



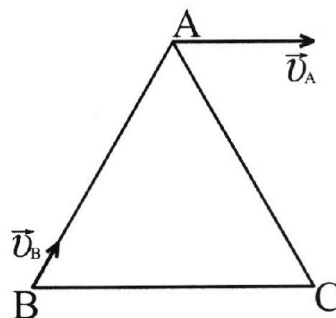
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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?

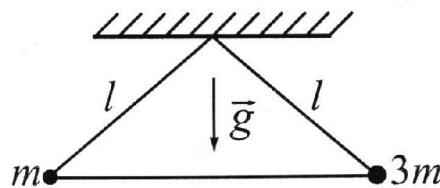
Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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 раз рывается 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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



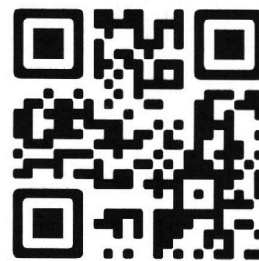
1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



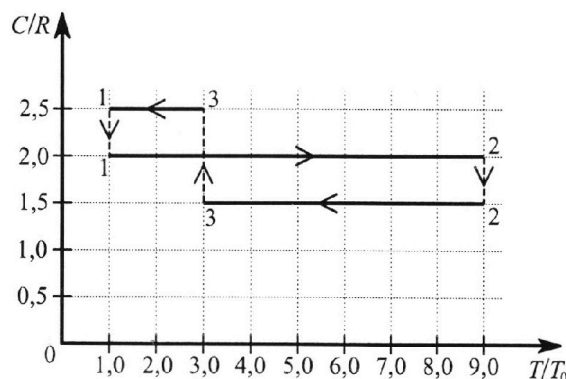
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

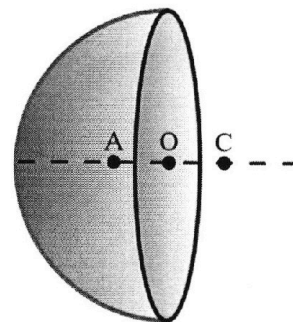


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 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 . Частица движется по прямой АС и на большем 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
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!

Тогда $\omega = \frac{0,4}{\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ (рад/с)}$

или $\checkmark$ скорость вращения пластинки отн. ц.м.

$T = \frac{4 \cdot 2\pi}{\omega} = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \approx 8\sqrt{3} \approx 13,6 \text{ (с)}$

4 оборота

3) В вертикальной плоскости все силы скомпенсированы $\Rightarrow$ равнодействующая = 0.

В горизонтальной плоскости равнодействующей сил равен $m \cdot a_{\text{ц.м.}}$ ^{линей} $m \cdot n$ поступательного центрострем. ускорения ^{линей} $m \cdot n$ движения с той же скоростью, что и вершина C, $a_{\text{ц.м.}}$ будет связано с вращением относительно центра масс.

$R = m \cdot a_{\text{ц.м.}} = m \omega^2 \cdot r = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 = 24 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} = 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{3} \text{ (Н)}$

Ответ: 1) $v_B = 0,4 \text{ (м/с)}$

2) $T = \frac{8\sqrt{3}\pi}{3} \approx 8\sqrt{3} \approx 13,6 \text{ (с)}$

3) $R = 2,4\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ (Н)}$

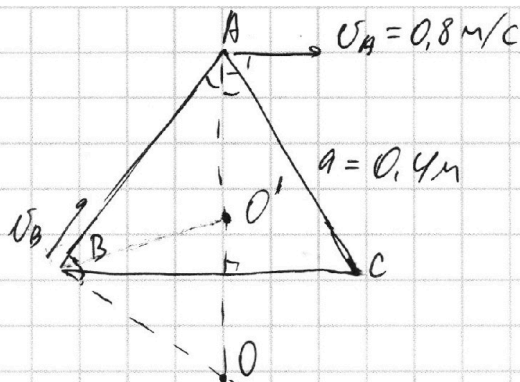


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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 Пластина вращается вокруг мгновенного центра вращения. Это можно найти, как пересечение перпендикуляров к v_A и v_B . Пусть это точка O.

