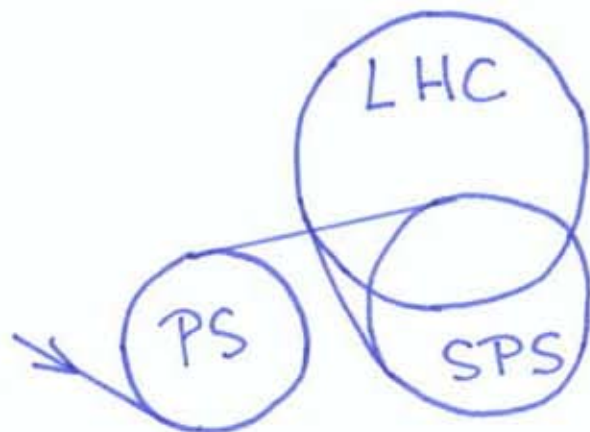


Panorama fiziky 1

Krejci Jan

208057

1. Jaké jsou maximální rychlosti protonů v jednotlivých částech urychlovacího systému protonů v CERNu ("vrcholem" tohoto je LHC)? Kolikrát za sekundu protony oběhnou jednotl. kruhové dráhy (při max. rychlosti, kterou lze na dané části dosáhnout)?



1. Proton Synchrotron
 $\varnothing 628 \text{ m}$
 $0,87\% c$
 28 GeV
 $\pm 400\,000 \times$

2. Super Proton Synchrotron
 $\varnothing 7 \text{ km}$
 $99,975\% c$
 450 GeV
 $\pm 43\,373 \times$

3. Large Hadron Collider
 $\varnothing 27 \text{ km}$
 $99,999\% c$
 7 TeV
 $\pm 11\,245 \times$

2. Proton se pohybuje vodorovně rovnoměrně zrychleným pohybem z klidu, vzdálenost 10 m urazí za 1 ms . Jaké je jeho zrychlení a konečná rychlost a jaká síla na něj působí? Jak se změní jeho poloha ve svislém směru díky gravitaci země (pocítáme s $g=10$)?

$$d = 10 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ ms} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$m = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{2 \cdot 10}{(1 \cdot 10^{-3})^2} = \underline{\underline{2 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}}$$

$$F = m \cdot a = 2 \cdot 10^7 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} = \underline{\underline{3,346 \cdot 10^{-20} \text{ N}}}$$

$$V_x = V_0 + a \cdot t = 0 + 2 \cdot 10^7 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{2 \cdot 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$V_y = -5t^2 = \underline{\underline{-5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$dy = \frac{V_y}{t} = \frac{-5 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-3}} = -\frac{1}{200} = \underline{\underline{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}}$$

3. Jaka je gravitační síla mezi dvěma neutrony ve vzdalenosti 1 mm? Za jakou dobu způsobí tato síla přiblížení o 1 μm, jsou-li na počátku dva neutrony v klidu.

$$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$r = 1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$s = 1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$F_e = k \cdot \frac{m^2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{(1,675 \cdot 10^{-27})^2}{(1 \cdot 10^{-3})^2} =$$

$$= 1,871 \cdot 10^{-58} \text{ N}$$

$$t = \sqrt{\frac{(s_1 + s_2) \cdot s \cdot v^2}{g (m_1 + m_2)}} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6} (1 \cdot 10^{-3})^2}{10 \cdot 2 \cdot 1,675 \cdot 10^{-27}} =$$

$$= 2,99199 \cdot 10^{12} \text{ s} = \underline{\underline{94\,874 \text{ roků}}}$$

4. Jaka je perioda matematického kyvadla s délkou 1m a 1μm v gravitačním poli při povrchu Země a Měsíce? Jaké jsou délky kyvadel s periodou 1s? Jak se změní perioda ve výtahu, který volně páda?

