

65. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2023/2024

kategória G – Archimediáda

Texty úloh domáceho kola

1) Mars Express

Mars Express bol vypustený na obežnú dráhu okolo Marsu Európskou vesmírnou agentúrou (ESA) 2. júna 2003, čo oslávila 2. júna 2023 celodenným živým vysielaním z Marsu. Od začiatku vedeckých operácií v roku 2004 poskytuje Mars Express úchvatné pohľady na Mars v troch rozmeroch. Poskytol najkompletnejšiu mapu chemického zloženia atmosféry, študoval vnútorný mesiac Marsu Phobos v bezprecedentných detailoch a sledovala históriu vody na celej planéte. Dokázala, že Mars kedysi poskytoval podmienky prostredia, ktoré mohli byť vhodné pre život.

Zem a Mars obiehajú okolo Slnka približne na kružnicových trajektóriách so stredom v Slnku. Priemerná vzdialenosť Zeme od Slnka je $r_Z \approx 150$ mil. km a priemerná vzdialenosť Marsu od Slnka $r_M \approx 228$ mil. km.

Až astronauti pristanú na Marse, budú mať sťažnenú komunikáciu so Zemou kvôli vzdialenosti. Rýchlosť svetla a rádiových vln vo vákuu je približne $c \approx 300\,000$ km/s.

Ak položia otázku riadiacemu centru na Zemi, medzi odoslaním otázky a obdržaním odpovede uplynie minimálne určitá doba t , aj keby riadiace centrum zodpovedalo otázku okamžite (napr. preoslala vysielaný signál späť). Nazvime tento čas „oneskorením tam a späť“

a) Aká je najmenšia vzdialenosť r_a medzi Zemou a Marsom?

Aká je najkratšia možná doba t_a oneskorenia tam a späť?

Vo vhodnej mierke zakresli obrázok s trajektóriami oboch planét, na ktorom znázorniš vzájomnú polohu planét pre tento prípad.

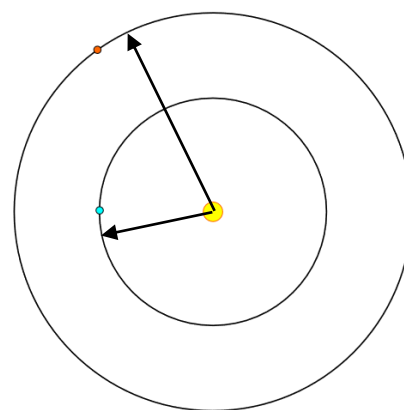
b) Aká je najväčšia vzdialenosť r_b medzi Zemou a Marsom? Aká je najkratšia možná doba t_b oneskorenia tam a späť v tomto prípade? Do obrázku s trajektóriami oboch planét znázorni vzájomnú polohu planét pre tento prípad.

Slnko je silným zdrojom rádiového žiarenia a ruší príjem signálu anténou na Marse. Antény prijímačov/vysielačov na Zemi i na Marse sú smerové, tzn. s maximálnou účinnosťou prijímajú signály zo smeru osi antény, a potláčajú signály z iného smeru, pričom potlačenie je tým účinnejšie, čím je tento smer viac odchýlený od osi antény (podobne ako anténa pre príjem satelitnej TV).

c) Zakresli do obrázku s trajektóriami planét vzájomnú pozíciu Zeme a Marsu, v ktorej, podľa teba, signál zo Zeme je najmenej rušený rádiovým žiarením zo Slnka. Svoju odpoveď zdôvodni.

d) Z obrázku urči (meraním) vzdialenosť r_c Marsu od Zeme v tomto prípade a oneskorenie t_c tam a späť v prípade, ktorý popisuje v čast' c).

Vzdialenosti vyjadrite v miliónoch kilometroch a časy v sekundách a tiež v minútach a sekundách.



Obr. G–1

2) Koráliky

Na tenkom vlákne sú tri koráliky. Majú objem $V_a = 2,00 \text{ cm}^3$, $V_b = 1,00 \text{ cm}^3$ a $V_c = 0,50 \text{ cm}^3$. Sú spojené tenkým vláknom, ktorého objem aj hmotnosť sú zanedbateľne malé. Koráliky sú z rôznych materiálov, ktorých hustoty sú $\rho_1 = 0,50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, $\rho_2 = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ a $\rho_3 = 2,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Koráliky sú navlečené na vlákno v poradí a, b, c. Každý z korálikov má inú hustotu, teda vždy sú použité všetky tri druhy materiálov. Takto zviazané koráliky dáme do nádoby s dostatočným množstvom vody.

- Koľko fyzikálne odlišných prípadov možno realizovať výberom materiálov korálikov?
- V ktorých prípadoch sa bude spojená trojica korálikov plávať a dotýkať sa aspoň jedným korálikom voľnej hladiny vody (žiadny korálik sa nedotýka dna pohára)?
- V ktorých prípadoch klesne spojená trojica korálikov na dno pohára, tzn. aspoň jeden korálik sa dotýka dna (žiadny korálik sa nedotýka voľnej hladiny vody)?
- V ktorých prípadoch sa vznáša spojená trojica korálikov vo vode (žiadny korálik sa nedotýka dna ani voľnej hladiny vody)?

