



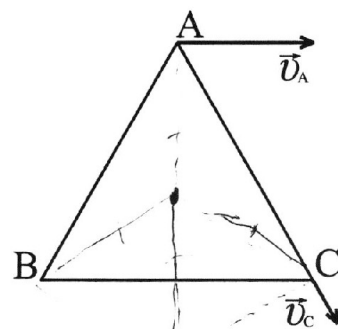
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

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

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

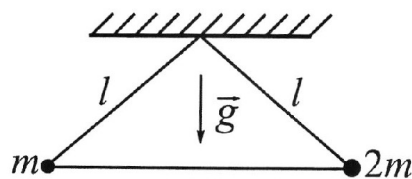
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. 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.



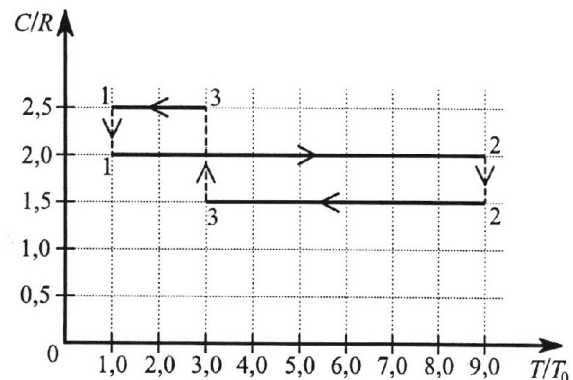
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

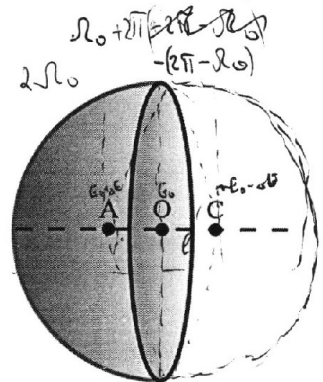


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/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 закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



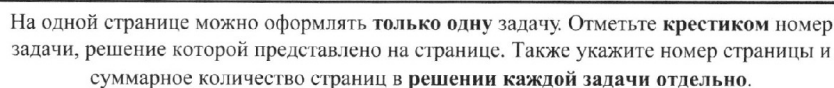
1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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

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

$q =$



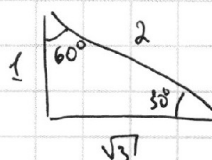


СТРАНИЦА

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!

М - гектрмасс



1) чтобы найти v_c запишем закон Палочки для AC
поскольку тело твердое, то проекции ^{скоростей} точек должны быть равны:
AC: $v_a \cos 60^\circ = v_c$

$$v_c = \frac{v_a}{2} \Rightarrow v_c = 0,3 \text{ m/c}$$

2) чтобы ответить на второй вопрос, нужно перейти в СО Ц.М (т.е. для внешних нет проекции на плоскость $\Rightarrow$)

Она инерционная) $\Rightarrow$ Рассмотрим мгновенный центр вращения

Т.О (пересечение перпендикуляров к VA и VC) у.м расположен в

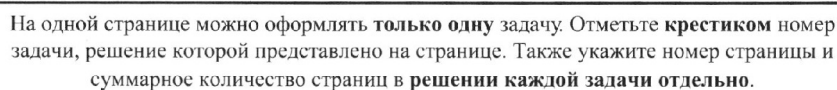
Т. пересечение медиан γ -е делит AM $2:1 \Rightarrow$

$$AH = a \cos 30^\circ \Rightarrow MH = \frac{1}{3} a \cos 30^\circ$$

43. ОКС $OH = \frac{a}{2} \operatorname{tg} 30^\circ$

$$\Rightarrow w_b = \frac{v_M}{OH + MH} = \frac{v_a}{OH + AH} \Rightarrow \frac{v_M}{a \left(\frac{\tan 30^\circ}{2} + \frac{1}{3} \cos 30^\circ \right)} = \frac{v_a}{a \left(\frac{\tan 30^\circ}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}$$

$$|\bar{r}| = \frac{\sqrt{37} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \cdot (0,6)^2}{4 \cdot 0,3}$$

