

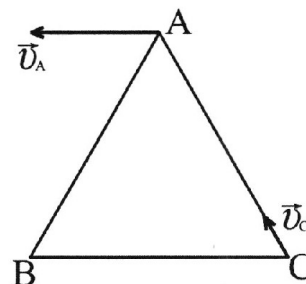
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 τ 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.

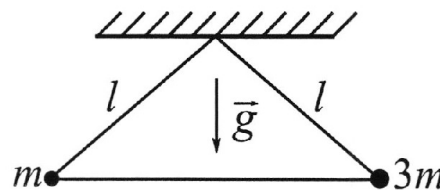
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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_{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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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



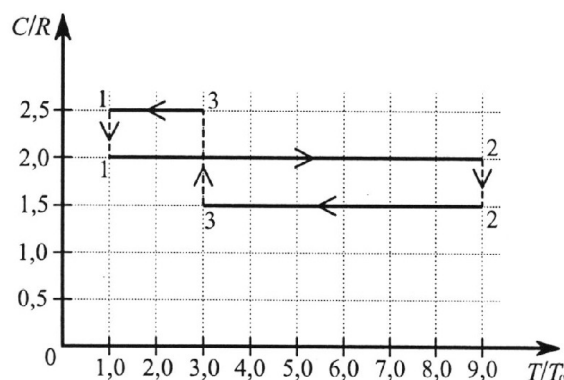
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

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



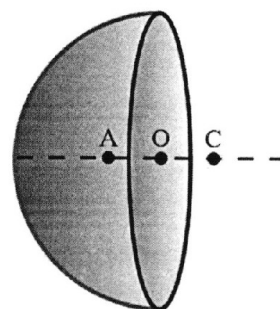
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.



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

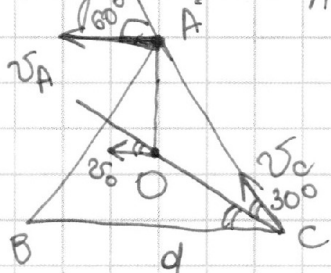


СТРАНИЦА

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) По закону палочки для направления AC
получим: $v_A \cdot \cos 60^\circ = v_C = \frac{2}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ м/с} \approx 0,34 \text{ м/с}$



2) Сумма внешних сил на треугольник
равна нулю, раз поверхность гладкая
 $\Rightarrow$ Скорость центра масс треугольника v_O

постоянна, как и угловая скорость вращения ω
треугольника вокруг центра масс. Центр масс — т. O.

По закону палочки для направлений AO и OC

следует, что $\vec{v}_O \perp OA$ и $v_O \cdot \cos 30^\circ = v_C \cdot \cos 30^\circ$

$$\Rightarrow v_O = v_C = \frac{v_A \sqrt{3}}{2}, \quad AO = OB = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{v_A - v_O}{AO} = \frac{v_A (2 - \sqrt{3})}{\frac{2d}{\sqrt{3}}} = \frac{v_A \sqrt{3}}{2d}$$

$$\omega \cdot T = 3 \cdot 2\pi \Rightarrow$$

$$T = \frac{6\pi \cdot d \cdot 2}{v_A \sqrt{3} (2 - \sqrt{3})} = 4\pi (2\sqrt{3} + 3) \frac{d}{v_A}$$

$$\approx 40,3 \text{ с} \quad T = 6\pi \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{d}{v_A} = 4\pi \sqrt{3} \frac{d}{v_A} \approx 10,7 \text{ с}$$

3) Т.к. масса племь мала, то племь никак не повлияет
на движение треугольника. Ясно, что по II-му Ньютону:

$$\vec{R} = m \vec{a}_B. \text{ Перейдём в ИСО центра масс.}$$

Здесь точка B равномерно вращается $\Rightarrow a_B = \omega^2 \cdot OB$



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!

