Úlohy 1. kola 52. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie D*

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

1. Petr a Pavel

Petr a Pavel bydleli ve Lhotě. Petr potřeboval vrátit kolo kamarádovi do sousední vesnice Rovná. Pavel si chtěl zaběhat. Domluvili se, že oba vyrazí ve stejném okamžiku. Pavel jel na kole ze Lhoty do Rovné rychlostí $27\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$. Tam sesedl z kola a okamžitě se vracel zpět pěšky stálou rychlostí $5\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$. Petr stejnou trasu ze Lhoty do Rovné a zpět proběhl stálou rychlostí $9\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$.

a) Kdo se vrátil do Lhoty dříve? Zdůvodněte.

b) Sestrojte graf závislosti vzdálenosti d každého chlapce od Lhoty na čase t za předpokladu, že Petrova jízda na kole trvala 10 minut. Z grafu určete časy a vzdálenosti od Lhoty, kde se míjeli.

2. Oktávie a Felicie

Na světelné křižovatce stojí těsně za sebou Oktávie a Felicie. Po rozsvícení zeleného světla se Oktávie rozjela rovnoměrně zrychleným pohybem, v čase 8 s dosáhla rychlosti $54\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$ a touto rychlostí se pohybovala dále. Felicie se rozjela se zpožděním 2 s za Oktávií se stejným zrychlením a po rozjezdu se za ní pohybovala stejnou rychlostí. V čase 20 s od začátku pohybu Oktávie začala obě auta brzdit tak, že jejich pohyb byl rovnoměrně zpomalený, přičemž velikost zrychlení Oktávie byla $2{,}5\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Felicie zastavila těsně za Oktávií jako na předchozí křižovatce.

a) Sestrojte do jednoho obrázku grafy závislosti rychlosti na čase obou automobilů.

b) Z grafů určete uraženou dráhu s mezi křižovatkami, vzdálenost d mezi vozidly během rovnoměrného pohybu, velikost a_1 zrychlení Felicie při rozjíždění a velikost a_2 zrychlení Felicie při zastavování.

3. Curling

Hráč curlingu poslal po ledě kámen a ten se zastavil v terči po proběhnutí dráhy $s = 28{,}0$ m za dobu $t_1 = 25{,}0$ s. Soupeř poslal kámen ze stejného místa tak, že za dobu $t_2 = 10{,}0$ s stojící kámen vyrazil.

a) Určete velikost v_{01} počáteční rychlosti prvního kamene.

b) Určete u druhého kamene velikost v_{02} počáteční rychlosti a velikost v_2 konečné rychlosti bezprostředně před nárazem.

c) Určete součinitel f smykového tření mezi kamenem a ledovou plochou.

Rozměry kamene vzhledem k uražené dráze považujte za zanedbatelné. Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

4. Vagóny

Vagón o hmotnosti $m_1 = 35$ t roztlačený lokomotivou se pohybuje rychlostí $v_1 = 2{,}4\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ a narazí do stojícího zabrzděného vagónu o hmotnosti $m_2 = 25$ t. Po nárazu se vagóny automaticky spojí. Součinitel smykového tření mezi koly a kolejnicemi je $f = 0{,}15$.

a) Určete brzdnou dráhu soupravy obou spojených vagónů.

b) Určete velikost síly $\boldsymbol{F}_1$, kterou během brzdění působí druhý vagón (hmotnost m_2) na první (hmotnost m_1), a velikost síly $\boldsymbol{F}_2$, kterou během brzdění působí první vagón na druhý.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

5. Autodráha

Součástí autodráhy je kruhová smyčka (tzv. looping), kterou autíčko o hmotnosti $m = 200$ g projíždí. Během průjezdu smyčkou opisuje těžiště autíčka kružnici o poloměru $r = 16$ cm ve svislé rovině, doba průjezdu smyčkou je $t_0 = 0{,}70$ s. Autíčko má elektrický pohon a projíždí smyčkou rovnoměrným pohybem.

a) Určete velikost síly $\boldsymbol{F}_1$, kterou je autíčko přitlačováno k autodráze v nejvyšším bodě trajektorie.

b) Určete velikost síly $\boldsymbol{F}_2$, kterou je autíčko přitlačováno k autodráze v okamžiku, kdy urazilo jednu čtvrtinu smyčky.

c) Určete velikost síly $\boldsymbol{F}_3$, kterou je autíčko přitlačováno k autodráze v čase $t_1 = 0{,}13$ s od vjezdu do smyčky.

d) Určete průměrný výkon P během výstupu z nejnižšího do nejvyššího bodu smyčky.

e) Určete maximální okamžitý výkon $P_{\max}$ během stoupání ve smyčce.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

6. *Praktická úloha:* **Studium funkční závislosti**

Homogenní tyč délky d zavěsíme souměrně na vzájemně rovnoběžná vlákna zanedbatelné hmotnosti do vodorovné polohy (obr. 1) a nepatrně vychýlíme otočením kolem svislé osy. Po uvolnění bude tyč konat rotační kmity.

