



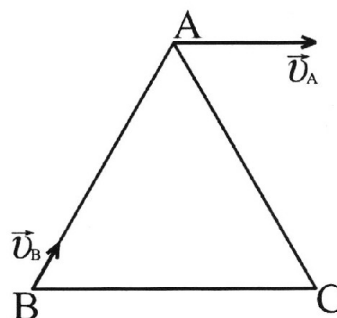
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-02

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 $v_A = 0,8$ м/с, а скорость $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

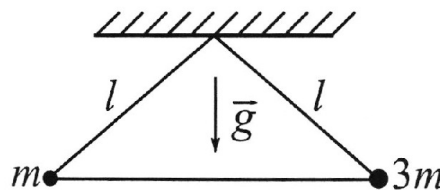
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 80$ г и $3m$ 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 α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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



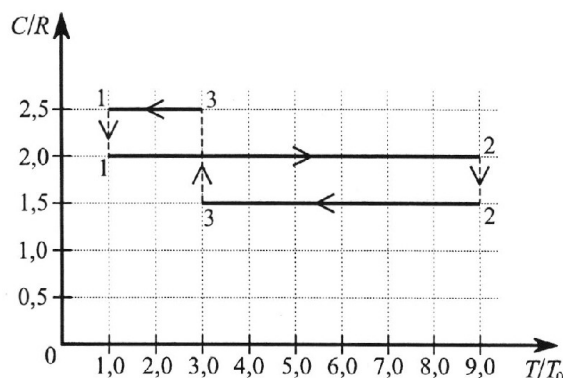
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 3$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270$ К.

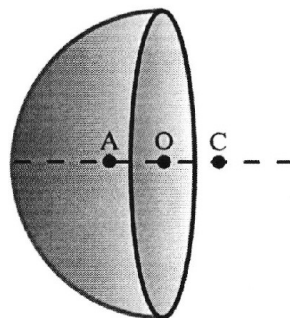


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закрепленной 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

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

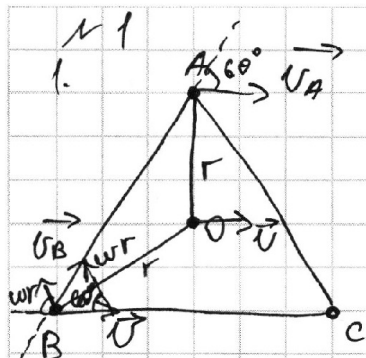


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. м.к. лист не деформируется
 $\Rightarrow V_B = V_A \cdot \cos 60^\circ = \frac{V_A}{2} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. м.к. плоскость гладкая $\Rightarrow$ на ^{лист} ленту не действуют силы $\Rightarrow$ он вращается вокруг своего центра масс, который движется с некоторой скоростью $\vec{v}$

м.к. V_A перпендикулярна

м.к. $\vec{V}_A = \vec{v} + \vec{\omega} \times \vec{r}$

то $\vec{v} \parallel \vec{V}_A$, м.к. V_A есть сумма $\vec{v}$ и скорости вращения точки A. вокруг O.

$$V_A = v + \omega r$$

м.к. $\vec{v}$

$$V_B = \sqrt{v^2 + \omega^2 r^2 - 2v\omega r \cdot \cos 60^\circ} = \sqrt{v^2 + \omega^2 r^2 - v\omega r} = \frac{V_A}{2}$$

$$= \frac{v + \omega r}{2} \Rightarrow 4\omega^2 r^2 + 4v^2 - 4v\omega r = v^2 + \omega^2 r^2 + 2\omega r v$$

$$3v^2 - 6v\omega r + 3\omega^2 r^2 = 0 \Rightarrow v^2 - 2v\omega r + \omega^2 r^2 = 0$$

$$\Rightarrow v = \omega r, \quad r = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow v = \frac{\omega a}{\sqrt{3}}$$

$$V_A = 2\omega r = \frac{2}{\sqrt{3}} \omega a \Rightarrow \omega = \frac{V_A}{a} \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 4}{\omega} = \frac{8\pi}{\omega} = \frac{16\pi a}{V_A \sqrt{3}} = \frac{16\sqrt{3}\pi a}{3V_A} = 8,4 \text{ с} \frac{8}{3}\pi\sqrt{3} \text{ с} = 8,37\pi\sqrt{3} \text{ с}$$

