Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2015/16

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

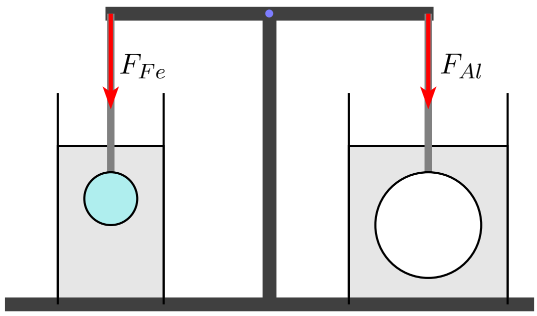
Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
A	D	A	B	D

A1 Če je zračni upor zanemarljiv, se med prostim padanjem skokice ohranja vsota njenih kinetične in potencialne energije. Z višino lege skokice se linearno spreminja njena potencialna energija, in zato se linearno spreminja tudi njena kinetična energija. Pri $h = 0$ je potencialna energija skokice manjša od njene potencialne energije pri $h > 0$, kinetična energija skokice pa je pri $h = 0$ za prav toliko **večja** od kinetične energije skokice pri $h > 0$. Graf kaže odvisnost $W_k(h)$.

A2 Ker sta krogli obešeni na enakih oddaljenostih od osi in ker je tehtnica v vodoravni ravnovesni legi, sklepamo, da sta sili F_{Al} in F_{Fe}, s katerima v vodo potopljeni krogli vlečeta nasprotna kraka tehtnice, enaki,

$$F_{Al} = F_{Fe}\,.$$



Sila posamezne krogle na krak tehtnice je po velikosti enaka razliki med težo krogle in silo vzgona na kroglo,

$$F_{Al} = F_{g,Al} - F_{v,Al} = V_{Al} \cdot g \cdot (\rho_{Al} - \rho_v)$$

in

$$F_{Fe} = F_{g,Fe} - F_{v,Fe} = V_{Fe} \cdot g \cdot (\rho_{Fe} - \rho_v)\,.$$

kjer sta V_{Al} in V_{Fe} prostornini krogel, ρ_{Al} in ρ_{Fe} pa gostoti aluminija in železa.

Ko sili krogel na kraka tehtnice izenačimo, dobimo

$$V_{Al} \cdot (\rho_{Al} - \rho_v) = V_{Fe} \cdot (\rho_{Fe} - \rho_v)\,.$$

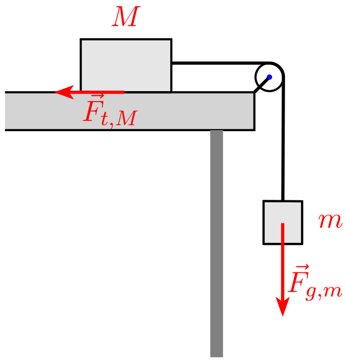
Ker je gostota železa večja od gostote aluminija, $\rho_{Fe} > \rho_{Al}$, je $(\rho_{Fe} - \rho_v) > (\rho_{Al} - \rho_v)$. Od tu sledi, da je prostornina krogle iz aluminija večja od prostornine krogle iz železa, $V_{Al} > V_{Fe}$.

Če je tako, deluje na železno kroglo manjša sila vzgona kot na kroglo iz aluminija, $F_{v,Fe} < F_{v,Al}$ in ker velja $F_{Al} = F_{Fe}$ vidimo, da velja tudi $F_{g,Fe} < F_{g,Al}$. Ko sta krogli nad vodno gladino, se tehtnica prevesi na stran težje krogle iz aluminija.

A3 Največje možno število pik v kvadratni inči, natisnjenih pri ločljivosti 600 dpi, je $600 \cdot 600 = 360\,000$. Kvadratna inča ima ploščino $2{,}54$ cm $\cdot\, 2{,}54$ cm $=\ 6{,}45(16)$ cm^2, kar pomeni, da je na vsakem cm^2 natisnjenih

$$\frac{360\,000}{6{,}45(16)\,\mathrm{cm}^2} = 55\,800 \text{ pik.}$$

A4 Klado in utež pospešuje teža uteži, gibanje pa zavira trenje med klado in mizo. Zapišemo 2. Newtonov zakon,



$$(m + M) \cdot a = m \cdot g - \frac{1}{10}\, M \cdot g\,.$$

Od tu izrazimo maso klade M,

$$M = m \cdot \frac{g - a}{a + \frac{1}{10}\, g} = m \cdot \frac{10 - 3}{3 + 1} = 0{,}2\,\mathrm{kg} \cdot \frac{7}{4} = 0{,}35\,\mathrm{kg}\,.$$

A5 Vsa štiri narisana vezja so med seboj ekvivalentna. Na vir napetosti sta zaporedno vezani dve kombinaciji dveh vzporedno vezanih žarnic.