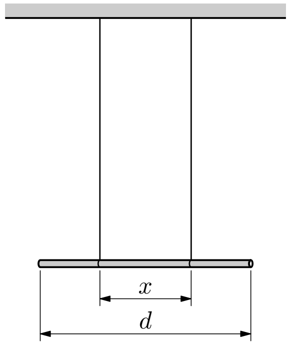
Úkol: Zjistěte experimentálně funkční závislost frekvence f rotačních kmitů vodorovné tyče na vzájemné vzdálenosti x rovnoběžných vláken.

Pomůcky: Závitová tyč délky 20 až 30 cm (průměr 6 až 10 mm) – lze zakoupit v železářství, stativ, vlákna, stopky.

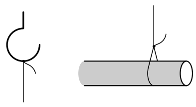
Návod a poznámky:

a) Frekvence f měřená v jednotce Hz je počet kmitů tyče za 1 s. Perioda T kmitů je doba, za kterou se tyč vrátí do původní polohy. Platí $f = 1/T$.

b) Vlákno uvažte na háčky posunutelné po vodorovné tyči stativu nebo jej přímo na tyč stativu přivažte tak, aby při kmitech uzlík pod tyčí stativu zůstal v klidu, ale aby bylo možno při změně vzdálenosti vláken očko po tyči stativu snadno posunovat. Na dolním konci vlákna udělejte volnější očko, aby se poloha očka na závitové tyči dala snadno měnit (obr. 2). Délku vláken volte aspoň 5krát větší než je délka tyče.



Obr. 1



Obr. 2

c) Kmity tyče jsou při malých úhlových výchylkách harmonické. To kromě jiného znamená, že perioda kmitů pro malé výchylky prakticky na výchylce nezávisí. Při větších výchylkách se perioda poněkud prodlužuje. Proto při měření nechte kmitat tyč s co nejmenší úhlovou výchylkou.

d) Vzdálenost x vláken měňte od maximální možné vzdálenosti d do nejmenší, pro kterou půjde perioda ještě měřit, a to tak, abyste získali 8 až 10 různých hodnot x. Výsledky měření zapisujte do tabulky. Dobu např. 10 period měřte dvakrát a počítejte s aritmetickým průměrem.

č. měření	$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{10T_1}{\text{s}}$	$\frac{10T_2}{\text{s}}$	$\frac{T}{\text{s}}$	$\frac{f}{\text{Hz}}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

e) Sestrojte graf závislosti frekvence f kmitů na vzdálenosti x vláken. Graf vytvořte počítačem (např. v Excelu), nebo ručně na milimetrový papír. V případě Excelu si vytvořte tabulku jako v návodu, zapište do ní naměřené údaje a ve zbývajících sloupcích proveďte výpočty pomocí vložené funkce. Kurzorem označte dvojici sloupců x a f s daty a vložte *Graf*. Volte typ grafu *XY bodový*, podtyp *bodový* (tj. bez spojnic datových bodů) – zobrazí se soustava izolovaných bodů. Po kliknutí pravým tlačítkem myši na libovolný z nich zvolte z nabídky *Přidat spojnici trendu* a dále vyberte vhodný *Typ trendu a regrese*. Tím se zobrazí plynulá křivka nebo přímka, která proloží zobrazené body v grafu. Zobrazte též *Rovnici regrese*, tj. rovnici získané křivky nebo přímky.

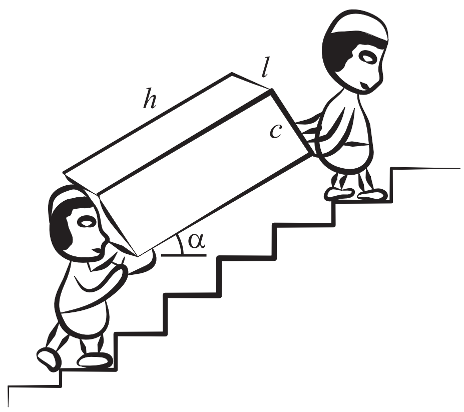
f) Zformulujte závěr.

7. Stěhováci

Při stěhování nábytku nesou nosiči skříň do schodů. Skříň má vnější rozměry $l = 80$ cm, $c = 60$ cm a $h = 120$ cm (obr. 3). Je vyrobena z dubového dřeva o hustotě $\varrho = 800\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$. Desky, ze kterých je skříň vyrobena (včetně zadní), mají tloušťku $t = 2$ cm. Přední a zadní stěna skříně svírá s vodorovnou rovinou úhel $\alpha = 30°$.

a) Určete hmotnost skříně.
b) Určete velikosti sil, kterými musí nosiči působit na skříň, aby ji unesli.
c) Uvažujte, že dole ponesou skříň dva nosiči a nahoře jeden. Jaký by musel být úhel α, aby zatížení bylo pro všechny nosiče stejně velké?

Při řešení úloh b), c) předpokládejte, že nosiči působí na skříň směrem svisle vzhůru.



Obr. 3