

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
41	14.07.25	Александров	Сидор
Шифр			041175

1/2/3/4/5/Σ
12/10/13/4/2/41

Задача 1

1) $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ - зависимость перемещения от времени при равноускоренном движении.

v_0 - начальная скорость, a - ускорение

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ - мгновенная скорость

2) 1. a, t 2. $S_1 = v_1 t + \frac{a t^2}{2}$ - перемещение от начала движения с ускорением a
 $v_1 = 0$ - начальная скорость

$S_1 = \frac{a t^2}{2}$. В точке 2 за время t космонавт приобретет скорость $v_2 = at$.

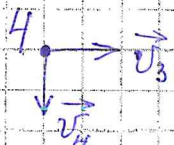
После поворота ракета движется в перпендикулярном направлении с отрицательным ускорением $-a \cos 60^\circ = -\frac{1}{2}a$, в перпендикулярном направлении смещается с ускорением $a \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}a$

$$S_2 = v_2 t - \frac{1}{2} a t^2 = at \cdot t - \frac{a t^2}{4} = \frac{3}{4} a t^2$$

$$S_3 = \frac{\sqrt{3} a t^2}{4}$$

Определяем перемещение S от первоначальной точки

$$S = \sqrt{(S_1 + S_2)^2 + S_3^2} = \sqrt{\left(\frac{a t^2}{2} + \frac{3}{4} a t^2\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3} a t^2}{4}\right)^2} = \frac{a t^2}{4} \sqrt{28}$$



К этому моменту космонавт имеет скорости

$$v_3 = at - a \cos 60^\circ t = 0,5at$$

$$v_4 = a \cos 30^\circ t = \frac{\sqrt{3}}{2}at$$

Общая скорость в этой точке $v = \sqrt{v_3^2 + v_4^2} = \sqrt{(0,5at)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}at\right)^2} = at$

т.к. он должен двигаться в начальную точку, то $\vec{v}$ будет противоположно направлена!

$$S = -vt + \frac{At^2}{2}, \quad A = \frac{2(S+vt)}{t^2} = \frac{2\left(\frac{a t^2}{4} \sqrt{28} + at^3\right)}{t^2} = \frac{a \sqrt{28}}{2} + 2a$$

Задача 2

1) Согласно I закону Ньютона тело будет в равновесии, если векторная сумма сил, действующих на него, будет равна нулю: $\sum \vec{F} = 0$

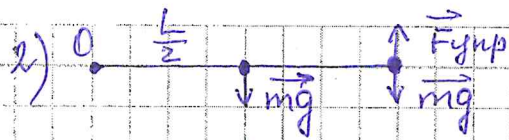
При наличии оси вращения тело будет находиться в равновесии, если сумма моментов сил относительно произвольной точки будет равна нулю:

$$\sum \vec{M} = 0$$

$M = F \cdot l$ - момент силы

l - плечо силы, расстояние от точки опоры до линии действия силы

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			



относительно точки O,
 $mg \frac{L}{2} + mgL - F_{упр}L = 0$
 $F_{упр} = k\Delta x$ - закон Гука

$$1,5mg = k\Delta x$$

$$\Delta x = \frac{1,5mg}{k} - \text{удлинение пружины}$$

Стержень легкий и может свободно вращаться. После обрыва представим его в виде физического маятника с длиной $L = 0,5L + 0,25L$, здесь находится центр масс.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} - \text{период колебаний.}$$

максимальную скорость маятника найдём из закона сохранения энергии:

$$mgM = \frac{mv^2}{2}, \text{ где } M = 0,75L$$

$$v_{\max} = \sqrt{2g \cdot 0,75L} = \sqrt{15L}$$

При механических колебаниях максимальная скорость и максимальное ускорение связаны соотношением:

$$a_{\max} = \omega v_{\max}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{0,75L}}$$

Угловая скорость всех точек стержня одинакова, определим скорости v_1 - среднего груза и v_2 - крайнего груза:

$$\omega = \frac{v_{\max}}{0,75L} = \frac{v_1}{0,5L} = \frac{v_2}{L}$$

$$v_1 = \frac{\sqrt{15L} \cdot 0,5L}{0,75L} = \frac{2}{3}\sqrt{15L}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{15L} \cdot L}{0,75L} = \frac{4}{3}\sqrt{15L}$$

