



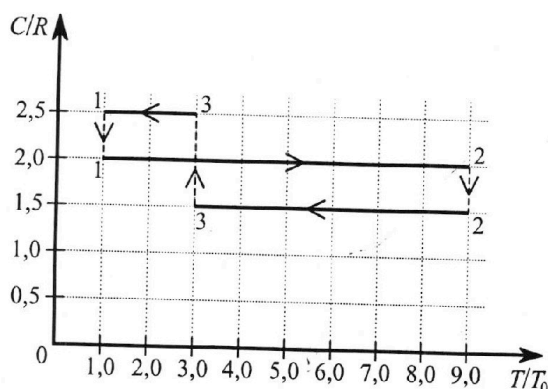
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

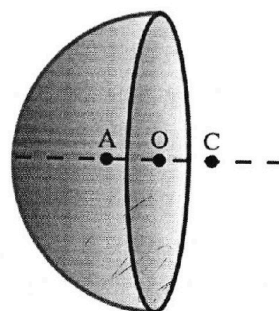


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



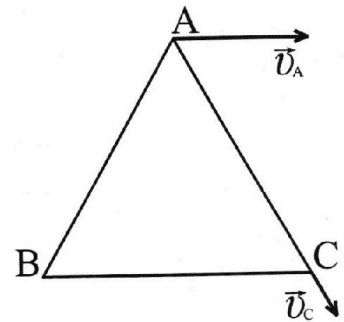
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

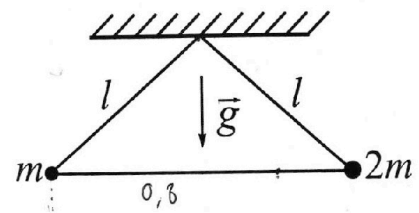
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

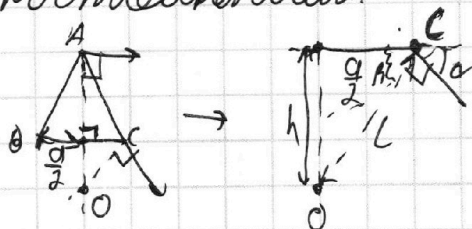
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

(сила тяжести и силы пренебрежимо малы и компенсируются силой реакции опоры), но ускорение шара - это центростремительное ускорение т.в. $a = a_{\theta}$

Из геометрии. соотношений найдем мом. ц. в.р. O в начальный мом. вр. Т.к. на шар пластину не действуют внешние силы, этот ц. в.р. будет постоянным.



$$\beta = 90^\circ - 90^\circ - \alpha = 30^\circ$$

$$l = \frac{a}{2 \cdot \cos \beta} = \frac{0}{\sqrt{3}} = \frac{0}{\sqrt{3}} = \frac{0 \cdot \sqrt{3}}{3} = 0,1\sqrt{3} \text{ м}$$

$$h = L \sin \beta = \frac{3a}{\sqrt{3}} \cdot 0,5 = 0,05\sqrt{3} \text{ м}$$

В силу симметрии $OB = OC = L = 0,1\sqrt{3} \text{ м}$. Тогда $a_{\theta} = \omega_{\theta}^2 \cdot L$.

~~поэтому~~ $\omega_{\theta} = \omega_c = \frac{v_c}{L} = \frac{0,3}{0,1\sqrt{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ (рад/с)}$

Итого: $a = a_{\theta} = \omega_{\theta}^2 \cdot L = (\sqrt{3})^2 \cdot 0,1\sqrt{3} = 0,3\sqrt{3} \text{ (м/с}^2\text{)}$

Ответ: значит, $R = ma = \frac{60}{1000} \cdot 0,3\sqrt{3} = \frac{18\sqrt{3}}{1000} = \frac{9\sqrt{3}}{500} \text{ (Н)}$

Ответ: $R = \frac{9\sqrt{3}}{500} \text{ Н}$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

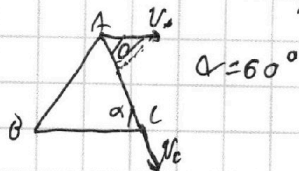
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

- №1.
1) Так как пластинка жесткая, можно сказать, что $AC = \alpha = \text{const.} \Rightarrow$ проекции $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ на AC - равны.



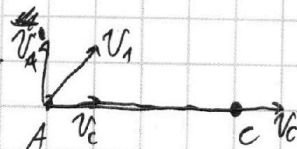
Итого: $V_C = V_A \cdot \cos \alpha$

$$V_C = 0,6 \cdot \frac{1}{2}$$

$$V_C = 0,3 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_C = 0,3 \text{ м/с}$

- 2) Рассмотрим AC : В начальный мом. вр. сторону AC "крутит" только $\vec{V}_A$.



$\vec{V}_A = \vec{V}_A - \vec{V}_C$. Значит, угл. скор. вращ. AC $\omega = \frac{V_A}{a}$ - в С.О.Т.С.

$$\omega = \frac{V_A}{a} = \frac{V_A \cdot \sin \alpha}{a} = \frac{0,6 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0,3} = \sqrt{3} \text{ (рад/с)}$$

В таком случае t_0 - время совершения в от. отрезку AC в С.О.Т.С.:

$$t_0 = 8 \cdot \left(\frac{2\pi}{\omega} \right) = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} = \frac{16\sqrt{3}\pi}{3} \text{ (с)}$$

$t = t_0$; т.к. (Пусть ω_x^y - углов. ск. т.х. в С.О.Т.У); ~~и т.д.~~:

$$\begin{cases} \omega_A^C = \omega_C^A \\ \omega_A^C = \omega_C^A \end{cases} \Rightarrow \omega_C^A = \omega_A^C \Rightarrow \frac{8 \cdot 2\pi}{\omega_C^A} = \frac{8 \cdot 2\pi}{\omega_A^C} \Rightarrow t = t_0; \text{ где } M - \text{у.м.}$$

Ответ: $t = \frac{16\sqrt{3}\pi}{3} \text{ с.}$

- 2) На прелец действуют $\vec{F}_{\text{тяж}} = m \cdot \vec{g}$ - вертикально и $\vec{F}_{\text{ин}} = m \cdot \omega^2 \cdot r$; где $\vec{F}_{\text{тяж}}$ - сила тяжести,

- 3) По 3.3 Ж: $R = m \cdot a$; где a - ускор. н.ч.м. т.к. н.ч.м. сидит в т.в; то её ускорение равно ускорению этой т. А т.к. на пластинку не действуют внешние силы



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. Пусть V - нач. скор. фрейерверки. Тогда:

$$h = Vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$15 = V \cdot 5$$

$$V = 20 \text{ (м/с)}$$

И-точка $\Rightarrow V_1$ в этот момент: $V_1 = 0$

ЗСЗ:

$$m \frac{v^2}{2} = mgh; \text{ где } m - \text{масса фрейерверки}$$

$$v^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{400}{20}$$

$$h = 20 \text{ (м)}$$

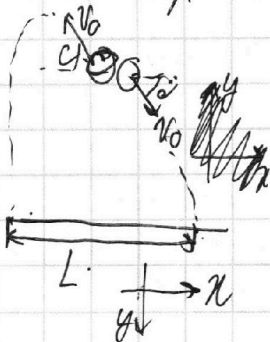
Ответ: $h = 20 \text{ м}$.

~~21. ЗСЗ:~~

21. ЗСЗ: V_1 - скорость второй осколки

$$0 = \frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_1 \Rightarrow \vec{V}_0 = -\vec{V}_1 \Rightarrow V_0 = V_1; \text{ но вектора}$$

напр. в противоположные стороны.



Пусть один из осколков полетел вверх и влево под углом α к горизонту. Тогда второй оск. полетит вверх и вправо, также под углом α к горизонту.

Пусть t_1 - время падения осколков. Тогда:



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L = (V_0 \cos \alpha) \cdot t_1 + (V_0 \cos \alpha) \cdot t_2 = 2V_0 \cos \alpha t$$

$$\begin{cases} L = V_0 \cos \alpha t_1 + V_0 \cos \alpha t_2 = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) \\ H = -V_0 \sin \alpha t_1 + \frac{g t_1^2}{2} \\ H = V_0 \sin \alpha t_2 + \frac{g t_2^2}{2} \end{cases}$$

$$1. 0 = V_0 \sin \alpha (t_2 - t_1) + \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$\begin{cases} 0 = V_0 \sin \alpha + \frac{g}{2} (t_2 + t_1) \Rightarrow (t_1 + t_2) = -\frac{V_0 \sin \alpha}{g} \\ t_2 = t_1 \end{cases}$$

2. Если $t_2 = t_1 = t$; то: L_1 и L_2 - рассм. по оси Ox от места взрыва до приземления 1 и 2 снаряда соответственно

$$\begin{cases} L_1 = V_0 \cos \alpha t_1 \\ L_2 = V_0 \cos \alpha t_2 \\ L = L_1 + L_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} H = -V_0 \sin \alpha t + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow H = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{40}{10}} = 2 \text{ (с)} \\ H = V_0 \sin \alpha t + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ \end{cases}$$

$$L_{\max} = V_0 \cdot 2t = 30 \cdot 2 \cdot 2 = 120 \text{ м.}$$

$$3. \text{ Если } t_1 + t_2 = -\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} :$$

$$L = V_0 \cos \alpha \cdot \left(-\frac{2V_0 \sin \alpha}{g}\right) = -V_0^2 \cdot \frac{\sin 2\alpha}{g}$$

$$L_{\max} - \max \Rightarrow (L)_{\alpha} = 0 \Rightarrow -V_0^2 \cdot \frac{2 \cdot \cos 2\alpha}{g} = 0 \Rightarrow \cos 2\alpha = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \sin 2\alpha = 1 \\ \sin 2\alpha = -1 \end{cases}; \text{ но } \alpha \in [0; 90^\circ] \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ$$

$$\text{Угол: } L_{\max} = \left| V_0^2 \cdot \frac{1}{g} \right| = \frac{V_0^2}{g} = \frac{30 \cdot 30}{10} = 90 \text{ (м)}; \text{ но } L_{\max} < L_{\max} \Rightarrow L_{\max} = L_{\max}$$

Ответ: $L_{\max} = 90$ Ответ: $L_{\max} = 120 \text{ м.}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

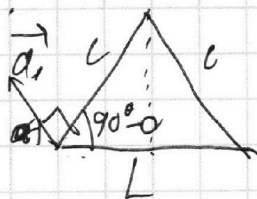
№3

1). В нач. мом. вр., если бы не было нитей, система (два шарика и стержень) начала бы падать вниз. Но нити есть, они действуют на шарики с массой m , и из-за этого они начинают двигаться вверх. Работает сила натяжения, то нить натянута, значит шарик с массой m начинает двигаться по окр. радиуса L и центром в точке крепления обеих нитей.

Выше я сказал, что шарик m начал двигаться вверх. Это происходит, тк система стремится к минимуму потенци. энергии. Допустим, ш. m начал двигаться вниз и сдвинулся на $dh \rightarrow 0$. Тогда ш. $2m$ сдвинется вверх на примерно такое же $dh \rightarrow 0$. Тогда $\Delta E_p = 2m \Delta h - m \Delta h = m \Delta h > 0$ - т.е. система наоборот пытается издать. Значит. шарик с массой m движется вверх.

Из всего выше перечисленного следует, что

$\vec{a}_1$ направленно вверх по кас. к окр. с рад. L и $\vec{a}_2$ - в т. крепления нитей к потолку. Тогда:

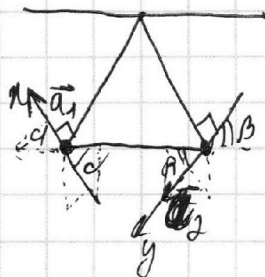


$$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \frac{L}{2L} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,5$

2).



$$O_x: m a_1 = T \cos \alpha - m g \sin \alpha \quad (1)$$

$$O_y: 2m a_2 = 2m g \sin \beta - T \cos \beta \quad (2)$$

$$\text{кн. д.}: a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \beta \quad (3)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Из №3.1. следует, что $\alpha = \beta$. Тогда из (3) $\Rightarrow a_1 = a_2 = a$

$$\text{Умнож. } \begin{cases} m\alpha = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \\ 2m\alpha = 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow 3m\alpha = mg \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{g \cdot \sin \alpha}{3} =$$
$$= \frac{10 \cdot 0,6}{3} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Ответ: $a_1 = a = 2 \text{ м/с}^2$

$$3). (1) \Rightarrow m\alpha = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$2m = 0,8T - 10 \cdot 0,6$$

$$0,8T = m(2 + 6)$$

$$8T = 10 \cdot 0,2 \cdot 8$$

$$T = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 2 \text{ Н}$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$
$$= \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} =$$
$$= 0,8$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

