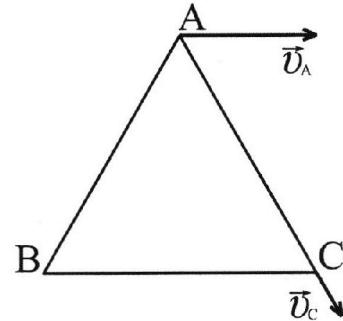


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 10-03



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 совершил 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.

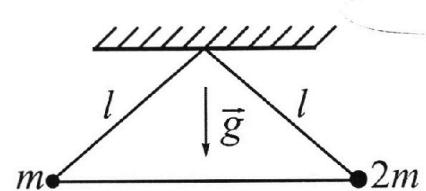
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики 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.



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2025



Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

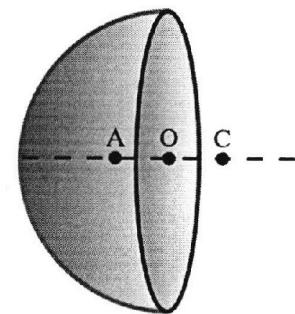
4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль однотипного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200\text{ K}$.

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

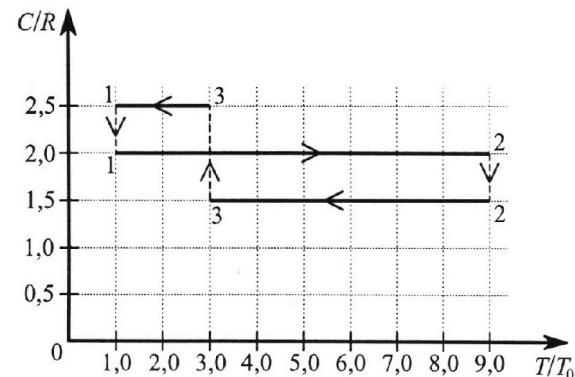
- Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
- На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415\text{ kg}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ m/s}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. 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 К.

- 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.
- 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.





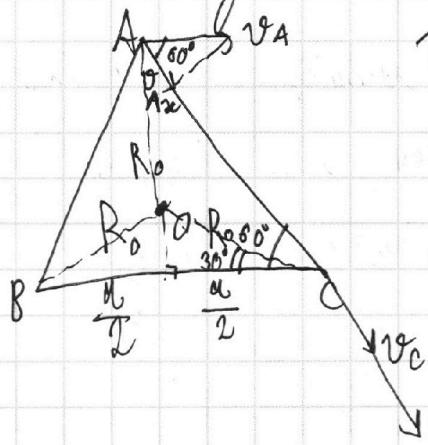
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Линия АС подстигнута чайником не меняется, воспользуемся законом колески, а именно
трекущие скорости v_A и v_C под ось АС должны
быть одинаковыми по значению и знакоу.



$v_A = v_C$, но условие $\triangle ABC$ - равност.

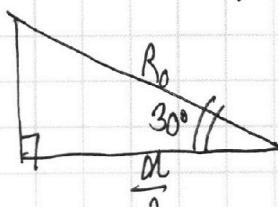
$\delta C \parallel \vec{v}_A \Rightarrow \angle \delta CA = 60^\circ \Rightarrow \vec{v}_A$ сим.

Укл 60° с $AC \Rightarrow v_{Ax} = v_A \cos 60^\circ = \frac{v_A}{2}$,

а $v_{Ax} = v_C \Rightarrow v_C = \frac{v_A}{2} = 0,3 \frac{m}{c}$.

Четверт чайка бегущего
линей находится в четырёх $\triangle ABC$ -точек.

Перейдём в СО У.И. Т.к. линия, пусть его
скорость (m/s) \vec{v}_0 . В СО У.И. линия брандирована
по окружности радиусом R , радиус R можно
найти из следующего рисунка. Δ :



$$\frac{d}{2} / R_0 = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow R_0 = \frac{d}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}d}{3}.$$

Нашли чайка скорость m/s в СО У.И., тогда
скорость С в этой СО $\vec{v}_{com} = \vec{v}_C - \vec{v}_{y.i.} = \vec{v}_0 - \vec{v}_0$.



