



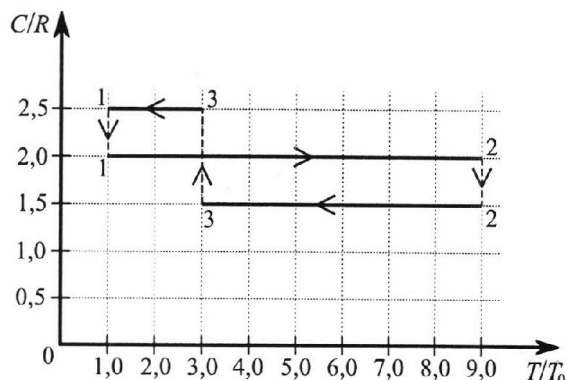
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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



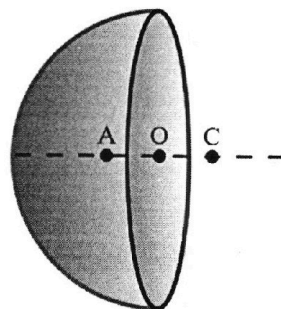
1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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  $M = 150 \text{ кг}$  за  $N = 10$  циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , 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 частица движется со скоростью  $V_O$ .



1. С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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

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



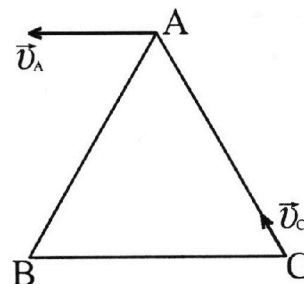
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01

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  $v_A = 0,4$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника  $a = 0,2$  м.



1. Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой  $m = 100$  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.

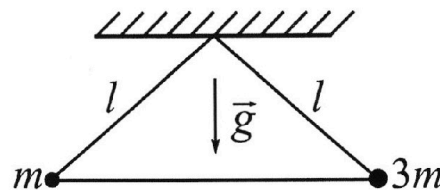
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.

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  $V_0 = 20$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{max}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами  $m = 0,1$  кг и  $3m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . 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.



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 ☐

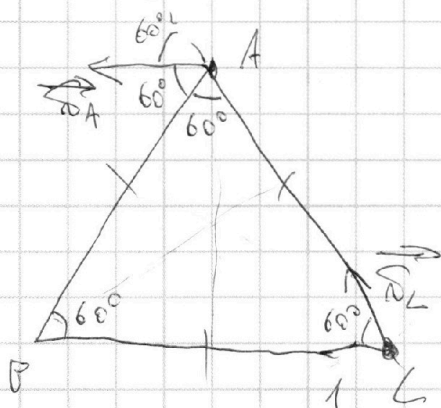
5 ☐

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!

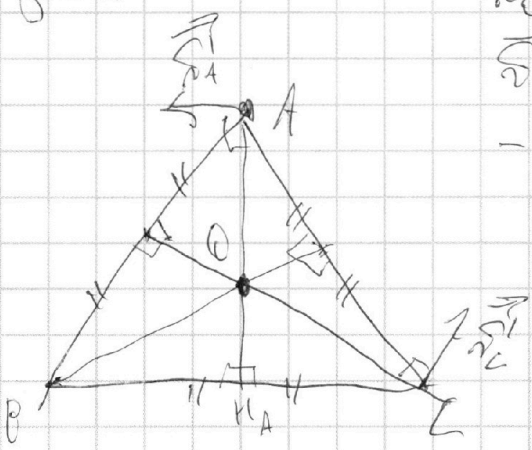


$$v_A = 0,4 \text{ м/с} \quad a = 0,2 \text{ м} \quad m = 100 \text{ кг}$$

1) Пластина твердая  $\Rightarrow$   
расстояние AC не изменится  
в процессе движения.  
Значит проекции  $\vec{v}_A$  и  $\vec{v}_L$  на AC  
равны.

$$\Rightarrow v_A \cos 60^\circ = v_L \quad \text{Ответ: } v_L = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \text{ м/с} = 0,2 \text{ м/с}$$

2) В С.О. центра масс пластины вращение, отно-  
сительно него, поступательного движения нет.  
центр масс треугольника — пересечение его ме-  
диан.