3. ~~Итого нужно будет сообщить центростремительное ускорение~~

$$\omega^2 r \Rightarrow R = m\omega^2 r = \frac{mV_A^2}{a} \frac{\sqrt{3}}{4} = 2,4\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Ответ: 1. $V_B = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{V_A}{2}$; 2. $T = \frac{16\pi a}{V_A \sqrt{3}} = 8,37\pi\sqrt{3} \text{ с}$; 3. $R = \frac{mV_A^2 \sqrt{3}}{a} = 2,4\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$



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
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!

1. 1 (продолжение)

3. ~~Нужно будет сообщить центростремительное ускорение, а также создать равновесие~~

3. Нужно сообщить y -с ускорение, а также создать противодействующее силе тяжести

$$\Rightarrow R = \sqrt{(m\omega^2 r)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{(\omega^2 r)^2 + g^2} =$$

$$= m\sqrt{\frac{U_A^4}{a^2} \cdot \frac{3}{16} + g^2} = m\sqrt{0,48 + 100} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \neq$$

$$= \sqrt{100,48} \cdot 60 \cdot 10^{-5} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ (H)}$$

Ответ: 1. $U_B = \frac{U_A}{2} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. $T = \frac{16\pi a\sqrt{3}}{U_A\sqrt{3}} = 8,37\sqrt{3} \text{ с}$

3. $R = m\sqrt{\frac{U_A^4}{a^2} \cdot \frac{3}{16} + g^2} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$



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.

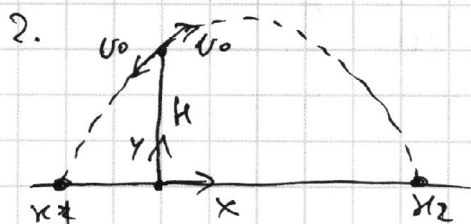
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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. 2. Он разорвётся, когда скорость станет нулевой
ЗСЧ:

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow \boxed{h = h + \frac{v^2}{2g} = 12 \text{ м}}$$



Уравнение траектории
через время:

$$\begin{cases} y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ x = v_0 \cos \alpha t \\ t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \end{cases}$$

Через координаты:

$$y = h + x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= h + x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} - \frac{gx^2 \tan^2 \alpha}{2v_0^2}$$

точки падения соответствуют $y = 0$

$$\Rightarrow h + x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = 0$$

$$l = x_1 + x_2 = \frac{\tan \alpha}{g(\tan^2 \alpha + 1)} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{2g}$$

разность корней
сумма корней
будет расстоянием
между точками
падения

$$l_{\max} \Rightarrow \sin(2\alpha) \Rightarrow \max \Rightarrow \sin(2\alpha) = 1, \alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$\boxed{l_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 12,8 \text{ м}}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2 \tan^2 \alpha}{2g}}$$



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!

12.2. (продолжение)

$$D = \lg^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2} (\lg^2 \alpha + 1)$$

$$x_{12} = \frac{\lg \alpha + \sqrt{\lg^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2} (\lg^2 \alpha + 1)}}{\frac{g}{v_0^2} (\lg^2 \alpha + 1)} = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{\lg \alpha + \sqrt{\lg^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2} (\lg^2 \alpha + 1)}}{\lg^2 \alpha + 1} \right)$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \left(\sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2}} \right)$$

$$x_1 - x_2 = \frac{2v_0^2}{g} \cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2}}$$

$$(x_1 - x_2)'(\alpha) = \frac{2v_0^2}{g} \left(-\sin \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2}} + \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2}}} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0, \alpha = 0$$

