

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2014/15

9. razred

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. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
C	B	C	C	B

- A1** Graf $v(s)$ kaže premosorazmerje med hitrostjo in predrzano potjo, kar pomeni, da lahko hitrost zapišemo kot $v = k \cdot s$, kjer je k koeficient premege sorazmerja. Drugi graf podaja odvisnost $s(t)$, in ker sta v in s premo-sorazmerni, velja tudi $v(t) = k \cdot s(t)$, kar pomeni, da ima graf $v(t)$ enako obliko kot graf $s(t)$.
- A2** Prvi krajec je nad obzorjem približno od poldneva do polnoči ne glede na to, odkod z zemeljske oble ga opazujemo. Ker Cape Town leži pod južnim povratnikom, je John pri opazovanju Lune obrnjen proti severu in vidi zrcalno podobo Lune (glede na Nejca, ki opazuje Luno proti jugu).
- A3** Označimo zmesno temperaturo s T_z . Izmenjavo toplote med deli sistema opišemo z enačbo

$$m_1 \cdot c \cdot (T_z - T_1) + m_2 \cdot c \cdot (T_z - T_2) + m_3 \cdot c \cdot (T_z - T_3) = 0,$$

kjer so $m_1 = 100$ g, $m_2 = 300$ g, $m_3 = 400$ g, $T_1 = 278$ K, $T_2 = 282$ K in $T_3 = 289$ K. Iz enačbe izrazimo T_z ,

$$\begin{aligned} T_z &= \frac{m_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot T_2 + m_3 \cdot T_3}{m_1 + m_2 + m_3} = \\ &= \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 278 \text{ K} + 0,3 \text{ kg} \cdot 282 \text{ K} + 0,4 \text{ kg} \cdot 289 \text{ K}}{0,8 \text{ kg}} = 285 \text{ K} = 12^\circ \text{C}. \end{aligned}$$

(V prvi enačbi bi lahko uporabili pri temperaturah tudi enoto $^\circ\text{C}$, ker so pomembne le spremembe temperature in se konstanta 273 K odšteje.)

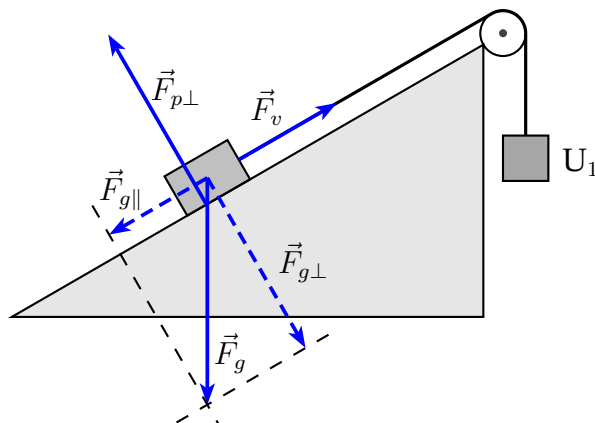
Nalogo lahko rešimo tudi s sklepanjem po korakih. Najprej zmešamo masi vode v razmerju 1:3. Interval 4° med temperaturama obeh delov vode razdelimo v enakem razmerju 1:3. Zmesna temperatura je bližje temperaturi vode, ki jo je bilo na začetku več: 8°C . Ko primešamo tej vodi enako maso vode z višjo temperaturo, je končna temperatura na sredini med njima: 12°C .

- A4** Enoti $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ ustreza le količina $j = \frac{\Delta W}{\Delta t \cdot S}$. Gostoto energijskega toka uporabimo, da opišemo, koliko energije (na primer z valovanjem, tudi toplote pri prevajanju) se pretoči skozi (ali vpade na) 1 m^2 veliko ploskev v 1 s.
- A5** Z zaporedno vezavo dodatne žarnice se skupni upor vezja poveča, tok skozi vir pa zmanjša ne glede na to, kateremu porabniku v krogu vezemo žarnico zaporedno.

Sklop B:

B1 Sile so zapisane z vektorskim znakom, ko je potrebno. Ko zapišemo oznako za silo brez vektorskega znaka, to pomeni pozitivno velikost sile, smer upoštevamo v predznaku.