$$\Rightarrow R = m\omega^2 \cdot \frac{d}{\sqrt{3}} = \frac{md}{\sqrt{3}} \cdot \frac{v_A^2}{d^2} \cdot \frac{(2\sqrt{3}-3)^2}{4} = \frac{mv_A^2}{d} \cdot \frac{21-12\sqrt{3}}{4}$$

$$R \approx 9,6 \cdot 10^{-8} \text{ H} \quad R = \frac{md}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{4} \frac{v_A^2}{d^2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{mv_A^2}{d}$$

$$\text{Ответ: } v_c = \frac{v_A \sqrt{3}}{2} \approx 0,34 \text{ м/с}$$

$$T = 4\pi(2\sqrt{3}+3) \cdot \frac{d}{v_A} \approx 40,3 \text{ с}$$

$$R = \frac{mv_A^2}{d} \cdot \frac{21-12\sqrt{3}}{4} \approx 9,6 \cdot 10^{-8} \text{ H}$$

$$v_c = \frac{v_A}{2} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$T = 4\pi\sqrt{3} \cdot \frac{d}{v_A} \approx 10,7 \text{ с}$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{mv_A^2}{d} \approx 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ H}$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{mv_A^2}{d} \approx 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

} 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**.

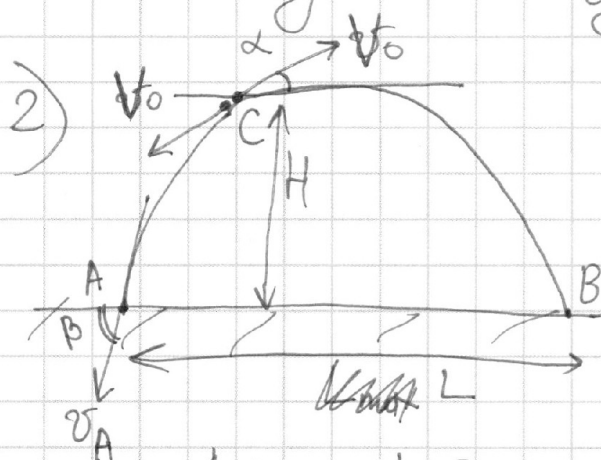
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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) У равноускоренного движения: $h = v_0 T - \frac{gT^2}{2}$
 $\Rightarrow v_0 = \frac{h}{T} + \frac{gT}{2} = 50 \text{ м/с}$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{T} + \frac{gT}{2}\right)^2}{2g} = \frac{250}{2} = 125 \text{ м}$$



У ЗСЧ ясно, что скорость второго осколка направлена противоположно v_0 и равна v_0 по модулю.

~~L~~ L будет максимально, если $\beta = 45^\circ$.

Проверим возможно ли это: $v_0 \cos \alpha = v_A \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$v_A^2 = v_0^2 + 2gH \text{ — у ЗСЧ}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 + \frac{2gH}{v_0^2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{29}}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{29}{8}} > 1$$

$\cos \alpha > 1$ значит $\beta = 45^\circ$ невозможен. Значит $\alpha = 0^\circ$

$$L = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\beta \quad v_A \cdot \cos \beta = v_0 \Rightarrow \cos \beta = \frac{v_0}{v_A}$$

~~$$\cos \beta = \frac{2}{\sqrt{29}} \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{5}{\sqrt{29}}$$~~

~~$$L_{\max} = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \sin \beta \cos \beta = \frac{2 \cdot 20^2}{10} \cdot \frac{5}{29} = 21,4 \text{ м}$$~~



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!

~~Ответ: $H = \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{gT}{2}\right)^2}{2g} = 125 \text{ м}$~~

~~$L_{\max} = \frac{20}{2g} \cdot \frac{V_0^2}{g} = 21,4 \text{ м}$~~

$$\cos \beta = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + 2gH}}; \quad \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{V_0^2 + 2gH}}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{g} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = \frac{2}{g} \cdot V_0 \sqrt{2gH} = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 200 \text{ м}$$

Ответ: $H = \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{gT}{2}\right)^2}{2g} = 125 \text{ м}$

$$L_{\max} = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 200 \text{ м}$$