$$\Rightarrow L_{\max} = (x_1 - x_2)(\alpha = 0) = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} = \frac{2\sqrt{2} v_0 \sqrt{H}}{\sqrt{g}} =$$

$$= \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 16 \cdot \sqrt{12}}{\sqrt{10}} = 32 \cdot 2 \cdot \sqrt{60} = 64\sqrt{60} \text{ м}$$

$$= 32\sqrt{0,6} \text{ м}$$

Ответ: 1. $h = h + \frac{v^2}{2g} = 12 \text{ м}$

2. $L_{\max} = 2\sqrt{2} v_0 \sqrt{\frac{H}{g}} = 32\sqrt{0,6} \text{ м}$



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!

1.3

$$3mg \cdot \frac{L}{2} + (-mg) \cdot \frac{L}{2} = g \cdot \frac{a_2}{L}$$

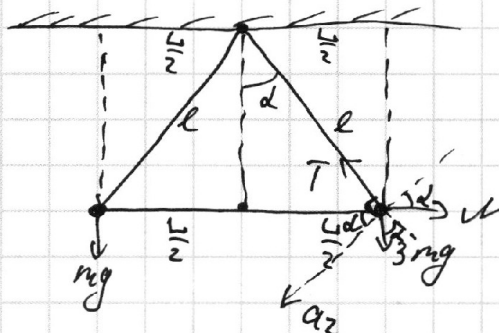
g - момент инерции системы

$$g = 4mL^2$$

$$mgL = 4ma_2L \Rightarrow a_2 = g \frac{L}{4L} =$$

$$\sin d = \frac{L}{2L} = 0,6 = 3 \frac{m}{c^2}$$

т.к. в начальный момент скорости 0, то отсутствует центрострем. ускор. $\Rightarrow a_2 \perp L$



2. 3-й фактор на ось вращения вокруг нити, держащей груз 3m:

$$T - N \sin d - 3mg \cos d = 0, \text{ т.к. скорость в нач. мом. равна нулю, то центрострем. ускор. равно нулю}$$

2. 3-й фактор на ось, перпенд. нити:

$$3mg \sin d - N \cos d = 3ma_2 = \frac{3}{4}mg \frac{L}{L}$$

$$N = \frac{3mg \sin d}{\cos d} - \frac{3mgL}{4L \cos d}$$

$$T = N \sin d + 3mg \cos d = \frac{3mg \sin^2 d}{\cos d} - \frac{3mgL \sin d}{4L \cos d} - 3mg \cos d =$$

$$= \frac{3mg}{\cos d} - \frac{3mgL}{4L} \tan d = \frac{3mg}{\cos d} - \frac{3mgL}{4L} \frac{\sin d}{\cos d} =$$

$$= \frac{3mg}{\cos d} \left(1 - \frac{L}{4L} \sin d \right) = \frac{3mg}{\cos d} \left(1 - \frac{1}{8} \right) = 2,55H$$

$$= mg \left(\frac{3L}{\sqrt{L^2 - \frac{L^2}{4}}} - \frac{3}{4} \frac{L}{\sqrt{L^2 - \frac{L^2}{4}}} \right) =$$

Ответ: 1. $\sin d = \frac{L}{2L} = 0,6$

2. $a_2 = \frac{gL}{4L} = 3 \frac{m}{c^2}$

3. $T = \frac{3mg}{\cos d} \left(1 - \frac{L}{8} \frac{\sin d}{L} \right) = 2,55H$

$= 3,1mg$
 $= 3,075mg$
 $= 2,46H$



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!

