

## Příklady k procvičení z Fyziky 1

### Gravitační pole

1. Jak velkou gravitační silou se přitahují dvě železné koule o průměru 1 m, které se navzájem dotýkají? Hustota železa je  $7860 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . ( 0,00113 N )
2. Jak se změní intenzita gravitačního pole Země ve vzdálenosti 1000 km od jejího povrchu? Poloměr Země na rovníku je 6378 km. ( 0,75  $K_Z$  )
3. Může těleso o hmotnosti  $10^{-5} \text{ g}$  ležící na rovníku „uletět“ vlivem odstředivé síly? Poloměr Země na rovníku je 6378 km. Určete velikost všech sil působících na těleso. ( ne ;  $F_g = 10^{-7} \text{ N}$ ;  $F_o = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ N}$  )
4. Vypočítejte, do jaké výšky nad povrch Země je třeba umístit umělou družici a jakou rychlost jí je třeba udělit, aby byla geostacionární, tj. její poloha vzhledem k Zemi byla neproměnná. ( 36 000 km )
5. Na spojnici středů Země a Měsíce najděte místo, ve kterém je výsledné gravitační zrychlení rovno nule. Pro hmotnost Měsíce platí  $M_M = M_Z/81$ . Vzdálenost středů Země a Měsíce je  $60R_Z$ . ( 54  $R_Z$  )
6. Určete hmotnost Měsíce, jestliže gravitační zrychlení na povrchu Měsíce je  $1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  a poloměr Měsíce je  $1,72 \cdot 10^6 \text{ m}$ . (  $7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  )
7. Hubbleův vesmírný dalekohled se pohybuje po oběžné dráze ve výšce 576 km nad povrchem Země.
  - a) Jakou rychlostí se pohybuje?
  - b) Jaká je jeho oběžná doba?( 7586  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 96 min)

### Tuhé těleso

8. Odvoďte vztah pro moment setrvačnosti tenké, homogenní tyče délky  $l$  a hmotnosti  $m$  vzhledem k ose, která je k tyči kolmá a prochází jejím středem. (  $1/12 ml^2$  )
9. Odvoďte vztah pro moment setrvačnosti tenké homogenní tyče délky  $l$  a hmotnosti  $m$  vzhledem k ose, která je k tyči kolmá a prochází jejím koncovým bodem. (  $1/3 ml^2$  )
10. Určete kinetickou energii obruče valící se po vodorovné dráze bez tření. Průměr obruče je 1 m, její hmotnost 1 kg, rychlost středu obruče je  $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . ( 25 J )
11. Homogenní válec o hmotnosti  $m$  a poloměru  $r$  se valí po vodorovné rovině (rychlost těžiště má velikost  $v$ ) a najíždí na nakloněnou rovinu. Určete, do jaké výšky  $h$  válec vyjede (ztráty energie způsobené třením a odpory zanedbejte). (  $h = 3v^2/4g$  )

12. Tenká homogenní tyč délky  $l$  a hmotnosti  $m$  rotuje s úhlovou rychlostí  $\omega$  kolem osy, která je k tyči kolmá. Určete kinetickou energii tyče v případě, že a) osa rotace prochází středem tyče, b) osa rotace prochází koncovým bodem tyče. ( $E=1/2J\omega^2$ )
13. Setrvačnick o momentu setrvačnosti  $10 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  se otáčí kolem pevné osy úhlovou rychlostí  $120 \text{ s}^{-1}$ . Určete a) čas, po který musí působit brzdící moment silové dvojice o velikosti  $4 \text{ N}\cdot\text{m}$ , aby se setrvačnick úplně zastavil, b) počáteční kinetickou energii setrvačnicku. ( $300 \text{ s}$ ;  $72 \text{ kJ}$ )
14. Disk s momentem setrvačnosti  $J$  se roztáčí tak, že jeho úhlová rychlost roste s časem a) lineárně podle vztahu  $\omega = \varepsilon t$ , b) kvadraticky podle vztahu  $\omega = kt^2$ .  
Určete závislost výkonu  $P$  na čase  $t$ . (a)  $P = J\varepsilon^2 t$ ; b)  $P = 2Jk^2 t^3$ )

### Mechanika kontinua

15. Ocelový drát má délku  $8 \text{ m}$ , obsah příčného řezu  $4 \text{ mm}^2$ , modul pružnosti v tahu je  $0,2 \text{ TPa}$ . Vypočtete velikost síly, která způsobí prodloužení drátu o  $8 \text{ mm}$ . ( $800 \text{ N}$ )
16. Zatížením drátu délky  $2 \text{ m}$  a plochy průřezu  $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$  závažím hmotnosti  $102 \text{ kg}$  dojde k prodloužení drátu o  $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ . Vypočítejte normálové napětí, relativní prodloužení a Youngův modul materiálu. ( $10^8 \text{ Pa}$ ;  $0,1 \%$ ;  $9 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ )
17. Ocelový drát o průměru  $0,002 \text{ m}$  a délce  $1,6 \text{ m}$  je na jednom konci pevně uchycen. Jak velké síly je třeba na prodloužení drátu o  $0,003 \text{ m}$ ? ( $1236 \text{ N}$ )
18. Jak velkou silou je třeba zatížit ocelovou tyč ve směru její podélné osy, aby se prodloužila o stejnou hodnotu jako při ohřátí o  $1^\circ\text{C}$ ? Plocha průřezu tyče je  $100 \text{ mm}^2$ , modul pružnosti v tahu je  $2,0 \cdot 10^{11} \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ , součinitel délkové teplotní roztažnosti je roven  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . ( $240 \text{ N}$ )

### Mechanika tekutin

19. Dutá plechovka s kruhovým otvorem poloměru  $0,1 \text{ mm}$  na dně je zatlačována do vodní nádrže. V jaké hloubce začne téci voda otvorem do nádoby, je-li povrchové napětí vody  $7,3 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ? Hustota vody je  $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . ( $15 \text{ cm}$ )
20. Do jaké výšky vystoupí horkovzdušný balon o objemu  $600 \text{ m}^3$  a hmotnosti  $600 \text{ kg}$  za  $10 \text{ sekund}$ , je-li hustota okolního vzduchu  $1,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ? ( $147 \text{ m}$ )
21. Norma udává, že v ponorce pro jednoho námořníka musí být průměrně  $20 \text{ m}^3$  prostoru. Kolik námořníků může pracovat v ponorce, pokud při ponoření do mořské vody ( $\rho = 1020 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) působí na povrch ponorky vztlková síla  $15,3 \text{ MN}$ . ( $75$ )
22. Plocha příčného průřezu lodě ve výšce vodní hladiny (plocha dna lodě) je  $4 \cdot 200 \text{ m}^2$ . Po naložení nákladu se ponor zvětšil o  $1,7 \text{ m}$ . Jaká je hmotnost nákladu, jestliže hustota mořské vody je  $1 \cdot 020 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ?

( 7283 tun )

23. Nádrž ve tvaru krychle o objemu  $8 \text{ m}^3$  stojí na podlaze a je až po okraj naplněna vodou. Její čelní stěna byla prostřelena nábojem přesně ve středu stěny. Do jaké vodorovné vzdálenosti od hrany nádrže bude vytékající voda dopadat? ( 2 m )
24. Určete sílu, kterou působí voda na svislou stěnu akvária. Délka stěny je 0,5 m, voda v akváriu sahá do výšky 0,4 m, hustota vody je  $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . ( 400 N )
25. Obsahy průřezů válců hydraulického lisu jsou  $20 \text{ cm}^2$  a  $800 \text{ cm}^2$ . Na menší píst působí síla o velikosti 100 N. Určete:
- Tlak, který tato síla vyvolá v kapalině.
  - Velikost tlakové síly působící na větší píst.
  - Dráhu, o kterou se posune větší píst, jestliže se menší píst posune o 8 cm.
  - Práci, kterou při tomto posunutí vykoná tlaková síla.

( 50000 Pa; 4000 N; 0,2 cm; 8 J )

26. Zubař zvedá pacientku o hmotnosti 60 kg na křesle, které má hmotnost 30 kg. Malý píst zvedacího zařízení má plochu o obsahu  $5 \text{ cm}^2$  a velký píst má plochu  $200 \text{ cm}^2$ . Doktor tlačí na menší píst silou 20 N.
- Zvedne doktor pacientku touto silou?
  - Jestliže nezvedne, o kolik newtonů větší silou musí doktor působit?

( ne, o 2,5 N )

27. V širší části trubice o průřezu  $4 \text{ cm}^2$  proudí voda rychlostí  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  při výšce sloupce v tlakoměrné trubici  $h_1 = 20 \text{ cm}$ . Do jaké výšky vystoupí voda v tlakoměrné trubici v užší části trubice o průřezu  $2 \text{ cm}^2$ ? ( 0,19 m )
28. Voda proudí vodorovným potrubím nestejného průměru. V širší části trubice je velikost rychlosti proudění  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a tlak o velikosti  $1,5\cdot 10^5 \text{ Pa}$ , v užší části je tlak o velikosti  $2,04\cdot 10^4 \text{ Pa}$ . Jak velká je rychlost proudění vody v této užší části potrubí, zanedbáváme-li vnitřní tření? ( 16  $\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  )
29. Čerpadlo načerpá za 1 minutu 300 l vody. Přívodní potrubí má průměr 80 mm, výtakovým potrubím proudí voda rychlostí  $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete rychlost vody v přívodním potrubí a průměr výtakového potrubí. ( 1  $\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 28,3 mm )

## Kmity a vlnění

30. Harmonické kmitání hmotného bodu je popsáno rovnicí  $y = 0,2\sin(0,5\pi t)$ . Určete, ve kterých časech bude okamžitá výchylka rovna 0,1 m. ( 1/3 s, 5/3 s..... )
31. Harmonické kmitání hmotného bodu je popsáno rovnicí  $y = 0,2\sin(0,5\pi t)$ . Určete amplitudu výchylky, maximální rychlost a zrychlení hmotného bodu. ( 0,2 m; 0,3  $\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 0,5  $\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  )

32. Zavěšením závaží o hmotnosti 20 g na pružinu se její délka prodlouží o 8 cm. Jakou frekvenci bude mít pružina, jestliže ji rozkmitáme zavěšením závaží o hmotnosti 50 g? ( 1,125 Hz)
33. Vlastní frekvence mechanického oscilátoru je 2 Hz. Pružina oscilátoru je natažena směrem dolů z rovnovážné polohy silou 20 mN. Při tomto ději byla vykonána práce 0,2 mJ. Napište rovnici kmitání oscilátoru. ( $y = 0,02 \sin 4\pi t$ )
34. Těleso o hmotnosti 400 g koná kmitavý pohyb. Amplituda výchylky je 5 cm a perioda 0,2 s. Vypočítejte celkovou energii tělesa. ( 0,5 J)
35. Vlnění je popsáno rovnicí  $y = 0,04 \sin 2\pi(8t + 5x)$  m. Určete:  
a) amplitudu, periodu a rychlost vlnění.  
b) výchylku bodu vzdáleného 1,5 metru od zdroje vlnění v čase 6 sekund. ( a) 0,04 m; 0,125 s; 1,6 m.s<sup>-1</sup>; b) 0 m)
36. Napište rovnici rovinné postupné vlny o amplitudě výchylky 0,6 mm a periodě 0,003 s, která se šíří rychlostí 330 m.s<sup>-1</sup> v kladném směru osy x. ( $y = 0,6 \sin 2\pi(333,3 t - x)$  mm)
37. Vlnění s periodou  $T$  postupuje podél osy x. Bod se souřadnicí  $x = 4$  cm má v čase  $t = T/6$  okamžitou výchylku  $y = 0,5 y_m$ . Určete vlnovou délku tohoto vlnění. ( 0,48 m)