Тогда $\frac{v_A}{OA} = \frac{v_B}{OB}$ $v_B = v_A \frac{OB}{OA}$

$v_A = 0.8 \text{ м/с}$ (по условию). $OA = \frac{1}{2} a$
в $\triangle BOA$: $\angle BAO = 30^\circ \Rightarrow OB = \frac{1}{2} OA$

Значит, $v_B = v_A \cdot \frac{OB}{OA} = \frac{1}{2} v_A = 0.4 \text{ м/с}$

② Найдём скорости точек в системе центра масс. f Неприводим: $\vec{v}_A = \vec{v} + \vec{v}_{A \text{ ч.м.}}$
абс. скорость $\rightarrow$ скорость ч.м. $\rightarrow$ скорость т. А относительно ч.м.

Центр масс находится на прямой OA. (Это O')
 $\rightarrow$ ул. шар. отн. ч.м.

$OA \perp v_A \rightarrow$ можем перейти к верш. $v_A = v + v_{\text{ч.м.}}$ $\omega \cdot r \rightarrow$ расст. от ч.м. до A.

Для точки B: в векторном треугольнике все углы по $60^\circ \Rightarrow$

$v = v_B = v_{\text{ч.м.}} = \omega \cdot r$

расст. до ч.м. то же самое, что у точки A.

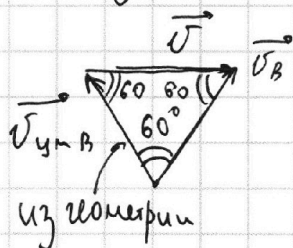
Итого:

$v_B = \omega \cdot r$

$\omega = \frac{v_B}{r}$

$r = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot a = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0.4 \text{ (м)}$

(из геометрии)





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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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

① Пусть начальная ~~ча~~ скорость фрейерверка
был. тогда
 $y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

При $t = t_0$ $y(t_0) = h = 11,2 \text{ м.}$

Минус $v(t) = v_0 - gt$
 $v(t_0) = 4 \text{ м/с.} = V$

$$\begin{cases} h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ V = v_0 - gt \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h = (V + gt)t - \frac{gt^2}{2} \\ h = Vt + \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$\frac{gt^2}{2} + Vt - h = 0 \quad D = V^2 + 4h \cdot \frac{g}{2} = V^2 + 2gh$$

$$t = \frac{-V + \sqrt{V^2 + 2gh}}{g} \quad (\text{ищем только } \text{корень})$$

$$\text{Получа } v_0 = V + (-V + \sqrt{V^2 + 2gh}) = \sqrt{V^2 + 2gh} \quad \underline{v_0 = \sqrt{V^2 + 2gh}}$$

П.и. фрейверка взрывается на максимальной высоте,

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{V^2 + 2gh}{2g} = \frac{V^2}{2g} + h$$

(формула баллистик) $H = \frac{16}{20} + 11,2 = 12 \text{ м.}$

② В момент разрыва скорость снаряда равна 0.
Значит, осколки (равной массы) падают с
равными по модулю скоростями $\underline{V_0 = 16 \text{ м/с}}$



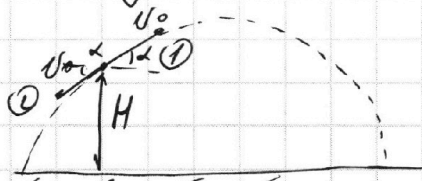
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 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!

Пл. и. скорости равны по модулю и противоположны по направлению (из ЗСМ) траектории полета осколков шарниров в воздухе пара-
балу.



Нам нужно найти тангенс параболы "максимальной ширины" (L_{max}) 2-го раз с горизонтом (вылета)

Первый осколок: 1) $y_1(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t - H = 0$$

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

$\frac{-H}{\sin \alpha}$ (внизу)

Второй: 2) $y_2(t) = -v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = -H$

$$\frac{gt^2}{2} + v_0 \sin \alpha t - H = 0 \quad \Delta = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

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

Масса груза полета: $L = g v_0 \cos \alpha \cdot (t_1 + t_2) =$

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

Чтобы L было максимальным, возьмем производную и приравняем 0.

$$L' = \frac{2v_0}{g} \cdot \left(-\sin \alpha \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \cos \alpha \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot v_0^2}{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} \right)$$

$$-\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \frac{\cos^2 \alpha \cdot v_0^2}{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} = 0$$

$$-v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH + v_0^2 \cos^2 \alpha = 0$$