- (a) Na klado, ki miruje na klancu, delujejo teža \vec{F}_g (ki jo razstavimo na pravokotni komponenti $\vec{F}_{g\perp}$ in $\vec{F}_{g\parallel}$), sila vrvice \vec{F}_v in pravokotna sila podlage $\vec{F}_{p\perp}$. Sile so v ravnovesju, njihova vsota je nič. Sila vrvice \vec{F}_v uravnoveša dinamično komponento teže $\vec{F}_{g\parallel}$, pravokotna sila podlage $\vec{F}_{p\perp}$ uravnoveša statično komponento teže $\vec{F}_{g\perp}$. Velikosti sil določimo z načrtovanjem, pri katerem sile narišemo v merilu. Vemo da je $F_g = 30$ N, dobimo $F_{g\parallel} = F_v = 15$ N, $F_{g\perp} = F_{p\perp} = 25$ N.



Za pravilno narisane in označene vse sile ter zapisane pravilne velikosti sil (2 točki)

Za pravilno narisano, označeno in razstavljeno težo (1 točka)

- (b) Na utež U_1 , ki miruje, delujeta nasprotno enaki teža uteži \vec{F}_{gU_1} in sila vrvice \vec{F}_{v1} . Sila vrvice na utež \vec{F}_{v1} je po velikosti enaka sili vrvice \vec{F}_v na klado, $F_{v1} = F_v = 15$ N. Masa uteži U_1 je $m_1 = 1,5$ kg.

Za pravilno določeno maso uteži U_1 (1 točka)

- (c) Ko utež U_1 zamenjamo z utežjo U_2 z maso $m_2 = 2$ kg, deluje na sistem klade K in uteži U_2 rezultanta sil, po velikosti enaka razliki med težo uteži $F_{gU_2} = 20$ N in dinamično komponento teže klade $F_{g\parallel} = 15$ N. Utež U_2 se spušča, klada K pa se giblje po klancu navzgor s pospeškom

$$a = \frac{F_{gU_2} - F_{g\parallel}}{m + m_2} = \frac{20 \text{ N} - 15 \text{ N}}{3 \text{ kg} + 2 \text{ kg}} = \frac{5 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilno izračunan pospešek (2 točki)

Za pravilno upoštevano maso sistema (1 točka)

Za pravilno upoštevano rezultanto sil (1 točka)

- (d) Na klado in na utež U_2 delujeta med njunim gibanjem po velikosti enaki sili vrvice. Lahko zapišemo 2. Newtonov zakon samo za utež, na katero delujeta teža in sila vrvice F_{v2} , $m_2 \cdot a = F_{gU_2} - F_{v2}$, in dobimo

$$F_{v2} = F_{gU_2} - m_2 \cdot a = 20 \text{ N} - 2 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 18 \text{ N}.$$

Če zapišemo 2. Newtonov zakon le za klado, $m \cdot a = F_{vk} - F_{g\parallel}$, dobimo

$$F_{vk} = F_{g\parallel} + m \cdot a = 15 \text{ N} + 3 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 18 \text{ N}.$$

(Vidimo, da res dobimo enaki sili vrvice na utež in klado, $F_{v2} = F_{vk}$.)

Za pravilno ugotovitev, da sta sili vrvice po velikosti enaki (1 točka)

Za pravilno velikost sile vrvice (1 točka)

- (e) Na hrapavi podlagi sistem miruje. Dokler klada miruje, deluje nanjo sila lepenja \vec{F}_l , ki je vzporedna s podlago. Ta sila deluje v smeri, ki je **nasprotna** smeri, v katero bi se klada premaknila zaradi delovanja vseh ostalih sil. Velikost sile lepenja se do svoje največje možne vrednosti prilagaja ostalim silam tako, da je skupna vsota vseh sil na klado enaka 0 - klada miruje. Ko vsota ostalih sil na klado preseže vrednost, ki jo lahko uravnovesi največja možna sila lepenja $\vec{F}_{l,max}$, se klada premakne.

