

Metoděj Zadání

Třída: E1B

Škola: VSS a VOŠ MO v Moravské Třebové

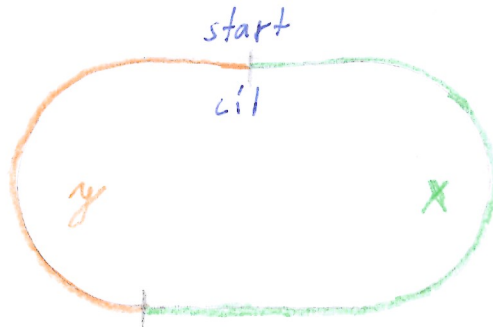
Zaměření: Elektrotechnika Kategorie: D
- ICT specialista

Kuřel fyziky: Ing. Vít Pospíšil

Posudek: 106

Posuzovali:
Švrčina

Zadání:



a) $s = x + y = ?$

b) $\Delta t = |t_J - t_K| = ?$

Kdo dojel do cíle první?

Jenda: $t_0 = 16:48 \text{ min} = 0,28 \text{ h}$

$v_{J1} = 20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

t_J

x

$v_{J2} = 21 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

c)

$t_0 + t_J$

$x + y$

$v_J = ?$

Hamil: $t_0 = 0,28 \text{ h}$

x

$v_{K1} = 25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

t_K

y

$v_{K2} = 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

$t_0 + t_K$

$x + y$

$v_K = ?$

Řešení: a) $y + x = v_{J1} \cdot t_0 + v_{K1} \cdot t_0$

$y + x = (20 \cdot 0,28 + 25 \cdot 0,28) \text{ km} = 12,6 \text{ km} = s \quad \checkmark$

Celková délka obouh je 12,6 km.

b) $\Delta t = |t_J - t_K| = \left| \frac{x}{v_{J2}} - \frac{y}{v_{K2}} \right| = \left| \frac{v_{K1} \cdot t_0}{v_{J2}} - \frac{v_{J1} \cdot t_0}{v_{K2}} \right|$

$\Delta t = \left| \frac{25 \cdot 0,28}{21} - \frac{20 \cdot 0,28}{18} \right| \text{ h} = \left| \frac{1}{3} - \frac{14}{45} \right| \text{ h} = \frac{1}{45} \text{ h} = 1:20 \text{ min} \quad \checkmark$

Protože $t_J = \frac{1}{3} \text{ h} = \frac{15}{45} \text{ h}$ je větší než $t_K = \frac{14}{45} \text{ h}$, musel první do cíle přijet Hamil. \checkmark

$$c) v_J = \frac{x+y}{t_0+t_J}$$

$$v_J = \frac{12,6}{0,28 + \frac{1}{3}} \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \doteq \underline{\underline{20,54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

$$v_K = \frac{x+y}{t_0+t_K}$$

$$v_K = \frac{12,6}{0,28 + \frac{14}{45}} \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \doteq \underline{\underline{21,32 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

celková průměrná rychlost Jendy na okružku byla $20,54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

celková průměrná rychlost Kamila na okružku byla $21,32 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. ✓

Metodický zadání

Žádání: E1B

Škola: VSS a VOŠ MO v Moravské Třebové

Učitel fyziky: Ing. Vít Pospíšil

Úloha č.: 2.

Zaměření: Elektrotechnika
- ICT specialista

Kategorie: D

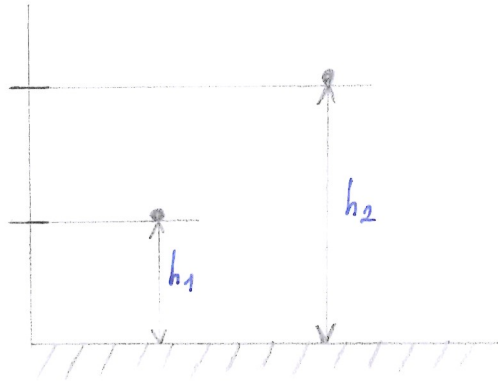
Posudek: 96

Posuzovali: Švrčina

Zadání:

Václav

Nasálie



volyňý pád je rovnoměrně
zrychlený pohyb s
nulovou počáteční rychlostí
a zrychlením $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

a) Nasálie: $h_1 = 16 \text{ m}$
 $t_1 = ?$

Václav: $h_2 = 28,4 \text{ m}$
 $t_2 = ?$

b) $t_0 = t_1 - t_2 = ?$

c) graf závislosti okamžité výšky každého míčku na čase

Řešení: a) $t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 16}{9,81}} \text{ s} \approx 1,81 \text{ s}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 28,4}{9,81}} \text{ s} \approx 2,41 \text{ s}$$

Míček, který volní Nasálie, dopadne na zem za 1,81 s.

Míček, který volní Václav, dopadne na zem za 2,41 s. ✓

Tabulka závislosti výšky míčku na čase

čas [s]	výška míčku Natálie [m]	výška míčku Václava [m]
0,0	16,0	28,4
0,2	15,8	28,2
0,4	15,2	27,6
0,6	14,2	26,6
0,8	12,9	25,3
1,0	11,1	23,5
1,2	8,9	21,3
1,4	6,4	18,8
1,6	3,4	15,8
1,8	0,1	12,5
2,0		8,8
2,2		4,7
2,4		0,1

b) $t_0 = |t_1 - t_2|$

$t_0 = |1,81 - 2,41| \text{ s} = \underline{0,6 \text{ s}}$ ✓

Natálie musí pustit svůj míček o 0,6 s později než Václav, aby oba míčky dopadly na zem ve stejnou chvíli.

c)

