



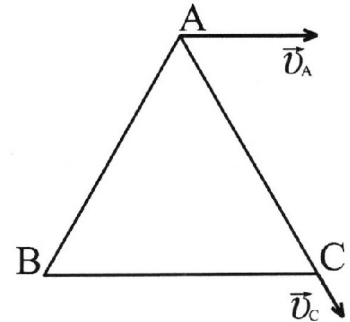
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

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  $\tau$  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.

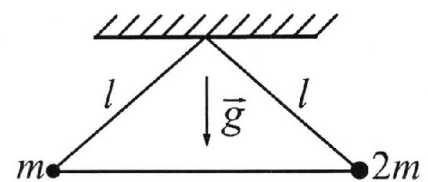
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 15$  м фейерверк находился через  $\tau = 1$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $L_{\text{MAX}}$  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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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



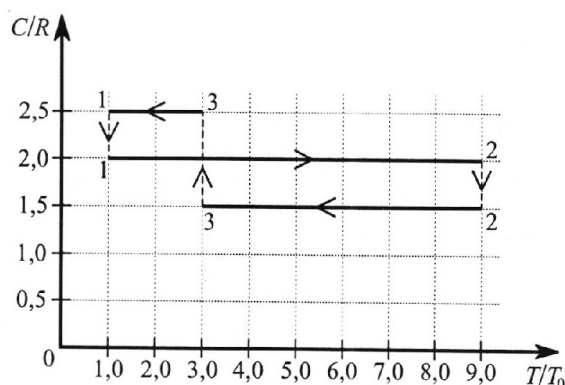
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

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.

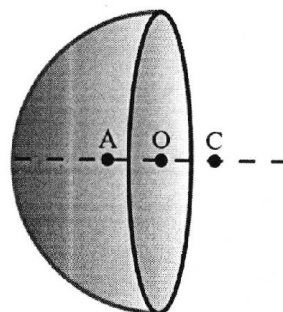


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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/с<sup>2</sup>, 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  $\epsilon_0$ . 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.



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)  $v_c$  - ? 2)  $\gamma$  - ? 3)  $R$  - ?

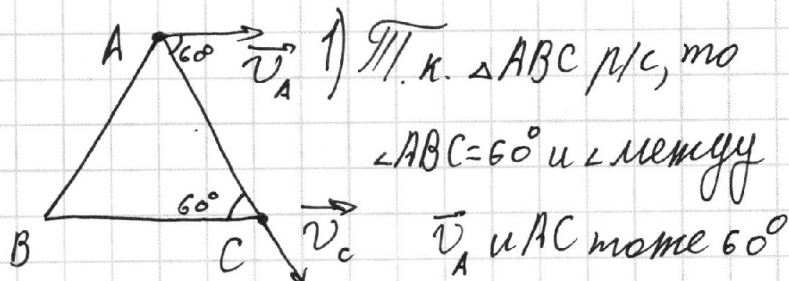
$$v_A = 0,6 \text{ м/с}$$

$$a = 0,3 \text{ м}$$

$$n = 8$$

$$m = 6 \text{ кг} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

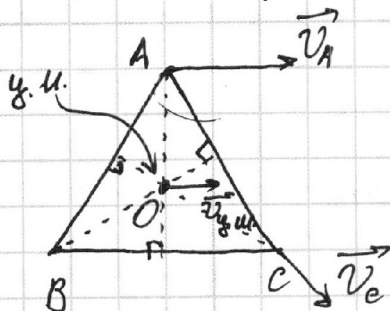
Решение: ИСО-Земля



Вспользуясь кинематической связью: проекция  $\vec{v}_A$  на  $AC$  равна проекции  $\vec{v}_C$  на  $AC$ :  $v_A \cos 60^\circ = v_C$

$$v_C = \frac{1}{2} v_A$$

$$v_C = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \text{ м/с} = 0,3 \text{ м/с}$$



2) Так как  $\triangle ABC$  м.с, то его центр масс находится

в точке пересечения медиан (которые также и высоты и биссектрисы)

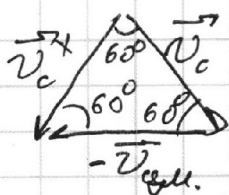
Атм. Перейду в с.о.