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
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!

$$2gH = v_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = v_0^2 (2\cos^2 \alpha - 1) = v_0^2 (1 - 2\sin^2 \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\left(\frac{2gH}{v_0^2} + 1\right) \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\left(1 - \frac{2gH}{v_0^2}\right) \cdot \frac{1}{2}}$$

$$L_{\max} = v_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{2gH}{v_0^2} + 1\right) \cdot \frac{1}{2}} \cdot \frac{2}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \cdot \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2gH}{v_0^2}\right) + 2gH} =$$

$$= \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{gH}{v_0^2} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}v_0^2 + gH}$$

$$H = 12 \text{ м}$$

$$L_{\max} = \frac{2 \cdot 16}{10} \sqrt{\frac{120}{256} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{128 + 120} =$$

$$= 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31}{32}} \cdot \sqrt{248} = 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31 \cdot 248}{32}} =$$

$$= 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31 \cdot 31}{4}} = \frac{3,2 \cdot 31}{2} = 1,6 \cdot 31 = 49,6 \text{ (м)}$$

Ответ: $H = 12 \text{ м}$
 $L_{\max} = 49,6 \text{ м}$

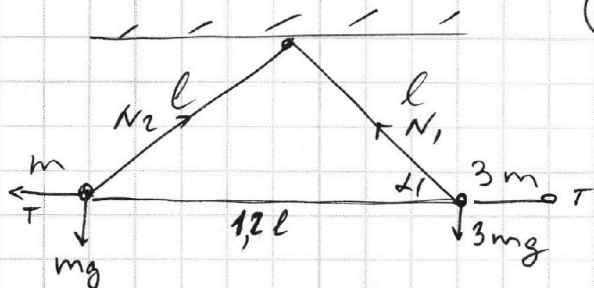


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☒☐☐☐☐

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 Т.к. стержень лёгкий, считаем его несомкнутым.

Масса

Масса для шарика 3m:

$$3m\vec{a} = \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{T}$$

сила со стороны стержня

Шарик будет двигаться по окружности радиуса длиной l

→ ускорение (y/c) направ. под углом

$$\cos \alpha = \frac{0,6}{0,8} \Rightarrow \sin \alpha = 0,8$$



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 Заметим, что для идеального газа $\frac{C}{R} = 2,5$ на изобаре, $\frac{C}{R} = 1,5$ на изохоре и $\frac{C}{R} = 2,0$ на политропе, график которой в осях $P(V)$ - прямая.

Пусть состояние газа в точках 1, 2, 3 соответственно: $P_1, V_1, T_1; P_2, V_2, T_2; P_3, V_3, T_3$.

Получаем уравнение Менделеева:

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}; \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R}; \quad T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R}.$$

($\nu = 3 \text{ Моль}$)

Из графика $T_3 = 3T_1$ между точками 1 и 3, как мы выяснили, изобара $\Rightarrow P_3 = P_1$

Получаем:
$$\begin{cases} T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} \\ 3T_1 = \frac{P_1 V_3}{\nu R} \end{cases} \Rightarrow V_3 = 3V_1.$$

Из графика $T_2 = 3T_3$ между точками 2 и 3, как мы выяснили, изохора $\Rightarrow V_2 = V_3$, значит:

$$\begin{cases} T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R} \\ 3T_2 = \frac{P_3 V_2}{\nu R} \end{cases} \Rightarrow 3P_3 = P_2.$$