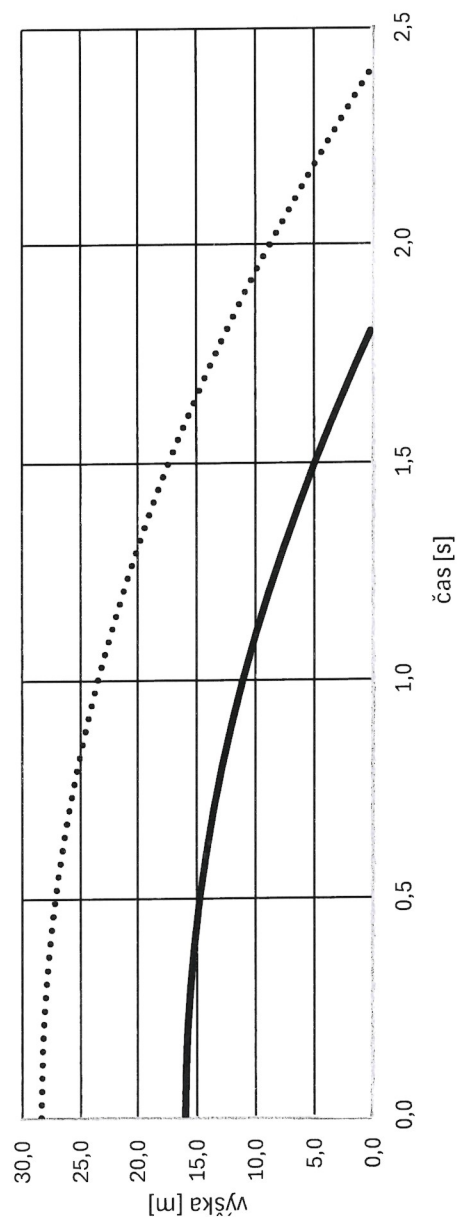
výška míčku Natálie:

$h = h_1 - \frac{1}{2} g t^2$

výška míčku Václava:

$h = h_2 - \frac{1}{2} g t^2$ ✓

Graf závislosti výšky míčku na čase



✓ Natálie 2. hod

Metodický Zadání

Třída: E1B

Škola: VŠŠ a VOŠ MO v Moravské Třeboré

Zaměření: Elektrotechnika
- ICT specialista

Kategorie: D

Učitel fyziky: Ing. Vít Pospíšil

Posudek: 96

Posudek:

Úloha č. 3. list 1/2

Škrtnuta

Zadání:



$$s = 13\,276 \text{ m}$$

$$N = 1\,400 \text{ m}$$

Rěšení: a) rovnoměrný pohyb vlaku po železničním okruhu s
 $v = 200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{500}{9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ $t_0 = ?$

$$t_0 = \frac{s}{v}$$

$$t_0 = \frac{13\,276}{\frac{500}{9}} \text{ s} \approx 239 \text{ s} \quad \checkmark$$

Vlak se stálovou rychlostí v projede celý okruh přibližně za 239 s.

b) 0. klid

1. rovnoměrně zrychlený pohyb vlaku po části okruhu délky s'

$$a = 0,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad t'$$

2. rovnoměrný pohyb vlaku po zbylé části okruhu délky $s - s'$

$$v = \frac{500}{9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad t_1 - t'$$

$$t_1 = ?$$

$$t' = \frac{v}{a} = \frac{\frac{500}{9}}{0,65} \text{ s} \approx 85,5 \text{ s}$$

$$t_1 - t' = \frac{s - s'}{v} = \frac{s - \frac{1}{2} a t'^2}{v}$$

$$t_1 = \frac{s - \frac{1}{2} a t'^2}{v} + t' \quad \checkmark$$

$$\checkmark \text{ dosazením } t' = \frac{v}{a}$$

$$t_1 = \left(\frac{13276 - \frac{1}{2} \cdot 0,65 \cdot 85,5^2}{\frac{500}{9}} + 85,5 \right) \text{ s} \doteq 282 \text{ s} \quad \checkmark$$

Celý okruh vlak projede přibližně za 282 s. Během této doby nejprve z klidu rovnoměrně urychluje a poté, co dosáhne rychlosti v , pokračuje touto rychlostí po zbytku okruhu

c) rovnoměrný pohyb vlaku po kruhovém oblouku s poloměrem r

$$v = \frac{500}{9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\omega = ?$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad \checkmark$$

$$\omega = \frac{\frac{500}{9}}{1400} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \doteq 0,0397 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} = 0,0397 \cdot \frac{180^\circ}{\frac{\pi}{1} \cdot \frac{1}{60} \text{ min}} \doteq 136^\circ \cdot \text{min}^{-1}$$

Vlak se stálou rychlostí v projede kruhový oblouk úhlovou rychlostí přibližně $0,0397 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \doteq 136^\circ \cdot \text{min}^{-1}$ \checkmark

d) rovnoměrný pohyb vlaku po kruhovém oblouku s poloměrem r

$$v = \frac{500}{9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

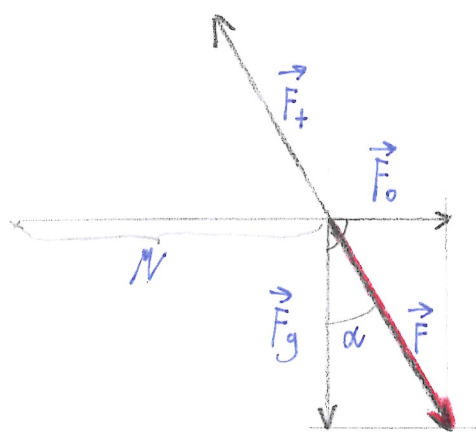
Metoděj Dadaň

Škola: VŠŠ a VOŠ MO v Moravské Třebové

Úloha č.: 3. list 2/2

ve vodorovně soustavně spojené s vlakem působí na cestujícího hmotnosti m síly:

$$\begin{array}{l} F_o = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad \dots \text{odstředivá síla} \\ F_g = m \cdot g \quad \dots \text{lehová síla} \\ F_t = F \quad \dots \text{slahová síla od sedáčky} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} F_o \\ F_g \\ F_t \end{array}} \right\} \vec{F} = \vec{F}_o + \vec{F}_g$$



$$\alpha = ?$$

$$\tan \alpha = \frac{F_o}{F_g} = \frac{m \cdot \frac{v^2}{R}}{m \cdot g} = \frac{v^2}{g \cdot R} \quad \checkmark$$

$$\tan \alpha = \frac{\left(\frac{500}{9}\right)^2}{9,81 \cdot 1400} \doteq 0,225$$

$$\alpha \doteq 12,7^\circ \quad \checkmark$$

Úhlová odchylka výslednice \vec{F} od svislého směru je přibližně $12,7^\circ$.