связанную с ц.м.  $\triangle ABC$ :  $\vec{v}_{\text{перем}} = -\vec{v}_{\text{ц.м.}}$

$$v_A^* = \vec{v}_A + \vec{v}_{\text{перем}} = \vec{v}_A - \vec{v}_{\text{ц.м.}}$$

$$v_C^* = \vec{v}_C + \vec{v}_{\text{перем}} = \vec{v}_C - \vec{v}_{\text{ц.м.}}$$

При этом  $v_C^*$  будет лежать на прямой  $\perp$ -й высоте  $CO$



( $\vec{v}_{\text{ц.м.}}$  ||-н  $\vec{v}_A$ )  
м.к. вращающихся  
м.к.  $\vec{v}^*$   
на  $CO$   
не будет  $= 0$ ,  
то не возможно  
м.к.  $\triangle$  - к разорвёт)



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.

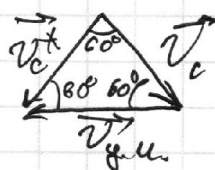
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

так как если  $v_c^*$  не будет на ней лежать, то проекция  $v_c^*$  на  $CO \neq 0$ , что будет противоречить его кинематической связи с центром масс (ведь его скорость в этой С.О. а значит и проекция = 0).

Заметим, что  $\vec{v}_c^* = \vec{v}_c - \vec{v}_{ц.м.}$



то и  $\Delta(\vec{v}_c; \vec{v}_{ц.м.}; \vec{v}_c^*)$

н/с, т.к.

(все  $\angle$  по  $60^\circ$ ). Значит  $v_{ц.м.} = v_c = \frac{1}{2} v_A$

на  $OX$ :  $v_A^* = v_A - v_{ц.м.}$ ;  $v_A^* = \frac{1}{2} v_A$

длина высоты н/с  $\Delta ABC$ :  $a \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $AO$ -медиана  $\Rightarrow AO = \frac{2}{3} \cdot a \frac{\sqrt{3}}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{3}$

период обращения т. А:  $T = \frac{2\pi R}{v_A^*}$

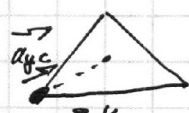
$$\tau = 8T = 16\pi \frac{R}{v_A^*}$$

$$\tau = 16\pi \frac{a \frac{\sqrt{3}}{3}}{\frac{1}{2} v_A} = \frac{32\sqrt{3} \pi a}{\sqrt{3} v_A}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 32 \\ \hline 628 \\ + 942 \\ \hline 100,48 \end{array}$$

$$\tau = \frac{32 \cdot \sqrt{3} \cdot 3,14 \cdot 0,3 \text{ м}}{\sqrt{3} \cdot 0,6 \text{ м/с}} = 32 \cdot 3,14 \cdot \frac{1}{2} = 100,48 \text{ с} = \frac{100,48}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

3) Вектор в т. В:

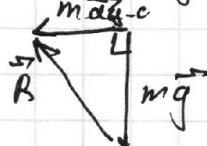


вид сверху

вид сбоку

по 2-му з-ку Ньютона:

$$\vec{R} + m\vec{g} = m\vec{a}_{ц.м.}$$



По теореме Пифагора:  $R = m \sqrt{a_{ц.м.}^2 + g^2}$

$$R = m \sqrt{\frac{v_A^2}{4a} + g^2}$$

$$R = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{\frac{(0,6 \text{ м/с})^2}{4 \cdot 0,3 \text{ м}} + (10 \text{ м/с}^2)^2}$$

$$R = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{100 + 93 \sqrt{3}} \text{ Н}$$

Ответ:  $v_c = 0,3 \text{ м/с}$ ;  $\tau = 100,48 \text{ с}$ ;  $R = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{100 + 93 \sqrt{3}} \text{ Н}$ ;  $\tau = \frac{100,48}{\sqrt{3}} \text{ с}$



