Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2018/19

8. 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, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

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

A1 Miha vidi zrcalno sliko prikaza na uri, pri čemer je zrcalo v navpični ravnini (zrcalo je stransko okno avtobusa). Vseeno je, ali opazuje sliko prikaza v levem ali desnem oknu, rešitev je (A).

A2 Pretvorimo čajno žličko v mililitre:

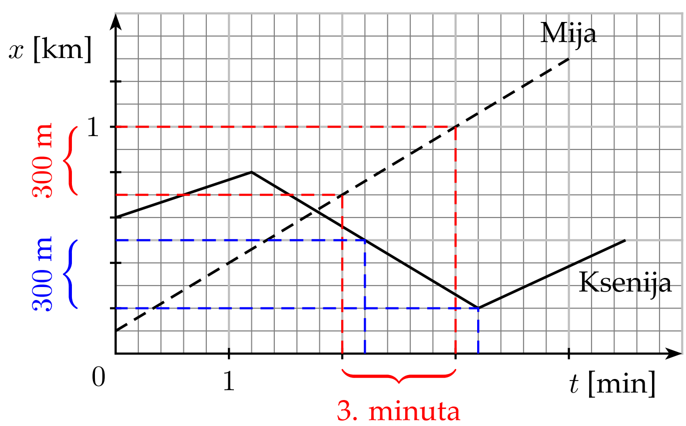
$$\begin{aligned} 1\text{ čajna žlička} &= \frac{1}{6}\text{ tekoča unča} = \frac{1}{6}\cdot\frac{1}{16}\text{ US pint} = \frac{1}{6}\cdot\frac{1}{16}\cdot\frac{1}{8}\text{ US galona} = \\ &= \frac{1}{6}\cdot\frac{1}{16}\cdot\frac{1}{8}\cdot 3{,}785\,\mathrm{l} = \frac{1}{768}\cdot 3{,}785\,\mathrm{l} = 0{,}00494\,\mathrm{l} \approx 5\,\mathrm{ml}\ \text{(A)}\,. \end{aligned}$$

A3 Keramični izolator miruje, sile nanj so v ravnovesju. Ker ima izolator zanemarljivo maso, je zanemarljiva – proti ostalim silam, ki delujejo nanj – tudi njegova teža. Na izolator delujejo tri nezanemarljive sile: sila žice z leve strani, sila žice z desne strani in sila podpornega droga. Vsota teh treh sil je 0. Edina skica, na kateri sile zadostijo temu pogoju, je skica (C).

A4 Mija teče ves čas enakomerno, Ksenija pa teče z isto hitrostjo kot v 3. minuti že tudi malo prej in malo kasneje (še prvih 10 s v 4. minuti), kar smo upoštevali pri razbiranju Ksenijine poti. V 3. minuti teka sta v času 60 s obe, Mija in Ksenija, opravili pot $s = 300$ m, kar pomeni, da sta v 1 s tretje minute opravili pot

$$s_1 = \frac{s}{60} = \frac{300\,\mathrm{m}}{60} = 5\,\mathrm{m}\,.$$

Pravilen odgovor je (C).



A5 Pretvorimo vse hitrosti v enoto $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$:

$$
\begin{aligned}
&\text{(A)} \quad 2 \cdot 10^5 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \, , \\
&\text{(B)} \quad 2 \cdot 10^7 \, \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 2 \cdot 10^7 \cdot \frac{1000\,\mathrm{m}}{3600\,\mathrm{s}} = 5{,}56 \cdot 10^6 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \, , \\
&\text{(C)} \quad 2 \cdot 10^8 \, \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}} = 2 \cdot 10^8 \cdot \frac{0{,}01\,\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 2 \cdot 10^6 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \, , \\
&\text{(D)} \quad 2 \cdot 10^4 \, \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}} = 2 \cdot 10^4 \cdot \frac{1000\,\mathrm{m}}{60\,\mathrm{s}} = 3{,}33 \cdot 10^5 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \, ,
\end{aligned}
$$

Največja je hitrost (B).