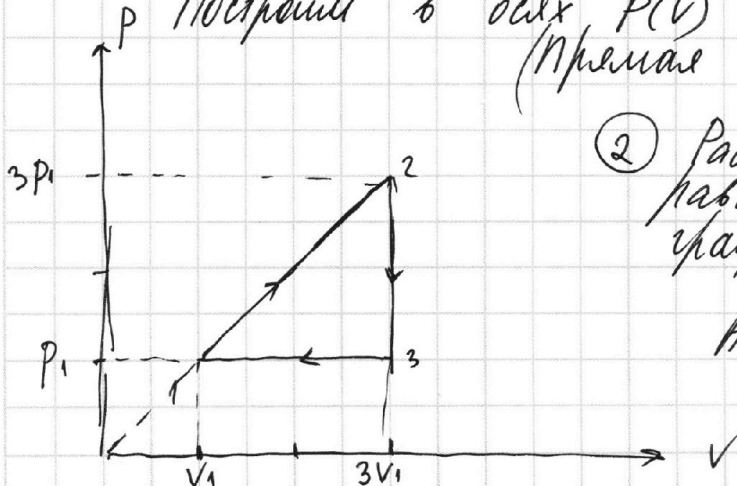
Итого: $P_1 = P_3 = \frac{P_2}{3}$

$$T_1 = \frac{T_3}{3} = \frac{T_2}{9}$$

$$V_1 = \frac{V_2}{3} = \frac{V_3}{3}$$

Построим в осях $P(V)$

(Прямая 2-3 проходит через (0;0))



- ② Работа газа на цикл равна площади внутри графика $P(V)$

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 2P_1 \cdot 2V_1 = 2P_1 V_1.$$



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!

Мы знаем, что $T_1 = T_0$ с графика в условии,
а $T_0 = 270\text{K}$.

$$p_1 V_1 = \nu R T_0 \Rightarrow p_1 V_1 = 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \text{ (Дж)}$$

Значит, работа $A_1 = 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \cdot 2 \approx 50 \cdot 270 =$
 $(6 \cdot 8,31 = 49,86 \approx 50) = 13500 \text{ (Дж)}$ за 1 цикл.

③ за $N = 15$ циклов с учетом КПД $\eta = 0,5$
будет совершена полезная работа:

$A_{\text{пол}} = \eta \cdot N \cdot A_1$, которая будет равна
 $MgH \rightarrow$ высота подъёма груза.

$$MgH = \eta N \cdot A_1 \quad H = \frac{\eta N A_1}{Mg}$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot \frac{15 \cdot 13500}{250 \cdot 10} = \frac{15 \cdot 135}{2 \cdot 25} =$$

$$= \frac{3 \cdot 135}{2 \cdot 5} = 3 \cdot 13,5 = 40,5 \text{ (м)}$$

Ответ: $A_1 = 13500 \text{ Дж}$

$$H = 40,5 \text{ м}$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

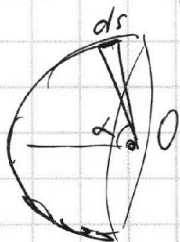
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

П.к. на большом расстоянии от O скорость частицы равна V полная энергия частицы:

$$\mathcal{E} = \frac{mV^2}{2}$$

Найдем равнодействующую силу со стороны полушара на заряд q в точке O .



$$dF = \frac{k q \sigma ds}{r^2} \cos \alpha \quad \sigma - \text{поверхностная плотность заряда на полушаре.}$$

ds - маленький кусочек площади полушара. $\cos \alpha$, т.к. рав. составляющая только по горизонтальной оси.

Многа суммарная сила:

$$F = \oint \frac{k q \sigma}{R^2} \underbrace{\sum ds \cos \alpha}_{= \pi R^2} \quad \sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$\text{Многа } F = \frac{kq}{R^2} \cdot \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot \pi R^2 = \frac{kqQ}{2R^2}$$

Значит, пот. энергия заряда вт. O : $\mathcal{E}_0 = \frac{kqQ}{R}$

ЗСЭ где заряда q на бесконечности и в т. O :

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R}$$

$$V_0^2 = V^2 - \frac{2kqQ}{mR} \quad \boxed{V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{mR}}}$$



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
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!

② М.н. в точке O на q действует сила $\frac{kqQ}{2R^2}$, можно заменить полусферу точечным зарядом на расстоянии $\sqrt{2}R$ от точки O (точка D)
Масса $\frac{mV^2}{2} = \frac{kqQ}{a} \rightarrow$ расс. от D до A)

$a = \frac{2kqQ}{mV^2}$ Масса при перемещении из точки A в точку C разность потенциалов
Эквивалент: $\Delta W = \frac{kqQ}{2\sqrt{2}R - a} - \frac{kqQ}{a}$

Масса ЗСЭ для точек A и C :

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_c^2}{2} + kqQ \left(\frac{1}{2\sqrt{2}R - a} - \frac{1}{a} \right)$$