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  
1 из 2

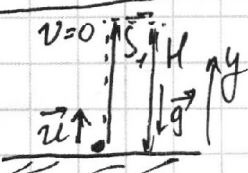
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $H = ?$  2)  $L_{\max}$

$$h = 15 \text{ м}$$

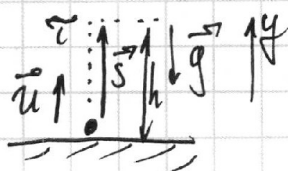
$$v = 1 \text{ с}$$

$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$



Решение: 1) ИСО - Земля

начало полета:  $\vec{S} = \vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$



ОУ:  $h = vt + \frac{gt^2}{2}$

$$vt = \frac{2h + gt^2}{2} \Rightarrow v = \frac{2h + gt^2}{2t}$$

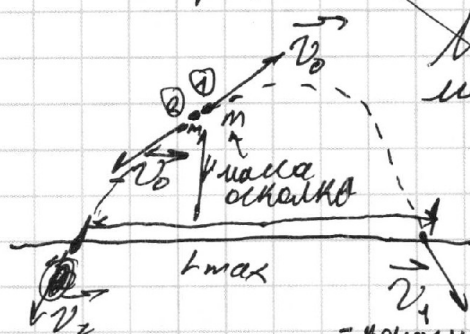
весь полет:  $\vec{S}_1 = \vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$ ; ОУ:  $H = \frac{2h + gt^2}{2}$

$$2gH = v^2 - v_0^2$$

ОУ:  $-2gH = -v^2 \Rightarrow H = \frac{(2h + gt^2)^2}{8gt^2}$

$$H = \frac{(2 \cdot 15 \text{ м} + 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}^2)^2}{8 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}^2} = 20 \text{ м}$$

2) По ЗСЭ (разрыв происходит быстро), т.е. в верхней точке у фейерверка  $v = 0$ , а скорость равной массы, то скорость 2-й осколка -  $\vec{v}_0$



Максимальная дальность разстояние между осколками будет, если когда  $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_0$  (тогда дальность полета первого осколка максимальна)

По ЗСЭ:  $\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_0 + \sqrt{2gh}$

- по второму закону сохранения импульса:  $\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{g}t$

$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = v_1 \sin \alpha$

$$\tan \alpha = \frac{v_0}{v_1} = \frac{v_0}{v_0 + \sqrt{2gh}}$$

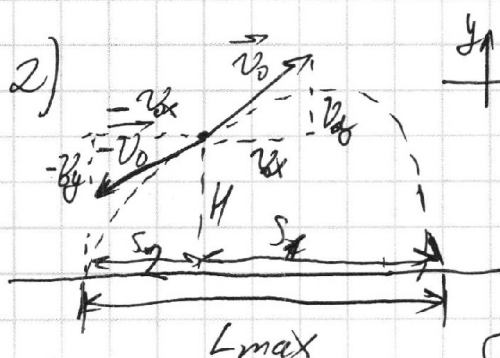


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Учитывая ЗСИ скорость  
второго скачка  $-v_0$   
(т.к. в верхней точке  
вертикальной скорости = 0, и массы скачков  
равны)

для ① ОХ:  $-H = v_{0y} t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$

$$t_1 = \frac{v_{0y} \pm \sqrt{v_{0y}^2 + 2gH}}{g}$$

$$\Leftarrow \frac{g t_1^2}{2} - v_{0y} t_1 - H = 0$$

ОХ:  $S_1 = v_{0x} t_1 = v_{0x} \frac{v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 + 2gH}}{g}$

аналогичное уравнение для  $S_2$  (но  $v_{0y}$  замен на  $-v_{0y}$ )

$$S_2 = v_{0x} \frac{-v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 + 2gH}}{g}$$

расстояние между точками падения:  $L = S_1 + S_2 = \frac{2}{g} v_{0x} \sqrt{v_{0y}^2 + 2gH}$

$$L = \frac{2}{g} \sqrt{(v_0^2 - v_{0y}^2)(v_{0y}^2 + 2gH)} = \frac{2}{g} \sqrt{-v_{0y}^4 + (v_0^2 - 2gH)v_{0y}^2 + v_0^2 \cdot 2gH}$$