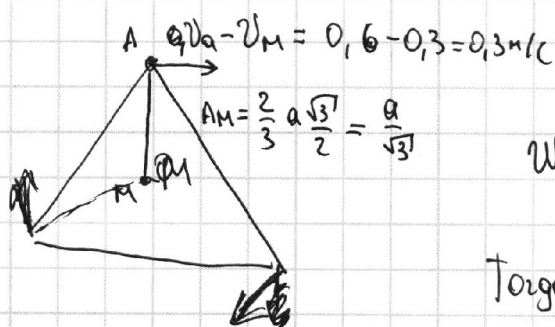


СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$v_m = \frac{v_g}{2} = 0,3 \text{ m/c}$$

Тогда, поскольку движение можно расписать как Поступательное + вращение
отн. у.м. $\Rightarrow$ переходим в С.О. у.м.



$$W = \frac{0,3 \text{ Hz} \cdot U_a - U_m}{A_m} = \frac{0,3 \text{ Hz} \cdot \sqrt{3}^1}{0,3 \text{ M}} = \sqrt{3}^1 \text{ C}^{-1}$$

Тогда Огонь Оборот совершается за время

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \frac{2\pi}{\sqrt{3}} C = T \Rightarrow \text{8 оборотов совершит}$$

3a $\frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ e} = \tau$

Чтобы найти равнодействующую силу на муху
надо ~~сложить~~ вот это:

1) поскольку муха малой массы, то она не изменит скорость пластины $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ модуль скорости мухи не меняется $\Rightarrow q_r = 0$

2) Окруж. центра: Окружности это мгновенный центр вращения

$\Rightarrow$ найдем про радиус и подставим, ведь $\vec{R} = m\vec{a}$



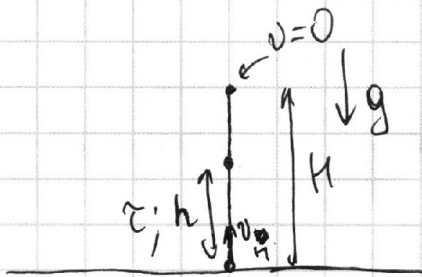
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N2 Ситуация такая:



Заметим, что человек $\tau = 1$ с от

был на высоте 15 м

$$h = v_n \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$v_n = \frac{h + \frac{g \tau^2}{2}}{\tau}$$

$$v_n = \frac{15 + \frac{10}{2}}{1} \text{ м} = 20 \text{ м/с}$$

Тогда применим формулу

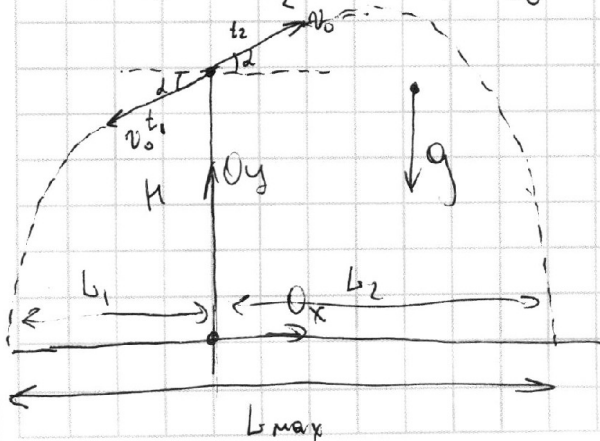
$$S = \frac{v_n^2 - v_n^2}{2a} \Rightarrow H = \frac{v_n^2}{2g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 20 \text{ м}$$

Сейчас будет долгий счёт! Заметим $3(4) \Rightarrow$ когда фрейерверк

разорвался перед разрывом $\vec{P} = 0 \Rightarrow$ т.к. куски равной массы, то

$$m\vec{v}_0 + m\vec{v}_2 = 0 \Rightarrow \vec{v}_0 = -\vec{v}_2 \text{ Т-е ситуация такая:}$$



Рассмотрим движение на Оси Ox и Oy
пусть один летел время t_1 другой
время t_2



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



СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!

