

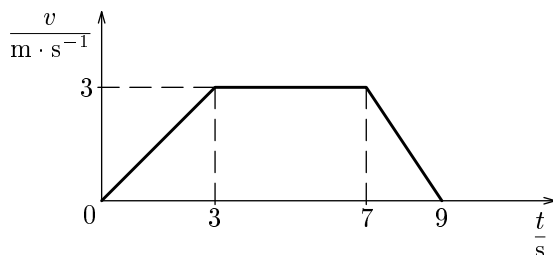
Úlohy 1. kola 43. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie D

Ve všech úlohách kromě 2. počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

1. Motorová loď pluje rychlostí o velikosti $v = 6,0 \text{ ms}^{-1}$ vzhledem k vodě. Velikost rychlosti proudu řeky je $v_0 = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
 - a) Určete dobu t_1 , kterou se může loď nechat unášet proudem, aby se vrátila zpět za čas $t_0 = 1 \text{ h}$.
 - b) Určete vzdálenost d_1 měřenou na břehu, do které se může loď nechat unášet proudem, aby se vrátila zpět za čas $t_0 = 1 \text{ h}$.
 - c) Určete dobu t_2 , kterou může loď plout po proudu, aby se vrátila zpět za čas $t_0 = 1 \text{ h}$.
 - d) Určete dobu t_3 , kterou může loď plout proti proudu, aby se vrátila zpět za čas $t_0 = 1 \text{ h}$.
 - e) Určete vzdálenost d_2 měřenou na břehu, do které může loď plout po proudu, aby se vrátila zpět za čas $t_0 = 1 \text{ h}$.
 - f) Určete vzdálenost d_3 měřenou na břehu, do které může loď plout proti proudu, aby se vrátila zpět za čas $t_0 = 1 \text{ h}$.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

2. Chlapec s bruslemi na nohou tlačil bednu o hmotnosti $m = 80 \text{ kg}$ po ledové ploše tak, že se bedna pohybovala podle grafu na obr. 1. Během zpomalování bedny již na ni nepůsobil.



Obr. 1

- a) Určete součinitel smykového tření f .
- b) Určete celkovou dráhu s , kterou bedna urazila.
- c) Určete celkovou práci W , kterou chlapec působením na bednu vykonal.
- d) Určete průměrný výkon chlapce během působení na bednu.
- e) Sestrojte graf závislosti velikosti síly chlapce působící na bednu v závislosti na dráze a graf závislosti okamžitého výkonu chlapce na čase.
- f) Z každého grafu úlohy e) určete celkovou práci vykonanou chlapcem.

Počítejte s tíhovým zrychlením $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

3. Kruhová deska o poloměru $R = 5,0$ m se otáčí rovnoměrně kolem svislé osy s periodou $T = 10,0$ s. Na desce sedí dva chlapci čelem k sobě a hází si míček. Ve středu S desky sedí Standa, v bodě A na obvodu desky sedí Adam. Vodorovná složka rychlosti hozeného míčku má vždy velikosti $v_0 = 6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ vzhledem k házejícímu chlapci.
- Pod jakým úhlem φ vzhledem k okamžité poloze spojnice SA musí hodit míček Standa, aby zasáhl Adama?
 - Pod jakým úhlem α vzhledem k okamžité poloze spojnice AS musí hodit míček Adam, aby zasáhl Standu?
 - Určete odpovídající doby t_φ , t_α letu míčku.
 - Jak se změní výsledky předchozích úloh, bude-li perioda otáčení $T' = 4,0$ s?
 - Ve vztažné soustavě spojené s rotující kruhovou deskou sestrojte svislý průmět trajektorie míčku letícího z bodu S do bodu A . Řešte pro obě periody T i T' .
4. Úsek železniční tratě tvoří vodorovná rovina, která v místě A přechází v nakloněnou rovinu se sklonem α . Na kolejích stojí souprava vagonů délky l .
- Lokomotiva vytáhne soupravu na nakloněnou rovinu tak, že dolní konec soupravy se nachází v místě A . Po uvolnění se souprava rozjede. Určete velikost její rychlosti v_0 po návratu na vodorovnou rovinu.
 - Lokomotiva nyní po vodorovné rovině soupravu roztlačí na rychlost $v_1 > v_0$. Určete dráhu s_1 , kterou urazí horní konec soupravy po nakloněné rovině do zastavení.
 - Řešte úlohu b) pro případ $v_2 < v_0$. Hledanou dráhu označte s_2 .
 - Ve kterém úseku nakloněné roviny se bude souprava pohybovat se stálým zrychlením?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty

$$\alpha = 1,25^\circ, \quad l = 300 \text{ m}, \quad v_1 = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \quad v_2 = 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Valivý odpor kol a odpor vzduchu zanedbejte.