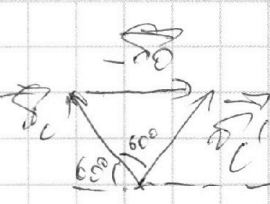
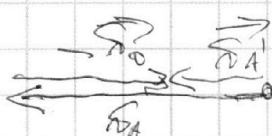


$\vec{v}_O$  — скорость центра масс  
 $\vec{v}_A, \vec{v}_L$  — скорости A и L отн. O —  
— центра масс

$$\vec{v}_A' = \vec{v}_A - \vec{v}_O; \quad \vec{v}_L' = \vec{v}_L - \vec{v}_O$$

при этом  $\vec{v}_A' \perp AO \Rightarrow \vec{v}_O \parallel \vec{v}_A$   
 $AO = CO \quad \vec{v}_L' \perp CO \Rightarrow \vec{v}_O \parallel \vec{v}_L$

$$\Rightarrow v_A' = v_L'$$



по векторному треуголь-  
нику скоростей  
получает  $v_A = v_O + v_A'$

и по т. косинусов  $v_O^2 = v_L^2 + v_L'^2 - v_L \cdot v_L'$

$$\Rightarrow v_A^2 - 2v_A v_A' + v_A^2 = v_L^2 + v_L'^2 - v_L v_L'$$



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  
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!

$$\Rightarrow \cancel{\sigma_A^2} - 2\cancel{\sigma_A \sigma_A'} + \cancel{\sigma_A'^2} = \frac{\sigma_A^2}{4} + \cancel{\sigma_A'^2} - \frac{\sigma_A}{2} \sigma_A'$$

$$\frac{3}{4} \sigma_A^2 = \frac{3}{2} \sigma_A \sigma_A' \Rightarrow \sigma_A' = \frac{\sigma_A}{2}$$

угловая скорость вращения пластины:  $\omega = \frac{\sigma_A'}{OA}$

$$\omega = \frac{\sigma_A}{2 \cdot OA} \quad OA = \frac{2}{3} AH_A \quad (\text{т.к. } O - \text{центр пересечения медиан})$$

$$AH_A = a \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2} a \quad (\text{по т. Пифагора})$$

$$OA = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow \omega = \frac{\sigma_A \sqrt{3}}{2a}$$

для 3-х оборотов  $A$  повернется на угол  $6\pi$

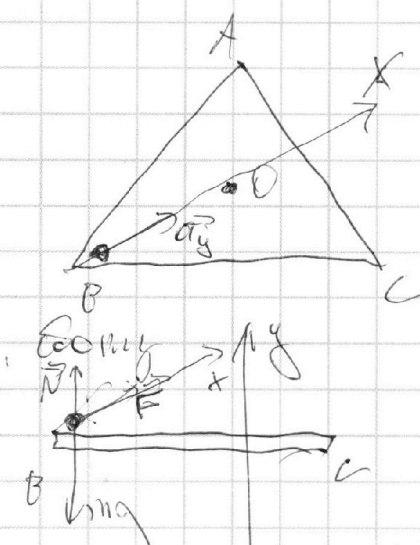
$$\Rightarrow T = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{12\pi a}{\sigma_A \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \text{ м}}{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{3}} = \frac{6 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} \approx 6\sqrt{3} \text{ с}$$

3) Ответ:  $\boxed{T \approx 6\sqrt{3} \text{ с}}$

т.к. масса шара пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины, то центр масс системы останется в точке  $O$ .

В С.О. центр  $O$ , шар движется по окружности радиуса  $\frac{a}{\sqrt{3}}$  со скоростью  $\frac{\sigma_A}{2} \Rightarrow$  её центростремительное ускорение  $a_y = \frac{\sigma_A^2 \sqrt{3}}{4a}$

В С.О. Земли её ускорение не изменяется, т.к.  $\vec{a}_O = \text{const}$ . На шар действуют сила нормальной реакции опоры  $\vec{N}$ , сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила трения  $\vec{F}$ .



