



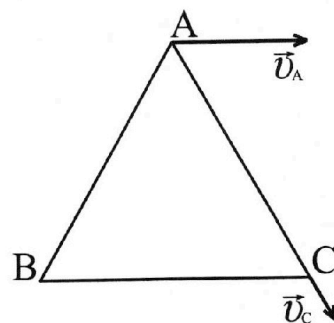
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

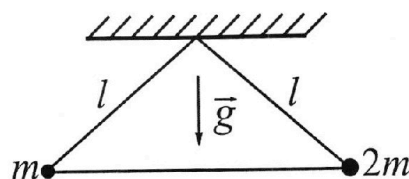
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится 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.



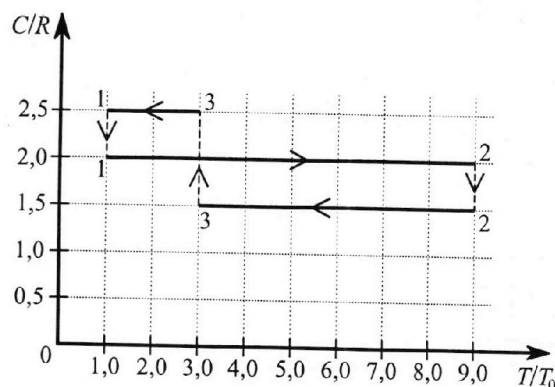
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

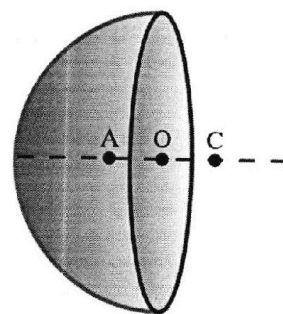


4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.



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.

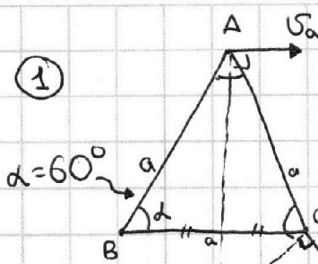
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

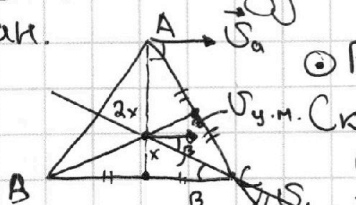
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) Пластина будет вращаться вокруг мгновенного центра скоростей — его можно найти, опустив перпендикуляры к скоростям V_A и $V_C \rightarrow$ у всех остальных точек скорости будут также $\perp$ к точке "O" — мгновенному центру скоростей.

2) Найдем скорость центра масс:

→ центр масс будет находиться в точке пересечения медиан.



Введем ось x (тоже медиана); Скорость центра масс будет параллельна скорости "A" в силу того, что это твердое тело и из-за кин. связи они связаны вместе.

Также проекция скорости ц.м. должна совпадать с проекцией скорости V_C на ось x из-за кин. связи.

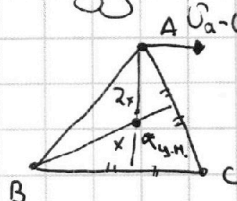
$$\rightarrow \tan 60^\circ = \frac{5x}{a/2}; \tan \beta = \frac{x}{a/2} \Rightarrow \frac{\tan 60^\circ}{\tan \beta} = \frac{5}{1} \Rightarrow \tan \beta = \frac{\tan 60^\circ}{5} = \frac{\sqrt{3}}{5} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\rightarrow 1 + \tan^2 \beta = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow 1 + \frac{1}{5} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \frac{6}{5} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \cos^2 \beta = \frac{5}{6} \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{30}}{6} \Rightarrow \beta = 30^\circ$$

Кин. связь на ось x:

$$V_{ц.м.} \cos \beta = V_C \cos(60 - \beta) \Rightarrow V_{ц.м.} = V_C \frac{\cos(60 - \beta)}{\cos \beta}$$

3) Перейдем в СО связанную с ц.м. → тогда пластина будет вращаться вокруг ц.м.:



Рассмотрим точку A:

Но сначала найдем скорость V_C → для этого вернемся в начало и рассмотрим мкв. у.с.