Для 1-ого: $L_1 = v_0 \cos \alpha t_1$

Для 2-ого $L_2 = v_0 \cos \alpha t_2$

$$0 = H - v_0 t_1 \sin \alpha - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$0 = H + v_0 t_2 \sin \alpha - \frac{g t_2^2}{2}$$

перенесем

$$* \quad \frac{g t_1^2}{2} + v_0 t_1 \sin \alpha - H = 0$$

$$** \quad \frac{g t_2^2}{2} - v_0 t_2 \sin \alpha - H = 0$$

Рассмотрим $f(t) = \frac{g t^2}{2} + v_0 t \sin \alpha - H$ — корни этого ^{квадратного} трехчлена

как видно из * и ** это t_1 и $-t_2 \Rightarrow$ по Th. Виета

$$① \quad \frac{2H}{g} = t_1 t_2 \quad \text{и} \quad t_2 - t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; \text{ следовательно, нам надо максимизировать}$$

$$L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) \quad \text{т.е. т.к. } v_0 = \text{const} \Rightarrow (t_1 + t_2) \cos \alpha \rightarrow \max$$

$$\text{из } ② \quad \sin \alpha = \frac{g(t_2 - t_1)}{2v_0} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{g^2}{4v_0^2}(t_1^2 + t_2^2 - 2t_1 t_2)} =$$

$$= \sqrt{1 + \frac{gH}{v_0^2} - \frac{g^2}{4v_0^2}(t_1^2 + t_2^2)}$$

тогда $F = \sqrt{1 + \frac{gH}{v_0^2} - \frac{g^2}{4v_0^2}(t_1^2 + t_2^2)} \cdot (t_1 + t_2) \Rightarrow \max$

$$F = \sqrt{(t_1^2 + t_2^2 + \frac{4H}{g})(1 + \frac{gH}{v_0^2}) - \frac{g^2}{4v_0^2}(t_1^2 + t_2^2)(t_1^2 + t_2^2 + \frac{4H}{g})}$$

Видно, что это кв. трехчлен от $t_1^2 + t_2^2$

Пусть $\Delta = t_1^2 + t_2^2 > 0$

$$F = \sqrt{\Delta(1 + \frac{gH}{v_0^2}) + \frac{4H}{g} + \frac{4H^2}{v_0^2} - \frac{gH}{v_0^2} - \frac{g^2}{4v_0^2} \Delta^2}$$

вершина параболы ветви вниз $-\frac{b}{2a} \Rightarrow \Delta_{\max} = \frac{-14v_0^2}{-g^2 2} = \frac{2v_0^2}{g^2} > 0$

$$F_{\max} = \sqrt{\frac{2v_0^2}{g^2} + \frac{4H}{g} + \frac{4H^2}{v_0^2} - \frac{v_0^2}{g^2}} = \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} + \frac{4H}{g} + \frac{4H^2}{v_0^2}}$$



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

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!

$$\Rightarrow (L_1 + L_2)_{\max} = \sqrt{\frac{v_0^3}{g^2} + \frac{4H}{g} + \frac{4H^3}{v_0^2}} \cdot v_0$$

подставим число

$$\begin{aligned} L_{\max} &= 30 \cdot \sqrt{\frac{900}{100} + \frac{80}{10} + \frac{1600}{900}} = 30 \sqrt{17 + \frac{1600}{900}} = \\ &= \sqrt{\frac{15300 + 1600}{900}} \cdot 30 = \sqrt{\frac{16900}{900}} = 130 \text{ м} \end{aligned}$$

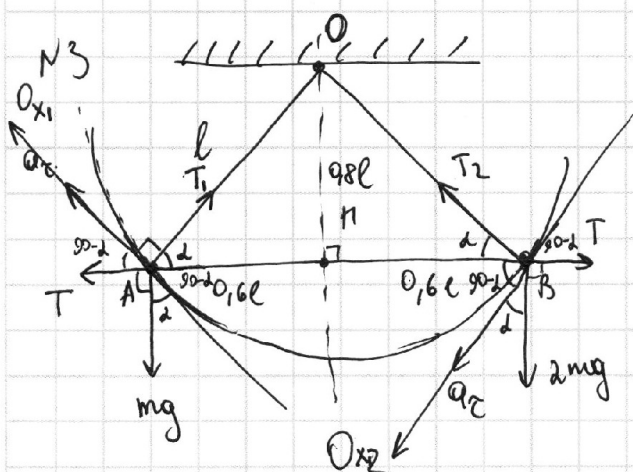


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

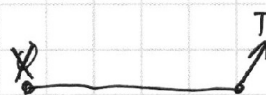
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$OK \text{ по } T_1. \text{ По формуле: } \sqrt{l^2 - 0,36l^2} = 0,8l = OK$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

