



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-01



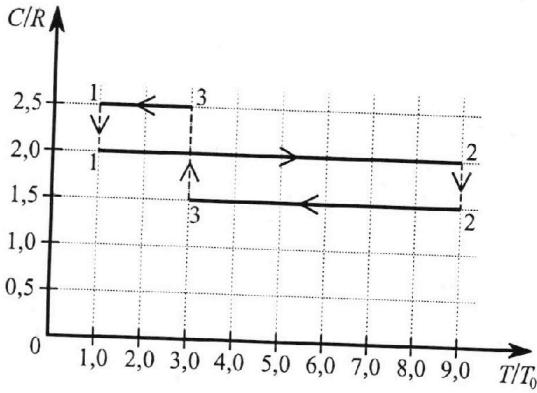
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $v = 2$  моль однотипного 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?

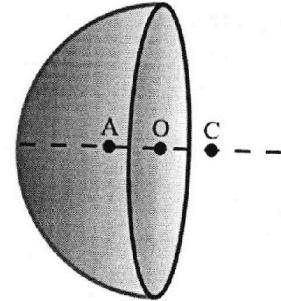


Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

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.

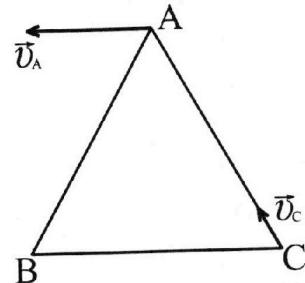
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**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 совершил 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.

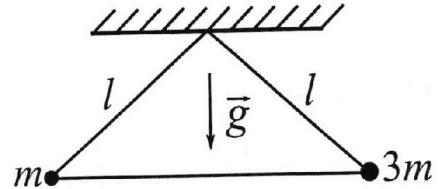
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.

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. Шарики скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают так, что шарики 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.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

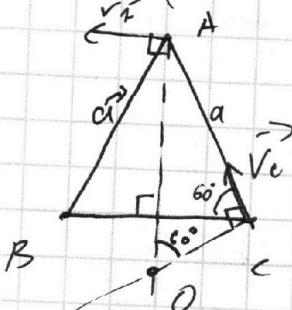
СТРАНИЦА  
7 ИЗ 3

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!

### Задача 1

1. Жирчукомбас - твёрдое тело. Найдите его инерционный центр вращения - центр масс  $O$ , скорость которого в данный момент  $= \vec{0}$ . Тогда для любой точки центра, про-

$\Rightarrow$   $\vec{O} = (\perp \text{ к } \vec{v}_A) \cap (\perp \text{ к } \vec{v}_C)$  (так т.е. это и ровно между точками центров)



$$\perp \text{ к } \vec{v}_A = \perp \text{ к } \vec{v}_C, \text{ т.к. } \vec{v}_A \parallel \vec{v}_C$$

$$(AC; BC) = (\perp \text{ к } AC; \perp \text{ к } BC) \Rightarrow$$

$$\angle ACD = \angle ADC = 60^\circ$$

также  $AOC = 60^\circ$ , т.к.  $w = \omega \sin \gamma -$  ~~где~~  
если  $\gamma$  - это линия тяжести  $\Rightarrow (\perp \text{ к } \vec{v}_A \perp OA; \vec{v}_C \perp OC)$

$$\frac{V_A}{OA} = \frac{V_C}{OC} \Rightarrow V_C = V_A \cdot \frac{OC}{OA} = \cancel{\frac{1}{\sqrt{3}}} \cdot V_A \cdot \cos 60^\circ = 0,4 \cancel{\frac{1}{\sqrt{3}}} = \\ = 0,2 \text{ м/с}$$

2. Жирчукомбас - горка и шарик  $\Rightarrow$  в пл-ти  $ABC$  (шариком сине не движется, а в верхушке синий гематит и шариком он при движении не будет вращаться). Тогда  $\varphi = w \cdot \gamma$ , т.к.  $\varphi$  - угол поворота. Так как тело твёрдое, то есть - любой точке  $w$  ~~соответствует~~ соответствует (т.к.  $w$  - центр масс)

$$\varphi = 2\pi \cdot 3 \Rightarrow \omega \gamma = \omega \gamma = \frac{V_A}{OA} \cdot \gamma$$

