

Úlohy 1. kola 48. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie C

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

1. Vrh koulí

Vržená koule opustila ruku atleta ve výšce $h_0 = 2,00 \text{ m}$ a za dobu $T = 1,90 \text{ s}$ dopadla ve vodorovné vzdálenosti $L = 20,5 \text{ m}$ od místa, nad kterým byla uvolněna.

- Určete velikost a směr počáteční rychlosti vrhu \mathbf{v}_0 a rychlosti dopadu \mathbf{v}_1 .
- Určete výšku vrhu H .
- Hmotnost koule pro vrh je $m = 7,26 \text{ kg}$. Určete kinetickou energii koule na počátku a na konci vrhu a porovnejte je.

Odpor vzduchu zanedbejte.

2. Sněhulák

Na vodorovné rovině leží tři sněhové koule, z nichž má být postaven sněhulák. Největší koule má poloměr r_1 , prostřední $r_2 = kr_1$ a nejmenší $r_3 = kr_2$. Koule jsou homogenní, hustota sněhu je u všech koulí stejná. Největší koule má hmotnost m_1 .

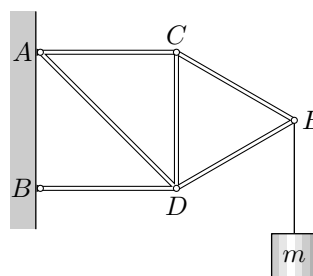
- Určete minimální práci nutnou k postavení sněhuláka.
- Určete výšku těžiště sněhuláka nad vodorovnou rovinou.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnotu $k = 0,75$.

3. Nosná konstrukce

Závaží o hmotnosti m je zavěšeno na stěně pomocí konstrukce tvořené šesti tyčemi zanedbatelné hmotnosti (obr. 1). Tyče jsou vzájemně spojeny a ke stěně připevněny šrouby. Obrazec $ABCD$ je čtverec, obrazec CDE je rovnostranný trojúhelník.

- Určete síly, kterými působí jednotlivé tyče a stěna na šrouby.
- Rozhodněte, které tyče jsou namáhány tahem a které tlakem.



Obr. 1

4. Zvedání tělesa v radiálním gravitačním poli

Určete práci nutnou k přemístění tělesa o hmotnosti $m = 1 \text{ kg}$ v gravitačním poli Země ze zemského povrchu do výšky zemského poloměru nad zemským povrchem. Zemi považujte za kouli o poloměru $R = 6378 \text{ km}$. Gravitační zrychlení při zemském povrchu je $a_{g0} = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Úlohu řešte přibližnými metodami takto:

- Určete horní a dolní hranici práce W_{\max} a W_{\min} za předpokladu, že gravitační pole je homogenní. V prvním případě počítejte s konstantním gravitačním zrychlením a_{g0} při zemském povrchu, v druhém případě s konstantním gravitačním zrychlením $a_g(R)$ ve výšce R nad zemským povrchem.
- Rozdělte výšku $h = R$ nad zemským povrchem na 10 stejných dílů a vypočítejte gravitační zrychlení v dělicích bodech. Určete horní a dolní hranici práce ΔW_{\max} a ΔW_{\min} v každém úseku za předpokladu, že gravitační pole je v celém úseku homogenní. V prvním případě počítejte s konstantním gravitačním zrychlením $a_g(r)$ v nejnižším bodě úseku, v druhém případě s konstantním gravitačním zrychlením $a_g(r)$ v nejvyšším bodě úseku.

Proveďte ještě třetí výpočet práce ΔW v každém úseku za předpokladu že gravitační pole je v celém úseku homogenní a za gravitační zrychlení vezměte aritmetický průměr z hodnot vypočítaných v krajních bodech.

Pro každý způsob výpočtu určete sečtením jednotlivých hodnot celkovou práci na všech deseti úsecích. Součty $W_{\max}(10)$, $W_{\min}(10)$, $\overline{W}(10)$ porovnejte a odhadněte, který se nejvíce přibližuje přesné hodnotě celkové práce.

Výpočty zpracujte užitím EXCELu nebo jiného počítačového programu do tabulky:

r/R	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	
$a_g(r)/\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$												Σ
$\Delta W_{\max}/\text{MJ}$	–											
$\Delta W_{\min}/\text{MJ}$	–											
$\Delta W/\text{MJ}$	–											

- Proveďte výpočet jako v úloze b) s „jemnějším“ rozdělením výšky například na 20, 50, 100 stejných dílů a sledujte, jak se všechny tři získané hodnoty k sobě přibližují.

5. Odpařování

Během 24 hodin se z válcové nádoby o průměru $D = 7,0$ cm při teplotě 30 °C odpařilo tolik vody, že hladina klesla o $5,0$ mm.

