

dr. Andreja Šarlah

# Fizika (BF, Biologija)

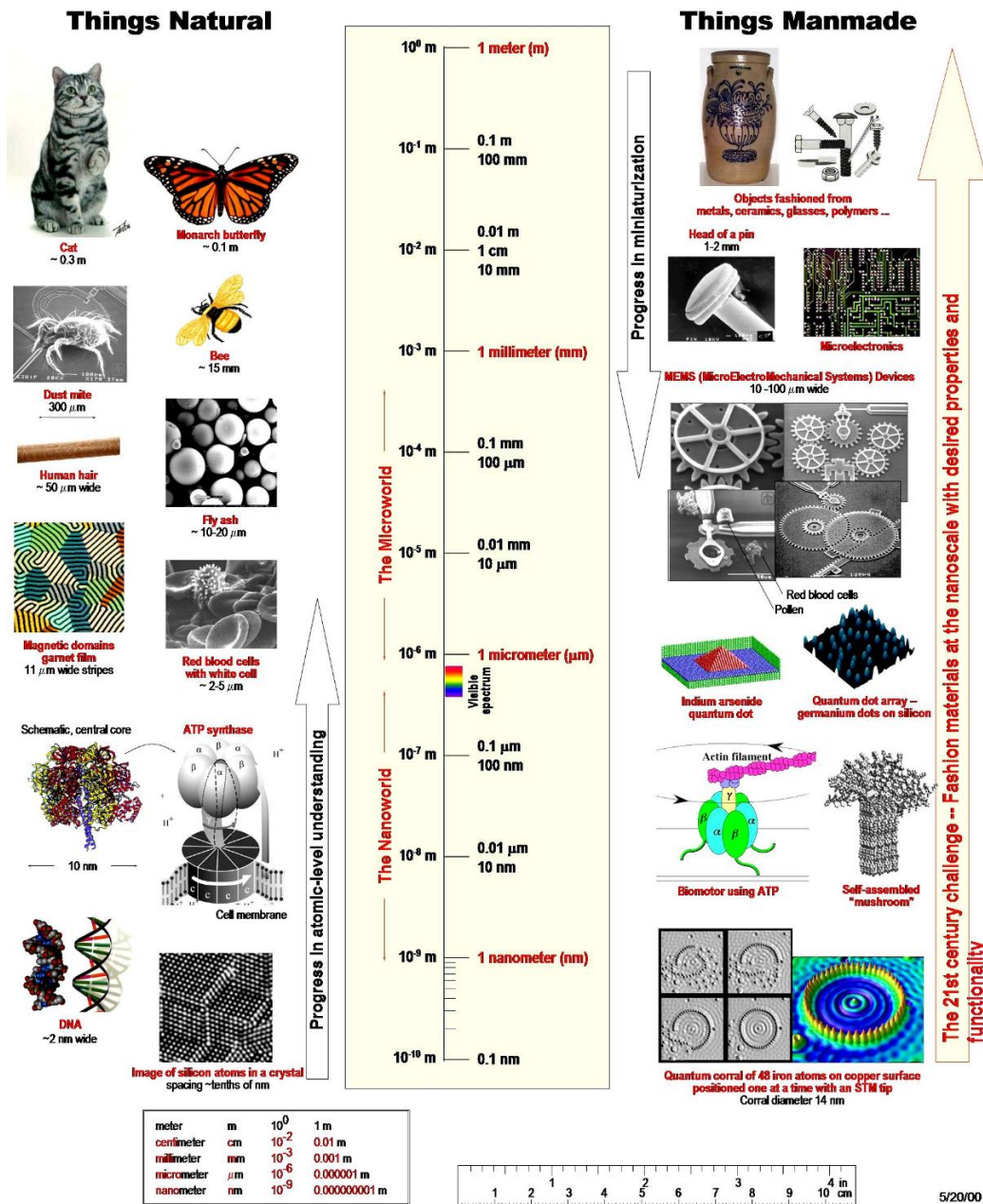
gradivo za vaje 2013/14

## Vsebina

1. vaje: Velikostni redi, leče, mikroskop	2
2. vaje: Newtonovi zakoni gibanja: kinematika, sile, navori, energija	4
3. vaje: Gravitacija, Coulombov zakon, električno polje	6
4. vaje: Kondenzatorji	8
5. vaje: Računanje tokov v električnih krogih	9
6. vaje: Magnetno polje in primeri indukcije	11
7. vaje: Odziv snovi na obremenitev ter električno in magnetno polje	13
8. vaje: Nihanje in valovanje	14
9. vaje: Uklon in interferenca	16
10.vaje: Uporaba lomnega in odbojnega zakona	17
11.vaje: Lečja in goriščne razdalje, dioptrija	18

# 1. vaje: Velikostni redi, leče, mikroskop

## THE SCALE OF THINGS



oznaka	f	p	n	μ	m	c	d		da	h	k	M	G
ime	femto	piko	nano	mikro	mili	centi	dec		deka	hekto	kilo	mega	giga
potenca	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>
primer	fm	pm	nm	μm	mm	cm	dm	m			km		
			μg	mg				g	dag		kg		
								l					

1. Koliko je v 1 litru decilitrov, centilitrov, hektolitrov?
2. Koliko  $m^2$ ,  $dm^2$ ,  $cm^2$  in  $mm^2$  meri ploščina kvadrata s stranico 2 cm?
3. Koliko je v  $dm^3$ ,  $cm^3$ ,  $mm^3$ ,  $m^3$ ?
4. V ZDA merijo temperaturo v stopinjah Fahrenheita. Med stopinjami Fahrenheita in Celzija velja linearna odvisnost, pri čemer je ledišče ( $0^\circ C$ ) pri  $32^\circ F$ , vrelišče vode ( $100^\circ C$ ) pa pri  $212^\circ F$ . Koliko stopinj Fahrenheita ustreza  $37^\circ C$  in  $40^\circ C$ ?  
( $T_F(T_C) = 1,8^\circ F/^\circ \times T_C + 32^\circ F$ ;  $98,6^\circ F$ ;  $104^\circ F$ )
5. Podvojitveni čas za celice v celični kulturi je 1,5 dni. V kolikšnem času se število celic v kulturi podseteri, postoteri, potisočeri?  
( $N(t) = N_0 \times 2^{(t/t_2)}$ ; 5 dni; 10 dni; 15 dni)
6. Kam preslika zbiralna leča z goriščno razdaljo 10 cm predmet, ki ga postavimo 5 cm, 10 cm, 15 cm in 25 cm stran od leče? Kako velika je slika predmeta, če je predmet visok 5 cm? Določite grafično in računsko!  
( $-10$  cm, 10 cm;  $\infty$ ,  $\infty$ ; 30 cm, 10 cm; 16,7 cm, 3,3 cm)
7. Goriščna razdalja objektiva nekega mikroskopa je 0,5 cm, goriščna razdalja okularja pa je 3 cm. Razdalja med lečama je 8 cm. Kolikšna je povečava mikroskopa? Kolikšna je oddaljenost predmeta od objektiva, ko je slika ostra?  
( $75\times$ ; 0,53 cm)
8. Objektiv in okular mikroskopa sta oddaljena za 20 cm. Goriščna razdalja objektiva je 4 mm, okularja pa 12,5 mm. Kolikšna je oddaljenost predmeta od objektiva in kolikšna je povečava mikroskopa?  
(4,1 mm;  $917,5\times$ )
9. Z mikroskopom opazujemo paramecijo (*Paramecium caudatum*), ki v dolžino meri 250  $\mu m$ . Goriščna razdalja objektiva mikroskopa je 40 mm, goriščna razdalja okularja 14 mm, leči pa sta razmaknjeni za 173 mm. Kolikšna je oddaljenost paramecija od objektiva? Kolikšna je povečava mikroskopa? Kako velika je slika paramecija, ki jo naredi objektiv? Kolikšen je zorni kot, pod katerim gledamo sliko?  
(49,2 mm;  $77,2\times$ ; 1,08 mm;  $4,42^\circ$ )
10. Z mikroskopom opazujemo bakterijo *Escherichia coli*, ki je dolga 2  $\mu m$  in široka 0,5  $\mu m$ . Bakterija je od objektiva z goriščno razdaljo 25 mm oddaljena 28 mm. Kje nastane slika bakterije in kako velika je? Kolikšna je povečava mikroskopa, če je goriščna razdalja okularja 5 mm?  
(233,3 mm;  $16,7 \mu m \times 4,2 \mu m$ ;  $410,7\times$ )