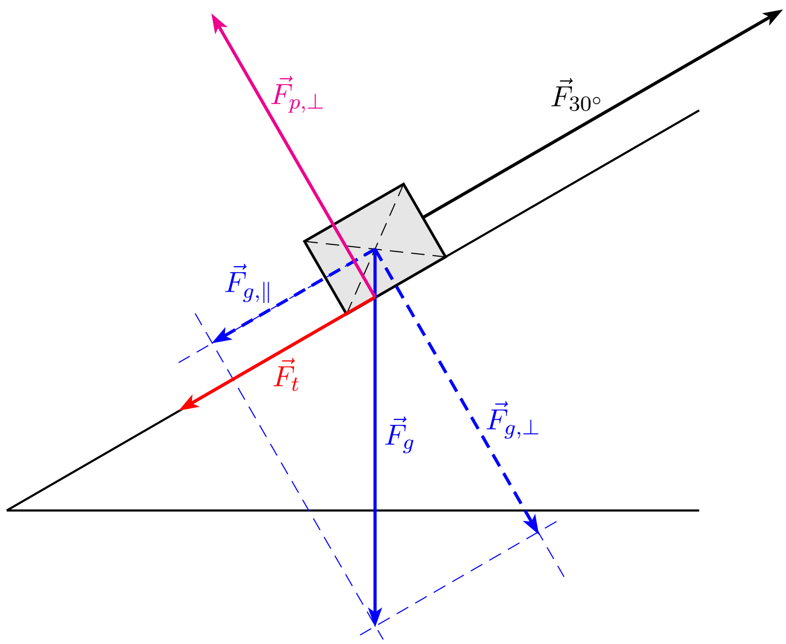
Sklop B:

B1 (a) Na zaboj med njegovim gibanjem navzgor po klancu z naklonom $\alpha = 30^\circ$ delujejo štiri sile: teža $\vec{F}_g$, vlečna sila $\vec{F}_{30^\circ}$, pravokotna sila podlage $\vec{F}_{p,\perp}$ ter sila trenja $\vec{F}_t$. Teža zaboja meri $F_g = 50$ N in jo na sliki predstavimo s 5 cm dolgo daljico, usmerjeno navzdol. Poznamo tudi vlečno silo $\vec{F}_{30^\circ}$, ki meri $F_{30^\circ} = 55$ N in jo na sliki predstavimo s 5,5 cm dolgo daljico, usmerjeno vzdolž klanca navzgor. Pravokotna sila podlage $\vec{F}_{p,\perp}$ uravnovesi statično (pravokotno) komponento teže $\vec{F}_{g,\perp}$. Velikost obeh komponent teže določimo z razstavljanjem teže na dve komponenti, pravokotno na klanec $\vec{F}_{g,\perp}$ in vzporedno s klancem $\vec{F}_{g,\|}$. Ugotovimo, da je dolžina daljice, s katero ponazorimo pravokotno komponento teže, dolga 4,3 cm $\pm$ 0,1 cm, kar ustreza velikosti sile $F_{g,\perp} = 43$ N $\pm$ 1 N. To je tudi velikost sile podlage $F_{p,\perp} = F_{g,\perp} = 43$ N ± 1 N. Zaboj se giblje enakomerno, kar pomeni, da so tudi sile in komponente sil, ki so vzporedne klancu, uravnovešene. Vzdolž klanca vleče zaboj navzgor vlečna sila $\vec{F}_{30^\circ}$, vzdolž klanca navzdol pa delujeta na zaboj dinamična (klancu vzporedna) komponenta teže $\vec{F}_{g,\|}$ in sila trenja $\vec{F}_t$. Ugotovimo, da je dolžina daljice, s katero predstavimo vzporedno komponento teže, dolga 2,5 cm $\pm$0,1 cm, kar ustreza velikosti sile $F_{g,\|} = 25$ N. Za velikosti sil velja zveza

$$F_{30^\circ} = F_{g,\|} + F_t \, .$$

Sila trenja meri $F_t = F_{30^\circ} - F_{g,\|} = 55\text{ N} - 25\text{ N} = 30\text{ N} \pm 1\text{ N}$.

Prijemališča sil: teža prijemlje v težišču – sredini – zaboja. Vlečna sila prijemlje na pritrdišču vrvi na zaboj. Sila podlage in sila trenja prijemljeta na stiku zaboja s podlago.