Metodický Zadání

Účel: E1B

Škola: VŠS a VOŠ MO a Moravské Třebové

Učitel fyziky: Ing. Vít Pospíšil

Úloha č.: 4

Zaměření: Elektrotechnika Kategorie: D
- ICT specialista

Časová hodnota: 10b

Posuzoval:
švecina

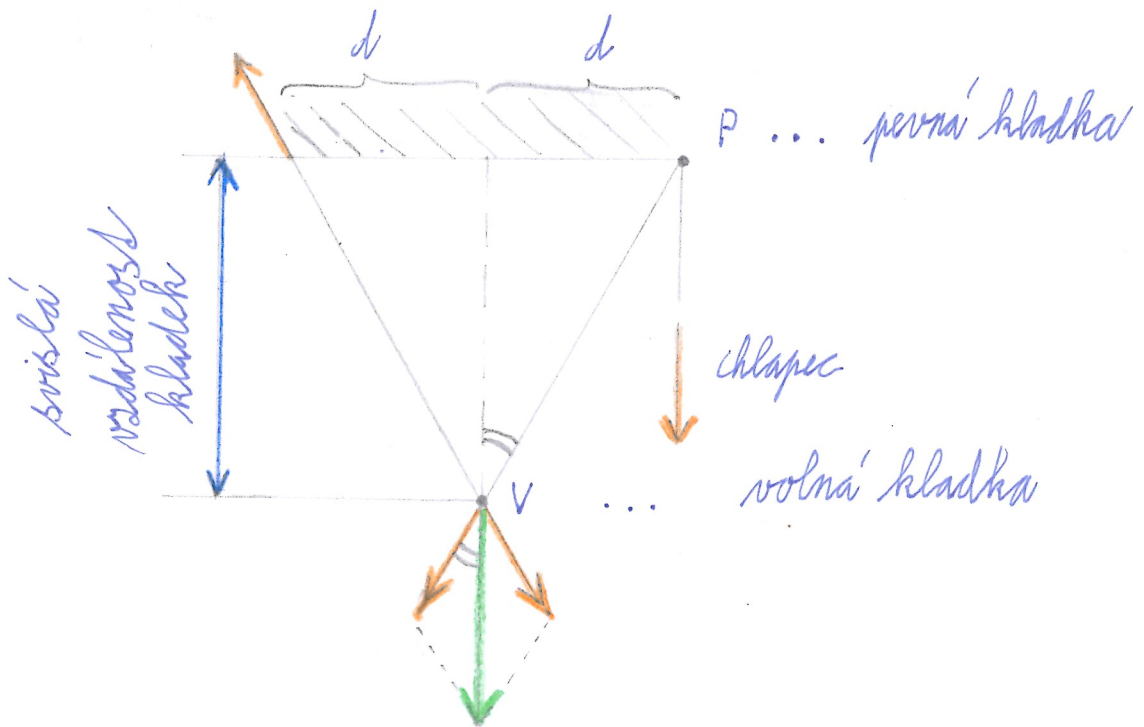
Zadání:

$m = 60 \text{ kg}$ - hmotnost chlapce

$M = 75 \text{ kg}$ - hmotnost břemene (a, b)

$M' = ?$ - hmotnost břemene (c)

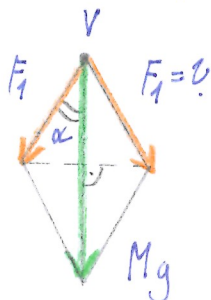
$d = 1,2 \text{ m}$



Řešení:

Tíhová síla působící na břemeno zavěšené na volné kladce se rozkládá do dvou složek, které mají shodnou velikost. Stejně velké jsou i tahové síly, jimiž chlapec a sedl napínají oba konce lana.

a)



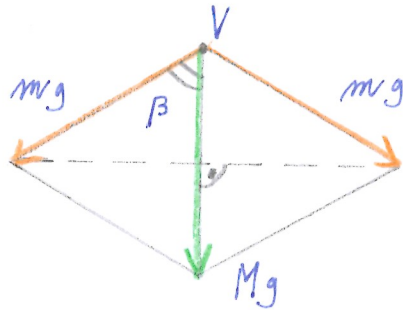
$$h_1 = 5 \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \frac{h_1}{\sqrt{h_1^2 + d^2}} = \frac{Mg}{2F_1}$$

$$F_1 = \frac{Mg \sqrt{h_1^2 + d^2}}{2h_1} = \frac{75 \cdot 9,81 \sqrt{5^2 + 1,2^2}}{2 \cdot 5} \text{ N} = \underline{\underline{378 \text{ N}}} \checkmark$$

V okamžiku uvolnění břemene od podlahy působí chlapec na lano přibližně silou 378 N.

