

61. ročník Fyzikálnej olympiády  
v školskom roku 2019/2020  
kategória G – Archimediáda  
domáce kolo  
riešenie úloh

**1. Fyzikálne veličiny a jednotky, jednotková kontrola**

*Riešenie:*

- a) Napr. hmotnosť, dĺžka, čas, obsah, objem, hustota, teplota, teplo. 2 b
- b) Tabuľka – príklad niekoľkých veličín (žiak môže vyplniť ktorékoľvek iné) 2 b

	Fyzikálny pojem	Názov fyzikálnej veličiny	Značka fyzikálnej veličiny	Názov hlavnej jednotky	Značka hlavnej jednotky
	1	2	3	4	5
1	dĺžka	dĺžka	$l$	meter	m
2	doba	čas	$t$	sekunda	s
3	mechanický pohyb	rýchlosť	$v$	meter za sekundu	m/s
4	práca	práca	$W$	joule	J
5	...	...	...	...	...

- c) hustota telesa  $= \frac{\text{hmotnosť telesa}}{\text{objem telesa}} ; \quad \rho = \frac{m}{V}$ .  
 $[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . 1 b

- d) Čas  $t = 7,5 \text{ s}$ ;  $\{t\} = 7,5$ ;  $[t] = 1 \text{ s}$ .  
 Hmotnosť  $m = 11,2 \text{ g}$ ;  $\{m\} = 11,2$ ;  $[m] = 1 \text{ g}$ .  
 Objem  $V = 2,8 \text{ dm}^3$ ;  $\{V\} = 2,8$ ;  $[V] = 1 \text{ dm}^3$ .  
 Hustota  $\rho = 7\,800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ;  $\{\rho\} = 7\,800$ ;  $[\rho] = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .  
 Práca  $W = 420 \text{ kJ}$ ;  $\{W\} = 420$ ;  $[W] = 1 \text{ kJ}$ . 2 b

- e)  $V = \rho \cdot m$   
 $[V] = 1 \text{ m}^3 = [\rho] \cdot [m] = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{kg} = 1 \frac{\text{kg}^2}{\text{m}^3}$ .  
 $[V] \neq [\rho] \cdot [m]$  je výsledok jednotkovej kontroly:  
 výraz  $V = \rho \cdot m$  je fyzikálne nesprávny. 1 b

$$F = m \cdot g$$

$$[F] = 1 \text{ N} = [m] \cdot [g] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 1 \text{ N}.$$

- $[F] = [m] \cdot [g]$  je výsledok jednotkovej kontroly:  
 výraz  $F = m \cdot g$  je fyzikálne homogénny. 1b

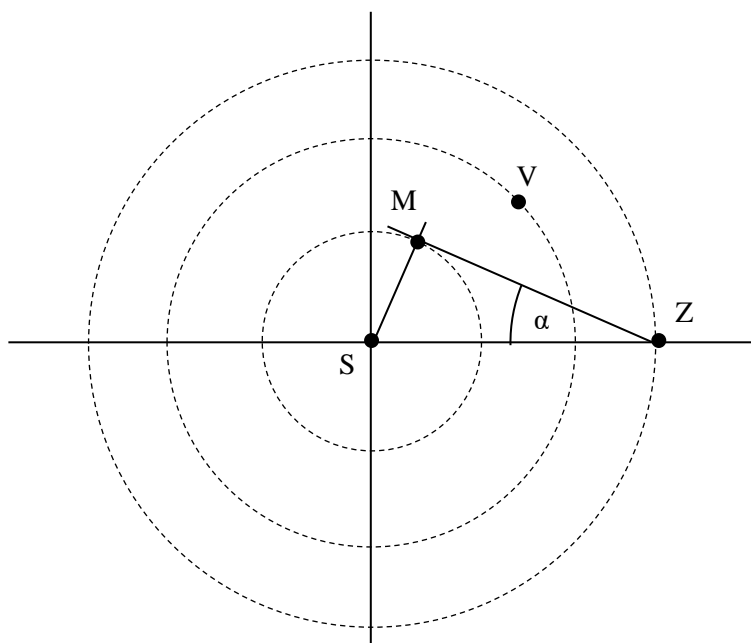
$$Q = m \cdot t,$$

$[Q] = 1 \text{ J} = [m] \cdot [t] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ .  $[Q] \neq [m] \cdot [t]$  je výsledok jednotkovej kontroly: výraz  $Q = m \cdot t$  je fyzikálne nesprávny 1 b

## 2. Pozorovanie planéty Merkúr

Riešenie:

- a) V tabuľkách alebo na internete vyhľadáme vzdialenosť Slnko – Merkúr približne 58 mil. km, Slnko – Venuša okolo 108 mil. km, Slnko – Zem okolo 150 mil. km 1 b
- b) Konštrukcia schémy, obr. RG–1



Obr. RG–1

Zvolíme vhodnú mierku tak, aby bol obrázok čo najväčší, ale zmestil sa na papier. V uvedenom obrázku sú polomery trajektórií planét zmenšené v pomere 100 mil. km  $\rightarrow$  2,5 cm (priemer trajektórie Zeme).