По 2-м Ньютонам для шара: ОУ:  $N = mg$ ; ОХ:  $F = m a_y$

$$\Rightarrow R = F = m \cdot a_y = m \cdot \frac{\sigma_A^2}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 10^{-1} \text{ кг} \cdot \frac{0,4^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ м}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ Н} - \text{ответ}$$





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

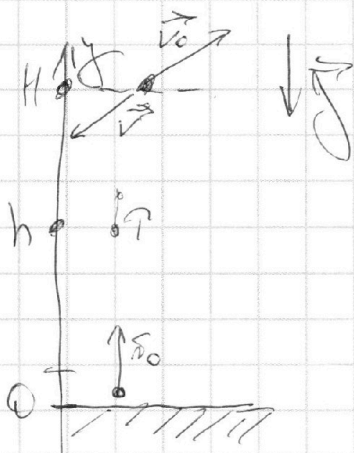
$$h = 8 \text{ м}$$

$$r = 0,8 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L_{\text{max}} = ?$$



1) По несущей шестерёвке в проекции на ОХ:

$$h = r_0 r = \frac{V_0^2 r^2}{2}$$

2) на высоте H скорость будет  $V_k = 0$

$$\Rightarrow H = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$r_0 = \frac{h}{r} + \frac{V_0^2 r}{2}$$

$$H = \frac{\left(\frac{h}{r} + \frac{V_0^2 r}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ м}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ м}}{2}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{14^2}{20} \text{ м}$$

Ответ:  $H = 9,8 \text{ м}$

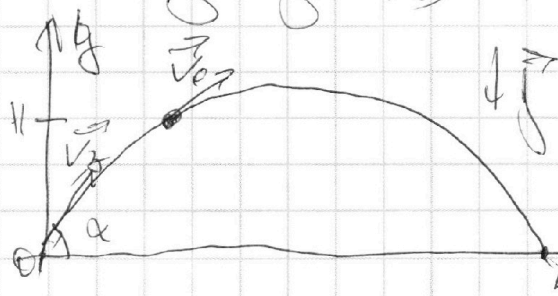
2) По закону сохранения импульса (скорость взрыва) в момент  $\vec{V}$ :  $m \cdot \vec{V} + m \cdot \vec{V}_0 = 2m \cdot \vec{0}$   $m$  — масса осколка.

$$\Rightarrow \vec{V} = -\vec{V}_0 \Rightarrow \vec{V} \text{ и } \vec{V}_0 \text{ лежат на одной прямой}$$

$\Rightarrow$  эту ситуацию можно представить себе так:

Земли со скоростью  $V_z$  под углом  $\alpha$  к горизонту выстреливает артиллерия, а на высоте  $H$  слышит скорость  $V_0$  и расстояние между точкой выстрела и землей и падения —  $L_{\text{max}}$ .

По закону симметрии траектория артиллерии  $\vec{V}$  будет пролетит в точку выстрела (земли), а  $V_0$  в точку падения.



введём ось  $t$  и  $y$  (+ — время полёта) в проекции на них:

$$OX: L = V_z \cos \alpha t$$

$$OY: 0 = V_z \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$



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.



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!

Точнее:  $0y: H = \frac{-V_0^2 + \sqrt{V_0^4 + 2g^2 H}}{+2g} \Rightarrow V_z = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$

$$t = \frac{2V_z \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha V_z^2}{g} = \frac{\sin 2\alpha V_z^2}{g}$$

$$\Rightarrow L_{\max} \text{ при } \sin 2\alpha - \max \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 / \alpha = 45^\circ$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g} = \frac{(20 \frac{m}{s})^2}{10 \frac{m}{s^2}} + 2 \cdot 9,8 m = 59,6 m$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{g} + \frac{2h}{\pi} + g\pi$$

Ответ:  $H = 9,8 m$

$$L_{\max} = 59,6 m$$



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

$m = 0,1 \text{ кг}$   
 $e; L = 1,6 \text{ м}$

$m\vec{g}$  и  $3m\vec{g}$  —  
силы тяжести

$a$  — ускорение шарика  
 $3m$ .

т.к. стержень легкий, то

сила  $\vec{T}$  ~~действует~~ на шарик действует вдоль него  
и  $-\vec{T}$  на  $3m$ . (по III закону Ньютона)

1) Поскольку шарик отпустили из центра тяжести  
системы ускорения нити равны нулю  
(т.к. их скорости равны 0)  $\Rightarrow$  в начале шарик не  
будет обладать только ~~центр~~ тангенциальным усе-  
корением нити, а нить будет проворачи-  
ваться на лево, т.к. справа действует дробная  
сила тяжести,

