

Naloge iz fizike za študente kemijske tehnologije

Pripravil: B. Borštnik

1) S kakšno začetno hitrostjo smo vrgli kamen navzdol, če je po dveh skundah dosegel globino 35m?

Navodilo: Rešimo enačbo $x = v_0t + gt^2/2$ v kateri je neznanica v_0 .

2) Med dvema krajema vozimo enkrat tako, da je naša hitrost pol poti 60 km/h, pol poti pa 100 km/h, drugič pa tako, da vozimo z vsako od omenjenih hitrosti pol časa, ki ga porabimo za vožnjo. Kolikšna je povprečna hitrost v prvem in kolikšna v drugem primeru?

Navodilo: Povprečna hitrost je količnik med opravljeno potjo in časom, v katerem je telo opravilo pot. V prvem primeru velja $x/2 = v_1t_1$ in $x/2 = v_2t_2$. Iz teh dveh enačb izračunamo neznanke t_1 in t_2 , nato pa povprečno hitrost $v_{povp} = x/(t_1 + t_2)$. V drugem primeru velja $x_1 = v_1t/2$ in $x_2 = v_2t/2$ ter $x = x_1 + x_2$. Imamo torej tri enačbe za tri neznanke x_1 , x_2 in t . Enačbe rešimo in določimo povprečno hitrost kot $v_{povp} = (x_1 + x_2)/t$.

3) Ko pelje kolesar ($v=10\text{m/s}$) mimo mirujočega motorista, začne slednji voziti za prvim s pospeškom 5m/s^2 . Kje ga dohiti?

Navodilo: V trenutku, ko dohiti motorist kolesarja, je njuna razdalja od začetne lege enaka in lahko zapišemo $v_kT = a_mT^2/2$, kjer sta v_k in a_m hitrost kolesarja in pospešek motorista.

4) 100 m široko reko, ki teče s hitrostjo 2 m/s hočemo prečkati s čolnom, ki zmora hitrost 5 m/s tako, da dosežemo najbližjo točko nasprotnega brega. Najmanj koliko časa potrebujemo za prečkanje?

Navodilo: Najbližjo točko bomo dosegli, če usmerimo hitrost čolna tako, da komponenta vzdolž reke (v_x) nevtralizira vodni tok. Preostala komponenta (v_y) pa predstavlja hitrost napredovanja proti nasprotnemu bregu. Neznanko v_x izrazimo iz enačbe $v^2 = v_x^2 + v_y^2$.

5) Kako daleč leti kamen nad vodoravnimi tlemi, če ga vržemo s hitrostjo 10 m/s pod kotom 45° ?

6) Kako daleč leti kamen, ki ga vržemo v vodoravni smeri z 20 m visokega stolpa s hitrostjo 10 m/s?

Navodilo: V navpični smeri doživlja kamen prosto padanje brez začetne hitrosti in torej velja $H = gt^2/2$. Iz te enačbe izračunamo čas padanja. Domet je enak produktu vodoravne hitrosti in časa padanja.

7) Kdaj natančno se med tretjo in četrto uro pokrivata veliki in mali kazalec na uri?

Navodilo: Ob 3h sta začetni vrednosti kotov φ_0 velikega in malega kazalca enaki 0 in $\pi/2$, njuni kotni hitrosti pa sta $2\pi/3600/s$ in $2\pi/3600/12/s$. Čas, v katerem bo veliki kazalec ujel malega, dobimo iz enačbe, v kateri izenačimo kote zavrtitve obeh kazalcev.

8) S kakšno hitrostjo reže zrak konec helikopterjeve elise v treh točkah: a) ko je elisa vzporedna s smerjo helikopterja in ko je elisa pravokotna in se njen konec giblje b) naprej in c) nazaj, če leti helikopter s hitrosjo 300 km/h, elisa je dolga 7m, njena os pa se zavrti trikrat v sekundi.

Navodilo: Hitrost konca elise je vsota vektorja hitrosti leta helikopterja in obodne hitrosti vrtenja elise. Kadar ima elisa vzdolžno smer glede na smer helikopterja, določimo vsoto obeh hitrosti s pomočjo Pitagorovega izreka, kadar pa je elisa postavljena prečno glede na helikopter, pa dobimo vsoto hitrosti z enostavnim seštevanjem in odštevanjem.

9) S kakšno silo mora zadrževati varnostni pas potnika, ko se avtomobil pri zaviranju enakomerno pojemajoče zaustavlja, če je zavorna pot avtomobila 30m, hitrost vožnje avtomobila pred začetkom zaviranja 100km/h in masa potnika 80kg?

Navodilo: Naloga je dokaj enostavno rešljiva, če obravnavamo dogodek, ki bi se odvijal v času nazaj: mirujoč avtomobil začne pospeševati vzvratno in doseže po 30 metrih hitrost 100 km/h. Za takšno pospeševanje veljata enačbi $s = at^2/2$ in $v = at$ z neznanikama a in t . Silo, ki je pri vzvratnem pospeševanju enaka, kot pri zaviranju, izrazimo s pomočjo Newtonovega zakona $F = ma$.

10) Avtomobil vozi s hitrostjo 10 m/s in začne zavirati. Koliko časa poteče, preden se ustavi, če je koeficient trenja 0.5?

Navodilo: Pojemek avtomobila dobimo iz Newtonovega zakona in ga izenačimo s kvocientom spremembe hitrosti in časa zaviranja.

11) S kakšno silo mora zadrževati varnostni pas potnika pri trku avtomobila v mirujočo oviro, če se sprednji del avtomobila pri trku deformira tako, da se skrajša za pol metra? Hitrost vožnje avtomobila pred trkom je 30km/h in masa potnika je 80kg?

Navodilo: Glej prejšnjo nalogo!

12) Kolikšen je obhodni čas satelita, ki kroži nizko nad Zemljo?

Navodilo: Centrifugalno silo izenači s silo teže satelita!

13) Otrok z maso 20 kg sedi na gugalnici, ki je obešena na dveh 6m dolgih vrveh. Nekdo potiska otroka v vodoravni smeri s silo 100 N. Kolikšen kot oklepata vrvi z navpičnico? *Navodilo:* Narišemo trikotnik sil, v katerem predstavlja navpična stranica silo teže, vodoravna stranica predstavlja silo potiska, kvocient obeh sil je tangens kota, ki ga oklepata vrvi z navpičnico. Pozor: odklonski kot vrvi ni odvisen od njunih dolžin, torej je dolžina vrvi odvečni podatek.

14) Cestna svetilka je vpeta med dve hiši, ki sta med sabo oddaljeni 15 m. S kolikšno silo je napeta 16 m dolga žica, ki je vpeta v steno hiš na obeh straneh na isti višini, na sredi žice visi pa 8 kg težka svetilka? *Navodilo:* V geometrijskem trikotniku, ki ga predstavlja jo razdalje, določimo, koliko je obesišče svetilke pod točko, kjer je žica pritrjena v steno. Nato pa narišemo trikotnik sil, v katerem je znana navpična stranica (sila teže). Ker je trikotnik sil podoben trikotniku razdalj, dobimo neznan silo, ki napenja žico iz enačbe, s katero smo zapisali, da je razmerje med polovično silo teže in silo v žici enako razmerju med višino, za kolikor je žica povešena in dolžino žice.

15) Trije otroci, ki tehtajo 10, 15 in 20 kg se gugajo na gugalnici, ki ima obliko 5 m dolgega vodoravnega droga, ki je vrtljiv okrog vodoravne osi, ki poteka prečno glede na drog skozi njegovo sredino, na koncih droga sta dva sedeža. Kakop daleč od sredine gugalnice se mora usesti najlažji otrok, če sedita ostala dva v sedežih, da bo gugalnica uravnovešena? *Navodilo:* V ravnovesju mora biti vsota navorov vseh treh sil enaka nič. Iz tega pogoja dobimo neznan lego tretjega otroka.