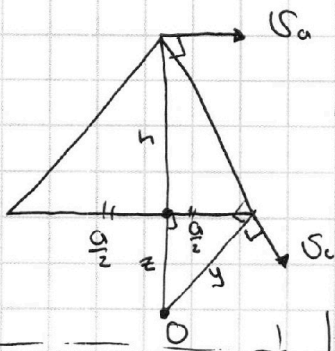


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



⊙ Запишем разные геометрические соотношения:

$$1) h^2 + \frac{a^2}{4} = a^2 \Rightarrow h^2 = \frac{3}{4}a^2 \Rightarrow \boxed{h = \frac{a\sqrt{3}}{2}}$$

$$\begin{cases} 2) z^2 + \frac{a^2}{4} = y^2 \\ 3) a^2 + y^2 = (h+z)^2 \end{cases} \Rightarrow a^2 + z^2 + \frac{a^2}{4} = (h+z)^2$$

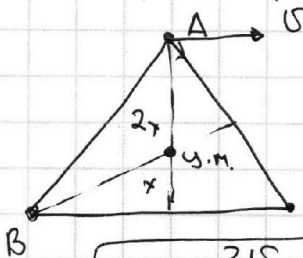
$$\begin{aligned} y^2 &= \frac{a^2 \cdot 3}{36} + \frac{a^2}{4} \\ &= \frac{a^2}{12} + \frac{3a^2}{12} = \frac{a^2}{3} \\ \Rightarrow y &= a \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{a\sqrt{3}}{3} \end{aligned}$$

⊙ Запишем кин. связь на одинаковые углов. скорости:

$$\begin{aligned} \frac{v_a}{h+z} &= \frac{v_c}{y} \Rightarrow \frac{v_a}{\frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a\sqrt{3}}{3}} = \frac{v_c}{\frac{a\sqrt{3}}{3}} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{v_a \cdot 6}{3\sqrt{3}a + a\sqrt{3}} &= \frac{3v_c}{a\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{6v_a}{4} = 3v_c \Rightarrow \frac{2v_a}{1} = v_c \Rightarrow \boxed{v_c = \frac{v_a}{2}} \end{aligned}$$

⊙ Теперь перейдем в СО ч.м.

$$v_c = 0,3 \text{ м/с}$$



⊙ Найдем плечо 2x:
 $3x = h \Rightarrow 2x = \frac{2}{3}h \Rightarrow 2x = \frac{a\sqrt{3}}{3}$

$$\omega'_a = \frac{v_a}{2 \cdot 2x} = \omega'_c = \frac{v_a - v_{\text{ч.м.}}}{2x} = \frac{v_a}{2 \cdot \frac{a\sqrt{3}}{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\omega'_a = \frac{3v_a}{2a\sqrt{3}} = \frac{v_a\sqrt{3}}{2a}} \quad (\text{углов. скорость пластины в СО ч.м.})$$

$$\boxed{\omega'_a = \frac{0,6\sqrt{3}}{2 \cdot 0,3} = \sqrt{3} \frac{1}{c} = \sqrt{3} \frac{\text{рад}}{c}}$$

4) Найдем время оборота:

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega'_a} \Rightarrow \text{⊙ Для восьми оборотов: } \boxed{T = 8T_1 = \frac{16\pi}{\omega'_a} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}}}$$

$$T \approx \frac{16 \cdot 3,14}{1,7} \approx 29 \text{ с.}$$



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.

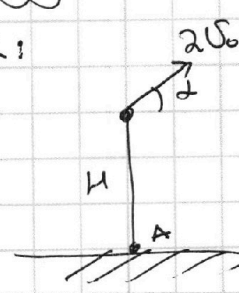
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

5) Перейдем в СО связанную с одним из
решков: в такой см. отсчеты один из осколков
будет свободно падать, а другой лететь под углом

α !