из  $DAOC$ :  $\angle A = \frac{AC}{\sin 60^\circ} = \frac{\alpha}{\sin 60^\circ} = \frac{2\alpha}{\sqrt{3}} \Rightarrow$

$$6\pi = \frac{V_A}{2\alpha} \sqrt{3} \cdot \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{6\pi \cdot 2\alpha}{V_A \sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}\pi \cdot \alpha}{V_A} = 4\sqrt{3}\pi \cdot \frac{0,2\pi}{0,8\sqrt{3}} =$$

$$\gamma = 2\sqrt{3}\pi \text{ (с)}$$

При этом стоит отметить, что один из центров вращения центра  $O$  совпадает с одним из центров вращения тела  $A$ -точка

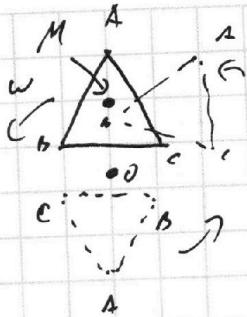
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



1.67 кг  
(21) раз

Столет такое же отмечено, что ск-л центра вес 11 так же будет оставаться неизменной и равно

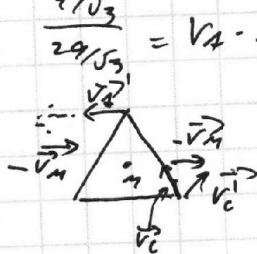
$$w \cdot OM = w \cdot (OA - OA) = w \left( \frac{2a}{\sqrt{3}} - a \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

(Уч.н-го геодезии  
показано что он одинаковый)

или обратно  
масса 1  
равна единице

$$V_A = \frac{V_4}{04} \cdot \left( \frac{2a}{\sqrt{3}} - \frac{a}{2} \right) = V_4 \quad \frac{a\sqrt{3}}{2a\sqrt{3}} = V_4 \cdot \frac{1}{2} = V_C \Rightarrow$$

Остн-о геодезии



$$V_A' = V_4 - V_M = \frac{1}{2} V_4$$

$$V_C' = V_E - V_M \Rightarrow$$

$$\approx \frac{1}{2} |V_A'|$$

$$\text{однозначно устн-и док-и} \Rightarrow |\vec{V_C'}| = \frac{1}{2} V_A$$

$$\vec{V_A} \quad \vec{V_A'} \quad \text{если } w = \frac{\frac{1}{2} V_A}{\frac{a\sqrt{3}}{2a}} = \frac{V_A}{2a\sqrt{3}} - \text{то это то что и остн-о}$$

$$\Rightarrow \text{также}$$

习. 2. звешение ун. плоскости - это бре в бокале  
у. н. со скр.  $w = \frac{V_4\sqrt{3}}{2a}$  и подчиненное звешение со  
скр-ю ун.  $V_M = \frac{1}{2} V_A$ . Т.к.  $\sum \vec{F} = \vec{0}$ , то  $\vec{V_M}$  совпадет  
с модулем и направлением.

3. Доказать такое же начертано в п. 2, когда неизменное  
звешение в ABC. тк её масса не изм. << масса ABC  
 $\Rightarrow$  Точка B содержит свой звешение. И у. н. неизменное  
звешение в базе унитар  $\Rightarrow$  CO ун. единичной инди-  
видуальности и в ост. точках масса 2-и з. и. Равноз  
ные массы.

$\vec{R} = m\vec{a}$ . Желая сдвинуть в B  $\Rightarrow \vec{a}_{\text{центра}} = \vec{a}_B$ ;  $\vec{a}_M$   
сдвигивается только из горизонтальной вспомогательной тк  
 $a = g \sin \alpha \Rightarrow \epsilon(\text{сдвиг}) = 0 \Rightarrow \alpha_2 = 0 \Rightarrow$



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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

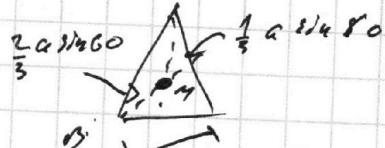
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!

$$|\alpha_B| = \alpha_{Bn} = \omega^2 \cdot MB \quad (\text{где } n \text{ - номер отн-о } M)$$

$$MB = \frac{2}{3} a \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

Радиус отрещи может быть  
также и докс



$$\Rightarrow |\alpha_B| = \left( \frac{V_A \sqrt{3}}{2a} \right)^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = V_A^2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = V_A^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4a}$$

$$|\alpha_B| = |\alpha_{\text{ макс}}| \Rightarrow (R) = R = \text{также} = \frac{m V_A}{s a} \sqrt{3}$$

$$R = \frac{m V_A^2}{a} \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{100 \text{ кг} \cdot 0,16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ м}} \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{100 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,04 \text{ м}}{0,2} \frac{1}{4} \sqrt{3} = \\ = \frac{4}{0,2} \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{3} = 20 \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ м} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Ответ: 1.  $V_C = \frac{V_A}{2} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2.  $\tau = 2\sqrt{3} \cdot \pi \text{ секунд}$