## 2. vaje: Newtonovi zakoni gibanja: kinematika, sile, navori, energija

1. Neki tekač v 1,7 s iz mirovanja enakomerno pospeši do največje hitrosti, nato pa ohranja to hitrost. Kolikšna mora biti največja hitrost, če naj izenači svetovni rekord na 200 m, to je 19,19 s? Kolikšen je njegov pospešek?  
(10,9 m/s; 6,4 m/s<sup>2</sup>)
2. Na pločnik pred 20 m visoko hišo pade cvetlični lonec. Forenziki so izmerili, da je bila končna hitrost lonca 17,6 m/s. Ali je možno, da je lonec prosto padel s katerega od oken hiše?  
(15,8 m < 20 m)
3. Plavamo čez 5 metrov široko reko, ki teče s hitrostjo 2 m/s. Hitrost našega plavanja je 1 m/s. (a) Pod katerim kotom glede na tok reke moramo plavati, da bomo čim manj časa v vodi? Za koliko nas pri tem reka odnese s tokom? (b) Pod katerim kotom glede na tok reke moramo plavati, da nas bo reka čim manj odnesla?  
(90°; 10 m; 120°)
4. Pri skoku v daljino se po zaletu atlet odrine od tal s hitrostjo 10,5 m/s v vodoravni smeri in s hitrostjo 4,85 m/s v navpični smeri. Kako dolg bi bil njegov skok, če bi bil zračni upor zanemarljiv, atlet pa med skokom ne bi spreminjal oblike? Svetovni rekord znaša 8,95 m.  
(10,5 m)
5. Ena od strategij pri kepanju je, da najprej vržemo kepo pod velikim kotom glede na vodoravnico. Med tem, ko naš nasprotnik opazuje prvo kepo, vržemo drugo kepo tako, da prileti v nasprotnika prej ali istočasno, kot prva. Privzemite, da vržemo obe kepi s hitrostjo 25 m/s, prvo pod kotom 70° glede na vodoravnico. Pod kolikšnim kotom moramo vreči drugo kepo, da bo priletela na isto mesto, kot prva? S kolikšnim časovnim zamikom jo moramo vreči, da bo priletela na cilj ob istem času, kot prva?  
(20°; 3 s)
6. Z 10 m visokega balkona vržemo kamen z začetno hitrostjo 15 m/s pod kotom 30° glede na vodoravnico. Kolikšno največjo višino doseže? Kolikšna je hitrost kamna 5 m nad tlemi? S kolikšno hitrostjo in pod kolikšnim kotom glede na vodoravnico prileti na tla?  
(12,9 m; 18 m/s; 20,5 m/s; 50,7°)
7. Narezano zelenjavo spuščamo po kuhinjski deski v lonec. Najmanj kolikšen mora biti naklonski kot deske, da bodo koščki sami zdrseli po njej? Koeficient trenja med koščki in desko je 0,3. Kolikšen pa bi moral biti ta kot, da bi po deski zdrsel košček, za katerim je kocka ledu, ki po deski drsi brez trenja? Masa kocke ledu je enaka masi koščka zelenjave.  
(16,7°; 8,5°)
8. Sankač se spusti po ravni strmini. Po presankanih 100 m se nadmorska višina zniža za 40 m, pri tem pa doseže hitrost 72 km/h. Kolikšen je koeficient trenja? Zračni

- upor zanemarite. S kolikšno močjo mora delati motor na saneh pri poti navzgor, če naj se sani premikajo s hitrostjo  $1,5 \text{ m/s}$ ? Masa smučarja s sanmi je  $100 \text{ kg}$ . ( $0,21$ ;  $872 \text{ W}$ ).
9. Kolikšno delo opravimo, ko na klado na poti  $1 \text{ m}$  delujemo s silo  $F = 5 \text{ N}$ ? Za koliko se spremeni delo, če deluje sila pod kotom  $60^\circ$  glede na vodoravnico? S kolikšno močjo moramo delovati v nasprotni smeri, da se bo klada premikala s konstantno hitrostjo  $2 \text{ m/s}$ ? ( $5 \text{ J}$ ;  $2,5 \text{ J}$ ;  $10 \text{ W}$ )
10. Lokomotiva vleče vlak. Masa vlaka z lokomotivo je  $200 \text{ t}$ . S kolikšno stalno silo mora vleči lokomotiva, da v  $2$  minutah pospeši vlak, ki je v začetku miroval, do hitrosti  $36 \text{ km/h}$ ? S kolikšno močjo vleče vlak v trenutku, ko doseže končno hitrost? Koeficient trenja je  $0,35$ , zračni upor pa lahko zanemarimo. ( $7 \times 10^5 \text{ N}$ ;  $7 \text{ MW}$ )
11. Ledeno ploščico poženemo s hitrostjo  $5 \text{ m/s}$  po ravni podlagi proti gladki grbini. Kolikšna je hitrost ploščice na vrhu grbine in kolikšna na platoju na drugi strani grbine, če je grbina visoka  $1 \text{ m}$ , plato pa leži  $0,6 \text{ m}$  nad začetno lego ploščice? Največ koliko sme biti grbina visoka, da bo ploščica še lahko zdrsnila na drugo stran? Trenje zanemarite! ( $2,32 \text{ m/s}$ ;  $3,64 \text{ m/s}$ ;  $1,28 \text{ m}$ )
12. Na asimetrični mehanski tehtnici tehtamo jabolko z maso  $330 \text{ g}$ . Kolikšno maso ima utež, s katero uravnesimo tehtnico? Skodela za tehtanje je od osi oddaljena za  $15 \text{ cm}$ , uteži pa obešamo na nasprotni strani osi, na razdalji  $30 \text{ cm}$ . ( $165 \text{ g}$ )
13. Ko v skrčeni roki (pravi kot) držimo utež, si v prvem približku lahko predstavljamo, da vso težo držimo le z nadlaktnim bicepsom. Masa uteži je  $10$  kilogramov, masa roke pa lahko zanemarimo. Razdalja med komolcem in ramo ( $r_R$ ) je  $30 \text{ cm}$ , razdalja med komolcem in dlanjo ( $r_D$ ) pa  $40 \text{ cm}$ . Mišica prijema na razdalji ( $r_M$ )  $5 \text{ cm}$  od komolca. S kolikšno silo je napeta mišica? Kako pa je, če masa roke ni zanemarljiva? ( $811 \text{ N}$ )
14. Na kuhinjski tehtnici odtehtamo v  $100$  gramsko posodo  $500 \text{ g}$  moke. Za koliko se pri tehtanju skrči vzmet kuhinjske tehtnice, če je koeficient vzmeti  $1000 \text{ N/m}$ ? Posodo z moko hitro odstranimo s tehtnice. Kolikšen pospešek deluje takoj za tem na mizico tehtnice? Masa mizice je  $150 \text{ g}$ . ( $0,6 \text{ cm}$ ;  $39,2 \text{ m/s}^2$ )
15. Eno krajišče  $1 \text{ m}$  dolge lahke vzmeti z razteznostnim koeficientom  $500 \text{ N/m}$  pritrdimo na strop. Na drugo krajišče obesimo utež z maso  $8 \text{ kg}$ . Kolikšen je raztezek vzmeti, če utež miruje? Koliko prožnostne energije je shranjene v raztegnjeni vzmeti? Nato utež odmaknemo za  $10 \text{ cm}$  od ravnovesne lege v navpični smeri in jo spustimo, da prosto zaniha. Kolikšni sta zdaj v ravnovesni legi kinetična energija in hitrost uteži? ( $0,16 \text{ m}$ ;  $6,16 \text{ J}$ ;  $2,89 \text{ J}$ ;  $0,85 \text{ m/s}$ )

