

Cvičení.

Jednotky měření.

Příklad 1.

1 μm – mikron.

- a) Kolik mikronů je 1km?
- b) Kolik centimetrů je 1 mikron.

Řešení

a) $1 \text{ km} = 1 \times 10^3 \text{ m}$ a $1 \text{ m} = 1 \times 10^6 \mu\text{m}$

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} = (10^3 \text{ m})(10^6 \mu\text{m/m}) = 10^9 \mu\text{m}.$$

b) $1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}.$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} = (10^{-2} \text{ m})(10^6 \mu\text{m/m}) = 10^4 \mu\text{m}.$$

Příklad 2.

Vezměme tvar Antarktidy zhruba jako kruh o poloměru $r = 2000 \text{ km}$. Průměrná tloušťka ledu d pokrývající její povrch je 3000 m .

Kolik kubických centimetrů ledu pokrývá Antarktidu?

Řešení

$$A = \pi r^2 \quad V = \pi r^2 d$$

$$r = (2000 \text{ km}) \left(\frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) \left(\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right) = 2000 \times 10^5 \text{ cm}.$$

$$d = 3000 \text{ m} = (3000 \text{ m}) \left(\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right) = 3000 \times 10^2 \text{ cm}$$

$$V = \pi (2000 \times 10^5 \text{ cm})^2 (3000 \times 10^2 \text{ cm}) = 1.9 \times 10^{22} \text{ cm}^3.$$

Příklad 3.

Rekordmanem v rychlosti růstu mezi rostlinami je *Hesperoyucca whipplei*, která vyroste o 3,7 m za 14 dní. Jaká je rychlost růstu v mikrometrech za sekundu?

Řešení

$$A = \pi r^2 \quad V = \pi r^2 d$$

$$r = (2000 \text{ km}) \left(\frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) \left(\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right) = 2000 \times 10^5 \text{ cm}.$$

$$d = 3000 \text{ m} = (3000 \text{ m}) \left(\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right) = 3000 \times 10^2 \text{ cm}$$

$$V = \pi (2000 \times 10^5 \text{ cm})^2 (3000 \times 10^2 \text{ cm}) = 1.9 \times 10^{22} \text{ cm}^3.$$



Příklad 4.

Rotace země se postupně zpomaluje. Poslední den prvního století a první den následujícího je o 1 ms delší. O kolik se celkově prodloužil den za uplynulých 20 století?

Řešení

$$T = \left(\frac{0.01 \text{ s}}{\text{den}} \right) \left(\frac{365.25 \text{ den}}{\text{rok}} \right) (2000 \text{ let}) = 7305 \text{ s}$$

Příklad 5.

V současnosti se jako časový standard používají atomové hodiny. Slibným standardem by se však mohly stát i rotující neutronové hvězdy – pulzary, jejichž radiový signál vysílaný v úzkém svazku dopadá na zemi, například PSR 1936+21. Frekvence f radiového signálu (počet opakování za 1 sekundu), který při každé otáčce vysílají je velmi stabilní. Vysokou přesnost frekvence opakování radiového signálu pulzarů by bylo možné využít jako časového standardu. Doba jedné otáčky (perioda) T pulzaru PSR 1936+21 je $(1,55780644887275 \pm 3) \text{ ms}$.

- a) Kolikrát se otočí pulsar PSR 1936+21 za 7,00 dní?
- b) Jak dlouho trvá pulzaru PSR 1936+21 1000000 otáček?
- c) Jaká je celková chyba otáčení?