3.  $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ м}$

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

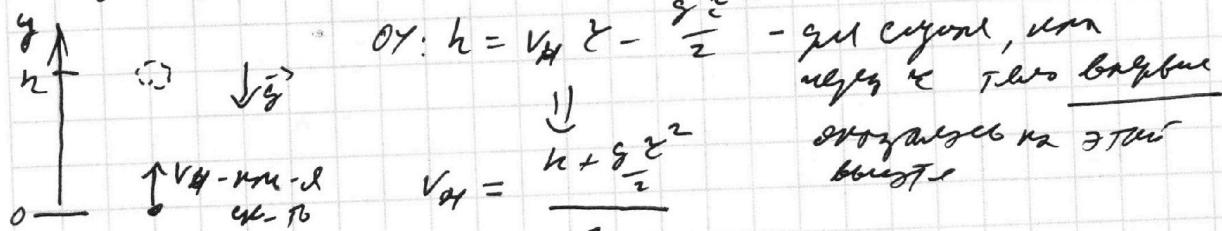
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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!



### Задача 2

Задано уравнение движения тела равнозамедленного (с  $\vec{g}$ ) движение тела сработки из состояния



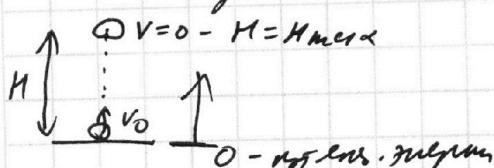
$$V_A = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = \frac{0,8}{0,8} + \frac{10 \frac{m}{s} \cdot 0,8}{2} = 10 \frac{m}{s} + 4 \frac{m}{s} = 14 \frac{m}{s}$$

~~такое второе существо этого через  $t$  тело во второй раз  
встречалось на высоте  $h$  до-то не существо, т.е. равнозамедленное  
тогда ОД тоже будет  $h$~~

~~такое существо этого у вас существо когда + через  $t$   
на высоте  $V = V_0 + g t^2 = 14 \frac{m}{s} - 8 \frac{m}{s} = 6 \frac{m}{s} > 0$   $\Rightarrow$  существо~~

~~такое существо это  $M = m + M_{\text{тело}}$  итак  $3C + 1 + \infty$  существо будут  
превращены, если такое тело не оно поднималось выше  $m g$~~

$m$  - масса тела сработки:



$$\frac{m v_A^2}{2} + 0 = 0 + m g H \Rightarrow$$

$$H = \frac{\frac{m v_A^2}{2}}{m g} = \frac{\frac{m \cdot 14^2}{2}}{m g} = \frac{14^2}{2 g}$$

$$H = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{g t^2}{2}\right)^2}{2 g} = \frac{14^2 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s} \cdot 2} = \frac{196}{2 \cdot 10} M = \frac{98}{10} M = 9,8 M$$

~~такое второе существо тело за  $t$  раз  
подняло на  $H$  и существо обратно за  $t$~~

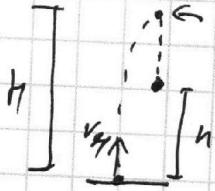


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\text{Выше поднято до } H - z_1; z_1 = \frac{v_{0y}}{g} \quad (\text{здесь})$$

$\rightarrow$  ~~если~~  $H = 0 \Rightarrow v = 0 \Rightarrow z_1 = \frac{v_{0y}}{g} = 0$  ~~чтобы~~  $\frac{v_{0y}}{g}$

Люди где бы отпускали вспомогательные  $z - z_1$ , было бы  
согласно и предположит  $H - h$ ;  $\Rightarrow H - h = \frac{g(z - z_1)^2}{2}$   
 $H$  также из 3 СТ  $H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow$

$$\frac{v_{0y}^2}{2g} - h = \frac{g(z - \frac{v_{0y}}{g})^2}{2} = \frac{g(z^2 - 2z \frac{v_{0y}}{g} + \frac{v_{0y}^2}{g^2})}{2} = \frac{g z^2}{2} + \frac{\frac{v_{0y}^2}{g^2}}{2} - \frac{v_{0y}^2}{g}$$

$$-h = -\frac{v_{0y}^2 z}{g} + \frac{g z^2}{2} \Rightarrow v_{0y} = \left( \frac{g z^2}{2} + h \right) = \frac{10 \cdot 0.8}{2} \frac{m}{s} + \frac{0.8}{0.8} =$$