(точка A)

$$V_c^2 = V^2 + \frac{2kqQ}{m} \cdot \frac{1}{a} - \frac{kqQ \cdot 2}{m \cdot 2\sqrt{2}R - a}$$

$$V_c^2 = 2V^2 - \frac{2kqQ}{m \cdot \left(2\sqrt{2}R - \frac{2kqQ}{mV^2} \right)}$$

Ответ: $V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{mR}}$

$$V_c = \sqrt{2V^2 - \frac{2kqQ}{m \left(2\sqrt{2}R - \frac{2kqQ}{mV^2} \right)}}$$

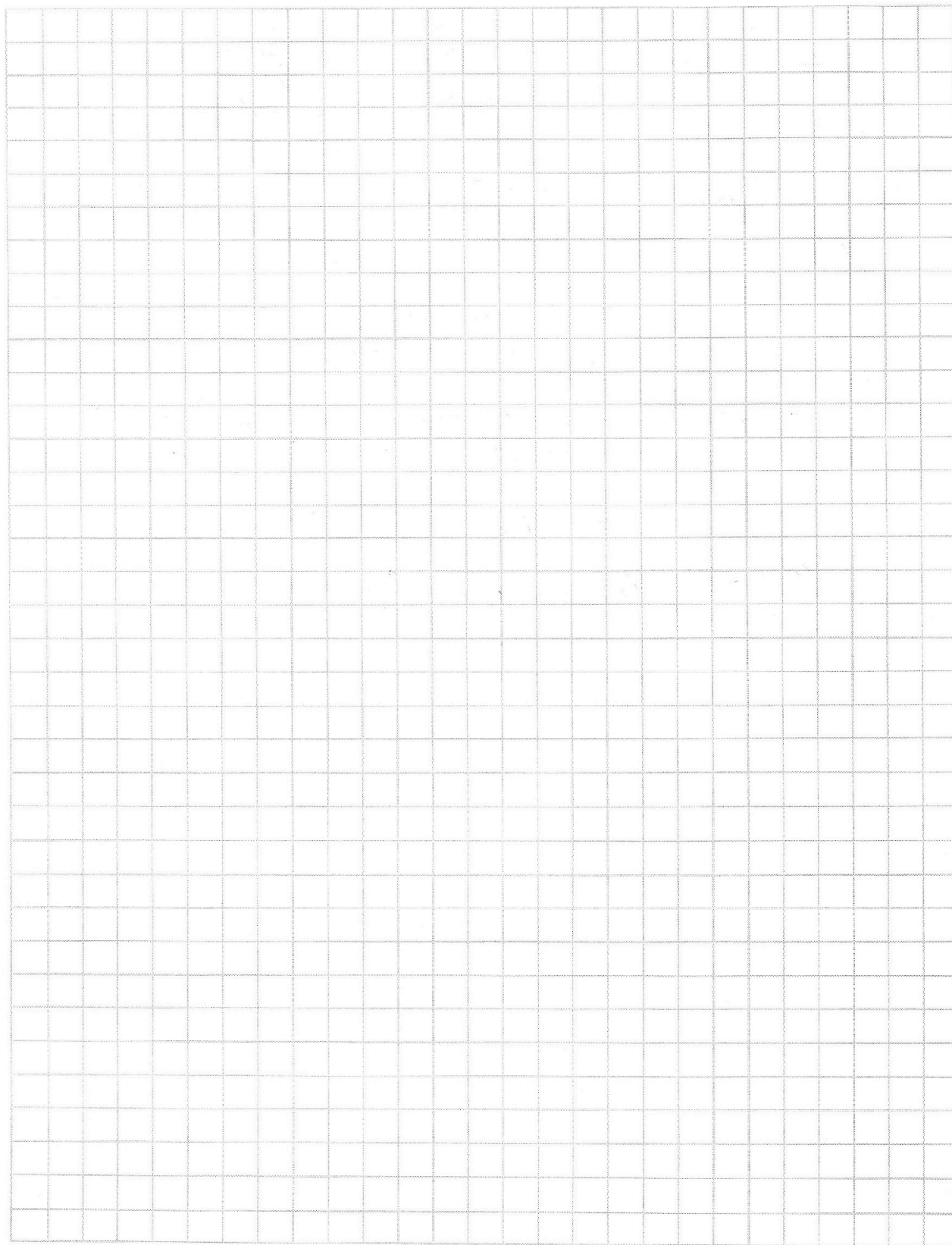


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!