$\alpha = 90^\circ - \beta$      $\sin \alpha = \cos \beta$

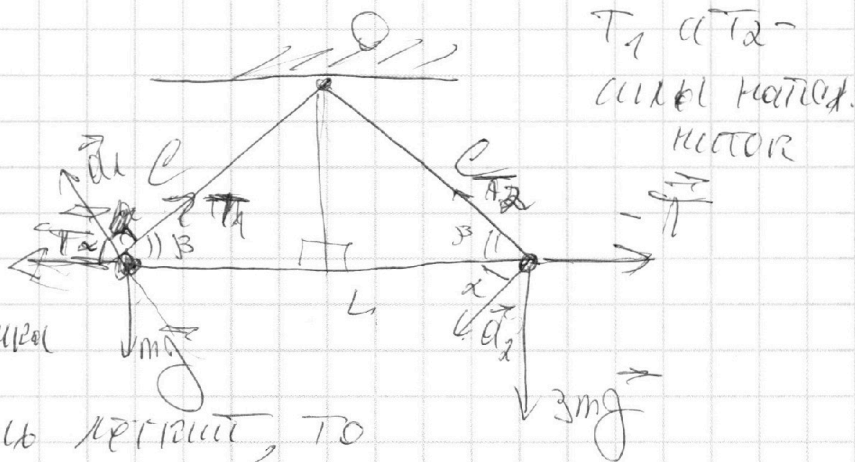
из р-го треугольника



нить и стержень  $\cos \beta = 0,2$

$\Rightarrow \boxed{\sin \alpha = 0,8} = \frac{L}{2e}$

2) ~~найдем II закон~~





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.



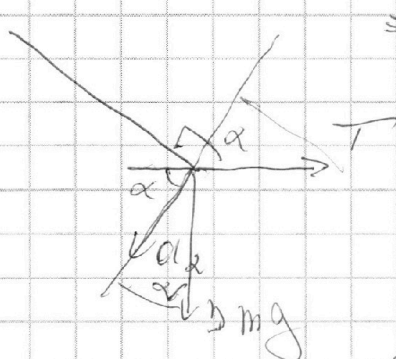
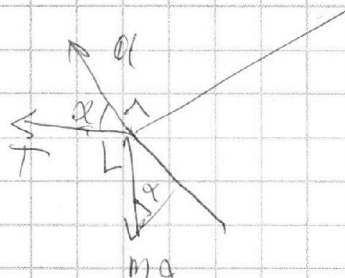
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

# 3-й Ньютона на тангенциальное направление  
и нити

$$m: \quad ma_1 = \cos \alpha T + \sin \alpha mg$$

$$3m: \quad ma_2 = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$



$$\Rightarrow \frac{m(a_1 + a_2)}{2} = mg$$

$$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha$$

при этом  $a_1 = a_2$

$$\Rightarrow a_1 = mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a_1 = 0,8 \cdot g = 8 \frac{m}{s^2}$$

т.к. нити не имеет  
эlasticity, то  $a_1 \sin \alpha = a_2 \sin \alpha$

(равны проекции уско-  
рений на нить)

$$T = \frac{ma_1 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = 2mg \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{0,8}{\sqrt{1-0,8^2}}$$

по основному тригонометрическому тождеству.

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow T = \frac{8mg}{3} = \frac{8}{3} \cdot 0,1 \cdot 10 \frac{H}{s^2}$$

$$= 2,7 H$$

- Ответ:
- 1)  $\sin \alpha = 0,8$
  - 2)  $a_1 = 8 \frac{m}{s^2}$
  - 3)  $T = 2,7 H$ .





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!

$$3M = 150 \text{ кг}$$

$$N = 10$$

$$H = ?$$

Найдем работу поднимания груза  
цикл - А - процесс 1-2-3 - треугольник

$$A = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 = 2 \Delta p T_1$$

По 2-му сохранению энергии для изохорного  
поднятия груза:  $MgH = \frac{N \cdot A}{2} \Rightarrow H = \frac{NA}{2Mg}$

$$H = \frac{2 \Delta p T_1 N}{2Mg} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,31 \frac{\text{м}^3}{\text{моль}} \cdot 300 \text{ К} \cdot 10}{2 \cdot 150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 66,5 \text{ м} \cdot 33 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 66,5 \cdot 10 \\ - 33,25 \\ \hline 33,25 \end{array}$$