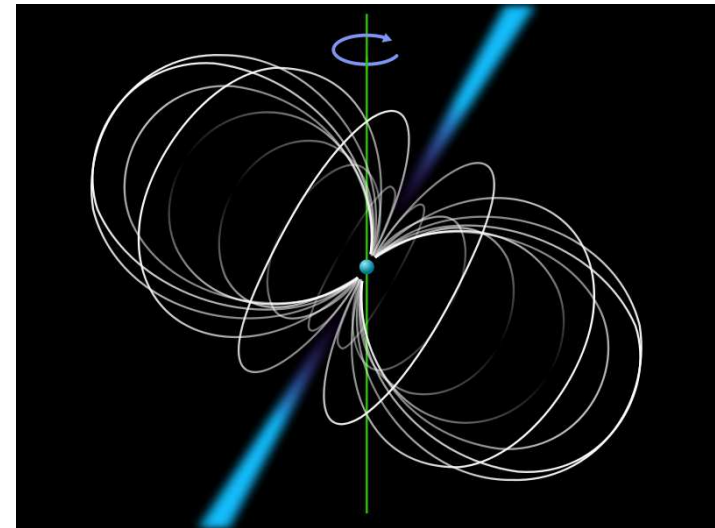
Řešení:

Frekvence f :
$$f = \frac{1}{1.55780644887275 \times 10^{-3} \text{ s}}$$

a)

$$N = \left(\frac{1}{1.55780644887275 \times 10^{-3} \text{ s}} \right) (604800 \text{ s}) = 388238218.4$$

Po zaokrouhlení: $N = 3,88 \cdot 10^8$



Příklad 5.

Pokračování řešení

b) Z rovnice $N = ft$ vyplývá pro t : $1 \times 10^6 = \left(\frac{1}{1.55780644887275 \times 10^{-3} \text{ s}} \right) t$

$$t = 1557,80644887275 \text{ s}$$

c) Chyba pro jednu otáčku je: $\pm 3 \times 10^{-17} \text{ s}$

Pro 1000000 otáček: $(\pm 3 \times 10^{-17})(1 \times 10^6) = \pm 3 \times 10^{-11} \text{ s}$

Příklad 6.

Hmotnost země M_Z je $5,98 \times 10^{24}$ kg. Průměrná hmotnost atomu prvků na zemi je 40u. Kolik atomů je na zemi? N je počet atomů, m je průměrná hmotnost atomu. $1 \text{ u} = 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

$$N = \frac{M_Z}{m} = \frac{5.98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(40 \text{ u}) (1.661 \times 10^{-27} \text{ kg/u})} = 9.0 \times 10^{49}.$$

Příklad 7.

Železo má hustotu 7,87 g /cm a hmotnost jednoho atomu železa je $9,27 \times 10^{-26}$ kg. Předpokládáme-li, že atomy jsou kulové a těsně k sobě přiléhají, pak:

- a) Jaký je objem atomu železa?
- b) Jaká je vzdálenost středů atomů?

Řešení:

Hustota ρ tělesa hmotnosti m a objemu V : $\rho = \left(\frac{m}{V} \right)$

a)
$$\rho = (7.87 \text{ g/cm}^3) \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \right) \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^3 = 7870 \text{ kg/m}^3.$$

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{9.27 \times 10^{-26} \text{ kg}}{7.87 \times 10^3 \text{ kg/m}^3} = 1.18 \times 10^{-29} \text{ m}^3.$$

b) Objem koule o poloměru R : $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

$$R = \left(\frac{3V}{4\pi} \right)^{1/3} = \left(\frac{3(1.18 \times 10^{-29} \text{ m}^3)}{4\pi} \right)^{1/3} = 1.41 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

Objem koule o poloměru d : $d = 2R = 2.82 \times 10^{-10} \text{ m}$

Příklad 8.

Mol atomů obsahuje 6.02×10^{23} atomů. Kolik molů atomů je v kočce divoké? Hmotnost atomů H je 1.0u , O je 16u, C je 12u.

Předpokládejme, že hmotnost kočky je 10 kg, průměrná hmotnost atomu v kočce je 10u.

$$10\text{u} \approx 2 \times 10^{-26} \text{kg}.$$

$$10\text{kg} / 2 \times 10^{-26} \text{kg} \approx 5 \times 10^{26}$$

Kočka tedy obsahuje přibližně 1 kmol atomů.