$\Rightarrow$ Чтобы удаление от точки А было ~~максимальное~~ ^{максимальное} $\rightarrow$ нужно чтобы скорость летел под углом 45° .

$$\begin{cases} H = 2U_0 \sin 45^\circ \cdot \frac{v^2}{2} - g \frac{v^2}{2} \Rightarrow v^2 \left(\frac{g}{2} \right) + (2U_0 \sin \alpha) v + H = 0 \\ L_{\max} = 2U_0 \cos \alpha \cdot v \end{cases}$$

$$\Rightarrow D = 4U_0^2 \sin^2 \alpha - gH \Rightarrow v = \frac{+2U_0 \sin \alpha + \sqrt{4U_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH}}{g}$$
$$= \frac{2 \cdot 30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \sqrt{4 \cdot 900 \cdot \frac{1}{2} - 2 \cdot 10 \cdot 15}}{10} = 3\sqrt{2} + \sqrt{9 \cdot 9 - 3} = 3\sqrt{2} + \sqrt{15}$$

$$L_{\max} = 2 \cdot 30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \left(3\sqrt{2} + \sqrt{15} \right) = 2 \cdot 30 \left(3 + \frac{\sqrt{30}}{2} \right) = \underline{(180 + 30\sqrt{30}) \text{ м}}$$



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!

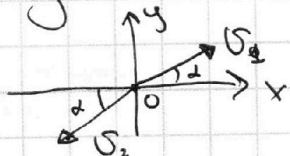
- 2) 1) Т.к топливо сгорело мгновенно, то на фрейбери в процессе полета действовала только одна сила — сила тяжести; $\rightarrow$ найдем U_0 (начальную скорость).

$$h = U_0 \tau - \frac{g\tau^2}{2} \Rightarrow \boxed{U_0 = \frac{h + \frac{g\tau^2}{2}}{\tau} = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2} = 15 + 5 = 20 \text{ м/с}};$$

$$2) \boxed{H = \frac{U_0^2}{2g} = \frac{1}{2 \cdot 10} \left(\frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2} \right)^2 = \frac{20^2}{20} = 20 \text{ м}};$$

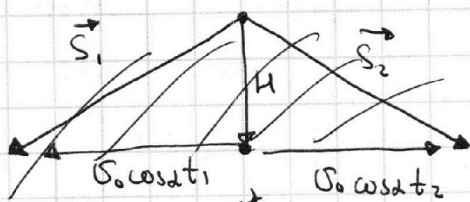
- 3) Т.к. ~~ск~~ Запишем ЗСИ после разрыва:

$mU_1 = mU_2 \Rightarrow$ осколки после разрыва будут иметь одинаковые скорости, но противоположные по направлению.

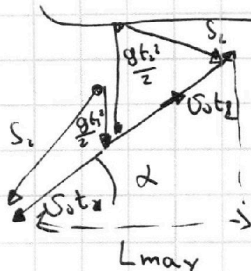
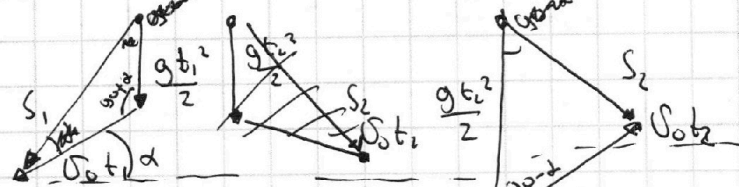


$$U_1 = U_2 = U_0 = 30 \text{ м/с}$$

- 4) Нарисуем векторные треугольники перемещения для осколков



$$L_{\max} = U_0 \cos \alpha t_1 + U_0 \cos \alpha t_2 = U_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$



$$L_{\max} = U_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$



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.

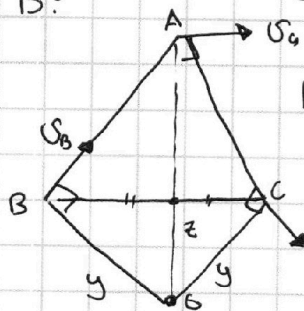
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

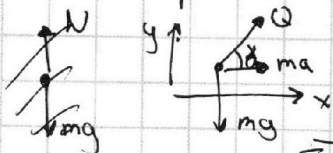
- 5) Т.к. масса пчелы $m_{пч} \ll M_{пл}$, то это не повлияет на центр масс системы и изменению скорости пластины. Воспользуемся м.у.с. и найдем скорость точки В:



⊙ В силу симметрии скорость точки В направлена вдоль грани пл стороны треугольника.

