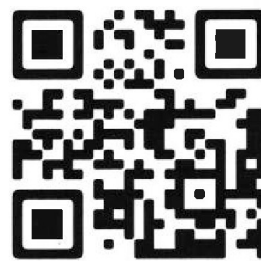




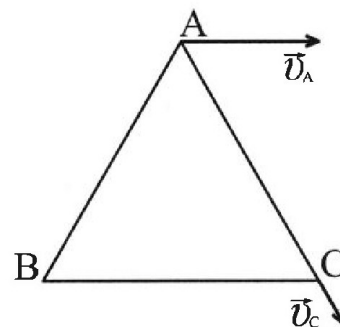
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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  $\tau$  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.

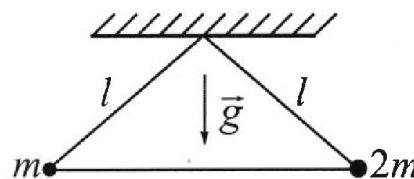
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 15$  м фейерверк находился через  $\tau = 1$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $L_{\text{MAX}}$  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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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



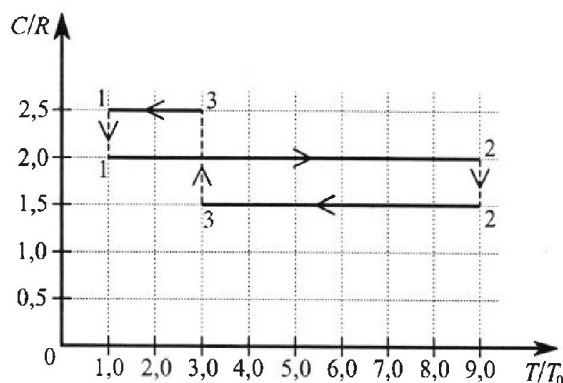
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

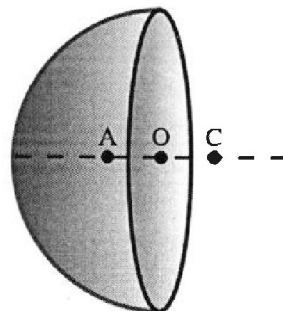


4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 1$  моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 200 \text{ K}$ .



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  $M = 415 \text{ кг}$  за  $N = 25$  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 кинетическая энергия частицы равна  $K$ .



1. С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . 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.



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

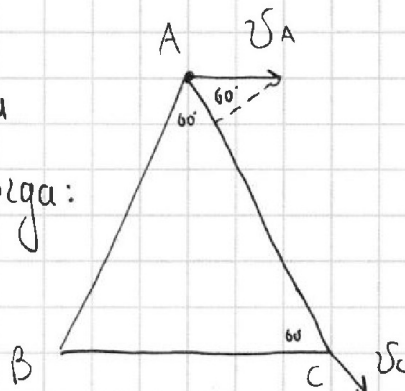
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

## Задача 1

- ① Т.к. пластина - твердое тело, то проекции скоростей точек A и C на AC равны. Тогда:

$$v_A \cos 60^\circ = v_C \Rightarrow v_C = v_A \cdot \frac{1}{2} = 0.3 \text{ м/с}$$

Ответ:  $v_C = \frac{v_A}{2}$   $v_C = 0.3 \text{ м/с}$



- ② Перейдем в С.О точки C. В этой С.О точка A имеет скорость  $v_A \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}v_A}{2} \perp AC$ . Тогда

можно найти угловую скорость пластины  $\omega$ :

$$\omega = \frac{\frac{\sqrt{3}v_A}{2}}{a} = \frac{\sqrt{3}v_A}{2a} = \sqrt{3} \cdot \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Она ~~одинакова~~ <sup>одинакова</sup> в любой С.О, значит:

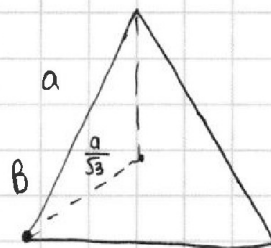
$$\omega T = 2\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \text{ сек.}$$

Ответ:  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \text{ сек.}$

- ③ В С.О центра масс муха B

движется по окр. с постоянной скоростью

$$v_B = \frac{\omega a}{\sqrt{3}} \Rightarrow a_B = a_{ц.с.} = \frac{\omega^2 a^2}{3 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\omega^2 a}{\sqrt{3}} \quad (a_B - \text{уск. точки B}).$$



Поскольку на пластину не действуют силы  $\Rightarrow$  ускор. центра масс равно 0  $\Rightarrow$  С.О ц.м. инерциальна  $\Rightarrow$  ускорение мухи равно  $\frac{\omega^2 a}{\sqrt{3}}$ ,

Ответ:  $F = \frac{m\omega^2 a}{\sqrt{3}} = R = \frac{m\omega^2 a}{\sqrt{3}} = 18.53 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$   $\text{а сила } R = \frac{m\omega^2 a}{\sqrt{3}}$



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!

## Задача 2

① Фейерверк движется равноускоренно с ускорением  $g$ . Поэтому:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (v_0 - \text{наг. скорость})$$

$$v_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2}$$

В процессе полета фейерверк поднимается на макс. высоту  $H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2})^2}{2g} = 20 \text{ м.}$

Ответ:  $H = 20 \text{ м}$

② В верхней точке скорость фейерверка равна 0  $\Rightarrow$  из 3.с.и 2-ой осью полетит со скоростью  $v_0$  перпендикулярно 1-ой.

Пусть угол между скоростью и горизонтом  $\alpha$ . Тогда:

$$H = \frac{gt_1^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$H = \frac{gt_2^2}{2} - v_0 \sin \alpha t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

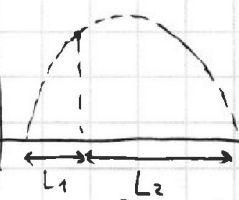
$t_{1,2}$  - времена полета осколков.

$$L_{\text{max}} = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) + 2gH}$$

$$L^2 = \frac{4v_0^2}{g^2} \cdot \cos^2 \alpha \cdot (v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) + 2gH)$$

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

достигается при  $\cos^2 \alpha = -\frac{b}{2a} = \left( \frac{v_0^4}{g^2} + \frac{2v_0^2 H}{g} \right) \cdot \frac{g^2}{2v_0^4} = \frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2} < 1$



Это парабола  $\Rightarrow L_{\text{max}} = \frac{4ac - b^2}{4a} = \frac{b^2}{4a} = \frac{16 \left( \frac{v_0^4}{g^2} + \frac{2v_0^2 H}{g} \right)^2 \cdot g^2}{16 \cdot 4v_0^4} = \frac{(v_0^2 + 2H)^2}{4g}$

$$\Rightarrow L_{\text{max}} = \frac{v_0^2 + 2H}{g} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = 130 \text{ м}$$

Ответ:  $L_{\text{max}} = 130 \text{ м}$



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.

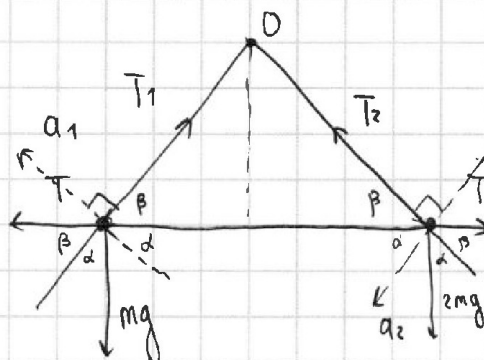
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

### Задача 3

① Два шарика движутся по окружностям вокруг т.О. Т.к. вначале  $v_1 = v_2 = 0$ , то ускорения вдоль нитей равны 0  $\Rightarrow a_1 \perp$  нити 1  $\Rightarrow \alpha = 90^\circ - \beta \Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta$ .



Мы знаем, что  $l \cdot 2l = 2l \cos \beta \Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta = \frac{3}{5}$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

\* Стержень легкий, поэтому сила T напр. вдоль стержня

② Ускорения вдоль нитей равны 0, значит:

$$T_1 - T \cos \beta - mg \sin \beta = 0 \Rightarrow T_1 = T \cos \beta + mg \sin \beta$$

$$T_2 - T \cos \beta - 2mg \sin \beta = 0. \quad (2)$$

Также т.к скорости равны 0, то в данный момент равны ускорения в проекции на стержень:

$$a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2.$$

$$\frac{T - T_1 \cos \beta}{m} = \frac{T_2 \cos \beta - T}{2m} \Rightarrow 2T - 2T_1 \cos \beta = T_2 \cos \beta - T$$

$$T_2 = \frac{3T}{\cos \beta} - 2T_1 = \frac{3T}{\cos \beta} - 2T \cos \beta - 2mg \sin \beta$$

Подставим в уравнение (2):

$$\frac{3T}{\cos \beta} - 3T \cos \beta - 4mg \sin \beta = 0$$

$$3T(3 - \cos^2 \beta) = 4mg \sin \beta \cos \beta$$



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!

$$T = \frac{4mg \sin \beta \cos \beta}{3(1 - \cos^2 \beta)} = \frac{4mg \sin \beta \cos \beta}{3 \sin^2 \beta} = \frac{4}{3} \frac{mg \cos \beta}{\sin \beta}$$

Тогда легко найти  $a_1$ :

$$ma_1 \cos \beta = T - T_1 \cos \beta$$

$$ma_1 \sin \beta = T - T \cos^2 \beta - mg \sin \beta \cos \beta$$

$$ma_1 \sin \beta = mg \left( \frac{\sin \beta \cos \beta}{3 - \cos^2 \beta} - \sin \beta \frac{\sin \beta \cos^3 \beta}{3 - \cos^2 \beta} - \sin \beta \cos \beta \right)$$

$$a_1 = g \cdot \left( \frac{\cos \beta \sin^2 \beta}{3 - \cos^2 \beta} - \cos \beta \right) = -\frac{5}{11} g$$

Ответ:  $|a_1| = \frac{5}{11} g = \frac{50}{11} \frac{m}{c^2}$

$$\textcircled{3} T = \frac{mg \sin \beta \cos \beta}{3 - \cos^2 \beta} = \frac{2}{11} mg =$$

$$ma_1 \sin \beta = mg \left( \frac{4 \cos \beta}{3 \sin \beta} - \right)$$

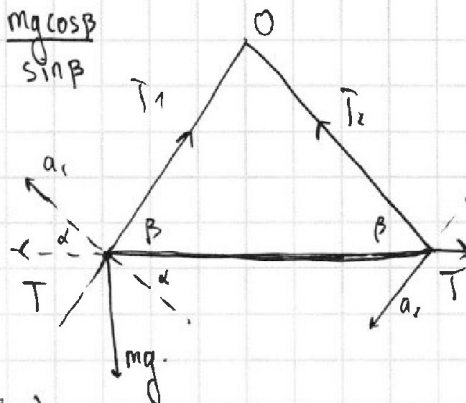
$$ma_1 \sin \beta = mg \left( \frac{4}{3} \frac{\cos \beta}{\sin \beta} - \frac{4}{3} \frac{\cos^3 \beta}{\sin \beta} - \sin \beta \cos \beta \right) = mg \cdot \left( \frac{4}{3} \frac{\cos \beta}{\sin \beta} \sin^2 \beta - \sin \beta \cos \beta \right)$$

$$a_1 = g \cdot \left( \frac{4}{3} \cos \beta - \cos \beta \right) = g \cdot \frac{1}{3} \cos \beta$$

Ответ:  $a_1 = \frac{1}{3} g \cos \beta = 2 \frac{m}{c^2}$

$$\textcircled{3} T = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = \frac{4}{3} mg \cdot \frac{\cos \beta}{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = mg = 2H$$

Ответ:  $T = 2H$





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 Теплота, переданная на участке равна площади под этим участком на графике  $\epsilon(T)$ . Расширение происходит на участке 12. Тогда:

$$Q = Q_{12} = 2R \cdot 8T_0 \cdot \Delta = 2 \cdot 8,31 \cdot 1600 \Delta \text{ж} = 26592 \text{ Дж}$$

Ответ:  ~~$Q = 26592 \text{ Дж}$~~   $Q = 26592 \text{ Дж}$

③ За один цикл машина совершает работу  $A = \frac{2P_0 \cdot 2V_0}{2} = 2P_0 V_0$ .

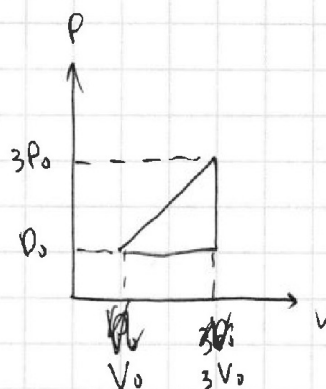
$$2P_0 V_0 = RT_0 \Rightarrow A = 2RT_0 \Delta = 2 \cdot 8,31 \cdot 200 = 3324 \text{ Дж}$$

Значит за цикл машина может передать подъемнику энергию  $E = \frac{A}{2} = 1662 \text{ Дж}$

Тогда:

$$MgH = N \cdot E \Rightarrow H = \frac{NE}{Mg} = \frac{41550}{41500} \approx 1 \text{ м}$$

Ответ:  $H \approx 1 \text{ м}$





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!

Задача 4

① У3 определения температуры:

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU + dA}{dT} = \frac{\frac{3}{2} d\left(\frac{PV}{R}\right) + PdV}{dT} = R \cdot \frac{3(PdV + VdP) + 2PdV}{2(PdV + VdP)} = R \cdot \frac{3VdP + 5PdV}{2PdV + 2VdP}$$

Получаем, что:

$$\frac{C}{R} = \alpha = \frac{5PdV + 3VdP}{2PdV + 2VdP}$$

При  $\alpha = \frac{5}{2}$ :  $5PdV + 3VdP = 5PdV + 5VdP \Rightarrow dP = 0$ , т.е. процесс - изобара

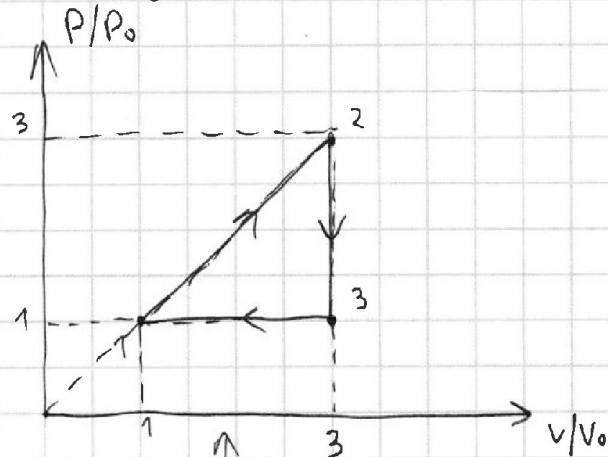
При  $\alpha = \frac{3}{2}$ :  $5PdV + 3VdP = 3PdV + 3VdP \Rightarrow dV = 0$ , т.е. процесс - изохора.

При  $\alpha = 2$ :  $5PdV + 3VdP = 4PdV + 4VdP \Rightarrow PdV = VdP$

$$\frac{PdV}{V} = \alpha \frac{dP}{P} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \alpha \ln \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \Rightarrow P_1 V_1^{\frac{1}{\alpha}} = P_2 V_2^{\frac{1}{\alpha}} = \text{const.}$$

т.е. линейная функция  $P(V)$

Т.е. цикл состоит из изобары, изохоры и процесса  $P_1 V_1^{\frac{1}{\alpha}} = P_2 V_2^{\frac{1}{\alpha}}$ : линейного процесса.



$$P_3 = P_0; T_3 = 3T_1 \Rightarrow V_3 = 3V_0$$

$$V_2 = V_3; T_2 = 3T_3 \Rightarrow P_2 = 3P_3 = 3P_0$$

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!

Задача 5

Пусть  $\varphi_A, \varphi_O, \varphi_C$  - потенциалы в точках A, O, C. Мысленно дополним полусферу до сферы и, добавив к исходной полусфере такую же с таким же зарядом.

Везде внутри полученной сферы потенциал равен  $\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}$ . Из принципа суперпозиции  $\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} = \varphi_A + \varphi'_A; \varphi_O + \varphi'_O; \varphi_C + \varphi'_C$

$\varphi'_A, \varphi'_O, \varphi'_C$  - потенциалы в точках A, O, C от новой полусферы.

Из симметрии  $\varphi'_O = \varphi_O; \varphi'_A = \varphi_C; \varphi'_C = \varphi_A \Rightarrow \varphi_A + \varphi_C = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} = 2\varphi_O$ .

Из З.С.Э:

$$K = q(\varphi_O - \varphi_A) \Rightarrow \varphi_O - \varphi_A = \frac{K}{q} \Rightarrow \varphi_A = \varphi_O - \frac{K}{q}$$

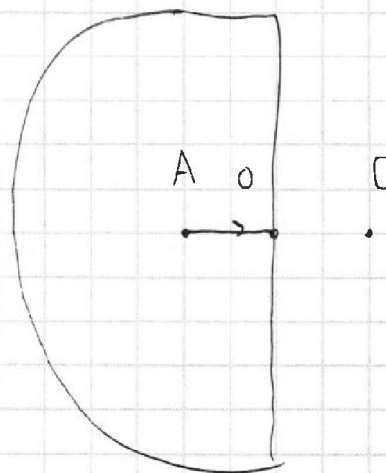
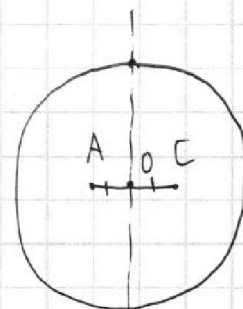
$$2\varphi_O - \varphi_A = \varphi_C \Rightarrow \varphi_C = \varphi_O + (\varphi_O - \varphi_A) = \varphi_O + \frac{K}{q} = \varphi_C$$

По мере удаления на большое расстояние:

$$K_\infty = q\varphi_A = q(\varphi_O - \frac{K}{q}) = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} - K$$

$$\frac{m\vec{v}^2}{2} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 R} - K \Rightarrow v = \sqrt{\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{2K}{m}}$$

Ответ:  $V = \sqrt{\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{2K}{m}}$





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  
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 Из 3.1.3:

$$\frac{m v_c^2}{2} = q(\varphi_c - \varphi_A) = q\left(\varphi_0 + \frac{K}{q} - \left(\varphi_0 - \frac{K}{q}\right)\right) = 2K \Rightarrow v_c = 2 \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Ответ:  $v_c = 2 \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$



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!

$\varphi_c = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \varphi_0$   
 $2\varphi_0 - (\varphi_0 - \frac{k}{a})$

$\varphi_c + \varphi_A = 2\varphi_0$   
 $K = q(\varphi_0 - \varphi_A)$   
 $\varphi_A = \varphi_0 - \frac{k}{q}$   
 $(\varphi_0 q - K)$

$\frac{m v_c^2}{2} = \frac{2K}{a}$   
 $\frac{m \omega^2 a}{\sqrt{3}} = m$   
 $= \frac{m \cdot 3 \cdot 0.3}{\sqrt{3}}$   
 $6 \cdot 10$

$h = v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2}$   
 $v_0 = h + \frac{g t^2}{2}$   
 $v_0 = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = \frac{15}{7} + \frac{10 \cdot 1}{2} = 20 \text{ м/с.}$   
 $H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м.}$

$v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{H}{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} = -v_0 \cos \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$   
 $t = \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + v_0 \sin \alpha}{g}$   
 $t = \frac{g \frac{m v^2}{2} = \varphi_0 q - K}{K \frac{Q q}{4\pi\epsilon_0 R} - K}$   
 $\sqrt{\frac{Q q}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{2K}{m}}$

$\frac{v_0^2 + 2gH}{2v_0^2}$   
 $\frac{(\frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2H}{g}) \cdot g}{4}$   
 $2 \frac{400}{10} + 2 \cdot 20$   
 $= \frac{(40 + 40)^2}{4}$

$\frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)}$   
 $\frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha (v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) + 2gH)}$   
 $= \frac{400}{20} = 20$

$\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}$   
 $\frac{v_0^2}{2gH}$



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 \_\_

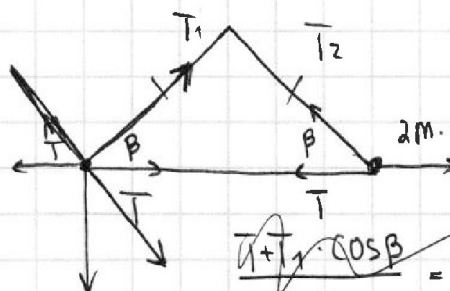
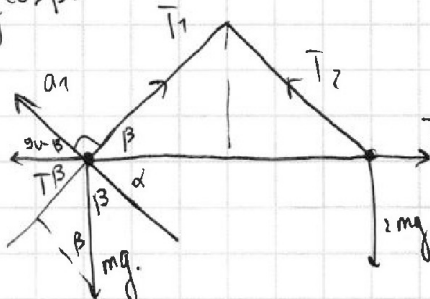
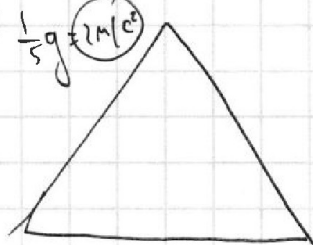
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{4}{3}mg$$

$$\frac{1}{3}g \cos \beta = a_1 = T \sin \beta - mg \cos \beta.$$

$$0.6l = l \sin \beta$$

$$c = \frac{3}{5} \sin \beta = \frac{4}{5}$$



$$T_1 \quad T_1 \cos \beta - T$$

$$\frac{T - T_1 \cos \beta}{m} = \frac{T_2 \cos \beta - T}{2m}.$$

$$2T - 2T_1 \cos \beta = T_2 \cos \beta - T$$

$$\frac{\frac{3}{5} \cdot \frac{16}{25}}{3 - \frac{9}{15}} - \frac{3}{5}.$$

$$\frac{T_1 \cos \beta - T}{m} = \frac{T - T_2 \cos \beta}{2m}.$$

$$\frac{\frac{8}{55} - \frac{3}{5}}{3 - \frac{9}{25}} = \frac{8}{55} - \frac{3}{5} = \frac{8 - 33}{55} = \frac{-25}{55} = -\frac{5}{11}$$

$$0.2 \cdot 10$$

$$\frac{\frac{12}{15}}{3 - \frac{9}{25}} = \frac{12}{66} = \frac{2}{11}$$

$$T_2 - T \cos \beta - 2mg \sin \beta = 0.$$

$$\frac{3T}{\cos \beta} - 3T \cos \beta - 4mg \sin \beta = 0. \quad \frac{4}{3}$$

$$3T(1 - \cos^2 \beta) = 4mg \sin \beta \cos \beta$$

$$3T = 4mg \cdot \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

$$T = \frac{4}{3}mg \cdot \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = mg \cdot \frac{4}{3} \quad (2H)$$

$$T_1 - T \cos \beta - mg \sin \beta = 0.$$

$$T_1 = T \cos \beta + mg \sin \beta.$$

$$3T - 2T_1 \cos \beta = T_2 \cos \beta$$

$$T_2 = 2T_1 \frac{3T}{\cos \beta} - 2T_1.$$

$$\frac{3T}{\cos \beta} - 2T \cos \beta - 2mg \sin \beta = T_2$$



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

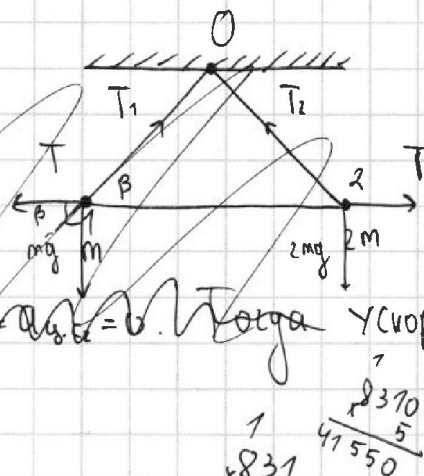
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

Задача 3

① Два шарика движутся по окр. радиуса  $R$  вокруг Т.О. Т.к. сразу после отскока  $v_1 = v_2 = 0$ , то  $a_{ц.1} = a_{ц.2} = 0$ . Тогда ускорения вдоль нитей равны 0. Отсюда

Тогда



$$\frac{5P\delta V + 3V\delta P}{2P\delta V + V\delta P}$$

$$\left(\frac{3}{2}R\right)$$

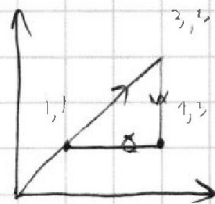
$$\frac{5 \cdot 2V \cdot \delta V + 3V \cdot \delta P}{2 \cdot 2V \cdot \delta V + 2V \cdot \delta P} = \frac{3200}{831} + 000$$

$$\frac{5+3}{4} = 2$$

$$5P\delta V + 3V\delta P =$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ 1 \times 32 \\ \hline 1662 \\ + 2493 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16200 \\ 3200 \\ \hline 32 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 3200 \\ \times 831 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3200 \\ + 9600 \\ \hline 25600 \\ 200 \end{array}$$

$$32 \times$$

$$\frac{3}{2}P\delta V + \frac{5}{2}V\delta P$$

$$\frac{P\delta V}{P\delta V + V\delta P}$$

$$3P\delta V + 5V\delta P$$

$$\frac{5P\delta V + 3V\delta P}{2(P\delta V + V\delta P)} = \frac{C}{R} = \alpha \frac{25600}{2659200}$$

$$5P + 3V \cdot \frac{\delta P}{\delta V}$$

$$5P\delta V + 3V\delta P = 2\alpha(P\delta V + V\delta P)$$

$$\alpha = 1) \frac{5}{2}$$

$$5P\delta V + 3V\delta P = 5P\delta V + 9V\delta P$$

$$2) \frac{3}{2} \text{ или } 8P\delta V$$

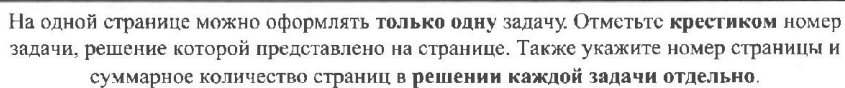
$$\begin{array}{r} 12 \cdot 16P\delta V_0 \\ 8P\delta V_0 - 16RT_0 \\ \hline 3 \cdot 8P\delta V_0 + 4P\delta V_0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 8310 \\ \times 831 \\ \hline 3324 \end{array}$$

$$26322$$

$$\begin{array}{r} 113100 \\ 51800 \\ \hline 25600 \\ 263200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3200 \\ 15600 \\ \hline 25600 \end{array}$$



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!