16) Z najmanj kolikšno kotno hitrostjo se mora vrteti kolo v zabaviščnem parku, da ljudje, ki so na zgornji točki in visijo z glavo navzdol, ne padejo s sedeža, če niso pripeti? Kolo se vrti okrog vodoravne osi in ima premer 8m. *Navodilo:* Za najvišjo točko zabavišnega kolesa velja isti pogoj, kot za kroženje zemeljskega satelita v eni od prejšnjih nalog.

17) Za kolikšen kot se mora nagniti kolesar navznoter, ko vozi ovinek s krivinskim radijem 10m s hitrostjo 30 km/h? Kolikšen mora biti najmanj koeficient trenja med cesto in kolesom, da kolo ne bo spodrsnilo? *Navodilo:* Na kolesarja deluje sila teže v smeri navpično navzdol, sila podlage pa deluje poševno navzgor in ima dve komponenti: Navpična komponenta uravnoveša silo teže, vodoravna komponenta pa centrifugalno silo. Torej bo njun kvocient enak tangensu kota nagiba kolesarja in istočasno najmanjša vrednosti koeficienta trenja.

18) S kakšnim pospeškom se kotali poln valj po klancu z nagibom 45° , če nič ne podrsava, kotalno trenje pa je zanemarljivo?

Navodilo: Na klancu z nagibom α povzroča sila teže navor, ki je enak produktu radija valja in dinamične komponente sile teže. Navor povzroča pospeševanje okrog osi, ki jo predstavlja daljica, vzdolž katere se dotika valj klančine. Vztrajnostni moment okrog te osi izračunamo na osnovi Steinerjevega izreka.

19) Na mirujoč valj z maso 100 kg in premerom 1m, ki je vrtljiv okrog svoje geometrijske osi, navijemo vrv in jo začnemo vleči s silo 100N. Koliko vrvi se bo odvilo v prvih 10 sekundah?

Navodilo: Napišemo Newtonov zakon za vrtenje, izračunamo kotni pospešek, nato obodni pospešek, enačba $x = a_{obodni} t^2 / 2$ pa nam poda dolžino odvite vrvi.

20) S kolikšnim kotnim pospeškom moramo enakomerno pospeševati neko tego telo, ki se vrti okrog nepremične osi, da bo napravilo v eni sekundi en obrat, če je v začetku mirovalo? Kolikšen navor je potreben za pospeševanje, če ima telo obliko polnega valja in se vrti okrog geometrijske osi? $m=2\text{kg}$; $R=20\text{cm}$

Navodilo: Glej prejšnjo nalogo!

21) S kolikšno vodoravno silo pritiska na navpičen zid 10 m dolga lestev, ki je na tleh 3 m odmaknjena od zida. Na sredi lestve je človek z maso 80 kg, lestev pa tehta 20 kg. *Navodilo:* Izenačimo navor vodoravne sile, ki deluje med steno in zidom, z navorom sile teže lestve in človeka glede na os, ki gre skozi točko, kjer se lestev dotika tal.

22) Med dvema vozičkoma, ki stojita na vodoravnem tiru, je napeta vzmet, ki ju, potem ko vzmet sprostim, sune narazen, tako da se začne en voziček oddaljevati od drugega s hitrostjo 4 m/s. Masa prvega vozička je 1 kg, drugi voziček pa je dvakrat težji. Kolikšna je hitrost vozičkov glede na mirujočega opazovalca?

Navodilo: Gibalna količina obeh vozičkov skupaj mora ostati nič. To napišemo v obliki enačbe in dodamo še enačbo, da je razlika hitrosti enaka 4 m/s. Z rešitvijo sistema obeh enačb pridemo do rešitve.

23) Čoln poganja agregat, ki brizga v smeri, ki je nasprotna smeri plovbe, vodni curek s premerom 20 cm in hitrostjo 30 m/s. Kolikšna je potisna sila?

Navodilo: Uporabimo enačbo za silo curka, ki pravi, da je potisna sila enak zmnožku masnega pretoka in hitrosti curka.

24) Koliko bi se skrajšala dolžina dneva, če bi se polmer zemeljske krogle zaradi ohlajanja skrčil za 1 km? Polmer Zemlje 6380 km.

Navodilo: Upoštevajte, da se mora vrtilna količina ohraniti. Iz zapisane enačbe izhajajo rešitev za dolžino dneva.

25) Telovadec se spusti z mirujoče stoje na drogu v veletoč. Kolikšna je hitrost stopal, ko so v najnižji točki? Računaj s predpostavko, da je telovadčevo telo homogen drog z dolžino 2m.

Navodilo: Izenači razliko potencialne energije s kinetično energijo, ki jo zapišes v obliki $J\omega^2/2$, iz ω pa izračunaš obodno hitrost stopal!

26) Kolikokrat manjše je delo ki ga opravimo, ko raztegnemo vijačno vzmet s konstanto $k=100$ N/m od njene ravnovesne dolžine za prvih 10cm, v primerjavi z delom, ki ga opravimo pri raztežku za naslednjih 10 cm?

Navodilo: Delo pri raztezanju vzmeti se izraža kot $kx^2/2$.

27) Kolikšen del prvotne višine doseže žoga, ki je pri odboju od vodoravnih tal izgubila polovico hitrosti?

Navodilo: Izračunamo kinetično energijo po odboju in jo izenačimo s potencialno energijo, v katero se preljuje po odboju.

28) Pri kateri vrednosti koeficienta trenja med vodoravnimi tlemi in betonskim blokom v obliki kocke porabimo pri premikanju kocke z drsanjem toliko energije, kot s prevračanjem bloka preko roba osnovne ploskve?

Navodilo: Pri prevračanju upoštevaj le delo, ki je potrebno za dvigovanje težišča in ga izenači z delom, ki ga opravimo proti sili trenja.

29) Koliko dela opravimo, da podaljšamo 5m dolgo jekleno žico s presekom 1 mm² za odstotek njene dolžine? ($E=10^{11}$ N/m²)

Navodilo: Glej navodilo pri nalogi o raztezanju vzmeti! Koeficient k določiš iz primerjave enačb $F = kx$ in $F/S = Ex/l$.

30) Preša za sadje ima navpičen okrogel koš s premerom 60 cm. Vanj sega vreteno, ki ima 40 navojev na meter dolžine. Kolikšen tlak ustvarja v košu bat, ki ga potiska vreteno, če privijamo vreteno z meter dolgo, na vreteno pravokotno postavljeno ročico? Na koncu ročice delujemo s silo 300 N v smeri, ki je pravokotna na vreteno in na ročico.

Navodilo: Izenači delo pri vrtenju vijaka z delom, ki ga opravi sila vretena pri enem obratu vijaka!

31) Nadmorska višina reke Drave je pri vstopu v Slovenijo pri Dravogradu 340m, po 133 km pa zapusti Slovenijo pri Ormožu na nadmorski visini 192m. Koliko moči bi lahko dajale slovenske dravske elektrarne, kadar je pretok reke Drave 150 m³/s če bi v celoti izkoristile njen vodni potencial?

Navodilo: Izračunaj potencialno energijo vode, ki vsako sekundo vstopa v Slovenijo in odštej potencialno energijo pri izstopu! Razlika je odgovor na vprašanje, ki ga postavlja naloga.

32) Koliko energije moramo dodati mirujoči krogli, ki visi na 10 m dolgi vrvi, da bo začela nihati z amplitudo 1 m?

Navodilo: Nalogo lahko rešimo na dva načina: Največjo potencialno energijo izrazimo v obliki $mgl(1 - \cos\varphi)$, za kot φ pa velja $\varphi = x_0/l$, kjer je x_0 največji odmik. Drugi, enostavnejši pristop je na osnovi enačbe $v_0 = \omega x_0$. Če to enačbo kvadriramo in pomnožimo s polovično maso, dobimo največjo vrednost kinetične energije, ki je poznana, neznanka pa je x_0 .