- Kolik molekul se odpařilo za 1 sekundu?
- Předpokládejme, že molekuly vody mají tvar krychličky a jsou uspořádány ve vrstvách o tloušťce jedné molekuly. Za jak dlouho se odpaří jedna taková vrstva?

Hustota vody při teplotě 30 °C je 996 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

6. Praktická úloha: Určení výsledné tuhosti dvou pružin spojených paralelně a sériově

Pomůcky: 2 pružiny o různé tuhosti, několik větších závaží s háčky, váhy a sada závaží, stopky, kousek drátu.

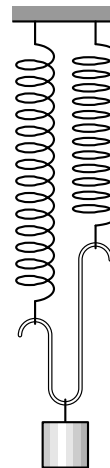
Teorie: Mechanický oscilátor tvořený pružinou o tuhosti k a hmotnosti m_0 , na které je zavěšeno těleso o hmotnosti m , kmitá s periodou

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m + \frac{m_0}{3}}{k}}. \quad (1)$$

Úkoly:

- Na dvě různé pružiny zavěšujte postupně závaží o různé hmotnosti a změřte periody kmitání takto získaných oscilátorů. Užitím vztahu (1) určete experimentálně tuhosti obou pružin.
- S použitím výsledků získaných v úkolu a) určete teoreticky výslednou tuhost obou pružin, jsou-li spojeny: 1) sériově, 2) paralelně.
- Na obě pružiny spojené 1) sériově, 2) paralelně zavěšujte různá závaží a stejným způsobem jako v úkolu a) určete experimentálně výslednou tuhost spojených pružin. Získané hodnoty porovnejte s výsledky výpočtů v úkolu b).

Poznámka k provedení: Na paralelně spojené pružiny zavěšujte závaží pomocí delšího dvojitého háčku, který si zhotovíte z kousku drátu (obr. 2). Tím dosáhnete, že obě pružiny budou deformovány stejně. Jsou-li délky nezatížených pružin různé, připravíme dvojháček nesymetrický. Hmotnost dvojháčku přičtete k hmotnosti závaží.

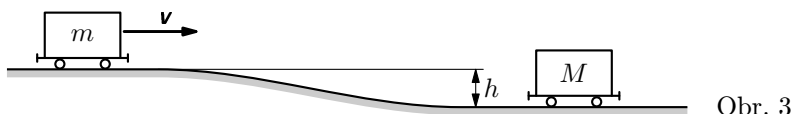


Obr. 2

7. Pružná srážka

Prázdný vagon o hmotnosti m se pohybuje po vodorovných kolejích rychlostí v (obr. 3). V jednom místě klesají koleje dolů a spojitě přecházejí do dalšího vodorovného úseku, který je o výšku h níže než původní. Na tomto úseku narazí do stojícího plného vagonu o hmotnosti M . Srážku považujeme za dokonale pružnou a valivý odpor kol za nedbatelný.

- Určete rychlosti u_1 , u_2 prázdného a plného vagonu po srážce.
- Jakou velikost musí mít počáteční rychlost v prázdného vagonu, aby se po odrazu od plného vagonu vrátil na horní vodorovný úsek trati?



Informace pro řešitele fyzikální olympiády a jejich vyučující fyziky

Časopis ROZHLEDY MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ vychází po dvouleté přestávce a v roce 2006 se objevuje již 81. ročník. Časopis je určen pro zájemce o matematiku, fyziku a informatiku a jeho vydávání bylo obnoveno novou redakční radou. Články jsou zaměřeny zejména na středoškoláky, ale některé z nich mohou oslovit již žáky nejvyšších ročníků základní školy. Mnoho inspirace k práci se žáky, talentovanými na matematiku a přírodní vědy, najdou v časopise Rozhledy matematicko-fyzikální i vyučující výše uvedených školních vyučovacích předmětů. Obnovený časopis vychází od ledna 2005, a to vždy čtyři čísla ročně. 81. ročník bude obsahovat tedy 4x56 stran. Část obsahu je věnována historii matematiky a fyziky a předmětovým soutěžím.

Časopis vydává Jednota českých matematiků a fyziků, a to jak pro Českou, tak i Slovenskou republiku. Distribuci časopisu provádí v zastoupení vydavatele firma MYRIS TRADE, s.r.o., P.O. Box 2, V Štíhlách 131, 142 01 Praha 4. Roční předplatné je 140 Kč. Objednávku lze zaslat na uvedenou adresu, lze též využít elektronické pošty: myris@myris.cz .

Tuto informaci si nenechte jenom pro sebe, ale rozšiřte ji mezi spolužáky na vaší škole. Vyučující prosíme, aby informaci zveřejnili na nástěnce kabinetu fyziky. Časopis bude funkční a úspěšný pouze tehdy, bude-li mít dostatek čtenářů.