Za pravilno narisane in poimenovane vse štiri sile (dolžine, smeri, prijemališča) (4 točke)
Za pravilno narisani in poimenovani vlečno silo in težo .... (1 točka)
Za pravilno razstavljeno težo .... (1 točka)
Za pravilno narisano pravokotno silo podlage, ki uravnovesi pravokotno komponento teže .... (1 točka)
Za pravilno narisano silo trenja (smer in velikost, upoštevano ravnovesje) ...... (1 točka)

(b) Koeficient trenja izračunamo iz razmerja dveh sil, sile trenja in pravokotne sile podlage, njegovo vrednost zaokrožimo na eno decimalno mesto,

$$k = \frac{F_t}{F_{p,\perp}} = \frac{30\text{ N}}{43\text{ N}} = 0{,}7 \, .$$

Za pravilno izračunan koeficient trenja (zaokrožen na eno decimalno mesto) ... (1 točka)

(c) Če isti zaboj vlečemo enakomerno in vzporedno s podlago po vodoravni podlagi, sta vlečna sila in sila trenja uravnovešeni (po velikosti enaki, po smeri nasprotni), $F_{0^\circ} = F_t$. Sila trenja meri $F_t = k \cdot F_{p,\perp}$. Na vodoravni podlagi sta uravnovešeni tudi pravokotna sila podlage in teža, $F_{p,\perp} = F_g = 50$ N. Ker je koeficient trenja tak, kot na prvem klancu, je $F_t = 0{,}7 \cdot 50$ N $= 35$ N. Vlečna sila je po velikosti enaka, $F_{0^\circ} = 35$ N.

Za pravilno vlečno silo .... **(3 točke)**

Za pravilen sklep, da je vlečna sila po velikosti enaka sili trenja .... (1 točka)

Za pravilno silo trenja .... (1 točka)

Za pravilen sklep, da je pravokotna sila podlage po velikosti enaka teži .... (1 točka)

(d) Če je naklon klanca drugačen, se spremenita velikosti obeh komponent teže, zato se spremenijo tudi pravokotna sila podlage, sila trenja in vlečna sila. Lahko ponovimo načrtovanje pri novem naklonskem kotu klanca, lahko pa se namesto tega spomnimo, da je $60^\circ = 90^\circ - 30^\circ$. To pomeni, da se pri nespremenjeni teži pri njenem razstavljanju ravno zamenjata velikosti komponent. Pri kotu 30° je merila pravokotna komponenta teže 43 N, pri kotu 60° pa meri toliko vzporedna komponenta teže, $F_{g,\|} = 43$ N. Pri kotu 30° je merila vzporedna komponenta teže 25 N, pri kotu 60° pa meri toliko pravokotna komponenta teže, $F_{g,\perp} = 25$ N. Pravokotna sila podlage uravnovesi pravokotno komponento teže, $F_{p,\perp} = F_{g,\perp} = 25$ N. Izračunamo silo trenja, $F_t = k \cdot F_{p,\perp} = 0{,}7 \cdot 25\ \text{N} = 17{,}5\ \text{N} \pm 1$ N. Vlečna sila uravnovesi vsoto trenja in vzporedne komponente teže, $F_{60^\circ} = F_t + F_{g,\|} = 17{,}5\ \text{N} + 43\ \text{N} = 60{,}5\ \text{N} \pm 2$ N.

Za pravilno vlečno silo .... **(4 točke)**

Za pravilni velikosti obeh komponent teže .... (1 točka)

Za pravilno pravokotno silo podlage (uravnovešeno pravokotno komponento teže) .... (1 točka)

Za pravilno velikost sile trenja .... (1 točka)

Za pravilen sklep, da vlečna sila uravnovesi silo trenja in vzporedno komponento sile teže .... (1 točka)

(e) Naklon klanca $89{,}999^\circ$ pomeni navpično steno. Zaboj vlečemo ob steni navgor. Trenja ni – ker zaboj ne deluje na steno s silo v smeri, pravokotni na steno –, vlečna sila uravnovesi težo zaboja, $F_{90^\circ} = F_g = 50$ N.