33) Kakšni bodo odmik, hitrost in pospešek nihala na vijačno vzmet 4 sekunde potem, ko nihalo sunemo z ravnovesne lege s hitrostjo 2 m/s? $k=100$ N/m; $m=0,5$ kg

Navodilo: Odmik zapišemo kot sinusovo funkcijo časa. Amplitudo nihanja pa izračunamo iz enačbe $v_0 = \omega x_0$.

34) Kakšni bodo odmik, hitrost in pospešek matematičnega nihala 3 sekunde potem, ko nihalo, ki ga

zadržujemo 5 cm od ravnovesne lege, spustimo, da prosto zaniha? Dolžina vrvice je 1 m.

Navodilo: Odmik zapišemo s funkcijo kosinus, amplituda nihanja je podana, izračunati pa moramo krožno frekvenco.

35) Kolikšna sme biti največ amplituda nihanja telovadca na trampolinu, da se njegove noge ne bodo odlepile od podlage? Masa telovadca je 70 kg. Računajte, kot da se obnaša trampolin kot idealna vzmet s konstanto $k=1000\text{N/m}$.

Navodilo: Trampolin lahko telovadca potiska navzgor, pospeševanje navzdol pa je rezultat razlike med silo teže in silo podlage, ki jo nudi trampolin. Totrej ne more biti najmočnejši pospešek navzdol a_0 večji kot g . Ker velja $a_0 = -\omega^2 x_0$ in je največja absolutna vrednost a_0 enaka g , nam to določa x_0 .

36) Hidravlična dvigalka za tovorni avtomobil ima manjši valj s premerom 2 cm. Vanj sega bat, ki ga potiskamo z vzvodom, ki 10 krat ojači našo silo. Kolikšen mora biti premer večjega valja, da bomo lahko dvignili desettonsko breme, če delujemo na vzvod prvega bata s silo 300 N?

Navodilo: Zapišemo enačbo, da je kvocient sile in površine za oba bata enak. Upoštevamo tudi vlogo mehanskega vzvoda.

37) S kolikšno silo deluje mirujoča voda na navpičen jez, ki je 4 m širok in 2 m visok?

Navodilo: Računaj, kot da bi na ves jez deloval tlak, ki se pojavlja v polovični globini! Sila je enaka zmnožku površine in tlaka.

38) Kakšna je gostota čiste vode v globini 10 km pod vodno gladino? Stisljivost vode je $4.6 \times 10^{-10}/\text{Pa}$

Navodilo: Zmanjšanje volumna litra vode dobimo iz enačbe $dV/V = -\chi dp$, na osnovi zmanjšanja volumna lahko izračunamo povečanje gostote.

39) Kako globoko se potopi v vodo plovec, ki ima obliko na glavo postavljenega stožca s kotom ob vrhu 90° , če se v vrhu stožca nahaja utež maso 100g?

Navodilo: Računamo višino stožca, katerega volumen je enak teži 100 g vode. Ker je polovična vrednost kota pri vrhu stožca enaka 45° , sta višina stožca in polmer osnovne ploskve enaka. Volumen stožca pa je enak tretjini produkta osnovne ploskve in višine.

40) Dvotrupna jadrnica (katamaran) tehta 1000 kg, ima 20m visok jambor, vsaka polovica trupa ima dolžino 10m, širino 1 m, razdalja med njima pa je 3 m. Kolikšno največjo silo bočnega vetra, ki prijema na polovici višine jambora, prenese takšna jadrnica? Kolikšen je nagib pri takšni sili?

Navodilo: Najprej izračunaj, kolikšen je ugrez jadrnice. Pri največji dovoljeni prečni obremenitvi se ugrez ene polovice trupa podvoji, druga polovica pa se dvigne nad vodo. Nagib, ki ustreza takšnemu položaju izračunamo s pomočjo enačbe $\sin\varphi = h/d$, kjer je h ugrez jadrnice, d pa njena širina. 41) Kolikšen sme biti največ premer okroglih luknjic v hidrofobnem materialu, iz katerega je obučeno, da ne bo vanj vdiral voda, če stojimo v 10 cm globoki vodi? Površinska napetost vode je $0,073\text{ N/m}$.

Navodilo: Uporabi enačbo (M79) za kapilarni dvig! Za mejni kot postavi vrednost -180° !

42) Kako visoko nad temelje seže kapilarni dvig v zidnih razpokah, ki so široke 0,1 mm? Mejni kot med steno razpok in površino vode je 20° .

Navodilo: Izraz za kapilarni dvig v razpokah izpeljemo podobno, kot pri okrogli kapilari - glej izpeljavo enačbe (M79). Namesto površine preseka kapilare postavimo presek razpoke (ld), kjer je d širina razpoke, l pa njena dolžina v vodoravni smeri.

43) Kolikšen je nadtlak v notranjosti vodne kapljice s premerom en mikron, če je površinska napetost vode $0,073\text{N/m}$?

Navodilo: Uporabi enačbo (M78)!

4) Usnjena žoga je sešita iz več delov. Šivi imajo 10 vbodov na centimeter. Kolikšna je napetost niti v šivih, če je tlak v žogi 5 barov, njen premer pa 12cm?

Navodilo: Uporabimo (M78). Napetost niti (F) je povezana s površinsko napetostjo takole: $\gamma = 2F/d$. V tem izrazu predstavlja d razdaljo med vbodi na eni strani šiva.

44) Iz prhe izteka 1l vode na sekundo s hitrostjo 2m/s. Kolikšno odzivno silo povzroča curek?

Navodilo: Lahko računamo na dva načina in dobili bomo dva rezultata, ki se med sabo nekoliko razlikujeta (glej poglavje *Sila curka* in izraz za silo curka (M86) ter *kvadratni zakon upora* in enačbo (M84)!).

45) Kolikšen tlak mora ustvarjati gasilska brizgalna, da brizga vodo 10 m visoko?

Navodilo: Uporabi Bernoullijevo enačbo (M82)!

46) Iz akumulacijskega jezera odteka 50 kubičnih metrov vode v minuti v elektrarno skozi cev s premerom 30 cm. Kolikšen je tlak vode v cevi v točki, ki se nahaja 20 m pod gladino jezera?

Navodilo: Na osnovi vrednosti pretoka izračunaj najprej hitrost vode v cevi, nato pa uporabi Bernoullijevo enačbo (M82)!

47) Dva padalca skočita iz lebdečega helikopterja na višini 1 km v časovnem zamiku 20 s. Prvi padalec ima okroglo padalo s premerom 10 m. Kako veliko padalo mora imeti drugi padalec, da bosta oba padalca pristala istočasno? Oba padalca sta enako težka ($m=100\text{kg}$). $C_u=1,2$

Navodilo: Najprej reši kinematični del naloge! Za prvega od padalcev izračunaj hitrost padanja in izračunaj potrebno hitrost drugega padalca! Nato določi velikosti drugega padala!

48) Kolikšno hitrost doseže smučarski skakalec v zraku, ko se izenačita sila teže in zračni upor? Računajte, da velja pri padanju skakalca kvadratni zakon upora. Masa skakalca je 70 kg, $C_u=0,5$; $S=2\text{m}^2$, $\rho = 1,3\text{kg/m}^3$.

Navodilo: Glej prejšnjo nalogo!

49) Premer okroglega curka, ki ga izpihuje letalski reaktivni motor, je 1,5m. Kolikšna mora biti hitrost iztekajočih plinov, če je njihova gostota enaka 1kg/m^3 , da doseže motor potisno silo 10^5N ?

Navodilo: Glej nalogo 44!

50) S kakšno hitrostjo se razširja valovanje po snovi z gostoto 8000kg/m^3 in elastičnim modulom $E=10^{11}\text{N/m}^2$?

Navodilo: Uporabi enačbo (M88)!

51) Kolikšna je valovna dolžina zvoka v zraku pri 1000 Hz? ($c=340\text{m/s}$)

Navodilo: Uporabi enačbo (M90)!