$L_{\max}$  при  $-v_{0y}^4 + (v_0^2 - 2gH)v_{0y}^2 + v_0^2 \cdot 2gH$  — макс (парабола ветви-вниз  $\Rightarrow$  макс в верш)   
  $v_{0y}^2_{\text{верш}} = \frac{2gH - v_0^2}{-2} = \frac{v_0^2}{2} - gH$    
  $\Rightarrow$  миним. точка

$$L_{\max} = \frac{2}{g} \sqrt{\left(v_0^2 - \frac{v_0^2}{2} + gH\right) \left(\frac{v_0^2}{2} - gH + 2gH\right)} = \frac{2}{g} \sqrt{\left(gH + \frac{v_0^2}{2}\right)^2} = \frac{2}{g} \left(gH + \frac{v_0^2}{2}\right)$$

$$L_{\max} = 2H + \frac{v_0^2}{g} \quad L_{\max} = 2 \cdot 20 \text{ м} + \frac{(30 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} = 130 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $H = 20 \text{ м}$

2)  $L_{\max} = 130 \text{ м}$



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 ☐

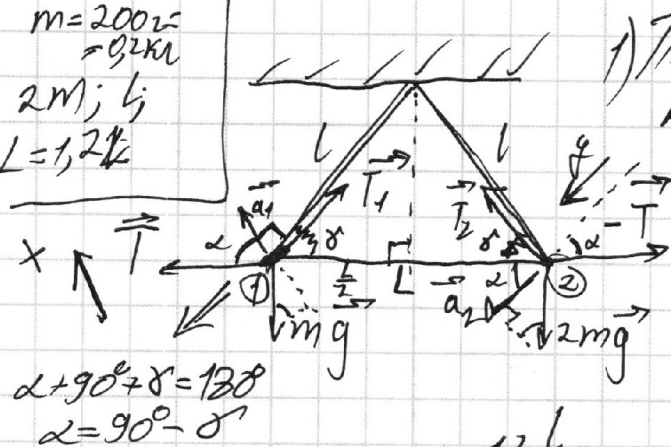
СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

1)  $\sin \alpha$ ? 2)  $a_1$ ? 3)  $T$ ?

Решение: ИСО-Земля

$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$   
 $2m$ ;  $l$   
 $L = 1,2 \text{ м}$



1) Т.к. шарик подвешен на нерастяжимых нитях, то  $\vec{a}_1 \perp \vec{T}_1$  и  $\vec{a}_2 \perp \vec{T}_2$

$$\cos \alpha = \frac{\frac{L}{2}}{l} = \frac{L}{2l}$$

$$\cos(90 - \alpha) = \frac{L}{2l} (= \sin \alpha)$$

$$\sin \alpha = \frac{1,2}{2} = 0,6$$

2) Т.к. между шариками невесомый стержень, то если на 1-й действует сила  $\vec{T}$ , то на 2-й  $-\vec{T}$ ; их проекции  $a_1$  и  $a_2$  на стержень равны

По 2-му 3-му Ньютону:

$$(a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha) \\ a_1 = a_2$$

$$\text{для } \textcircled{1} OX: T \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_1 \quad (1)$$

$$\text{для } \textcircled{2} OY: 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 2ma_2 \quad (2)$$

$$(1) + (2): 2mg \sin \alpha - mg \sin \alpha = ma_1 + 2ma_2$$

$$mg \sin \alpha = 3ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{3} g \sin \alpha$$

3)

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$\text{Тогда из (1): } \cos \alpha T = ma_1 + mg \sin \alpha$$

$$T = m \frac{a_1 + g \sin \alpha}{\cos \alpha}; T = 0,2 \text{ кг} \cdot \frac{2 \text{ м/с}^2 + 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6}{0,8} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 1)  $\sin \alpha = 0,6$   
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 ☐

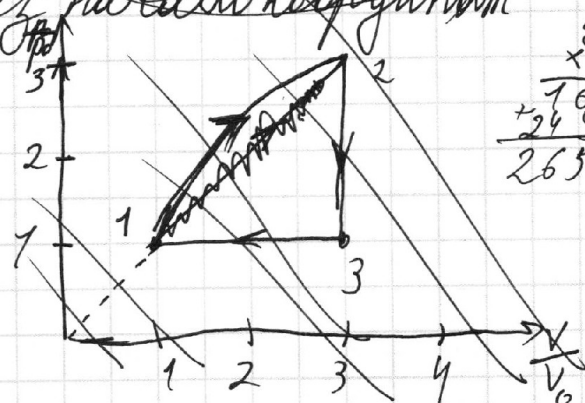
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

1) график 2)  $Q_1$ ? 3)  $\eta$ ?