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!

$$1) y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad y(t_{\max}) = -H.$$

$$-H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin \alpha t - H = 0 \quad D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$2) y(t) = -V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = -H.$$

$$\frac{gt^2}{2} + V_0 \sin \alpha t - H = 0$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH.$$

$$t_2 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = V_0 \cos \alpha \cdot 2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$L' = -\sin \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \cos \alpha \cdot \frac{1 \cdot 2V_0^2}{2 \sqrt{\dots}}$$

$$L' = -\sin \alpha \sqrt{\dots} + \cos \alpha \cdot \frac{1 \cdot (V_0^2 \sin^2 \alpha)}{2 \sqrt{\dots}} = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{V_0^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

$$-\sqrt{\dots} + \frac{\cos^2 \alpha}{\dots} = 0$$

$$-\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + \frac{\cos^2 \alpha}{\dots} = 0$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2gH}{V_0^2} \quad \cos \alpha = \sqrt{\left(\frac{2gH}{V_0^2} + 1\right) \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\frac{2gH}{V_0^2}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{1 - \frac{2gH}{V_0^2}}{2}}$$



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



СТРАНИЦА
2 из 2

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

- ② При перемещении от точки A к точке C потенциал меняется на $E_0 \cdot 2a$, где $a = AO = OC$.
поле в т. O

$$E_0 = \frac{kQ}{2R^2}$$

Пот. энергии в т. A = $E_A = \frac{mV^2}{2}$
(накинули, т.е. там скорость = 0)

ЗСЭ для точек A и C:

$$E_A = (E_C + E_A) - \frac{mV^2}{2} - mV_C \quad \left(\begin{array}{l} \text{из } A \rightarrow O \\ \text{аналогично} \end{array} \right)$$

$$E_A = \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_C^2}{2} + q \cdot \frac{kQ}{2R^2} \cdot 2a.$$

ЗСЭ для точек A и O:

$$E_A = \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \left(a \cdot \frac{kQ}{2R^2} \cdot q \right) \quad \left(\begin{array}{l} \text{это значение,} \\ \text{из п.1,} \\ \text{равно} \end{array} \right)$$



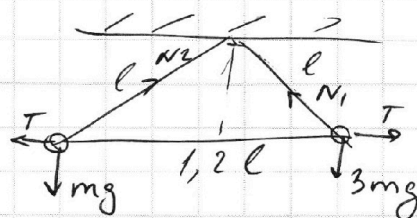
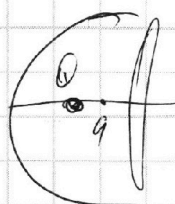
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\frac{2 \cdot 16}{10} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 12}{256} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{256}{2} + 120} \sim \frac{31}{186}$$
$$\sim 3,2 \cdot \sqrt{\frac{15}{32} + \frac{1}{2}} \cdot \sqrt{248}$$
$$\frac{120}{256} = \frac{60}{128} = \frac{30}{64} = \frac{15}{32}$$
$$\sim 3,2 \cdot \sqrt{\frac{31}{32}} \cdot \sqrt{248}$$
$$\sim \frac{3,2 \cdot 31}{4} = 1,6 \cdot 31$$
$$\frac{496}{32} = \frac{124}{8} = \frac{31}{2}$$



$$a + 2(\sqrt{2}R - R + a)$$
$$R - (\sqrt{2}R - a) = R - \sqrt{2}R + a$$

$$\sqrt{2}R + \frac{(R - \sqrt{2}R + a)(\sqrt{2}R - a)}{\sqrt{2}R + \sqrt{2}R - a}$$

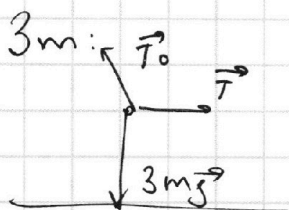
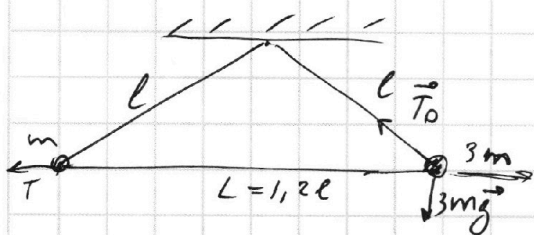