1) Мысли:
сила упругости
стержня направлена вдоль него
везде в противоположном случае



Отсюда
стержень должен иметь бесконечное
учовое ускорение т.к
 $m \rightarrow 0$, но такого не может быть
ничья сила слева и
справа равны в силу

$$0 = m\vec{a} = \vec{T}_A + \vec{T}_B$$

т.к $m \rightarrow 0$ и направления противоположны

2) мысли Точки A и B движутся по окружности радиуса l от O

в силу не растяжимости нити

3) $a_y = 0$ в начальный момент времени т.к $v = 0$

4) Тангенциальное ускорение т. A и B равны в силу того что

Закон нити говорит ~~что~~ проекции скоростей на ось AB
равны в силу жесткости стержня, $\Rightarrow$ проекции ускорений должны

$$\text{быть равны везде } v = \frac{dr}{dt} \Rightarrow a_{\tau A} \cos(90-\alpha) = a_{\tau B} \cos(90-\alpha)$$

$$a_{\tau A} = a_{\tau B} = a_{\tau}$$

5) Ну и пока мы не ответим на 1-ый вопрос задачи

$$\text{поскольку } a_y = 0 \Rightarrow \vec{a}_1 = \vec{a}_{\tau} \Rightarrow \text{угол с горизонтом} = 90-\alpha$$



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



СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$\text{угол с горизонтом } \beta = 90^\circ - \alpha; \quad \sin \beta = \sin 90^\circ - \alpha = \cos \alpha = \frac{AN}{AO} = \frac{0,6}{4} = \underline{\underline{0,15}}$$

1) Ответ $0,15 = \sin \beta$

чтобы ответить на 2 и 3 пункты рассмотрим 2 3.т. в проекции на Ox_1 и Ox_2 для каждой шарика

$$Ox_1 \text{ для 1: } ma_{\tau} = T \cos(90^\circ - \alpha) - mg \cos \alpha$$

$$Ox_2 \text{ для 2т: } 2ma_{\tau} = 2mg \cos \alpha - T \cos(90^\circ - \alpha) \quad \uparrow +$$

$$3ma_{\tau} = mg \cos \alpha$$

$$a_1 = a_2 = \frac{g \cos \alpha}{3} \Rightarrow a_1 = \frac{10 \cdot 0,15 \text{ м/с}^2}{3} = 2 \text{ м/с}^2$$

чтобы найти T подставим на 2 первое и приравняем

$$2T \sin \alpha - 2mg \cos \alpha = 2mg \cos \alpha - T \cos \sin \alpha$$

$$3T \sin \alpha = 4mg \cos \alpha$$

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

$$T = \frac{4 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{3 \cdot \frac{4}{3}} = 2 \text{ Н}$$



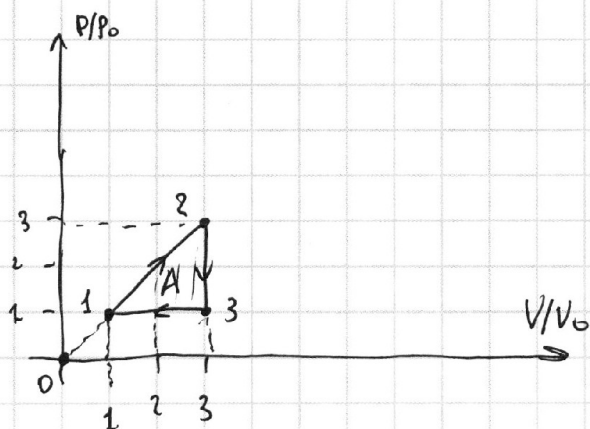
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Как видно из графика