~ 4

1. $PV^n = \text{const} \Rightarrow P \sim V^{-n}$ — ур-е политропного процесса

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} \neq$$

$$n_{12} = \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = -1 \Rightarrow P \sim V \text{ в проц. } 1 \rightarrow 2$$

$$n_{23} = \frac{1,5 - \frac{5}{2}}{1,5 - \frac{3}{2}} \rightarrow \infty \Rightarrow P \sim V^{\frac{1}{\infty}} \Rightarrow \text{можно получить просто из того, что } C_v = \frac{3}{2}R$$

$$n_{31} = \frac{2,5 - 2,5}{2,5 - \frac{3}{2}} = 0 \Rightarrow P \sim V^0 \Rightarrow P = \text{const}$$

можно получить просто из того, что $C_p = \frac{5}{2}R$

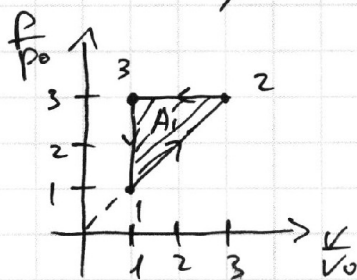
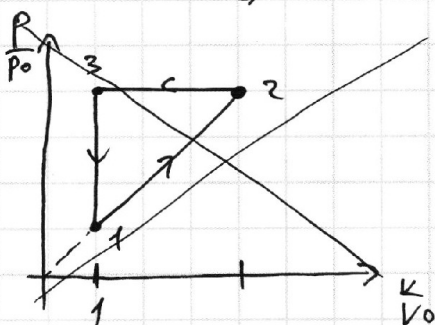


рис. 1.

$$2. A_1 = \frac{4P_0 V_0}{2} = 2P_0 V_0 = 2\sqrt{RT_0} = \{13462,2 \text{ Дж}\} = 13,5 \text{ кДж}$$

$$3. MgH = \kappa A_1 \cdot \eta, \quad \eta = 50\% = \frac{1}{2}$$

$$H = \frac{\kappa A_1 \eta}{Mg} = \frac{15 A_1}{2Mg} = \frac{15\sqrt{RT_0}}{Mg} = 40,4 \text{ м}$$

Ответ: 1. рис. 1

$$2. A_1 = 13,5 \text{ кДж} = 2\sqrt{RT_0}$$

$$3. H = \frac{15 A_1}{2Mg} = \frac{15\sqrt{RT_0}}{Mg} = 40,4 \text{ м}$$



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
2 ИЗ 2

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

~ 5.2 (продолжение)

$$\Rightarrow \varphi_0 - \varphi_A = \varphi_c - \varphi_0 \Rightarrow \varphi_c = 2\varphi_0 - \varphi_A$$

ЗСЭ:

$$q(\varphi_A - \varphi_c) = \frac{m v_c^2}{2} \Rightarrow 2q(\varphi_A - \varphi_0) = \frac{m v_c^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_c = 2 \sqrt{\frac{q(\varphi_A - \varphi_0)}{m}} = 2 \sqrt{2 \cdot \frac{v_0^2}{2}} =$$

$$= v_0 \sqrt{2} = 2 \sqrt{\frac{v^2}{2} - \frac{kqQ}{mR}}$$

Ответ: 1. $v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kqQ}{mR}}$

2. $v_c = 2 \sqrt{\frac{v^2}{2} - \frac{kqQ}{mR}}$



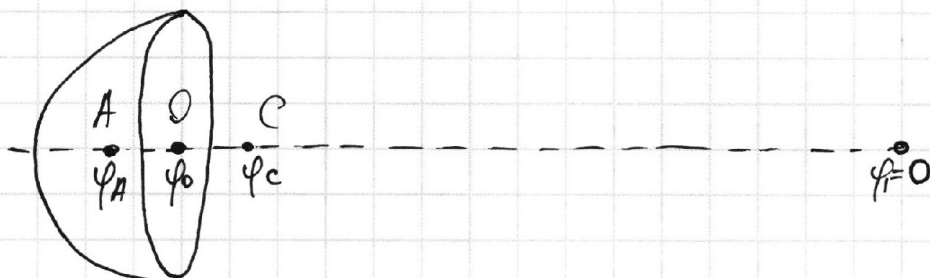
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

