

**19. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (10. март 2012)
II РАЗРЕД**

1. У затвореном суду са вентилом, запремине $V = 20 \text{ dm}^3$ налази се неки идеалан гас густине $\rho = 1,5 \text{ kg/m}^3$, при притиску $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$. Отварањем суда, при константној температури из њега изађе извјесна маса гаса Δm , при чему притисак у суду опадне за $\Delta p = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Колико износи Δm ?

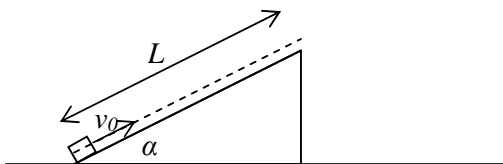
2. У хоризонталном затвореном цилиндру се налази танак покретни клип који клизи без трења. Дужина суда је $L = 40 \text{ cm}$, а пресјек $S = 20 \text{ cm}^2$. Клип масе $M = 2 \text{ kg}$ је у почетном стању на средини суда, а са обе стране је гас под притиском $p_0 = 5 \text{ kPa}$. Цилиндар је потом подвргнут хоризонталној сили која му саопштава константно убрзање $a = 5 \text{ m/s}^2$. Узимајући у обзир да се температура гаса не мијења, одредити нови положај клипа.

3. Стрма равна нагибног угла $\alpha = 30^\circ$ и дужине $L = 30 \text{ m}$, постављена је на хоризонтално тло (слика). Уз стрму равна бачено је тијело занемарљивих димензија почетном брзином $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Пошто пређе цјелокупну дужину стрме равни тијело настави да се креће кроз

ваздух док не падне на земљу. Коефицијент трења међу тијелом и подлогом износи $\mu = \frac{\sqrt{3}}{15}$

док се трење са ваздухом занемарује. Одредити брзину тијела при паду на Земљу.

($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)



4. Полупречник планете Јупитера износи $R = 71000 \text{ km}$. Његов најудаљенији мјесец изврши пуно кружење око планете за $T = 16,69$ дана. Растојање од центра Мјесеца до површине Јупитера износи $d = 27R$. Наћи гравитационо убрзање g_j на површини Јупитера.

5. Стијену облика коцке потребно је помјерати по хоризонталној равни вучењем или превртањем преко једне ивице. Одредити однос радова који се уложе при овим помјерањима ако је тежина коцке 1000 N , а коефицијент трења међу стијеном и подлогом $\mu = 0,4$.

Израчунати рад уложен за помјерање ове коцке на даљину $s = 5 \text{ m}$:

а) при вучењу, б) при превртању.

Задатке припремили: Богдан Мијатовић и Милко Бабић
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

Прије отварања славине важи једначина стања $pV = \frac{m}{M}RT$. (1) Након отварања славине

важи веза $(p - \Delta p)V = \frac{m_1}{M}RT$. (2) Одузимањем једначина (1) и (2) и узимајући у обзир да је

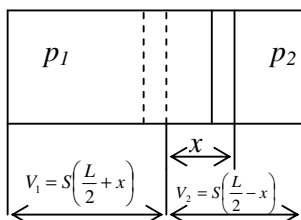
$$\Delta m = m - m_1, \text{ добија се } \Delta m = \frac{MV\Delta p}{RT}. \quad (3)$$

Користећи $m = \rho V$ и његовим уврштавањем у (1) добија се $M = \rho \frac{RT}{p_0}$ (4). Уврштавање (4) у

$$(3) \text{ даје } \Delta m = \frac{\rho V \Delta p}{p_0}, \quad \Delta m = 15g.$$

2.

Дејством силе на цилиндар клип се помјери у смјеру супротном од смјера силе сабијајући гас до притиска p_2 , док се са супротне стране гас разриједи до притиска p_1 .