$C(\text{Т})$

$$\Delta Q = C \Delta T$$

↓

Тепло подводится только на участке 1-2

$$Q_1 = C_1 \Delta T = 2R \cdot 8T_0 = 16T_0 R$$

$$Q_1 = 16 \cdot 200 \cdot 8,31 \cdot 1 \text{ моль} = 3200 \cdot 8,31 \text{ Дж}$$

Узнаем работу газа за цикл: $A_{\text{газа}} = \text{площадь внутри} = 2V_0 \cdot 2P_0 \frac{1}{2} = 2V_0 P_0$

$$A_{\text{полезная}} = \frac{A_{\text{газа}}}{2} = P_0 V_0 \quad \leftarrow = 2RT_0$$

Также из УР. Менделеева-Клапейрона $P_0 V_0 = 2RT_0$

Тогда $\Delta E_{\text{н груза}} = N \cdot A_{\text{полезная}}$

$$MgH = N 2RT_0$$

$$H = \frac{N 2RT_0}{Mg}$$

$$H = \left(\frac{25 \cdot 8,31 \cdot 200}{415 \cdot 10} \right) \text{ м}$$



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!

чтобы не переписывать график надо понять, что это за процесс;

1) Во первых они полигонические т.к. $C = \text{const}$

2) молярная теплоёмкость изохора $C_V = \frac{3}{2}R$

это участок 2-3; $C_P = C_V + R = \frac{5}{2}R$ это изодара, а это

участок 3-1; ну а теплоёмкость $2R$ соответствует

прямой пропорциональности $P \propto V$ всего:

$$C dT = dQ = \frac{3}{2} V R dT + P dV$$

$$2V R = \frac{3}{2} V R + \frac{P dV}{dT}$$

$$\frac{d(PV) + V dP}{V R} = dT$$

$$2V R = \frac{3}{2} V R + \frac{P dV \cdot V R}{V dP + P dV}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{P dV}{V dP + P dV} \Rightarrow V dP = P dV$$

$$\frac{dP}{P} = \frac{dV}{V}$$

найдем соотношение P и V в точке 2:

$$P_0 V_0 = V R T_0$$

$$\frac{P_0}{V_0} \cdot V_2^2 = V R T_0$$

$$V_2^2 = V_0^2 \cdot 9$$

$$V_2 = 3V_0 \Rightarrow P = 3P_0 \Rightarrow \text{строим график: 1-2 прямая пропорцион.}$$

2-3 - изохора

3-1 изодара

$$\ln(P/P_0) = \ln V/V_0$$

$$P = \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

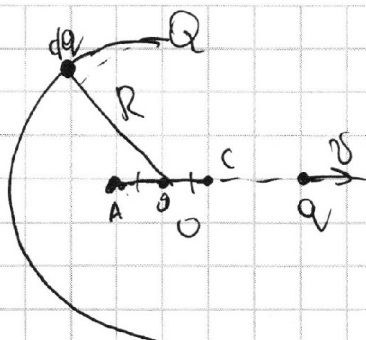


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) рассчитаем потенциал точки O

рассмотрим малый ^{элементарный} заряд dq на сфере
Тогда потенциал O равен

$$\frac{k dq}{R} \Rightarrow \varphi_0 = \sum \frac{k dq}{R} =$$

$$= \frac{k}{R} \sum dq = \frac{kQ}{R}$$

$\Rightarrow$ запишем ЗСЭ для точек O и бесконечно удалённой.

