Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 47. ročníku FO kategorie C

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

1. Mechanický oscilátor

Závaží o hmotnosti $m = 0{,}60$ kg zavěšené na pružině zanedbatelné hmotnosti bylo uvedeno do kmitavého pohybu ve svislém směru. Na obr. 1 je graf závislosti okamžité výchylky z rovnovážné polohy na čase.

a) V rovnici okamžité výchylky

$$y = y_\mathrm{m} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

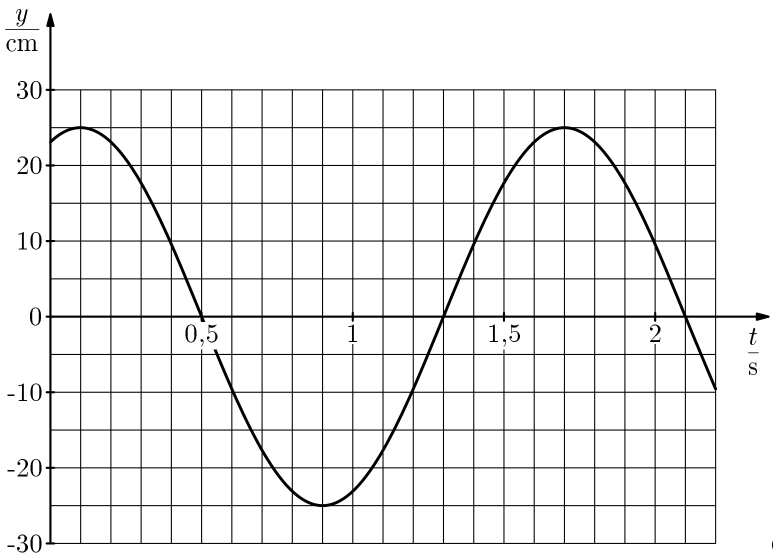
určete hodnoty veličin y_m, ω a φ_0.

b) Určete amplitudu rychlosti v_m a amplitudu zrychlení a_m kmitů.

c) Určete tuhost pružiny.

d) Porovnejte velikosti sil, kterými působí pružina na závaží v nejnižší a v nejvyšší poloze.

e) Určete energii kmitání.



Obr. 1

2. Kruhové děje

Na obr. 2 jsou znázorněny dva kruhové děje $ABCD$ a $AEFD$. Pracovní látkou je plyn s dvouatomovými molekulami, který má ve stavu zobrazeném bodem A termodynamickou teplotu T_1.

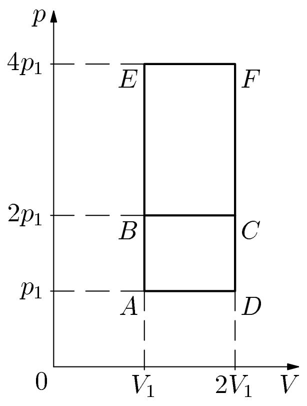
a) Určete látkové množství plynu.

b) Porovnejte celkovou práci vykonanou plynem během jednoho cyklu v prvním a druhém případě.

c) Porovnejte účinnosti obou kruhových dějů.

Řešte obecně a pro hodnoty $p_1 = 1{,}00 \cdot 10^5$ Pa, $V_1 = 1{,}00$ dm^3, $T_1 = 300$ K. Vnitřní energie plynu s dvouatomovými molekulami je

$$U = 2{,}5nRT.$$



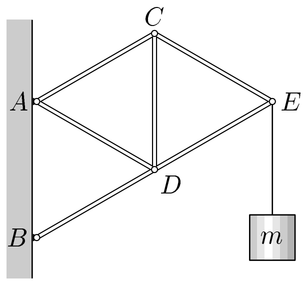
Obr. 2

3. Tyčová konstrukce

Závaží o hmotnosti m je zavěšeno na stěně pomocí konstrukce tvořené šesti stejně dlouhými tyčemi zanedbatelné hmotnosti (obr. 3). Tyče jsou vzájemně spojeny a ke stěně připevněny šrouby.

a) Určete síly, kterými působí jednotlivé tyče a stěna na šrouby.

b) Rozhodněte, které tyče jsou namáhány tahem a které tlakem.



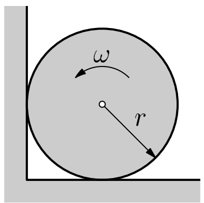
Obr. 3

4. Válec v koutě

Homogenní rotační válec o hmotnosti m a poloměru r otáčející se okolo své rotační osy úhlovou rychlostí ω položíme do kouta místnosti (obr. 4). Součinitele smykového tření mezi válcem a podlahou a mezi válcem a stěnou mají stejnou hodnotu f.

a) Jak velké třecí síly budou válec brzdit?

b) Kolik otáček vykoná válec do úplného zastavení?



Obr. 4

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m = 24$ kg, $r = 15$ cm, $\omega = 75$ rad$\cdot$s^{-1}, $f = 0{,}25$.

5. Spalné teplo benzínu o hustotě $\varrho = 720\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$ je $H = 46\ \mathrm{MJ\cdot kg^{-1}}$. V motoru automobilu je využito s účinností jen 22 %.

Automobil, který má i s posádkou a nákladem hmotnost $m = 12\,300$ kg, se pohybuje po vodorovné silnici stálou rychlostí $v_1 = 90$ km/h, přičemž překonává odporovou sílu vzduchu o velikosti $F_\mathrm{o} = 300$ N.

Předpokládejte, že odporová síla vzduchu je přímo úměrná druhé mocnině rychlosti automobilu. Valivý odpor kol neuvažujte.

Určete

a) Okamžitý užitečný výkon P_1 automobilu
b) Okamžitou spotřebu V_{p1} (udává se v litrech na 100 km)
c) Okamžitou spotřebu V_p', pojede-li automobil stejnou rychlostí do mírného kopce se stoupáním 2°
d) Okamžitou spotřebu V_{p2} automobilu, pojede-li po vodorovném úseku rychlostí $v_2 = 144$ km/h
e) Jak daleko by automobil dojel při rychlosti $v_3 = 54$ km/h, jestliže by při závodech „na výdrž“ spotřeboval benzin o objemu $V_3 = 1$ l.
f) Jak se změní okamžitá spotřeba automobilu jedoucího po vodorovné silnici rychlostí v_1 po zapnutí světel, jestliže oba přední reflektory mají příkon po 50 W a ostatní světla celkový příkon dalších 20 W