ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.

II
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког развоја
Републике Србије
ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО
14.02.2015.

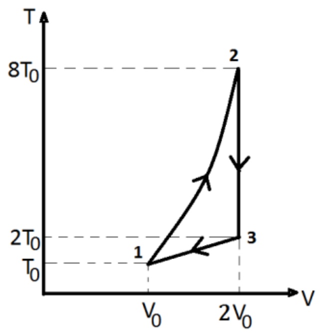
1. Камен је бачен, под углом од $30°$ у односу на хоризонталу, брзином $v_0 = 60\,\mathrm{m/s}$. Одредити брзину и нормално убрзање камена после $t = 5\,\mathrm{s}$ од почетка кретања. Отпор ваздуха занемарити.

2. У суду се налази $n = 2$ мола идеалног двоатомског гаса на температури $T_1 = 150\,\mathrm{K}$. Гас се прво изобарски шири, при чему му се запремина повећа три пута, а затим се изохорски хлади до температуре $T_3 = 200\,\mathrm{K}$. Одредити рад који се изврши при изобарском ширењу, као и промену унутрашње енергије при изохорском хлађењу.

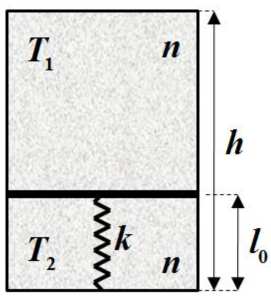
3. На слици 1 је приказан затворен циклус 1-2-3-1. Радно тело је идеалан једноатомски гас. У процесу 1-2 важи $V \propto \sqrt{T}$. Одредити коефицијент корисног дејства овог циклуса и приказати циклус у p-V дијаграму.

4. У суду висине h налази се клип који је са доњим крајем суда спојен еластичном опругом коефицијента еластичности k. У оба дела суда налази се по n молова идеалног гаса. У стању равнотеже опруга је недеформисана и клип се налази на висини $l_0 = h/3$. Температуре у горњем и доњем делу суда су редом T_1 и T_2 (слика 2). Када се маса клипа повећа, тада се успоставља ново равнотежно стање. Клип се тада спусти на висину $l = h/6$, температура у горњем делу се смањи три пута, док се температура у доњем делу суда повећа два пута. Одредити за колико се повећа маса клипа.

5. Један мол идеалног двоатомског гаса је адијабатски сабијен тако да се запремина гаса смањила пет пута. Одредити рад који изврши гас у овом процесу ако је на почетку сабијања температура гаса износила $t_1 = 27°\mathrm{C}$.



Слика 1



Слика 2

Константе: $g = 9.81\,\mathrm{m/s^2}$, $R = 8.31\,\mathrm{J/mol\,K}$.

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремили: Нора Тркља, Физички факултет, Београд и Петар Бокан, Институт за физику, Београд

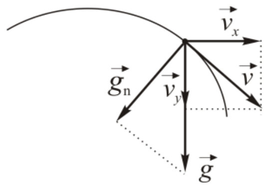
Рецензент: Владимир Чубровић, Физички факултет, Београд

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2014/2015. ГОДИНЕ.

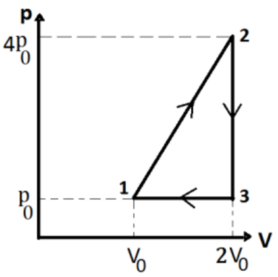
II **РАЗРЕД**	**Друштво физичара Србије** **Министарство просвете, науке и технолошког развоја** **Републике Србије** **РЕШЕЊА**	**ОПШТИНСКИ НИВО** 14.02.2015.



1. Компоненте почетне брзине су: $v_{0x}=\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ **[2п]**, $v_{0y}=\frac{1}{2}v_0$ **[2п]**. Промене брзине $v_x=v_{0x}=\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ **[2п]**, $v_y=v_{0y}-gt=\frac{1}{2}v_0-gt$ **[2п]**.

$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=\sqrt{\frac{3}{4}v_0^2+\left(\frac{1}{2}v_0-gt\right)^2}=\sqrt{v_0^2-v_0gt+g^2t^2}\approx 55.3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ **[4п+1п]**. Из сличности троуглова следи: $g_n : g = v_x : v$ **[2п]**, $a_n=g_n=v_xg/v\approx 9.2\,\text{m/s}^2$ **[4п+1п]**.