Для б.у. точки $\varphi = 0 \Rightarrow$

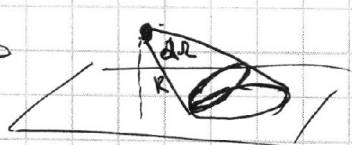
$$\Rightarrow \underbrace{\frac{mv^2}{2}}_{\text{б.у.}} = \varphi_0 \cdot q + K = \frac{kQq}{R} + K = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} + K$$

$$v = \sqrt{\frac{\frac{kQq}{2\pi\epsilon_0 R} + 2K}{m}}$$

Заметим, что $E = \frac{\Omega \sigma}{4\pi\epsilon_0}$ где Ω - телесный угол под которым видно тело заряженное

σ - удельный заряд = $\frac{Q}{2\pi R^2}$
наполюс

Док-во



$$d\Omega R^2 = dS$$

$$\sigma R^2 d\Omega = dQ$$

$$dE = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\sigma R^2 d\Omega}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\sigma d\Omega}{4\pi\epsilon_0}$$

симметрия

$$E = \frac{\Omega \sigma}{4\pi\epsilon_0}$$

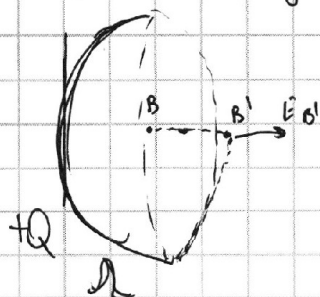


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Теперь рассмотрим две симметричные точки



Найдем скорость в точке

0:

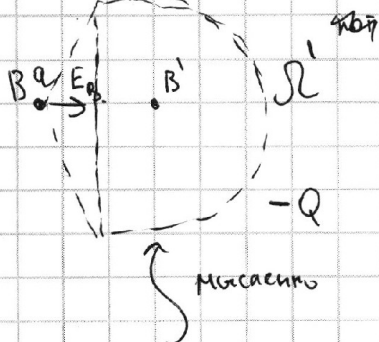
$$K = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

Заметим, что ~~поле~~ Поле в этих точках

на самом деле равно ведем:

Для точки B' это тоже самое поле что и если от сферы зарядом $-Q$ симметричной.



Ведь внутри сферы поле = 0

Если мысленно добавить сферу

То ~~поле~~ телесные углы (B и B')

и (B' и B) равны из симметрии

$$\Rightarrow E_B = E_{B'}$$

Теперь поймем, что

$$E dr = d\varphi \Rightarrow$$

$$\Delta\varphi \text{ между } OA = \Delta\varphi \text{ между } OC$$

$$\Rightarrow \frac{K}{m} = \Rightarrow$$

~~$\Rightarrow$ сколько частицы приобрела от B до Q, столько и приобрел от Q до B'~~

$$\Rightarrow v_c = 2v_0 = 2\sqrt{\frac{K}{m}} \text{ из 3CЭ}$$

$$A-O: \Delta\varphi_q = K$$

$$C-O: \Delta\varphi_q = \frac{mv_c^2}{2} - K \Rightarrow 2K = \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow v_c = 2\sqrt{\frac{K}{m}}$$

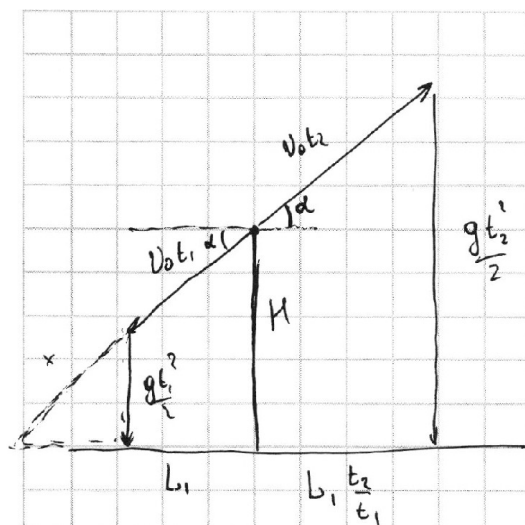


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$\frac{x}{x+v_0(t_1+t_2)} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2$$

$$x \approx \left(1 - \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2\right) = \frac{v_0(t_1+t_2)t_1^2}{t_2^2}$$

$$x = \frac{v_0(t_1+t_2)t_1^2}{t_2^2 - t_1^2} = \frac{v_0 t_1^2}{t_2 - t_1}$$

$$y = \frac{14}{153}$$

$$9 \cdot 14 = 153$$

$$v_0 \cos \alpha t_1 + v_0 \cos \alpha t_2 = L_1$$

$$v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) \rightarrow \max$$

$$H = v_0 t_1 \sin \alpha + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$H = \frac{g t_2^2}{2} - v_0 t_2 \sin \alpha$$

$$\frac{g t_2^2}{2} - v_0 t_2 \sin \alpha - H = 0$$

$$\frac{g t_2^2}{2} + v_0 t_2 \sin \alpha - H = 0$$

корни t_2 и t_1

$$t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{g t_2^2}{2} - v_0 t_2 \sin \alpha = v_0 t_1$$

$$\frac{g(t_2 + t_1)}{2} = v_0(t_1 + t_2) \sin \alpha$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