52) S kolikšno silo mora biti napeta pol metra dolga struna na kitari, da bo dajala ton s frekvenco 400 Hz? Struna je narejena iz polimernih vlaken z gostoto 1.1g/cm^3 in ima premer 0,8 mm. *Navodilo:* Uporabi enačbo (M94)!

53) Letalo leti proti nam s hitrostjo, ki je enaka četrtini zvočne hitrosti in oddaja zvok s frekvenco 1000 Hz. Katero frekvenco slišimo?

Navodilo: Uporabi enačbo (M100)!

54) V oddaljenosti 2 m od nekega zvočila je glasnost zvoka 30 decibelov. Kolikšna je glasnost na razdalji 20 m?

Navodilo: Uporabi enačbi (M98) in (M99)!

55) Letalski motorji letala povzročajo v razdalji 10 m hrup z glasnostjo 120 decibelov. Kako daleč mora biti letalo, da bo njegova glasnost enaka 60 db?

Navodilo: Uporabi enačbi (M98) in (M99)!

17) Kolikšna je gostota energijskega toka potresnega valovanja, ki se razširja skozi kamenino z elastičnim modulom $E=100\text{GPa}$ in gostoto 2500kg/m^3 , če je amplituda valovanja 10 cm, frekvenca pa 3 nihaji v sekundi?

Navodilo: Uporabi enačbo (M97)!

56) Po morju potujejo valovi z valovno dolžino 15m in hitrostjo 4.9m/s in višino 1m, merjeno od doline do vrha vala. Na morsk gladini sta dva čolna, ki sta v smeri razširjanja valov oddaljena drug od drugega za 7m. V kakšni višini je drugi čoln glede na prvega v trenutku, ko je prvi čoln na vrhu vala?

Navodilo: S pomočjo enačbe (M91) zapiši obliko vala! Če postaviš izhodišče za koordinato x na mesto prvega čolna, je vrednost parametra δ enaka nič (pojasni zakaj!). Iz zapisa za val nato neposredno izhaja rezultat, ki ga zahteva naloga.

57) Kolikšna je amplituda nihanja delcev zraka na mestu, kjer je glasnost 60 decibelov, frekvenca zvoka pa je 500 HZ?

Navodilo: Uporabi enačbo (M97)!

58) Kolikšen nadtlak mora ustvarjati črpalka, ki oskrbuje z vodo naselje s 1000 gospodinjstvi. Vsako gospodinjstvo porabi 15.000 litrov vode mesečno. Vodovodna cev je okrogla, ima premer 40 cm, dolga je pa 10 km. Računaj, da mora črpalka premagovati silo upora v zgoraj omenjeni cevi. Upor izrazi s kvadratnim zakonom upora, ki ga nudi notranja stena cevi. Za koeficient upora vzemi vrednost $C_u=0,006$

59) Kako visoko sme leteti žuželka, ki oddaja 1 mW zvočne jakosti, da jo sliši človek, ki je na tleh in zazna še 10–12 W/m² gostote energijskega toka zvočnega valovanja?

60) V potresno opazovalnico prispeta dva potresna sunka. Drugi je zakasnjena za prvim za 20 sekund. Nosilec prvega sunka je longitudinalno valovanje, ki se razširja s hitrostjo 5,5 km/s, nosilec drugega sunka pa transverzalno valovanje, ki se razširja s hitrostjo 5 km/s. Kako daleč od potresne opazovalnice je izvor potresnih sunkov?

61) S kakšno silo moramo napeti 60 cm dolgo struno z maso 1,5 g, da bo njena osnovna frekvenca enaka 440 Hz? Skiciraj način nihanja strune!

24) Nad nami leti v vodoravni smeri letalo z nadzvočno hitrostjo $v=1200$ m/s v višini 8 km. Kako daleč od nas je letalo v trenutku, ko ga zaslišimo?

T1) Na tekočinskem termometru sta znački za 20 in 30 stopinj Celzija 15 in 10 cm pod zgornjim koncem kapilare. Koliko je od zgornjega konca oddaljena značka za 0 stopinj?

Navodilo: Najprej določiš dolžino stopinje, nato pa se pomakneš za dvajsetkratnik dobljene vrednosti pod značko za 20 stopinj Celzija.

T2) Živosrebrni termometer je narejen iz posodice z volumnom 1 cm³, iz katere vodi okrogla kapilara s premerom 0,4 mm. Kako dolga je stopinja na takšnem termometru, če je koeficient volumskega temperaturnega raztezka živega srebra $0,18 \cdot 10^{-3}/K$, raztezanje stekla pa je v primerjavi z raztezanjem živega srebra zanemarljivo?

Navodilo: Najprej izračunamo (uporabimo enačbo (T3)), koliko se poveča prostornina živega srebra v posodici pri zvišanju temperature za 1K, nato pa izračunamo višino valja, ki ga tvori delec kapilare z izračunano prostornino.

T3) 20 cm dolgo železno palico s presekom 1cm² privarimo v masiven okvir. Takoj po varjenju ima okvir sobno temperaturo (20°C), palica je segreti na 800°C in v palici ni napetosti. Kolikšna napetost se pojavi v palici, ko se ohladi na sobno temperaturo? $E=2 \cdot 10^{11}$ Pa; $\alpha_{Fe}=1,2 \cdot 10^{-5}/K$

Navodilo: Ko se palica ohladi, se ne more skrčiti, ker jo okvir zadržuje na prvotni dolžini. V palici se zato pojavi negativen tlak (F/S), ki ga izračunamo s pomočjo enačbe (M72), ki predstavlja Hookov zakon. V izraz za spremembo dolžine postavimo vrednost skrčka, ki sledi iz enačbe (T1) pri spremembi temperature za 780 stopinj.

T4) En meter dolg bimetalni trak je narejen iz dveh polovic, od katerih je vsaka debela 1 mm. Ena polovica ima razteznostni koeficient $0,5 \cdot 10^{-5}/K$, druga pa $1,5 \cdot 10^{-5}/K$. Za koliko stopinj moramo segreti trak, da se bo zvil v popoln krog?

Navodilo: Najprej izračunamo, koliko se razlikujeta obsega dveh koncentričnih krogov, katerih povprečni obseg je 1m, razlika njunih radijev pa 1mm nato pa rešimo enačbo v obliki (T1), v katero postavimo za spremembo dolžine prej omenjeno razliko dolžin dveh krogov, za α pa razliko razteznostnih koeficientov.

T5) V cilindrični posodi s pomičnim batom imamo 1 liter zraka pri tlaku 1 bar in temperaturi 300K. Plin nato segrejemo, da se mu poveča prostornina za 10 odstotkov. Na kakšno temperaturo smo ga segreti? Bat je pripet na svoje mesto s prožno vzmetjo s konstanto $k=1000$ N/m, ki je v ravnovesni legi, kadar zapira bat prostornino enega litra. Površina bata je en kvadratni decimeter. Na zunanji strani bata je zrak pri tlaku 1 bar.

Navodilo: Najprej izračunamo, koliko se je premaknil bat, nato izračunamo, s kakšno silo se je napela vzmet. Z deljenjem sile vzmeti s površino bata dobimo nadtlak, ki ga povzroča vzmet. Končno izračunamo z uporabo plinske enačbe končno temperaturo na osnovi vrednosti zacetne temperature, zacetnega tlaka, zacetne prostornine in končnega tlaka in končne prostornine.

T6) V tesno zaprti posodi z volumnom 5 litrov je pri temperaturi 20°C zrak pri tlaku 1 bar in 3cm³ vode. Kolikšen bo tlak vode v posodi, ko dvignemo temperaturo v posodi na 200°C in počakamo, da vsa voda izpari?