Všetky svoje odpovede fyzikálne zdôvodni.

Vzdialenosť medzi krajnými korálikmi je výrazne menšia, než hĺbka vody v pohári.

Hustota vody $\rho = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

3) Dva orechy

Ak niekto chce rozdrviť vlašský orech v škrupine, väčšinou si zoberie do ruky dva orechy. Prečo je jednoduchšie rozbiť škrupinu vlašského orecha týmto spôsobom? Uveď aspoň dva fyzikálne prijateľné dôvody. Skús rozdrviť jeden samotný orech a potom dva orechy uvedeným spôsobom. Ak sa ti to nepodarí ani v jednom prípade, požiadaj o pomoc dospelého človeka s mocnejšou dlaňou.

4) Jednotky hmotnosti

V histórii sa používali rôzne jednotky hmotnosti, dokonca aj na relatívne malom území (napr. v Európe). V nasledujúcej tabuľke sú uvedené niektoré historické jednotky hmotnosti a v niektorých prípadoch prevody medzi nimi. Napríklad 1 kg je 15 432,4 grain, alebo 1 slug je 14,5939 kg.

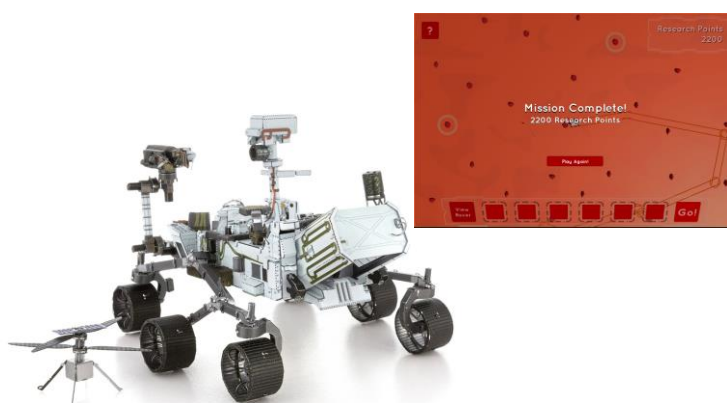
Doplň chýbajúce políčka prevodovej tabuľky.

	kilogram (kg)	grain (gr)	unca (oz)	trojská unca (t oz)	libra (£)	slug (slug)
kilogram	1	15432,4				
grain		1				
unca		437,5	1			
trojská			1,1006	1		
libra			16		1	
slug	14,59390					1

5) Riadenie Perseverance – experiment

Perseverance je diaľkovo ovládané vozidlo NASA, ktoré pristálo na Marse vo februári 2021. Vozidlo sa pohybuje okolo skál, ktoré preskúmava vedeckými prístrojmi. Skúmaná oblasť je v oblasti zvanej Jezero Crater. Veľmi dávno sa v krátere Jezero Crater nachádzalo jazero, ktoré bolo naplnené kvapalnou vodou – a možno v tej vode boli aj živé organizmy.

NASA vyvinulo hru, pomocou ktorej je možné vyskúšať ako sa ovláda vozidlo na diaľku: <https://spaceplace.nasa.gov/explore-mars/en/>.



<https://spaceplace.nasa.gov/explore-mars/en/>

Oboznám sa s ovládaním hry. V rámci hry môžeš absolvovať osem vedeckých misií. V rámci každej misie máš možnosť naprogramovať určitý počet úkonov. Cieľom je zísť k označeným skalám a vykonať ich analýzu. Čím viac analýz urobíš, tým viac bodov získaš. Pokračuj, než sa ti podarí dosiahnuť aspoň 1000 výskumných bodov. Maximum bodov za úlohu môžeš dostať, ak dosiahneš aspoň 2000 výskumných bodov. Obrazovku s výsledkom ulož, aby si ju mohol ukázať učiteľovi, prípadne ju vytlač a pridaj k úlohe.

Zaznamenaj presný čas odoslania príkazov pre robot (tlačidlom GO) a tiež čas, keď robot hry dokončil úkony na tvojej obrazovke.

Oboznám sa s úlohou „Perseverance“ na Marse a s tam uvedenými údajmi. Doplň svoju tabuľku s údajmi, ktoré zohľadňujú vzdialenosť od Marsu. Pre zistenie aktuálnej vzdialenosti od Marsu použi stránku <https://theskylive.com/how-far-is-mars>. Počítaj s rýchlosťou svetla $c = 300000 \text{ km/s}$.

Počas experimentu je zmena vzdialenosti od Marsu zanedbateľne malá, preto uvádzaj len jednu hodnotu.

Dátum a čas vo formáte rrrr.mm.dd, hh:mm:ss				Vzdialenosť od Marsu v mil. km počas experimentu	
Čas v hre		Dátum a čas v skutočnosti			
Začiatok programovania	Dokončenie úkonov na obrazovke	Začiatok programovania	Dokončenie úkonov na obrazovke	Získané body v misii	Body celkom na konci misie

Fyzikálna olympiáda – 65. ročník – úlohy domáceho kola kat. G

Autori úloh: Aba Teleki 1, 5, Boris Lacsný 2, 3, 4

Recenzia úloh: Ivo Čáp

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023