~~cos alpha~~

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{g^2 (t_1^2 + t_2^2 - 2t_1 t_2)}{4v_0^2}}$$

$$\sqrt{1 + \frac{2t_1 t_2 g^2}{4v_0^2} - \frac{g^2 (t_1^2 + t_2^2)}{4v_0^2}}$$

$$\frac{t_1 + t_2}{t_1}$$

$$\frac{15300}{1600} = 9.5625$$



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
☐

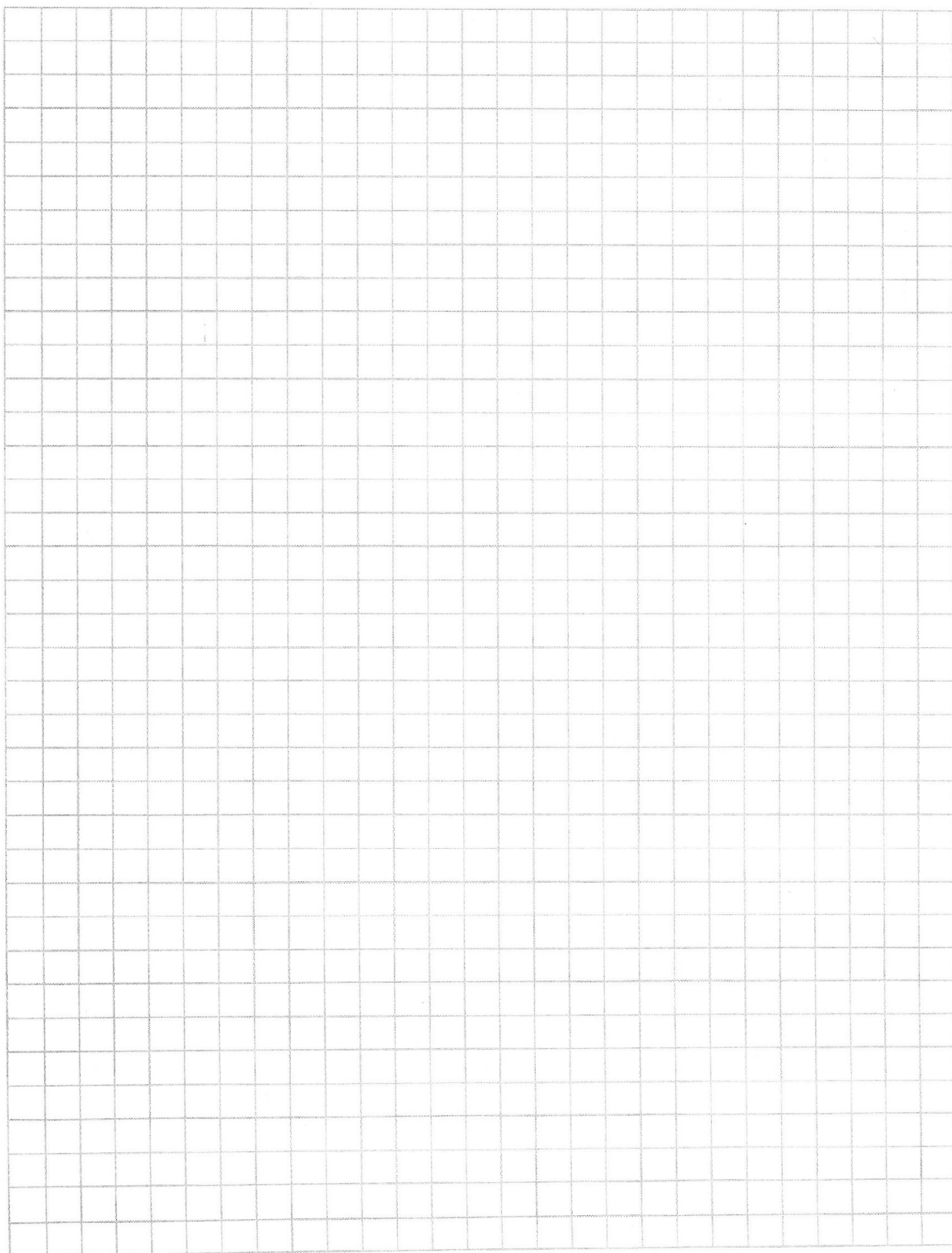
5
☐

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!



$$\ln \frac{V_k}{V_0} = \ln v$$



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!

$$2\pi \frac{q}{\sqrt{3}} = 0,3\pi$$

$$\frac{2\pi}{\sqrt{3}} = \pi$$

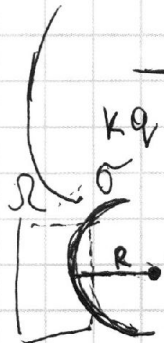
$$E = \frac{\rho \sigma}{4\pi \epsilon_0}$$



$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{dQ}{r^2}$$

$$dQ = \rho R^2 \sigma$$

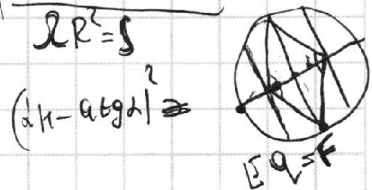


$$1 + \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

$$l_q = l_0 + k = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$l_c + k_c$$

$$\frac{gt_2^2}{2}$$



$$l_2^2 \tan^2 \alpha + l_2(2H - a \tan \alpha) - aH = 0$$

$$E \cdot q = ma$$

$$a = \frac{v^2}{2a}$$

$$0 + \frac{mv_c^2}{2} = k \cdot \frac{Qq}{4\pi \epsilon_0 r}$$

$$t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

$$L_2 + \frac{1}{b_2 + \frac{1}{b_1 + \frac{1}{\tan \alpha}}}$$

Edr