Sklop B:

B1 (a) Petrova potencialna energija se pretvori v njegovo kinetično energijo. Od lege na vrhu omare visoke $h_0 = 1{,}8$ m do lege tik preden se z nogami dotakne tal se njegova potencialna energija zmanjša za $\Delta W_p = (-)m \cdot g \cdot h_0$, njegova kinetična energija pa se za prav toliko poveča, in ker je Peter na vrhu omare miroval, lahko zapišemo

$$m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2}\, m \cdot v_0^2\,,$$

odkoder dobimo njegovo hitrost tik preden se s stegnjenimi nogami dotakne tal,
$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 1{,}8\,\mathrm{m}} = \sqrt{36}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Za pravilni rezultat .... (1 točka)

(b) Petrova hitrost se med doskokom z v_0 zmanjša na 0 na poti $h_1 = 0{,}5$ m, za kolikor se med doskokom v počep še dodatno zniža Petrovo težišče. Peter se med doskokom ustavlja s povprečnim pojemkom

$$\bar{a} = \frac{v_0^2}{2 \cdot h_1} = \frac{36\,\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2\,\cdot\,2\,\cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 36\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}6 \cdot g\,.$$

Za pravilni rezultat, izražen z g .... (2 točki)
Za pravilno upoštevano spremembo hitrosti ali pot ustavljanja .... (1 točka)

(c) Peter se med doskokom ustavlja čas t_1,

$$t_1 = \frac{\Delta v}{\bar{a}} = \frac{v_0}{\bar{a}} = \frac{6\,\mathrm{m}\,\cdot\,\mathrm{s}^2}{\mathrm{s}\,\cdot 36 \cdot m} = \frac{1}{6}\,\mathrm{s} = 0{,}17\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilni rezultat .... (1 točka)

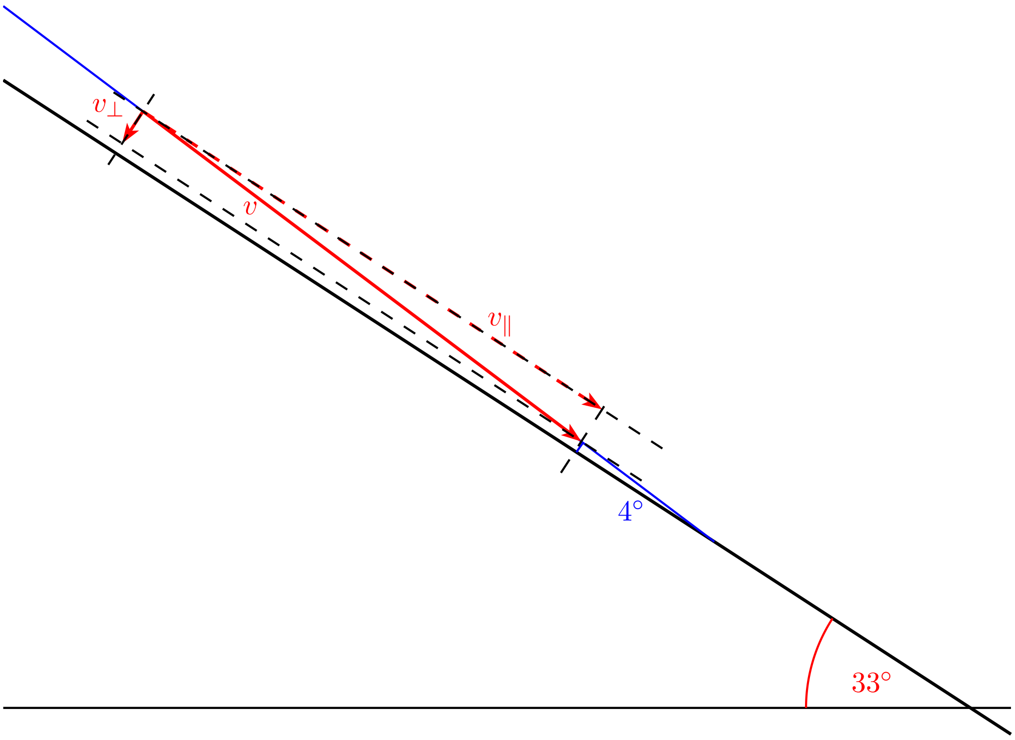
(d) Med doskokom delujeta na Petra dve sili: navzdol deluje sila teže $\vec{F}_g$, navzgor deluje na Petra sila tal $\vec{F}_t$. Njuna rezultanta $\vec{F}_r = \vec{F}_g + \vec{F}_t$ povzroči, da se Petrovo težišče med doskokom ustavlja s povprečnim pojemkom $\bar{a} = 3{,}6 \cdot g$, kar pomeni, da je rezultanta sil po velikosti enaka $F_r = m \cdot \bar{a} = m \cdot 3{,}6 \cdot g$, $F_r = 3{,}6 \cdot F_g$. Sila tal je od rezultante po velikosti še za Petrovo težjo večja, meri $F_t = 4{,}6 \cdot F_g$. Med doskokom z omare deluje na Petra sila tal, ki je po velikosti enaka $4{,}6$-kratniku njegove teže.

