

MASARYKOVA UNIVERZITA
FAKULTA INFORMATIKY



Vypracované domáce zadania

VB005 Panorama Fyziky

James Bond

Brno 2015

Zadanie: V akej vzdialenosti od Zeme (v AU a m) bola galaxia pozorovaná Hubblovým teleskopom pri „najhlbšom pohľade do vesmíru“ v okamžiku, keď detekované svetlo vydala?

1 AU = 149 597 870 691 ± 30 m – vzdialenosť Zeme od slnka.

ly – svetelný rok

$$t = 13 * 10^9 ly$$

$$ly = 63,24 * 10^3 AU$$

$$s = t * ly = 13 * 10^9 * 63,24 * 10^3 AU \cong 8,221 * 10^{14} AU$$

$$s = 8,221 * 10^{14} * 149 597 870 691 \cong 1,23 * 10^{26} m$$

Galaxia pozorovaná pri „najhlbšom pohľade do vesmíru“ bola vzdialená $8,221 * 10^{14} AU$, čiže $1,23 * 10^{26} m$.

Zadanie: Na protón vo vákuu pôsobí konštantná sila nezávislá na čase

$$F = 1,6 * 10^{-15} \text{ N}.$$

- a) Aké je jeho zrýchlenie?
- b) Za akú dobu prekoná z pokoja ($v_0 = 0 \text{ m/s}$) vzdialenosť $s = 10 \text{ m}$?
- c) Aká je jeho konečná rýchlosť?

Hmotnosť protónu: $m = 1,672648 * 10^{-27} \text{ kg}$

a) Zrýchlenie protónu je:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1,6 * 10^{-15} \text{ N}}{1,672648 * 10^{-27} \text{ kg}} \cong 9,566 * 10^{11} \text{ m/s}^2.$$

b) Protón prekoná z pokoja vzdialenosť 10 m za:

$$s = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2sm}{F}} = \sqrt{\frac{2 * 10 \text{ m} * 1,672648 * 10^{-27} \text{ kg}}{1,6 * 10^{-15} \text{ N}}} \\ \cong 4,573 * 10^{-6} \text{ s}$$

c) Konečná rýchlosť protónu je:

$$v = v_0 + at = 9,566 * 10^{11} \text{ m/s}^2 * 4,573 * 10^{-6} \text{ s} \cong 43,745 * 10^5 \text{ m/s}$$

Zadanie: Akou gravitačnou silou na seba pôsobia dve malé telesá o hmotnosti $m_1 = m_2 = 100\text{kg}$ vzdialené od seba $r = 10\text{m}$? Za ako dlho sa ich vzdialenosť zmenší o $s = 10\text{cm}$ ak sú na začiatku voči sebe v pokoji?

Gravitačná konštanta: $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$

Dve telesá na seba pôsobia gravitačnou silou:

$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2} = \frac{6,6742 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot 100\text{kg} \cdot 100\text{kg}}{10^2 \text{m}} = 6,6742 \cdot 10^{-9} \text{N}$$

$$F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{6,6742 \cdot 10^{-9} \text{N}}{100\text{kg}} = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{m/s}^2$$

Ich vzdialenosť od seba sa zmenší za:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{0,1\text{m}}{6,6742 \cdot 10^{-11}}} \cong 38707,97\text{s}$$

Zadanie: Akou gravitačnou silou priťahuje molekulu N_2 Zem pri jej povrchu a vo vzdialenosti $h = 100\text{km}$ nad povrchom? Aké zrýchlenie jej udeľuje pri voľnom páde?

Hmotnosť molekuly N_2 : $m_{n2} = 4,65132 * 10^{-26} \text{kg}$

Hmotnosť Zeme: $m_{(zeme)} = 5,97 * 10^{24} \text{kg}$

Polomer Zeme: $R = 6378 \text{ km}$

Gravitačná konštanta: $G = 6,6742 * 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$

Zem priťahuje molekulu N_2 silou

$$F_g = \frac{G * m_{n2} * m_{(zeme)}}{R^2} = \frac{6,6742 * 10^{-11} * 4,65132 * 10^{-26} * 5,97 * 10^{24}}{(6378 * 10^3)^2} \cong 4,556 * 10^{-25} \text{N}$$

pri jej povrchu a silou

$$F_g = \frac{G * m_{n2} * m_{(zeme)}}{(R+h)^2} = \frac{6,6742 * 10^{-11} * 4,65132 * 10^{-26} * 5,97 * 10^{24}}{(6378 * 10^3 + 100\,000)^2} \cong 4,416 * 10^{-25} \text{N}$$

vo výške 100km.