### 3. vaje: Gravitacija, Coulombov zakon, električno polje

1. S kolikšno gravitacijsko silo privlači Zemlja Luno? Masa Zemlje je  $6 \times 10^{24}$  kg, masa Lune  $7,4 \times 10^{22}$  kg, razdalja med njima pa je  $3,3 \times 10^8$  m.  
( $2,7 \times 10^{20}$  N)
2. V kateri točki med Luno in Zemljo sta gravitacijski sili na tretje telo nasprotno enaki? Luna ima 81-krat manjšo maso kot Zemlja in je od nje oddaljena za približno 60 zemeljskih polmerov. Polmer Zemlje je 6400 km.  
( $3,8 \times 10^4$  km od Lune)
3. Kolikšno najmanjše delo je potrebno, da spravimo telo z maso 1000 kg s površja Zemlje na površje Lune? Luna ima 81-krat manjšo maso in 3.7-krat manjši polmer kot Zemlja ter je od nje oddaljena za približno 60 zemeljskih polmerov. Polmer Zemlje je 6400 km, masa pa  $6 \times 10^{24}$  kg.  
(58,5 GJ)
4. Povprečna razdalja med elektronom in jedrom v vodikovem atomu je  $5,3 \times 10^{-11}$  m. Kolikšna je velikost sile, s katero jedro privlači elektron? Kolikšna je velikost gravitacijske sile med jedrom in elektronom? Masa elektrona je  $9,1^{-31}$  kg, masa jedra pa  $1,67 \times 10^{-27}$  kg. Kolikšno je razmerje teh dveh sil? Kako se to razmerje spreminja s spreminjanjem oddaljenosti med jedrom in elektronom?  
( $8,1 \times 10^{-8}$  N;  $3,6 \times 10^{-47}$  N;  $2,2 \times 10^{39}$ )
5. Enaki kroglici z maso 8 g in polmerom 10 mm visita na vrvicah z dolžino 20 cm. Vrvici sta na prostem koncu pritrjeni v skupni točki. Kroglici naelektrimo in staknemo, da se naboja izenačita, nato ju spustimo, da se razmakneta. Kolikšen je naboj na kroglicah, če sta v ravnovesju razmaknjeni za 10 cm?  
(0,20  $\mu$ As)
6. Kroglici iz prejšnje naloge potopimo v alkohol z gostoto  $800 \text{ kg/m}^3$ . Razdalja med kroglicama se zmanjša na 4 cm. Kolikšna je dielektričnost alkohola?  
(14,2)
7. Dva delca z enako velikima a nasprotnima nabojema sta v začetku pri miru in 3,2 mm narazen. Ko ju spustimo, opazimo, da je začetni pospešek prvega delca  $7 \text{ m/s}^2$ , drugega pa  $9 \text{ m/s}^2$ . Kolikšna je masa drugega delca in kolikšna je velikost naboja na obeh delcih, če je masa prvega delca  $630 \mu\text{g}$ ?  
(490  $\mu\text{g}$ ;  $2,2 \times 10^{-9}$  As)
8. Izračunajte polje na simetrali električnega dipola (nasprotno predznačena naboja  $e$  na razdalji  $2a$ )!  
( $E_y(x) = 2ea/[4\pi\epsilon_0(a^2 + x^2)^{3/2}]$ )
9. Izračunajte polje na simetrali med dvema točkastima kroglicama, ki nosita enak (po velikosti in predznaku) naboj  $e$  na razdalji  $2a$ ! Kje je polje največje?  
( $E_x(x) = 2ea/[4\pi\epsilon_0(a^2 + x^2)^{3/2}]$ ;  $x(E_{max}) = \pm a/\sqrt{2}$ )

10. Točkasta naboja  $e_1 = 10^{-10}$  As in  $e_2 = -2 \times 10^{-10}$  As sta razmaknjena za 6 cm. Kje na njuni zveznici je električna poljska jakost enaka 0?  
(17,5 cm)
11. V električnem polju z jakostjo 150 V lebdi kroglica z maso 400 g. Kolikšna je velikost naboja in kakšen njegov predznak, če kaže polje v smeri navpično navzdol?  
(0,026 As)
12. Dve majhni telesi z nabojeima po  $+10^{16}$  As sta pritrjeni v razmiku 8 cm. S kolikšno hitrostjo preleti njuno zveznico elektron, ki je na začetku miroval v zelo oddaljeni točki na simetrali? Naboj elektrona je  $1,6 \times 10^{19}$  As in njegova masa  $9,1 \times 10^{31}$  kg.  
(3,9 km/s)
13. V nekem trenutku se na razdalji 100 nm od v membrani zagozdenega iona kalcija,  $\text{Ca}^{2+}$ , nahaja mirujoči ion natrija,  $\text{Na}^+$ . S kolikšno silo deluje takrat ion kalcija na ion natrija (velikost in smer)? Kolikšna je razdalja med ionoma, ko ima prosto gibljiv ion natrija hitrost 100 m/s? Osnovni naboj znaša  $1,6 \times 10^{-19}$  As, masa kalcija je  $6,6 \times 10^{-26}$  kg, masa natrija pa  $3,8 \times 10^{-26}$  kg. Ion kalcija ostane ves opazovani čas zagozden v membrani.  
( $4,6 \times 10^{-14}$  N; 104 nm)
14. V oglišča enakostraničnega trikotnika s stranico 2 cm postavimo tri enake kroglice z nabojem  $5 \mu\text{As}$  in z maso 5 g. Kolikšna je njihova hitrost v neskončnosti, če jih spustimo?  
(67 m/s)
15. Izračunajte električno potencialno energijo enodimenzionalne verige pozitivnih in negativnih ionov v razmiku  $2,38 \times 10^{-10}$  m!  
( $-6,7 \times 10^{-19}$  J)
16. Dve kovinski kroglici s polmerom 5 cm in 10 cm staknemo. Kolikšna sta naboja na kroglicah, če sta bili kroglici na začetku enako nabiti, z nabojem 0,1 mAs?  
(0,067 mAs; 0,133 mAs)
17. V nevihtnem oblaku se nabere negativni naboj, tako da je napetost med njim in površjem Zemlje  $10^9$  V. Oblak je na višini 500 m. Narišite potek silnic električnega polja in ekvipotencialnih črt med oblakom in Zemljo! Kolikšna je jakost električnega polja med oblakom in Zemljo? Na Zemlji je napetost 0 V. Kolikšna je napetost 125 m nad njo? Kolikšen naboj mora imeti prašen delec z maso 0,1 g, da bo lebdel v zraku nad Zemljo?  
( $2 \times 10^6$  V/m;  $2,5 \times 10^8$  V;  $5 \times 10^{-10}$  As)
18. Kroglica z maso 20 g je z lahko vzmetjo pritrjena na vodoravno, enakomerno nabito steno; površinska gostota naboja je  $0,1 \mu\text{As}/\text{m}^2$ , kroglica pa nosi naboj  $15 \mu\text{As}$ . Za koliko je v ravnovesju raztegnjena vzmet? Koeficient vzmeti je 10 N/m.  
(2,8 cm)
19. Kroglica z maso 10 g je z lahko vrvico pritrjena na navpično steno. Stena je enakomerno naelektrena s površinsko gostoto naboja  $0,1 \mu\text{As}/\text{m}^2$ . Kolikšen kot oklepa vrvica s steno, če je na kroglici naboj  $11 \mu\text{As}$ ?  
( $32^\circ$ )