$= 14 \frac{m}{s}$  - сила тут не важна, то здесь как он уже не  
поднялся, тк  $v_{0y} - g z$  будет быть  $< 0$ , а это неется  $z$ )

$v_{0y} = 14 \frac{m}{s}$  и Там пишет вспомогательные формулы для  
высоты ( $\rightarrow$   $\frac{g z^2}{2} = 4 \text{ м}; h = 5 \text{ м} \quad \frac{g z^2}{2} < h$ )

2. Решение задачи. Я ее буду вспоминать спустя  
достаточное время, потому сейчас 3 СТ ~~и 3~~ ~~задач~~

найдем:

$$\frac{m}{2} v_{0x} + \frac{m}{2} v_{0y} = 0 \quad \text{сумма}$$

$$\frac{m}{2} v_{0y} - \frac{m}{2} v_{0x} = 0 \quad \text{бокалы}$$

$$\Rightarrow v_{0x} = -v_{0y} \quad \rightarrow |v_0| = |v_1|$$

$$v_{0y} = -v_{0x}$$

$\approx 0$   
 $\rightarrow$   $v_0$   $v_1$   
также  
одинаков)

(а для  $v_0$  и  $v_1$  направления в противоположные  
сторону) - следует из  $v_0$  и  $v_1$  противоположные

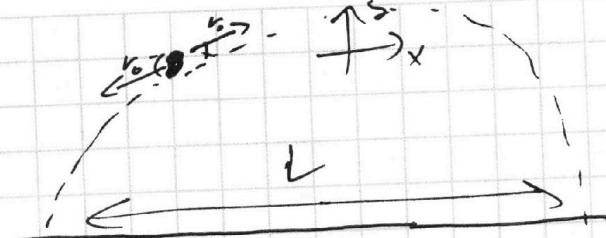


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

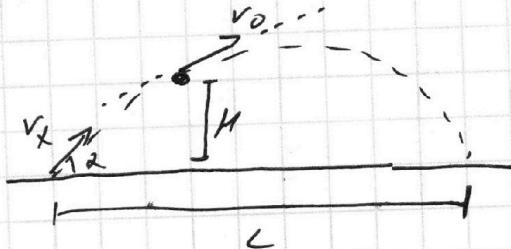
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!



Причина сокращения пути  
так как шар движется  
в противоположную сторону (на  
одной прямой) то треково-  
руть должна быть ~~одинаковой~~ одинаковой

меньше на  $\pi R$  - на другой прямой (поскольку шар  
движется в одну сторону колеса, дальше вдаль). Тогда  
расстояние  $L$  между точками - это расстояние между  
пересекающимися ~~шаром~~ земли параллельно. Её  
можно найти как разница между ~~шаром~~ радиусами колес  
в том месте, с которым соприкасается  $v_x$



$$3CF: M_x \frac{v_x^2}{2} = \frac{M v_0^2}{2} + M_x g H$$

$$v_x^2 = v_0^2 + 2gH = 9,8m$$

$\Rightarrow v_x = \text{const}$   $\Rightarrow$  движение сокращает  $L \rightarrow L_{\max}$   
меньше чем в начале -  $\alpha$

$$v_x \cos \alpha \cdot 2 \pi r_{\text{ради}} = L = v_x \cos \alpha \cdot 2 \frac{v_x \sin \alpha}{g} = \frac{v_x^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$\sin 2\alpha \leq 1 \Rightarrow L_{\max} = \frac{v_x^2}{g} = \frac{v_0^2 + 2gH}{g} = 40m + 19,6m$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = \frac{20^2 \pi^2 / 0^2}{10^4 / 0} + 2 \cdot 9,8m = 6,28m + 19,6m$$

$$= \underline{\underline{59,6m}}$$

Ответ: 1.  $H = 9,8m$

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



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.

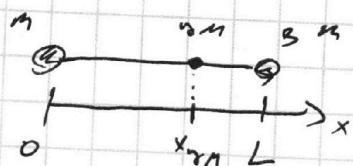
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

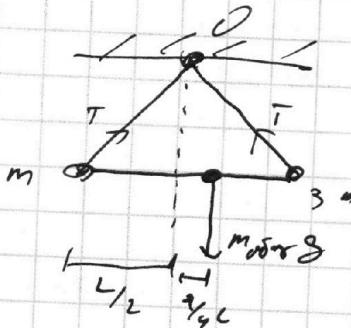
### Задача 3

1. Доказать, что стержень и шарик как тело Канделаки движутся с одинаковой скоростью.



$$x_{\text{шар}} = \frac{3mL}{3m+m} = \frac{3}{4}L = \frac{3}{4} \cdot 1,6\varphi = 1,2\varphi$$

Задача показывает, что тело Канделаки движется с одинаковой скоростью, что означает, что оно движется с постоянной скоростью.