b)



$$\underline{h_2 = ?}$$

$$\cos \beta = \frac{h_2}{\sqrt{h_2^2 + d^2}} = \frac{Mg}{2mg}$$

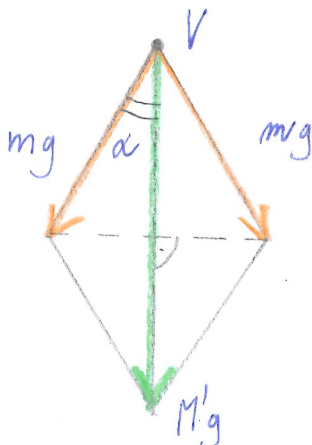
$$h_2^2 \cdot 4m^2 = h_2^2 M^2 + d^2 M^2$$

$$h_2^2 (4m^2 - M^2) = d^2 M^2$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{d^2 M^2}{4m^2 - M^2}} = \sqrt{\frac{1,2^2 \cdot 75^2}{4 \cdot 60^2 - 75^2}} \text{ m} = \underline{\underline{0,96 \text{ m}}} \checkmark$$

V okamžiku, kdy vznikne chlapec viset na lanech, aniž by se dotýkal země, bude svista vzdálenost kladek 0,96 m (přibližně).

c)



$$\underline{h_1 = 5 \text{ m}}$$

$$\cos \alpha = \frac{h_1}{\sqrt{h_1^2 + d^2}} = \frac{M'g}{2mg}$$

$$M' = \frac{h_1 \cdot 2m}{\sqrt{h_1^2 + d^2}} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 60}{\sqrt{5^2 + 1,2^2}} \text{ kg} = \underline{\underline{117 \text{ kg}}} \checkmark$$

Minimální hmotnost břemene, které chlapec už nemůže uvést se země, je přibližně 117 kg.

Metoděj Zadání

Škola: EIB

Škola: VŠ a VOŠ MO v Moravské Třebové

Učitel fyziky: Ing Vit Pospíšil

Úloha č.: 5.

Zaměření: Elektrotechnika Kategorie: D
- IGT specialista

Posudek

96

Posuzovali:
Švrčina

Zadání: $m_0 = 30t = 30\,000\text{ kg}$

$$m_1 = 26t = 26\,000\text{ kg}$$

$$m_2 = 40t = 40\,000\text{ kg}$$

$$v_0 = 2,4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Řešení: a) před srážkou



po srážce



podle zákona zachování hybnosti pro soustavu vagonů platí:

$$m_0 \cdot v_0 = (m_0 + m_1 + m_2) \cdot v$$

$$v = \frac{m_0 \cdot v_0}{m_0 + m_1 + m_2} \quad \checkmark$$

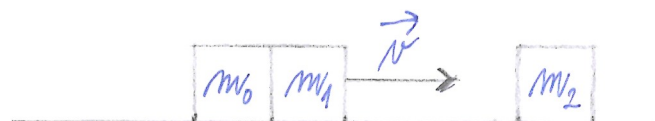
$$v = \frac{30\,000 \cdot 2,4}{30\,000 + 26\,000 + 40\,000} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \quad \checkmark$$

po srážce je rychlost soupravy tří vagonů $0,75\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

b) před 1. srážkou



po 1. srážce



po 2. srážce



podle zákona zachování hybnosti pro soustavu vagonů platí:

$$m_0 \cdot v_0 = (m_0 + m_1) \cdot v = (m_0 + m_1 + m_2) \cdot w$$

$$m_0 \cdot v_0 = (m_0 + m_1 + m_2) \cdot w$$

$$w = \frac{m_0 \cdot v_0}{m_0 + m_1 + m_2} = w \quad \checkmark$$

$$\underline{w = 0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \quad \checkmark$$

V případě postupných srážek sú vagónů bude konečná rychlost soupravy těchto vagónů stejná jako v případě a), tedy $0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

c) rozdíl $\Delta E_k = E_k - E_k' = ?$... úbytek kinetické energie soustavy vagónů po srážkách

podíl $\frac{E_k'}{E_k} = ?$

\Rightarrow vyčíslení části původní kinetické energie soustavy vagónů, která v soustavě po srážkách zůstane

Prolože $w = w \Rightarrow$ rozdíl $\Delta E_k = \frac{1}{2} m_0 \cdot v_0^2 - \frac{1}{2} (m_0 + m_1 + m_2) w^2$
 $\Delta E_k = \left[\frac{1}{2} 30000 \cdot 2,4^2 - \frac{1}{2} (30000 + 26000 + 40000) \cdot 0,75^2 \right] \text{ J}$
 $\Delta E_k = 86400 \text{ J} - 27000 \text{ J} = \underline{59400 \text{ J}}$

bude v případě a) i b) stejný.

Prolože $w = w \Rightarrow$ podíl $\frac{E_k'}{E_k} = \frac{\frac{1}{2} (m_0 + m_1 + m_2) w^2}{\frac{1}{2} m_0 v_0^2} = \checkmark$

$$\frac{E_k'}{E_k} = \frac{27000 \text{ J}}{86400 \text{ J}} = \frac{5}{16} = \underline{31,25\%} \quad \checkmark$$

bude v případě a) i b) stejný.