⇒ кин. связь $\frac{v_B}{y} = \frac{v_C}{y} \Rightarrow v_B = v_C = 0,3 \text{ м/с}$

- ⊙ Рассмотрим пчелу:

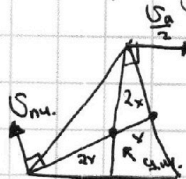


⊙ По оси y силы уравновешены ⇒ $R = m_{пч} a_y$ $[F_R = m_{пч} a_y]$ где a_y - центрострем. ускор.

⇒ $F_R = m_{пч} \cdot \frac{v_B^2}{y}$

$m_{пч}$ - масса пчелы
 F_R - равнодейств. сила.

- ⊙ Перейдем в СО, связанную с ч.м;



СО ч.м: $\frac{v_A}{2 \cdot 2x} = \frac{v_{пч}}{2x}$ равноб. укл. скоростей.

$v_{пч} = \frac{v_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}$ - скорость пчелы в СО ч.м.

⊙ Тогда $a_y = \frac{v_{пч}^2}{2x} = \frac{v_{пч}^2 \sqrt{3}}{a}$

$F_R = m_{пч} \cdot \frac{v_A^2 \sqrt{3}}{4 \cdot a} = m_{пч} \cdot \frac{0,3^2 \sqrt{3}}{4 \cdot 0,3} = \frac{0,3 \sqrt{3} m_{пч}}{4} = \frac{60 \cdot 0,3 \sqrt{3}}{4} = \frac{18 \sqrt{3}}{4} = \frac{9 \sqrt{3}}{2}$

$= 4,5 \sqrt{3} \text{ Н}$

Ответ: $v_c = 0,3 \text{ м/с}$; $\tau \approx 29 \text{ с}$; $F_R \approx 4,5 \sqrt{3} \text{ Н}$.



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!

③

Введем 2 оси перпендикулярные китем: $x''y''$

$Ox: m a_x = F_{гнр} \cos \alpha - m g \sin \alpha$

$Oy: 2 m a_y = F_{гнр} \cos \alpha - 2 m g \sin \alpha$

2) Рассмотрим систему "стержень + грузы" → запишем для них теорему о движении. у.м:

$Oz: 3 m g = 3 m a_{y.m} = T_2 \sin \alpha - T_1 \sin \alpha;$

3) Заметим, что у грузов в начале движение. ускорение может быть направлено только $\perp$ китем и у них не должно быть составляющей вдоль китем, т.к. в начале скорости грузов ноль.

$\Rightarrow m(a_x + 2a_y) = m g \sin \alpha$ @ Из закона "палочки" следует, что:

В прог В проекции на Oz:

$a_x \cos \alpha = a_y \cos \alpha \Rightarrow a_x = a_y = a_1$

4) $m(3a_x) = m g \sin \alpha \Rightarrow a_x = a_y = \frac{g \sin \alpha}{3};$

@ Найдём угол α из геометрии:

$\sin \alpha = \frac{0,6l}{l} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

5) $a_m = a_{2m} = \frac{g}{5} = \underline{\underline{2 \text{ м/с}^2}}$



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
☐

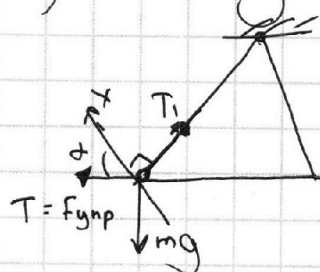
6
☐

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!

б) Находим модуль $F_{\text{нр}} = F_{\text{нр}} = T$:



$$Ox: ma_x = F_{\text{нр}} \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{\text{нр}} = \frac{m(a_x + g \sin \alpha)}{\cos \alpha} = \underline{T \cos \alpha}$$

$$F_{\text{нр}} = m \left(F_{\text{нр}} = \frac{m}{\cos \alpha} \left(\frac{a}{s} + g \sin \alpha \right) \right)$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5}$$

$$F_{\text{нр}} = \frac{0,2(2 + 10 \cdot \frac{3}{5})}{\frac{4}{5}} = \frac{8}{4} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = \frac{3}{5}$; 2) $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$ 3) $T = 2 \text{ Н}$.