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

При работе машины села волнили токами V , то
расстояние от машины до у. м. места (0)
равно $R_0 = \frac{\sqrt{3}a}{3}$. Запишем для машины 2-ой
з-и Ньютона: $\sum \vec{F}_{\text{сил на машину}} = \vec{R} = m\vec{a}_0$, тогда
 $|R| = R = m a_0$ где a_0 - ускорение (однородное, направленное в центр)

тогда $a_0 = \frac{V_{\text{ном.с}}^2}{R_0}$ (скорость всех точек A, B, C в сд
у. м. однородная) $\Rightarrow R = \frac{m V_{\text{ном.с}}^2}{R_0} = \frac{m V_A^2}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}a}{3}} =$
 $= \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{m V_A^2}{a} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{60 \cdot 10^{-6} \text{ кН}}{0,3 \text{ м} \cdot 0,36 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} \approx 1,4 \cdot 18 \cdot 10^{-6} \text{ Н} =$
 $= 30,6 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$.

Очевидно: $V_0 = \frac{V_A}{2} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}, T = 28,6 \text{ с}, R = 30,6 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$.



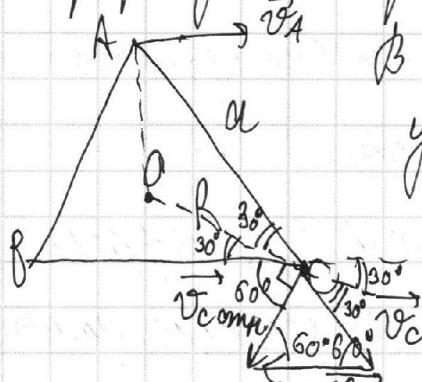
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Пересуши картинку моё раз:



Б с о у. и. $\vec{v}_{\text{сомн.}}$ будет $\perp OC$,
угол между \vec{v}_c и OC равен 30° .

О напротивом $-\vec{v}_o$ можно
поговорить из точки A: то

условию $\vec{v}_A \perp AO$ и $\vec{v}_{A\text{отн.}} = \vec{v}_A - \vec{v}_o \perp AO \Rightarrow$
 $-\vec{v}_o \perp AO \Rightarrow -\vec{v}_o \parallel BC$, угол между BC и $\vec{v}_{\text{отн.}}$ равен $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \Rightarrow$ угол между $-\vec{v}_o$ и $\vec{v}_{\text{отн.}}$ в \triangle_{AO} $\Delta v_o v_{\text{отн.}}$ равен 60° ; угол между $-\vec{v}_o$ и \vec{v}_c в
этот же Δ тоже равен $30^\circ + 30^\circ = 60^\circ \Rightarrow \Delta v_c v_{\text{отн.}}$ —
равносторонний $\Rightarrow v_{\text{отн.}} = v_c = \frac{v_A}{2} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Отсюда
можно найти период T вращения шара;

$$T_0 = \frac{2\pi R_0}{v_{\text{отн.}}}, \text{ а для } n=8 \quad T = n T_0 = \frac{2n\pi R_0}{v_{\text{отн.}}} =$$

$$= \frac{2n\pi \cdot \frac{\sqrt{3}\alpha}{3}}{\frac{v_A}{2}} = \frac{4\sqrt{3}n\pi\alpha}{3v_A} \approx \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \text{ м}}{3 \cdot 98 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$$

$$= \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 14}{3} \text{ с} \approx 168 \cdot 14 \text{ с} = 23,56 \text{ с} \approx 28,6 \text{ с.}$$

По условию, когда сила тяжести, это число не
достаточно для вынуждения шара в с о у. и.,
так как по условию $n \gg m \ll m_{\text{шара}}$.



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!

С мясой под скоростного полета запускаем и тело, летящее под углом к горизонту по этой же самой траектории. Найдем и из ЗСЗ:

$$U^2 = V_0^2 + 2gH \Rightarrow U = \sqrt{V_0^2 + 2gH} = 20\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Нужно найти угол α , при котором дальность полета L брошенного тела \max : $L = \frac{U^2 \sin 2\alpha}{g}$, максимум при $\sin 2\alpha = 1$ (или $\alpha = 45^\circ$) и $L_{\max} = \frac{U^2}{g} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g} = 80 \text{ м.}$ Имена V_0 и H расстояние будем менять основываясь после падения на горизонтальную.