Za pravilno vlečno silo .... **(1 točka)**

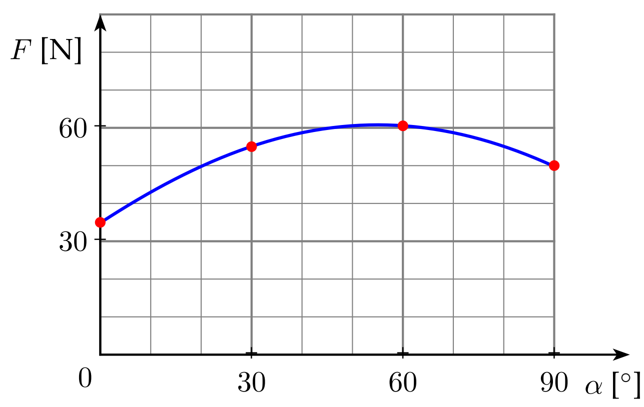
(f) V koordinatni sistem vnesemo točke, ki so že izračunane: velikosti vlečne sile pri naklonih klanca $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ in 90°. Točke povežemo z gladko krivuljo, ki ima blizu $\alpha = 60^\circ$ maksimum.

Za v celoti pravilno narisan graf .... **(3 točke)**

Za pravilno obliko grafa (z maksimumom) .... (1 točka)

Za pravilno vnešene 4 točke (1 točka)

Za sklenjeno gladko krivuljo skozi (v bližini) točk .... (1 točka)