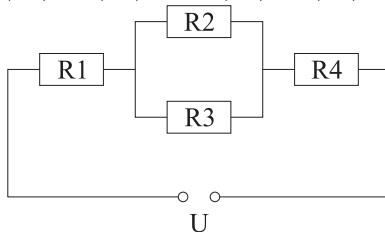
## 4. vaje: Kondenzatorji

- Plošči ploščatega kondenzatorja s ploščino po  $10 \text{ cm}^2$  sta razmaknjeni za  $1 \text{ mm}$ . Kondenzator priključimo na napetost  $1,2 \text{ V}$ . Kolikšna je kapaciteta kondenzatorja? Koliko naboja se nabere na ploščah kondenzatorja? Kolikšna sta, ko je kondenzator poln, napetost in tok na njem? Kolikšno je električno polje med ploščama kondenzatorja? Koliko električne energije je shranjene v tem kondenzatorju za tem, ko smo ga napolnili?  
( $8,85 \times 10^{-12} \text{ F}$ ;  $1,1 \times 10^{-11} \text{ As}$ ;  $1,2 \text{ V}$ ;  $0 \text{ A}$ ;  $1,2 \text{ kV/m}$ ;  $6,4 \times 10^{-12} \text{ J}$ )
- Srčni defibrilator ima kapaciteto  $14 \mu\text{F}$  in shrani do  $250 \text{ J}$  električne energije. Kolikšna je največja napetost na defibrilatorju? Ali bo ta defibrilator uspešno defibriliral srce, če je efektivna upornost telesa  $10 \text{ k}\Omega$ ? (Če po telesu teče tok  $1 \text{ mA}$ , ga ravno še čutimo, tok  $10 \text{ mA}$  povzroči resno krčenje mišic,  $70 \text{ mA}$  fibrilacijo, za defibrilacijo pa so potrebni tokovi večji od  $0,5 \text{ A}$ .)  
( $6 \text{ kV}$ ; da)
- Med zunanostjo in notranostjo neke celice, ki jo omejuje membrana s kapacitivnostjo  $7,7 \text{ mF/m}^2$ , je napetostna razlika  $73 \text{ mV}$ . Kolikšna gostota naboja na površini membrane povzroči tako razliko v potencialu? Kolikšna električna sila deluje na ion natrija, ki se znajde v ionskem kanalu v tej membrani? Kolikšno delo opravi Na/K črpalka v enem ciklu, ko skozi to membrano iz notranjosti celice v zunanost prečrpa 3 ione  $\text{Na}^+$ , iz zunanosti v notranost pa 2 ione  $\text{K}^+$ ? Osnovni naboj znaša  $1,6 \times 10^{-19} \text{ As}$ . Debelina membrane je  $7,6 \text{ nm}$ .  
( $0,56 \text{ mAs/m}^2$ ;  $1,5 \text{ pN}$ ;  $1,2 \times 10^{-20} \text{ J}$ )
- Kolikšna je nadomestna kapaciteta vezja, v katerem sta vzporedno vezana kondenzatorja s kapaciteto  $8 \mu\text{F}$  in  $7 \mu\text{F}$  zaporedno vezana na kondenzator s kapaciteto  $10 \mu\text{F}$ . Kolikšna je napetost na vsakem od kondenzatorjev? Kolikšen pa je naboj? Kondenzatorji so vezani na vir z napetostjo  $1000 \text{ V}$ .  
( $400 \text{ V}$ ;  $400 \text{ V}$ ;  $600 \text{ V}$ ;  $3,2 \text{ mAs}$ ;  $2,8 \text{ mAs}$ ;  $6 \text{ mAs}$ )
- Izračunajte kapacitivnost na površinsko enoto membrane! Kolikšna je efektivna dielektričnost? Kako se vzdolž membrane spreminjata napetost in električno polje? Membrana je sestavljena iz več plasti; vode z debelino  $0,55 \text{ nm}$  in dielektričnostjo  $80$ , polarnega dela z debelino  $2,2 \text{ nm}$  in dielektričnostjo  $50$ , lipidne plasti z debelino  $2,1 \text{ nm}$  in dielektričnostjo  $2$ , nato pa ponovno polarnega dela in še ene plasti vode (podatki za slednji dve plasti sta enaki ustreznim podatkom za prvi).  
( $7,7 \text{ mF/m}^2$ ;  $6,6$ ;  $U_i(x) = U_{i-1,0} + \frac{e}{\epsilon_i \epsilon_0 S} x$ ,  $U_{0,0}(0) = 0$ ,  $U_{i,0} = U_i(d_1 + d_2 + \dots + d_i)$ ;  
 $E_i = \frac{e}{\epsilon_i \epsilon_0 S}$ )
- Dva ploščata kondenzatorja s kapacitetama  $1 \text{ pF}$  in  $4 \text{ pF}$  sta vezana vzporedno. Nabijemo ju na napetost  $1000 \text{ V}$  in odstranimo vir napetosti. V drugi kondenzator vtaknemo dielektrik z dielektričnostjo  $6$ . Koliko naboja preteče pri tem med kondenzatorjema? Za koliko se zmanjša električna energija sistema kondenzatorjev?  
( $8 \times 10^{-10} \text{ As}$ ;  $-2 \times 10^{-6} \text{ J}$ )

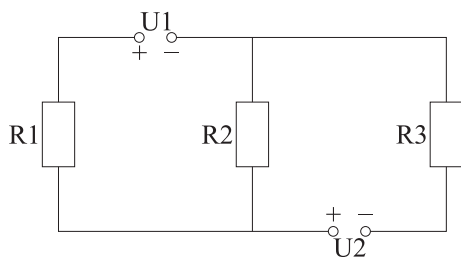


## 5. vaje: Računanje tokov v električnih krogih

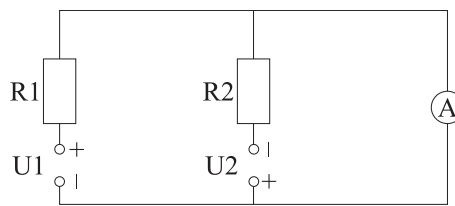
- Električar je prijel za žico, priključeno na napetost 380 V. Kako debel PVC podplat mora imeti, da skozenj ne bo tekkel tok, večji od 3 mA? Upor med roko in stopali je  $5000 \Omega$ , specifični upor PVC je  $5 \times 10^{12} \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ . Površina stopal znaša  $2 \times 200 \text{cm}^2$ . (1 mm)
- Dihanje lahko opazujemo z 90 cm dolgo prožno cevko, ki jo, napolnjeno z nestisljivo prevodno mastjo, napnemo okrog prsnega koša. Za koliko se poveča padec napetosti na tej cevi, če se ob vdihu raztegne na 100 cm? Neraztegnjena cev ima upor  $1000 \Omega$ , prostornina cevi se ne spreminja, skozi jo pa teče ves čas enak tok 5 mA. (1,17 V)
- Upori  $R_1 = 50 \Omega$ ,  $R_2 = 100 \Omega$ ,  $R_3 = 150 \Omega$ ,  $R_4 = 30 \Omega$  ter baterija z napetostjo 20 V so povezani v električni krog, kot kaže slika. Izračunajte tokove in padce napetosti na posameznih upornikih! Kolikšna je napetost med točkama A in B? (0,143 A; 7,1 V; 0,086 A; 8,6 V; 0,057 A; 8,6 V; 0,143 A; 4,3 V; 15,7 V)



- Jegulja ima poseben sistem za omrtvičenje plena z električnim tokom. V telesu jegulje je 200 vzporednih trakov, na vsakem od njih pa je 5000 zaporedno vezanih električnih celic. Vsaka od njih daje napetost 0,15 V in ima notranji upor 0,25  $\Omega$ . Kolikšen tok steče pri razelektritvi jegulje, če je upor vmesne vode 800  $\Omega$ ? Kolikšen tok teče tedaj skozi posamezne električne celice jegulje? (0,93 A; 4,7 mA)
- Ko nas strese elektrika iz vtičnice, steče skozi telo tok 16 mA, pri čemer imamo obute čevlje z električno upornostjo 13 k $\Omega$ . Kolikšen tok pa bi stekel skozi nas, če bi bos stali na mokrih tleh? (0,29 A)
- Brivnik je grajen za napetost 110 V in troši moč 40 W. Kolikšen predupornik potrebujemo, če želimo brivnik priključiti na napetost 220 V? (302,5  $\Omega$ )
- Ko strela udari v hrast, steče po njem tok 10000 A. Koliko toplote se pri tem sprosti v hrastu? Hrast je visok 7 m in ima premer 1 m. Specifična upornost lesa je 2  $\Omega\text{m}$ . Strela traja približno desetstisočinko sekunde. (178 kJ)
- Upornike z uporom  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$  in  $R_3 = 60 \Omega$  vezemo z baterijami z gonilno napetostjo  $U_1 = 10 \text{V}$  in  $U_2 = 25 \text{V}$ , kot kaže slika. Notranja upora baterij zanemarimo. Kolikšni so tokovi skozi posamezne upornike? (0,15 A; 0,425 A; 0,275 A)

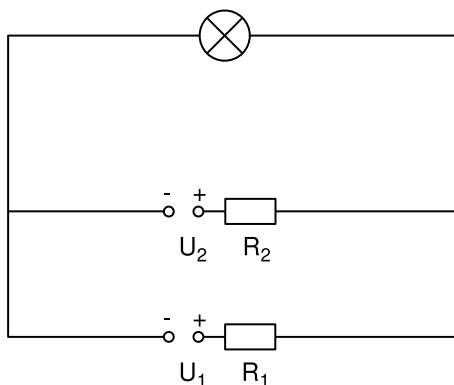


naloga 8



naloga 9

9. Baterijo z gonilno napetostjo  $U_1 = 9 \text{ V}$  in z notranjim uporom  $R_{n,1} = 3 \Omega$  ter baterijo z gonilno napetostjo  $U_2 = 3 \text{ V}$  in z notranjim uporom  $R_{n,2} = 2 \Omega$  zvežemo z ampermetrom z uporom  $1 \Omega$ , kot kaže slika. Kolikšen tok kaže ampermeter? Kolikšni tokovi tečejo skozi bateriji?  
(0,82 A; 2,73 A; 1,91 A)
10. Žarnica z uporom  $1 \Omega$  je priklopljena na vzporedno vezani bateriji z napetostjo  $U_1 = 9 \text{ V}$  in notranjim uporom  $R_1 = 6 \Omega$  ter  $U_2 = 3 \text{ V}$  in  $R_2 = 3 \Omega$ , kot kaže slika. Kolikšna ohmska moč se porablja na žarnici?  
(2,8 W)