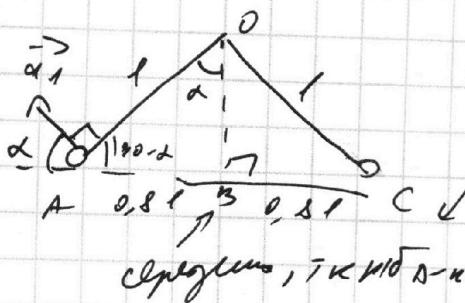


При движении точки A траектория о

Есть только движение тела

Он вращает тело как новую стержня  
тк  $\frac{3}{4}L > \frac{L}{2}$   $\Rightarrow$  точка движется  
помимо  $O$ , а  $\vec{\alpha}$  выше  $\Rightarrow$

Конечно же, то неизвестно. Доказывая в конце  
всё в начале  $\Rightarrow$  в шарике и  $O$  движутся с одинаковыми  
скоростями и ускорениями нет, потому что  $\vec{\alpha}_O = \vec{\alpha}_A$  и  
одинаково



Что значит, что движется под прямым  
углом к вертикальной оси,

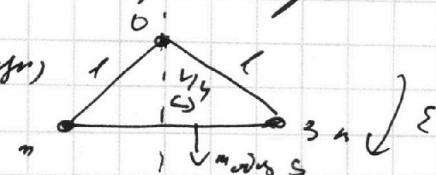
откуда из  $\triangle ABC$ :

$$\sin \gamma_1 = \frac{AC}{AB} = \frac{L}{2\varphi} = \frac{1,6\varphi}{2\varphi} = 0,8 \quad (\text{здесь } \varphi \text{ откладывается  
по новому})$$

2. По данному уравнению движения

$$M = I \cdot \varepsilon \quad (\text{где } \varepsilon \text{ угол вращения})$$

$$\text{Подставив } \frac{L}{4} = (ml^2 + 3ml^2) \cdot \varepsilon \Rightarrow$$





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

$$4mg \frac{1,6\ell}{4} = 4ml^2 \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = \frac{1,6\ell^2}{4l^2} = 0,4 \frac{\ell^2}{l^2}$$

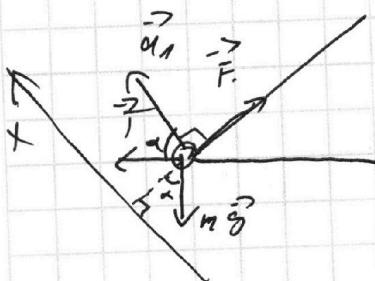
Тогда  $\varepsilon_1 = \varepsilon = 0,4 \frac{\ell^2}{l^2} = 0,4 \frac{g^2}{l^2}$

(поскольку  $\varepsilon_1 = \varepsilon$ , то  $a_1 = a$ )

$$a_1 = 0,4 \frac{g^2}{l^2} \cdot l = 0,4 \frac{g^2}{l}$$

(коэффициент приведения I следовательно из нач. ш.  $m=3m$ , а  $a_1 = \frac{a}{3}$ )

3. Задача: На рисунке изображена система координат  $x$ :



$$Ox / | / a_1$$

Т - сила натяжения струны

Если струна не растянута, то ее сила, действующая на пулл, будет направлена перпендикулярно линии возможных движений пулла и ее угл. ускорение  $\ddot{\alpha}_1 = 0$

Так как вначале система может  $O$ , то  $a_1$  - это тангенс угла

между направлением движения  $F$  и силой натяжения  $T$   $\Rightarrow a_1 = \tan \alpha_1$ .

Сила натяжения  $F$  должна быть ненулевой  $\Rightarrow F \neq 0$

$F_x = 0$ ;  $mg_x$  любое  $\Leftrightarrow T$  должна быть направлена вдоль оси  $x$ .  $\Rightarrow$  з.н. н. з.л. в. (вращательного)

$$ma_1 = mg_x + T_x = -mg \sin \alpha_1 + T \cos \alpha_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 / | / x \Rightarrow a_{1x} = a_1$$

$$T = \frac{1}{\cos \alpha_1} (ma_1 + mg \sin \alpha_1) ; \quad \sin \alpha_1 = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha_1 = \sqrt{1 - 0,8^2} \quad \text{②}$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{0,6} (0,4mg + 0,8mg) = \frac{1,2mg}{0,6} = 2mg \quad \text{③} 0,6$$

Ответ: 1.  $\sin \alpha_1 = 0,8$ ; 2.  $a_1 = 0,4g$ ; 3.  $T = 2mg$





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!