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!

⊙ В изобарном процессе $\gamma = \frac{i+2}{2} R = 2,5$

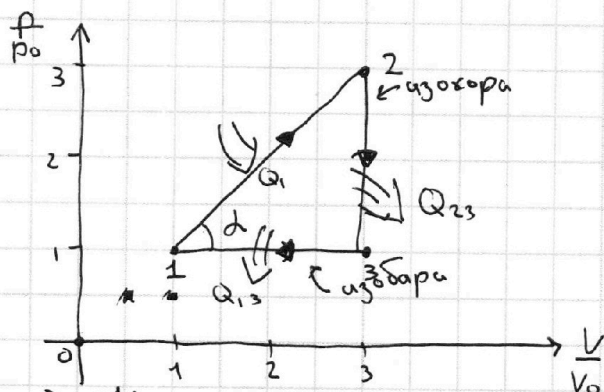
$\Rightarrow$ процесс $3 \rightarrow 1$ (изобарный); В изохорном процессе $c_v = \frac{i}{2} R =$

$= 1,5$

$\Rightarrow$ процесс $2 \rightarrow 3$ (изохорный).

1) Запишем ур. Менделеева-Клапейрона для различных точек:

1) $p_0 V_0 = \nu R T_0$; 2) $p_0 V_3 = \nu R 3T_0$ 3) $p_2 V_3 = \nu R 3T_0 \parallel \Rightarrow$



$\parallel \Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3$, (для точки 3)

$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_2}{V_0} = 3 \text{ (для точки 2)} \end{array} \right.$

Т.к. процесс изохорный.

$\left\{ \begin{array}{l} \frac{p_2}{p_0} = 3 \text{ (для точки 2)} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \frac{p_3}{p_0} = 1 \text{ (для точки 3)} \end{array} \right.$

2) На участке $1 \rightarrow 2$ тепло подводится

а в процессах $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$ отводится.

⊙ $Q_1 = A_{12} + \Delta U_{21}$; ⊙ Найдем A_{12} , как площадь под графиком (трапеция).

⊙ $A_{12} = \frac{(1+3)}{2} \cdot (3-1) p_0 V_0 = \underline{4 p_0 V_0}$!

⊙ Найдем $\Delta U_{21} = \frac{3}{2} (3 p_0 V_0 - p_0 V_0) = \underline{12 p_0 V_0}$!

$\hookrightarrow Q_1 = 4 p_0 V_0 + 12 p_0 V_0 = 16 p_0 V_0 = 16 \nu R T_0 = 16 \cdot 8,31 \cdot 200 =$
 $= 26592 \text{ Дж} \approx \underline{26,6 \text{ кДж}}$

3) Найдем работу за один цикл (газа) как площадь треугольника.



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

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!

$$\odot A_{\Delta} = 2p_0 V_0 \text{ (площадь } \Delta); \Rightarrow A_{\Delta} = 2JRT_0;$$

$$\rightarrow \text{за 25 циклов работа газа: } A = 50JRT_0$$

$$\Rightarrow Mgh = \frac{A}{2} = 25JRT_0 \Rightarrow H = \frac{25JRT_0}{gM} \approx \underline{\underline{10 \text{ м}}}$$

$$= \frac{25 \cdot 8,31 \cdot 200}{10 \cdot 415} \text{ м}$$



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!

№5.

⊙ На большом расстоянии от сферы потенциальную энергию можно принять равной 0 ⇒
⇒ $P_k = 0$; ⊙ Кин. энергия на большом расстоянии
будет: $K_k = \frac{mv^2}{2}$;

⊙ В начале кин. энергия $K_n = 0$;

⊙ Пот. энергия в начале (в точке A) → P_n ;

↳ Найдем ⊙ В точке "O" кин. энергия $K_o = K$;

⊙ В точке "O" по найдем P_{pot} в точке "O"
(пот. энергию).