Navodilo: Končni tlak dobimo s pomočjo plinske enačbe - kot vsoto delnih tlakov zraka (upoštevamo zvišanje temperature!) in vodne pare, ki se pri visoki temperaturi obnaša kot idealni plin. Vodna para zavzame celotno prostornino posode, ker pa poznamo tudi njeno maso, molekulsko maso in temperaturo,

lahko izračunamo njen delni parni tlak, ki ga prištejemo tlaku zraka.

T7) Koliko dušika je v 100 literski jeklenki pri 80 barih in 300 K? Molekulska masa dušika je 28 kg/kmol.

Navodilo: Pri navedenih pogojih je dušik skoraj stokrat gostejši od zraka, toda plinska enačba še vedno dokaj dobro velja in jo lahko uporabimo za izračun mase dušika.

T8) Imamo nasičeno vlažen zrak pri 20°C, kjer je nasičeni parni tlak vodne pare enak 23,38 milibara. Koliko vode se izloči na m³ zraka, ko ga ohladimo na 10°C, kjer je nasičeni parni tlak vodne pare enak 12,28 milibara?

Navodilo: S pomočjo plinske enačbe izračunamo maso vodne pare v kubičnem metru pri obeh temperaturah z upoštevanjem pripadajočih parnih tlakov. Razlika obeh mas vode se izloči v obliki megle ali v obliki kapljic na steni posode.

T9) Kakšna je zmesna temperatura treh litrov vrele vode in litra ledene vode?

Navodilo: Zapišemo, da je količina toplote, ki jo odda vrela voda, enaka količini toplote, ki jo sprejme hladna voda in rešimo enačbo, ki jo dobimo na osnovi tega zapisa. Neznanka je končna zmesna temperatura vode.

T10) Vročo vodo za tuširanje pripravimo z mešanjem hladne vode (20°C) in vodne pare pri 100°C. Kolikšen mora biti volumski pretok vodne pare, da bomo dobili 20 litrov vroče vode s temperaturo 50°C v minuti?

Navodilo: Nalogo lahko rešimo z manjšo ali z večjo natančnostjo. Manj natančno rešitev dobimo po krajši poti tako, da se vprašamo, katera količina vodne pare izloči pri kondenzaciji toliko toplote, da se 20 litrov vode segreje za 30 stopinj. Pri bolj natančnem reševanju pa upoštevamo tudi toploto vrele vode, ki nastane pri kondenzaciji pare in seveda dejstvo, da potrebujemo za 20 litrov vroče vode manj kot 20 litrov hladne vode, ker upoštevamo tudi količino kondenzirane vodne pare.

T11) V liter vrele vode vržemo 1 kg ledu pri 0°C. Kakšno je končno stanje? ($c_p=4200\text{J}/(\text{kg K})$, $q_{tal}=0,336\text{ MJ/kg}$)

Navodilo: Preverimo, ali bi vsebovala vrela voda, potem ko bi se ohladila do temperature ledišča, dovolj toplote, da stali ves led. Če toplote ni dovolj, bo neznanka količina ledu, ki se bo stalila, končna temperatura pa bo 0°C. Če pa je te toplote več, kot jo je potrebno za taljenje ledu, je neznanka zmesna temperatura. Neznanko določimo iz enačbe, v kateri izenačimo količino toplote, ki jo odda vroča voda s količino toplote, ki jo prejme voda, ki je v začetku v obliki ledu.

T12) Koliko toplote moramo dovesti zraku v sobi z merami 3m x 4m x 3m, da ga segrejemo od 20°C do 30°C pri tlaku 1 bara?

Navodilo: Specifično toploto zraka pri stalnem tlaku izračunaj na osnovi podatkov, da je $M=29\text{kg/kmol}$ in $c_p/c_v=1,4$, količino toplote pa kot zmnožek mase, specifične toplote in razlike temperatur.

T13)* Kako pojemata tlak in gostota zraka z višino v izotermni atmosferi?

Navodilo: Uporabi izraz $dp = -\rho g dh$, v katerem izraziš gostoto s pomočjo plinske enačbe, dobljeno enačbo deli s p in integriraj. Rezultat antilogaritmiraj in dobil boš izraz za tlak v odvisnosti od višine. Ko poznaš tlak, lahko s pomočjo plinske enačbe določiš gostoto zraka.

T14)* Kolikšen je v primeru izotermne atmosfere tlak pri nadmorski višini 1000 m, če je na morski gladini tlak enak enemu baru?

Navodilo: Glej zgornjo nalogo!

T15) 2 litra zraka stisnemo izobarno na polovični volumen. Zrak je pri tlaku 3 bare, zunanji tlak pa je 1 bar. Koliko dela opravimo pri stiskanju?

Navodilo: Delo je zmnožek spremembe prostornine in razlike tlakov.

T16) Koliko dela opravimo, če izotermno ($T=20^\circ\text{C}$) stisnemo na polovični volumen zrak v pumpi za bicikel, ki je 50 cm dolga in ima premer 3 cm? Začetni tlak zraka je 1 bar.

Navodilo: Izraz za delo pri izotermnem stiskanju idealnega plina je podan z enačbo (T19).

T17) Koliko dela opravimo, da napumpamo traktorsko zračnico s prostornino 200 litrov od začetnega tlaka 1 bar do končnega tlaka 3 bare?

Navodilo: Glej nalogo T16!

T18) Na kolikšno temperaturo se segreje zrak v cilindru dizelskega motorja, če je začetni tlak 1 bar, začetni volumen 1 liter, začetna temperatura 300K končni volumen pa 0,06 litra? Razmerje specifičnih toplot je 1,4.

Navodilo: Razmerja spremenljivk p , V in T pri izentropni spremembi določajo enačbe (T22), (T23) in (T24).

T19)* Izpelj izraz za delo pri izentropnem stiskanju ali razpenjanju idealnega plina !

Navodilo: Integral $A = - \int p dV$ rešiš tako, da izraziš p kot $p_0(V_0/V)^\kappa$ in upoštevaš integracijski obrazec $\int x^a dx = x^{a+1}/(a+1)$.

T20)* Izpelj izraz za delo pri izentropnem stiskanju ali razpenjanju idealnega plina na osnovi izraza za spremembo notranje energije idealnega plina: $\Delta E_n = A + Q$!

Navodilo: Upoštevaj, da je pri izentropni spremembi $Q = 0$ in $\Delta E_n = mc_v \Delta T$. Količino $\Delta T = T_2 - T_1$ lahko izraziš s pomočjo enakosti $T_1 V_1^{\kappa-1} = T_2 V_2^{\kappa-1}$.

T21)* Pokaži, da sta izraza, ki sledita iz prejšnjih dveh nalog, identična! *Navodilo:* c_v izraziš iz enačb $c_p/c_v = \kappa$ in $c_p - c_v = R/M$, jo postaviš v izraz iz naloge 19 in dobiš rezultat naloge 20.

Navodilo:

T22)* Koliko dela opravimo, če izentropno stisnemo na polovični volumen zrak v pumpi za bicikel, ki je opisana v nalogi 16 in tudi začetno stanje je enako.

Navodilo: Uporabi rezultat nalog 19 in 20!

T23) Koliko se spremeni notranja energija enega litra zraka, če ga stisnemo od začetnih pogojev $V=1$ liter, $p=1$ bar, $T=300$ K na polovičen volumen, istočasno pa ga ohladimo na $T=250$ K?

Navodilo: Sprememba notranje energije je podana z enačbo (T14).

T24) Koliko se poveča entropija enega litra vode, če jo segrejemo od 0 do 100°C?

Navodilo: Sprememba entropije pri segrevanju snovi je podana z enačbo (T35).

T25) Na kolikšen končni volumen moramo izotermno stisniti en liter zraka pri 300K in tlaku en bar, da se bo entropija zmanjšala za 0,4 J/K?

Navodilo: Pri izotermni spremembi je sprememba entropije enaka prejeti ali oddani toploti deljeni s temperaturo, količina toplote je po absolutni vrednosti enaka obsegu dela, njen predznak je pa nasproten predznaku, ki ga ima delo.