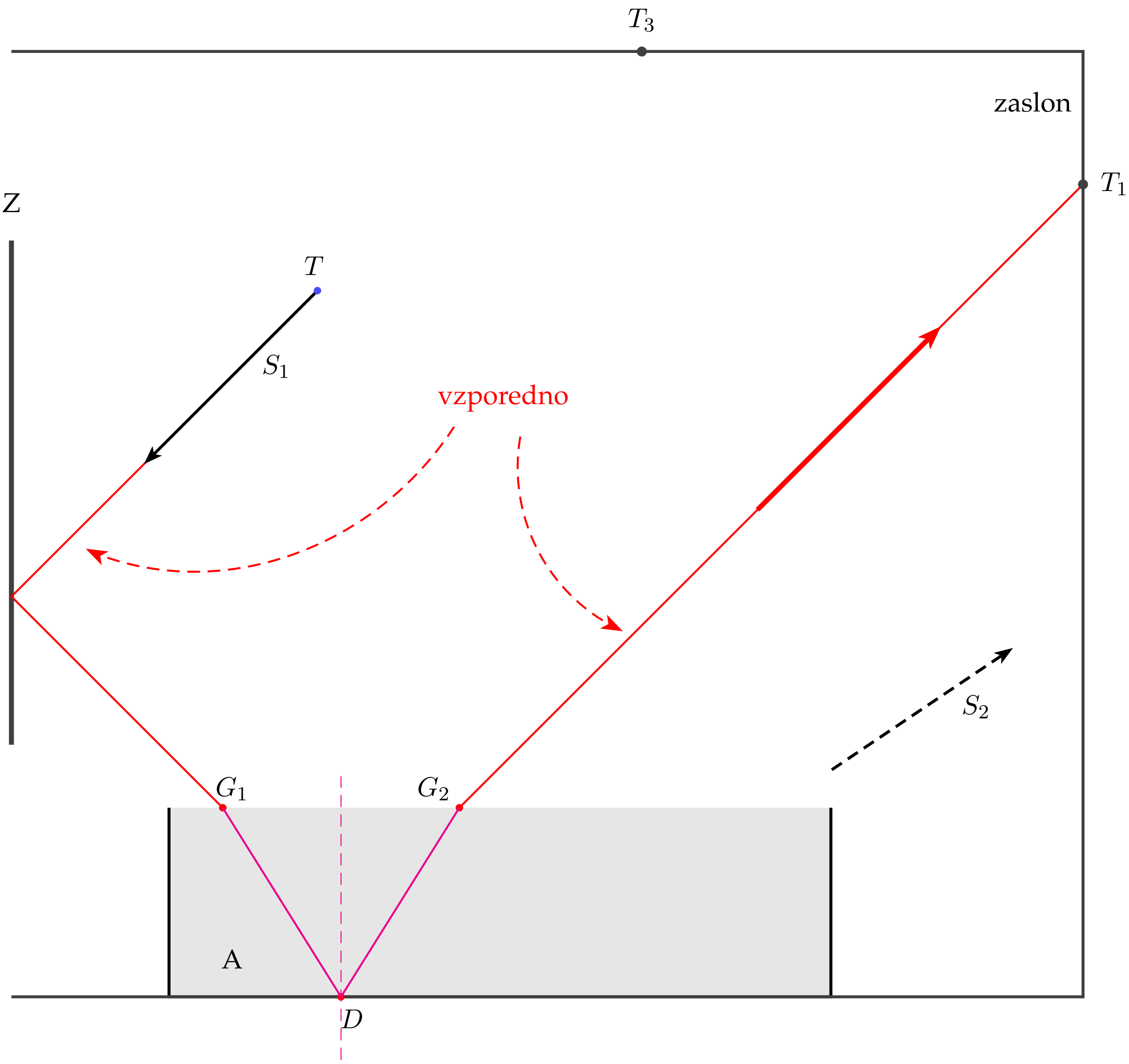


Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **16 točk**.

B2 (a) Svetlobni snop, ki se začne, kot označuje puščica S_1, se na zrcalu Z odbije, kot narekuje odbojni zakon, in po odboju vpade na vodno gladino v točki G_1.

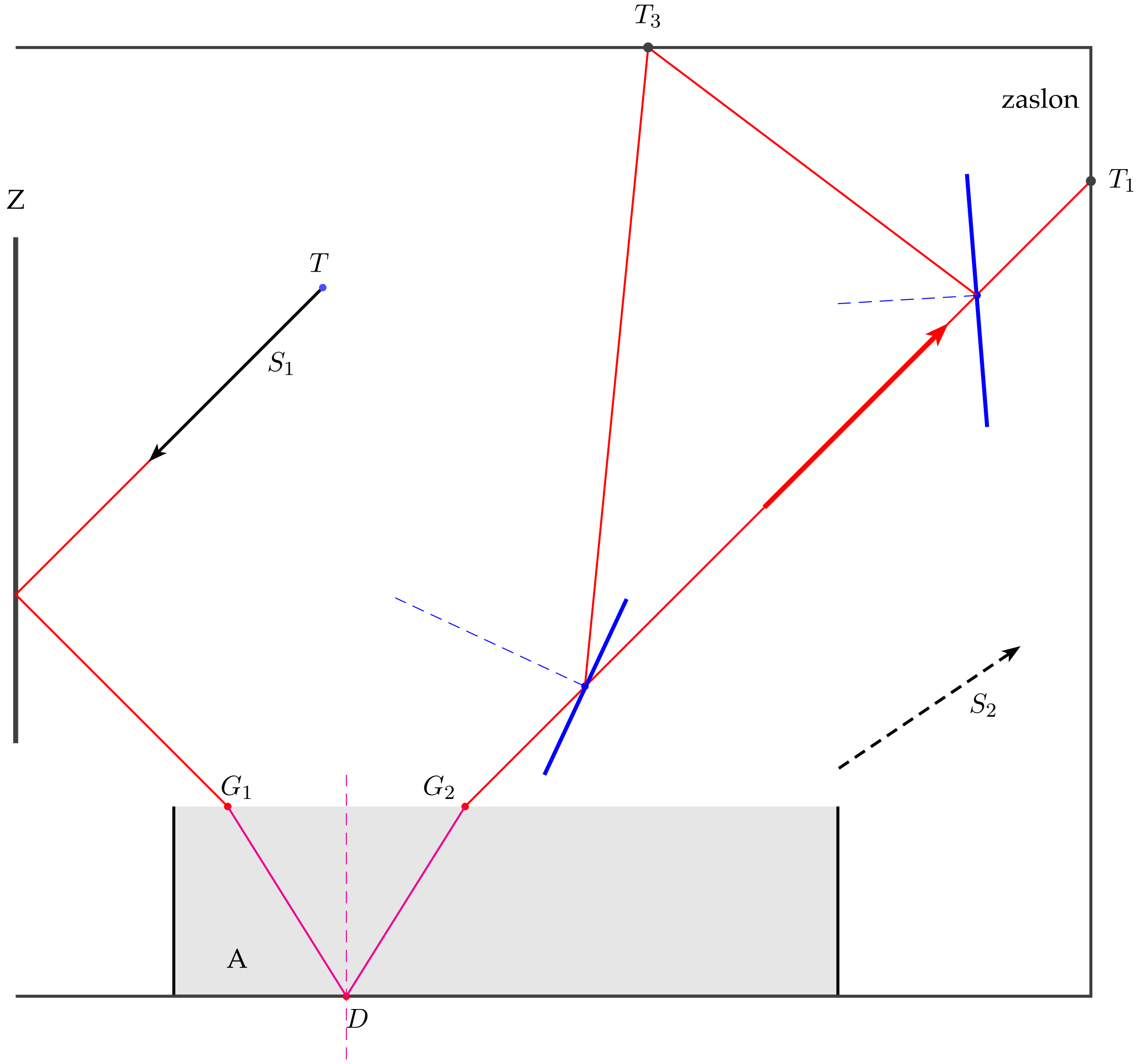
O svetlobnem snopu vemo tudi, da konča svojo pot v svetli lisi v točki T_1 na zaslonu, in vemo tudi, iz katere smeri je prišel – vzporeden je bil samemu sebi na delu poti od kazalnika v točki T do zrcala (glej nalogo s šolskega tekmovanja). Iz točke T_1 narišemo vzporednico snopu S_1. Vzporednica seka gladino v točki G_2 – tu svetloba izhaja iz vode in potuje v označeni smeri do T_1.