Matouš Dadák, Metoděj Dadák

Třída: E1B

Zaměření: *Elektrotechnika - ICT specialista* Kategorie D

Škola: VSŠ a VOŠ MO v Moravské Třebové

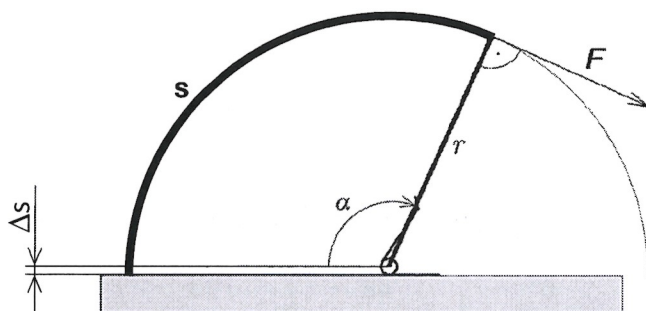
Školní rok: 2025/26

Učitel fyziky: Ing. Vít Pospíšil

Posudek: *Vyborně*Posuzovali: *Šurčina*

Úloha č.: 6 list 1/2

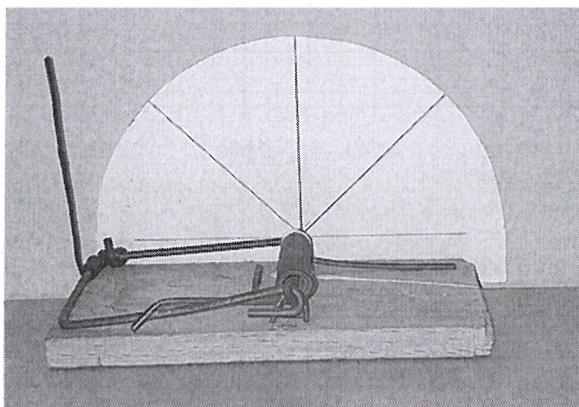
Pastička na myši je pružinový mechanismus (na dřevěné podložce), který je spojen s kovovým rámečkem ve tvaru obdélníku. Působením vnější síly F dochází k otáčení rámečku kolem osy pružiny a následné deformaci pružiny. Vykonaná mechanická práce se „uloží“ do potenciální energie pružnosti, která je v mechanismu připravena k okamžitému uvolnění.



- Úkol:
- 1) Změřte velikost vnější síly F při úhlech otočení α rámečku: 0° , 45° , 90° , 135° , 180° .
 - 2) V programu Excel sestrojte graf závislosti velikosti vnější síly F na dráze měřené po trajektorii s vnější strany rámečku.
 - 3) Pomocí grafu určete práci, kterou musíme vykonat k nastražení pastičky, tj. k uvedení pružiny do napnutého stavu při opsaném úhlu 180° .

Pomůcky: upravená pastička na myši, siloměr s rozsahem 10 N, délkové měřidlo – pravítko, papírová šablona s úhly 0° , 45° , 90° , 135° , 180° (vlastní výroba).

Postup: Postupně jsme napínali pružinu pastičky při různých úhlech α otočení rámečku. Na vnější stranu rámečku jsme působili silou F tak, aby byla vždy kolmá k jeho ploše. K udržení kolmého směru nám pomáhala drátěná „ručička“ připevněná k vnější straně rámečku. Úhel α jsme nastavovali pomocí papírové šablony umístěné za pastičkou.



Na měření jsme museli být dva – jeden z nás pastičku pevně držel a hlídal správný úhel α a směr síly F , zatímco druhý podle pokynů tahal za siloměr a odečítal velikost napínací síly.

Pravítkem jsme změřili boční rozměr rámečku r ... rameno napínací síly F .

Trajektorii s vnější strany rámečku jsme vypočítali podle vzorce:

$$s = \frac{\pi r}{180^\circ} \cdot \alpha + \Delta s$$

α ... úhel otočení rámečku kolem osy pružiny (ve stupních)

Δs ... je malý kousek dráhy, o který se musí vnější strana rámečku zvednout, aby byl rámeček ve vodorovné poloze dle zadání pokusu (Δs odhadujeme 3 mm = 0,003 m) ✓

Přesnější!

Měření: a)

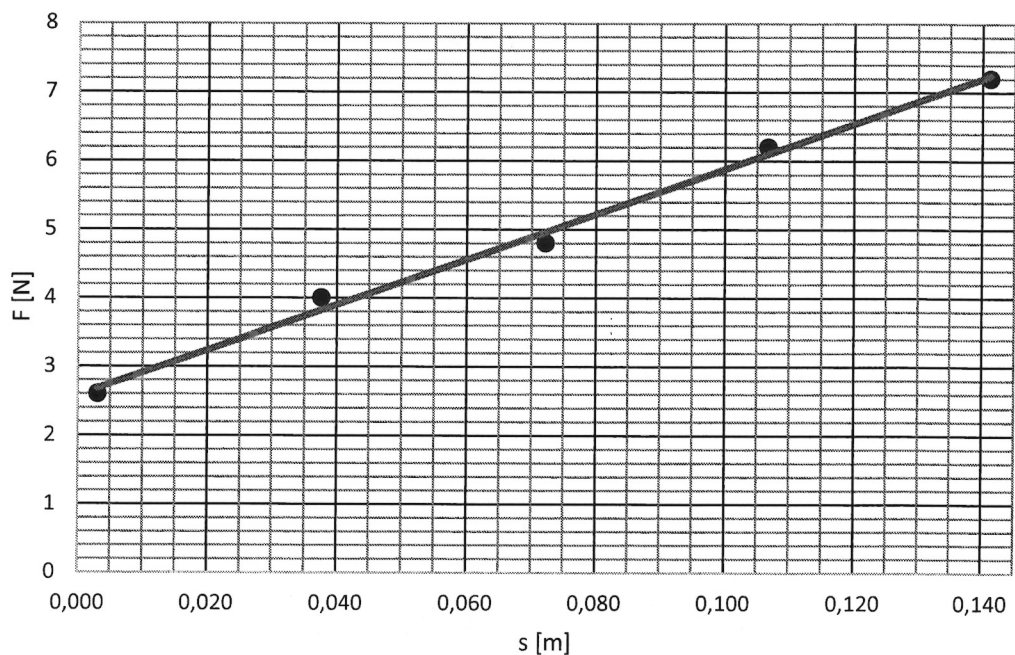
$$r = 44 \text{ mm} = 0,044 \text{ m}$$

Tabulka měření velikosti napínací síly při různých úhlech otočení rámečku kolem osy pružiny

α [°]	0	45	90	135	180
s [m]	0,003	0,038	0,072	0,107	0,141
F [N]	2,6	4,0	4,8	6,2	7,2

b)