Za pravilni rezultat .... (2 točki)
Za upoštevanje, da med doskokom na Petra deluje tudi teža .... (1 točka)
Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona .... (1 točka)

(e) Povprečni pojemek, s katerim se Peter med doskokom ustavlja, je obratno-sorazmeren poti, na kateri se ustavi, kot je zapisano v izrazu pri odgovoru pri nalogi (b). Če bi se njegovo težišče med doskokom spustilo le za pol toliko kot v prejšnjem primeru, $h_2 = \frac{1}{2}\,h_1$, bi bil njegov povprečni pojemek dvakrat tolikšen kot prej, torej $\bar{a}_2 = 2 \cdot \bar{a} = 7{,}2 \cdot g$. (Med površnim doskokom bi na Petra delovala sila tal, po velikosti enaka $8{,}2$-kratniku njegove teže.)

Za pravilni rezultat .... (1 točka)

(f) Petrovo hitrost $v = 33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (pravilno bi zapisali $\vec{v}$), ki ima tik pred pristankom na hrbtišču letalnice smer pod kotom 4° glede na podlago, razstavimo na dve pravokotni komponenti: na komponento, ki je v točki K vzporedna s podlago $v_\parallel$ (in je, tako kot hrbtišče na tistem mestu nagnjena za 33° glede na vodoravnico) in na komponento, ki je pravokotna na podlago $v_\perp$. Slika je narisana v merilu, kjer pomeni 6,6 cm dolga usmerjena daljica hitrost $v = 33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (daljica, dolga 1 cm pa ustreza hitrosti $5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$). Z natančnim načrtovanjem ugotovimo, da meri daljica, ki ustreza pravokotni komponenti Petrove hitrosti tik pred pristankom, $0{,}45$ cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza pravokotni komponenti hitrosti $v_\perp = 2{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Za prav toliko se pravokotna komponenta Petrove hitrosti ob pristanku spremeni - zmanjša se na 0. Po pristanku se Peter giblje le vzporedno s podlago.



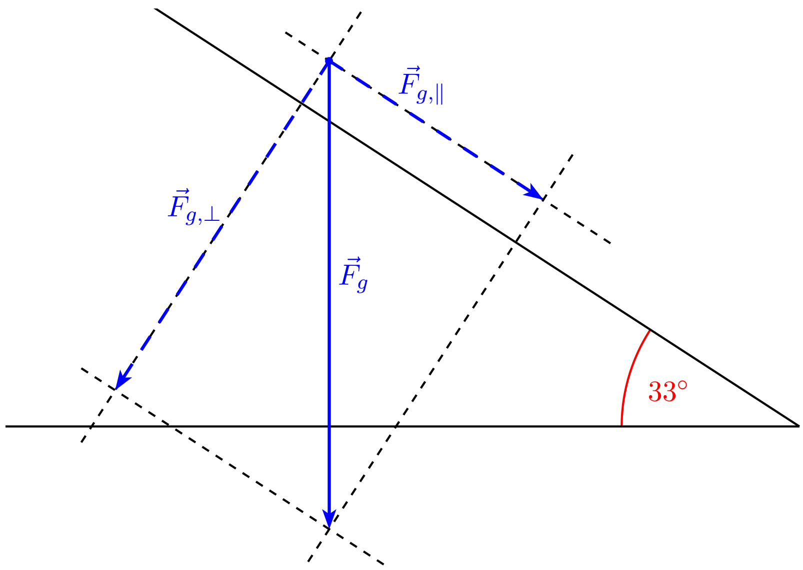
Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**
Za pravilni rezultat z manjšo natančnostjo $v_\perp = 2{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ .... (1 točka)

(g) Na podlago pravokotna komponenta Petrove hitrosti se med doskokom z $v_\perp$ zmanjša na 0 na poti $h_1 = 0{,}5$ m, za kolikor se med doskokom v telemark podlagi še dodatno približa Petrovo težišče. Med doskokom je povprečni pojemek v smeri, pravokotni na podlago

$$\bar{a}_\perp = \frac{v_\perp^2}{2 \cdot h_1} = \frac{(2{,}25)^2 \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2 \cdot 2 \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 5{,}06\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 0{,}5 \cdot g\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(h) Med doskokom delujeta na Petra v smeri, pravokotni na podlago, sila podlage $\vec{F}_{p,\perp}$ v smeri ven iz podlage in statična komponenta teže $\vec{F}_{g,\perp}$ v smeri v podlago. (Poleg sile podlage in statične komponente teže deluje na Petra še dinamična komponenta teže $\vec{F}_{g,\parallel}$, ki pa na gibanje v smeri, pravokotni na podlago, ne vpliva.)