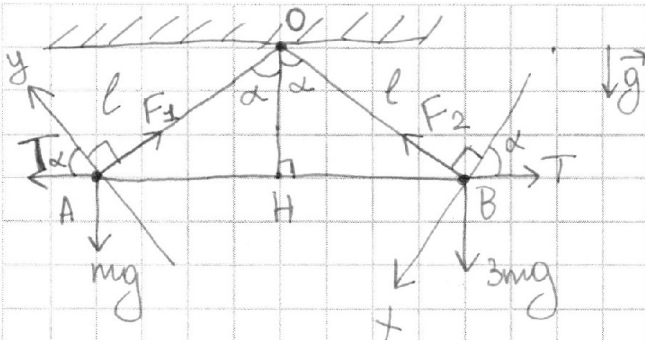
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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) В силу нерастяжимости нитей ускорения в начальный момент

направлены перпендикулярно соответствующим

нитям: у тела m по оси Oy , у тела $3m$ по оси Ox . Т.к. через время dt у шарика m станет скорость $d\vec{v}_1 = \vec{a}_1 dt$, которая обязана

быть перпендикулярна нити, и т.к. вся конструкция вращается вокруг точки O с единой угловой скоростью, то

$$d\omega = \frac{d\vec{v}_1}{l} = \frac{d\vec{v}_2}{l} \Rightarrow \vec{a}_1 = \vec{a}_2 - \text{ускорения шариков равны}$$

$$\text{В } \triangle AOH: \sin \alpha = \frac{0,8l}{l} = \frac{4}{5} ; \text{ то } \alpha = \frac{4}{3}$$

2) Сила T от стержня на грузы должна быть направлена ~~по~~ по стержню, т.к. стержень легкий. ~~В~~ ~~виду~~ Сумма сил на стержень равна нулю, поэтому если на шарик m сила T действует влево, то на



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!

шарик $3m$ сила T действует вправо.

Оси Ox и Oy показаны на рисунке. В проекции на эти оси II закон Ньютона для ~~каждого~~ каждого из тел:

$$\text{Тело } m, \text{ ось } Oy: ma_{\perp} = \frac{T \cos \alpha - mg \sin \alpha}{T \sin \alpha - mg \cos \alpha}$$

$$\text{Тело } 3m, \text{ ось } Ox: 3ma_{\perp} = \frac{3mg \cos \alpha - 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha}{3mg \sin \alpha - T \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow 4ma_{\perp} = 2mg \sin \alpha \Rightarrow a_{\perp} = \frac{g \sin \alpha}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{2} = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{3}{2} mg \tan \alpha =$$

$$= 2mg = 2 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,8$$

$$a_{\perp} = \frac{g \sin \alpha}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$T = \frac{3}{2} mg \tan \alpha = 2mg = 2 \text{ Н}$$



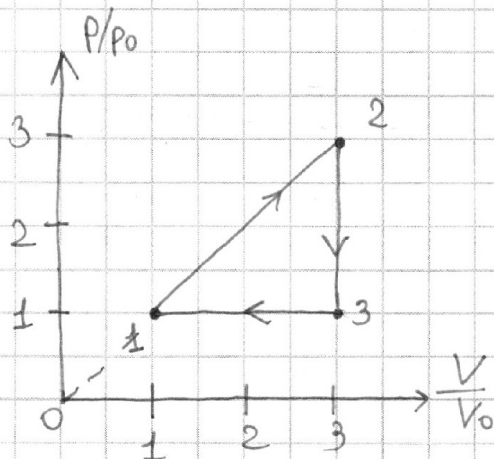
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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



1) Из графика в условии видно, что все процессы политропные:

$$P \cdot V^n = \text{const}, \text{ где}$$

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

Используя эту формулу,

найдем: $n_{12} = -1$; $n_{23} = \infty$; $n_{31} = 0$

т.е. 1-2 - процесс, в котором $P \sim V$, 2-3 -

~~изохорный~~ процесс, ~~3-1~~ - изобарный процесс

$$T_1 = T_0; T_2 = 9T_0; T_3 = 3T_0$$

$P_0 V_0 = 2RT_0$ - уравнение состояния для газа в точке 1.

