

Krajské kolo 18/19, prezenční, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

E Pomalé světlo

(max. 20 bodů)

Vědec NASA, James O'Donoghue, na začátku letošního roku zveřejnil sérii animací, které demonstrují, jak je světlo pomalé (doma se na animace můžeš podívat, najdeš je na jeho YouTube kanálu). Pojďme postupně prozkoumat, co přesně slovním spojením „pomalé světlo“ James O'Donoghue myslí. K výpočtům používej Tabulku Astronomické olympiády, výsledky správně zaokrouhluj. Své výpočty zapiš, pouhý správný výsledek bez výpočtu neuznáváme!

a) Napiš hodnotu rychlosti světla ve vakuu v kilometrech za sekundu zaokrouhlenou na tisíce. V celé úloze pak počítej právě s touto hodnotou.

$$c = 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

b) K dalšímu výpočtu budeš potřebovat rovníkový poloměr Země, uveď jeho hodnotu.

$$R = 6\,378 \text{ km}$$

c) S využitím rovníkového poloměru Země vypočítej délku rovníku a výsledek zaokrouhli na celé kilometry. Vzorec na výpočet délky **půlkružnice** jsme ti prozradili již v domácí části, jen nyní nezapomeň ve vzorci ještě násobit dvojkou, neboť nyní počítáme délku **celé** kružnice.

$$o = 2 \cdot 3,14 \cdot R \approx 40\,054 \text{ km}$$

d) S využitím údajů z částí a) a c) spočítej, za jak dlouho by světlo obletělo rovník. Výsledek uveď zaokrouhlený na setiny sekundy.

$$t = \frac{o}{c} = \frac{40\,054 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} \approx 0,13 \text{ s}$$

e) Nyní spočítej, za jak dlouho dorazí světlo ze Země na Měsíc. Vzdálenost mezi Zemí a Měsícem se během obíhání Měsíce kolem Země mění, do výpočtu proto dosaď hodnotu $3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$. Výsledek uveď zaokrouhlený na setiny sekundy.

$$t = \frac{s}{c} = \frac{3,84 \cdot 10^5 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 1,28 \text{ s}$$

Krajské kolo 18/19, prezenční, kategorie GH (6. a 7. třída ZŠ) – řešení

f) James O'Donoghue dává do souvislosti rychlost světla se vzdáleností mezi Zemí a Marsem. Vypočti, jak dlouho trvá světlu doletět ze Země na Mars. Vzdálenost mezi Zemí a Marsem se však v průběhu roku mění, do výpočtu dosad nejmenší možnou vzdálenost mezi nimi, a to 54,6 miliónů kilometrů. Výsledek uveď zaokrouhlený na celé sekundy.

$$t = \frac{s}{c} = \frac{54,6 \cdot 10^6 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 182 \text{ s}$$

g) Při dalších výpočtech budeš převádět vzdálenosti uvedené v astronomických jednotkách na kilometry. Uveď hodnotu astronomické jednotky v kilometrech a číslo zapiš ve vědeckém formátu.

$$1 \text{ au} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$$

h) Poslední animace od Jamese O'Donoghue ukazuje dobu letu světla od Slunce k jednotlivým planetám sluneční soustavy. Dopln následující tabulku, ve které nejprve uveď vzdálenosti planet od Slunce v astronomických jednotkách, které v dalším sloupci tabulky převed na kilometry a uveď na tři platné číslice ve vědeckém formátu čísla. Poslední dva sloupce tabulky pak představují dobu letu světla od Slunce k dané planetě, v předposledním sloupci dobu letu uveď v celých sekundách a v posledním sloupci v minutách a sekundách. Pro příklad, jak tuto tabulku máš vyplnit, uvádíme v tabulce údaje pro Zemi. Výpočty této části nemusíš nutně zapisovat, stačí vyplnit tabulku. Pod tabulkou máš nicméně dostatek místa na pomocné výpočty.

údaj	vzdálenost od Slunce	vzdálenost od Slunce	doba letu světla	doba letu světla
jednotka	au	km	s	min s
Merkur	0,387 au	$5,81 \cdot 10^7 \text{ km}$	194 s	3 min 14 s
Venuše	0,723 au	$1,08 \cdot 10^8 \text{ km}$	360 s	6 min 0 s
Země	1,00 au	$1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$	500 s	8 min 20 s
Mars	1,52 au	$2,28 \cdot 10^8 \text{ km}$	760 s	12 min 40 s
Jupiter	5,20 au	$7,80 \cdot 10^8 \text{ km}$	2 600 s	43 min 20 s
Saturn	9,58 au	$1,44 \cdot 10^9 \text{ km}$	4 800 s	80 min 0 s
Uran	19,2 au	$2,88 \cdot 10^9 \text{ km}$	9 600 s	160 min 0 s
Neptun	30,0 au	$4,50 \cdot 10^9 \text{ km}$	15 000 s	250 min 0 s

i) Na základě všech předešlých výpočtů zkus objasnit, co James O'Donoghue myslí slovním spojením „pomalé světlo“.

V pozemských podmínkách je rychlost světla obrovská, což dokládá výpočet obletu světla kolem rovníku, avšak již v rámci sluneční soustavy vidíme, že k nejvzdálenější planetě světlo letí přes 4 hodiny (250 minut).