11. V valilnici vzdržujejo primerno temperaturo za novoizvaljene piščančke s pomočjo ohmske toplote, ki jo oddajajo žarnice. Koliko toplote oddata v eni uri dve žarnici, ki sta vezani (a) vzporedno ali (b) zaporedno v krog z izvorom napetosti  $220 \text{ V}$ ? Deklarirana moč žarnic pri napetosti  $220 \text{ V}$  je  $100 \text{ W}$ .  
( $7,2 \times 10^5 \text{ J}$ ;  $1,8 \times 10^5 \text{ J}$ )
12. Atlantski električni skat (*Torpedo nobiliana*) omrtviči svoj plen z električnim sunkom z napetostjo  $200 \text{ V}$ . Kolikšen tok steče pri tem skozi plen, katerega upor znaša  $1 \text{ k}\Omega$ ? Kolikšna pa je v plenu sproščena toplota, če traja sunek desetinko sekunde?  
(0,2 A; 4 J)
13. Prvi grelec navijemo iz žice s presekom  $0,1 \text{ mm}^2$ , dolžino  $100 \text{ m}$  in specifičnim uporom  $0,1 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , drugega pa iz žice s presekom  $0,2 \text{ mm}^2$ , dolžino  $28 \text{ m}$  in specifičnim uporom  $0,5 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ . Grelca priključimo na napetost  $220 \text{ V}$  a) zaporedno ali b) vzporedno. Kolikšno je razmerje moči, ki ju porablja sestavljeni grelec v primerih a) in b)?  
(0,24)

## 6. vaje: Magnetno polje in primeri indukcije

1. Izračunajte gostoto magnetnega polja na razdalji 0,5 cm od dolgega ravnega vodnika, po katerem teče tok 5 A!  
(0,2 mT)
2. Pri nekaterih algah so celice zelo dolge in imajo presek  $1 \text{ mm}^2$ . Intercelularni tok doseže gostoto do  $1 \text{ }\mu\text{A}/\text{mm}^2$ . Ocenite velikost gostote magnetnega polja, ki jo izmerimo z detektorjem na razdalji 5 cm od celice! Kolikšna je sila na dolžinsko enoto med dvema vzporednima celicama, oddaljenima 2 mm? Je sila privlačna ali odbojna, če teče tok v njiju v isto smer?  
( $4 \times 10^{-12} \text{ T}$ ;  $10^{-16} \text{ N/m}$ )
3. Izračunajte gostoto magnetnega polja dolge tuljave, po kateri teče tok 2 A! Tuljava ima 1000 ovojev in je dolga 10 cm.  
(0,025 T)
4. Elektron pospešimo v električnem polju z jakostjo  $10 \text{ kV/m}$  na razdalji 55 cm. Izračunajte končno hitrost elektrona! Elektron nato vstopi v homogeno magnetno polje z gostoto  $0,02 \text{ T}$ , tako da so silnice pravokotne na smer elektrona. Izračunajte polmer kroga, po katerem se giblje elektron v magnetnem polju! Koliko časa potrebuje za en krog? Masa elektrona je  $9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , njegov naboj pa  $1,6 \times 10^{-19} \text{ As}$ .  
( $4,4 \times 10^7 \text{ m/s}$ ; 12,5 mm; 1,8 ns)
5. Po dveh dolgih ravnih vzporednih vodnikih teče v isto smer električni tok 2 A. Vodnika sta razmaknjena za 1 cm. Kolikšna in kakšna je sila na dolžinsko enoto med vodnikoma?  
( $4 \times 10^{-5} \text{ N/m}$ )
6. Aluminijska palica z debelino 1 cm leti vodoravno v homogenem magnetnem polju z gostoto 1 T. Silnice magnetnega polja potekajo vodoravno in so pravokotne na dolgo os palice. Kolikšen mora biti tok skozi palico, da palica lebdi v magnetnem polju? Gostota aluminija je  $2,7 \text{ g/cm}^3$ .  
(2,1 A)
7. Bakreno žico s presekom  $2 \text{ mm}^2$  prepognemo v tri stranice kvadrata. Kvadrat položimo v homogeno magnetno polje z gostoto 1 T, tako da se lahko vrtili okrog vodoravne osi, ki nadomešča četrto stranico. Silnice magnetnega polja so v vodoravni smeri. Kolikšen tok mora teči skozi žico, da stoji žični okvir vodoravno? Gostota bakra je  $8,9 \text{ g/cm}^3$ .  
(0,35 A)
8. Reaktivno letalo leti s hitrostjo  $1080 \text{ km/h}$  v vodoravni smeri. Kolikšna napetost se inducira med koncema kril z razponom 15 m, če je navpična komponenta gostote magnetnega polja  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ?  
(0,22 V)
9. Pravokotno tokovno zanko postavimo v homogeno magnetno polje z gostoto  $0,4 \text{ T}$ . Silnice magnetnega polja so vodoravne, zanka pa je nanje pravokotna. Na zanki je nataknjena vodoravna bakrena prečka z gostoto  $8,9 \text{ g/cm}^3$  in s specifičnim uporom

- $1,8 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ . S kolikšno stalno hitrostjo pada prečka? Trenja pri gibanju zanke po prečki ne upoštevamo, električni upor zanke pa je zanemarljiv v primerjavi z uporom prečke.  
(1 cm/s)
10. Baterija z napetostjo 1,5 V in notranjim uporom  $0,1 \Omega$  je vezana v prevodno kvadratno zanko s stranico z dolžino 5 cm. Kolikšen tok teče po zanki? Eno od stranic zanke postavimo v prostor z vodoravnim magnetnim poljem. Stranica je vodoravna in pravokotna na silnice magnetnega polja. Kolikšna mora biti gostota magnetnega polja, da zanka ne bo padla? Narišite shemo in na njej označite smer toka in magnetnega polja! Masa baterije in zanke je 8 g, upor zanke pa je zanemarljiv.  
(15 A; 0,1 T)
11. Tuljava s 50 ovoji kvadratne oblike, dolžina stranice je 6 cm, se 20-krat v sekundi zavrti v homogenem magnetnem polju z gostoto 0,3 T. Magnetno polje je pravokotno na os vrtenja, ki sovpada z eno od stranic tuljave. Izračunajte, kako se s časom spreminja inducirana napetost v tuljavi! Kolikšna je njena največja vrednost?  
(6,8 V)
12. Vodoravno bakreno prečko z dolžino 5 cm spustimo, da pada v prostoru s homogenim magnetnim poljem z gostoto 0,4 T. Silnice magnetnega polja so vodoravne in pravokotne na prečko. Kako se s časom spreminja napetost, ki se inducira med krajiščema prečke? Kolikšna je njena vrednost po 1 sekundi? Pozor: prečka ni vezana v sklenjen električni krog!  
(0,2 V)
13. Morski psi s pomočjo t.i. Lorencinijevih ampul zaznajo že zelo majhne spremembe jakosti električnega polja, to je velikosti 5 nV/cm. Kolikšne spremembe magnetnega polja lahko morski pes zazna s tem organom med običajnim gibanjem, ko se premika s hitrostjo 8 km/h? Lorencinijeve ampule delujejo na principu magnetne indukcije, dolžina posamezne električno prevodne ampule pa je 1 cm. *Namig: Računajte za ampulo, ki leži v smeri pravokotni na smer gibanja in smer magnetnega polja.*  
(0,2  $\mu\text{T}$ )
14. Po ležeči 1 m dolgi tuljavi z 10000 ovoji teče tok 1,5 A. Kolikšno je magnetno polje znotraj tuljave? V katero smer kažejo silnice v notranjosti tuljave? Serviserju pade pri delu iz rok vijak z dolžino 3 cm. Kolikšna je inducirana napetost med krajiščema vijaka, ko vijak prepotuje pot 2 cm? Vijak je ves čas padanja v tuljavi, usmerjen vodoravno, prečno na glavno os tuljave.  
(18,8 mT; 0,35 mV)
15. V laboratoriju za visoka magnetna polja na univerzi v Nijmegnu na Nizozemskem delajo poskuse z magnetnim lebdenjem. Znan je poskus, pri katerem jim je v magnetnem polju z gostoto 16 T uspelo lebdenje žabe. Kolikšen tok bi moral teči po dolgi tuljavi s 1000 ovoji na centimeter dolžine, da bi v njej nastalo tako močno magnetno polje? Kolikšna napetost se inducira v 1 cm dolgem vijaku, ki ga s hitrostjo 2 cm/s premikamo prečno na silnice magnetnega polja v tej tuljavi?  
(127 A; 3,2 mV)