1) Запишем ЗСЭ: ~~$P_o + q = K + 0$~~ ⇒

⇒ $P_o + K = K_k + 0$, где P_o - потенц. в точке O;

⊙ Потенциал от полусферы в центре симметрии равен: $P_o = \frac{2\pi k Q R}{2\pi R^2}$; где $Q = \frac{Q}{2\pi R^2}$

⇒ $P_o = \frac{Q R}{R}$; ⇒ $K_k = K + \frac{K Q R}{R} = K + \frac{Q q}{4\pi \epsilon_0 R}$;

2) Т.к. точки A и C находятся на равных расстояниях от точки симметрии O, то

$P_A - P_o = P_o - P_C \Rightarrow P_C = 2P_o - P_A$, где P_A - потенциал в точке A
 P_C - в точке 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.

☐☐☐☐☒☐☐

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!

⊙ Запишем ЗСЭ из $A \rightarrow O$;

$$O + l_a \cdot q = K + l_o q;$$

⊙ Запишем ЗСЭ из $OA \rightarrow C$;

$$K + l_o q = K_c + l_c q;$$

⊙ Запишем ЗСЭ из $A \rightarrow C$;

$$l_a q = K_c + l_c q \Rightarrow l_c = \frac{K}{q} + l_o - K_c \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2l_o - l_a = \frac{K - K_c}{q} + l_o \Rightarrow l_o - \left(\frac{K}{q} + l_o\right) = \frac{K - K_c}{q} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_c = 2K \quad ! \Rightarrow \frac{mU_c^2}{2} = mU_o^2 \quad \frac{mU_c^2}{2} = K$$