Rezultanta $\vec{F}_{g,\perp}$ in $\vec{F}_{p,\perp}$, po velikosti enaka $F_{r,\perp} = F_{p,\perp} - F_{g,\perp}$, povzroči Petrovo ustavljanje v smeri pravokotno na podlago s povprečnim pojemkom $\bar{a}_\perp$,

$$F_{r,\perp} = m \cdot \bar{a}_\perp = 62\,\mathrm{kg} \cdot 5{,}06\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 314\,\mathrm{N} \;\; (= 0{,}506 \cdot F_g)\,.$$

Statično komponento teže določimo z razstavljanjem teže na pravokotni komponenti. Slika je narisana v merilu, v katerem pomeni 1 cm silo 100 N. Na sliki izmerimo, da ustreza statični komponenti teže usmerjena daljica z dolžino $5{,}2$ cm $\pm 0{,}1$ cm, kar pomeni, da je velikost $F_{g,\perp} = 520$ N.

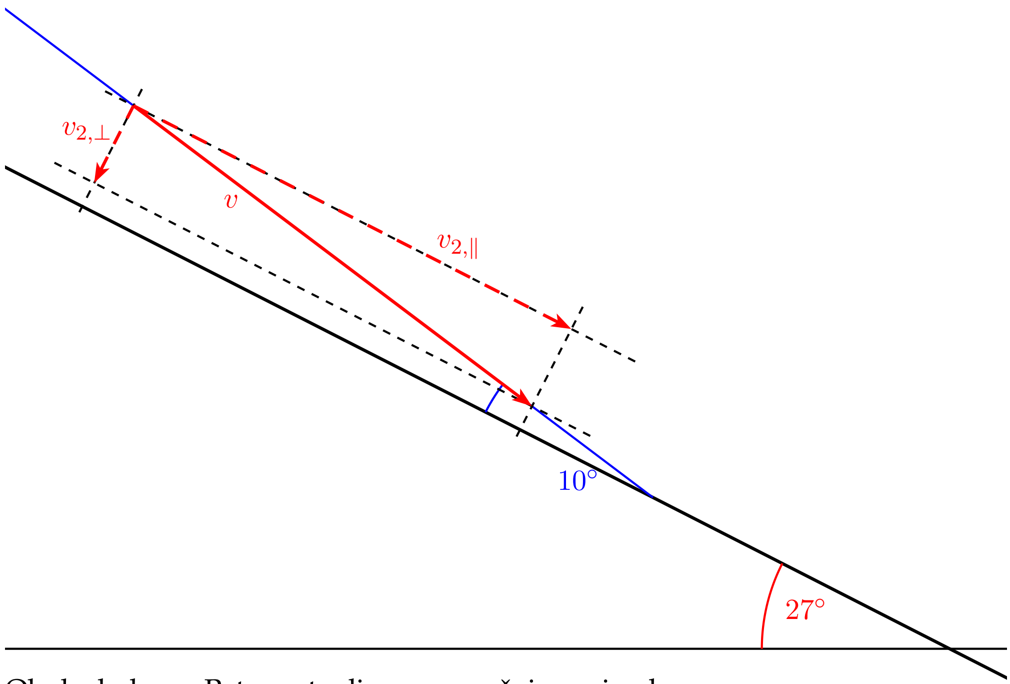
Med doskokom deluje na Petra povprečna pravokotna sila podlage $F_{p,\perp} = F_{r,\perp} + F_{g,\perp} = 314\text{ N} + 520\text{ N} = 834\text{ N}\;(= 1{,}35 \cdot F_g)$.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**

Za pravilno upoštevanje statične komponente teže .... (1 točka)

Za pravilen račun pravokotne rezultante sil iz 2. Newtonovega zakona .... (1 točka)

(i) Postopamo enako kot pri vprašanju (f). Pri načrtovanju upoštevamo, da se Peter tik pred doskokom giblje pod kotom $10°$ glede na podlago. Ugotovimo, da meri pravokotna komponenta hitrosti tik pred doskokom $v_{2,\perp} = 5{,}7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.



Ob doskoku se Peter ustavlja s povprečnim pojemkom

$$\bar{a}_{2,\perp} = \frac{v_{2,\perp}^2}{2 \cdot h_1} = \frac{(5{,}7)^2 \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2 \cdot 2 \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 32{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}25 \cdot g\,.$$

v smeri pravokotno na podlago.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**

Za pravilno pravokotno komponento hitrosti tik pred doskokom .... (1 točka)

Peter ima tik pred drugim opisanim doskokom v smeri pravokotni na podlago približno tolikšno hitrost, kot jo ima tik pred doskokom z $1{,}8$ m visoke omare. Ker se njegovo težišče med obema doskokoma podlagi dodatno približa za isto razdaljo, sta približno enaka tudi pospeška.

Pravokotna sila podlage pa je med doskokom na **nagnjeno** hrbtišče letalnice vseeno nekoliko manjša kot pri doskoku z omare na vodoravna tla: pravokotna sila podlage na klancu dodatno uravnoveša le statično komponento teže (in ne celotne teže). Pri večjih naletnih kotih je sicer to zmanjšanje manj pomembno; po eni strani so pospeški pri doskoku tedaj večji in je večja rezultanta sil, po drugi strani pa je tedaj večja tudi statična komponenta teže.

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **14 točk**.

B2 Pri reševanju nalog upoštevamo, da je napetost na posameznem porabniku U_R premo-sorazmerna toku I_R, ki teče skozi porabnik.

(a) Skozi en porabnik teče tok $I_{(a)} = 20$ mA. Ves naboj $e_0 = 360$ mAh, ki ga lahko skozi krog požene nova baterija do svojega izpraznjenja, steče skozi porabnik v času $t_{(a)}$, je $e_0 = I_{(a)} \cdot t_{(a)}$, od tu izrazimo čas

$$t_{(a)} = \frac{e_0}{I_{(a)}} = \frac{360\,\mathrm{mAh}}{20\,\mathrm{mA}} = 18\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(b) Na posameznem od obeh enakih porabnikov je polovica napetosti vira $U_0 = 9$ V, zato je tok $I_{(b)}$, ki teče skozi porabnika in skozi vir, le pol tolikšen kot v primeru (a), $I_{(b)} = \frac{1}{2}\,I_{(a)} =$ 10 mA. Baterija se izprazni v času $t_{(b)}$, ki je dvakrat tolikšen kot čas $t_{(a)}$; $t_{(b)} = 2 \cdot t_{(a)} = 36$ h.
Za pravilni odgovor ($I_{(b)}$ in $t_{(b)}$) .... **(1 točka)**

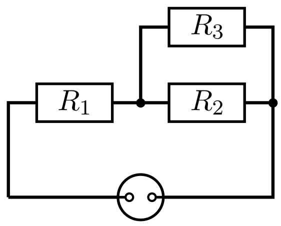
(c) Napetost na vsakem od porabnikov je enaka napetosti vira in skozi vsakega od njiju teče tok $I_{(a)}$, skozi vir pa skupni tok $I_{(c)} = 2 \cdot I_{(a)} = 40$ mA. Dvakrat tolikšen tok kot v primeru (a) pomeni, da se baterija izprazni v pol tolikšnem času kot v primeru (a), $t_{(c)} = \frac{1}{2}\,t_{(a)} = 9$ h.
Za pravilni odgovor ($I_{(c)}$ in $t_{(c)}$) .... **(1 točka)**

(d) Na porabniku v zgornji veji je napetost U_0, na posameznem od porabnikov v spodnji veji je napetost $\frac{1}{2}\,U_0$. Skozi porabnik v zgornji veji teče tok $I_{(a)}$, skozi zaporedno vezana porabnika v spodnji veji teče polovica tega toka, $I_{(b)}$. Skupni tok skozi vir je $I_{(d)} = I_{(a)} + I_{(b)} = 30$ mA. Čas $t_{(d)}$, v katerem se baterija izprazni, je

$$t_{(d)} = \frac{e_0}{I_{(d)}} = \frac{360\,\mathrm{mAh}}{30\,\mathrm{mA}} = 12\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor ($I_{(d)}$ in $t_{(d)}$) .... **(1 točka)**

(e) Na vzporedno vezanih porabnikih R_2 in R_3 je napetost ista, $U_2 = U_3 = U_{23}$. Skozi R_2 in R_3 tečeta po velikosti enaka tokova I_2 in I_3, $I_2 = I_3$. Njuna vsota je tok I_1, ki teče skozi vir in skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2$. To pomeni, da je napetost na prvem porabniku U_1 dvakrat tolikšna kot je napetost U_{23} na vzporedno vezanih porabnikih, $U_1 = 2 \cdot U_{23}$. Hkrati velja $U_1 + U_{23} = U_0 = 9$ V, dobimo $2 \cdot U_{23} + U_{23} = 3 \cdot U_{23} = U_0$.

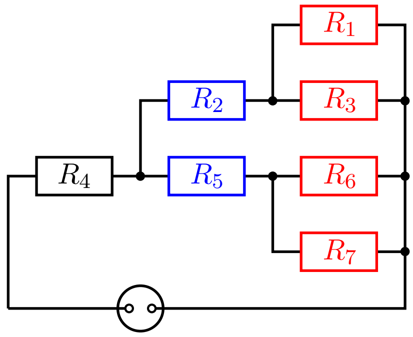


Napetost U_{23} na porabnikih R_2 in R_3 je enaka tretjini napetosti vira, kar pomeni, da skozi R_2 in R_3 tečeta tokova $I_2 = I_3 = \frac{1}{3}\,I_{(a)} = 6{,}67$ mA, skozi vir pa isti tok kot skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2 = \frac{2}{3}\,I_{(a)} = 13{,}3$ mA. Čas $t_{(e)}$, v katerem se baterija izprazni, je

$$t_{(e)} = \frac{e_0}{I_{(e)}} = \frac{e_0}{\frac{2}{3}\,I_{(a)}} = \frac{3 \cdot e_0}{2 \cdot I_{(a)}} = \frac{3\ \cdot\ 360\,\mathrm{mAh}}{2\ \cdot\ 20\,\mathrm{mA}} = 27\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor ($I_{(e)}$ in $t_{(e)}$) .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje $I_1 = 2 \cdot I_2$ **ali** $U_0 = U_1 + U_{23}$ .... (1 točka)

(f) Vezje na sliki ima precej simetrije, kar nam olajša sklepanje. Porabniki R_1, R_3, R_6 in R_7 so vezani ekvivalentno, na njih je ista napetost $U_1 = U_3 = U_6 = U_7 = U_{1367}$ in skoznje tečejo enaki tokovi $I_1 = I_3 = I_6 = I_7$. Vsota teh štirih tokov je tok skozi porabnik R_4 in skozi vir, $I_4 = I_{(f)} = 4 \cdot I_1$, torej velja



$$\frac{I_{(f)}}{I_1} = \frac{I_4}{I_1} = 4 \quad \text{in tudi} \quad \frac{U_4}{U_{1367}} = 4\,.$$

Vsota enakih tokov I_1 in I_3 je tok I_2 skozi porabnik R_2 (ki mu je ekvivalenten porabnik R_5), $I_2 = I_1 + I_3 = 2 \cdot I_1$, torej velja

$$\frac{I_2}{I_1} = 2 \quad \text{in tudi} \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_{25}}{U_{1367}} = 2\,.$$

Poglejmo še napetosti v izbranem krogu, naj bo to npr. krog s porabniki R_4, R_2 in R_1. Upoštevamo, da je vsota napetosti na teh porabnikih enaka napetosti vira. Zapišemo lahko

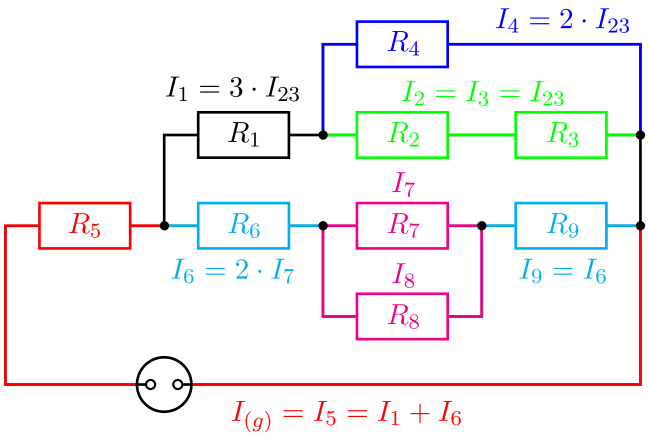
$$U_0 = U_4 + U_2 + U_1 = U_4 + U_{25} + U_{1367} = 4 \cdot U_{1367} + 2 \cdot U_{1367} + U_{1367} = 7 \cdot U_{1367}\,.$$

Napetost $U_1 = U_{1367}$ je enaka sedmini napetosti vira, $U_{1367} = \frac{1}{7}U_0$ in tok I_1 je enak sedmini toka $I_{(a)}$, $I_1 = \frac{1}{7}I_{(a)} = \frac{20}{7}$ mA $= 2{,}86$ mA. Tok skozi baterijo je $I_{(f)} = I_4 = 4 \cdot I_1 = \frac{4 \cdot 20}{7}$ mA $= \frac{80}{7}$ mA $= 11{,}43$ mA.

Za pravilni odgovor (I/I_1, U_2/U_1 in $I_{(f)}$) .... (3 točke)

Za posamezen pravilni rezultat .... (1 točka)

(g) Začnimo z zgornjo vejo vezja (s porabniki R_1, R_2, R_3 in R_4). Skozi R_2 in R_3 teče isti tok $I_2 = I_3 = I_{23}$ in na obeh porabnikih sta enaki napetosti, $U_2 = U_3$. Na porabniku R_4 je napetost $U_4 = U_2 + U_3 = 2 \cdot U_2$ in skozenj teče tok $I_4 = 2 \cdot I_{23}$.
Skozi porabnik R_1 teče tok $I_1 = I_4 + I_{23} = 2 \cdot I_{23} + I_{23} = 3 \cdot I_{23}$. Razmerji tokov in napetosti sta