5. Dva chlapci stojící ve vzájemné vzdálenosti d si házeli míčem. Doba letu míče byla t_1 . Počáteční výška hodů h_0 byla stejná jako výška zachycení.
- Určete elevační úhel hodů α , velikost počáteční rychlosti míče v_0 a maximální výšku míče h .
 - Určete minimální velikost rychlosti v_{\min} , kterou musí chlapec míči udělit, aby ještě doletěl k partnerovi. Pod jakým elevačním úhlem α' musí v tomto případě chlapec míč hodit?
 - Určete dobu letu t'_1 v úloze b).

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty

$$d = 21 \text{ m}, t_1 = 1,3 \text{ s}, h_0 = 1,5 \text{ m}.$$

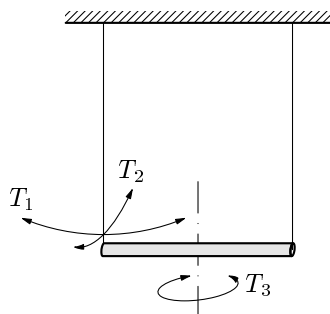
Odpor vzduchu zanedbejte. Při řešení možno využít vztah $2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$.

6. Praktická úloha: Experimentální určení čísla $\sqrt{3}$

Homogenní tyč je v koncových bodech zavěšena na dvou svislých vláknech stejné délky a zanedbatelné hmotnosti. Uvažujme 3 způsoby harmonických kmitů tyče (obr. 2):

- Tyč vychýlíme o malý úhel v rovině určené tyčí a závěsy a uvolníme.
- Tyč vychýlíme o malý úhel kolmo k tyči a uvolníme.
- Tyč otočíme o malý úhel kolem svislé osy tyče a uvolníme.

Označme postupně T_1 , T_2 , T_3 periody popsanych kmitů.



Obr. 2

Úkoly:

- Změřte pro každý druh kmitů desetkrát dobu např. 30 kmitů a výsledky doplňte do tabulky:

Číslo měření	$30T_1$	$30T_2$	$30T_3$
1			
2			
\vdots			
10			
Aritmetický průměr			

Ze získaných průměrných hodnot vypočtete T_1/T_2 , T_1/T_3 , T_2/T_3 .

- Lze dokázat, že platí $T_1/T_3 = T_2/T_3 = \sqrt{3}$. Porovnejte experimentálně zjištěné výsledky T_1/T_3 , T_2/T_3 s číslem $\sqrt{3}$ a vypočtete relativní chybu (odchylku), které jste se při měření dopustili.

7. Dne 12. 2. 2001 přistála na planetce Eros sonda Shoemaker. Planetku tvoří protáhlý balvan s podélným rozměrem asi 35 km. Podle novinových zpráv sonda Shoemaker o hmotnosti 495 kg na planetce Eros "váží pouze 450 gramů".

- a) Určete velikost K intenzity gravitačního pole v místě přistání sondy na planetce Eros.

Zvolme nyní následující modelovou situaci. Planetka bude mít tvar plně homogenní koule hustoty $\rho = 2200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

- b) Určete poloměr r uvedené modelové planetky, na jejímž povrchu je stejná intenzita gravitačního pole jako na Erosu.
- c) Určete velikost kruhové rychlosti v_k bezprostředně při povrchu modelové planetky a porovnejte ji s 1. kosmickou rychlostí tělesa na Zemi.
- d) Určete periodu T pohybu družice obíhající bezprostředně při povrchu modelové planetky a porovnejte ji s periodou oběhu družice Země při 1. kosmické rychlosti.

Úlohy b), c), d) řešte nejprve obecně, kde K z úlohy a) považujte za danou veličinu, potom pro dané číselné hodnoty. Planetka Eros nerotuje.