Ответ:  $G_1 = 80 \text{ кДж}$   $H = 66,5 \text{ м} = 33 \text{ м}$



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 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) ~~1-2~~ I каково термодинамич:

$$\delta Q = C \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T + p \Delta V$$

$$(\delta A = p \Delta V) \quad C_V = \frac{3}{2} R - \text{молярная теплоемкость при постоянном объеме}$$

$$\Rightarrow C = C_V + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$$

$$\nu = 2 \text{ моль}$$

$$j = 3$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$j$  — кол-во степеней свободы

$$R = 2,31 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$j = 10 \text{ ст.св.}$$

① в процессе 2-3  $C = C_V \Rightarrow$  2-3-изотермический процесс

уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu R T \quad \text{продифференцируем: } \nu R \Delta T = p \Delta V + V \Delta p$$

$$\Rightarrow p \Delta V = \nu R \Delta T - V \Delta p$$

$$\Rightarrow C = C_V + \nu R - \frac{V \Delta p}{\Delta T} \quad C_p = C_V + R$$

$C_p$  — молярная теплоемкость при постоянном давлении

$$C_p = 2,5 R$$

② в процессе 3-1  $C = C_p \Rightarrow$  3-1-изобарический процесс

$$C = C_V + \frac{\nu R}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$$

$$③ \text{ в процессе (1-2) } C = C_V + \frac{1}{2} R \Rightarrow 1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{p} = + \frac{\Delta V}{V}$$

$$V \Delta p = p \Delta V \neq 0$$

$$1-2 \rightarrow \text{изотермический} \Rightarrow \frac{p}{V} = \frac{\Delta p}{\Delta V}$$

$\Rightarrow (1-2) \quad p = \alpha V$  — линейная зависимость от объема.



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!

$$\Rightarrow 1-2 \quad P = \alpha V$$

$$2-3 \quad V = \text{const} \Rightarrow P \propto V$$

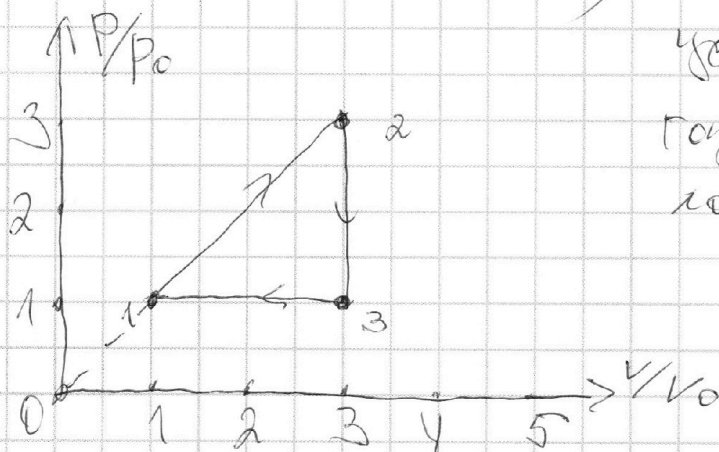
$$2-1 \quad P = \text{const}$$

$$3-1 \quad \frac{3T_0 \alpha R}{V_3} = \frac{\alpha R T_0}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{V_3}{3} \quad \boxed{V_3 = 3V_0}$$

$$2-3 \quad \frac{9\alpha R T_0}{P_2} = \frac{3\alpha R T_0}{P_0} \Rightarrow \boxed{P_2 = 3P_0}$$

$$4-2: \quad P_0$$

а) За один цикл в процессе расширения к газу подводится теплота  $Q_1$  только в процессе 1-2.



$$Q_1 = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$A_{12} - \text{площадь под графиком } 1-2 \quad A_{12} = \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot 2V_0$$

$$A_{12} = 4P_0 V_0, \text{ при этом } P_0 V_0 = \alpha R T_1$$

$$\Rightarrow Q_1 = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1) + 4\alpha R T_1 = \left( \frac{5}{2} T_1 + \frac{3}{2} T_2 \right) \alpha R$$

$$Q_1 = \frac{2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{2} \cdot (5 \cdot 1 + 3 \cdot 9) \cdot 300 \text{ К} \approx 26592 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \\ + 2193 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 112 \\ 26592 \\ \times 3 \\ \hline 49776 \end{array}$$



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!

$$V_c = V_0 \sqrt{\frac{2(2\pi qQ + mV_0^2 \frac{R}{2})}{2\pi qQ + mV_0^2 R}}$$

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{\frac{4\pi qQ}{mR} + V_0^2}$$

$$V_c = V_0 \sqrt{\frac{4\pi qQ + mV_0^2 R}{2\pi qQ + mV_0^2 R}}$$





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

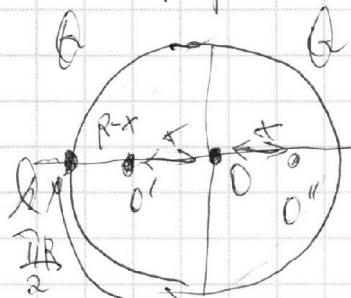
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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!