T26) Koliko se poveča entropija sistema, potem ko zmešamo en liter kisika in en liter dušika pri 300 K in tlaku 1 bar?

Navodilo: Glej enačbo (T37)!

T27) Koliko goriva porabi bencinski motor, ki poganja vitel, da dvigne 10 ton peska 10 m visoko, če je izkoristek motorja 0.3 ? $q_{sez}=45$ MJ/kg

Navodilo: Razmerje med koristnim delo, ki ga opravi toplotni stroj in vloženo toploto je podano z enačbo (T31).

T28) Koliko električne energije porabi hladilnik medtem, ko zmrzne v njem 1 l vode, če je temperatura okolice hladilnika 300 K, hladilnik pa opravlja Carnotovo krožno spremembo?

Navodilo: Do rešitve naloge nas pripeljejo razmerja toplot in temperatur, ki veljajo za Carnotovo krožno spremembo in jih podajata enačbi (T29) in (T30).

T29) Koliko dela opravi toplotni stroj pri krožni spremembi, ki jo sestavljata dve izobari ($p_1=1$ bar,

$p_2=3$ bare) in dve izohori ($V_1=1$ liter, $V_2=2$ litra)?

Navodilo: Delo, ki ga opravi plin v valju toplotnega stroja, je enako ploščini zanke na pV diagramu, ki predstavlja krožno spremembo. V primeru, ki ga navaja ta naloga, ima zanka obliko pravokotnika in je rezultat enak zmnožku razlik tlakov in razlik prostornin.

T30) Štiritačni dvovaljni dizelski motor deluje pri 2000 obratih v minuti s 40 odstotnim izkoristkom in oddaja mehansko moč 50 kW. Koliko goriva izgori v valju pri vsaki eksploziji in koliko v eni uri?

Navodilo: Iz izkoristka in mehanske moči izračunamo toplotno moč (tako da števec in imenovalec na desni strani enačbe (T31) delimo s časom), nato pa izračunamo porabo goriva na enoto časa.

T31) Kolikšno moč mora imeti peč, da bo vzdrževala v prostoru, ki je omejen z 20 cm debelimi stenami s površino 100 m^2 in koeficientom toplotne prevodnosti $1\text{ W}/(\text{m K})$ temperaturo, ki je za 10 stopinj višja od zunanje temperature?

Navodilo: Do odgovora pridemo, ko s pomočjo enačbe (T38) izračunamo toplotni tok, ki uhaaja skozi stene.

T32) Koliko kWh električne energije prihranimo, če ogrevamo stanovanjsko hišo s pomočjo toplotne črpalke, ki jo poganja električni motor? Črpalka odvzema toploto pri 5°C , oddaja pa pri 45°C . Računajte, kot da deluje črpalka po Carnotovi krožni spremembi. Z neposrednim električnim ogrevanjem bi porabili 20.000 kWh električne energije na sezono.

Navodilo: Prihranek pri ogrevanju predstavlja toplota, ki je v enačbi (T29) označena s Q_n . Količina Q_v predstavlja potrebno toploto, ki jo moramo zagotoviti z električnimi pečmi, če nimamo toplotne črpalke. Če uporabljamo toplotno črpalko, je naš strošek (poleg investicije v toplotno črpalko) le cena električne energije, ki jo potroši elektromotor, da opravi delo A , ki ga podaja enačba (M30).

T33) Betonski zid je debel 30 cm in ima na notranji strani temperaturo 25°C , na zunanji strani pa 0°C . Kolikšna je temperatura 5 cm globoko v zidu gledano z notranje strani, kolikšna pa v isti globini gledano z zunanje strani?

Navodilo: Za rešitev te naloge lahko uporabimo sklepni račun, saj se temperatura enakomerno spreminja vzdolž daljice, ki poteka skozi zid v pravokotni smeri.

T34) Kolikšna je temperatura na stiku med opeko in izolacijskim slojem v steni, če je notranja temperatura 20°C , zunanja -10°C , toplotna prevodnost opeke je $1\text{ W}/(\text{mK})$, debelina opeke 30 cm, toplotna prevodnost izolacijskega sloja je $0,1\text{ W}/(\text{mK})$, debelina pa 10 cm. Izolacijski sloj je na zunanji strani stene.

Navodilo: Računaj s toplotnimi upori - uporabi enačbi (T39) in (E20)

T35) Tlak na terasi je ogrevan. Kolikšno toplotno moč moramo pripeljati pod vsak kvadratni meter tlaka, da se bo sproti talil sneg, kadar sneži tako močno, da zapade 15 cm snega v eni uri, če je gostota snega $150\text{ kg}/\text{m}^3$?

Navodilo: Izračunamo maso snega, ki pade na kvadratni meter površine v sekundi. Ko pomnožimo maso s talilno toploto, dobimo potrebno količino toplote, ki jo moramo dovesti.

T36) Koliko let je potrebno, da se zemeljska notranjost ohladi za 1K? Računajte, kot da se temperatura notranjosti homogenizira s konvekcijo, toplota pa se prevaja navzven skozi 100 km debelo skorjo, ki ima koef. topl. prev. $1\text{ W}/\text{m}/\text{K}$. Specifična toplota notranjosti naj bo $1000\text{ J}/\text{kg}/\text{K}$, povprečna gostota pa $5000\text{ kg}/\text{m}^3$, temperatura pa 2000K. Radij Zemlje je 6380km.

Navodilo: Zapišemo, da je zmnožek toplotnega toka skozi trdni del zemeljske površine in časa enak količini toplote, ki jo moramo odvesti iz zemeljske notranjosti. V zapisani enačbi je edina neznanka čas trajanja ohlajanja.

T37) Iz stanovanjske hiše uhaaja toplota skozi stene (120 m^2), okna (20 m^2) in skozi streho (120 m^2). Stene so opečnate ($\lambda = 0,8\text{ W}/(\text{m K})$) in obdane z 10 cm debelo plastjo toplotne zaščite ($\lambda = 0,06\text{ W}/(\text{m K})$), za izolacijo strehe je poskrbljeno z 20 cm debelo plastjo enake izolacije, kot je uporabljena za obleko sten, okna pa imajo toplotno prevodnost (prehodnost) $U = 1,5\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$. Koliko kilogramov kurilnega olja porabi na leto takšna hiša za ogrevanje, če traja kurilna sezona 6 mesecev, če

je zunanja temperatura v povprečju za 15 stopinj nižja od temperature v notranjosti hiše in če je sežigna toplota kurilnega olja 43 MJ/kg?

Navodilo: Izračunaj toplotne tokove skozi vsako od treh vrst gradbenih elementov in množi s časom trajanja kurilne sezone!

T38) Krvni obtok oskrbuje človekova stopala tudi s toploto. Predpostavi, da se pretoči skozi posamezno stopalo en gram krvi v sekundi in da je temperatura krvi, ki se vrača proti srcu za 2 stopinji hladnejša od krvi, ki vstopa v stopala. Koliko toplote prinaša kri v stopala? Za specifično toploto krvi vzemi vrednost 4200J/(kgK). Obuvalo mora zagotoviti, da stopala ne bodo zgubljala več toplote, kot jo prinaša kri. Iz kako debelega usnja mora biti obuvalo, če je njegova površina enaka 0,1 m², toplotna prevodnost usnja je 0.1 W/(mK), stopala pa naj bodo za 20 stopinj toplejša od okolice.

Navodilo: Izenačimo toploto, ki jo kri prinaša v stopala, s toplotnimi izgubami in iz enačbe določimo neznan debelino usnja. Prvi del naloge rešimo tako, da pomnožimo masni pretok krvi s specifično toploto in z razliko temperatur vstopajoče in izstopajoče krvi.

1) Štirje upori ($R_{AB} = 10\Omega$, $R_{BC} = 20\Omega$, $R_{CD} = 30\Omega$, $R_{DA} = 40\Omega$) so zvezani v obliki četverokotnika. Kolikšni tokovi tečejo skozi, kakšni so padci napetosti in kakšne moči se trošijo na uporih, če priključimo med točki A in C napetost $U=100$ V?