2) Процесс расширения - процесс 1-2

$$Q_{12} = C_{12} \cdot 2 \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 2 \cdot 8T_0 = 16 \cdot 2RT_0 = 79,776 \text{ кДж} \approx 80 \text{ кДж}$$

$$3) N \cdot A_{\text{уикл}} \cdot \frac{1}{2} = MgH; A_{\text{уикл}} = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0 = 2P_0 V_0$$

$A_{\text{уикл}}$ равно площади ~~под графиком~~ ~~внутри цикла~~ на графике $P(V)$

$$\Rightarrow H = \frac{N P_0 V_0}{Mg} = \frac{N \cdot 2RT_0}{Mg} = 33,24 \text{ м}$$



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
☐

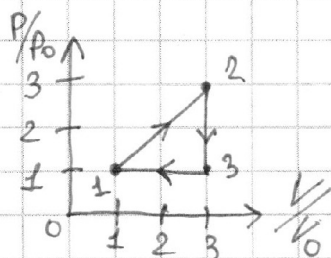
6
☐

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!

Ответ:



$$Q_1 = 162RT_0 = 79,776 \text{ кДж}$$

$$H = \frac{N \Delta RT_0}{Mg} = 33,24 \text{ м}$$



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.



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) Ясно, что потенциал ^{от полусферы!} точки O равен $\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$

ЗСЭ: $\varphi_A \cdot q = \varphi_0 \cdot q + \frac{mV_0^2}{2}$

$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2q}$ — потенциал в т. А от _{полусферы!}

ЗСЭ: $\varphi_A \cdot q = \varphi_\infty \cdot q + \frac{mV^2}{2}$, где φ_∞ — потенциал на бесконечности, $\varphi_\infty = 0$

$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2q \cdot \varphi_A}{m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{2q \cdot kQ}{m \cdot R}}$

2) Мысленно дополним нашу полусферу ^у точно такой же с таким же равномерно распредел. зарядом Q. Тогда внутри сферы равномерно заряженной полусферы (по т. Гаусса) $\Rightarrow$ в любой точке внутри сферы потенциал одинаковый и равен $\frac{k \cdot 2Q}{R}$ — как в центре. По принципу суперпозиции потенциал в т. С равен сумме притяг. потенциала $\varphi_с$ от старой полусферы и потенциала φ_A от новой полусферы! (этот потенциал равен φ_A в силу симметрии точек А и С)



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА

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!

относительно центра O): $\frac{2kQ}{R} = \varphi_A + \varphi_C$

$$\text{ЗСЭ: } \varphi_A \cdot q = \varphi_C \cdot q + \frac{mV_C^2}{2}; \quad \frac{2kQ}{R} = \frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q} + \varphi_C$$

$$\Rightarrow V_C = \sqrt{2} V_0$$

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

$$V_C = V_0 \sqrt{2}$$



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**.

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!

Черновик

$v_A = \sqrt{v_0^2 + 2gH} = v_B$

$L_{max} = \frac{v_A^2}{g} = \frac{v_0^2}{g} + 2H$

$\varphi_A = \frac{kQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2gR}$

$\varphi_C = \frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2gR}$

$\cos \alpha_0 = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{20 \cdot 125}{20^2}}} = \frac{1}{\sqrt{7,25}} = \frac{2}{\sqrt{29}}$

$\sin \alpha_0 = \frac{5}{\sqrt{29}}$

$L_{max} = \frac{v_A^2}{g} \cdot 2 \cdot \frac{10}{29} = \frac{10^4}{29} \approx 344,8 \text{ м}$

$\frac{v_A \cdot \cos 45^\circ}{v_0} = 1$

$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \sqrt{1 + \frac{2gH}{v_0^2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{\frac{29}{8}} \cdot 3,4 \cdot 10^{-1} = 0,342$