$R, m, q$   
 $G, K, V_0$   
 $V_{\infty} = ?$

Найдём «центр» криволинейной сил поля  
сферы —  $O'$ . У обычной сферы  $OM = 0$

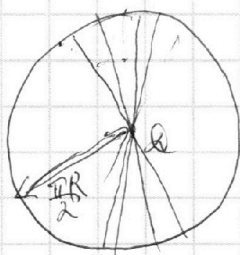


$O'$  и  $O''$  — центры полусферы.  
 $O'O = O''O = x$

Каждая полусфера имеет  
заряд  $q$ .

$$R = (R-x)q + (R-x)q$$

Вид на полусферу:



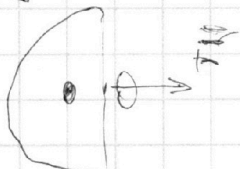
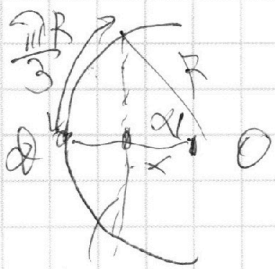
Точка пересечения  
оси с полусферой —  $A$ .  
Поделим сферу на  $n$  треугольников  
с общей вершиной в т.  $A$ .

их центр ~~на~~ находится  
на расстоянии  $\frac{2}{3} \cdot \frac{\pi R}{2} = \frac{\pi R}{3}$  (по сфере)

(т.к. центр ~~на~~ каждого треугольника — центр пересечения ~~между~~)

$$\Rightarrow x = \cos \alpha R = \frac{R}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$



расстояние центров  
масс треугольников в которой ~~на~~ лежит центр  
полусферы.



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

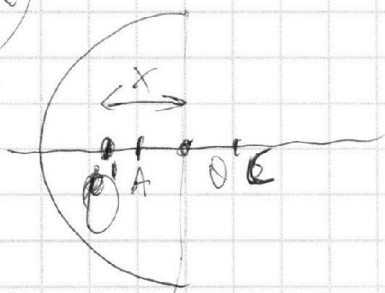
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Напишем 3-й закон сохранения энергии для заряда  $q$ :  $\frac{mv^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{kqQ}{x}$

(т.к. заряд будет двигаться вдоль оси симметрии)

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kqQ}{m} + V_0^2} = \sqrt{\frac{4kqQ}{mR} + V_0^2}$$

2)



Ибо напишем 3-й закон сохранения энергии.

$$\textcircled{1} \quad \frac{mV_0^2}{2} - 0 = -\frac{kqQ}{x} + \frac{kqQ}{(x - OA)} \quad A \rightarrow O$$

$$\textcircled{2} \quad A \rightarrow C$$

$$\frac{mV_C^2}{2} - 0 = -\frac{kqQ}{(x + O'C)} + \frac{kqQ}{(x - OA)}$$

Значит, если заряд будет двигаться от  $A$  к  $C$ , то  $A$  лежит между  $O'$  и  $O$ .

$$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{kqQ} = \frac{1}{x - e} - \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2kqQ} = \frac{e}{x(x - e)}$$

$$\frac{mV_C^2}{2kqQ} = \frac{1}{x - e} - \frac{1}{x + e} \Rightarrow \frac{mV_C^2}{2kqQ} = \frac{2e}{x^2 - e^2}$$

$$\Rightarrow e = \frac{\frac{mV_0^2}{2kqQ} \cdot x^2}{1 + \frac{mV_0^2}{2kqQ} \cdot x} = \frac{mV_0^2 x^2}{2kqQ + mV_0^2 x} \quad \frac{V_C^2}{V_0^2} = \frac{2x}{x + e}$$

$$\Rightarrow V_C = V_0 \sqrt{\frac{2x}{x + e}} \quad V_C = V_0 \sqrt{1 + \frac{mV_0^2 \frac{R}{2}}{2kqQ + mV_0^2 \frac{R}{2}}}$$