$$g_m = 1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$g_z = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a) T = 1 \text{ s}$$

$$l_m = \frac{T^2}{4\pi^2} g_m = \frac{1^2}{4\pi^2} \cdot 1,6 = \underline{\underline{4 \text{ cm}}}$$

$$l_z = \frac{T^2}{4\pi^2} g_z = \frac{1^2}{4\pi^2} \cdot 9,81 = \underline{\underline{25 \text{ cm}}}$$

$$b) l_1 = 1 \text{ m}$$

$$l_2 = 1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$T_{m1} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_m}} = 2\pi \sqrt{1/1,6} = \underline{\underline{2 \text{ s}}}$$

$$T_{m2} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_m}} = 2\pi \sqrt{1 \cdot 10^{-6}/1,6} = \underline{\underline{2 \mu\text{s}}}$$

$$T_{z1} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_z}} = 2\pi \sqrt{1/9,81} = \underline{\underline{4,9 \text{ s}}}$$

$$T_{z2} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_z}} = 2\pi \sqrt{1 \cdot 10^{-6}/9,81} = \underline{\underline{4,9 \mu\text{s}}}$$

⇒ KYVADLO VE VÝTAHU NEKMITÁ.
ZRYCHLENÍ SOUSTAVY JE (VÝTAHU)
VĚTŠÍ NEŽ GRAVITAČNÍ (g)
ZRYCHLENÍ PŮSOBÍCÍ NA KYVADLO.

5. Jakou práci vykoná zemská tíže při přesunu vody o objemu $2.600.000 \text{ m}^3$ o 550 m níže v blízkosti povrchu Země? Srovnat s denní produkcí elektrárny Temelín.

$$V = 2,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$h = 550 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ den} = 86,4 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$P_T = 2 \text{ GW} = 2 \cdot 10^9 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= V \cdot \rho \cdot h \cdot g = 2,6 \cdot 10^6 \cdot 1000 \cdot 550 \cdot 9,81 \\ &= 14,3 \cdot 10^{12} \text{ J} = \\ &= \underline{\underline{14,3 \text{ TJ}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_T &= P_T \cdot t = 2 \cdot 10^9 \cdot 86,4 \cdot 10^3 = \\ &= 1,728 \cdot 10^{14} \text{ J} = \underline{\underline{172,8 \text{ TJ}}} \end{aligned}$$

$$\frac{14,3}{172,8} = \underline{\underline{8,275 \%}}$$

6. Jaké je středivé zrychlení působené rotací Země kolem její osy a kolem Slunce? Vyjádřit v násobcích g .

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{5,9736 \cdot 10^{24} \cdot 465000^2}{6378} = \\ &= 2,052 \cdot 10^{32} \text{ N} = \\ &= \underline{\underline{2,064 \cdot 10^{31} g}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_3 &= \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{5,9736 \cdot 10^{24} \cdot 300000^2}{75 \cdot 10^5} = \\ &= 7,168 \cdot 10^{38} \text{ N} = \\ &= \underline{\underline{7,306 \cdot 10^{37} g}} \end{aligned}$$

7. Popsat pohyb Foucaultova kyvadla na pólech a na rovníku. Za jakou dobu se stočí v Brně rovina kmitů o 90° ?

Severní pól - po směru hodinových
ručiček - doprava

Jižní pól - proti směru hodinových
ručiček - doleva

rovník - rovina kmitů se nestáčí

$$\text{Brno} - 49^\circ \text{ SŠ} = \varphi$$

$$\lambda = 360^\circ \cdot \sin \varphi \cdot \frac{t}{T}$$

$$t = \frac{\lambda \cdot T}{360^\circ \cdot \sin \varphi} = \frac{90^\circ \cdot 23^\circ 56' 4''}{360^\circ \cdot 3/4} =$$

$$= 7,928 = 7,93 \text{ h} = \underline{\underline{7 \text{ h } 55 \text{ m } 48 \text{ s}}}$$

8. Jak dlouho by se museli pohybovat hodiny rychlostí 200 km/h aby se rozesli proti původním hodinám v klidu o hodinu.

$$\Delta t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$c = 299 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 200 \text{ km/h} = 55,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c^2 = 8,9 \cdot 10^{-16} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v^2 = 3086 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t = \frac{\Delta t}{1 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{3600}{1 - \sqrt{1 - \frac{3086}{9 \cdot 10^{-16}}}}$$

$$= 2,09399040 \cdot 10^{28} \text{ s} =$$

$$= \underline{\underline{6,64 \cdot 10^{19} \text{ roku}}}$$

9. S' se pohybuje vůči S rychlostí $1/2c$. Jakou rychlostí se v S' pohybuje předmět, je-li jeho rychlost vůči S rovna $4/5c$?