$$U_c = \sqrt{\frac{2K}{m}} \quad !$$

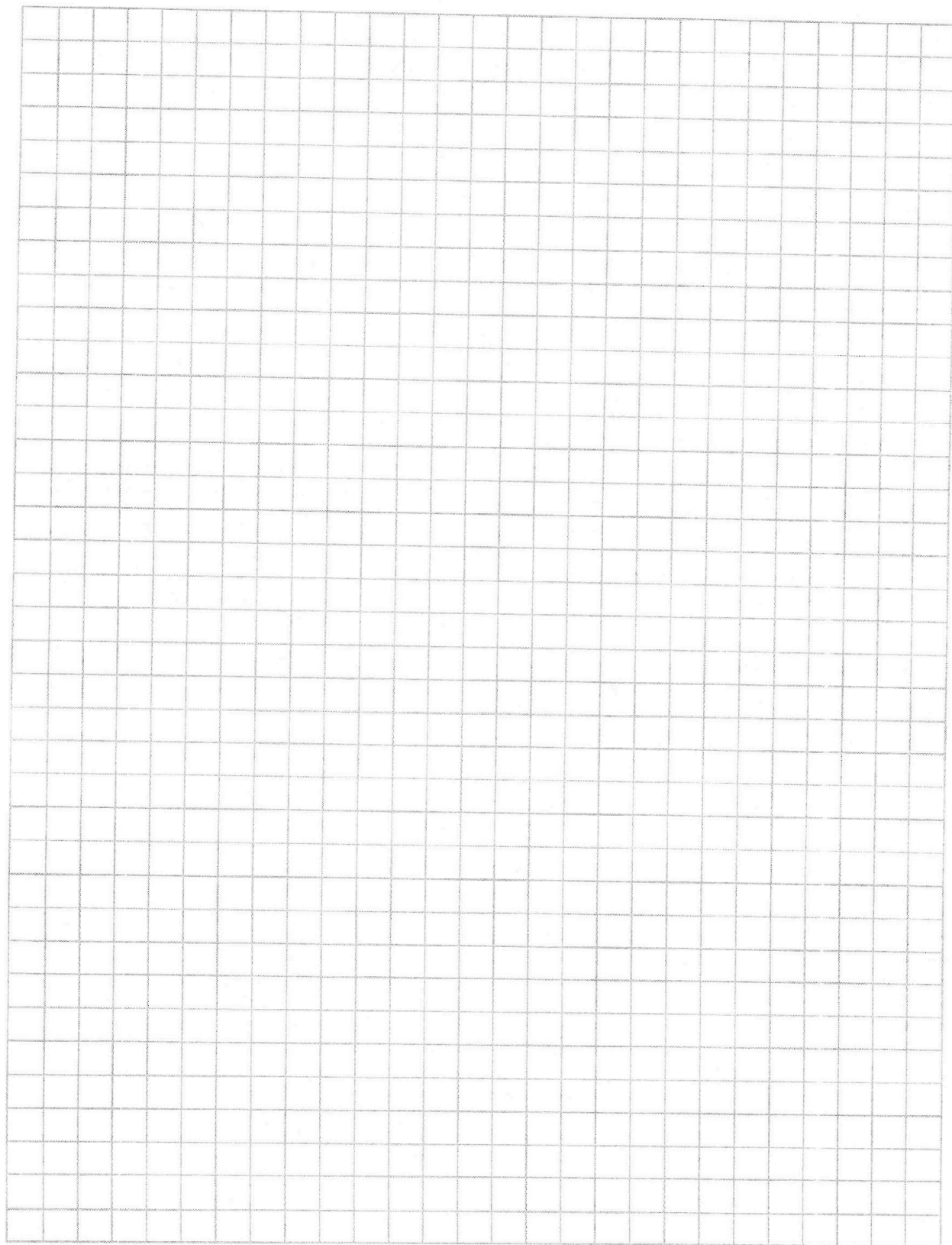


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\frac{i+2R}{R} = C_p \quad C_v = \frac{2}{R}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \\ 2493 \\ \hline 26592 \end{array}$$

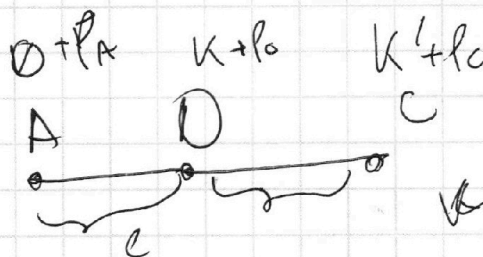
$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{2}$$

$$\frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{i+2}{2} R = C_p \quad \frac{i}{2} R = C_v$$

$$2,5 = C_p \quad C_v = 1,5R$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \\ 2493 \\ \hline 26592 \end{array}$$



$$\begin{aligned} P_A - P_0 &= \\ P_0 - P_c &= \\ K' + P_c &= K + P_0 \\ K' + 2P_0 - P_A &= K + P_0 \\ K' + 2P_0 - K - P_0 &= K + P_0 \\ K' &= 2K \end{aligned}$$

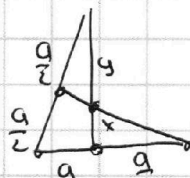
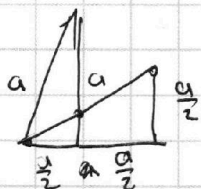
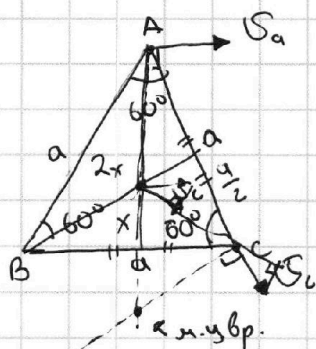


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



$$\frac{50 \cdot 831}{10 \cdot 45} = \frac{831}{83}$$

$$\frac{x}{y} \cdot \frac{1}{y} = \frac{1}{2} \quad y = 2x \quad \frac{415}{15} / 83$$

$$\frac{16 \cdot 3,1}{1,7} = 16 \cdot 1,8$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 1,8 \\ \hline 128 \\ + 160 \\ \hline 28,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 171 \\ \hline 11971 \\ + 1710 \\ \hline 29241 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,1 \overline{) 1,7} \\ \underline{3,1} \\ 1,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31 \overline{) 17} \\ \underline{17} \\ 140 \\ \underline{136} \\ 40 \end{array}$$

$$H = U_0 \sin \alpha + g \frac{t^2}{2}$$

$$H = U_0 \sin \alpha + g \frac{t^2}{2}$$

$$p_0 = \frac{\pi n_{\text{ор}}}{q}$$

$$p_0 - h_k = E d l$$

$$E = \frac{k Q q}{R^2}$$

$$\left(\frac{F_1}{q} - \frac{F_2}{q} \right) d l$$