ускорения a_1 и a_2 :

$$a_1 = \omega v_1 = \sqrt{\frac{g}{0,75L}} \cdot \frac{2}{3}\sqrt{15L} = \frac{20\sqrt{2}}{3}$$

$$a_2 = \sqrt{\frac{g}{0,75L}} \cdot \frac{4}{3}\sqrt{15L} = \frac{40\sqrt{2}}{3}$$

Задача 3

1) Удельной теплоемкостью газа c называется количество теплоты, которое необходимо передать 1кг газа для увеличения его температуры на 1К.
 Молярной теплоемкостью газа называется теплоемкость одного моля:

$$C_M = cM, \quad M - \text{молярная масса газа}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
		Шифр	

- 2) $P_1 = 10^5 \text{ Па}$
 $V_1 = 1 \text{ м}^3$
 $V_2 = 2 \text{ м}^3$
 $PV^2 = \text{const}$
- Изменение внутренней энергии идеального
двухатомного газа:
- $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$, ν - количество вещества
 R - газовая постоянная
- Температуру T выразим из закона Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \nu RT \quad T = \frac{PV}{\nu R}$$

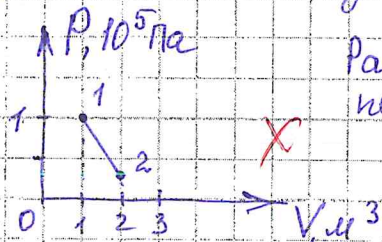
Т.к. состояние газа изменяется по закону $P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2$, то

$$P_2 = \frac{P_1 V_1^2}{V_2^2} = \frac{10^5 \cdot 1^2}{2^2} = 0,25 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Находим ΔU :

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{P_2 V_2}{\nu R} - \frac{P_1 V_1}{\nu R} \right) = \frac{5}{2} (0,25 \cdot 10^5 \cdot 2 - 10^5 \cdot 1) = -125 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

- 3) Работа газа определяется по формуле: $A = p \Delta V$. Но в процессе изменяются и давление и объем. Применяем графический метод:



Работа газа численно равна площади фигуры под графиком процесса: - Трапеция -

$$A = \frac{1 \cdot 10^5 + 0,25 \cdot 10^5}{2} \cdot 1 = 0,625 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

Количество теплоты: $\Delta Q = \Delta U + A = -125 \cdot 10^5 + 0,625 \cdot 10^5 = -124,375 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

Количество теплоты: $Q = c m \Delta T$

Изменение внутренней энергии: $\Delta U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$

Работа газа: $A = P \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$

$$c m \Delta T = \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T + \frac{m}{M} R \Delta T, \text{ отсюда } c = \frac{5}{2} \frac{R}{M} + \frac{R}{M}$$

$$\text{или для одного моля: } c_m = \frac{5}{2} R + R = \frac{5}{2} \cdot 8,31 + 8,31 = 29 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

- 4) КПД теплового двигателя $\eta = \frac{P_n}{P_0}$, P_n - полезная мощность
 P_0 - мощность при сгорании топлива

По графику: при $T = 20^\circ \text{C}$ $P_0 = 1400 \text{ Вт}$

знаем полезная мощность $P_n = 0,2 \cdot 1400 = 280 \text{ Вт}$

$$P_n = 0,2 \cdot 1400 = 280 \text{ Вт}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

при $T = 60^\circ\text{C}$ $\eta = 0$, а $P = 42(60 - 20) = 1680 \text{ Вт}$ -
мощность передачи тепла в
окружающую среду. Но это
4 больше, чем мощность, вос-
св. дейшая при сгорании
топлива (!)

при $T = 40^\circ\text{C}$ $\eta = 0,1$ $P = 42(40 - 20) = 840 \text{ Вт}$
 $P_n = 140 \text{ Вт}$

Задача 5

1) $Q = I^2 R t$ - закон Джоуля-Ленца - расчет количества
2 теплоты, выделяющегося в проводнике при
прохождении по нему тока силой I за
время t

2) т.к. $U_o = \frac{1}{3} U$, а $R \sim L$, то диод откроется при
 $L = \frac{1}{3} L_o$

3) полная мощность, выделяемая в цепи

$P_o = \frac{U^2}{R}$
мощность падающая в момент открытия диода

$$P = IU = \frac{\frac{2}{3}U}{\frac{2}{3}R} U \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \frac{U^2}{R}$$

$$\eta = \frac{1}{3} \approx 33,3\%$$