Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2011/12

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
C	D	A	C	A

A1 Velja: 1 sodček = 163,7 l = 36 galon = 36 · 4 kvarti = 36 · 4 · 2 pinta = 288 pintov, torej je 1 pint piva = $\frac{163{,}7\,\mathrm{l}}{288}$ = 0,57 litrov $\approx$ 1 veliko pivo.

A2 Dokler traja polarni dan, je Sonce na severnem polu ves čas nad obzorjem. Njegova višina se v 24 urah ne spremeni opazno, še najmanj pa 21. junija. Pred 21. junijem višina Sonca nad obzorjem narašča, po 21. juniju pa se zmanjšuje.

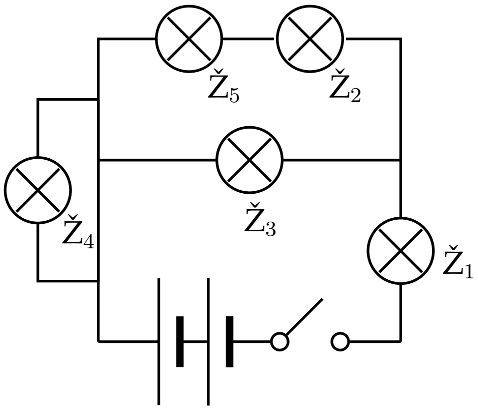
A3 Na taljenje kocke ledu v različnih posodah najbolj vpliva toplotni stik med ledom in notranjo površino posode. Kocka ledu prejme v kovinski posodi v enakem času več toplote od posode kot kocki v drugih dveh posodah in se zato v kovinski posodi tali najhitreje. Kovinska obloga na zunanji strani posod na to ne vpliva.

A4 Do 6. sekunde pot narašča enakomerno (vsaki 2 s za 12 m). Od 6. sekunde do 12. sekunde so prirastki poti vedno manjši, kolesar se ustavlja – giblje se pojemajoče. Od 12. sekunde naprej se pot ne spreminja več, kolesar miruje.

A5 Ker lahko izgube energije zaradi trenja in upora zanemarimo, je med spustom po zaletišču vsota Robijeve kinetične in potencialne energije konstantna. Robijeva potencialna energija se z vodoravno oddaljenostjo od začetka zaletišča manjša natanko tako, kot se niža njegova višina. Graf $W_p(x)$ bi imel tako obliko, kot jo ima na sliki prikazan profil skakalnice. Ker je vsota $W_k + W_p$ neodvisna od vodoravne oddaljenosti x od zaletišča, se obenem na podoben način, le obrnjeno, veča Robijeva kinetična energija. Graf $W_k(x)$ ima tako obliko kot preko vodoravnice prezrcaljen profil skakalnice.

Sklop B:

B1 (a) Učenci lahko narišejo na videz različne sheme vezja, ki so vse enake in pravilne (in seveda še več takih, ki so nepravilne). Na sliki je primer pravilne sheme.



Za pravilno narisano shemo velja:

- Žarnici $Ž_2$ in $Ž_5$ sta vezani zaporedno (veja A).
- Žarnica $Ž_3$ je vezana vzporedno z vejo A ($Ž_2$ in $Ž_3$), skupaj tvorijo člen B.
- Obe bateriji, stikalo, žarnica $Ž_1$ in člen B so vezani zaporedno.
- Oba priključka žarnice $Ž_4$ sta na istem potencialu (vmes ni baterij, žarnic in stikala – ničesar, razen žic).

Za pravilno narisano shemo .... **(4 točke)**
Za pravilno narisani zaporedno vezani žarnici $Ž_2$ in $Ž_5$ .... (1 točka)
Za pravilno narisano žarnico $Ž_3$, vezano vzporedno z žarnicama $Ž_2$ in $Ž_5$ (1 točka)
Za pravilno narisane zaporedno vezane bateriji, stikalo in žarnico $Ž_1$ (1 točka)
Za pravilno narisano vezavo žarnice $Ž_4$ z obema priključkoma na istem potencialu .... (1 točka)

(b) Bateriji 1 in 2 sta vezani zaporedno z žarnico $Ž_1$, skozi njiju teče isti tok kot skozi $Ž_1$. Velja $I_{b1} = I_{b2} = I_1 = 60$ mA.