Максимуму.

$$\text{Ответ: } H = \frac{(\frac{L}{2} + \frac{gT^2}{2})^2}{2g} = 20 \text{ м; } L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g} = 80 \text{ м.}$$

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Пусть v_0 - начальная скорость полета фейерверка (когда он находится на горизонте, низу). Движение фейерверка равнозамедленное (от низ ровного пути, а фейерверк движется вверх).

$$\text{Тогда } h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow 2h = 2v_0 t - g t^2 \Rightarrow \\ 2v_0 t = 2h + g t^2 \Rightarrow v_0 = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

При максимальной высоте полета фейерверка $V=0 \Rightarrow H = \frac{V^2 - V_0^2}{-2g} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{(h + \frac{gt}{2})^2}{2g} = 20 \text{ м.}$

Пусть 2м - масса всего фейерверка, тогда m - масса другого его осколка. При разрыве фейерверка на осколки возникает замедление сопротивления импульса (но только сразу после разрыва на осколки, т.к. дальнее движение осколков будет осуществляться из-за действия ускорения g). Задано при разрыве $\vec{V} = 0 \Rightarrow \vec{P} = 2m \vec{V} = 0$.

$$\vec{P} = \vec{P}_0 + \vec{P}_1, \text{ где } \vec{P}_0 - \text{импульс осколка}, \text{ где } |\vec{V}_0| = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

\vec{P}_1 - импульс другого осколка.

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**.

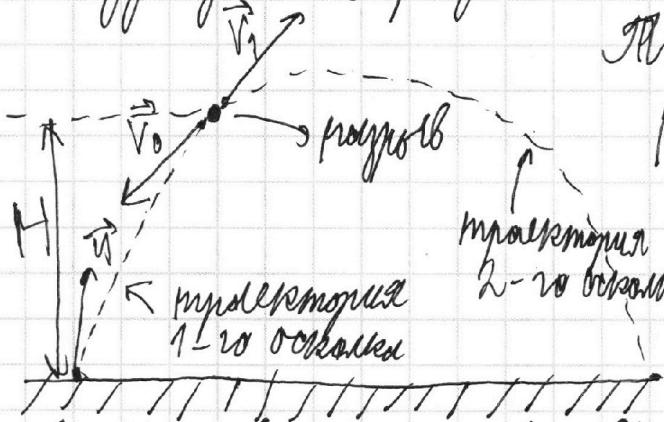


- 1 2 3 4 5 6 7

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!

$\vec{p}_0 = m\vec{v}_0$, $\vec{p}_1 = m\vec{v}_1$, \vec{v}_1 - скорость осколка (второго).
Тогда $2m\vec{v} = m\vec{v}_0 + m\vec{v}_1 \Rightarrow 2\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_1 \Rightarrow$
 $\vec{v}_0 = -\vec{v}_1 \Rightarrow |\vec{v}_0| = |\vec{v}_1| = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, т.е. после разрыва
2 осколка летят с одинаковыми скоростями
в взаимопротивоположных направлениях. Следова-
тельно после разрыва будет вращение призеро
шарнирной оболочки:



Н.к. осколки летят с
равными скоростями во
взаимопротивоположных
направлениях (сразу
после разрыва), то

если соударение траектории двинется обеих
осколков после разрыва, то они образуют траек-
тории двинутые одна, относительно под углом к
горизонту и приближающиеся к нулю все сильнее
силой. Число \vec{v} - скорость обеих осколков перед
наличием (перед однократной, следующей за ЗСЭ):

$$mgM + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} \Rightarrow u^2 = V_0^2 + 2gM$$

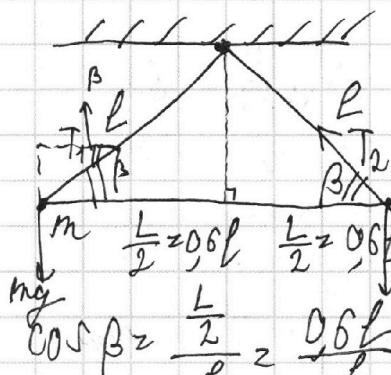


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!