Navodilo: S seštevanjem zaporedno vezanih uporov dobiš dva upora, ki povezujeta točki A in C. S seštevanjem njunih recipročnih vrednosti dobimo recipročno vrednost nadomestnega upora za celotno vezje. Uporaba pravila, da so padci napetosti sorazmerni vrednostim zaporedno vezanih uporov in pravila, da se tokovi razdelijo v obratnem sorazmerju od vrenosti vzporedno vezanih uporov, nas spripelje do končnega rezultata.

2) Na akumulator z napetostjo $U=12$ V in notranjim uporom $R=1,5$ ohmov priključimo grelec iz cekasove žice (specifična upornost= $0,1$ ohm mm²/m) s premerom 0,8 mm. Kako dolga mora biti žica, da bo tekkel skozi njo tok 3 A? Kolikšna moč se troši na žici?

Navodilo: Notranji upor in žica sta zaporedno vezana upora. Ker poznamo napetost izvora in jakost električnega toka, lahko izračunamo upor žice, nato pa izračunamo s pomočjo enačbe (E19) še dolžino žice.

3) Štirje enaki upori ($R=10$ Ω) se nahajajo na stranicah kvadrata. Na dve sosednji oglišči pritisnemo napetost 100V. Kolikšen je celotni tok?

Navodilo: Imamo dve vzporedni veji uporov. Eno vejo sestavlja en sam upor, drugo pa trije zaporedno vezani upori.

4) Kako dolga mora biti volframova nitka v žarnici, da bo žarnica trošila 100 W moči, če je priključena na 220 V napetosti? ($r=0,03$ mm, $\zeta = 5\mu\Omega cm$)

Navodilo: Glej navodilo za reševanje naloge 2!

5) Če akumulator ($U=12$ V) kratko staknemo, steče skozenj tok $I=100$ A. Koliko moči se troši na uporu $R=3\Omega$, če ga priključimo na akumulator?

Navodilo: Podatek o kratkoščitnem toku nam omogoči določitev notranjega upora. Nato izračunamo tok, ki teče skozi zunanji upor, zmnožek toka in padca napetosti na zunanjem uporu je enak moči, ki se troši na uporu.

6) Imamo dve žarnici: prva troši 100 W moči, druga pa 60 W moči, če vsako posebej priključimo na 220 V napetosti. Žarnici zvežemo zaporedno in ju priključimo na napetost 220 V. Koliko moči troši vsaka žarnica v tem primeru?

Navodilo: Iz prvih dveh podatkov izračunamo upora obeh žarnic. Nadaljnji račun teče po vzorcu, ki je prisoten v nalogah 1, 2, 3 in 5.

7) Voltmeter naredimo iz ampermetra, ki ima notranjo upornost $0,2\Omega$ in kaže pri polnem odklonu tok 10mA. Kolikšen predupor moramo priključiti temu inštrumentu, da bo kazal pri polnem odklonu napetost 100V?

Navodilo: Predupor določimo iz podatka, da teče v tokokrogu z zaporedno vezanim uporom ampermetra in preduporom pri napetosti 100 V tok 10mA.

8) Ampermetru, ki je opisan v prejšnji nalogi, želimo povečati območje od 10 mA na 10A. Kakšen upor

mu moramo vezati vzporedno?

Navodilo: Skozi vzporedni upor mora od 10 A toka teči 9,9 A, preostanek pa skozi ampermeter. Na osnovi razmerja tokov izračunamo razmerje med vzporednim uporom in uporom ampermetra (Glej navodilo za reševanje naloge 1!). 9) Elektrarna ustvarja 300 MW električne moči in jo odvaja potrošnikom po 200 km dolgem daljnovodu, katerega bakrene žice imajo skupni presek 30cm^2 . Koliko moči se izgubi pri prenosu, če je efektivna napetost v žicah 400 kV?

Navodilo: Iz celotne moči elektrarne in napetosti daljnovoda izračunamo jakost toka. Nato izračunamo upornost žic in končno izgubljeno moč, ki se troši v žicah.

10) Kakšna mora biti masa kapljice, ki je nabita z enim osnovnim nabojem, da bo lebdela v navpičnem električnem polju z jakostjo $E=1000\text{ V/mm}$? $e_0 = 1.9 \times 10^{-19}\text{ As}$

Navodilo: Teža kapljice mora biti nasprotno enaka električni sili. Iz tega pogoja dobimo maso kapljice.

11) Kakšno je električno polje na površini krogle, ki nosi 10^{-8} As naboja in ima radij 1m?

Navodilo: Električni naboj, ki je enakomerno razporejen po površini razsežne krogle, ustvarja enako jakost in gostoto električnega polja, kot enaka količina točkastega naboja, ki bi se nahajal v središču krogle.

12) Dve krogli visita na 1m dolgih nitkah, ki imata skupno obesišče. Zaradi elektrostatskega odboja sta nitki poševni, tako da je med njima kot 30 stopinj. Kolikšen je naboj na drugi krogli, če je prva krogla nabita z nabojem 10^{-12} As , vsaka krogla pa tehta po 1 gram.

Navodilo: Zapišemo Coulombov zakon za odboj med kroglama. V izrazu, ki ga dobimo, je naboj druge krogle.

13) Kolikšna je gostota električnega polja v dveh zaporedno vezanih ploščatih kondenzatorjih ($d=1\text{mm}$, $S=100\text{ cm}^2$), če ju priključimo na napetost 100V? Med ploščama enega kondenzatorja je zrak, med ploščama drugega pa dielektrik ($\epsilon = 5$).

Navodilo: Najprej izračunamo nadomestno kapaciteto, nato na osnovi enačbe $e = CU$ še naboj, ki določa gostoto električnega polja. Končno izračunamo porazdelitev napetosti med oba kondenzatorja in jakosti električnega polja.

14) Koliko se spremeni energija ploščatega kondenzatorja ($S=300\text{ cm}^2$, $d=0.1\text{ mm}$), ki je priključen na napetost 100 V, če razmaknemo plošči na dvakratno oddaljenost? Kaj se je pri tem zgodilo z električnim nabojem? Kaj se zgodi, če naredimo isti poskus na kondenzatorju potem, ko smo ga odklopili od vira napetosti?

Navodilo: Ko razmikamo plošči kondenzatorja, ki je priključen na izvor napetosti, se manjša kapaciteta in naboj odteka s kondenzatorja v izvor napetosti. Energija kondenzatorja se zmanjša za isti faktor, kot se zmanjša kapaciteta. Če kondenzator ni priključen na izvor napetosti, raste pri razmikanju plošč napetost. Kljub manjšanju kapacitete se energija kondenzatorja povečuje. Naboj se namreč ohranja in kvadrat napetosti raste hitreje kot je padanje kapacitete.

15) Koliko se spremeni (poveča ali zmanjša) energija kondenzatorja, ki je narejen iz dveh kovinskih plošč s površino 0.2 m^2 in priključen na napetost 300 V, če plošči zblizamo od začetne medsebojne razdalje 0.8mm na končno razdaljo 0.6mm? $\epsilon_0 = 8.9 \cdot 10^{-12}\text{ As/Vm}$.

Navodilo: Glej predhodno nalogo!

16) Na kolikšno napetost moramo nabiti električni kondenzator s kapaciteto $C=20\text{ mF}$, da bo imela svetloba, ki se sprosti, ko kondenzator izpraznimo skozi žarnico, enak učinek, kot če bi neko drugo žarnico priključili na napetost 1000 V in bi eno tisočinko sekunde tekel skozi njo tok 0.4 A?

Navodilo: Zapišemo pogoj, da je električno delo, ki se sprosti na žarnici, enako energiji kondenzatorja. v dobljeni enačbi je neznanka napetost na kondenzatorju.