Za pravilno določena tokova .... **(2 točki)**
Za pravilno ugotovitev, da teče skozi obe bateriji isti tok .... (1 točka)

(c) Žarnici $Ž_2$ in $Ž_5$ sta vezani zaporedno, skozi njiju teče isti tok I_2 = 20 mA. Priključka žarnice $Ž_4$ sta kratko sklenjena, skozi $Ž_4$ ne teče noben tok, $I_4 = 0$. Tok skozi žarnico $Ž_1$ je vsota tokov skozi vejo, v kateri je žarnica $Ž_3$, in vejo, v kateri sta žarnici $Ž_2$ in $Ž_5$, $I_1 = I_2 + I_3$. Od tod dobimo $I_3 = I_1 - I_2$ = 40 mA.

	$Ž_3$	$Ž_4$	$Ž_5$
I [mA]	40	0	20

Za pravilno določen tok skozi $Ž_3$ .... **(1 točka)**
Za pravilno določen tok skozi $Ž_4$ .... **(1 točka)**
Za pravilno določen tok skozi $Ž_5$ .... **(1 točka)**

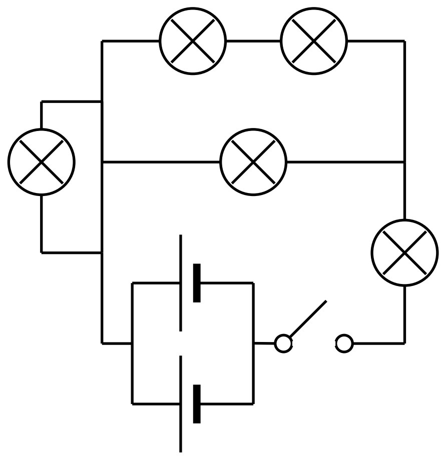
(d) Nova baterija, skozi katero teče v prikazanem krogu stalni tok I_1, požene v svoji življenjski dobi t_1 naboj $e = I_1 \cdot t_1$ = 1200 mAh. Od tod izračunamo življenjsko dobo baterije (in čas, v katerem žarnice svetijo),

$$t_1 = \frac{e}{I_1} = \frac{1200\,\mathrm{mAh}}{60\,\mathrm{mA}} = 20\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilno izračunan čas t_1 iz toka I_1 in naboja 1200 mAh .... (1 točka)

(e) Ko sta bateriji med seboj vezani vzporedno, teče po zunanjem krogu manjši tok kot v primeru, ko bateriji po istem krogu ženeta tok vezani zaporedno. Skozi vsako od baterij pa teče le polovica tega (manjšega) toka, zato se iztrošita v daljšem času kot prej.

Na sliki je primer pravilno narisane sheme.



Za pravilno narisano shemo vzporedno vezanih baterij, ostalo enako kot prej .... (2 točki)

Za pravilno narisan del sheme z vzporedno vezanima baterijama .... (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da se bateriji iztrošita v daljšem času .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **13 točk**.

B2 (a) Če vržemo kroglico navpično navzgor z začetno hitrostjo $v_0 = 15\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, doseže kroglica največjo višino po času

$$t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{15\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{s}\cdot 10\,\mathrm{m}} = 1{,}5\,\mathrm{s}\,.$$

Nazaj prileti po času $t_2 = 2 \cdot t_1 = 3$ s. Vsaka od kroglic je v zraku 3 s.

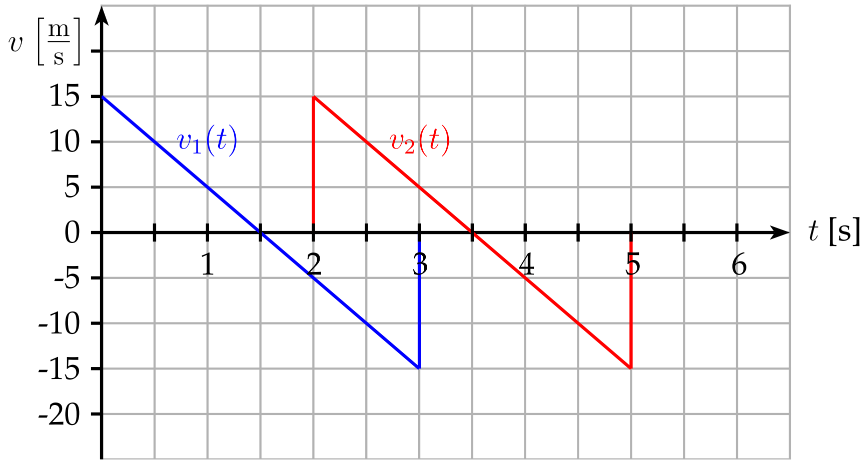
Največja višina, ki jo kroglica doseže, je