$\nu = 1 \text{ моль}$   
 $T_0 = 200 \text{ К}$   
 $M = 415 \text{ г}; N = 25$   
 $g = 10 \text{ м/с}$   
 $R = 831 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$   
 $\eta = 0,31 = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{газ}}}$

Решение: 1) Так как в процессе 1-2  $\frac{C}{R} = 2$ , то в  $(\frac{P}{P_0}, \frac{V}{V_0})$  координатах 1-2 выглядит как отрезок прямой проходящий через начало координат



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

В процессе 3-1  
теплоемкость  $C = 2,5R$ ,  
 $C = \frac{5}{2}R$  - процесс  
изобарического  
статия, а т.к.  $T_3 = 3T_0$ , то  $V_3 = 3V_0$ ;  $P_3 = P_0$   
(из граф в условии)

Процесс 2-3 с теплоемкостью  $C = \frac{3}{2}R$  - изохорический  
статия

В процессе 1-2  $Q_{\text{подв}}$  значительно больше чем  $Q_{\text{подв}}$  т.к.  
при расширении соединяются  
значит будет изогнутая кривая 1-2

2) Замену, что если в графике в условии ось абсцисс даем на  $T_0$ , а ось ординат на  $R$ , то площадь под 1-2 =  $Q_1$   
(при  $\nu = 1 \text{ моль}$ )

$$Q_1 = (9T_0 - T_0) \cdot 2R = 16 \nu R T_0; Q_1 = 16 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 831 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 26592 \text{ Дж}$$

3) По 2-му закону термодинамики:  $Q_1 = \Delta U + A$   
 $Q_1 = 16 \nu R T_0 = 3 \nu R T_0 + A$   
 $A = 13 \nu R T_0$



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 ☐

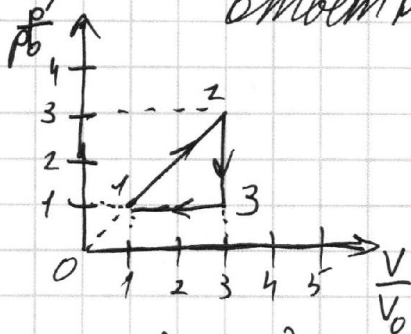
СТРАНИЦА  
2 из 2

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!

Заметим, что при соединении 1-2 прямой  $A_{12} = (p_0 - p_0) \frac{3V_0 + V_0}{2} = 4p_0 V_0$   
 $\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 9 \sqrt{RT_0} - \frac{3}{2} \cdot \sqrt{RT_0} = 12 \sqrt{RT_0}$

$$A_{12} + \Delta Q_{12} = 16 \sqrt{RT_0} = Q_{12} \Rightarrow \text{на } (p_0; V_0) \text{ процесс}$$

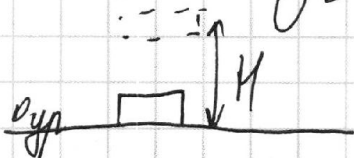
график процесса (воздух)   
 1-2 прямая со скл  $(p_0; V_0)$  и  $(3p_0; 3V_0)$   
 ответ на вопрос 1):



3) ~~процесс~~  
 работа газа за цикл =  
 = площади  $\Delta$ -ка 1-2-3-1  
 $A_{12} = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2p_0 = 2p_0 V_0 = 2 \sqrt{RT_0}$

$$A_{\text{пол}} = \eta A_{12} = 0.5 \cdot 2 \sqrt{RT_0} = \sqrt{RT_0}$$

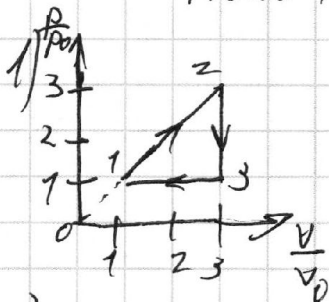
По 3СЭ с учётом  $A_{\text{пол}} \neq 0 + N \cdot A_{\text{пол}} = MgH$



$$H = \frac{N \sqrt{RT_0}}{Mg}$$

$$H = \frac{25 \cdot 10 \text{ моль} \cdot 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К}}{415 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 10 \text{ м}$$