нч

1). ~~Задача~~ процесс 3-1: $P = \text{const}$; ~~2-3~~

Дока-во:

$$Q = \Delta U + A$$

$$\nu c_m \Delta T_{31} = \frac{\nu}{2} \nu R \Delta T_{31} + P \Delta V$$

$$2,5 R \Delta T_{31} = \frac{\nu}{2} \nu R \Delta T_{31} + \nu R \Delta T_{31}$$

$$2,5 R \Delta T_{31} = R \Delta T_{31} \left(\frac{3}{2} + 1 \right)$$

$$2,5 = 2,5$$

Аналогично доказывается, что 2-3: $V = \text{const}$

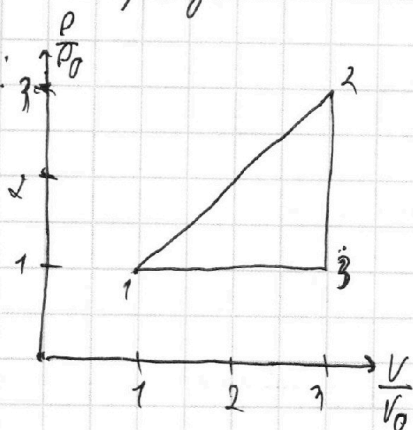
Рассмотрим 1-2. По ур-ния политропы, где $n = \frac{c_m - c_v}{c_m - c_v}$
 c_p - теплоемкость при $P = \text{const}$; c_v - $V = \text{const}$

$$P V^n = \text{const}$$

$$\cancel{P V^n} \quad c_m = 2R \Rightarrow n = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1 \Rightarrow P \cdot \frac{1}{V} = \text{const} \Rightarrow P \sim V$$

Итого: 1-2 - процесс с $P \sim V$

Ответ:



2) $Q_1 = Q_{12}$; т.к. $Q_{23} \text{ и } Q_3 < 0$; где Q_{12} - теплота, подвед. к газу за проц. 1-2

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q_{10} = \frac{\epsilon}{2} (3V_0 p_0 - p_0 V_0) + \frac{(p_0 + 3p_0)(3V_0 - V_0)}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 + 4 p_0 V_0 = 20 p_0 V_0 = 20 \cdot \frac{16}{2} \cdot \frac{R}{T_0} = 160 R$$

$$= 3200 R \text{ Дж}$$

$$Q_1 = Q_0 = 3200 R = 32 \cdot 631 = 20192 \text{ Дж}$$

Ответ: ~~20192 Дж~~ 20192 Дж

31. A_{25} - работа газа за $N=25$ циклов; A_1 - за 1 цикл.

$$A_{25} = N \cdot A_1 = N \cdot \frac{(3p_0 - p_0)(3V_0 - V_0)}{2} = N \cdot 2 p_0 V_0 = N \cdot 2 \sqrt{RT_0} = 50 \cdot 200 R =$$

$$= 10^4 R \text{ Дж}$$

$$A_n = \frac{A_{25}}{2} = \frac{25 \cdot 10^3 R}{2} = 5 \cdot 10^3 R \text{ Дж} - \text{работа подвешенника}$$

$$A_n = M g H$$

$$5 \cdot 10^3 R = 415 \cdot 10 \cdot H$$

$$10^3 R = 83 \cdot H$$

$$10^3 \cdot 631$$

$$831 = 83 \cdot H$$

$$H \approx 10 \text{ м}$$

Ответ: 10 м



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. Если частоту учесть на расст. $L \rightarrow R$, то можно считать, что $E_n \rightarrow E_k$.

~~$E_n + E_k = E_k$~~ $E_n + E_k = E_k$

~~$k \frac{Qq}{R^2} + K = m \frac{v^2}{2}$~~ $k \frac{Qq}{R^2} + K = m \frac{v^2}{2}$

$$v^2 = \frac{2}{m} \left(k \frac{Qq}{R^2} + K \right); \text{ где } k = 9 \cdot 10^9 = \alpha \cdot \epsilon_0; \text{ где } \alpha \text{ и } \epsilon_0 \text{ не помню}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Qq}{R^2} + K \right)}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2}{m} \left(9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Qq}{R^2} + K \right)}$

21. $K = L \cdot \frac{kQq}{R^2}$; где L - расст. OA

$$E_c = E_0 + A$$

$$\frac{mv_c^2}{2} + L \frac{kQq}{R^2} = K + L \frac{kQq}{R^2} + \frac{kQq}{R^2} \cdot L$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = 2K$$

$$v_c^2 = 2 \cdot 2K : m$$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Ответ: $2 \sqrt{\frac{K}{m}}$