15



1. $U_A = \varphi_A q$ — потенциальная энергия в точке A, а
ЗСЭ: U_1 — на большом расстоянии
 $U_A = U_1 + \frac{mv^2}{2}$

$$U_1 = \varphi_1 \cdot q = 0 \Rightarrow U_A = \frac{mv^2}{2} = \varphi_A q \Rightarrow \varphi_A = \frac{mv^2}{2q}$$

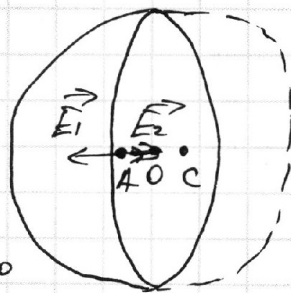
ЗСЭ:

$$q(\varphi_A - \varphi_0) = \frac{mv_0^2}{2}; \quad \varphi_0 = k \frac{Q}{R}, \text{ т.к. расстояние до стенок полусферы } R$$

$$q\left(\frac{mv^2}{2q} - k \frac{Q}{R}\right) = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \left[v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kqQ}{mR}} \right] \text{ ~~ответ~~$$

2. Рассмотрим симметрично ещё одну полусферу, дополнив систему до сферы. Тогда нетрудно доказать, что поле внутри сферы (создаваемое сферой) равно нулю



$$\vec{E}_1 = -\vec{E}_2$$

$E = \frac{\sum q}{\epsilon_0} = \frac{0}{\epsilon_0} = 0 \Rightarrow$ полусферы действуют на тела внутри с одинаковыми по модулю, но противоположными по знаку поверхностными зарядами.
 ~~$\Rightarrow$ эти заряды создают одинаковое ~~по~~ поле, а это значит, что в исходной задаче, т.к. расстояние $AO = OC$, то $\varphi_A = \varphi_C \Rightarrow$ из ЗСЭ:~~

$$\frac{mv_A^2}{2} + \varphi_A q = \frac{mv_C^2}{2} + \varphi_C q, \quad v_A = 0 \Rightarrow \boxed{v_C = 0} \leftarrow \text{Ответ!}$$



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.

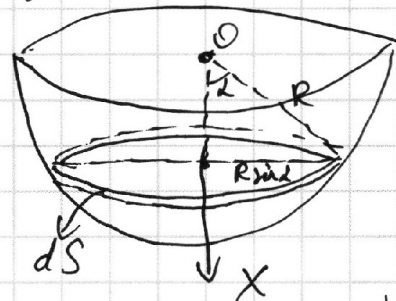
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

1. Найдём силу, с которой полушар действует на точечный заряд в точке O. Для этого разобьём его на малые части dS (dS - площадь этой части) (dq - её заряд) (dE_x - составляющая электрического поля в точке O, с которой действует элемент dS)

$$\frac{3 \cdot 0,8}{0,8} (1 - 0,15)$$



$$dS = 2\pi R \sin \alpha \cdot R d\alpha = 2\pi R^2 \sin \alpha d\alpha$$

$$dq = \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot dS = Q \sin \alpha d\alpha$$

$$dE_x = k \cdot \frac{dq \cdot \cos \alpha}{r^2} = \frac{kQ}{R^2} \sin \alpha \cos \alpha d\alpha = \frac{kQ}{R^2} \sin \alpha d(\sin \alpha) = 3,0,76 = 3,0,76$$

$$E_x = \int dE_x = \int_{\sin \alpha = 0}^1 \frac{kQ}{R^2} \sin \alpha d(\sin \alpha) = \frac{kQ}{R^2} \cdot \frac{1}{2} = 0,2505 \frac{8}{8} \frac{1}{21,52} = 2,251901$$

$$F_x = q E_x = \frac{kqQ}{2R^2} - \text{сила, действующая на заряд } q$$

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{kqQ}{2mR^2} - \text{ее ускорение}$$

$$\frac{8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,52} = 2,55$$

$$\frac{8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,52} = 2,55$$

$$2,4 \left(\frac{5}{4} - \frac{1}{4} \cdot 4 \cdot \frac{0,9}{4} \right) = 2,4 \left(\frac{5-0,9}{4} \right) = 2,4 \cdot \frac{4,1}{4} = 2,4 \cdot 1,025 = 2,46$$