Zdaj poznamo točki G_1 in G_2, v katerih svetloba prestopa gladino. Vemo tudi (glej nalogo s šolskega tekmovanja), da je v vodi pot svetlobe, ki se odbije od vodoravnega dna, simetrična glede na vpadno pravokotnico pri odboju od dna, zato lahko določimo točko D na dnu, kjer se svetlobni snop odbije – je prav na sredini med G_1 in G_2. To dejstvo je povezano z odbojnim zakonom, ki velja v točki D.



Za pravilen odboj na zrcalu (upoštevan odbojni zakon) .... (1 točka)
Za pravilen odboj na dnu akvarija (upoštevan odbojni zakon) .... (1 točka)
Za pravilen prikaz loma na gladini (iz zraka v vodo proti vpadni pravokotnici) in simetrijo pri obeh prehodih meje (vpadni kot $\leftrightarrow$ lomni kot) .... (1 točka)
Za vzporednost vpadnega snopa S_1 iz točke T in snopa, ki pade v točko T_1 ......(1 točka)

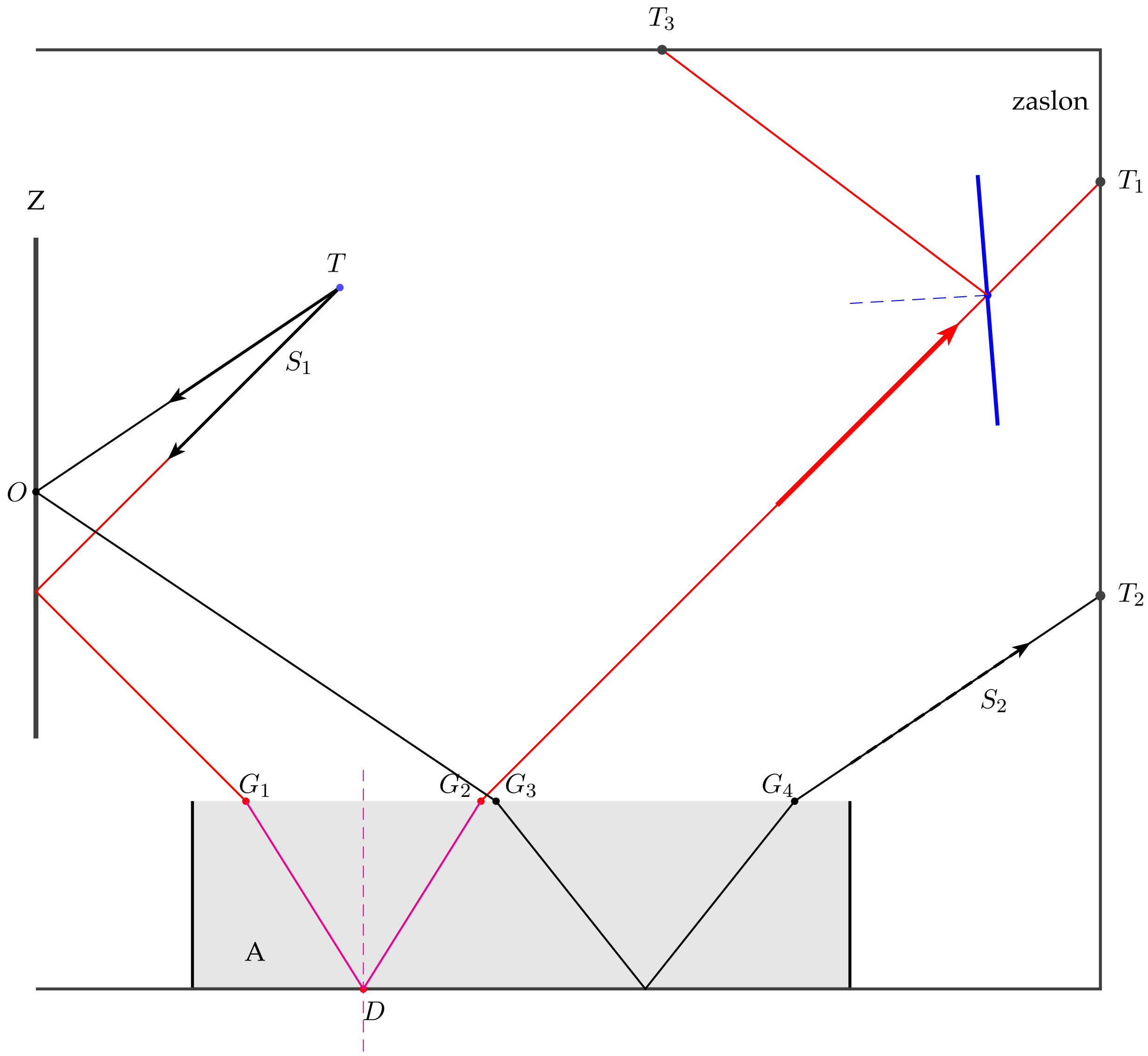
(b) Kam Jaka postavi zrcalo? Možnosti je veliko. Dve od njih sta prikazani na sliki, zrcali sta narisani z modro črto. Zrcalo se lahko namesti tudi tako, da snop svetlobe sploh ne zadane gladine vode v akvariju – niti zrcala Z ne –, ampak se že prej odbije v T_3.



Za pravilno postavljeno zrcalo – na tako mesto, da se snop svetlobe lahko od njega odbije v točko T_3 .... (1 točka)

Za pravilen odboj na zrcalu (upoštevan odbojni zakon) .... (1 točka)

(c) Narišemo nosilko snopa S_2 in dobimo točko T_2, kjer svetloba pade na zaslon, in točko G_4, v kateri snop S_2 prehaja gladino iz vode v zrak. Tudi pri spremenjeni smeri kazalnika sta po dveh odbojih svetlobe na zrcalu in dnu akvarija, ki sta med seboj pravokotna, vpadni snop (iz točke T) in dvakrat odbiti snop (njegovo smer označuje puščica S_2) med seboj vzporedna. Narišemo vzporednico nosilki snopa S_2 iz točke T in dobimo točko O, kjer se svetloba v snopu S_2 po odbojnem zakonu odbije od zrcala. Na gladino vpade v točki G_3. Od tu naprej nas vodi enak razmislek kot pri (a) in postopamo enako.



Za vzporednost vpadnega snopa iz točke T in snopa S_2, ki pade v točko T_2 ......(1 točka)
Za pravilen odboj na zrcalu in na dnu akvarija (upoštevan odbojni zakon) ......(1 točka)
Za pravilen prikaz loma na gladini (iz zraka v vodo proti vpadni pravokotnici) in simetrijo pri obeh prehodih meje (vpadni kot ↔ lomni kot) ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **9 točk**.