Сила која дјелује на клип $F = Ma$ (1) увећава

притисак у десном дијелу суда за $\Delta p = \frac{F}{S}$, (2)

$\Delta p = p_2 - p_1$. (3) Узимајући у обзир (2) и (3)

једначина (1) постаје $Ma = (p_2 - p_1)S$. (4) Како

је процес изотермски важи $p_0V_0 = p_1V_1$,

$$p_0V_0 = p_2V_2, \text{ гдје је } V_0 = \frac{SL}{2}.$$

$$\text{Одатле } p_1 = \frac{p_0V_0}{V_1}, \quad (5) \quad p_2 = \frac{p_0V_0}{V_2}. \quad (6)$$

Користећи изразе за V_1 и V_2 (слика), изрази (5) и (6) постају $p_1 = \frac{p_0V_0}{S\left(\frac{L}{2} + x\right)}$ (7) и

$$p_2 = \frac{p_0V_0}{S\left(\frac{L}{2} - x\right)}. \quad (8) \quad \text{Уврштавањем (7) и (8) у једначину (4) након сређивања добија се}$$

$$\text{квадратна једначина } x^2 + \frac{p_0SL}{Ma}x - \frac{L^2}{4} = 0 \quad \text{или } x^2 + 0,4x - 0,04 = 0.$$

Позитивно рјешење ове једначине је $x = 0,0828m = 8,3cm$. (Негативно рјешење $x = -48cm$ нема физички смисао јер је дужина цилиндра $40cm$.)

3.

Успорење тијела на стрмој равни износи $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$, $a = 5,89m/s^2$.

Брзина тијела у тачки C износи $v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2aL}$, $v_1 = 6,83m/s$. Тијело у моменту напуштања стрме равни има вертикалну компоненту брзине

$v_y = v_1 \sin \alpha = 3,41m/s$ и хоризонталну компоненту $v_x = v_1 \cos \alpha = 5,91m/s$ и у односу на

висину стрме равни $h_1 = L \sin \alpha = 15m$, достиже висину $h_2 = \frac{v_y^2}{2g} = 0,59m$.

У моменту удара у Земљу тијело у хоризонталном правцу има брзину v_x , а у вертикалном правцу брзину $v_{y1} = \sqrt{2g(h_1 + h_2)} = 17,49m/s$.

За брзину тијела при паду на Земљу добија се $v = \sqrt{v_x^2 + v_{y1}^2}$, $v_1 = 18,46 m/s$.

4.

Центрипетална сила за кретање сателита је гравитациона сила којом Јупитер дјелује на

мјесец: $\frac{mv^2}{R+d} = \gamma \frac{mM}{(R+d)^2}$, (1) гдје је m маса мјесеца а M маса Јупитера. За неко тијело масе

m_1 ма површини Јупитера важи $m_1 g_j = \gamma \frac{m_1 M}{R^2}$, одакле је $\gamma M = g_j R^2$. Уврштавањем овог

израза у (1) добија се $g_j = \frac{(R+d)v^2}{R^2}$. (2)

Пошто је периферна брзина $v = \frac{2r\pi}{T} = \frac{2(R+d)\pi}{T}$, њено уврштавање у (2) даје

$$g_j = \frac{4\pi^2(R+d)^3}{T^2 R^2}, \quad g_j = 29,6 m/s^2.$$

5.

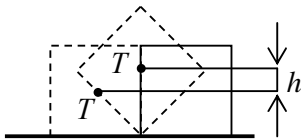
Ако се стијена вуче по подлози врши се рад против силе трења међу стијеном и подлогом. Рад који се том приликом изврши да би се стијена помјерила за растојање a (дужину ивице коцке) износи $A_1 = F_t a = \mu Q a$, где је Q - тежина коцке.

При превртању коцке преко једне њене ивице трење може да се занемари, док се рад врши за подизање тежишта стијене тј. за повећање њене потенцијалне енергије. Тежиште T коцке, се при једном превртању (слика) мора подићи у вертикалном правцу за

$h = \frac{d}{2} - \frac{a}{2} = \frac{a}{2}(\sqrt{2} - 1)$, гдје је d мала дијагонала коцке (дијагонала странице), па се том

приликом изврши рад $A_2 = Qh = \frac{Qa}{2}(\sqrt{2} - 1)$. Однос радова A_1 и A_2 је

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\mu Q a}{\frac{Qa}{2}(\sqrt{2} - 1)} = \frac{2\mu}{\sqrt{2} - 1}, \quad \frac{A_1}{A_2} = 1,93$$



Радови A_1 и A_2 се односе на помјерање стијене за исто растојање (у овом случају за растојање a). Међутим, као што се из горње једначине види, однос тих радова не зависи од растојања помјерања уколико су она у оба случаја једнака. Другим ријечима тај однос је исти и код помјерања стијене за $s = 5m$. Ако се помјерање на том путу врши вучењем $A_1 = \mu Q s = 2000J$,

а превртањем $A_2 = \frac{A_1}{1,95} = 1036J$.