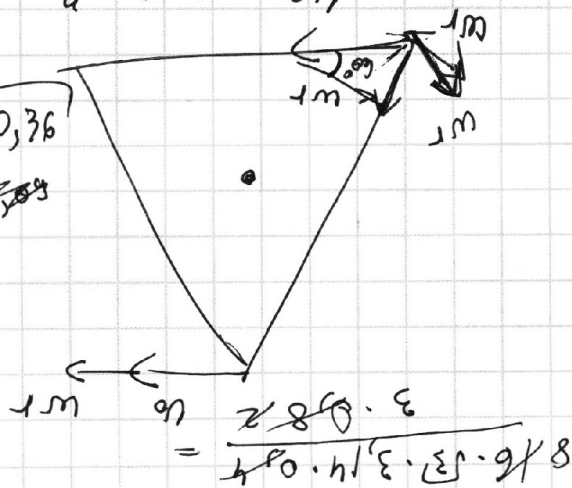
$$-1m \cdot 0,5 - 2 \cdot 1,2m \cdot 0,5 + 2 \cdot 1,2m = 2m$$

$$\frac{3 \cdot 0,8}{0,8} (1 - 0,15) = 3,0,85 = 2,55$$

$$3,0,85 = 2,55$$

$$2m \cdot 0,5 - 2 \cdot 1,2m \cdot 0,5 + 2 \cdot 1,2m = 2m$$

$$\frac{8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,52} = 2,55$$





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 __

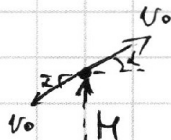
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2 $\frac{256}{20} = \frac{128}{10} = 12,8$

1. Вейерверк разорвётся, когда его скорость станет нулевой:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = mgH \Rightarrow H = \sqrt{h + \frac{v^2}{2g}} = \sqrt{11,2 + \frac{16}{20}} = \sqrt{11,2 + 0,8} = \sqrt{12} = 3,46 \text{ (м)}$$

2.



т.к. в верхней точке импульс вейерверка нулевой $\Rightarrow$ сумма импульсов осколков также нуль, тогда, т.к. их массы одинаковы $\Rightarrow$ их скорости равны по модулю, но противоположны по направлению

$$\begin{cases} L_1 = v_0 \cos \alpha t \\ H = -v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2} \end{cases} \Rightarrow t = \frac{L_1}{v_0 \cos \alpha}$$

* L_1 — расстояние по горизонтали, которое пролетит первый осколок

$$H = -L_1 \tan \alpha + \frac{gL_1^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = -L_1 \tan \alpha + \frac{gL_1^2}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) \quad (\text{верный})$$

$$L_1^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} - L_1 \tan \alpha - H = 0$$

$$L_1^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) - L_1 \tan \alpha - H = 0$$

$$L_1 = \frac{\tan \alpha \pm \sqrt{\tan^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)}}{\frac{g}{v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)}$$

$$L_1 = \frac{12,3 \pm \sqrt{12,3^2 + \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 12}{10} (12,3^2 + 1)}}{\frac{9,8}{10} (12,3^2 + 1)}$$