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

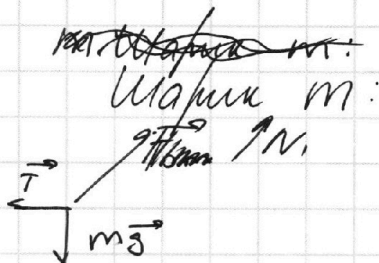
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$m = 80 \text{ г}$$



$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y(t) = v_0 - gt$$

$$\begin{cases} h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ v = v_0 - gt \end{cases}$$

$$h = (v + gt)t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = vt + \frac{gt^2}{2}$$

$$11,2 = 4t + 5t^2$$

$$5t^2 + 4t - 11,2 = 0$$

$$D = 16 + 224 = 240$$

$$= 16 + 22,4 = 240$$

$$t = \frac{-4 + \sqrt{240}}{10}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{240} &= \\ &= 2\sqrt{60} = \\ &= 4\sqrt{15} \end{aligned}$$

$$= \frac{-4 + 4\sqrt{15}}{10} = 0,4 + 0,4\sqrt{15}$$

$$v = 0, \text{ когда } t = \frac{v_0}{g}$$

$$y\left(\frac{v_0}{g}\right) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$



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
__ 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 М.с. на большом расстоянии от 0
скорость частицы равна V , полная
энергия частицы: $\frac{mV^2}{2} = \mathcal{E}$.

Найдем равнодействующую силу со стороны
полусферы на заряд q в точке 0:

$$dF = k \frac{q \cdot \sigma \cdot dS}{R^2}, \text{ где } \sigma - \text{поверхностная плотность заряда на полусфере, } dS - \text{элементарная площадь на кусочке полусферы.}$$

М.с. расстояние от 0 до всех точек полусферы одинаково и равно R , суммарная сила:

$$F = k \frac{qQ}{R^2}.$$

Мощь потенциальная энергия q в
точке 0: $\mathcal{E}_0 = -\frac{kqQ}{R}.$

Запишем ЗСЗ для заряда q :
в точке 0

или
бесконечности

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_\infty + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{kqQ}{R}$$

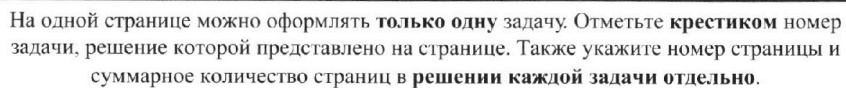
$$V_0^2 = V^2 + \frac{2kqQ}{mR}$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

$$\begin{array}{r} 49,86 \\ \times 270 \\ \hline 4986 \\ \times 27 \\ \hline \end{array}$$

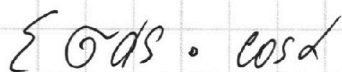
$$\begin{array}{r} 135 \\ \times 3 \\ \hline 405 \end{array}$$

$$\frac{15 \cdot 135}{2 \cdot 25} = \frac{3 \cdot 135}{10} = 3 \cdot 13,5 =$$



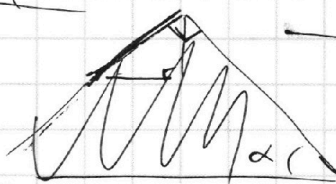
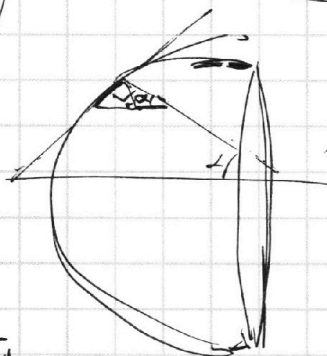
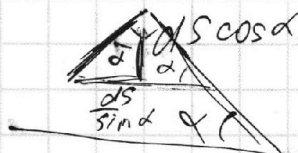
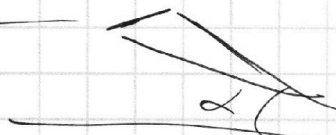
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

