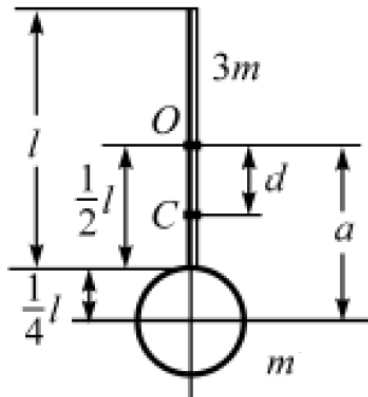


**«ДАРЫН» РЕСПУБЛИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ ОРТАЛЫҒЫ**  
**Физикадан Президенттік олимпиаданың бірінші (өңірлік) кезеңіндегі тапсырмалар**  
**ШЕШІМДЕРІ- 2024**  
**11 сынып, 25 ұпай**

**Есеп\_1. [5,0 ұпай]**

Физикалық маятниктің тербеліс периоды



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

Жүйенің инерция моментін анықтайық. Маятниктің инерция моменті  $I_1$  стерженнің және  $I_2$  шардың инерция моменттерінің қосындысы ретінде анықталады:

$$I = I_1 + I_2 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Стерженнің массалар центрі арқылы өтетін және оған перпендикуляр болатын оське қатысты стерженнің инерция моменті

$$I_1 = \frac{1}{12} 3ml^2 = \frac{ml^2}{4} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Шардың инерция моменті Штейнер теоремасы арқылы келесі түрде анықталады

$$I_2 = I_0 + ma^2 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

мұндағы  $I_2$  – ерікті оське қатысты инерция моменті;  $I_0$  – берілген оське параллель болатын, шардың массалар центрі арқылы өтетін оське қатысты инерция моменті;  $a$  – көрсетілген осьтер арасындағы қашықтық.

$$I_2 = \frac{2}{5} mR^2 + m\left(\frac{3}{4}l\right)^2 = \frac{2}{5} m\left(\frac{l}{4}\right)^2 + m\left(\frac{3}{4}l\right)^2 = \frac{47ml^2}{80} \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

Онда

$$I = \frac{67ml^2}{80} \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

Тербеліс осінен маятниктің массалар центрінен дейінгі арақашықтық  $d$

$$d = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} = \frac{3m \cdot 0 + m \cdot \frac{3}{4}l}{3m + m} = \frac{3}{16}l \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

Жоғарыда табылған шамаларды және еркін түсу үдеуінің мәнін  $10 \text{ м/с}^2$  деп ескере отырып, маятник периодын анықтаймыз

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{67ml^2}{80}}{4mg \frac{3}{16}l}} \approx 3 \text{ с} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

**Нұсқау:** Сандық мән үшін ұпай алынып тасталмауы қажет.

## Есеп\_2. [5,0 ұпай]

Өткізгіш арқылы ток өткен кезде бөлінетін жылу мөлшері Джоуль-Ленц заңымен анықталады

$$Q_1 = IUt \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

Қыздырған кезде ауа алатын жылу мөлшері

$$Q_2 = cm(T_2 - T_1) \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

Қыздырғыштың ПӘК-і

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Жоғарыдағы теңдіктерден уақытты келесі түрде өрнектейміз:

$$t = \frac{cm(T_2 - T_1)}{\eta I U} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Ыдыс жабық болғандықтан, оның көлемі өзгермейді. Яғни, ауаны қыздыру процесін изохоралық процес деп есептеуге болады. Онда

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

$T_2$ -ні осы жоғары теңдіктен өрнектеп, және  $m = \rho V$  екенін ескеріп, уақыт үшін келесі теңдікті аламыз

$$t = \frac{c\rho VT_1 \left( \frac{p_2}{p_1} - 1 \right)}{\eta I U} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Сандық мәні

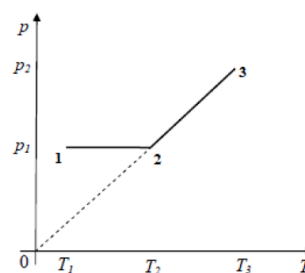
$$t = 3150 \text{ c} = 3,15 \cdot 10^3 \text{ c} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

## Есеп\_3. [7,0 ұпай]

Газ алдымен изобаралық (1-2), одан кейін изохоралық (2-3) түрде қыздырылды.