Определим угол β , который между нитью и спиралью до отрываания системы:

Будем $\frac{L}{2} = 0,6l$ $\frac{L}{2} = 0,6l$ $m g$ T_1 T_2 β β $2m$ $\cos \beta = \frac{\frac{L}{2}}{l} = \frac{0,6l}{l} = 0,6$. Пусть T_1 - сила натяжения нити у шарика m , T_2 - сила натяжения нити у шарика $2m$. Значит, что после отрыва-ния система шарик натянет, где прикрепле-ны 2 нити, никакая не сдвинется. Тогда сила натяжения после освобождения системы силы натяже-ния нитей (T_1 и T_2) могут измениться (или изменить се-бя сама). Поэтому можно сразу сказать, что натяжение нити может измениться, поскольку у них есть ко-нечная масса / масса, к тому же, есть масса, а у спиралей нет. Наибольшее значение T у шарика $2m$ не будет и после освобождения. Значит, что для T_1 : $T_1 \sin \beta = mg \Rightarrow T_1 = \frac{mg}{\sin \beta} = \frac{5mg}{4}$ ($\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{4}{5}$), и $T_2 \sin \beta = 2mg \Rightarrow T_2 = \frac{10mg}{4}$.

L



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!

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{dy^2 (\operatorname{ctg}^2 \beta + 1)} = |dy| \cdot \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}^2 \beta}} = |dy| \cdot \frac{1}{|\operatorname{tg} \beta|} \Rightarrow \\
 &\sqrt{|\alpha_{\text{sel}}|} = \frac{|\alpha_1| \operatorname{ctg} \beta}{|\alpha_1|} = \frac{|\alpha_1| \operatorname{ctg} \beta}{|\alpha_1|} = \frac{|\alpha_1|}{|\alpha_1|} \operatorname{ctg} \beta = \operatorname{ctg} \beta = \operatorname{tg} \beta = \frac{|\alpha_1|}{|\alpha_1|} \\
 &= \cos \beta = 0,6 \quad (\text{из } |\alpha_1| = |dy| \cdot \frac{1}{|\operatorname{tg} \beta|} \text{ следует } \operatorname{tg} \beta = \frac{|dy|}{|\alpha_1|}). \\
 &\text{Далее находим } |dy|.
 \end{aligned}$$

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 из 3

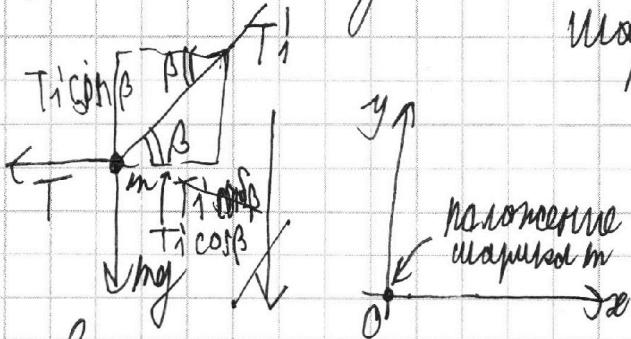
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Это были условия равнобедренной трапеции на вертикальную ось. Давай условие для равнобедренной горизонтальной оси: $T_1 + T_2 \cos \beta = mg$

$$T_2 \cos \beta = T_2 \cos \beta - T_1 \cos \beta = \frac{mg}{\sin \beta} \cos \beta - \frac{mg}{\sin \beta} \cos \beta = mg \cos \beta, \text{ где } \cos \beta = \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = \frac{3}{4}.$$

$$\text{Тогда } T_2 = \frac{3}{4} mg = \frac{3}{4} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 1,5 \text{ Н.}$$

Пусть T'_1 — новая сила натяжения каната 1, если поменяли массу тела m . Но метод Кантории, Евклид и Фермера сразу после освобождения не поменялись. Рассмотрим



Масса m . О - натяжение трапеции массой m .