Obravnavamo mejni primer, ko je sila lepenja na klado največja, $F_l = F_{l,max}$, in sistem klade in uteži U_2 miruje. Sila vrvice \vec{F}'_{v2} na utež U_2 uravnoveša njeno težo, ki je $F_{g2} = 20$ N, torej velja tudi $\vec{F}'_{v2} = 20$ N. S po velikosti enako silo $F_{vk2} = 20$ N vleče vrstica na svojem drugem krajišču vzdolž klanca navzgor klado, ki na podlagi miruje. To pomeni, da silo vrvice na klado \vec{F}_{vk2} uravnovešata dinamična komponenta teže $F_{g\parallel} = 15$ N, in največja možna sila lepenja, $F_{l,max} = 5$ N. Sila lepenja na klado je vzporedna s podlago in v tem primeru usmerjena po klanecu navzdol.

Za pravilno velikost največje možne sile lepenja (2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da sila v vrvi meri 20 N (1 točka)

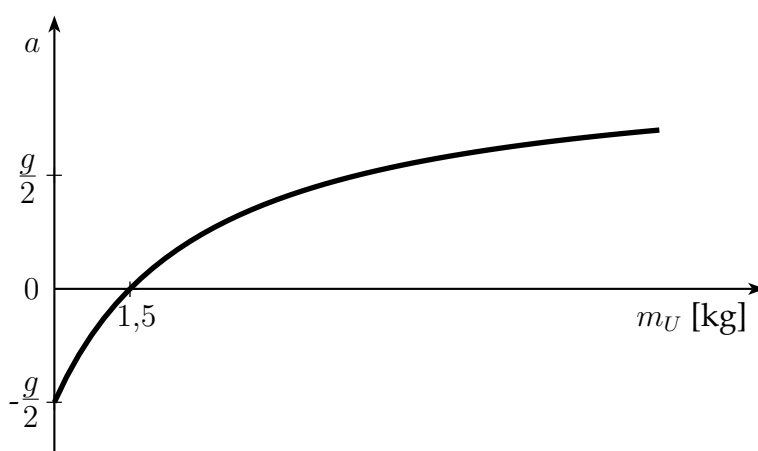
- (f) Če utež U_2 nadomestimo z lažjo utežjo U , ki pa je hkrati še vedno težja od U_1 , se sila vrvice zmanjša, a je še vedno večja od dinamične komponente teže klade. Klada miruje, ker silo v vrvi \vec{F}_{vk} uravnoveša še sila lepenja \vec{F}_l , ki ima isto smer kot dinamična komponenta teže, po velikosti pa je zdaj manjša od največje možne sile lepenja $\vec{F}_{l,max}$. Dokler klada miruje, velja $F_{g\parallel} + F_{lep} = F_{vk}$. Če je masa uteži U manjša od mase uteži U_1 , pa deluje na klado sila lepenja (dokler klada miruje) v smeri, ki je **nasprotna** smeri dinamične komponente teže in pomaga sili vrvice \vec{F}_{vk} to komponento teže uravnovešati. Dokler klada miruje, velja $F_{g\parallel} = F_{vk} + F_{lep}$. Ker je največja možna sila lepenja po velikosti enaka 5 N, vidimo, da je najmanjša sila vrvice F_{vk} , ki skupaj s silo lepenja še zagotavlja mirovanje klade, po velikosti enaka 10 N. Taka sila vrvice ustreza uteži U_3 z maso 1 kg.

Za pravilno najmanjšo maso uteži U_3 (2 točki)

Za pravilno sklepanje o smereh sil (1 točka)

Za pravilno upoštevanje največje sile lepenja (1 točka)

- (g) Graf:



V skrajnem primeru, ko je masa uteži zelo majhna, $m_U \rightarrow 0$ (ali ko uteži sploh ni), na klado vzdolž klanca deluje rezultanta vseh sil, ki je kar enaka dinamični komponenti teže $\vec{F}_{g\parallel}$, ki meri pol teže. Klada drsi po klanecu navzdol s pospeškom $-\frac{1}{2}g$, ker upoštevamo dogovor o predznaku pospeška a glede na smer gibanja klade. Zdaj lahko

narišemo vodoravno os na sredini med vrednostjo pospeška pri $m_U = 0$ in vrednostjo $\frac{1}{2}g$, označeno na navpični osi. Kjer graf seka vodoravno os, velja $a = 0$, klada miruje (ali se giblje premo enakomerno): taka vrednost pospeška ustreza primeru z utežjo U_1 , ki ima maso $m_1 = 1,5$ kg (glej vprašanje (b)).

Za popolnoma pravilno opremljen in označen graf (3 točke)

Za pravilno označen pospešek $-\frac{1}{2}g$ pri $m_U = 0$ (1 točka)

Za pravilno narisano vodoravno os (1 točka)

Za pravilno označeno maso $m_U = 1,5$ kg ob presečišču grafa z vodoravno osjo (1 točka)

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

B2 (a) Povprečna hitrost kometa je

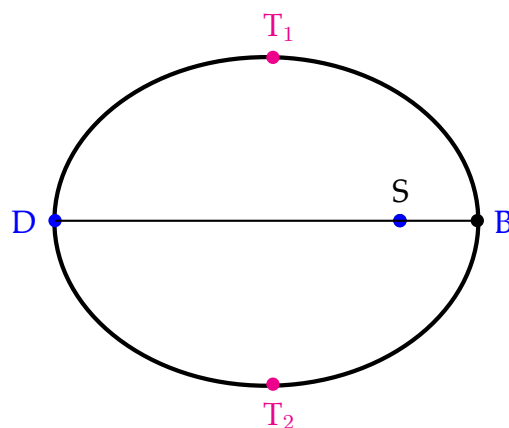
$$\bar{v} = \frac{s}{t_0} = \frac{19,6 \text{ a.e.}}{6,5 \text{ let}} = \frac{19,6 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ km}}{6,5 \cdot 365 \cdot 24 \text{ h}} = 51,6 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Za pravilno povprečno hitrost v enotah $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ (2 točki)

Za pravilno povprečno hitrost v drugih enotah (1 točka)

Za pravilno izračunano pot v km ali obhodni čas v urah (1 točka)

- (b) Tirnica kometa je v merilu narisana na sliki. Razdalja med točko S, ki označuje lego Sonca, in točko B, ki je Soncu najbližje, meri na sliki 1 cm, kar ustreza v naravi razdalji 1,24 a.e. Razdalja med točko, ki označuje lego Sonca, in točko D, ki je od vseh točk na tirnici najdlje od Sonca, meri na sliki 4,6 cm \pm 0,1 cm, kar ustreza v naravi razdalji $r_{max} = (4,6 \pm 0,1) \cdot 1,24 \text{ a.e.} = 5,7 \text{ a.e.} \pm 0,1 \text{ a.e.}$



Za pravilno izračunano največjo oddaljenost kometa od Sonca (2 točki)

Za pravilno določeno lego kometa na tirnici, ko je komet najdlje od Sonca (1 točka)

- (c) Povprečna hitrost modula med pristajanjem na kometu je bila glede na komet

$$\bar{v}_P = \frac{h}{t_p} = \frac{22,5 \text{ km}}{7 \text{ h}} = 3,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno povprečno hitrost modula (2 točki)

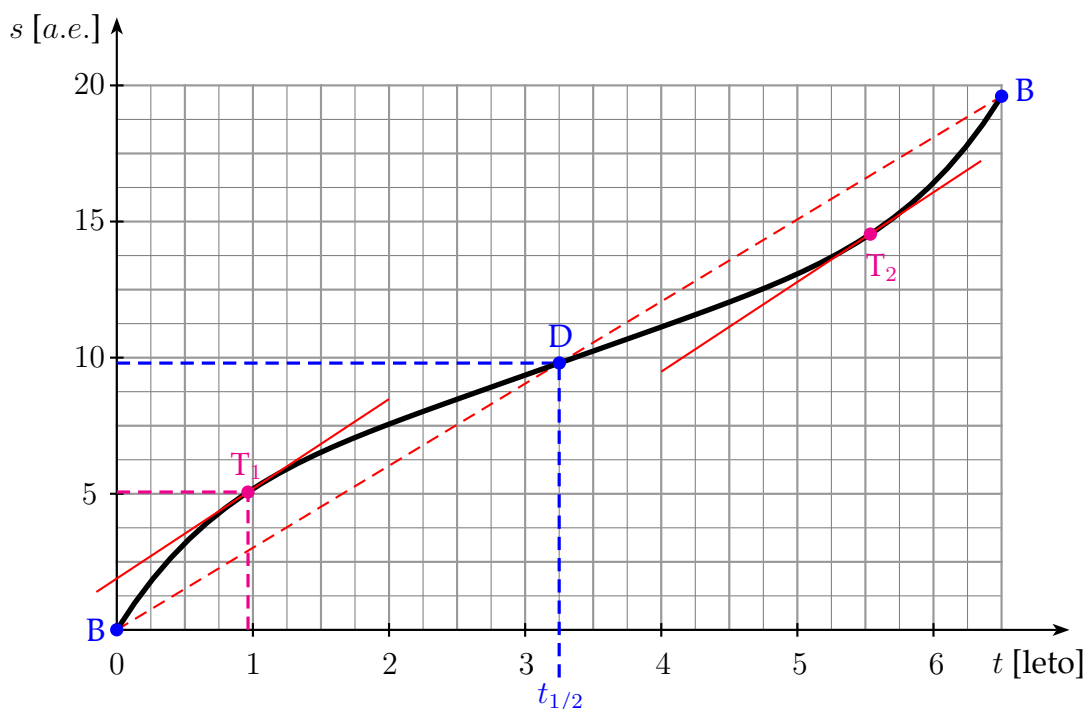
Za pravilno pot ali čas pristajanja (1 točka)

- (d) Pravilni odgovor je (C). Modul se med približevanjem kometu giblje **glede na komet** z majhno hitrostjo $0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, skupaj s kometom pa se gibljeta **glede na Sonce** s hitrostjo kometa $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Za pravilni odgovor (1 točka)

- (e) Graf na sliki (črna sklenjena debelejša črta) **približno** kaže, kako pot kometa narašča s časom med enim kometovim obhodom Sonca. Trenutek $t = 0$ je tedaj, ko je komet

Soncu najbližje. Na sliki pri vprašanju (b) je ta lega označena s točko B. V okolici te točke je hitrost kometa največja, kar se pozna v strmini grafa: graf je v B najbolj strm. Komet ima najmanjšo hitrost v legi, ki je na sliki pri (b) označena s točko D, ki leži na polovici poti ($s_D = 9,8 a.e.$ in $t_{1/2} = 3,25$ let), ki jo komet opravi v enem obhodu. Graf je v D najpoložnejši. Če bi koordinatno izhodišče postavili v točko D, bi bil graf poti kometa v odvisnosti od časa $s(t)$ **liha** funkcija.



Za graf pravilne oblike (in označene osi), na katerem so razvidne v nalogi opisane zakonitosti gibanja kometa okoli Sonca (3 točke)

Za pravilno največjo strmino grafa v legi, označeni s točko B, ki je pri $t = 0$ in $t = 6,5$ let (1 točka)

Za pravilno najmanjšo strmino v sredini grafa (na polovici poti in polovici obhodnega časa) (1 točka)

Za približno pravilno upoštevanje razmerje med največjo in najmanjšo hitrostjo kometa, ki se odraža v razmerju med največjo in najmanjšo strmino grafa ... (1 točka)

- (f) Točki T_1 in T_2 , v katerih bi lahko bil komet, ki se je v obdobju pristajanja modula gibal glede na Sonce s hitrostjo $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, sta označeni na grafu pri vprašanju (e). Hitrost kometa je bila tedaj nekoliko večja od njegove povprečne hitrosti \bar{v} , ki jo ponazarja strmina daljice (rdeča črtkana črta), ki povezuje točki B na grafu. Na grafu $s(t)$ najdemo dve točki, v katerih je trenutna hitrost kometa (ki jo ponazarja strmina tangente na graf v teh točkah, tangenti sta narisani z rdečo črto) malce večja od povprečne hitrosti kometa. Ti dve točki sta **približno** (glede na graf) po času eno leto oddaljeni od točke B, po poti pa za četrtno celotnega obhoda ($5 a.e.$). Prikazani sta na sliki pri (b).

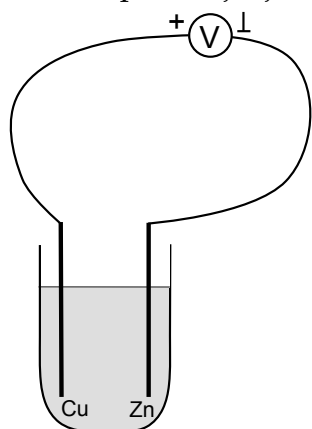
Za pravilno označeno eno točko na grafu (1 točka)

Za pravilno označeno eno točko na sliki tirnice kometa (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 12 točk.

Eksperimentalna naloga

- C (a) Napetost člena (Cu - Zn) je $U_1 = 0,8 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$.
Vezavo pri merjenju napetosti člena kaže slika.



- Za pravilno napetost člena (1 točka)**
Za pravilno narisano vezje (1 točka)
Za pravilno označena vhoda voltmetra (1 točka)

- (b) Napetost preostalih dveh parov galvanskih členov je zapisana v razpredelnici.

par elektrod	U [V]
Cu - Fe	$U_2 = 0,3 \pm 0,1$
Zn - Fe	$U_3 = 0,5 \pm 0,1$

- Za obe pravilni napetosti členov (2 točki)**
Za posamezno pravilno napetost člena (1 točka)

- (c) Napetost galvanskih členov (upoštevamo dogovor o predznaku napetosti):

U [V]	Cu	Fe	Zn
Cu (baker)	$0 \pm 0,01$	$0,3 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
Fe (železo)	$-0,3 \pm 0,1$	$0 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,1$
Zn (cink)	$-0,8 \pm 0,1$	$-0,5 \pm 0,1$	$0 \pm 0,01$

U [V]	Cu	Fe	Zn
Cu (baker)	0	U_2	U_1
Fe (železo)	$-U_2$	0	U_3
Zn (cink)	$-U_1$	$-U_3$	0

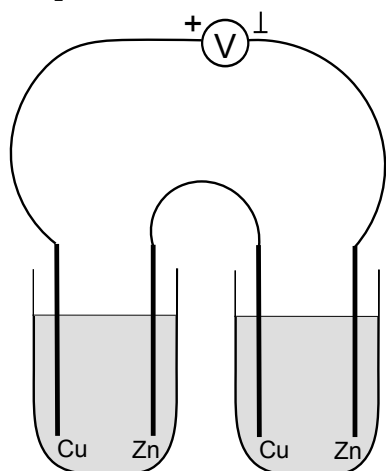
Izmerjena napetost člena, v katerem sta elektrodi iste vrste elektrodi, je približno 0 V. Odstopanje dobimo zaradi nečistoč na elektrodah. Napetost člena ($e1 - e2$) je po velikosti enaka, po predznaku pa nasprotna napetosti člena ($e2 - e1$). Tega ne moremo izmeriti z voltmetri, ki imajo ničlo pri strani. Vemo, da se izmerjeni napetosti spremeni predznak, če obrnemo priključka na voltmetru.

- Za vse pravilne vrednosti napetosti (3 točke)**
Napetosti vseh treh členov z elektrodami iste vrste 0 V (1 točka)
Za antisimetričnost podatkov v razpredelnici: napetost člena spremeni predznak pri zrcaljenju preko diagonale (1 točka)

(d) Izmerjene napetosti dveh zaporedno vezanih členov so v razpredelnici.

pari členov	U [V]	U
(Cu - Zn) in (Zn - Cu)	$0 \pm 0,1$	$U_1 - U_1 = 0$
(Cu - Zn) in (Cu - Zn)	$1,6 \pm 0,2$	$U_1 + U_1 = 2U_1$
(Cu - Zn) in (Fe - Zn)	$1,3 \pm 0,2$	$U_1 + U_3$
(Cu - Fe) in (Fe - Zn)	$0,8 \pm 0,1$	$U_2 + U_3$
(Fe - Zn) in (Fe - Cu)	$0,2 \pm 0,1$	$U_3 - U_2$
(Cu - Fe) in (Zn - Cu)	$-0,5 \pm 0,1$	$U_2 - U_1$
(Zn - Cu) in (Fe - Cu)	$-1,1 \pm 0,2$	$-U_1 - U_2$

Slika kaže vezje z dvema zaporedno vezanima členoma (Cu - Zn) (2. vrstica meritev v razpredelnici).



Vrednosti izmerjenih napetosti pri tej nalogi se morajo ujemati z napetostmi, izmerjenimi pri nalogah (a) in (b) (in zapisanih v razpredelnico pri (c)), sicer se točk za meritve ne dobi.

Za pravilno shemo dveh enakih zaporedno vezanih členov (Cu - Zn) (1 točka)

Za vse pravilne vrednosti napetosti (3 točke)

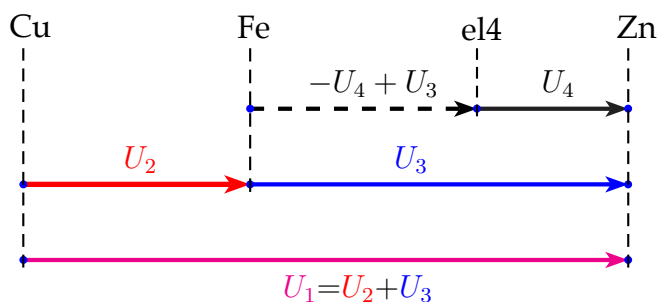
Za vsaj 3 pravilne vrednosti napetosti (1 točka)

Za vsaj 5 pravilnih vrednosti napetosti (2 točki)

(e) Napetost člena (e14 - Zn) označimo z $U_4 = 0,2$ V. Pričakovane vrednosti napetosti členov in zaporedij členov so zapisane v razpredelnici:

členi in zaporedja členov	U [V]	U
(el4 - Fe) in (Fe - el4)	0	$U_4 - U_4 = 0$
(Cu - el4)	$0,6 \pm 0,1$	$U_1 - U_4$
(el4 - Fe)	$-0,3 \pm 0,1$	$-U_3 + U_4$
(Zn - el4) in (el4 - Cu)	$-0,8 \pm 0,1$	$-U_1$
(el4 - Fe) in (Fe - Zn) in (Zn - el4)	0	$U_4 - U_3 + U_3 - U_4 = 0$
(el4 - Cu) in (el4 - Zn) in (el4 - Cu)	$-1,0 \pm 0,2$	$2(U_4 - U_1) + U_4 = 3U_4 - 2U_1$

Uvidimo pravilo za seštevanje napetosti galvanskih členov, ki ga lahko enostavno ponazorimo z diagramom.



Za vse pravilne vrednosti napetosti (6 točk)

Za posamezno pravilno vrednost napetosti (1 točka)

- (f) Napetost galvanskega člana ni odvisna od razdalje med elektrodama x in ni odvisna od površine S dela elektrode, ki je potopljen pod gladino. Pri obeh podvprašanjih je pravi odgovor C.

Za oba pravilna odgovora (3 točke)

Za en pravilni odgovor (1 točka)

- (g) Največjo napetost baterije galvanskih členov dobimo, če vezemo zaporedno tri enake člene, ki dajo posamezno največjo napetost. V našem primeru so to členi (Cu - Zn). Na to baterijo členov priključimo diodo, ki je asimetrična. Če vezemo priključek diode, označen z rdečim lakom, na Cu elektrodo, dioda sveti, če vezemo ta priključek diode na Zn elektrodo, dioda ne sveti.

Za pravilno barvo svetlobe (2 točki)

Za smiselno zaporedje členov v shemi (1 točka)

Za izbrane tri člene z dovolj velikimi napetostmi (1 točka)

Za pravilno vezavo diode (rdeči priključek na pravo elektrodo) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ 26 točk.