$\varphi = \frac{\lambda \cdot 2\pi R \cdot k}{\sqrt{x^2 + R^2}} = \frac{2\pi k \lambda}{\sqrt{\frac{x^2}{R^2} + 1}}$

$$\begin{aligned} &= 0,00096 = \\ &= 96 \cdot 10^{-5} \approx \\ &\approx 10^{-4} \cdot 96 \end{aligned}$$

[illegible]



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
☐

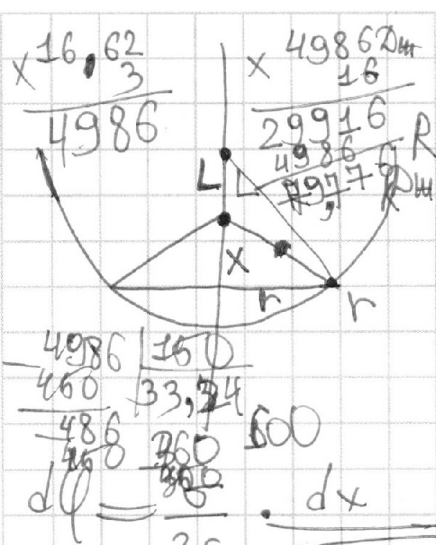
5
☐

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!



$$\left\{ \begin{aligned} \varphi_c &= \frac{2kQ}{R} \\ \varphi_0 &= \frac{kQ}{R} \end{aligned} \right. \quad \varphi_A = 2\varphi_0 - \varphi_c$$

$$d\varphi = \frac{k \cdot \sigma \cdot 2\pi r dx}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$
$$T \sin \alpha = \frac{mg \cos \alpha}{2} + \frac{mg \cos \alpha}{2} = \frac{3}{2} mg \cos \alpha$$

$$r^2 = R^2 - (x+L)^2 \quad T = \frac{3}{2} mg \cos \alpha$$

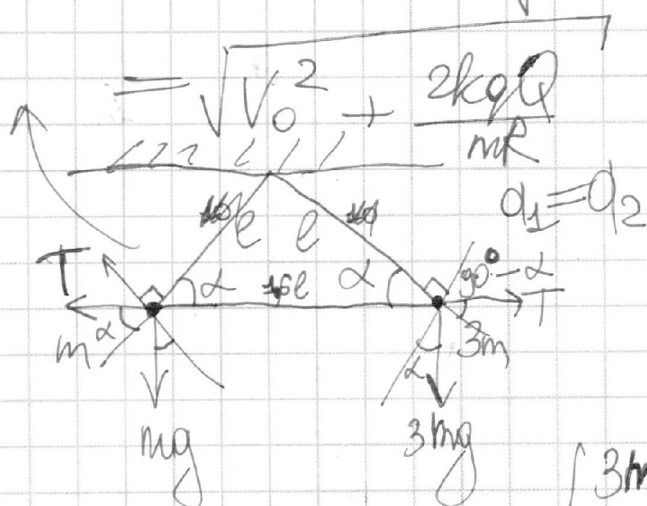
$$d\varphi = \frac{kQ}{2\epsilon_0} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x^2 + R^2 - (x+L)^2}}$$
$$q \cdot \varphi_A = q \varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_A - \varphi_0 = \frac{mV_0^2}{2q}$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q}$$

$$q \cdot \varphi_A = \frac{mV^2}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{1.6}{2.16} \quad V = \sqrt{\frac{2q}{m} \left(\frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q} \right)}$$



$$\varphi_A - \varphi_c = 2\varphi_A - \frac{2kQ}{R} =$$

$$= \frac{mV_0^2}{q} \quad \left| \cdot \frac{2q}{m} \right.$$

$$3md_1 = 3mg \cos \alpha - T \sin \alpha$$
$$md_1 = T \sin \alpha - mg \cos \alpha$$
$$4md_1 = 2mg \cos \alpha$$
$$d_1 = \frac{g \cos \alpha}{2} = \frac{2}{5} g$$