



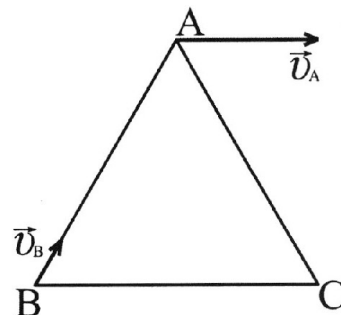
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

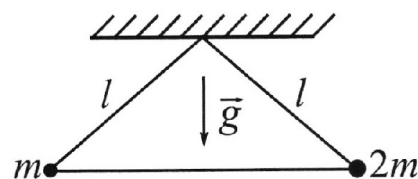
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ 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 $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик массы m скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик массы $2m$ находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.



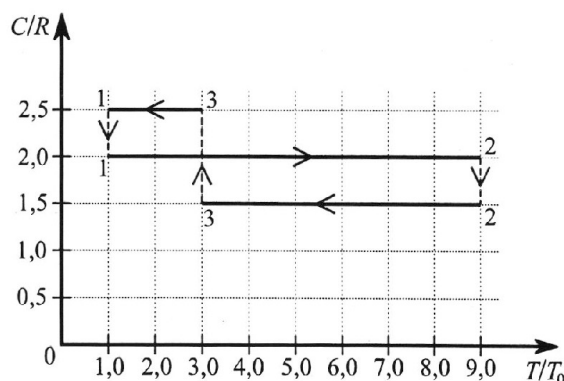
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.

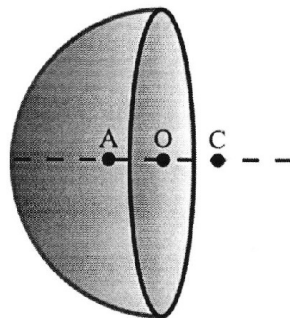


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.

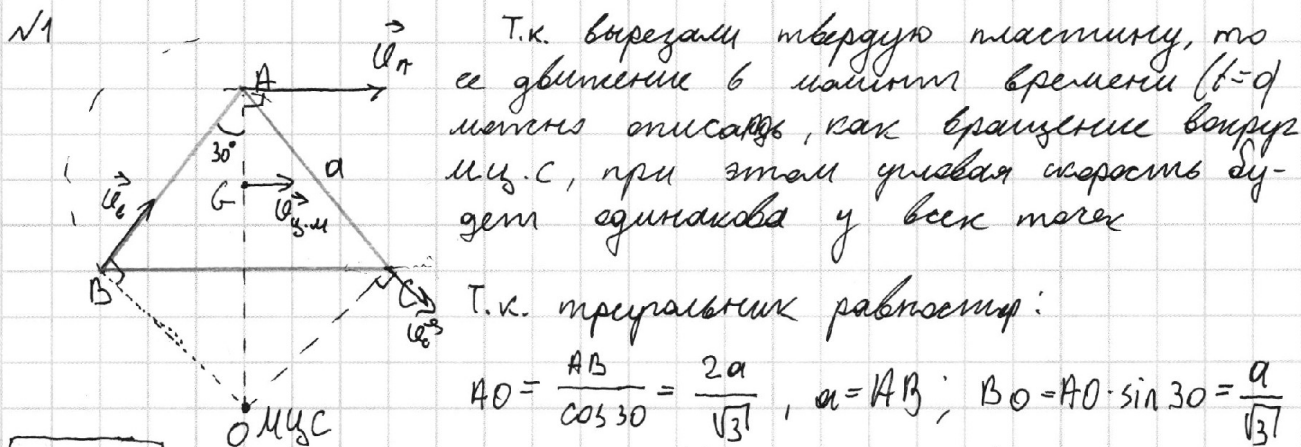


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$AO = \frac{AB}{\cos 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}, \quad a = AB; \quad BO = AO \cdot \sin 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega_B = \omega_A; \quad \frac{v_B}{OB} = \frac{v_A}{AO}; \quad v_A = \frac{AO}{OB} \cdot v_B = 2v_B = 0,8 \frac{m}{c}$$

$$v_A = 0,8 \frac{m}{c}$$

Найдем также скорость центра масс (G): $OG = AO - AG$

$$AG = \frac{a\sqrt{3}}{4} \text{ (половина высоты равностороннего треугольника)}; \quad OG = \frac{2}{\sqrt{3}}a - \frac{\sqrt{3}}{4}a = \frac{5}{12}\sqrt{3}a$$

$$\frac{v_B}{OB} = \frac{v_{G.m}}{OG}; \quad v_{G.m} = \frac{OG}{OB} \cdot v_B = \frac{5\sqrt{3}a\sqrt{3}}{12a} \cdot 0,4 \frac{m}{c} = \frac{5}{6} \cdot \frac{4}{10} \frac{m}{c} = \frac{5}{10} \cdot \frac{4}{10} \frac{m}{c} = 0,5 \frac{m}{c}$$

