

**31. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА
СРЕДЊИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (22. март 2025)**

II РАЗРЕД

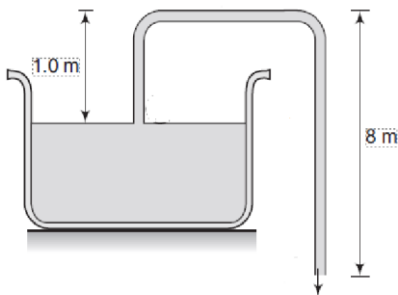
1. а) Колика је запремина V ваздуха на температури $t = 200\text{ }^\circ\text{C}$ и притиску $p = 0,5\text{ МПа}$ ако иста количина ваздуха има запремину $V_1 = 1\text{ L}$ на температури $t_1 = 40\text{ }^\circ\text{C}$ и под притиском $p_1 = 0,2\text{ МПа}$?

б) Колика је запремина исте количине ваздуха на температури $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ и под стандардним притиском (101325 Pa)? Колика је маса ове количине ваздуха, ако је густина ваздуха $\rho_v = 1,29\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$?

2. Калориметарски суд чији је топлотни капацитет $125\text{ J/}^\circ\text{C}$ садржи 50 g леда. У почетку температура система је $0\text{ }^\circ\text{C}$. Затим се у калориметар уведе 12 g водене паре температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ под нормалним притиском. Одредити крајњу температуру t_s у калориметру. Специфична топлота топљења леда је 335 kJ/kg , а специфична топлота кондензовања водене паре $2,25\text{ MJ/kg}$. Специфични топлотни капацитет воде износи $4186\text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$.

3. U-цијев на слици 1 делује као водени сифон. Савијени дио цијеве налази се 1 m изнад површине воде. Излаз цијеве је 7 m испод површине воде. Вода истиче са дна сифона као слободан млаз под атмосферским притиском. Одредити брзину слободног млаза и статички притисак воде у хоризонталном дијелу цијеве.

Дато је: атмосферски притисак $p_0 = 1,01 \cdot 10^5\text{ Pa}$, убрзање земљине теже $g = 9,8\text{ m/s}^2$, густина воде $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$.



Слика 1

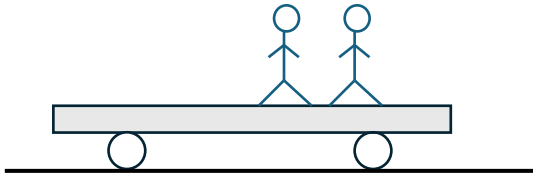
4. Колица масе M мирују на глаткој хоризонталној површини, као што је приказано на слици 2. Два дјечака, сваки масе m , стоје на колицима. Они скачу са колица (надесно) релативном брзином v_r (у односу на брзину колица одмах након скока):

- (а) истовремено
- (б) један за другим

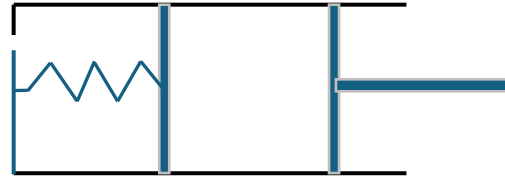
Одредити брзину колица у оба случаја.

5. Цилиндрични суд приказан на слици 3 има два клипа. Лијеви клип додирује на опругу која је причвршћена за зид суда. Зид има рупу као на слици 3. Запремина ваздуха између клипова је 2000 cm^3 , а његов притисак је у почетку једнак спољашњем атмосферском притиску од 10^5 N/m^2 . Десни клип се полако помијера ка унутра, одржавајући сталну температуру, све док његова унутрашња површина не достигне позицију на којој је у почетку била унутрашња површина лијевог клипа. Колика ће бити коначна запремина

ваздуха између клипова? Прејсек цилиндра је 100 cm^2 , а сила од 10 N компримује опругу за 1 cm .



Слика 2



Слика 3

Задатке припремио: *Милко Бабић*
Рецензент: *Проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад*