## 7. vaje: Odziv snovi na obremenitev ter električno in magnetno polje

- Med nepremični steni v razmiku 1 meter damo dve po 0,5 m dolgi palici z enakim presekom in s temperaturo 20°C. Kolikšna je napetost v palicah, če ju segrejemo do 30°C? Prva palica je iz jekla z linearnim koeficientom temperaturnega raztezka  $1,1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  in prožnostnim modulom  $2,1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ , druga pa iz bakra s koeficientom  $1,7 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  in modulom  $9 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ .  
( $1,76 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ )
- Posoda z debelimi jeklenimi stenami je napolnjena z alkoholom. Za koliko stopinj moramo povečati temperaturo, da bo tlak narastel za  $6 \times 10^5 \text{ Pa}$ ? Stisljivost alkohola je  $1,15 \times 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$ , temperaturni koeficient prostorninskega raztezka pa  $7,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ . Temperaturni koeficient dolžinskega raztezka jekla je  $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .  
(0,97 K)
- Največ za koliko odstotkov lahko raztegemo jekleno žico s premerom 1 mm in dolžino 2 m, preden počí? Prožnostni modul jekla je  $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ , natezna trdnost pa  $4 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ . Predpostavimo, da ves čas natezanja velja Hookov zakon. Kolikšen je ustrezni razteznostni koeficient za tako žico?  
(0,2 %,  $7,9 \times 10^4 \text{ N/m}$ )
- Spodnji del noge obremenimo z utežjo z maso 10 kg. Kolikšen je relativni raztezek goleni, če je njen presek tipično  $3 \text{ cm}^2$ , prožnostni modul pri natezanju pa  $2,24 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ ? Pri kolikšni obremenitvi bi prišlo do zloma, če je meja natezne trdnosti goleni  $9,8 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ?  
( $1,5 \times 10^{-5}$ ;  $2,9 \times 10^4 \text{ N}$ )
- Pri mazanju medu na kruh vlečemo nož s hitrostjo 1 cm/s. S kolikšno silo delujemo pri tem? Plast medu je debela 3 mm, površina noža v stiku z medom je  $5 \text{ cm}^2$ , viskoznost medu pa je 2 Pa·s.  
(3,3 mN)
- Dva ploščata kondenzatorja s kapacitetama 1 pF in 4 pF sta vezana vzporedno. Nabijemo ju na napetost 1000 V in odstranimo vir napetosti. V drugi kondenzator vtaknemo dielektrik z dielektričnostjo 6. Koliko naboja preteče pri tem med kondenzatorjema? Za koliko se zmanjša električna energija sistema kondenzatorjev?  
( $8 \times 10^{-10} \text{ As}$ ;  $-2 \times 10^{-6} \text{ J}$ )
- Ploščati kondenzator s kvadratnima ploščama s stranico  $a$  in medsebojnim razmikom  $d$  priključimo na konstantno napetost  $U$ . V prostor med ploščama vtaknemo ploščico iz dielektrične snovi z debelino enako razmiku med ploščama kondenzatorja. S kolikšno silo vleče kondenzator ploščico noter? Dielektričnost snovi je  $\epsilon$ .  
( $F = (\epsilon - 1) \epsilon_0 a U^2 / 2d$ )

## 8. vaje: Nihanje in valovanje

1. Eno krajišče 1 m dolge lahke vzmeti z razteznostnim koeficientom 500 N/m pritrdimo na strop. Na drugo krajišče obesimo utež z maso 8 kg. Kolikšen je raztezek vzmeti, če utež miruje? Nato utež odmaknemo za 10 cm od ravnovesne lege v navpični smeri in jo spustimo, da prosto zaniha. Kolikšna je kinetična energija uteži, ko je 3 cm odmaknjena od ravnovesne lege? Kolikšen je največji raztezek vzmeti? Kolikšen je nihajni čas nihanja? Kako se med nihanjem s časom spreminja odmik uteži od ravnovesne lege? Kolikšna je največja hitrost uteži med nihanjem? Kolikšna je energija nihanja?  
(0,16 m; 2,28 J; 0,26 m; 0,80 s; 0,79 m/s; 2,5 J)
2. Na vodoravni podlagi miruje vzmet z razteznostnim koeficientom 225 N/m, ki je z enim krajiščem pritrjena v steno, na drugem krajišču pa na utež z maso 1 kg. V utež se zaleti kroglica, tako da se začne utež gibati s hitrostjo 1,5 m/s v smeri proti steni. Za koliko se premakne utež, ko se najbolj približa steni? Kolikšna je takrat njena hitrost? Kdaj se utež ponovno pojavi v začetni legi? *Dodatno vprašanje: Kolikšna je bila pred trkom z utežjo hitrost kroglice? Kroglica ima maso 10 g, ob trku pa se prilepi na utež?*  
(10 cm; 0 m/s; 0,21 s; 151,5 m/s)
3. Kovinsko kroglico obesimo na 3 m dolgo lahko vrvico, jo odklonimo za  $3,5^\circ$  iz ravnovesne lege in spustimo. Koliko nihajev naredi nihalo v 15 s? Kolikšno največjo hitrost doseže kroglica med nihanjem?  
(4,3, 0,33 m/s)
4. 20 cm dolgo nihalo stenske ure opravi nihaj v 2 sekundah. Zapišite in narišite, kako se s časom spreminjajo lega, kotna hitrost in hitrost uteži na koncu nihala, če začnemo šteti čas v eni od skrajnih leg! Kolikšni sta amplitudi kotne in obodne hitrosti, če znaša amplituda kota  $2^\circ$ ?  
(0,11/s; 2,2 cm/s)
5. V Ljubljani smo dočakali stoletni potres. Širi se v taki smeri, da potresni val potuje po črti Golovec – Ljubljanski grad – Biotehniška fakulteta. Ljubljanski grad je od Golovca oddaljen 1,7 km, Biotehniška fakulteta pa 4,6 km. Transverzalni valovi s frekvenco 2 Hz potujejo s hitrostjo 4,2 km/s in nihajo tla z amplitudo 5 cm. Kolikšen je odmik tal na Ljubljanskem gradu v trenutku, ko na observatoriju na Golovcu zabeležijo amplitudni odmik? Čez koliko časa bo sledil maksimum na Biotehniški fakulteti?  
(1,8 cm; 0,095 s)
6. Vinilske gramofonske plošče so se pri branju/predvajanju zavrtele 33-krat v minuti. Kolikšna je valovna dolžina brazde, s katero je v razdalji 10 cm od osi zapisan ton s frekvenco 440/s. Kolikšna je največja frekvenca, ki so jo lahko zapisali na tako ploščo, če je najbližja brazda 3 cm od osi, zrnca snovi, iz katere je plošča, pa imajo povprečni premer 20  $\mu\text{m}$ ?  
(5183 Hz)