Graf závislosti velikosti napínací síly na dráze měřené po trajektorii vnější strany rámečku



spojnice lineárního trendu: $\{F\} = 32,988 \{s\} + 2,68$ (vygenerováno Excelem)

c)

Plocha pod grafem sestavené lineární funkce má tvar lichoběžníku se

$$\text{základnami délky: } 32,988 \cdot 0,003 + 2,68 \doteq 2,779$$

$$32,988 \cdot 0,141 + 2,68 \doteq 7,331$$

$$\text{a výškou: } 0,141 - 0,003 = 0,138$$

Obsah plochy pod grafem této funkce odpovídá v příslušných jednotkách práci W vykonané vnější silou:

$$W \doteq \frac{2,779 + 7,331}{2} \cdot 0,138 \text{ J} \doteq 0,7 \text{ J}$$

Závěr: Celková práce, kterou jsme museli vykonat při nastražení pastičky (tedy při otočení rámečku z jedné do druhé vodorovné polohy) nám vyšla přibližně 0,7 J.

Tuto hodnotu záměrně neuvádíme na více desetinných míst, protože naše měření probíhalo v domácích podmínkách a s jednoduchými pomůckami. Přesnost výsledku mohlo ovlivnit například to, že jsme úhel otočení rámečku i směr napínací síly hlídali jen pohledem. Jako základní odhad toho, jaká energie se v pastičce při napnutí nashromáždí, považujeme náš výsledek za dostatečný.

Pro lepší představu:

Energie 0,7 J je zhruba stejná, jako kdybychom zvedli tabulku čokolády (100 g) do výšky 70 cm. I když se to zdá jako malé množství energie, v mechanismu pastičky se uvolní během zlomku sekundy, což jí dodává onu smrtící sílu úderu, která v jediném okamžiku ukončí život všetečné myšky.

Matouš Dadač

Trída: E1B

Škola: VŠ a VOŠ MO v Moravské Třebové

Učitel fyziky: Ing. Vít Popišil

Moža č.: 7.

List: 1/3

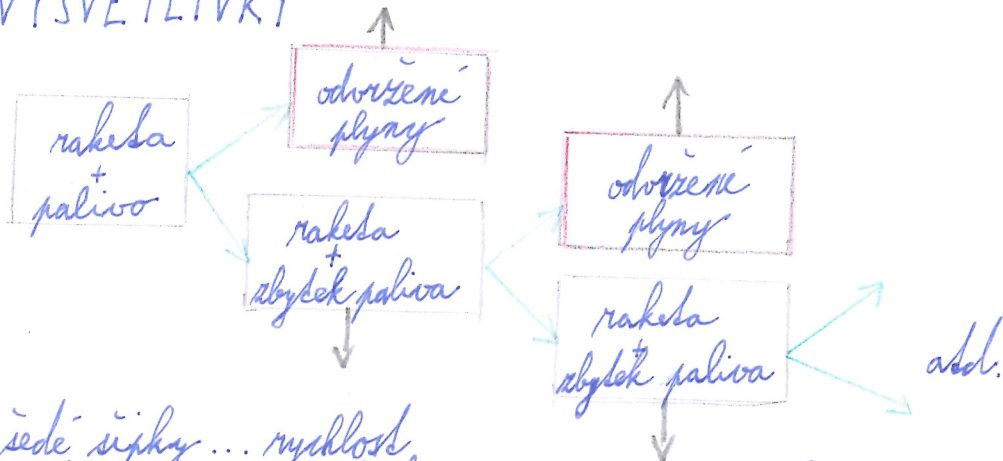
Zaměření: Elektrotechnika Kategorie: D
-ICT specialista

Posudek: 106

Posuzovali: Šimša

Zadání: $w = 3 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$... rychlost odhozených plynů vzhledem k raketě
 m_0 ... hmotnost rakety
 m_0 ... hmotnost paliva (příklady a, ač d,)
 $5m_0$... hmotnost paliva (příklad e,)

VYSVĚTLIVKY

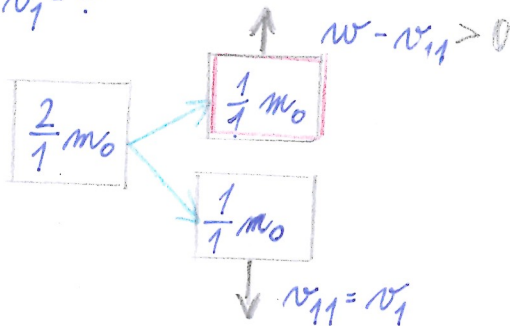


šedé šipky ... rychlost
 modré šipky ... přechod k další fázi odhození plynů

ROVNICE ... zákon zachování hybnosti

Řešení:

$a, v_1 = ?$



$$0 = m_0 v_{11} - m_0 (w - v_{11})$$

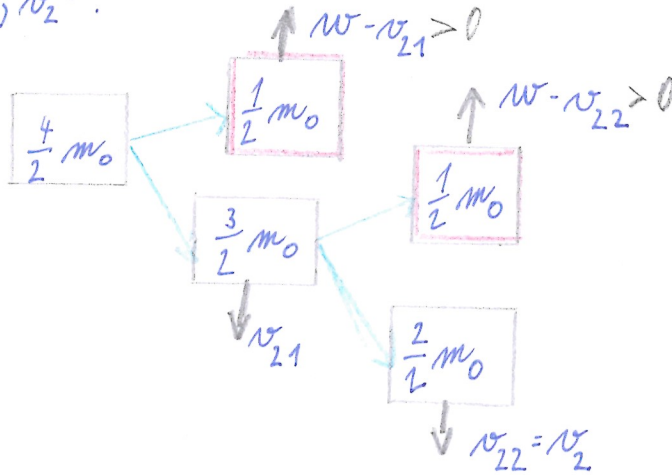
$$0 = v_{11} - w + v_{11}$$

$$v_{11} = \frac{w}{2} = \frac{3 \cdot 10^3}{2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < w$$