$$h = \bar{v} \cdot t_1 = \frac{1}{2}\,v_0 \cdot t_1 = \frac{1}{2}\,15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 1{,}5\,\mathrm{s} = 11{,}25\,\mathrm{m}\,.$$

Za pravilno izračunan čas t_2 .... (1 točka)

Za pravilno izračunano največjo višino h .... (1 točka)

(b) Grafa hitrosti kroglic $v_1(t)$ in $v_2(t)$:



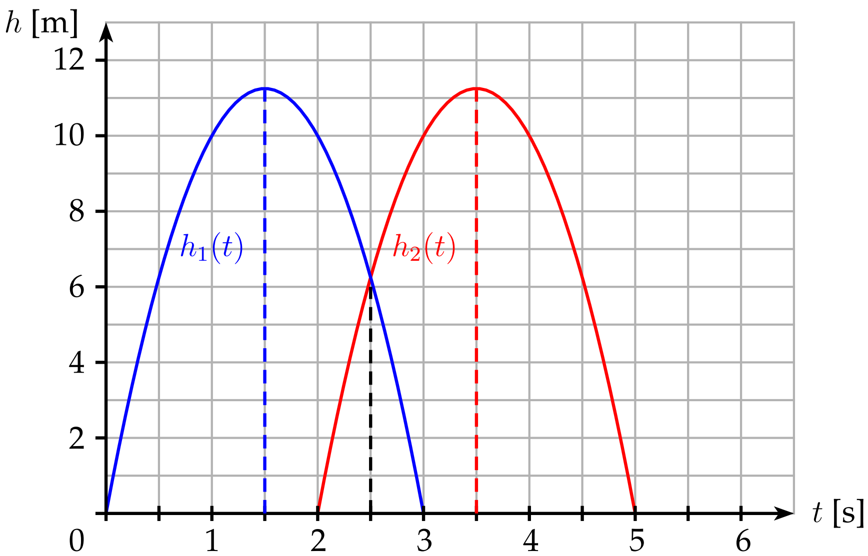
Za v celoti pravilno narisana grafa .... (3 točke)

Za popolne oznake količin, enot in skal na oseh ....(1 točka)

Za enakomerno spreminjanje obeh hitrosti in prave trenutke, ko so velikosti hitrosti največje ter nič ....(1 točka)

Opomba: za popolno označena grafa, pri katerih tekmovalec ni upošteval dogovora o negativnih hitrostih, a sicer pravilno kažeta odvisnost velikosti hitrosti od časa, dobi tekmovalec 2 točki.

(c) Grafa višine kroglic $h_1(t)$ in $h_2(t)$:



Za v celoti pravilno narisana grafa ....(2 točki)

Za kvalitativno pravilna grafa (gladka, nezlomljena, zvonasta, pravilni časi, ko je višina kroglic $h = 0$) ....(1 točka)

(d) Tekmovalec lahko trenutek srečanja $t_3 = 2{,}5$ s prebere iz grafov $h_1(t)$ in $h_2(t)$ ali izračuna.

Prebrano iz grafov:

Ker imata kroglici enaki začetni hitrosti, kažeta oba grafa enako odvisnost višine od časa, le da sta v času zamaknjena eden glede na drugega. Vsak od njiju je simetričen glede na obrat časa okoli trenutka, ko kroglica doseže največjo višino (prekinjeni barvasti črti). Oba skupaj sta simetrična glede na obrat časa okoli trenutka srečanja (prekinjena črna črta), in ker vemo, da prvo kroglico vržemo navzgor ob času $t = 0$, druga pa prileti nazaj ob času $t = 5$ s, je srečanje lahko le na sredini tega časovnega intervala.

Račun:

Višina prve kroglice se s časom spreminja tako, kot opisuje $h_1(t)$,

$$h_1(t) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2}\, g \cdot t^2\,,$$

višina druge pa, kot opisuje $h_2(t)$,

$$h_2(t) = v_0 \cdot (t - t_0) - \frac{1}{2}\, g \cdot (t - t_0)^2\,,$$

kjer je $t_0 = 2$ s čas, ki mine od meta prve do meta druge kroglice. V trenutku srečanja t_3 sta višini h_1 in h_2 enaki,

$$h_1(t = t_3) = h_2(t = t_3)\,,$$

$$v_0 \cdot t_3 - \frac{1}{2}\, g \cdot t_3^2 = v_0 \cdot (t_3 - t_0) - \frac{1}{2}\, g \cdot (t_3 - t_0)^2\,,$$

in ko na obeh straneh odštejemo iste člene ter preostanek delimo s t_0, ostane enačba

$$0 = -v_0 + g \cdot t_3 - \frac{1}{2}\, g \cdot t_0\,.$$

Od tod izrazimo neznani čas srečanja t_3,

$$t_3 = \frac{2v_0 + g \cdot t_0}{2g} = \frac{v_0}{g} + \frac{1}{2}\, t_0 = \frac{15\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{s}\cdot 10\,\mathrm{m}} + \frac{1}{2}\cdot 2\,\mathrm{s} = 1{,}5\,\mathrm{s} + 1\,\mathrm{s} = 2{,}5\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilno ugotovljen trenutek srečanja t_3 **.......................... (1 točka)**

(e) Poznan trenutek srečanja t_3 vstavimo v $h_1(t)$ (ali pravilno zapisan $h_2(t)$) in dobimo višino, na kateri se kroglici srečata,

$$h_1(t = t_3) = v_0 \cdot t_3 - \frac{1}{2}\, g \cdot t_3^2 = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 2,5\,\mathrm{s} - \frac{1}{2}\, 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (2{,}5\,\mathrm{s})^2 = 6{,}25\,\mathrm{m}\,.$$

Za pravilno izračunano višino, na kateri se kroglici srečata .... (1 točka)

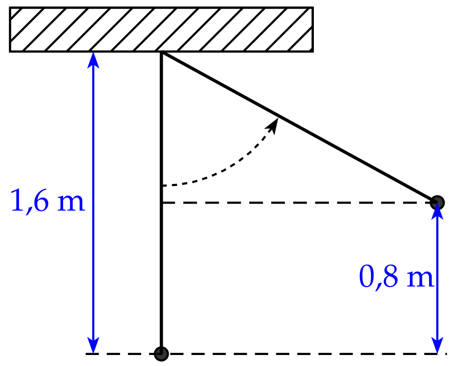
(f) V trenutku, ko se kroglici srečata, sta hitrosti kroglic $v_1 = -10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (prva kroglica, giblje se navzdol) in $v_2 = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (druga kroglica, giblje se navzgor).

Za pravilno izračunani velikosti hitrosti (ki sta enaki) .... (1 točka)

Za pravilno določena predznaka hitrosti (ki sta nasprotna) ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **11 točk**.

B3 (a) Vrvica v začetni legi in vrvica v ravnovesni legi sta dve stranici enakostraničnega trikotnika. Vidimo, da je pri dolžini vrvice 1,6 m krogla v začetni legi $\Delta h = 0{,}8$ m višje kot v ravnovesni legi. V ravnovesni legi je potencialna energija krogle 0, v začetni legi pa $W_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 1$ N $\cdot$ 0,8 m = 0,8 J, kjer je $m = 0,1$ kg masa krogle.



Za pravilno izračunano potencialno energijo .... **(2 točki)**
Za pravilno uporabljen izraz za izračun potencialne energije z napačno višino (1 točka)

(b) Potencialna energija krogle se med nihanjem krogle pretvarja v kinetično in obratno. V začetni legi ima krogla le potencialno energijo $W_{p,z}$, v ravnovesni pa le kinetično $W_{k,r}$. Velja $W_{p,z} = W_{k,r}$ in

$$m \cdot g \cdot \Delta h = \frac{1}{2} m \cdot v_r^2 ,$$

kjer je v_r hitrost, s katero gre krogla skozi ravnovesno lego,

$$v_r = \sqrt{2g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 10 \,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}8\,\mathrm{m}} = 4 \,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} .$$

Za pravilno izračunano hitrost .... **(1 točka)**

(c) Če krogla v vsaki četrtini nihaja izgubi 7 % energije, ima po vsaki četrtini nihaja le še $(100\,\% - 7\,\%) = 93\,\% = \frac{93}{100}$ energije W_0, ki jo je imela na začetku te četrtine nihaja. Po dveh četrtinah je njena energija

$$93\,\%\,(93\,\%\,W_0) = \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100}\,W_0 = 0{,}93 \cdot 0{,}93 \cdot W_0 = (0{,}93)^2\,W_0 = 0{,}865 \cdot W_0$$

in po štirih četrtinah je njena energija le še

$$\begin{aligned} 93\,\%\,(93\,\%\,(93\,\%\,(93\,\%\,W_0))) &= \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100} \cdot \frac{93}{100}\,W_0 = \\ = (0{,}93)^4\,W_0 &= 0{,}748 \cdot W_0 \approx 75\,\%\,W_0 \,. \end{aligned}$$

Če krogli po enem nihaju ostane 75 % energije W_0, ki jo je imela na začetku nihaja, je v nihaju izgubila 25 % W_0.

Za pravilno izračunano izgubo energije v enem nihaju .... **(2 točki)**
Za pravilno ugotovitev, da po četrtini nihaja krogli ostane 93 % energije (1 točka)
Če je tekmovalec deleže sešteval, pri tem vprašanju ne dobi točk. Če je deleže vsaj enkrat množil .... (1 točka)

(d) V tabeli napisani časi so mnogokratniki nihajnega časa. Ob teh trenutkih je krogla v skrajnih legah po enem, dveh ... petih nihajih in ima samo potencialno energijo. Pri vsakem nihaju krogla izgubi 25 % energije, ki jo je imela na začetku nihaja, zato je W_p krogle po enem nihaju le $0{,}75 \cdot 0{,}8$ J = 0,6 J, po dveh nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}6$ J = 0,45 J, po treh nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}45$ J = 0,33 J, po štirih nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}33$ J = 0,25 J in po petih nihajih le $0{,}75 \cdot 0{,}25$ J = 0,19 J.

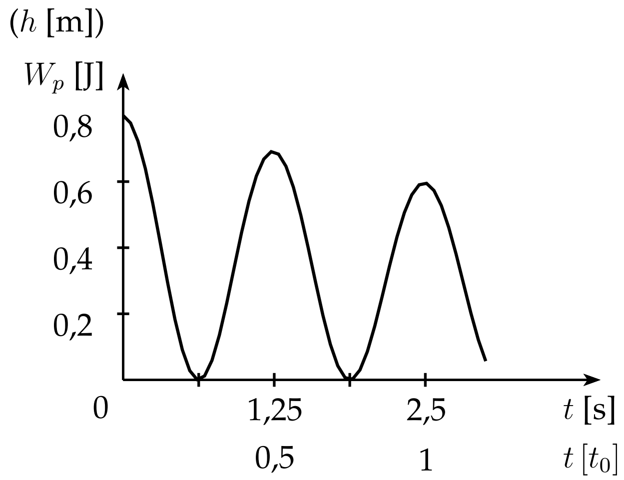
t [s]	W_p [J]
0	0,8
2,5	0,6
5	0,45
7,5	0,34
10	0,25
12,5	0,19

Za pravilno izpolnjeno tabelo .... (2 točki)
Za pravilno izračunano energijo po enem nihaju .... (1 točka)

(e) Graf na sliki kaže, kako se

i. potencialna energija krogle spreminja s časom ali
ii. višina krogle nad ravnovesno lego spreminja s časom.

Obe možnosti sta prikazani na grafu. Enota na časovni osi je lahko tudi nihajni čas t_0 (ki je enak 2,5 s).



Za pravilno opremljen graf .... (3 točke)
Za pravilno časovno skalo in enoto .... (1 točka)
Za pravilno količino (eno od možnih), katere časovno odvisnost kaže graf ...
.... (1 točka)
Za pravilno skalo in enoto na navpični osi – glede na količino .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **10 točk**.