7. Ultrazvočno slikanje temelji na zaznavi ultrazvočnih sunkov, ki se odbijejo od organov v telesu. Izračunajte, kako globoko v telesu se nahaja organ, če zaznamo od njega odbiti sunek po  $100 \mu\text{s}$ ! Frekvenca ultrazvočnega valovanja je  $4 \text{ MHz}$ , njegova valovna dolžina pa je v obravnavanem tkivu  $375 \mu\text{m}$ .  
(7,5 cm)
8. Delfini se orientirajo in sporazumevajo s pomočjo oddajanja in zaznavanja (odbitih) zvočnih signalov. Kdaj po oddanem zvočnem signalu s frekvenco  $30 \text{ kHz}$  zazna delfin "biosonar" od podvodnega grebena odbiti signal? Greben je od mirujočega delfina oddaljen  $450 \text{ m}$ , valovna dolžina danega zvočnega valovanja pa v vodi znaša  $5 \text{ cm}$ . Za koliko odstotkov se spremeni ta čas, če se delfin v begu pred belim morskim psom približuje grebenu s hitrostjo  $40 \text{ km/h}$ ?  
(0,6 s;  $-0,7\%$ )
9. V gasilskem domu preizkušajo delovanje sirene. Po cesti, ki gre mimo gasilskega doma takrat vozi avtomobil s hitrostjo  $50 \text{ km/h}$ . Kolikšno frekvenco zvoka sirene sliši voznik v avtomobilu, ko se približuje gasilskemu domu, in kolikšno, ko se od njega oddaljuje? Zvok sirene ima frekvenco  $500 \text{ Hz}$ , zvok pa se po zraku širi s hitrostjo  $340 \text{ m/s}$ .  
(520,4 Hz; 479,6 Hz)
10. Iz gasilskega doma odpelje na nujno vožnjo gasilski avto in pri tem oddaja zvok s frekvenco  $500 \text{ Hz}$ . Kolikšno frekvenco sliši gasilec, ki je ostal v gasilskem domu? Gasilski avto vozi s hitrostjo  $70 \text{ km/h}$ .  
(473 Hz)
11. Rešilec z vključeno sireno vozi s hitrostjo  $100 \text{ km/h}$  proti hiši. Frekvenca sirene znaša  $500 \text{ Hz}$ . Kolikšno frekvenco sliši stanovalec v hiši? Kolikšno frekvenco odbitega zvoka sirene pa sliši voznik rešilca? Hitrost zvoka v zraku je  $340 \text{ m/s}$ .  
(544,5 Hz; 589 Hz)
12. Struna z maso  $10 \text{ g}$  in z dolžino  $1 \text{ m}$  je na obeh koncih vpeta s silo  $100 \text{ N}$ . Določite osnovno frekvenco in višje harmonične frekvence te strune! Kolikšen je odmik strune od ravnovesne lege  $10 \text{ cm}$  od krajišča pri drugi harmonični frekvenci z amplitudo  $12 \text{ mm}$ ?  
(50 Hz;  $\nu_n = \nu_0(n + 1)$ ; 9,7 mm)
13. Tretja struna kitare z dolžino  $63 \text{ cm}$  je uglašena na ton g, ki mu ustreza frekvenca  $392 \text{ Hz}$ . Kolikšna je hitrost razširjanja valovanja po tej struni? Na kateri razdalji mora biti drugi razdelek, da bo ob pritisku nanj struna zazvenela s tonom a (komorni a, ki mu ustreza frekvenca  $440 \text{ Hz}$ )?  
(493,9 m/s; 6,9 cm)
14. Kolikšne so lastne frekvence  $35 \text{ cm}$  dolge ustnične piščali, ki je na drugem krajišču a) odprta ali b) zaprta? Hitrost razširjanja zvoka v zraku je  $340 \text{ m/s}$ .  
(485,7 Hz; 971,4 Hz; 1475,1 Hz;... 242,9 Hz; 728,6 Hz; 1214,3 Hz; ...)

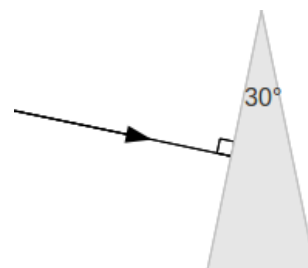
## 9. vaje: Uklon in interferenca

1. Netopir pri orientaciji v prostoru oddaja zvočno valovanje s frekvenco 25 kHz. Kolikšna je valovna dolžina tega zvoka v zraku, po katerem se zvočno valovanje razširja s hitrostjo 340 m/s? Pod katerimi koti pride do ojačitve pri interferenci valovanj, ki ju oddajata netopirja, oddaljena za 5 cm?  
(13,6 mm;  $0^\circ$ ;  $\pm 15,8^\circ$ ;  $\pm 33,0^\circ$ ;  $\pm 54,7^\circ$ )
2. Ptice se pred jesensko selitvijo proti jugu zbirajo na žici daljnovoda. Razmik med njimi je 10 cm. Pod katerimi koti slišimo ojačitve njihovega petja? Ptice se oglašajo z zvokom s frekvenco 10000 Hz, ki se po zraku širi s hitrostjo 340 m/s.  
( $0^\circ$ ;  $\pm 19,9^\circ$ ;  $\pm 42,8^\circ$ )
3. Določite kote, pri katerih dobimo ojačitve pri interferenci valovanja, ki izhaja iz dveh drobnih odprtin v ravni steni, razmahnjenih za 18 cm! Valovna dolžina ravnega valovanja, ki vpada na steno, je 5 cm. Pri katerih kotih se valovanje oslabi?  
( $\sin \alpha_N = N\lambda/d$ ;  $\sin \alpha_N = (N + 1/2)\lambda/d$ )
4. Na 3 m oddaljenem zaslonu opazujemo prvi red emisijskega spektra neona, ki ga dobimo z uklonsko mrežico s 1000 zarezi na milimeter. Kolikšen je razmik med zelenima črtama z valovnimi dolžinama 533,0 nm in 534,1 nm? Vpadni svetlobni žarek je pravokoten na mrežico in na zaslon.  
(5,5 mm)
5. Pravokotno na uklonsko mrežico posvetimo z žarkom enobarvne svetlobe z valovno dolžino 480 nm. Prvo ojačitev opazimo pod kotom  $22^\circ$  glede na vpadno smer. Pod katerimi koti opazimo na isti mrežici ojačitve za valovno dolžino 620 nm?  
( $0^\circ$ ;  $\pm 28,9^\circ$ ;  $\pm 75,4^\circ$ )
6. Na uklonsko mrežico, ki ima 450 rež na milimeter, pada pravokotno svetloba z valovno dolžino 600 nm. V kolikšnih razdaljah od neodklonjenega curka se pojavijo svetle lise na 3 m oddaljenem zaslonu? Koliko je vseh uklonskih maksimumov?  
(0 cm; 84 cm; 192 cm; 414 cm; 7)
7. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe, ki jo še opazimo v spektru četrtega reda pri pravokotnem vpadu bele svetlobe na mrežico s 5000 zarezi na cm?  
(500 nm)
8. Pravokotno na uklonsko mrežico s 400 režami na milimeter posvetimo z belo svetlobo. Kako širok bo vidni del prvega pasu ojačitve na 2 m oddaljenem zaslonu? Kakšne barve bo del, najbližji centralnemu prepuščenemu delu? Vidna svetloba ima valovno dolžino na intervalu od 400 nm do 700 nm.  
(0,26 m)
9. Pravokotno na uklonsko mrežico s 500 režami na milimeter posvetimo z belo svetlobo in opazujemo interferenčni vzorec na 50 cm oddaljenem zaslonu. Kje na zaslonu opazimo prvi uklonski maksimum za obe mejni valovni dolžini vidne svetlobe? Kaj opazimo vmes? Koliko rež na milimeter bi morala imeti mrežica, da ne bi opazili niti prvega maksimuma? Mejni valovni dolžini vidne svetlobe sta 400 nm in 700 nm.  
(10,2 cm; 18,7 cm; 2500)