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА I РАЗРЕД

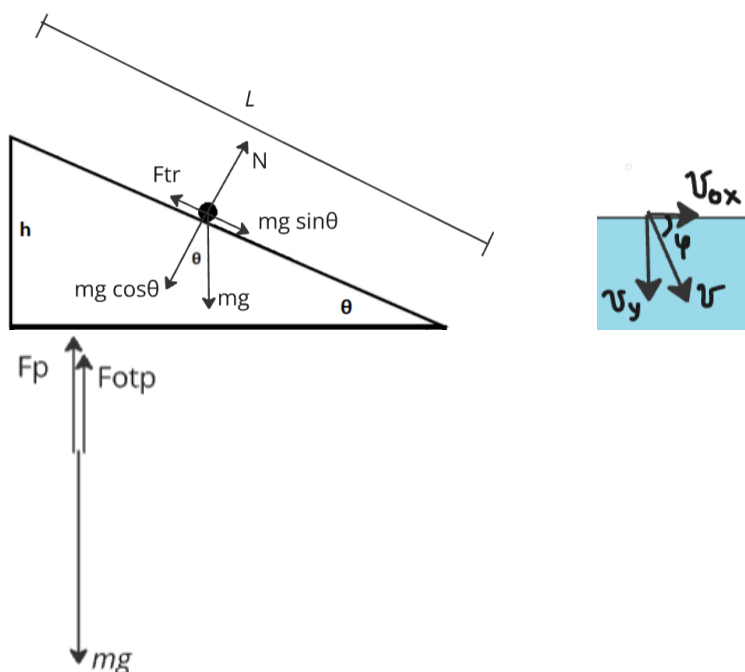
1. а) Слика 1: Примјењујемо други Њутнов закон на тијело које се креће по стрмој равни.

За силе нормалне на стрму раван важи: $N = mg \cos \theta$,

док за силе паралелне стрмој равни важи: $ma = mg \sin \theta - \mu N$.

Из ове двије једначине се добија убрзање тијела низ стрму раван: $a = g (\sin \theta - \mu \cos \theta)$.

Пошто је почетна брзина једнака нули, брзина на дну стрме равни се налази из: $v_0^2 = 2al$, гдје је $l = \frac{h}{\sin \theta}$, те слиједи: $v_0 = \sqrt{(\sin \theta - \mu \cos \theta) \frac{2gh}{\sin \theta}} = 4,16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Слика 1. Силе на стрмој равни; Слика 2. Брзина при удару у воду; Слика 3. Силе при кретању кроз воду сталном брзином

б) Слика 2: Угао φ који брзина заклапа са хоризонталном површином воде при удару у воду се може одредити из компоненти брзине при удару: $\tan \varphi = \frac{v_y}{v_{0x}}$.

Вертикална компонента брзине се може израчунати из $v_y^2 = v_{0y}^2 + 2gH$, гдје је $v_{0y} = v_0 \sin \theta$, а хоризонтална компонента брзине је дата са: $v_{0x} = v_0 \cos \theta$.

Слиједи да је: $\tan \varphi = \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \theta + 2gH}}{v_0 \cos \theta} = 2,1373$, одакле је тражени угао:

$\varphi = 64,92^\circ \approx 65^\circ$.

в) Слика 3: Када каменчић достигне максималну брзину, важи равнотежа гравитационе силе са силама отпора и потиска: $mg = F_{отп} + F_p$.

Овдје је сила потиска $F_p = \rho_v g V$, гдје се за запремину каменчића може узети запремина сфере $V = \frac{4}{3} r^3 \pi$.

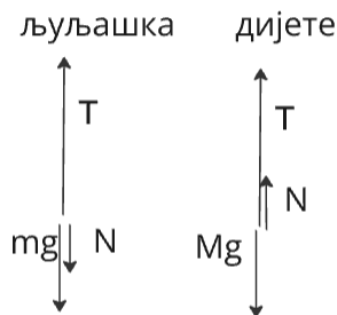
Уврштавањем у једначину добијамо: $mg = kv + \rho_v g \frac{4}{3} r^3 \pi$.

Одавде добијамо израз за максималну брзину каменчића:

$$v = \frac{g}{k} \left(m - \frac{4}{3} \pi \rho_v r^3 \right) = 0,1425 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 14 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

2. а) Слика 4: Једначина кретања љуљашке: $ma = T - N - mg$.

Једначина кретања дијете: $Ma = T + N - Mg$.



Слика 4. Дијаграми сила за љуљашку и дијете

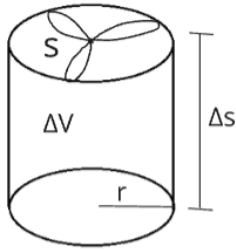
Одузимањем ових једначина налази се реакција љуљашке која дјелује на дијете:

$$N = \frac{1}{2} (M - m)(a + g) = 154,65 \text{ N}.$$

б) Једначине када је кретање константном брзином: $T' = N' + mg$ и $T' + N' = Mg$.

Сабирањем ових једначина добија се сила затезања ужета: $T' = \frac{g}{2} (m + M) = 343,35 \text{ N}$.

3. Сила којом елисе гурају ваздух надоле може се израчунати из другог Њутновог закона у облику: $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = v \frac{\Delta m}{\Delta t}$. Маса која за вријеме Δt прође кроз површину коју пребришу елисе се може изразити преко одговарајуће запремине ΔV ваздуха која се премјести кроз површину елиса и густине ваздуха: $F = v \rho \frac{\Delta V}{\Delta t}$. Затим, запремина се може изразити преко површине коју елисе пребришу и пређеног пута ваздуха за дато вријеме Δt , а то је запремина цилиндра (слика 5) $\Delta V = S \Delta s = r^2 \pi \Delta s$. Тиме добијамо коначну формулу за силу: $F = v \rho r^2 \pi \frac{\Delta s}{\Delta t} = v \rho r^2 \pi v = v^2 \rho r^2 \pi$. Ово је сила којом ваздух такође потискује хеликоптер нагоре и одржава га у лету.