**Задание 4**  
 В умножение произошло с коэффициентом  $\gamma$  и константой  $C$ .  
 Было произошло падение температуры: замена  $T \rightarrow T - \Delta T$   
 ПНГ:  $SQ = dU + dA \Rightarrow \gamma C dT = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV$

$$\cancel{\nu R dT} \text{ упр. дает } pV = \nu R dT \mid d(T) \Rightarrow dp \cdot V + p dV = \nu R dT$$

$$\Rightarrow \gamma C dT = \frac{i}{2} dp \cdot V + (\frac{i}{2} + 1) p dV \quad (i = \text{const})$$

$$\cancel{\nu R dT} = p dV + dp \cdot V \Rightarrow \frac{p dV + dp \cdot V}{R} \cdot C = \frac{i}{2} \nu R V + \frac{i+2}{2} p dV$$

$$p dV \left( \frac{C}{R} - \frac{i+2}{2} \right) + dp \cdot V \left( \frac{C}{R} - \frac{i}{2} \right) = 0 \quad \frac{1}{pV} \cdot \frac{C-i}{R} = \text{const}$$

$$\int_{V_0}^V \frac{C - \frac{i+2}{2} R}{C - \frac{i}{2} R} \cdot \frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = 0$$

$$\frac{C - \frac{i+2}{2} R}{C - \frac{i}{2} R} \cdot \ln V + \ln p = \text{const}, \Rightarrow pV^{\frac{C-i}{R}} = \text{const}$$

В начальном случае  $i=3$  однозначно  $pV = \text{const}$

$$1-2 \quad pV^{\frac{2R-2,5R}{2R-1,5R}} = \text{const} \quad p \cdot V^{-1} = \text{const}$$

$$2-3 \quad pV^{\frac{(1,5-2,5)R}{0R}} = \text{const} \quad p^0 \cdot V^{-\frac{1}{R}} = \text{const}$$

$V = \text{const}$  (1,5R - > 10 соответствует изображенному

$$3-1 \quad pV^{\frac{(2,5-2,5)R}{2,5-1,5R}} = \text{const} \quad pV^0 = \text{const} \quad p = \text{const}$$

(изображение)

1-2 - первое пропущенное значение  $p(V)$

2-3 изображение

3-1 изображение

Упр. дает:  $p_2 V_2 = \nu R T_2 \Leftrightarrow ; p_3 V_3 = \nu R T_3 ; p_1 V_1 = \nu R T_1$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{3T_0}{T_0} = 3 ; p_1 = p_3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{T_0}{3T_0} = \frac{1}{3}$$



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

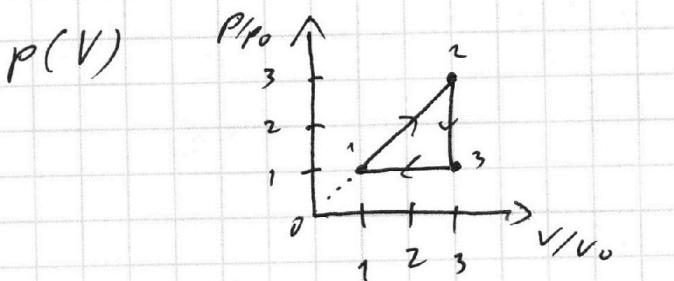
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{3} \quad P_1 = P_0; V_1 = V_0 \Rightarrow V_3 = 3V_0$$

~~P2 =~~

$$1-2 - \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}; V_2 = V_3 \Rightarrow V_2 = 3V_0 \Rightarrow$$

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_2}{3V_0} \Rightarrow P_2 = 3P_0 \Rightarrow$$



$$1) (P_0; V_0)$$

$$2) (3P_0; 3V_0)$$

$$3) (P_0; 3V_0)$$

2. Рассмотрим газ в 1-2; ПНГ  $Q_1 = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1); A_{12} = \text{наг-за на участке 1-2}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (P_0 + 3P_0) \cdot 2V_0$$

$$A_{12} = 2P_0 V_0 \Rightarrow P_0 V_0 = VR, \Rightarrow$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} VR T_2 - \frac{3}{2} VR T_1 + 4 VR = \frac{3}{2} VR \cdot 9T_0 + \frac{5}{2} VR \cdot T_0$$

~~из-за изобаричности~~

$$Q_1 = 16VR T_0 = 16 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot 300 \text{ К} =$$

$$= 32 \cdot 3 \cdot 831 \text{ Дж} = 96 \cdot 831 \text{ Дж} = 1000000 \text{ Дж} \approx \begin{array}{r} \times 831 \\ 96 \\ \hline 7479 \\ \hline 79776 \end{array}$$

3. Работа газа за цикл 2-10-3-1-2-3

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0 = 2P_0 V_0. \text{ Получил ошибку}$$

работы из-за мех-зы  $\Rightarrow$  за 1 цикл получим

нет общего количества  $\frac{1}{2} A_{123} = P_0 V_0 \Rightarrow$  за  $N = 10$  циклов



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  
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!