## 10. vaje: Uporaba lomnega in odbojnega zakona

1. Svetlobni žarek pada pod kotom  $35^\circ$  na zunanjo površino 1 cm debele steklene stene akvarija. Pod kolikšnim kotom glede na pravokotnico na steno se širi žarek po vodi? Koliko sta medsebojno oddaljeni vstopna in izstopna točka žarka na stekleni steni? Lomni količnik stekla je 1,5, lomni količnik vode pa 1,33.  
( $25,5^\circ$ ; 1,08 cm)
2. Za koliko se pri prehodu skozi 2 cm debelo stekleno ploščo premakne žarek, ki vpada pod kotom  $60^\circ$ ? Lomni količnik stekla je 1,5. Ploščo obdaja zrak.  
(1,02 cm)
3. Vrh 2,5 m dolgega, navpično stoječega droga, sega 1 m nad vodno gladino. Kako dolga je senca na dnu bazena z ravnim dnom, kadar sije sonce pod kotom  $45^\circ$  glede na navpičnico? Lomni količnik vode je 1,33.  
(1,94 m)
4. Kolikšen je kot totalnega odboja za prehod svetlobe iz stekla ( $n = 1,5$ ) v zrak?  
( $42^\circ$ )
5. Bazen poln vode je navidezno globok 1,5 m, če gledamo vanj skoraj v navpični smeri. Kolikšna je njegova prava globina? Lomni količnik vode je 1,33.  
(2 m)
6. V prazno valjasto posodo z višino 15 cm in polmerom 15 cm gledamo pod takšnim kotom, da ravno še vidimo rob med dnom in steno. Koliko vode moramo natočiti v posodo, da bomo videli kovanec, ki je na sredi dna posode?  
(13,7 cm)
7. Na vodi z lomnim količnikom 1,3 imamo  $0,5 \mu\text{m}$  debelo plast olja z lomnim količnikom 1,2. Plast osvetljujemo v pravokotni smeri. Kolikšna je valovna dolžina/barva svetlobe, ki se z odbojem ojačuje?  
(600 nm/oranžna; 400 nm/vijolična)
8. Snop svetlobe pada pravokotno na enega od krakov enakokrake steklene prizme. Kot v vrhu je  $30^\circ$ . Narišite pot žarka skozi prizmo! Na skici označite vstopni in izstopni kot! Pod kolikšnim kotom glede na pravokotnico na izstopno stranico izstopa snop iz prizme? Kolikšna je debelina izstopnega snopa, če je debelina vstopnega 1 cm? Lomni količnik stekla je 1,5.  
( $48,6^\circ$ ; 7,6 mm)



9. Svetlobni žarek vpada pod kotom  $30^\circ$  na eno od ploskev enakostranične steklene prizme. Za kolikšen kot glede na prvotno smer je odklonjen žarek po prehodu skozi prizmo?  
( $53^\circ$ )

## 11. vaje: Lečja in goriščne razdalje, dioptrijska

1. Diapozitiv je v diaproyektorju od leče z goriščno razdaljo 5 cm oddaljen za 5,1 cm. Koliko je od leče diaproyektorja oddaljen zaslon, na katerem vidimo ostro sliko? Kako velik je predmet na diapozitivu, če je njegova slika na zaslonu velika 20 cm? (255 cm; 0,4 cm)
2. Z lečo z goriščno razdaljo 50 cm projeciramo na 4 m oddaljen zaslon hrastov list. List je visok 9 cm in širok 5 cm. Kam moramo postaviti list, da bo slika lista na zaslonu ostra? Kakšne bodo mere lista na zaslonu? Narišite skico postavitve in konstrukcijo slike! (57,1 cm; 63 cm × 35 cm)
3. S fotoaparatom z normalnim objektivom z goriščno razdaljo 50 mm fotografiram 0,5 m oddaljenega 3 cm velikega metulja. Kolikšna je v primeru ostre slike oddaljenost leče od filma? Kako velika je slika metulja? Kako velika pa je zamazana slika, ki jo dobimo, če fotoaparat nastavimo na neskončnost? (5,6 cm; 3,3 mm; 3 mm)
4. S fotoaparatom s teleobjektivom z goriščno razdaljo 200 mm fotografiram 15 metrov oddaljeno 1 meter visoko srno. Kolikšna je v primeru ostre slike oddaljenost leče od filma? Kako velika je slika srne? Za koliko se premakne leča, če nastavimo fotoaparat na neskončnost? (202,7 mm; 13,5 mm; 2,7 mm)
5. S fotoaparatom z normalnim objektivom z goriščno razdaljo 50 mm bi radi fotografirali cvet metuljaste kukavice (*Orchis papilionacea*). Koliko je velika največja ostra slika cveta na fotografskem filmu, če je največja možna oddaljenost leče od filma 56 mm? Kolikšna je takrat oddaljenost cveta od leče? Naravna velikost cveta metuljaste kukavice je 5 cm. (6 mm; 46,7 cm)
6. Zdravo oko vidi ostro predmete, oddaljene vsaj 10 cm. Kolikšni sta najmanjša in največja goriščna razdalja leče očesa, v katerem se mrežnica nahaja 2,5 cm za lečo? Kje nastane slika predmeta, ki je od očesa oddaljen 8 cm? (20 mm; 25 mm; 2,67 cm)
7. Oko neke starejše osebe ne vidi jasno predmetov, ki so oddaljeni manj kot 50 cm. Kolikšni sta največja in najmanjša goriščna razdalja leče tega očesa? Razdalja med lečo in mrežnico znaša v tem očesu 24 mm. Kje v tem očesu nastane slika predmeta, ki je na normalni vidni razdalji od leče, to je na razdalji 25 cm? (24 mm; 22,9 mm; 2,52 cm)
8. Z lupo opazujemo mravljo, ki je od našega očesa oddaljena 25 cm. Na kolikšni oddaljenosti od mravlje je lupa, če je goriščna razdalja leče 5 cm. Kolikšna je pri tem povečava? (5 cm; 5×)
9. Izračunajte povečavo daljnogleda, ki je sestavljen iz leč z goriščnima razdaljama 100 cm in 15 cm! Narišite potek žarkov pri opazovanju 20 m visoke smreke na

- razdalji 600 m ter izračunajte višino slike, ki jo tvori objektiv!  
(6,7; 3,3 cm)
10. Objektiv in okular mikroskopa sta oddaljena za 20 cm. Goriščna razdalja objektiva je 4 mm, okularja pa 12,5 mm. Kolikšna je oddaljenost predmeta od objektiva in kolikšna je povečava mikroskopa?  
(4,1 mm; 917,5 $\times$ )
11. Z mikroskopom opazujemo algo iz rodu spirogir s prečno dimenzijo 40  $\mu\text{m}$ . Goriščna razdalja objektiva mikroskopa je 40 mm, okularja pa 15 mm. Kako velika je prečna dimenzija slike alge, ki jo naredi objektiv? Kolikšna je pri pravilni nastavitvi razdalja med lečama mikroskopa, če je oddaljenost alge od objektiva 54 mm? Kolikšen je pri tem zorni kot?  
*Dodatno vprašanje: Na kolikšno razdaljo pa bi nastavili leči mikroskopa, če bi bila dioptrija našega očesa  $-1$ ?*  
(114,3  $\mu\text{m}$ ; 169,3 mm; 0,44 $^\circ$ )
12. Z mikroskopom opazujemo paramecijo (*Paramecium caudatum*), ki v dolžino meri 250  $\mu\text{m}$ . Goriščna razdalja objektiva mikroskopa je 40 mm, goriščna razdalja okularja 14 mm, leči pa sta razmaknjeni za 173 mm. Kolikšna je oddaljenost paramecija od objektiva? Kolikšna je pri danih nastavitvah povečava mikroskopa? Kako velika je slika paramecija, ki jo naredi objektiv?  
(53,4 mm; 53,1 $\times$ ; 0,74 mm)
13. Z mikroskopom opazujemo bakterijo *Escherichia coli*, ki je dolga 2  $\mu\text{m}$  in široka 0,5  $\mu\text{m}$ . Bakterija je od objektiva z goriščno razdaljo 25 mm oddaljena 28 mm. Kje nastane slika bakterije in kako velika je? Kolikšna je povečava mikroskopa, če je goriščna razdalja okularja 5 mm?  
(233,3 mm; 16,7  $\mu\text{m}\times 4,2 \mu\text{m}$ ; 416,7 $\times$ )
14. Kratkovidna oseba ne vidi ostro predmetov, ki so od nje oddaljeni več kot 50 cm. Kolikšna je lomnost (dioptrija) leč očal, ki odpravijo težave?  
( $-2$ )
15. Oko ne vidi jasno predmetov, ki so oddaljeni manj kot 60 cm. Ocenite lomnost leč očal, ki jih potrebuje to oko, da vidi jasno tudi do razdalje 25 cm!  
(2,3)
16. S prostim očesom lahko na 2 m oddaljeni sliki ravno še ločimo detajle, ki so veliki 3 mm. Kako majhne detajle lahko ločimo na sliki, ki je od nas oddaljena za normalno zorno razdaljo (25 cm)?  
(0,375 mm)
17. Zorni kot Sonca je 0,54 $^\circ$ . Kako veliko sliko Sonca dobimo z lečo, ki ima goriščno razdaljo 50 cm in premer 10 cm?  
(0,47 cm)
18. Predmet se nahaja na razdalji 18 cm od zaslona. Koliko stran od zaslona moramo postaviti zbiralno lečo z goriščno razdaljo 4 cm, da bo slika na zaslonu ostrá? Narišite potek žarkov!  
(6 cm; 12 cm)