Po odhození veškerých plynů najednou bude konečná rychlost

rakety $1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

b) $v_2 = ?$



$$0 = \frac{3}{2} m_0 v_{21} - \frac{1}{2} m_0 (w - v_{21}) \quad \left| \quad \frac{3}{2} m_0 v_{21} = \frac{1}{2} m_0 v_{22} - \frac{1}{2} m_0 (w - v_{22}) \right.$$

$$0 = 3v_{21} - w + v_{21}$$

$$v_{21} = \frac{w}{4} < w$$

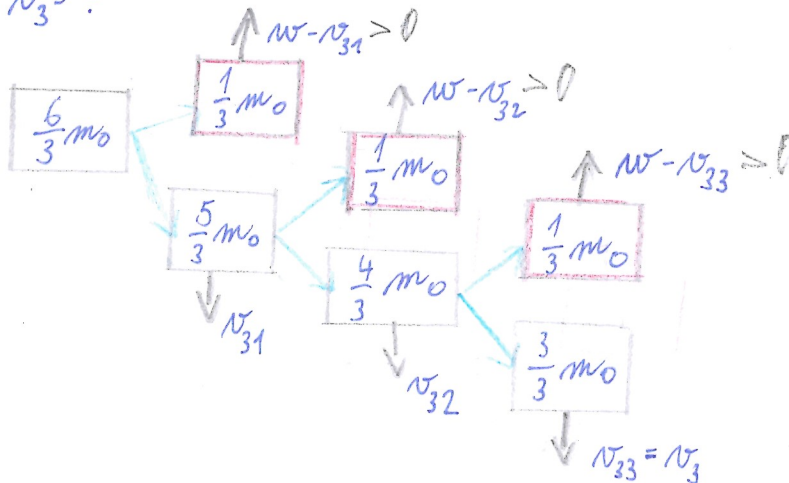
$$3\left(\frac{w}{4}\right) = 2v_{22} - w + v_{22}$$

$$v_{22} = \frac{w}{4} + \frac{w}{3} = \left(\frac{3 \cdot 10^3}{4} + \frac{3 \cdot 10^3}{3}\right) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{22} = 1750 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} < w$$

Po odhození veškerých plynů po dvou stejně velkých dávkách bude konečná rychlost rakety $1750 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

c) $v_3 = ?$



$$0 = \frac{5}{3} m_0 v_{31} - \frac{1}{3} m_0 (w - v_{31})$$

$$0 = 5v_{31} - w + v_{31}$$

$$v_{31} = \frac{w}{6} < w$$

$$\frac{5}{3} m_0 v_{31} = \frac{4}{3} m_0 v_{32} - \frac{1}{3} m_0 (w - v_{32})$$

$$5\left(\frac{w}{6}\right) = 4v_{32} - w + v_{32}$$

$$v_{32} = \frac{w}{6} + \frac{w}{5} < w$$

V

$$\frac{4}{3} m_0 v_{32} = \frac{3}{3} m_0 v_{33} - \frac{1}{3} m_0 (w - v_{33})$$

$$4 \left(\frac{w}{6} + \frac{w}{5} \right) = 3v_{33} - w + v_{33}$$

$$v_{33} = \frac{w}{6} + \frac{w}{5} + \frac{w}{4}$$

$$v_{33} = \left(\frac{3 \cdot 10^3}{6} + \frac{3 \cdot 10^3}{5} + \frac{3 \cdot 10^3}{4} \right) \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = \underline{1850 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}} < w$$

Po odvoznosti vřkerých plymů po třech stejně velkých dávkách bude konečná rychlost rakety $1850 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

d) $v_{10} = ?$, $v_{100} = ?$, $v_{1000} = ?$

ZOBECNĚNÍ a), a) a c): $v_n = \frac{w}{2n} + \frac{w}{2n-1} + \frac{w}{2n-2} + \dots + \frac{w}{2n-(n-1)}$

v_n ... konečná rychlost rakety, jistě se v n fázích postupně odvoznou plyny o hmotnosti m_0/n .

Pro $n=10 \dots v_{10} = 2006,314 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} < w$

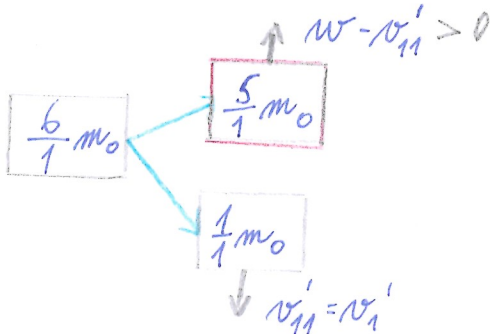
$n=100 \dots v_{100} = 2071,960 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} < w$

$n=1000 \dots v_{1000} = 2078,692 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} < w$

vyřešeno na počítači v Excelu.



e)