Заданы 2-е 3-е
нити T_1 и T_2
и масса тела m

В проекции на 2 оси: Oy — вертикальная, и Ox — горизонтальная.

$$\begin{aligned} Oy: \quad & mgy = T_1 \sin \beta - mg; \quad Ox: \quad -mgx = T_2 \cos \beta - T_1 \cos \beta \\ & = |T_1| \sin \beta \cdot \cos \beta - mg \cdot \cos \beta = \cos \beta (T_1 \sin \beta - mg) = \\ & = \cos \beta mgy \Rightarrow |mgx| = |mgy| \cos \beta, \text{ а } |dx| = \sqrt{|dx|^2 + |dy|^2} = \end{aligned}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Далее рассчитаем площадь внутренней упаковки:

$$A'_{\text{упаковки}} = 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot V_0 \cdot \frac{1}{2} r = 2 \pi V_0 r = 2 \pi R T_0 = 2 \cdot 1 \text{ м}^2.$$

$$\cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 3324 \text{ Дж.}$$

Изменяя эту работу газа, идёт на поднятие груза массой $M = 415 \text{ кг}$ на высоту H (точка A).
Чтобы H было $N = 25$ упаковок, тогда $\Delta E = \frac{1}{2} A'_{\text{упаковки}} N^2$ (условие), где ΔE - изменение энергии груза (по условию поднимают медленно, тогда $E_{k0} = 0$),
 $\Delta E = Mgh$ (само толкование формулы. Энергия) \Rightarrow

$$M = \frac{A'_{\text{упаковки}} N}{Mg} = \frac{2 \pi R T_0 N}{2 Mg} = \frac{3324 \text{ Дж} \cdot 25}{2 \cdot 415 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 4,02 \text{ м.}$$

Ответ: $A = 28592 \text{ Дж}$, $M \approx 20 \text{ м.}$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} VR \cdot 8T_0 = 12VR T_0 \Rightarrow$$

$$A_{12} =$$

$C_{31} = \frac{5}{2} R$ — это соответствует изобарическому процессу.
3-1 — изобарод; $C_{23} = \frac{3}{2} R$ — это соответствует изохорическому процессу \Rightarrow 2-3 — изокорд. Запишем широкий упр.-ий сост. изг. разр.:

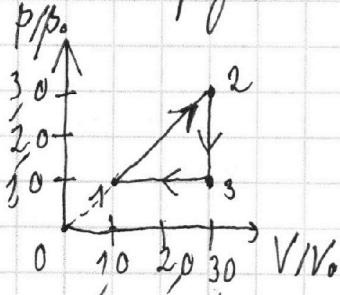
$$\begin{cases} p_3 V_3 = VR T_3 \\ p_1 V_{12} = VR T_1 \end{cases} \quad \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1}, \text{ примени } p_3 = p_1 \Rightarrow$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{3T_0}{T_0} = 3 \Rightarrow V_3 = 3V_0, p_3 = p_0.$$

$$\begin{cases} p_3 V_3 = VR T_3 \\ p_2 V_{23} = VR T_2 \end{cases} \quad \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{3T_0}{9T_0} = \frac{1}{3}, \text{ примени}$$

$$V_3 = V_{23} = 3V_0 \Rightarrow \frac{p_3}{p_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow p_2 = 3p_3 = 3p_0. \text{ Процесс}$$

б) координатами $(p/p_0, V/V_0)$ следующими образом:



Определим работу 1-2:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) = 12VR T_0, \quad (i=3) \quad A_{12} = 12VR T_0 \Rightarrow$$

$A'_{12} = A_{12} - \Delta U_{12} = 4VR T_0 = 4p_0 V_0$, это работа разр. на 1-2 ($A'_{12} = A_{12} - \Delta U_{12} = \frac{1}{2} VR(T_2 - T_1)$).

соответствует только тому, что 1-2 — изобарод. (Могущих быть противоречий) Если рассмотрим разбившее криволинейное тело. $\Delta T'_{12}$ на 1-2, тогда $\Delta A'_{12} = \frac{1}{2} VR \Delta T'_{12}$).



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Запишем формулу для находящегося в кал-ва температ, подогретого или охлажденного от газа на различные участки: $|\Delta U| = CV |\Delta T|$, причём если $\Delta T < 0$, то тепло охлаждают, $\Delta T > 0$ - тепло подогревают ($\Delta T = T_{k,i} - T_{k,f}$ - изменение температуры).