17) Električni kondenzator napravimo iz dveh kovinskih plošč s površino po 300 cm^2 , ki sta razmaknjeni za 2mm. Nabijemo ga z nabojem 10^{-11} As , nato pa med plošči vtaknemo dielektrik z dielektričnostjo $\epsilon = 15$. Kolikšno napetost namerimo na kondenzatorju, preden smo ga napolnili z dielektrikom in kolikšno potem?

Navodilo: Uporabimo enačbi $e = CU$ in $C = \epsilon\epsilon_0 S/d$.

18) Koliko naboja smemo nanesti na plošči kondenzatorja ($S=0,2\text{m}^2$, $d=5\text{mm}$, da ne bo prišlo med ploščama do preboja?. Računaj, da prenese zrak, ki zapolnjuje prostor med ploščama, največjo električno poljsko jakost 10^6 V/m .

Navodilo: Glej navodila za predhono nalogo!

19) V kakšni oddaljenosti od ravnega tokovodnika, po katerem teče tok 8 A, je gostota magnetnega polja

enaka $0,0001\text{Vs/m}^2$?

Navodilo: Jakost in gostota magnetnega polja, ki ju povzroča raven vodnik, sta podani z enačbama (E46) in (E62).

20) 10 m nad tlemi teče daljnovodna žica, ki prenaša pri 400 kV izmenične napetosti 10 MW moči. Kolikšna je na tleh pod žico amplituda magnetnega polja?

Navodilo: Glej navodilo k prejšnji nalogi!

21) Skozi bakreno žico s premerom 2 mm, ki poteka vodoravno v smeri vzhod - zahod, teče električni tok z jakostjo 10 A. Kolikšen del teže predstavlja magnetna sila na račun vodoravne komponente gostote magnetnega polja $B_z = 50\mu\text{T}$? Gostota bakra je 8920kg/m^3

Navodilo: Na osnovi enačbe (E40) izračunamo magnetno silo in jo primerjamo s silo teže

22) Kolikšna je induktivnost tuljave s 1000 ovoji, $S=10\text{cm}^2$ in $l=10\text{cm}$?

Navodilo: Uporabimo enačbo (E50).

23) Dinamo od bicikla je sestavljen iz stalnega magneta, ki ustvarja magnetno polje z gostoto 1T, v polju pa se vrti tuljava ($S=2\text{cm}^2$, $l=1\text{cm}$, $N=100$). Kolikšna je inducirana napetost, če je hitrost kolesa 10 m/s in je premer kolesčka na osi dinamika 1 cm?

Navodilo: Uporabimo izraz za inducirano napetost v tuljavi, skozi katero se spreminja magnetni pretok. Frekvenco spreminjanja magnetnega polja dobimo iz enačbe, ki enaci obodno hitrost kolesa bicikla in kolesčka dinamika.

24) Kolikšen tok teče skozi tuljavo $N=100$, $S=10\text{cm}^2$, $l=1\text{m}$, $\mu = 1000$, če jo priključimo na izmenično napetost $U=100\text{V}$, $\nu = 1000$? Najprej računaj s približkom, da lahko ohmski upor žic zanemariš, nato pa ponovi račun z upoštevanjem upora žic. Žice so bakrene, s premerom 0,5 mm, dolžina enega ovoja pa je 12 cm.

Navodilo: Nalogo rešimo s pomočjo Ohmovega zakona $I=U/Z$, impedanco Z pa izračunamo bodisi s pomočjo enačbe (E60) in dobimo približno vrednost, bolj natancen rezultat pa dobimo, če uporabimo za račun impedance enačbo (E61).

25) Kakšna sila deluje med dvema vzporednima vodnikoma ($l=5\text{m}$), po katerih teče električni tok $I=3\text{A}$ v nasprotnih smereh? Razdalja med vodnikoma je 0.5 m.

Navodilo: Uporabimo enačbe (E40), (E46) in (E47).

26) Koliko se odkloni igla ampermetra, ki je sestavljen iz stalnega magneta, ki ustvarja magnetno polje z gostoto 1T, v polju je vrtljiva tuljava ($S=2\text{cm}^2$, $N=100$), če teče skozenj tok 1A? Tuljavo in kazalec drži v ničelnem položaju polžasta vzmet s konstanto $D=0,1\text{Nm/radian}$.

Navodilo: Lego kazalca dobimo iz pogoja, da je mehanski navor vzmeti v ravnovesju z magnetnim navorom.

27) Na tuljavi v obliki svitka je navitih 10000 ovojev iz bakrene žice s premerom 0.4 mm, tako da je celotna dolžina žice enaka 400m. Notranjost svitka je napolnjena z mehkim železom s permeabilnostjo $\mu = 1000$. Dolžina jedra je 50 cm, presek pa 1cm^2 . Na tuljavo priključimo enosmerno napetost $U=50\text{V}$. Kolikšen tok teče skozi tuljavo eno sekundo potem, ko smo priključili napetost? Specifična upornost bakra je $0.017\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. $\mu_0 = 12.56 \times 10^{-7}\text{Vs/Am}$

Navodilo: Naraščanje toka skozi tuljavo napoveduje enačba (E58).

28) Na okrogel tulec z dolžino 10 cm in premerom 1 cm navijemo 20m tanke žice. Tako nastalo tuljavo priključimo na izmenično napetost z amplitudo 0,1 V in frekvenco 2000 Hz. Kolikšna je amplituda toka, ki teče skozi tuljavo, če lahko upornost žice zanemarimo? $\mu_0 = 12.56 \times 10^{-7}\text{Vs/Am}$

Navodilo: Glej navodilo k nalogi 24!

29) Električni transformator je narejen iz dveh tuljav, ki sta naviti na železno jedro ($l=30\text{cm}$, $N_1=1000$, $N_2=500$, $S=20\text{cm}^2$, $\nu=50\text{Hz}$, $\mu=1000$). Na primarni strani priključimo napetost $U_{ef1}=100\text{V}$. Kolikšen tok teče skozi primarno navitje, kakšna je gostota magnetnega polja v jedru in kolikšno napetost namerimo na sekundarni strani transformatorja?

Navodilo: Glej enačbe (E65), (E65a) in (E65b)!

30) Elektromagnet je narejen tako, da je na železno jedro navitih 10000 ovojev žice, skozi katero teče tok 1A. Dolžina jedra je 40cm, presek pa 10cm^2 . Železno jedro je krožne oblike, vendar ni sklenjeno, ampak je prekinjeno s 5mm široko režo. Koliko energije se sprosti, če zapolnimo režo z železom? Permeabilnost železa je 1000.

Navodilo: Če zapolnimo prostor v feromagnetni reži s feromagnetno snovjo, se zmanjša gostota energije

magnetnega polja, saj se zmanjša jakost magnetnega polja, ki je bila v prazni reži enaka $H = B/\mu_0$, ko pa se reža napolni s feromagnetno snovjo, je jakost magnetnega polja enaka $H = B/\mu\mu_0$.

Količina sproščene energije je enaka zmnožku prostornine reže in zmanjšanja gostote energije.

31) Nihajni krog sestavimo iz tuljave in dveh enako oblikovanih zaporedno vezanih kondenzatorjev. Vsak kondenzator posebej je narejen iz dveh plošč ($S = 20\text{cm}^2$), ki sta razmaknjeni za 1mm. V enem od kondenzatorjev je prostor med ploščama napolnjen z dielektrikom z dielektrično konstanto $\varepsilon = 3$. Tuljava je navita na 10 cm dolg okrogel tulec s premerom 10 mm. Koliko navojev žice moramo naviti na tuljavo, da bo nihajni krog uglašen na frekvenco radijskih valov z valovno dolžino 300m? $\varepsilon_0 = 8.9 \cdot 10^{-12} \text{As/Vm}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ *Navodilo:* Najprej izračunamo kapaciteto nadomestnega kondenzatorja, nato induktivnost tuljave in končno frekvenco nihajnega kroga s pomočjo enačbe (E71).