kako deluje Geiger-Müllerjeva cev in njen delovanje skiciraj.

Naloga:

Z Geiger-Müllerjevo cevjo določi razpolovno debelino svinca za sevanje γ !

Potrebščine:

- GM števec,
- vmesnik Vernier,
- osebni računalnik,
- radioaktivni vir,
- podstavek s svinčenimi ploščicami,
- mikrometrski vijak.



Navodilo:

- Desetkrat izmeri število razpadov v vzorcu v eni minuti:

N_0									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Izračunaj povprečno število razpadov v minuti,

$$\bar{N}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_{0,i} \quad ,$$

(n je število ponovitev meritve) in kvadrat standardne deviacije povprečja,

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (N_{0,i} - \bar{N}_0)^2 \quad ,$$

$$\bar{N}_0 = \text{_____} \quad , \quad S_n^2 = \text{_____} \quad ,$$

ter primerjaj obe količini! Ali obstaja kakšna povezava med njima?

- Z mikrometrskim vijakom izmeri debeline svinčenih ploščic:

b							
-----	--	--	--	--	--	--	--

- Med radioaktivni vir in detektor vstavljam svinčene ploščice in vsakič izmeri število sunkov N v eni minuti! Meritev ponovi 3x za vsako debelino in izračunaj povprečje. Sestavi tabelo števila sunkov v odvisnosti od skupne debeline svinčene plasti d in izračunaj ustrezni logaritem!

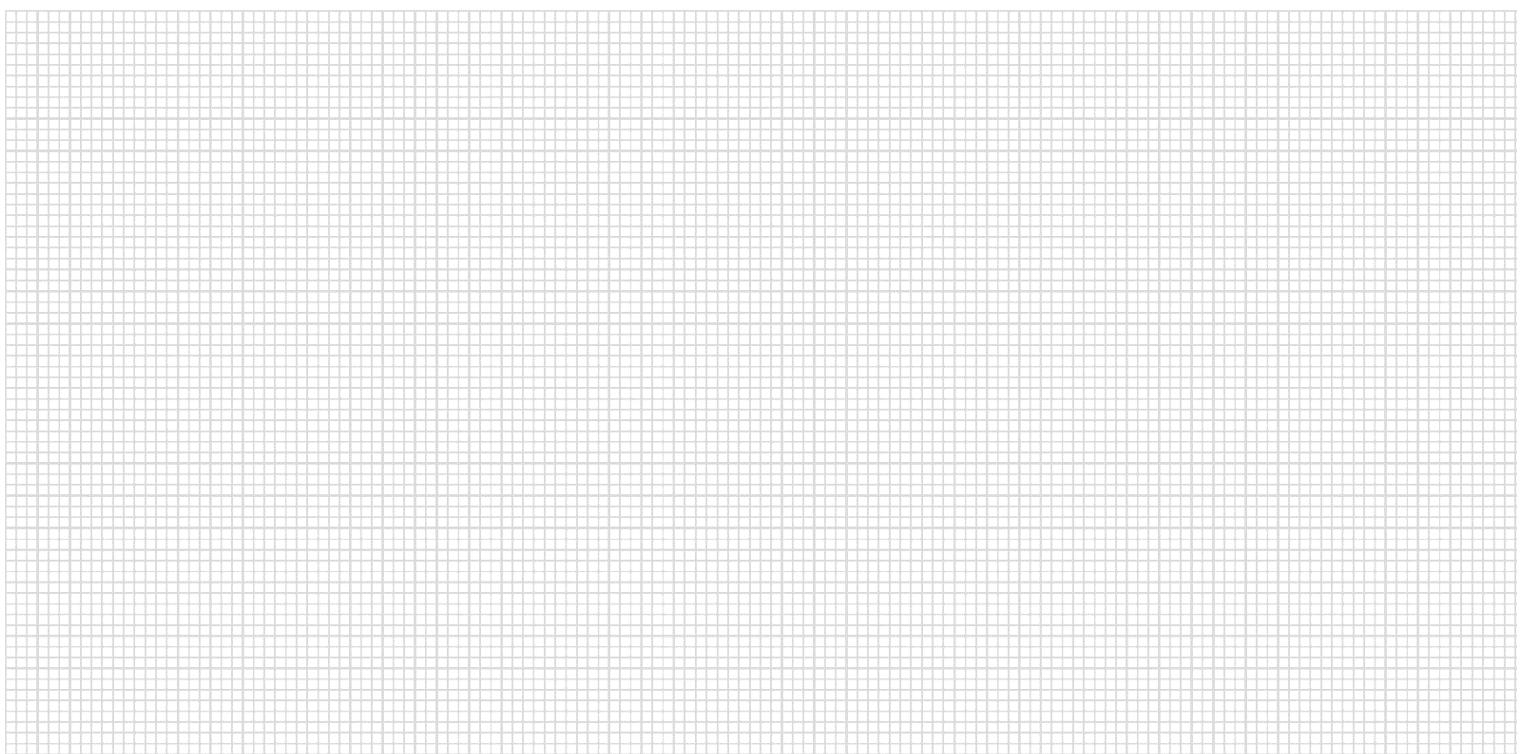
Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

d							
N_1							
N_2							
N_3							
\bar{N}							
$\ln\{N / \bar{N}_0\}$							

Kaj je pomen tega logaritma? Utemelji z računom!

Račun:

-
5. Nariši graf odvisnosti logaritma od debeline svinčene plasti.



Praktikum iz fizike za kemijsko inženirstvo – Navodila za vaje

6. Iz naklona premice, ki jo prilagodiš merskim točkam, izračunaj absorpcijski koeficient za svinec,
Račun:

$$\mu = \underline{\hspace{10cm}},$$

in iz njega določi razpolovno debelino svinca za žarke γ ,

$$d_{1/2} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Kaj je pomen razpolovne debeline?

Datum: _____ .

Podpis: _____ .