2. Извршени рад при изобарском ширењу је $A=p_1(V_2-V_1)=p_1(3V_1-V_1)=2p_1V_1=2nRT_1$ **[6п]** $A=4986\text{ J}\approx 5\text{ kJ}$ **[1п]**. Из једначина стања следи $p_1V_1=nRT_1$ **[1п]**, $p_2V_2=3p_1V_1=nRT_2$ **[1п]**, па је $T_2=3T_1$ **[3п]**. Промена унутрашње енергије при изохорском хлађењу је $\Delta U=nC_v(T_3-T_2)$ **[2п]**, $C_v=5R/2$ **[1п]**, $\Delta U=5nR(T_3-3T_1)/2$ **[4п]**, $\Delta U\approx -10400\text{ J}=-10.4\text{ kJ}$ **[1п]**.



3. Са графика: $T_1=T_0$, $T_2=8T_0$, $T_3=2T_0$ $V_1=V_0$, $V_2=V_3=2V_0$. Из једначина стања $p_0V_0=nRT_0$, $p_22V_0=nR8T_0$, $p_32V_0=nR2T_0$, па је $p_2=4p_0$, $p_3=p_1=p_0$ **[2п]**. У процесу 1-2: $V\propto\sqrt{T}$, тј. $V^2\propto T=\frac{pV}{nR}$, па је $p\propto V$ **[2п]**. *p-V* дијаграм **[2п]**. Гас прима топлоту у процесу 1-2, а отпушта у процесима 2-3 и 3-1, па је $A=Q_{12}+Q_{23}+Q_{31}$ **[1п]**. $A=\frac{3p_0V_0}{2}=\frac{3nRT_0}{2}$ **[3п]**,

$Q_{23}=nC_v(T_3-T_2)=-\frac{3nR}{2}\cdot 6T_0=-9nRT_0$ **[3п]**, $Q_{31}=nC_p(T_1-T_3)=-\frac{5nR}{2}T_0$ **[3п]**.

Коефицијент корисног дејства је $\eta=\frac{A}{A-Q_{23}-Q_{31}}=\frac{3}{26}\approx 0.115=11.5\%$ **[3п+1п]**.

4. Из услова задатка је : $T_{g1}=T_1$, $T_{g2}=T_1/3$, $T_{d1}=T_2$, $T_{d2}=2T_2$, $V_{g2}=5V_{g1}/4$, $V_{d2}=V_{d1}/2$ **[3п]**. Из једначине стања идеалног гаса добија се $p_{g2}=4p_{g1}/15$ **[2п]** и $p_{d2}=4p_{d1}$ **[2п]**. Једначине које описују прво и друго равнотежно стање клипа су редом : $p_{g1}S+m_1g=p_{d1}S$ **[2п]** и $p_{g2}S+m_2g=p_{d2}S+k(l_0-l)$ **[2п]**. Одузимањем друге једначине од прве добијамо $(m_2-m_1)g=\frac{11p_{g1}S}{15}+3p_{d1}S+\frac{kh}{6}$ **[4п]**. Након сређивања, претходна једначина добија облик $(m_2-m_1)g=\frac{11nRT_1}{10h}+\frac{9nRT_2}{h}+\frac{kh}{6}$ **[4п]**, тако да се маса клипа повећала за

$\Delta m=\frac{1}{g}\cdot\left[\frac{nR}{h}\cdot\left(\frac{11T_1}{10}+9T_2\right)+\frac{kh}{6}\right]$ **[1п]**.

5. За адијабатски процес важи $A=-\Delta U=-nC_V\;\; T_2-T_1$ **[5п]**. Из једначине адијабатског процеса

$T_1V_1^{\gamma-1}=T_2V_2^{\gamma-1}$ **[3п]**, где је $\gamma=\frac{C_p}{C_v}=\frac{\frac{7}{2}}{\frac{5}{2}}=1.4$ **[2п]**, добијамо да је $T_2=T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}\approx 571\text{ K}$ **[4+1п]**, тј.

$A=\frac{5}{2}nR\;\; T_1-T_2\;\;\approx -5630\text{ J}$ **[4+1п]**.