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_1}{I_{23}} = 3 \quad \text{in} \quad \frac{U_1}{U_2} = 3\,.$$

V spodnji veji vezja (porabniki R_6, R_7, R_8 in R_9) teče skozi porabnik R_7 tok I_7. Skozi porabnik R_8 teče enak tok, $I_8 = I_7$, skozi R_6 in R_9 pa teče isti tok $I_6 = I_9 = I_7 + I_8 = 2 \cdot I_7$. Za napetosti na porabnikih v tej veji lahko zapišemo $U_7 = U_8 = U_{78}$ in $U_6 = U_9 = 2 \cdot U_{78}$.
Hkrati velja, da sta vsoti napetosti na obeh vzporednih vejah enaki. Uporabimo že zapisana razmerja napetosti na porabnikih in zapišemo

$$U_1 + U_4 = U_6 + U_7 + U_9 \qquad \text{in} \qquad 3 \cdot U_2 + 2 \cdot U_2 = 2 \cdot U_{78} + U_{78} + 2 \cdot U_{78}\,.$$

Vidimo, da velja $U_2 = U_{78}$. Ker so vsi porabniki enaki, to pomeni, da velja tudi $I_{23} = I_7 = I_8$. Za tok skozi baterijo in porabnik R_5 lahko zapišemo

$$I_{(g)} = I_5 = I_1 + I_6 = 3 \cdot I_{23} + 2 \cdot I_7 = 5 \cdot I_{23} \qquad \text{in} \qquad \frac{I_{(g)}}{I_2} = \frac{I_{(g)}}{I_{23}} = 5\,.$$

Napetost U_5 na porabniku R_5 je $U_5 = 5 \cdot U_2$.
Zdaj nam ostane le še zapis napetosti v enem od krogov, ki vključujejo baterijo. Izberemo si krog s porabniki R_5, R_1 in R_4. Zapišemo

$$U_0 = U_5 + U_1 + U_4 = 5 \cdot U_2 + 3 \cdot U_2 + 2 \cdot U_2 = 10 \cdot U_2$$

in od tu dobimo $U_2 = \frac{1}{10} U_0$ in $I_{23} = \frac{1}{10} I_{(a)} = 2$ mA in $I_{(g)} = 10$ mA.
Za vse pravilne odgovore .... (4 točke)
Za posamezen pravilni odgovor .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **13 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Na meritve vpliva velikost zrna koruze, ki ga tekmovalec uporabi. Pri vrednotenju bomo upoštevali tolerančno območje.

(a) Tehtnico lahko uravnovesimo z različnimi postopki:
   (i) spreminjamo maso plastelina na krajišču enega kraka tehtnice,
   (ii) spreminjamo lego plastelina na kraku,
   (iii) na drugem kraku spreminjamo lego sponke za papir, ki drži posodico,
   (iv) prestavimo lego šivanke na slamicah (naredimo luknjico - os - drugje).

Za dva pravilna postopka .... (2 točki)

Za posamezen postopek .... (1 točka)

(b) Masa lista papirja s ploščino 1 m^2 je 80 g, masa lista papirja s ploščino 1 dm^2 je 0,80 g in masa lista papirja s ploščino 1 cm^2 je 0,008 g = 8 mg.

Za pravilno maso kvadratka s ploščino 1 cm^2 ... (1 točka)

Za pravilne še vse ostale mase .... (1 točka)

$N \cdot 1\ \mathrm{cm}^2$	m [mg]
1	8
5	40
10	80
25	200

(c) Masa zrna koruze je med 0,16 g in 0,23 g. Masivnejših zrn nismo našli. Ko smo merili mase, je imelo največ zrn maso 0,19 g = 190 mg.

Za maso zrna koruze znotraj napisanega območja .... (2 točki)

Za maso zrna koruze znotraj širšega območja med 0,10 g **in** 0,40 g (to pomeni slabšo merilno natančnost) .... (1 točka)

(d) Razpočeno koruzno zrno ima za približno 15 % (med 10 % in 20 %) manjšo maso kot surovo koruzno zrno.

Za maso razpočenega zrna koruze znotraj območja .... (2 točki)

Za maso razpočenega zrna koruze znotraj širšega območja med 5 % **in** 25 % (to pomeni slabšo merilno natančnost) .... (1 točka)

(e) Čeprav so zrna sušena, je v surovem koruznem zrnu še vedno nekaj vode. Ko zrno segrevamo, se voda v zrnu upari. Ker ima zrno ovojnico, voda ne more zlahka iz zrna, zato zrno raznese. Hkrati se v njem spremeni tudi škrob. Razpočeno koruzno zrno ima manjšo maso od surovega, ker je iz zrna ušla uparjena voda.

Za omenjeno uparevanje vode kot vzrok za to, da se zrno razpoči .... (1 točka)

Za omenjeno povezavo med maso vode, ki se upari, in razliko med masama surovega in razpočenega zrna .... (1 točka)

(f) Primer meritev je v razpredelnici.