Логотипом медленно совершил  $N_{P_0 V_0}$

Все эта работа приложена к бдм. потенц. энергии тела (также на нее, как поднялся медленно)

$$3C+ : N_{P_0 V_0} = MgH \Rightarrow H = \frac{N_{P_0 V_0}}{Mg}$$

$$P_0 V_0 = VR T_1 = VR T_0 \Rightarrow$$

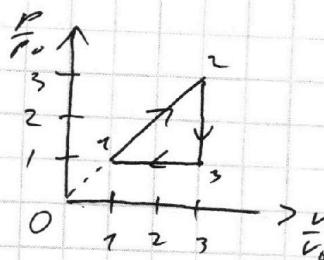
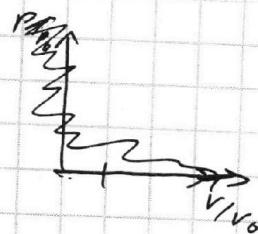
$$H = \frac{N \cdot VR T_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \text{ мол.} \cdot 831 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{150 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} =$$

$$= \frac{20 \cdot 831 \cdot 3}{1500} \frac{\text{Дж}}{\text{м}} = \frac{20 \cdot 831}{500} \text{ м} = \frac{831}{25} \text{ м} =$$

$$= \frac{800 + 85 + 6}{25} \text{ м} = \frac{(25 \cdot 4) \cdot 8 + 25 + 6}{25} \text{ м} = 32 + 1 + \frac{24}{100} \text{ м} =$$

$$= 33,24 \text{ м}$$

Ответ: 1.



49776 Дж ( $\approx 29,8 \text{ кДж}$ )

$$2. Q_1 = 9600 \text{ кДж} \cdot \frac{1}{4} = \cancel{4800 \text{ кДж}}$$

$$3. H = 33,24 \text{ м} (\approx 33,2 \text{ м})$$



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 type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

### Задача 5

1. Круглый потенциал  $\varphi$  в точке  $O$ . Гравитационный потенциал однороден, то гравитация определяется законом гравитации



$d\varphi$  - потенциал от элемента  $dS$ :  $\nabla d\varphi \rightarrow 0$ , т.к.  $dS \rightarrow 0$   
 $d\varphi$  распределяется как потенциал от точечного заряда

$$d\varphi = \frac{k dQ}{R}, \text{ где } k - \text{заряд} \text{ для единичного} \\ \text{изделия}$$

$$dQ \sim dS, \text{ т.к. } Q \text{ распределен} \rightarrow \frac{dQ}{dS} = \frac{1}{R} \quad (\text{к. с.})$$

$$dQ = \frac{Q}{S} \cdot dS \rightarrow \int d\varphi = \frac{kQ}{SR} \cdot \int dS \quad (\text{распределение})$$

Следовательно  $d\varphi$  - потенциал  $\varphi$ ; следовательно  $dS$  против  $S$   $\rightarrow$

$$\varphi = \frac{kQ}{RS} \cdot S = \frac{kQ}{R}$$

На расстоянии  $\gg R$  (на бесконечности) потенциал  $\varphi$  равен нулю  
 и отдалено  $O$  - (от которого идет  $d\varphi = \frac{k dQ}{x}$ , т.к.  $x \rightarrow \infty \rightarrow d\varphi \rightarrow 0$ )

$$\text{Задача 3 СЛ}: \Delta \Pi + \Delta / k = 0$$

$$-\varphi \cdot g + 0 \cdot g + \frac{mV^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mV^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \varphi g = \frac{kQg}{R}$$

$V = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQg}{mR}}$ . Задача 3 СЛ осталась  
 . Если же  $Q \rightarrow \infty$ , то  $V > v_0$ , что  
 возможно. Если же  $Q$  и  $g$  будут  
 известны, то при определении радиуса потенциала ( $v_0^2 < \frac{2kQg}{mR}$ )  
 получится значение не скольжения, не зависящее от  $m$ .

Это же - то что называется гравитацией.