$$U' = \frac{1}{2}c$$

$$V = \frac{4}{5}c$$



$$U = \frac{U' + V}{1 + \frac{U' \cdot V}{c^2}} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{4}{5}}{1 + \frac{\frac{1}{2} \times \frac{4}{5}}{c^2}} =$$

$$= \frac{\frac{13}{10}}{1 + \frac{2}{5}} = \frac{\frac{13}{10}}{\frac{7}{5}} = \underline{\underline{\frac{13}{14}c}}$$

10. Mion v klidové souř. soustavě má dobu života 2,2 mikrosekund. Jakou dobu života naměříme v soustavě ve které se pohybuje rychlostí 0,9994 c ?

$$\Delta t_0 = 2,2 \mu s = 2,2 \cdot 10^{-6} s$$

$$v = 0,9994c = 298,8 \cdot 10^6 m \cdot s^{-1}$$

$$c = 299 \cdot 10^6 m \cdot s^{-1}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} =$$

$$= \frac{2,2 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{1 - \frac{(298,8 \cdot 10^6)^2}{(299 \cdot 10^6)^2}}} =$$

$$= 6,3517 \cdot 10^{-5} s = \underline{\underline{63 \mu s}}$$

11. Jaký je přírůstek hmotnosti nabitého akumulátoru proti nenabitému, je-li jeho napětí 3,6 V a kapacita 1000 mAh?

$$U = 3,6 \text{ V}$$

$$C = 1000 \text{ mAh} = 3600 \text{ C}$$

$$m = \frac{Q \cdot U}{c^2} = \frac{3600 \cdot 3,6}{3 \cdot 10^{16}} =$$

$$= 1,44 \cdot 10^{-13} \text{ kg}$$

$$E = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} m = 7,2 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$$

12. Jakou elektrickou silou na sebe působí dvě koule z olova (hmotnosti 100kg, vzdálenost 10m), předá-li každý atom jedné z nich jeden elektron atomu druhé koule? Za jak dlouho se vzdálenost kouli zmenší o 1cm, byly-li na počátku vůči sobě v klidu? Srovnat s gravitací

$$s = 1 \text{ cm} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$r = 10 \text{ m}$$

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{19}$$

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$k = 6,67 \cdot 10^{-11}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{19}$$

$$M_{\text{Pb}} = 207,2 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol Pb} = 207,2 \text{ g}$$

$$x = 1 \text{ g} \Rightarrow N_A \cdot 4,826 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 2,906 \cdot 10^{21} \text{ atomů}$$

$$F_e = k \cdot \frac{m^e}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{100^2}{10^2} = 8,98 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

$$F_g = m \cdot g = 9,81 \cdot 100 = 981 \text{ N}$$

$$t = \sqrt{2 \cdot \frac{s \cdot m}{F}} = \sqrt{2 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{8,98 \cdot 10^{-12}}} =$$

$$= 149,237103 \cdot 10^6 \text{ s} = 4,74 \text{ roku}$$

13. Jakou kapacitu má deskový kondenzátor s plochou $20 \times 20 \text{ nm}^2$ a vzdáleností elektrod 3 nm s dielektrikem SiO_2 ? Jaky náboj je na elektrodách při napětí 1 V ? (vyjádřete v coulombech, v počtu elementárních nábojů)" $\epsilon(\text{SiO}_2)=4$

$$S = 20 \times 20 \text{ nm} = 400 \text{ nm}^2 = 4 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$$

$$d = 3 \text{ nm} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ m}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\epsilon_r = 4 \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$U = 1 \text{ V}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19}$$

$$Q = C \cdot U = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \cdot U =$$
$$= 4 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 10^{-19}} \cdot 1 =$$

$$= 4,72 \cdot 10^{-15} \text{ F}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{4,72 \cdot 10^{-15} \text{ F}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = \underline{\underline{2,94 \cdot 10^{10} e}}$$