В состоянии 1: $T_1 = T_0$, в состоянии 2: $T_2 = 9T_0$, в состоянии 3: $T_3 = 3T_0$. Запишем ур-ие состояния изоэнтропии газа:

- m. 1: $p_1 V_1 = VR T_1 \Rightarrow p_0 V_0 = VR T_0$
- m. 2: $p_2 V_2 = VR T_2 = 9VR T_0$
- m. 3: $p_3 V_3 = VR T_3 = 3VR T_0$

$|Q_{12}| = C_{12} V (T_2 - T_1) = 2R V \cdot 8T_0 = 16VR T_0$ - тепло подогрева,
 $|Q_{23}| = C_{23} V (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} VR \cdot 8T_0 = 9VR T_0$ - тепло отвода участка ($\Delta T_{23} < 0$)

$|Q_{31}| = C_{31} V (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} VR \cdot 2T_0 = 5VR T_0$ - тепло отвода участка ($\Delta T_{31} < 0$)

П.д. подогрев тепло можно в пропорции 1-2:

$$Q_{12} = 16VR T_0 = 16 \cdot 1 \text{ мол.} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 16 \cdot 1662 \text{ Дж} = 26592 \text{ Дж.}$$

Насколько раз охлажден газ, то $i = 3 \Rightarrow |\Delta U| = \frac{3}{2} VR |\Delta T|$.



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\text{Плакот} + \text{Пc}, \Pi_A = K \frac{|Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 r^2}, \text{Кор} \frac{m v_c^2}{2}, \Pi_{0z}$$

$$= \frac{|Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 (r + 2(R - r))} = \frac{|Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 (2R - r)}, \text{ с учётом } r$$

$$\text{получим: } \frac{mv_c^2}{2} = \frac{|Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2R - r} \right) \Rightarrow$$

$$\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2R - r} \right) = \frac{4\pi \epsilon_0 K R + |Q_1| |q_1|}{R |Q_1| |q_1|} - \frac{1}{2R - \frac{R |Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 K R + |Q_1| |q_1|}},$$

$$\text{тогда } v_c = \sqrt{\frac{|Q_1| |q_1|}{2m \pi \epsilon_0} \cdot \left(\frac{4\pi \epsilon_0 K R + |Q_1| |q_1|}{R |Q_1| |q_1|} - \frac{1}{2R - \frac{R |Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 K R + |Q_1| |q_1|}} \right)}$$

$$\text{Известно: } v_2 = \sqrt{\frac{8\pi \epsilon_0 K R + 2|Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 m}},$$

$$v_c = \sqrt{\frac{|Q_1| |q_1|}{2m \pi \epsilon_0} \left(\frac{4\pi \epsilon_0 K R + |Q_1| |q_1|}{R |Q_1| |q_1|} - \frac{1}{2R - \frac{R |Q_1| |q_1|}{4\pi \epsilon_0 K R + |Q_1| |q_1|}} \right)}.$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



Запишем, что из полной скорости частицы в

$$\text{мощь } O: \frac{m v_0^2}{2} = K \Rightarrow v_0^2 = \frac{2K}{m}.$$

Определим напряженность E , создаваемую
одногаря заряженной частицей: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|}{r^2}$

$$\text{мощь } F_E = E q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|q}{r^2} \text{ для } r < R. \text{ Тогда}$$

Написано соответствует мощью A. Запишем

$$\text{ЗС} \text{ для мощи } O \text{ и } A: \frac{mv_A^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|q}{R^2} =$$

$$= \frac{mv_A^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|q}{R} \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} |Q|q \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right) = K,$$

$$\Rightarrow r - \frac{1}{k} = \frac{4\pi\epsilon_0 K}{|Q|q} \Rightarrow r = \frac{1}{\frac{4\pi\epsilon_0 K}{|Q|q} + \frac{1}{R}} = \frac{R|Q|q}{4\pi\epsilon_0 KR + |Q|q}.$$

Для установившегося движения расстояния $r' \gg r \Rightarrow r' \approx R$,
тое R -помеха, экранирующая заряды. Тогда

$$F_A = K \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|q}{R^2} = \frac{mv_A^2}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|q}{R^2},$$

$$\cdot (4\pi\epsilon_0 KR + |Q|q) = \frac{4\pi\epsilon_0 KR + |Q|q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_A^2 = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 KR + 2|Q|q}{4\pi\epsilon_0 R m}}.$$

Для мощи C можно записать ЗС: