



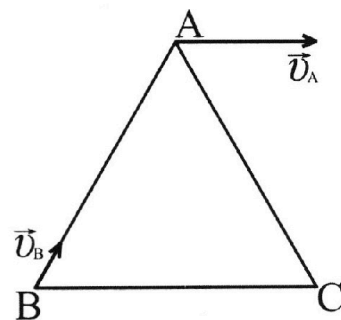
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ 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.

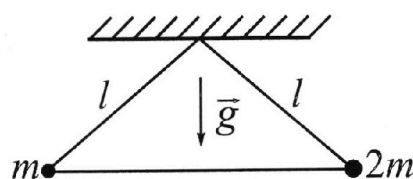
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ 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 $V_0 = 20$ 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 $m = 90$ г и $2m$ 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 $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.



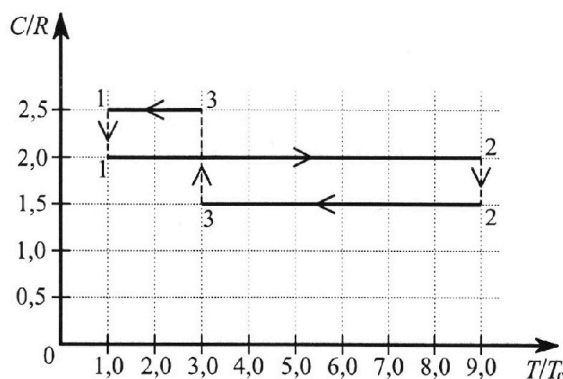
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.

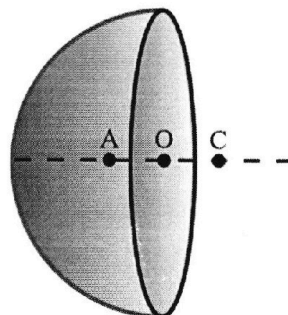


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.

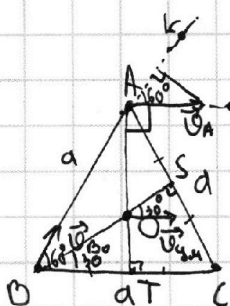


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. Так как $\triangle ABC$ - равносторонний. $\Rightarrow \angle ABC = 60^\circ$
тогда из-за $\parallel$ прямых AM и BC $\angle KAM = 60^\circ$
Так как платформа жесткая.
Кинематическая связь на BA : $v_B \cdot \cos 50^\circ = v_A \cdot \cos 60^\circ$
 $v_A = \frac{v_B}{\cos 60^\circ} \quad v_A = \frac{0,4 \text{ м/с}}{0,5} = 0,8 \text{ м/с}$

2. Центр масс системы находится на пересечении медиан (высот и биссектрис $\triangle ABC$) т.к. он равносторонний.

Центр масс - точка O .

$\angle ATC = 90^\circ$ (высота) $\Rightarrow$ т.к. $AM \parallel BC \Rightarrow \angle TAM = 90^\circ$

т.к. BS - высота и медиана она биссектриса (правильный $\triangle$)

$\angle SBC = 30^\circ$ Кинематическая связь на отрезок AO :

$v_A \cdot \cos 90^\circ = v_{cm} \cdot \cos \varphi$ (φ - угол между вертикалью и v_{cm})

$v_{cm} \cdot \cos \varphi = 0 \Rightarrow \cos \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$

Кинематическая связь на BO : (скорость центра масс горизонтальна).

$v_B \cdot \cos 30^\circ = v_{cm} \cdot \cos 30^\circ$ ($v_{cm} > 0$ $\cos 30^\circ > 0$ $v_B > 0 \Rightarrow$ скорость центра масс направлена вправо)

$v_{cm} = v_B \neq v_{cm} = 0,4 \text{ м/с}$

~~Перенос в систему отсчета~~ ~~связанная со скоростью.~~

Если на центр масс, то есть беду двигаться со скоростью v_{cm} , в горизонтальном направлении, тогда точка O будет покоиться, а платформа вращаться вокруг нее

$v_{cmA} = v_A - v_{cm} \quad v_{cmA} = 0,8 \text{ м/с} - 0,4 \text{ м/с} = 0,4 \text{ м/с}$

$\vec{v}_{cmB} = \vec{v}_B - \vec{v}_{cm} \quad v_{cmB} = 0,4 \text{ м/с} \quad (\text{т.к. } |\vec{v}_B| = |\vec{v}_{cm}| \Rightarrow \text{равносторонний})$



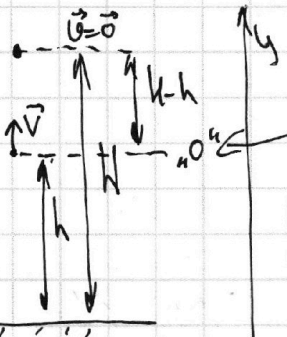
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

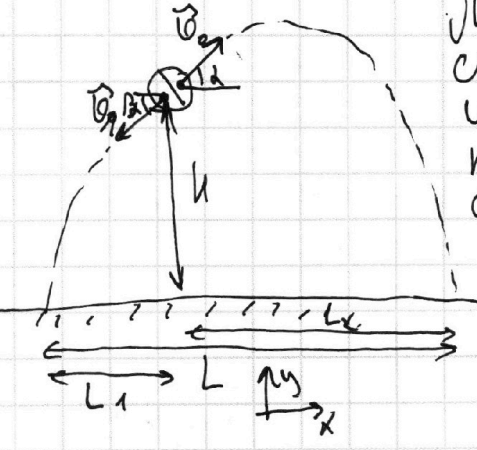
№2.



1. Введем нач. механической энергии, законим ЗСЗ: $\frac{mv^2}{2} + 0 = 0 + mg(h-h)$

$$h = \frac{(6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} + 14,8 \text{ м} = 16,4 \text{ м} \quad h = \frac{v^2}{2g} + h$$

2. Рассмотрим разлет осколков фрейвера.



Так как в момент разрыва скорость фрейвера = 0, то импульс тоже равен 0, тогда так как массы обоих осколков одинаковы:

$$\begin{aligned} \text{ЗСЗ по } OX: v_0 \sin \alpha &= v_1 \sin \beta \\ \text{ЗСЗ по } OY: v_0 \cos \alpha &= v_1 \cos \beta \\ \alpha &= \beta \\ \Rightarrow v_1 &= v_0 \end{aligned}$$

Осколки вылетели с одинаковыми скоростями $= v_0$ и в противоположных направлениях.

Во фазовую плоскость отложим по горизонт. - первому, а вертикал. - второму,

тогда ур. движения для осколков по ос. x: $v_0 \cos \alpha t_1 = L_1$

t_1 - время полета 1 осколка, t_2 - второе.

L_1 и L_2 расстояния которые они преодолели до приземления.

$$h = \frac{gt_1^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_1 \quad h = \frac{gt_2^2}{2} - v_0 \sin \alpha t_2 \quad L_2 = v_0 \cos \alpha t_2$$

$$L = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) \Rightarrow L^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha (t_1 + t_2)^2 \quad \text{гипотеза}$$

$$\begin{cases} h = \frac{gt_1^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_1 \\ h = \frac{gt_2^2}{2} - v_0 \sin \alpha t_2 \end{cases} \quad \text{вычитаем:} \quad \frac{g}{2}(t_2 - t_1)(t_1 + t_2) = v_0 \sin \alpha (t_1 + t_2)$$

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

$$\frac{2h}{g} = t_1^2 + t_1 t_2 - t_2^2 \quad t_1 t_2 = \frac{2h}{g}$$



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 получим 2 уравнения:

$$\frac{4H}{g} = t_1^2 + t_2^2 + v_0 \sin \alpha (t_1 - t_2) \text{ из предыдущих уравнений.}$$

$$\frac{4H}{g} = (t_1 + t_2)^2 - 2 \cdot t_1 \cdot t_2 + \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \cdot \left(-\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \right)$$

$$(t_1 + t_2)^2 = \frac{8H}{g} + \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

подставляем в ур. 1 №1: $L^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{8H}{g} + \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} \right)$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$L^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{8H}{g} + \frac{4v_0^2}{g^2} - \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} \right) = -\frac{4v_0^4 \cos^4 \alpha}{g^2} + \cos^2 \alpha \left(\frac{8Hv_0^2}{g} + \frac{4v_0^4}{g^2} \right)$$

Это парабол ветвями вв вниз $\Rightarrow$ максимум достигается в вершине: $\cos^2 \alpha_0 = \frac{\frac{8Hv_0^2}{g} + \frac{4v_0^4}{g^2}}{2 \cdot \frac{4v_0^4}{g^2}} = \frac{2Hv_0^2 g + v_0^4}{2v_0^4} \quad \text{---}$

$$\cos^2 \alpha_0 = \frac{16 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{(20 \text{ м/с})^2} + 0,5 = \frac{160}{400} + 0,5 =$$

$$= \frac{16}{40} + 0,5 = 0,9$$

Тогда

$$L_{\max}^2 = \cancel{(20 \text{ м/с})^2} - \frac{4 \cdot (20 \text{ м/с})^4 \cdot (0,9)^2}{(10 \text{ м/с}^2)^2} + 0,9 \cdot \left(\frac{8 \cdot 16 \text{ м} \cdot (20 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} + \frac{4 \cdot (20 \text{ м/с})^4}{(10 \text{ м/с}^2)^2} \right) \quad \text{---}$$

$$\Leftrightarrow \left(-\frac{4 \cdot 81 \cdot 400 \cdot 400}{100} + 0,9 \cdot \left(8 \cdot 16 \cdot 40 + \frac{4 \cdot 400 \cdot 400}{100} \right) \right) \text{ м}^2 =$$

$$= (-4 \cdot 81 \cdot 16 + 9 \cdot 8 \cdot 16 \cdot 4 + 9 \cdot 16 \cdot 40) \text{ м}^2$$

$$= 9 \cdot 16 (-4 \cdot 9 + 8 \cdot 4 + 40) \text{ м}^2 \quad \text{---}$$

$$\Leftrightarrow 9 \cdot 16 \cdot 36 \text{ м}^2 \Rightarrow L_{\max} = 3 \cdot 4 \cdot 6 \text{ м} = 72 \text{ м}$$

Ответ: 1. $H = 16 \text{ м}$ 2. $L_{\max} = 72 \text{ м}$

$$\begin{aligned} 32 \cdot 36 + 40 \cdot 9 \\ = 36 \end{aligned}$$



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
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!

из кинематической связи для шаров: $a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha$
 $a_1 = a_2$

2-й шар висит на ОХ: $m a_2 \cos \alpha = T - T_1 \cos \beta$ (3)

2-й шар висит на ОУ: $m a_2 \sin \alpha = T_1 \sin \beta - m g$ (4)

Решая систему, из 1, 3 и 4 уравнений:

из 1 и 2: $\tan \beta = \frac{2m(a_2 g - a_2 \sin \alpha)}{T + 2m a_2 \cos \alpha}$ из 3 и 4: $\tan \beta = \frac{m(a_2 \sin \alpha + g)}{T - m a_2 \cos \alpha}$

$$T \tan \beta + 2m a_2 \tan \beta \cos \alpha = 2m(g - a_2 \sin \alpha)$$

$$T \tan \beta = m(a_2 \sin \alpha + g) + m a_2 \cos \alpha \tan \beta$$

$$m a_2 \sin \alpha + m g + m a_2 \cos \alpha \tan \beta + 2m a_1 \tan \beta \cos \alpha = 2m g - 2m a_2 \sin \alpha$$

$$a_2 = a_1 = \frac{m g}{3m \sin \alpha + 3m \cos \alpha \tan \beta} = \frac{g}{3(\sin \alpha + \cos \alpha \tan \beta)}$$

$$a_2 = a_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{10 \text{ м/с}^2}{\frac{4}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{10 \text{ м/с}^2}{\frac{4^2 + 9}{5 \cdot 4}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{120}{25} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \frac{8 \text{ м/с}^2}{3} = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2$$

$$T = m(a_2 \sin \alpha + g + a_2 \cos \alpha \tan \beta)$$

$$T = 0,09 \text{ кг} \cdot \left(\frac{8}{3} \text{ м/с}^2 \cdot \frac{4}{5} + 10 \text{ м/с}^2 + \frac{8}{3} \text{ м/с}^2 \cdot \frac{3}{4} \right) = 0,09 \text{ кг} \cdot \frac{32 + 150 + 18}{15} = 0,09 \text{ кг} \cdot \frac{200}{15} = 1,2 \text{ Н}$$

$$T = 0,36 \cdot 4 = 1,44 \text{ Н}$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = \frac{3}{5}$ 2. $a_2 = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2$ 3. $T = 1,476 \text{ Н}$

$$\Rightarrow 0,12 \text{ кг} \cdot \left(\frac{32}{15} \text{ м/с}^2 + 10 \text{ м/с}^2 + \frac{64}{15} \text{ м/с}^2 \right) = 0,12 \cdot \left(\frac{32 + 150 + 64}{15} \right) \text{ Н} = 0,12 \cdot \frac{246}{15} \text{ Н} = \frac{24}{15} \text{ Н} = \frac{8}{5} \text{ Н} = 1,6 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ $a_2 = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2$ $T = 1,6 \text{ Н}$



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!

~4.

i=3. $\sigma = 5 \text{ мм}$

1.1) Поэлементно участок 1-2: $C_{12} = 2R \cdot \sigma$

1-ое начало термодинамики: $Q = \Delta U + A$

поэлементно малое выражение температуры, тогда

$$Q = C_{12} \cdot dT \quad dU = \frac{3}{2} \sigma R dT \quad \delta A = p \cdot dV \quad \delta Q = dU + \delta A$$

$$C_{12} \cdot dT = 1.5 \sigma R dT + p dV \quad p dV = \frac{1}{2} \sigma R dT$$

уравнение Менделеева-Клапейрона: $p \cdot V = \sigma R T$

Для одно упр-е на газное: $\frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dT}{T}$

~~уравнение~~ уравнение Бойля-Мариотта упр-е: $p \cdot V = \sigma R T \Leftrightarrow (p+dp)(V+dV) = \sigma R (T+dT)$

Для одно не газное $(1 + \frac{dp}{p}) (1 + \frac{dV}{V}) = 1 + \frac{dT}{T}$ малые выражения

$$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \frac{dT}{T} + \frac{1}{2} \frac{dp}{p} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{dp}{p} - \frac{1}{2} \frac{dV}{V} = 0 \quad \frac{dp}{p} = \frac{dV}{V} \Rightarrow \text{прямая пропорциональность}$$

$$T_1 = T_0 \quad T_2 = 3T_0 \Rightarrow p_1 V_1 = \sigma R T_1 \quad p_2 V_2 = \sigma R T_2 \quad p \sim V^{(1-2)}$$

$$p_1 V_1 = \sigma R T_1 \quad p_2 V_2 = \sigma R T_2 \quad \text{извлеч. } p_2 = k p_1 \quad V_2 = k V_1$$

$$k^2 = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow k = 3 \quad p_2 = 3 p_1 \quad V_2 = 3 V_1$$

2.2) участок 2-3: $C_{23} = 1.5 R \cdot \sigma$ 1-ое начало термодинамики и малое выражение + элементарно 1-2:

$$1.5 R \cdot \sigma dT = 1.5 \sigma R dT + p dV \Rightarrow p dV = 0 \quad p = \text{const.}$$

Итого, $T_3 = 3T_0 \quad p_3 \cdot V_3 = \sigma R T_3 \quad V - \text{не меняется } (dV=0)$

$$\text{Итого: } V_2 = 3V_1 \quad p_3 = p_1$$



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!

3) Угловой 3-1: $C_{31} = 2,50R$

аналогично угловым 1-2 и 2-3: $2,50R \cdot dT = 1,50R dT + p dV$

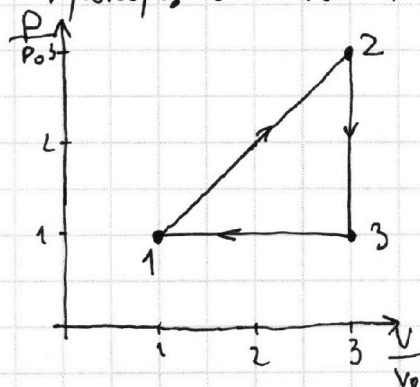
Решая на $pV = \nu RT$ (уравнение Менделеева-Клапейрона) $\nu R dT = p dV$
 $\frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}$

Используя выведенное уравнение: $\frac{dT}{T} = \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \rightarrow \frac{dp}{p} = 0 \Rightarrow dp = 0$

Остаток переписать

Угловый состоящий из прямой

пропорциональности $\rightarrow$ изохоры $\rightarrow$ изобары.



как видно: $\frac{P_2}{P_1} = 3$ $\frac{V_2}{V_1} = 3$ ($P_1 = P_0$, $V_1 = V_0$)
 $P_3 = P_1$ $V_3 = 3V_1$

точки 1, 2, 3 выписаны.

2. Работа газа это площадь
этого треугольника $\Rightarrow$

$$\frac{810,831}{3} = 270,277$$

$$\Rightarrow A_1 = \frac{2V_0 \cdot 2P_0}{2} = 2P_0 V_0 \text{ (уравнение Менделеева-Клапейрона)}$$

$$\Rightarrow 2\nu R T_0 \quad A_1 = 2,5 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300 \text{ К} = 24930 \text{ Дж}$$

3. По условию: $A_n = \frac{A_1}{2}$ (за цикл)

$$\text{Все работы: } A_0 = A_n \cdot N = \frac{A_1 N}{2}$$

$$\text{по 3С7: } M g H = A_0 \Rightarrow H = \frac{A_0}{M g} = \frac{A_1 N}{2 M g} \quad H = \frac{24930 \text{ Дж} \cdot 20}{2 \cdot 400 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 62,325 \text{ м}$$

$$\Rightarrow \frac{24930 \text{ Дж}}{400 \text{ кг}} = \frac{2493}{40} \text{ м} \approx 62,325 \text{ м}$$

$$\frac{2493140}{240} = 10388,083$$

Ответ: $A_1 = 24930 \text{ Дж}$ $H = 62 \text{ м}$

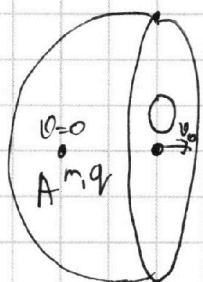


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



н.с.
Кинетическая энергия заряда
на данном расстоянии равно
к. кинетической энергии взаимодействия.

Центр тяжести находится по прямой АОС
так как все находится в одной плоскости симметрии

Заметим, что расстояние между зарядами одного знака (одно положительное и одно отрицательное) меньше, чем расстояние между зарядами разного знака.

$$\varphi_u \cdot q = k \quad \varphi_u = \frac{k}{q} \quad \varphi_0 = \frac{2kQ}{R} \quad \frac{W_u}{q} = k = \frac{2kQq}{R} + \frac{m v_0^2}{2} \quad k \neq k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

получается так
прямая, то центр масс

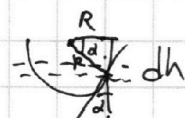
находится на расстоянии $\frac{R}{2}$ от центра

ее центра
(в центре сферы)

Заряд Q может находиться в этой точке.

Проверим это: пусть сфера находится в центре, пусть радиус сферы равен R , пусть он будет под углом α , тогда:

$$d m_{\text{сферы}} = \lambda \cdot \frac{dh}{\cos \alpha} \cdot 2\pi R \cos \alpha = \underbrace{R \cdot 2\pi R}_{\text{const}} \cdot \lambda \cdot dh$$



масса
распределена
равномерно
(по объему)

В. Пусть заряд расположен не в центре, а в точке A, тогда

$$W_u = k = \frac{kqQ}{(R/2 - r_0)} \Rightarrow r_0 = \frac{R}{2} - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 \cdot k} \quad k.R.k$$

Тогда, когда он будет в точке C: ЗСЗ: $k = \frac{m v_c^2}{2} + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 (R/2 + r_0)}$

$$v_c = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 (R - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 k})m}} = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{qQ}{(2\pi\epsilon_0 R - \frac{qQ}{2k})m}} = \sqrt{\frac{2k}{m} \left(1 - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 Rk - qQ} \right)}$$

Ответ: 1. $V_0 = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 m R}}$ 2. $V_c = \sqrt{\frac{2k}{m} \left(1 - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 Rk - qQ} \right)}$

Ответ: 1. $V_0 = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 m R}}$ 2. $V_c = \sqrt{\frac{2k}{m} \left(1 - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 Rk - qQ} \right)}$



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
☐

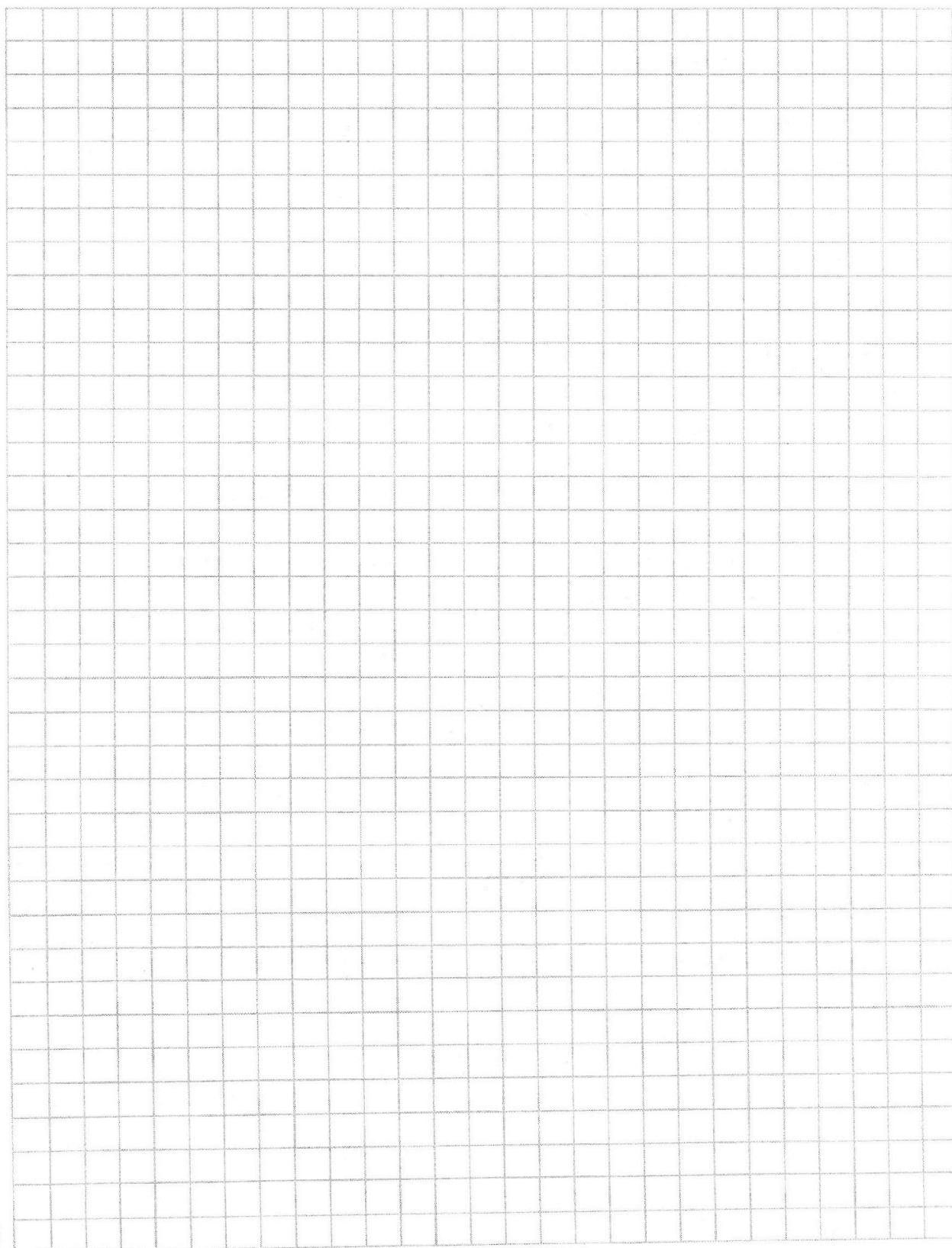
5
☐

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.



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.

1. Введем механическую энергию, и запишем ЗСЭ для высоты h и высоты H .

$\frac{mv^2}{2} + 0 = 0 + mg(H+h)$

кин. энергия пот. энергия

$g(H+h) = \frac{v^2}{2}$

$H = \frac{(6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} + 14,2 \text{ м} = 1,8 \text{ м} + 14,2 \text{ м} = 16 \text{ м}$

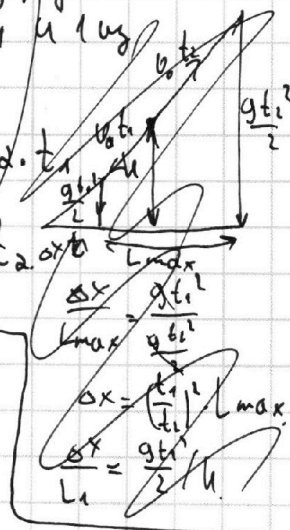
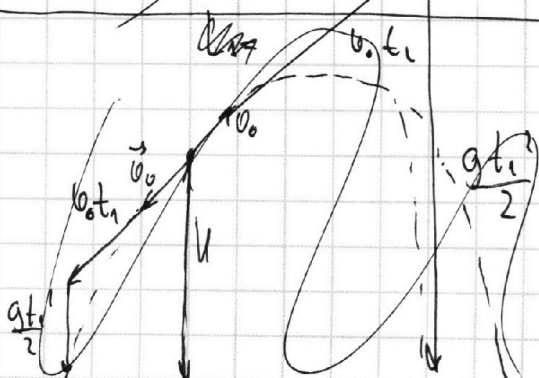
$H = \frac{v^2}{2g} + h$

2. Рассмотрим разрыв снаряда в верхней точке траектории.

Поскольку до разрыва скорость снаряда 0 , $\Rightarrow \beta = 0$
тогда после разрыва импульс системы равен 0 , а так как снаряды одинаковой массы $\Rightarrow$ их скорости равны и противоположны, т.е. $v_1 = -v_2$.

Пусть 1 снаряд летит влево, а 2 вправо.

1 снаряд движется по x : $L_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$
 t_1 — время полета 1 снаряда,
2 снаряд движется по x : $L_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$





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**.

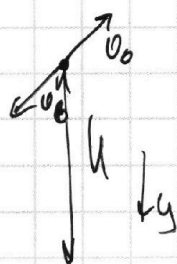
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

~~$$v_0 \cos \alpha \cdot t_1 + v_0 \cos \alpha \cdot t_2 = L$$
$$L = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$
$$L = v_0 \cos \alpha \left(2t_1 + \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \right)$$
$$L^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{8h}{g} + \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{4g^2} \right)$$
$$t_1^2 + \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} t_1 = \frac{2h}{g}$$
$$t_1^2 + (t_2 - t_1) t_1 = \frac{2h}{g}$$
$$t_1 t_2 = \frac{2h}{g}$$
$$t_2 = t_1 + \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$
$$\frac{g}{2} (t_1^2 + 2t_1 t_2 + t_2^2 - 2t_1 t_2) - v_0 \sin \alpha \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = 2h$$
$$(t_1 + t_2)^2 - \frac{4h}{g} - \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{4g^2} = \frac{2h}{g}$$
$$t_1 + t_2 = \frac{4h}{g} + \frac{8h}{g} + \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{4g^2}$$~~

~~$$v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = h$$
$$\frac{gt_2^2}{2} - v_0 \sin \alpha t_2 = h$$
$$\frac{gt_1^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_1 = h$$
$$\frac{2h}{g} \cdot \frac{g}{2} (t_1 - t_2)(t_1 + t_2) = v_0 \sin \alpha (t_1 - t_2)$$
$$\cos^2 \alpha (a + b \sin^2 \alpha)$$
$$t \sin \alpha (1 - \sin^2 \alpha) (a + b \sin^2 \alpha)$$
$$(\cos \cos)' = -\sin \cos - \cos \sin = -2 \sin \alpha$$
$$+ 2 \sin \alpha$$~~



$$x = v_0 \cos \alpha t \quad t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = -v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$$

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