$$L_1 = \frac{12,3 \pm \sqrt{151,29 + 235,2 (151,29 + 1)}}{9,8 (151,29 + 1)}$$

$$L_1 = \frac{12,3 \pm \sqrt{151,29 + 354,378}}{9,8 \cdot 235,29}$$

$$L_1 = \frac{12,3 \pm \sqrt{505,668}}{2305,842}$$

$$L_1 = \frac{12,3 \pm 22,49}{2305,842}$$

$$L_1 = \frac{34,79}{2305,842} = 0,0151 \text{ м}$$

$$L_1 = 0,0151 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 12,3 \overline{) 151,29} \\ \underline{10,3} \\ 2,3 \\ \underline{2,0} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{9,8} \\ 0,2 \\ \underline{0,196} \\ 0,024 \\ \underline{0,0238} \\ 0,0002 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,3 \overline{) 151,29} \\ \underline{10,3} \\ 2,3 \\ \underline{2,0} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{9,8} \\ 0,2 \\ \underline{0,196} \\ 0,024 \\ \underline{0,0238} \\ 0,0002 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,3 \overline{) 151,29} \\ \underline{10,3} \\ 2,3 \\ \underline{2,0} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{9,8} \\ 0,2 \\ \underline{0,196} \\ 0,024 \\ \underline{0,0238} \\ 0,0002 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,3 \overline{) 151,29} \\ \underline{10,3} \\ 2,3 \\ \underline{2,0} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{9,8} \\ 0,2 \\ \underline{0,196} \\ 0,024 \\ \underline{0,0238} \\ 0,0002 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,3 \overline{) 151,29} \\ \underline{10,3} \\ 2,3 \\ \underline{2,0} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{9,8} \\ 0,2 \\ \underline{0,196} \\ 0,024 \\ \underline{0,0238} \\ 0,0002 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,3 \overline{) 151,29} \\ \underline{10,3} \\ 2,3 \\ \underline{2,0} \\ 30 \\ \underline{20} \\ 10 \\ \underline{9,8} \\ 0,2 \\ \underline{0,196} \\ 0,024 \\ \underline{0,0238} \\ 0,0002 \end{array}$$



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
__ 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!

$$2 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 3,1 - 2 \cdot 7 \cdot 8 = 6 \cdot 83,1 - 2 \cdot 7 \cdot 8$$

$$-v \cos \alpha + 3mg \sin \alpha = 5m a_2$$

$$v = \frac{3mg \sin \alpha - 3m a_2}{\cos \alpha}$$

$$T = \frac{3mg \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{3m a_2 \sin \alpha}{\cos \alpha} + 3mg \cos \alpha = \frac{T_1 \sin \alpha - v}{3m} \cdot g \cdot \frac{T_1 \cdot 28}{48} =$$

$$= 3mg \sin \alpha + 3mg \cos \alpha$$

$$= \frac{3mg}{\cos \alpha} - \frac{3m a_2 \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{L}{\sqrt{L^2 + \frac{L^2}{4}}}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

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

$$\tan \alpha = \frac{3}{4}$$

$$3mg \cdot \frac{5}{4} - \frac{3mg}{4} \cdot \frac{3}{4} = m g \left(\frac{15}{4} - \frac{9}{16} \right) = 13,3 \frac{mg}{4}$$

$$3mg \cdot \left(\frac{1}{0,8} - \frac{1,44}{8} \right) = mg \left(3 \cdot \frac{5}{4} - 0,18 \right) = mg \left(\frac{15}{4} - 0,18 \right)$$

$$\frac{3 \cdot 5}{4} - \frac{3}{4} \cdot \frac{8}{5} \cdot \frac{3}{42} = \frac{15}{4} - \frac{27}{40}$$

$$3 \left(\frac{5}{4} - \frac{1,44}{8} \right) = 3 \left(\frac{5}{4} - 0,18 \right) = \frac{15}{4} - 0,54$$

$$3 \left(\frac{5}{4} - 0,3 \cdot 0,6 \right) = \frac{15}{4} - 0,18 \cdot 3$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{1,2}{46} \cdot \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1,2}{46} \cdot \frac{3}{4}$$

$$0,3 \cdot 0,6$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1,2}{46} \cdot \frac{3}{4} = 0,9$$

$$\tan \alpha = \frac{L}{\sqrt{L^2 - L^2}}$$