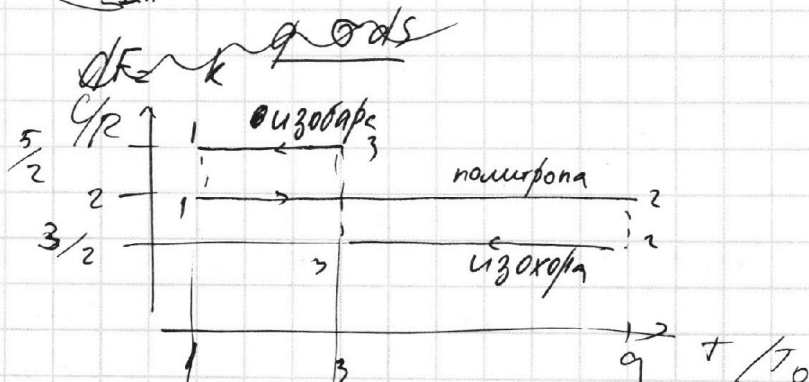
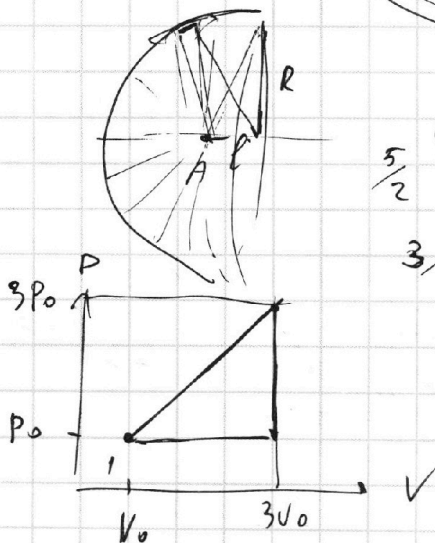


Q. ~~QTR~~ 2

$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2} \Rightarrow \frac{Q}{2\pi R^2}$$



$$\begin{array}{r} 6 \cdot 8,31 = \\ = \times \begin{array}{r} 831 \\ 6 \\ \hline 49,86 \end{array} \end{array}$$



$$\frac{P_0 V_0}{V R} \quad (1) \quad T = \frac{P_0 V_0}{V R}$$

$$(2) \quad q_T = \frac{P_2 V_2}{\nu R}$$

$$(3) \quad 3T = \frac{P_3 V_3}{\nu R}$$

$$P_0 = P_3$$

$$\left\{ \begin{aligned} T &= \frac{P_0 V_0}{VR} \\ 3T &= \frac{P_0 V_3}{VR} \end{aligned} \right.$$

$$V_3 = 3V_0.$$

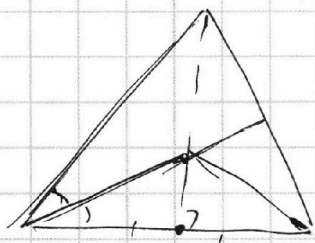


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

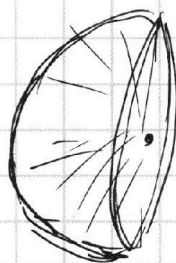


$$8.1, 7 = \text{ноя } 13, 6$$

$$60 \text{ нм} = 60 \cdot 10^{-9} \text{ м} = \\ = 60 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$\frac{\text{нм}}{\text{нм}} \cdot \frac{\text{нм}}{10^6} = \frac{\text{нм}}{10^6}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{kqQ}{r_A}$$



$$dF = \frac{kq\sigma ds}{r^2} = \frac{kqQ}{r^2}$$
$$F = \frac{kqQ}{r^2}$$

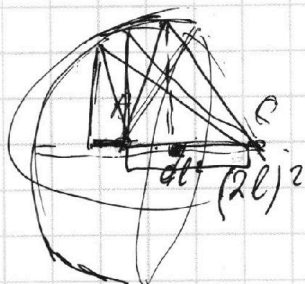
$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kqQ}{r} \quad \int F(x) dx$$

$$\Delta \varphi = E \cdot x \quad \Delta \varphi = E \cdot \Delta x$$

E напр. $\rightarrow$ все одинаковые
 F напр. $\rightarrow$ все одинаковые
 $u \leftarrow$ все разномысленные.
все вылетает $\rightarrow$ выталкивается
 $\rightarrow$ скорость по бесконечности
больше.

ЗСГ для точек A и B сеч:

$$E_A = \frac{mV^2}{2} \quad \text{для точек } A \text{ и } O:$$



$$E = \frac{kQ}{r^2}$$
$$\int_0^{\infty} dr^2$$