Pri voľnom páde z výšky 100km udeľuje Zem molekule zrýchlenie

$$a = \frac{F_g}{m_{N2}} = \frac{4,416 * 10^{-25} \text{N}}{4,65132 * 10^{-26} \text{kg}} = 9,494 \text{m} \cdot \text{s}^2$$

Zadanie: Akú prácu vykoná zemská tiaž pri presune objemu $V = 500 * 250 * 20m^3$ vody o $h = 500m$ nižšie v blízkosti povrchu zeme? Za akú dobu vyprodukuje túto prácu elektráreň Temelín pri výkone $P = 2000MW$?

Hustota vody: $\rho = 1000kg \cdot m^{-3}$

Gravitačné zrýchlenie: $g = 9,81m/s$

Zemská tiaž pri presune $V m^3$ vody o h metrov nižšie vykoná prácu

$$W = m * g * h = V * \rho * g * h = 25 * 10^5 * 1000 * 9,81 * 500 \\ \cong 1,226 * 10^{13} J$$

Túto prácu vykoná elektráreň Temelín pri výkone $2000MW$ za:

$$t = \frac{W}{P} = \frac{1,226 * 10^{13}}{2000 * 10^6} = 6130s \cong 1,703h$$

Zadanie: Aké sú v Brne a na Rovníku veľkosti a smery odstredivého zrýchlenia daného rotáciou Zeme okolo osi?

Zadanie: Aká je úniková rýchlosť z povrchu Mesiaca a Marsu?

$$r(\text{mars}) = 3390 * 10^3 m ; m(\text{mars}) \cong 6,419 * 10^{23} kg$$

$$r(\text{mesiac}) = 1737 * 10^3 m ; m(\text{mesiac}) \cong 7,348 * 10^{22} kg$$

$$\text{Gravitačná konštanta: } G = 6,6742 * 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$$

Úniková rýchlosť z povrchu mesiaca je:

$$v_u = \sqrt{\frac{2 * G * m(\text{mesiac})}{r(\text{mesiac})}} = \sqrt{\frac{2 * 6,6742 * 10^{-11} * 7,348 * 10^{22}}{1737 * 10^3}} \cong 2,376 \text{ km/s}$$

Úniková rýchlosť z povrchu Marsu je:

$$v_u = \sqrt{\frac{2 * G * m(\text{mars})}{r(\text{mars})}} = \sqrt{\frac{2 * 6,6742 * 10^{-11} * 6,419 * 10^{23}}{3390 * 10^3}} \cong 5,053 \text{ km/s}$$

Zadanie: Akou rýchlosťou by sa museli pohybovať hodiny voči hodinám v klúde aby sa za 24 hodín omeškali o 1 min?

$T(\text{deň}) = 86\,400\text{s}$; $T(m) = T(\text{deň}) - 1\text{ min} = 86\,340\text{s}$; $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$

$$t = \frac{t(m)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow v = \sqrt{c^2 - \frac{c^2 * t(m)^2}{t(deň)^2}}$$
$$v = \sqrt{299792458^2 - \frac{299792458^2 * 86340^2}{86400^2}} \cong 1,117 * 10^7 \text{ m/s}$$

Hodiny by sa museli pohybovať rýchlosťou $1,117 * 10^7 \text{ m/s}$ aby sa za 24 hodín omeškali o 1 minútu.

Zadanie: S' sa pohybuje oproti S rýchlosťou $4/5 c$, S'' rýchlosťou $-4/5 c$. Akou rýchlosťou sa pohybuje S'' voči S' ?

Zadanie: Q sa vzdáľuje od P rýchlosťou $4/5c$, po 3 rokoch vzdáľovania sa rýchlosťou $4/5c$ vracia k P. Aké sú časopriestorové intervaly medzi štartom a obrátkou, obrátkou a stretnutím, štartom a stretnutím? Počítajte v aspoň dvoch súradných sústavách.

Zadanie: Akú energiu (v J a kWh) je treba dodať na rozštiepenie 1kg deutéria na vodík a neutróny? Akej dlhej dobe produkcie jadrových elektrární v ČR táto energia odpovedá?

Zadanie: Za akú dobu sa zníži množstvo Uránu 235 na 1/10 pôvodnej váhy.