Екі процесте газ алған жылу мөлшерін изобаралық процестегі ( $Q_p$ ) және изохоралық процестегі ( $Q_V$ ) жылу мөлшерлерінің қосындысы ретінде анықтауға болады

$$Q = Q_p + Q_V$$



[0,5 ұпай]

Мұндағы

$$Q_p = \Delta U_1 + A \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

$$Q_V = \Delta U_2 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Ішкі энергияның өзгерісі

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Бірінші процестегі ішкі энергияның өзгерісі

$$\Delta U_1 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

екінші процестегі

$$\Delta U_2 = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Изобаралық процестегі жұмыс

$$A = p(V_2 - V_1) \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

$T_2$  және  $T_3$  температураларны анықтау үшін идеал газ үшін күй зтеңдеулерін жазамыз. Бастапқы күй үшін

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Изобаралық қыздырудан кейін

$$p_1 V_2 = \nu R T_2 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Изохоралық қыздырудан соң

$$p_2 V_2 = \nu R T_3 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Макропараметрлер үшін келесі қатынастарды аламыз

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_3}{T_2} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

$p_2 = 2p_1$ ,  $V_2 = 2V_1$  екенін ескеріп,  $T_2$  және  $T_3$  келесі түрде анықталады

$$T_2 = 2T_1 \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

$$T_3 = 2T_2 = 4T_1 \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

Жылу мөлшері

$$Q = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) + p(V_2 - V_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{17}{2} \nu R T_1 \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Сандық мәні

$$Q = 7063,5 \text{ Дж} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

**Нұсқау:** Қатысушылар жылу мөлшерін 1 моль немесе 2 моль газ үшін есептеуі мүмкін, екі жағдайда да сандық жауапты дұрыс деп қабылдап, ұпай шегерілмеуі тиіс.

**Есеп\_4. [4,0 ұпай]**

Үстел тегіс болғандықта, диссипативті күштер әсер етпейді, сондықтан да энергияның сақталу заңын қолдануға болады. Бұл заңды серіппенің максималды сығылыу және максималды созылу жағдайлары үшін жазамыз.

$$W_1 = \frac{Kx_1^2}{2} + \frac{kq^2}{L} \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

$$W_2 = \frac{Kx_2^2}{2} + \frac{kq^2}{4L} \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

$$x_1 = 2L - L = L, x_2 = 4L - 2L = 2L \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Энергияның сақталу заңына сәйкес энергияларды теңестіресміз

$$\frac{KL^2}{2} + \frac{kq^2}{L} = \frac{K4L^2}{2} + \frac{kq^2}{4L} \quad [1,0 \text{ ұпай}]$$

Онда іздестіріліп отырылған серіппенің қатаңдығының мәні келесі түрде анықталады

$$K = \frac{kq^2}{2L^3} = 90 \text{ Н/м} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

### Есеп\_5. [4,0 ұпай]

Жұқа линза формуласын қолданамыз:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Есеп шартында берілген екі жағдай үшін келесі қатынастарды жазамыз

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f_1} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

және

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{OB} + \frac{1}{f_2} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

мұндағы  $F$  – фокустық арақашықтық.

Екі жағдайда линзаның үлкейтуі

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{OA} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{OB} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

Үшінші жағдайда дененің орналасу нүктесі

$$d = \frac{OA + OB}{2} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Бұл жағдайдағы линзаның үлкейтуі

$$\Gamma = \frac{2f}{OA + OB} \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$

Келесі теңдеулер жүйесін аламыз

$$\begin{cases} OA = \frac{F}{\Gamma_1} (1 + \Gamma_1), \\ OB = \frac{F}{\Gamma_2} (1 + \Gamma_2) \end{cases} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

$$f = \frac{\Gamma}{2} (OA + OB) \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Іздестіріліп отырылған шама

$$\Gamma = \frac{2\Gamma_1\Gamma_2}{\Gamma_1 + \Gamma_2} \quad [0,5 \text{ ұпай}]$$

Бұл шаманың сандық мәні

$$\Gamma = \frac{2 \cdot 2 \cdot 3}{2 + 3} = 2,4 \quad [0,25 \text{ ұпай}]$$