Ответ:



2)  $Q_1 = 26592 \text{ Дж}$

3)  $H = 10 \text{ м}$



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)  $V = ?$  2)  $V_c = ?$

$Q; R$

$m; q; K; \epsilon_0$

$AO = OC$



Решение: 1) Т.к. в точке O потенциал равноудален от любой точки полушеры, (на рассм. R), то потенциальная энергия из взаимодействия

$$E_{p0} = \frac{kQq}{R}$$

$E_p \rightarrow 0$  (полушера уходит от нас как точкой,  $E_p = \frac{kQq}{d}$ ,  $d \rightarrow 0$ , значит  $E_p \rightarrow 0$ )

На большом расстоянии

энергия из взаимодействия

По ЗСЭ:  $\frac{kQq}{R} + K = \frac{mv^2}{2}$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} + K$$

$$V = \sqrt{\frac{Qq + 4K\pi\epsilon_0 R}{2\pi\epsilon_0 Rm}}$$

2) Т.к. частица находится на оси симметрии и движется вдоль нее, то можно считать, что напряженность поля вдоль AC не изменяется, а т.к.  $AO = OC$ ,

то  $A_{AB} = \text{перел}$   $U_{AO} = U_{OC} \Rightarrow A_{AO} = A_{OC}$   
 $= E \cdot AO = E \cdot OC$

$0 + A_{AO} = K$  (по ЗСЭ считаем)  
 $0 + 2AO = \frac{mv_c^2}{2}$

$$\frac{4K}{m} = v_c^2$$

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

Ответ:  $V = \sqrt{\frac{Qq + 4K\pi\epsilon_0 R}{2\pi\epsilon_0 Rm}}$ ;  $V_c = 2\sqrt{\frac{K}{m}}$



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!

$F = k \frac{qQ}{R^2}$   
 $F_1 = \frac{kqQ}{R^2} \cos \frac{1}{2}$   
 $= \frac{kqQ}{R^2} \cos \frac{1}{2}$   
 $t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$   
 $-H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$   
 $S_1 = v_0 \cos \alpha t + \frac{v_0^2 \pm \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$   
 $v_1 = v_0 + \sqrt{2gH}$   
 $\frac{gt}{2} = \sqrt{v_0^2 + v_0^2 + 2v_0 \sqrt{2gH}}$   
 $gt = \sqrt{2v_0^2 + 2\sqrt{2gH} v_0 + 2gH}$   
 $S = \frac{v_0 + v_1}{2}$   
 $S = v_x \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g} + v_x \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g} =$   
 $\frac{2v_x \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$   
 $\tan \alpha = \frac{v_0 + \sqrt{2gH}}{v_0}$

$-H = -v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt^2}{2}$   
 $S_2 = v_0 \cos \alpha t_2$   
 $(v_0 + \sqrt{2gH}) \sin \alpha = v_0 \cos \alpha$   
 $\tan \alpha = \frac{v_0 + \sqrt{2gH}}{v_0}$

$-H = v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$   
 $S = v_0 \cos \alpha t$   
 $t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}$

$-H = S \tan \alpha - 0.5 \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} S^2$   
 $-H = S \tan \alpha - 0.5 \frac{g}{v_0^2} \frac{S^2}{(1 + \tan^2 \alpha)}$   
 $-H = S \tan \alpha - 0.5 \frac{g}{v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) S^2$   
 $S^2 = 0.5 \frac{g}{v_0^2}$   
 $\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{2}{g} v_x \sqrt{v_0^2 + 2gH}$   
 $\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{2}{g} \sqrt{(v_0^2 - v_x^2)(v_0^2 + 2gH)}$



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!