Найдем скорость вращения вокруг ц.м. (Т.к. сложное движение твердого тела можно представить, как вращение вокруг ц.м. (считаем его скоростью) и поступательное движение со скоростью ц.м.). Внешних сил нет; $\vec{v}_{G.m} = \omega \vec{r}$

$$\vec{v}_{вр} = \vec{v}_A - \vec{v}_{G.m} \text{ (или 11)} \Rightarrow v_{вр} = v_A - v_{G.m} = 0,3 \frac{m}{c}$$

Осталось найти время, длина окружности равна длине пути. окружности (для точек A, B, C)

$$L_{окр} = \pi \cdot \frac{2r}{1} = [r = AG] = 2\pi \cdot \frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{\pi a \sqrt{3}}{2}$$

$$T = \frac{L_{окр}}{v_{вр}} = \frac{\pi a \sqrt{3}}{2 \cdot v_{вр}} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 0,3} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 1,74}{2 \cdot 0,3} \approx \frac{5,5 \cdot 0,4}{2 \cdot 0,3} \approx 18,3 \cdot 0,2 \approx 3,66 c$$

$$T = 3,66 c$$



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 ☐

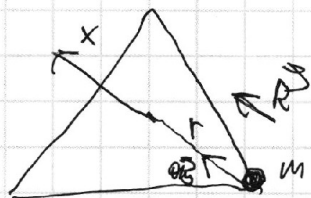
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

Пункт 3.

Т.к. по условию пчела легкая, то скорость ц.м. не изменится, также как не изменится скорости тосек. #

Найдем скорость тоски С. (из симметрии треугольника видно, что $v_B = v_C$). На пчелу будут действовать $\vec{R}$, т.к. она будет вращаться вокруг ц.м. и у нее будет центрострем. ускорения, а центр масс будет поступательно ($a=0$).



Зная скорость вращения и радиус,

$$a_y = \frac{v_{\text{вр}}^2}{r_{\text{вр}}}$$

Затем второй закон Ньютона:

то:

$$\vec{R} = m \cdot \frac{v_{\text{вр}}^2}{r_{\text{вр}}}, \text{ спроецируем на } Oy: R = \frac{m \cdot v_{\text{вр}}^2}{r_{\text{вр}}}; r_{\text{вр}} = Ab$$

$\vec{R}$ - будет лежать в плоскости треугольника, т.е. по вертикали силы (N и mg) скомпенсируются друг другом.

$$R = 120 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,3^2 \cdot 10}{4 \cdot \sqrt{3}} = \frac{120 \cdot 0,09}{100} \cdot \frac{0,09}{\sqrt{3}} \approx \frac{120 \cdot 0,09}{100 \cdot 1,74} = \frac{120 \cdot 0,09}{174} = \frac{120 \cdot 9}{174 \cdot 100} = \frac{27}{435}$$

$$= \frac{27}{435} \text{ Н}$$

Ответ: 1) $v_H = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $T \approx 3,66 \text{ с}$; 3) $R = \frac{27}{435} \text{ Н}$



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 3

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!

$\sqrt{2}$ Т.к. фидерверк стартует вертикально, то в высшей точке (H), его скорость будет равна нулю.