На пути из точки A в точку C действует сила тяжести, а гравитация из O  $\rightarrow$  действие гравитации



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 type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

2. Воздушный воздушный зонд не содержит зарядов.

Q. Тогда он один содержит заряды  $2Q$ . Как известно, если внутри сферы радиус  $R$ , т.е.  $E = 0$  наружу не выходит

$$\text{известно } E = - \int d\varphi \cdot r \Rightarrow d\varphi = 0 \Rightarrow$$

Внутри сферы  $\varphi = \varphi_{\infty} +$  - в какой то же время получится

также что она в точке  $O$  кончается. А в точке  $O$  ее

составляет из  $\varphi = \frac{4\pi Q}{R}$  от одной квадрии и от

другой от  $-2Q$   $\Rightarrow \varphi_0' = \frac{2\pi Q}{R}$ ; Внутри сферы заряды

$2Q$  возможны точки  $A$ .  $\varphi_A' = \frac{2\pi Q}{R}$  тоже, но складывается

из  $\varphi_A$ , состоящих из 1-й сферы и второй

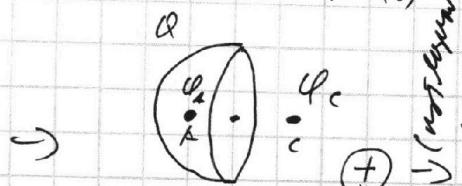
$\varphi_{A2}$  от  $-2Q$ . Но так  $A$  с тем же что и  $O$ , то две

2-й изолированные точки  $A$  "внешней" тем же, что

и  $O$ . 1-й внешняя точка  $C$  ( $\varphi_{A2} = \varphi_C$ )

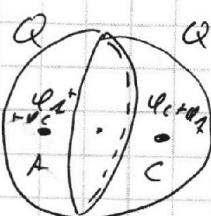


$$\varphi_0' = \frac{2\pi Q}{R} = \varphi_A' = \varphi_C'$$



$$\varphi_C' = \varphi_A' + \varphi_{A2}$$

(отрицательная зарядом)



т.е.  $\varphi_A'$  можно представить как  $\varphi_A$  от 1-й +

$\varphi_C$  от 2-й изолированной (из шара-точки, она  $A$  б-1-й единичной

$$\text{точки единичной } E \text{ от } 2-й \Rightarrow \varphi_A' = \varphi_A + \varphi_C = \frac{2\pi Q}{R}$$



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.

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

Задача 3 с 3000 участка задач 40:

$$\begin{array}{c} \bullet \\ \bullet \\ \varphi_A \\ \frac{KQ}{R} \end{array} \xrightarrow{v_0} \quad \frac{KQ}{R} q - \varphi_A q + \frac{m v_0^2}{2} - 0 = 0 \\ (\Delta \varphi + \Delta K = 0)$$

Задача 3 с 3000 участка задач 40:

~~$\varphi_C q - \varphi_A q + \frac{m v_0^2}{2} - 0 = 0 \Rightarrow$~~

$$\frac{KQ}{R} q - \varphi_A q + \frac{m v_0^2}{2} = 0 \Rightarrow \varphi_A = \frac{KQ}{R} + \frac{m v_0^2}{2q}$$

$$(\varphi_C - \varphi_A) q + \frac{m v_0^2}{2} = 0$$

$$\varphi_A + \varphi_C = \frac{2KQ}{R} \Leftrightarrow \varphi_C = \frac{2KQ}{R} - \frac{KQ}{R} - \frac{m v_0^2}{2q} = \frac{KQ}{R} - \frac{m v_0^2}{2q}$$

$$\Rightarrow (\varphi_C - \varphi_A) q = \left( \frac{KQ}{R} - \frac{m v_0^2}{2q} \right) q - \left( \frac{KQ}{R} + \frac{m v_0^2}{2q} \right) q =$$

$$= -2 \frac{m v_0^2}{2q} \cdot q = -m v_0^2$$

$$(\varphi_C - \varphi_A) q + \frac{m v_0^2}{2} = 0 \Rightarrow v_C^2 = \frac{2}{m} (\varphi_A - \varphi_C) q = \frac{2}{m} (-m v_0^2)$$

$$v_C^2 = 2 v_0^2 \Rightarrow \underline{\underline{v_C = v_0 \sqrt{2}}}$$

Ответ: 1.  $V = \sqrt{v_0^2 + \frac{2KQq}{mR}}$  без отр. ил. тк  
изуч.-е нечестно  
но  $\varphi \cdot q > 0$

2.  $v_C = v_0 \sqrt{2}$