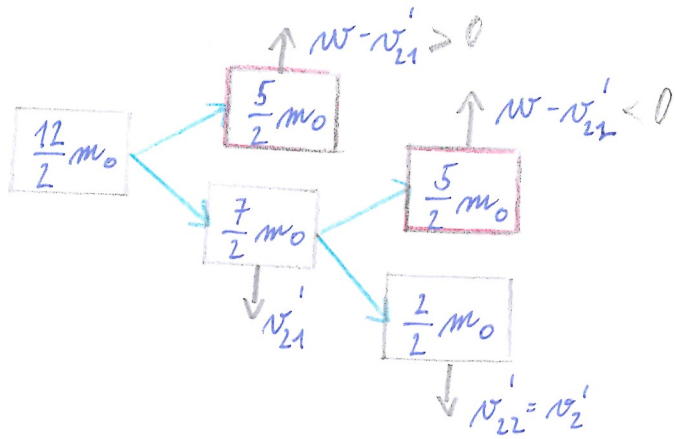
$$0 = \frac{1}{7} m_0 v'_{11} - \frac{5}{7} m_0 (w - v'_{11})$$

$$0 = v'_{11} - 5w + 5v'_{11}$$

$$v'_{11} = \frac{5w}{6} < w$$



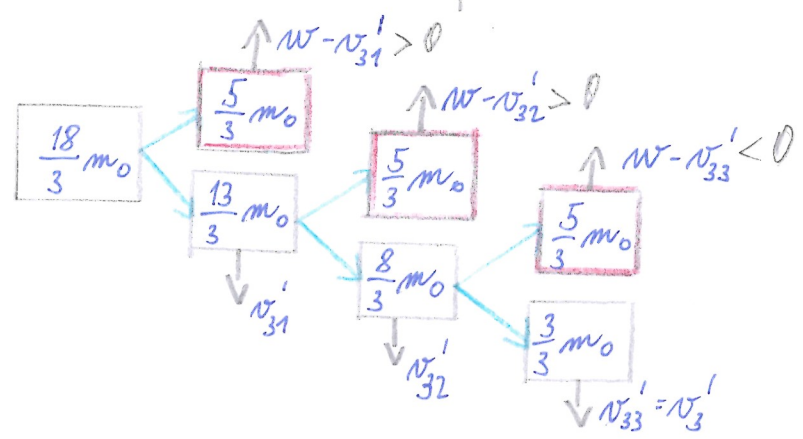
$v'_n \dots$ konečná rychlost misky, jedná se o n fází postupně odtrhovanou plynnou hmotností $5m_0/n$



$$0 = \frac{7}{2} m_0 v'_{21} - \frac{5}{2} m_0 (w - v'_{21}) \quad \left| \quad \frac{7}{2} m_0 v'_{21} = \frac{5}{2} m_0 (w - v'_{21}) \right.$$

$$0 = 7v'_{21} - 5w + 5v'_{21} \quad \left| \quad 7\left(\frac{5w}{12}\right) = 5w - 5v'_{21} \right.$$

$$v'_{21} = \frac{5w}{12} < w \quad \left| \quad v'_{22} = \frac{5w}{12} + \frac{5w}{7} > w \right.$$



$$0 = \frac{13}{3} m_0 v'_{31} - \frac{5}{3} m_0 (w - v'_{31}) \quad \left| \quad \frac{13}{3} m_0 v'_{31} = \frac{5}{3} m_0 (w - v'_{31}) \right.$$

$$0 = 13v'_{31} - 5w + 5v'_{31} \quad \left| \quad 13\left(\frac{5w}{18}\right) = 5w - 5v'_{31} \right.$$

$$v'_{31} = \frac{5w}{18} < w \quad \left| \quad v'_{32} = \frac{5w}{18} + \frac{5w}{13} < w \right.$$

$$\frac{8}{3} m_0 v'_{32} = \frac{5}{3} m_0 (w - v'_{32})$$

$$8\left(\frac{5w}{18} + \frac{5w}{13}\right) = 5w - 5v'_{32}$$

$$v'_{32} = \frac{5w}{18} + \frac{5w}{13} + \frac{5w}{8} > w$$

ZOBECNĚNÍ:
$$v'_n = \frac{5w}{6n} + \frac{5w}{6n-5} + \frac{5w}{6n-10} + \dots + \frac{5w}{6n-5(n-1)}$$

Pro $n=10 \dots v'_{10} = 4809,632 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > w$
 $n=100 \dots v'_{100} = 5313,386 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > w$
 $n=1000 \dots v'_{1000} = 5369,034 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > w$

} vyřešeno na počítači
} Excel.



Fyzikální model a oba vztažné soustavy:

Výpočty provádím ve vztažné soustavě s bodem T, což je těžiště soustavy raketa-palivo v čase před vypouštěním plynů.

Protože na systém v beztlakovém prostoru nepůsobí vnější síly, existující bod T v klidu a dříve mi jako vztažný bod pro určení všech rychlostí. S rychlostí odhrovaných plynů jsem tedy musel počítat vzhledem k tomuto bodu T. Jelikož výsledková rychlost plynů w ($w > 0$) je zadána vzhledem k raketě, výsledný pohyb plynů závisí na rychlosti rakety v^* po odhrovení dávky plynů. Vzhledem k bodu T poleti plynů buď na opačnou stranu než raketa ($v^* < w$), nebo stejným směrem jako raketa ($v^* > w$), nebo se dokonce v prostoru zastaví ($v^* = w$).

V obrázcích jsem se pokusil modelovat situace před a po vypuštění paliva. Vyznačil jsem vždy předpokládaný směr a velikost rychlosti. Pokud by se měl směr pohybu vypuštěných plynů v některé z fází odhrovaní plynů obrátit, matematicky by mi u popisu dané úpravy vyšla záporná hodnota.

Při sestavování rovnice rakona zachování hybnosti jsem nepracoval s vektory ani se souřadnicemi rychlosti, ale jen s velikostmi rychlosti, což vyžadovalo důsledné hledání znamének podle zvolených směrů v mém modelu.

Prostor výsledků:

- V úkolech a, ač d, se směr pohybu odhrovaných plynů vůči bodu T nikdy neobrátí, protože raketa ani po vyhoření paliva nepřekročí rychlost w .

• V úhlu α , se ale směr odvrhování plynů může změnit. Pokud jsou plyny odvrhovány po částech, raketa nakonec dosáhne větší rychlosti než w . V tu chvíli už se odvržené plyny nebudou pohybovat (vzhledem k T) vpřed za raketou.

• Také jsem si všiml, že když bude palivo odvrhováno ve více fázích, může raketa dosáhnout větší konečné rychlosti. ✓