Затем сократим полную механ. энергию

Запишем ЗСЭ: (начальный уровень - поверхность старта)

$$\frac{m\varphi_0^2}{2} = mgH; \quad H = \frac{\varphi_0^2}{2g}$$

Найдем φ_{01} . ЗСЭ: $\frac{m\varphi_{01}^2}{2} = mgh + \frac{m\varphi^2}{2};$

$$\varphi_{01}^2 = 2gh + \varphi^2$$

$$H = h + \frac{\varphi^2}{2g} \quad H = 14,2 \text{ м} + \frac{36}{20} \text{ м} = 16 \text{ м}$$

Пусть. 2-й

Найдем β и φ' , для этого запишем закон сохранения импульса на ось x ($m_1 = m_2$)

$$m_1 \varphi_0 \cos L = m_2 \varphi' \cos \beta$$

на Oy :

$$m_1 \varphi_0 \sin L = m_2 \varphi' \sin \beta$$

из этих уравнений $\boxed{L = \beta}$
 $\boxed{\varphi' = \varphi_0}$

Ищем $L_{\max}$: $L_{\max} = L_1 + L_2 =$

$$(\varphi' = \varphi_0) = \varphi_0 \cos L (t_1 + t_2). \text{ Найдем } t_1 \text{ и } t_2:$$

Запишем уравнения движения, сразу спроецировав на ось Oy :

$$y_1(t) = H + \varphi_0 \cos L t - \frac{gt^2}{2}, \quad y_1(t_1) = 0.$$

$$H + \varphi_0 \cos L \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0 \quad (\text{решаем кв. ур.})$$

$$D = \varphi_0^2 \cos^2 L + 2gH, \quad t_1 > 0, \text{ выбираем сразу положительный корень}$$



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!

$$t_1 = \frac{-v_0 \cdot \sin L - \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 L + 2gH}}{-g} = \frac{v_0 \cdot \sin L + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 L + 2gH}}{g}$$

Найдем t_2 , по такому же способу. $y_2(t_2) = 0$, $y_2(t) = H - v_0 \sin L \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
 $H - v_0 \sin L \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, нетрудно увидеть, что

дискриминант максимален, сразу запишем $t_2 (t_2 > 0)$.

$$t_2 = \frac{v_0 \sin L - \sqrt{v_0^2 \sin^2 L + 2gH}}{-g} = \frac{-v_0 \sin L + \sqrt{v_0^2 \sin^2 L + 2gH}}{g}$$

используем t_1 и t_2 , для $L_{\max}$.

$$L_{\max} = v_0 \cos L \cdot \left(\frac{2\sqrt{v_0^2 \sin^2 L + 2gH}}{g} \right), L_{\max} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \cos^2 L \sin^2 L + 2gH \cos^2 L}$$

используем основное тригонометр. тождество (будем рассуждать, пока что только "корни")

$\sqrt{v_0^2 (1 - \cos^2 L) \cdot \cos^2 L + 2gH \cos^2 L} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 L - v_0^2 \cos^4 L + 2gH \cos^2 L} = \sqrt{\text{выразим квадратом, отнимем } \cos^2 L, \text{ и все вынесем вниз, значим, найдем } x_6, \text{ или найдем максимальное значение квадратной функции, а значим и корни.}}$

$$x_6 = -\frac{b}{2a} = \left[\frac{-v_0^2 \cos^4 L + \cos^2 L (v_0^2 + 2gH)}{2v_0^2} \right] = \frac{v_0^2 + 2gH}{2v_0^2} = \cos^2 L$$

$$y_{\max} = \cos^2 L$$

$\sqrt{v_0^2 (1 - \cos^2 L) \cdot \cos^2 L + 2gH \cos^2 L} = \sqrt{2gH}$, $L_{\max} = \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{2gH}$, вспомним что равно v_0 , $v_0 = \sqrt{2gH}$ для упрощения, посчитаем

$$\cos^2 L = \frac{20^2 + 20 \cdot 16}{2 \cdot 20^2} = \frac{36}{40} = \frac{9}{10} = 0,9, \text{ зная}$$

это можно посчитать $L_{\max} (\cos^2 L = 0,9)$

(! v_0 - это скорость баллистика, а не скорость дефл. в начале.)



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.



СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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!

$$L_{\max} = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \sqrt{-v_0^2 \cos^2 L + \cos^2 L \cdot (v_0^2 + 2gH)} \quad (\cos^2 L = 0,9)$$

$$L_{\max} = \frac{2 \cdot 20}{10} \cdot \sqrt{-20^2 \cdot 0,81 + 0,9(20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 16)} = 4 \cdot \sqrt{-324 + 0,9 \cdot 720} = 4 \cdot \sqrt{324} =$$

$$= 4 \cdot \sqrt{20^2 \cdot 0,81} = 4 \cdot 18 = \boxed{72 \text{ м}}$$

Ответ: 1) 16 метров; 2) $L_{\max} = 72 \text{ м}$.



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
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!

Спроецируем на ось x (на рис.) 2 Закон Ньютона

$$mg \cdot \cos \beta - T \cdot \cos \alpha = ma_2$$

ось y

$$F_{\text{упр1}} - mg \cdot \cos \alpha - T \cdot \cos \beta = 0$$

$$mg \cdot \cos \beta = ma_2 + T \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{упр1}} - ma_2 - 2T \cdot \cos \beta = 0$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = \frac{4}{5} = 0,8$, ответ. верен.



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.

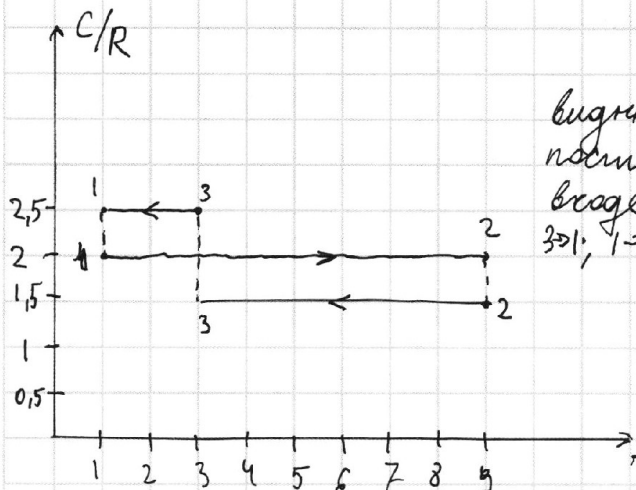
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!

N4

$T_0 = 300\text{K}$



Из графика цикла 1-2-3-1 видно, что теплота остается постоянной, и меняется только в ходе отдельных процессов ($3 \rightarrow 1$, $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$).

Процессы с постоянной теплотой называются изотермическими, и имеют уравнение $(p(V))$

$pV^n = \text{const}$, где n - показатель политропы.

$n = \frac{C - C_{p,p}}{C - C_{v,p}}$, где C_v - малая теплоемкость при постоянном объеме, а C_p - большая

Для одноатомного газа

$$C_v = \frac{3}{2}R; C_p = \frac{5}{2}R$$

$C_p = C_v + R$ - уравнение Майера.

Определим каждый процесс: $1 \rightarrow 2$: $\frac{C}{R} = 2$, $C = 2R$

$$1 \rightarrow 2: pV^{-1} = \text{const}; \frac{p}{V} = \text{const}$$

$$n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{4-5}{4-3} = -1$$

$2 \rightarrow 3$

$$C = 1.5R, n = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R} = \infty; pV^\infty = \text{const}; p^{\frac{1}{\infty}} V = \text{const} \Rightarrow p^0 V = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$$

$3 \rightarrow 1$

$$C = 2.5R, n = \frac{2.5R - 1.5R}{2.5R - 2.5R} = 0, p = \text{const}$$

Получилось, что $1 \rightarrow 2$ ($\frac{p}{V} = \text{const}$), $2 \rightarrow 3$ ($V = \text{const}$), $3 \rightarrow 1$ ($p = \text{const}$)



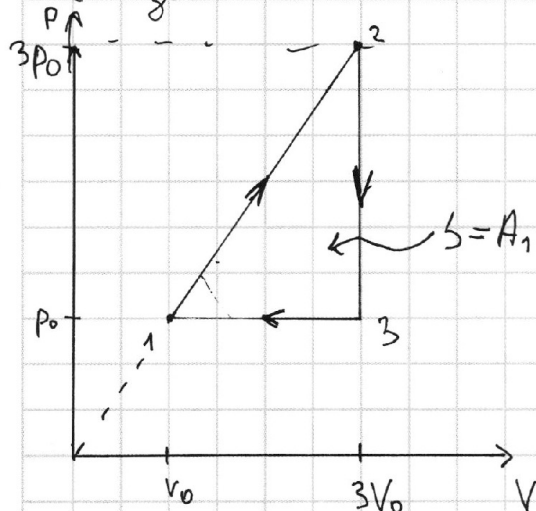
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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!

Можно перестроить график цикла в $p; V$, зная
исх. законы



$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

1 → 2

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{p_2}{V_2} ; p_2 V_2 = 9 \nu R T_0$$

2 → 3

$$V = \text{const}$$

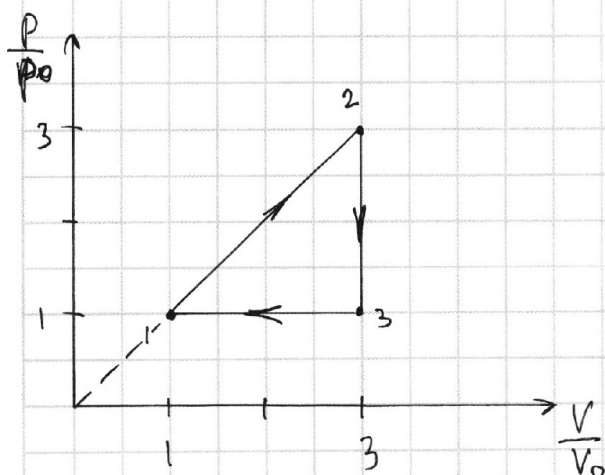
$$\frac{p_2}{9 T_0} = \frac{p_3}{3 T_0} ; p_3 = \frac{p_2}{3} = p_0 ; \frac{p_2}{p_0} = 3$$

3 → 1

$$p = \text{const}$$

$$\frac{V_3}{3 T_0} = \frac{V_0}{T_0} ; V_3 = 3 V_0$$

Теперь можно построить в относительных координатах.



Готово. Этот график ответ на 1 вопрос.

Найдем ~~теплоту~~ работу A_1 , как $+S_{\text{цикла}}$, т.к. по часовой стрелке

$$S = 2 V_0 \cdot 2 p_0 \cdot \frac{1}{2} = 2 p_0 V_0 = 2 \nu R T_0 ; \boxed{A_1 = 2 \nu R T_0} \quad A_1 = 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 =$$

$$= \boxed{24930 \text{ Дж}}$$



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
3 из 3

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!

Зная работу газа за 1 цикл, и зная КПД (по формуле) посчитаем высоту

ЗС ПМЭ:

$N \cdot \eta \cdot A_1 = M g H$, (т.к. сказано медленно, то кинетической энергии не будет)

$$H = \frac{N A_1}{M g} \quad H = \frac{0,5 \cdot 20 \cdot 24930}{400 \cdot 10} = 62,075 \text{ м}$$

Ответ : 1) график построен; 2) $A_1 = 24930 \text{ Дж}$; 3) $H = 62,075 \text{ м}$.



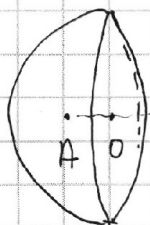
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

√5



В точке G, $E_k = K$.

$OG \gg R$, считаем, что

кулоновские силы не действуют.

Запишем закон сохранения энергии

$$E_2 = E_1$$

$$K = W_p + \frac{m\omega_0^2}{2}, \quad W_p - \text{потенц. энергия заряда в электр. поле}$$

$$W_p = q \cdot \varphi, \quad \varphi - \text{потенциал этого поля в этой точке}$$

Найдем φ : $\varphi = \sum \varphi_i$, φ_i - потенциал поля созданного

точечным зарядом q который находится на сфер.

$$\varphi_i = \frac{dQ}{r_i} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \quad dQ - \text{элементарный}^{\text{точечный}} \text{ заряд, который создает поле}$$

Т.к. точка O - центр сферы, то для всех ее точек $r_i = R$

$$\varphi_i = \frac{dQ}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \quad \varphi = \sum \frac{dQ}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int dQ = \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \varphi$$

Зная потенциал найдем скорость

$$K = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{m\omega_0^2}{2} \quad ; \quad \frac{m\omega_0^2}{2} = K - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \quad ; \quad \omega_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R m}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R m}} \quad - \text{ответ для 1 пункта}$$

$$\text{Ответ: } \omega_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R m}}$$

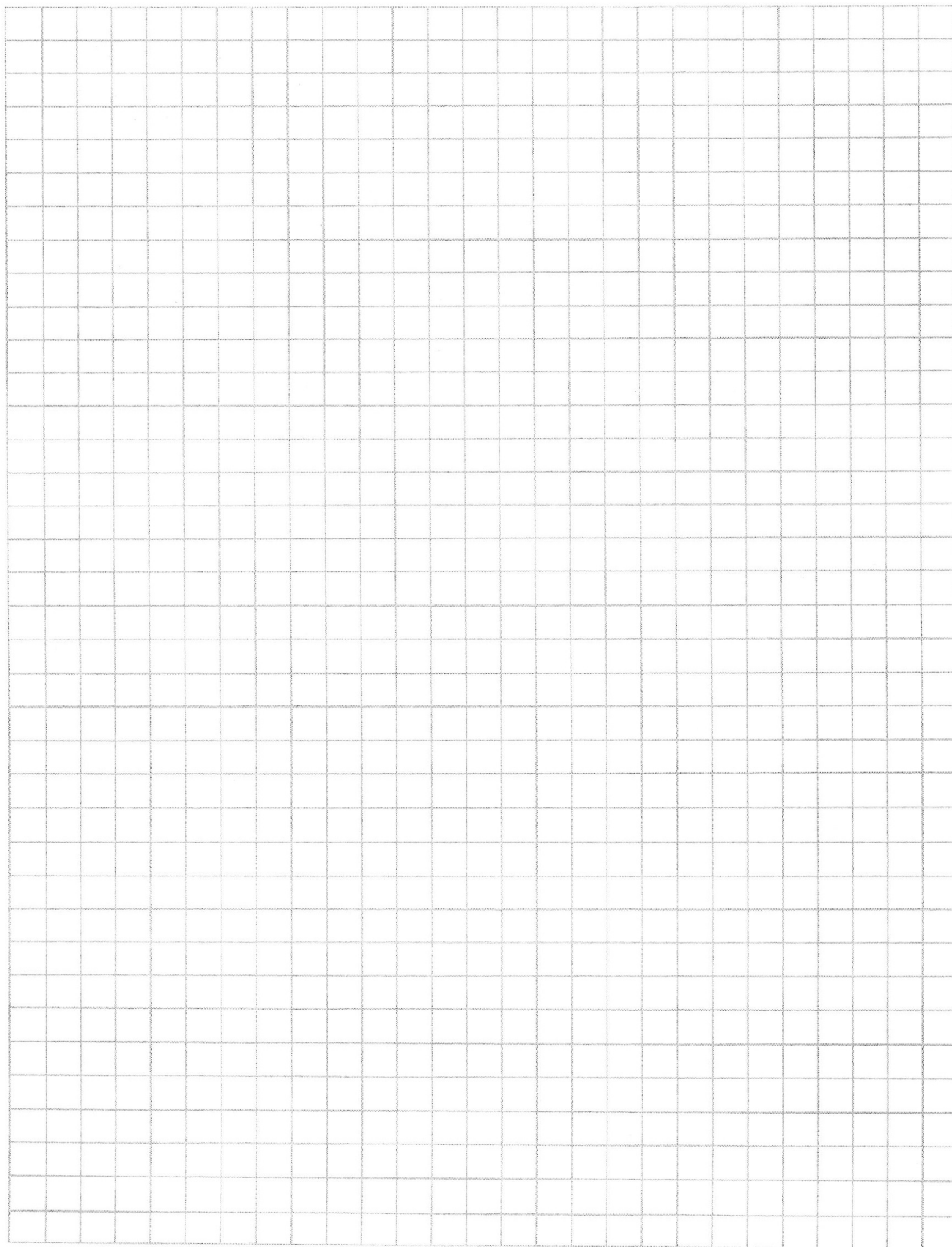


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!





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
__ ИЗ __

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!

$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{m v^2}{2}$
 $v_0^2 = 2gh + v^2$
 $\frac{m v_0^2}{2} = m g H$
 $H = \frac{2gh + v^2}{2g} = h + \frac{v^2}{2g}$
 $H = 14,2 + \frac{36}{2 \cdot 9,8} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$

$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{20 \cdot 16} = 18 \text{ м/с}$
 $\frac{18}{10} = 1,8$

$\frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{(v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha) + 2gH \cdot \cos^2 \alpha} =$
 $= (v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) \cos^2 \alpha) + 2gH \cos^2 \alpha$
 $v_0^2 \cos^2 \alpha - \cos^4 \alpha \cdot v_0^2 + 2gH \cos^2 \alpha = \cos^2 \alpha (L_{\text{max}})$
 $L_{\text{max}} = L_1 + L_2$
 $L_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$
 $L_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$
 $L_{\text{max}} = v_0 \cos \alpha \cdot (t_1 + t_2)$
 $t_1 + t_2 = \frac{2 \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$
 $L = \frac{2 v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$
 $\gamma = \frac{C_v}{C_v + R}$

$y_1(t) = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$
 $y_1(t) = 0$
 $H + v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 0$
 $y_2(t) = H - v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$
 $y_2(t) = 0$
 $H - v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 0$
 $D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 4 \frac{g}{2} H$
 $= v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$
 $t_1 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$
 $t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$
 $t_1 - t_2 = \frac{2 \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$

$Q = A$
 $x_b = \frac{-b}{2a}$
 $-400 \cdot 0,81$
 $-4 \cdot 4 \cdot 81$
 -324
 $20 \cdot 0,9 = 18$
 18
 -24
 720
 $\times 9$
 648
 -324
 324
 $6^2 = 4016$
 $-6 = 10$



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
__ ИЗ __

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!

$pV^0 = \text{const}$

$K = \frac{m\mu^2}{2} + 4q$
 $b = \frac{a}{b} = \cos 30$
 $b = \frac{a}{\cos 30} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$
 $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\frac{Q_e}{2a} = \frac{Q_n \sqrt{3}}{2a}$
 $Q_n = \frac{Q_e}{\sqrt{3}}$

$3,14 \times 1,74 = 1256$
 2198
 314
 $5,4636$

$\frac{55}{16} \cdot \frac{4}{10} = 1,375$
 $2 \cdot \frac{3}{10} = 0,6$
 $18,3 \cdot \frac{2}{10} = 3,66$
 $\frac{36,6}{10} = 3,66$

$h = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{3}}{2}$

$z = b - \frac{1}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}}$
 $a = \frac{\sqrt{3}}{4}$
 $a = a \left(\frac{2\sqrt{3}}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right)$

$\frac{Q_n \sqrt{3}}{2a} = \frac{Q_n \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}{5 \sqrt{3} a}$
 $\left(\frac{2}{1,6} - \frac{1}{4} \right) = \frac{5}{12} a \sqrt{3}$

$\frac{Q_n \sqrt{3}}{2a} = \frac{Q_n \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}{5 \sqrt{3} a}$
 $Q_n = 0,3 \frac{\mu}{C}$

$Q_A = 2Q_e$
 $Q_n = 0,8 \frac{\mu}{C}$

$\sqrt{3} = \frac{3-4}{2 \cdot 2} + 2$
 $\sqrt{3} = \frac{1}{2} \cdot 2 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

$\frac{2}{3} - \frac{1}{4} = \frac{8}{12} - \frac{3}{12} = \frac{5}{12}$

$\frac{Q_n \sqrt{3}}{2a} = \frac{Q_n \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}{5 \sqrt{3} a}$
 $Q_n = 0,3 \frac{\mu}{C}$

$Q_A - Q_n = 0,5 \frac{\mu}{C}$

$q + 25 = 36$
 $q = 11$

$r = \frac{L_{\text{exp}}}{Q_n} = \frac{a\pi\sqrt{3}}{2 \cdot 0,3} = 0,4 \cdot 3,14 = 1,256$
 $\frac{24930}{2400} = 10,3875$
 $\frac{930}{800} = 1,1625$
 $\frac{3}{40} = 0,075$

$3 \cdot 2,5 = 7,5$
 $\frac{7,5}{100} = 0,075$

$p_0 \cdot 3V_0 =$

$\frac{17412}{16} \cdot 0,37 = 397,5$
 $\frac{87,5}{5} = 17,5$
 $\frac{1256}{0,6} = 2093,3$
 $\frac{1225}{175} = 7$
 $\frac{1225}{30625} = 0,04$
 $\frac{1256}{175} = 7,17$
 $\frac{1225}{175} = 7$
 $\frac{1225}{30625} = 0,04$
 $\frac{1225}{175} = 7$
 $\frac{1225}{30625} = 0,04$

$L_{\text{exp}} = 2a \cdot h = \pi h = \frac{a\pi\sqrt{3}}{2}$
 $L_{\text{exp}} = 2a \cdot h = \pi h = \frac{a\pi\sqrt{3}}{2}$
 $L_{\text{exp}} = 2a \cdot h = \pi h = \frac{a\pi\sqrt{3}}{2}$

$5,6 \cdot 8,31 = 46,536$
 24930