$\rho \cdot E_{сферы}$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{1}{b_2} + \frac{\tan \alpha}{H}$$

$$b_2 + \frac{b_2 H}{H + b_2 \tan \alpha}$$

$$l \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0} = q_{\Delta} q$$

$$b_1 = \frac{1}{\frac{1}{b_2 + \frac{\tan \alpha}{H}}}$$

$$\Rightarrow 2b_2 H + b_2^2 \tan \alpha = H^2 + b_2 L \tan \alpha$$

$$\varphi_A = \varphi_{A0} + \varphi = \frac{L_2}{H + b_2 \tan \alpha} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right)$$

$$H - L_1 \tan \alpha$$

$$H = L_1 \tan \alpha + \frac{gL_1^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = \frac{gb_1^2}{2} - v_0 t_2 \sin \alpha$$

$$v_0 (E_2 \cos \alpha) = L_2$$

$$\varphi_c = \varphi_a - \varphi = \frac{l \sigma}{\epsilon_0}$$

$$\frac{L_2}{v_0 \cos \alpha} = t_2$$

$$\varphi_a q = \varphi_{a0} k = \left(\varphi_a \frac{l \sigma}{\epsilon_0} \right) q + k_c$$

$$H = \frac{gL_2^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} - L_2 \tan \alpha$$

$$H + L_2 \tan \alpha = H \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^2 - \frac{L_2^2}{L_1} \tan \alpha$$

$$H L_1^2 + L_1^2 L_2 \tan \alpha = H L_2^2 - b_2 L_1 \tan \alpha$$

$$\tan \alpha \cdot b_1 b_2 (L_1 + L_2) = H (b_2 - b_1) (L_1 + L_2)$$

$$b_2 \tan \alpha = \frac{b_2 - b_1}{\frac{1}{b_1} - \frac{1}{b_2} = H \tan \alpha}$$