Správna konštrukcia s uvedením mierky (napr. 1 cm je 20 mil. km je vhodná mierka – stačí slovný popis mierky) 2 b

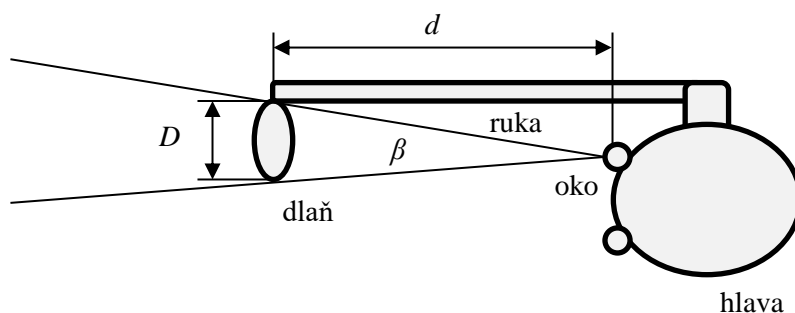
- c) V obrázku vidíme postavenie planét Merkúr a Zem, kedy je pozorovaná vzdialenosť M–Z najväčšia. Uhlomerom potom určíme hodnotu uhlu  $\alpha \approx 22,7^\circ$ .

Pri správnej konštrukcii sa odčíta pomocou uhlomeru, treba zobrať do úvahy obmedzenú možnosť presnosti 2 b

- d) Zmeranie vzdialeností  $d \sim 45 \text{ cm}$ ,  $D \sim 17 \text{ cm}$  (vzdialenosti sú individuálne, môžu sa líšiť)

Ukážka konštrukcie na základe zmeraných dĺžok je na obr. RG–2.

1 b



Obr. RG-2

- Uhol  $\beta$  sa určí uhlomerom. Pre uvedené hodnoty je  $\beta \sim 24^\circ$ . 1 b
- To zodpovedá približne uhlovej vzdialenosti S–M pri pozorovaní zo Zeme. 1 b
- e) Keďže Merkúr je bližšie k Slnku ako Zem, je vždy Merkúr na rovnakej strane ako Slnko, a preto ho nemožno pozorovať v noci. Svetlo Merkúra je vždy prekryvané svetlom Slnka, a preto cez deň za intenzívneho svetla Slnka Merkúr nevidno. Pozorovať ho možno iba krátko po západe Slnka alebo krátko pred východom Slnka nad obzor. Merkúr sa objavuje iba niekoľko dní približne raz za dva mesiace. 1 b
- f) Merkúr môžeš vidieť za jasných dní nízko nad obzorom krátko pred východom alebo krátko po západe Slnka v dňoch, ktoré možno zistiť napr. na stránke Slovenského zväzu astronómov <http://szaa.org/actual/>. Vzdialenosť Merkúra od Slnka je približne na dĺžku dlane natiahnutej ruky. Úspešné pozorovanie, prípadne odfotografovanie Merkúra 1 b

### 3. Stratená planéta Pluto?

Riešenie:

- a) Na stránkach internetu, napr.:  
<https://sk.wikipedia.org/wiki/Planéta>, [https://sk.wikipedia.org/wiki/134340\\_Pluto](https://sk.wikipedia.org/wiki/134340_Pluto)  
 nájdeme potrebné informácie. Podobne aj pre iné telesá Slnčnej sústavy.  
 Zoznam planét: Merkúr, Venuša, ... až Pluto (8 + 1) 1 b  
 Na konferencii Astronomickej únie v roku 2006 v Prahe sa prijali nové podmienky pre zaradenie medzi planéty, ktoré Pluto nespĺnil. Bol zaradený medzi „trpasličie planéty“. 1 b
- b) Stanovené kritériá pre planétu sú  
 K1 Má približne guľový tvar  
 K2 Obieha okolo Slnka a nie je satelitom iného telesa  
 K3 V dôsledku gravitácie je obežná trajektória „vyčistená“ od úlomkov a iných drobných telies.  
 Pluto nespĺňa tretiu podmienku.
- c) Pluto má priemer 2 376 km. Mesiace väčšie ako Pluto (majú väčší polomer): Mesiac Zeme, 3 476 km, mesiac Jupitera Io 3 660 km, Europa 3 122 km, Ganymedes 5 262 km, Callisto 4 821 km, mesiac Saturna Titan 5 149 km, mesiac Neptúna Triton 2 700 km.  
 Vidíme, že Pluto je menší ako Mesiac Zeme.