Za vsaj 6 meritev s smiselnimi rezultati .... (4 točke)

Za 5 meritev, dovolj natančno .... (3 točke)

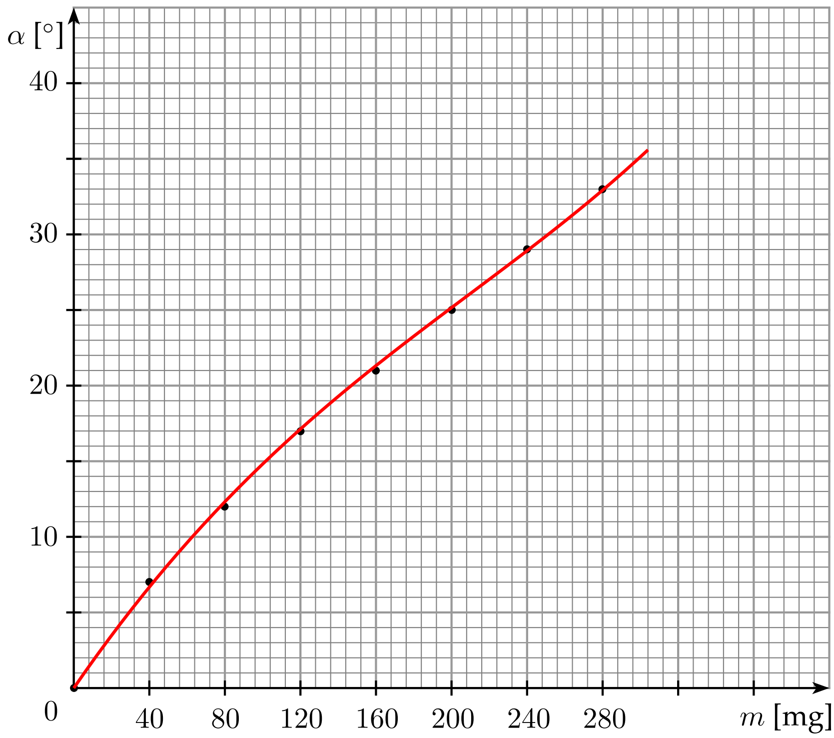
Za 4 meritve, dovolj natančno .... (2 točki)

Za 3 meritve, dovolj natančno .... (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo - a še vedno pogojno uporabno - občutljivost, za do pol manjše odklone .... (2 točki)

m [mg]	α [°]
0	0
40	7
80	12
120	17
160	21
200	25
240	29
280	33

(g) Umeritvena krivulja za mikrotehtnico, ki kaže povezavo med odklonom tehtnice od ravnovesne lege α in maso uteži m.



Za v celoti pravilno umeritveno krivuljo (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) . (4 točke)

Za pravilno izbiro skale (glede na podatke iz meritev), označene osi .... (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 6 izmerjenih točk .... (2 točki)

Za pravilen vnos 4 ali 5 izmerjenih točk .... (1 točka)

Za gladko sklenjeno krivuljo, ki poteka skozi in v bližini izmerjenih točk ..... (1 točka)

(h) Občutljivost mikrotehtnice se spremeni, če se spremeni

(i) dolžina krakov tehtnice (slamic),

(ii) masa posodice na enem kraku in masa plastelina za uravnoteženje na drugem kraku,

(iii) razporeditev mase na krakih (če posodica ne bi visela s krajišča kraka, ali če bi namesto dveh sponk za papir uporabili manj ali več sponk, in bi visela posodica višje ali nižje, ali če bi drugi krak uravnovesili s plastelinom v drugi posodici, ki bi visela z drugega kraka)

(iv) trenje v ležaju,

(v) ukrivljenost krakov (s tem se posredno spremeni razporeditev mase glede na os tehtnice).

Za tri parametre .... (3 točke)

Za posamezen parameter .... (1 točka)

(i) Da občutljivost tehtnice **povečamo**, naštete parametre spremenimo tako:

(i) dolžino krakov tehtnice **povečamo** (povečamo ročico),

(ii) maso posodice na enem kraku in maso plastelina za uravnoteženje na drugem kraku **zmanjšamo** (zmanjšamo maso gibljivih sestavnih delov tehtnice),

(iii) razporeditev mase na krakih: posodico **odmaknemo** še bolj stran **od osi** (šivanke), namesto dveh sponk za papir uporabimo **manj** sponk in bi posodica visela **višje**, plastelin na drugem kraku stisnemo ob krak,

(iv) trenje v ležaju **zmanjšamo**,

(v) ukrivljenost krakov **zmanjšamo**.

Za tri pravilne spremembe parametrov .... (3 točke)

Za posamezno pravilno spremembo parametra .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **24 točk**.