Слика 5. Запремина ваздуха који у одређеном временском интервалу прође кроз површину коју пребришу елисе.

Пошто хеликоптер лебди, изведена сила реакције ваздуха нагоре F и гравитациона сила Mg надоле су у равнотежи: $Mg = v^2 \rho r^2 \pi$. Одавде добијамо израз за тражену брзину:

$$v = \sqrt{\frac{Mg}{\rho r^2 \pi}} = 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

б) Пошто је брзина ваздуха који се гура надоле три пута већа, из изведене формуле за силу реакције ваздуха видимо да ће она бити 9 пута већа: $F' = 9F$. Сила реакције ваздуха нагоре ће бити већа од гравитационе силе, те хеликоптер убрзава нагоре. Важи једначина кретања: $Ma = F' - Mg = 9F - Mg = 9Mg - Mg = 8Mg$. Тиме добијамо убрзање: $a = 8g$. Из кинематичке једначине, с обзиром да је почетна брзина хеликоптера нула, добијамо вријеме пењања хеликоптера на задату висину $h = 20 \text{ m}$:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{8g}} = 0,714 \text{ s}.$$

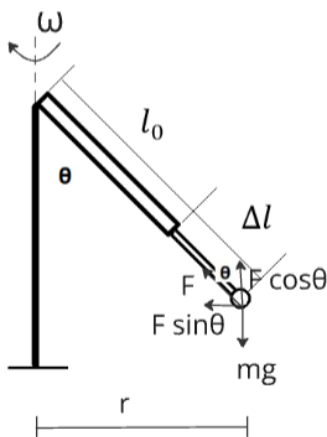
Брзина коју има на тој висини: $v = 8gt = 56,035 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

4. а) Слика 6: Компоненте силе еластичности су:

$$F_x = F \sin \theta, F_y = F \cos \theta, \text{ гдје је } F = k \cdot \Delta l.$$

Силе у хоризонталном правцу: $F_x = F_{cp}$.

Силе у вертикалном правцу: $F_y = mg$.



Слика 6. Силе које дјелују на куглицу

Уврштавањем једначина за компоненте силе еластичности и центрипеталну силу $F_{cp} = m\omega^2 r$ у претходне двије једначине добија се: $k \Delta l \sin \theta = m\omega^2 r$ и $k \Delta l \cos \theta = mg$.

Дијелењем ових једначина добија се израз: $\tan \theta = \frac{\omega^2 r}{g}$.

Овдје је полупречник кружне путање куглице: $r = (l_0 + \Delta l) \sin \theta$.

Угаона брзина је дата са: $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{N2\pi}{t}$, одакле се може одредити број обртаја N за вријеме од 10 s. Слиједи израз: $N = \frac{t}{2\pi} \sqrt{\frac{g \tan \theta}{(l_0 + \Delta l) \sin \theta}} = \frac{t}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{(l_0 + \Delta l) \cos \theta}} = 15,29$ обртаја.

б) Константа опруге се може одредити из једне од једначина за силе, на примјер, из једначине за вертикални правац: $k = \frac{mg}{\Delta l \cos \theta} = 138,73 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

5. Показивање ваге m_v одређује силу нормалне реакције подлоге на десном крају клупе и она износи: $N = m_v g$. Узмимо лијеви крај клупе као ослонац O .

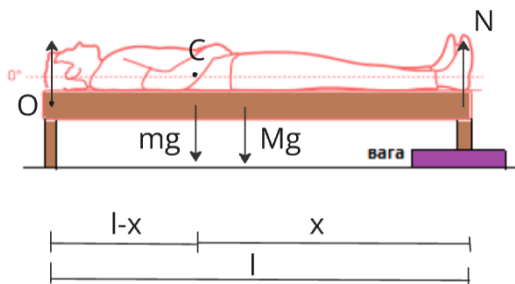
Момент тежине човјека дјелује у центру његове масе C и дат је са: $M_1 = mg(l - x)$.

Момент тежине клупе дјелује на средини клупе и дат је са: $M_2 = Mg \frac{l}{2}$.

Момент нормалне реакције подлоге која дјелује на десни крај: $M_2 = Nl$.

Услов равнотеже момената силе око лијевог краја O клупе (слика 7):

$$Nl = mg(l - x) + Mg \frac{l}{2}.$$



Слика 7. Силе које дјелују на клупу и одговарајућа растојања

Одавде се добија израз за тражено растојање: $x = \frac{l(m - m_v + \frac{M}{2})}{m} = l(1 - \frac{m_v}{m} + \frac{M}{2m}) = 1,07 \text{ m}$