Za každý správne uvedený mesiac s údajmi 1 bod – max. 4 b

d) Tabuľka

teleso	K1	K2	K3	Kategória
Merkúr	A	A	A	planéta
Mesiac (Zeme)	A	N	A	mesiac
Saturn	A	A	A	planéta
Pluto	A	A	N	trpasličia planéta
Titán	A	N	N	mesiac
Ceres	A	A	N	trpasličia planéta

max. 4 b

#### 4. Plávajúce kocky

*Riešenie:*

a) V stave rovnováhy plávajúcej kocky stačí na vyrovnanie váhy šedej kocky iba rovnaká váha vody s objemom rovným polovici objemu kocky. Znamená to, že hustota šedej kocky je rovná polovici hustoty vody  $\rho_s = (1/2) \rho_v = 0,50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . 2 b

b) V druhom prípade je váha obidvoch kociek  $m = m_s + m_b$ .

Objem každej kocky  $V = a \times a \times a = a^3 = 8,0 \text{ cm}^3$ .

Hmotnosť šedej kocky  $m_s = \rho_s V$ .

Celková hmotnosť  $m$  oboch kociek je rovná hmotnosti vytlačenej vody  $\rho_v V_v = (3/2) \rho_v V$ , a teda

$m = (3/2) \rho_v V = m_s + m_b = \rho_s V + m_b = (1/2) \rho_v V + m_b$ .

Odtiaľ máme  $m_b = (3/2) \rho_v V - (1/2) \rho_v V = \rho_v V = 8,0 \text{ g}$ . 4 b

*Postup výpočtu môže byť aj iný.*

c) Hustota bielej kocky  $\rho_b = m_b/V = \rho_v$ . Hustota bielej kocky je rovnaká ako hustota vody. 2 b

Biela kocka po vložení do vody sa bude vo vode vznášať. 2 b

## 5. Hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu – experimentálna úloha

Riešenie:

- a) Ľad predstavuje pevné skupenstvo vody. Teplota topenia ľadu závisí od tlaku. Pri normálnom atmosférickom tlaku 101 kPa je teplota topenia ľadu  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 2b
- b) Veličiny, ktoré sú určujúce pre premenu ľadu (ako pevnej látky) na vodu (ako kvapalinu) sú teplota topenia  $t_t$  ľadu a hmotnostné skupenské teplo topenia  $l_t$  ľadu. Teplota sa udáva v jednotkách K (kelvin) a častejšie  $^{\circ}\text{C}$  (stupeň Celzia), hmotnostné skupenské teplo v jednotkách  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , kde J (joule) je jednotka tepla. 2b
- c) Návrh jednoduchého postupu merania:  
Do termosky (tepelné izolovanej nádoby) nasypeme ľad s teplotou  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ten získame tak, že v mrazničke vyrobíme ľad, ktorý má však teplotu menšiu ako  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Keď ľad necháme chvíľu stáť v tanieriku, po určitej dobe sa začne roztopiť. To znamená, že dosiahol teplotu  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Na digitálne váhy postavíme termosku, určíme jej hmotnosť  $m_0$  a nasypeme do nej ľad (bez roztopenej vody). Termosku opäť zvážíme,  $m_1$  a určíme hmotnosť ľadu  $m_L = m_1 - m_0$ . Na roztopenie ľadu je potrebné teplo  $Q = m_L l_t$ . Toto teplo dodáme prilieváním studenej vody s teplotou  $t_1$ . Teplotu vody zmeriame teplomerom. Vodu po malých dávkach prilievame a vždy chvíľu čakáme, až kým sa teplota v termoske neustáli na  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (čo zistíme teplomerom). Po niekoľkých dávkach sa všetok ľad roztopí. Znamená to, že voda svojím ochladením z teploty  $t_1$  na teplotu  $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  dodala potrebné teplo  $Q_1 = m_v c (t_1 - t_0)$ . Keď sa ľad roztopí opäť termosku zvážíme,  $m_2$ , a určíme hmotnosť priliatej vody  $m_v = m_2 - m_1$ . Z rovnosti  $Q = Q_1$  vypočítame hodnotu veličiny  $l_t$ . 3 b

- d) Výsledok merania závisí od toho, ako žiaci presne vystihnú množstvo vody, pri ktorom dôjde práve k roztopení ľadu na vodu s teplotou  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vypočítaná hodnota by sa mala približovať tabuľkovej hodnote  $l_t = 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ . 3 b

---

61. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie G

Autori návrhov úloh: Daniel Klivanec (1, 5), Aba Teleki (2, 3, 4)

Recenzia a úprava úloh a riešení: Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka: Aba Teleki

Redakcia: Daniel Klivanec

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019