



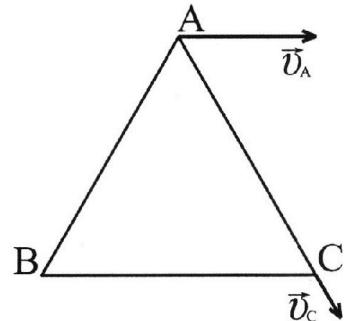
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.



- Найдите модуль v_C скорости вершины С.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?

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

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

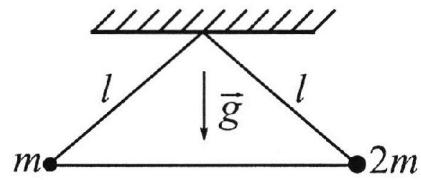
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- 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.

- 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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- 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

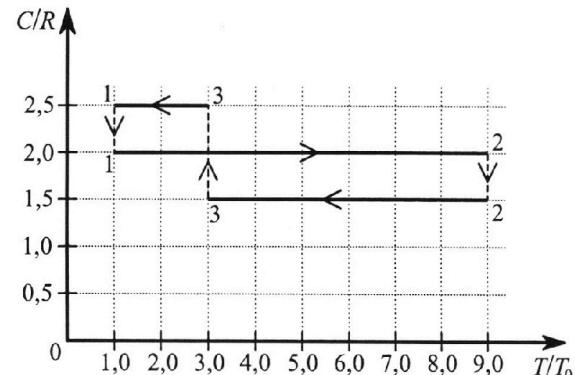
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 1$ моль однотипного 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 $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

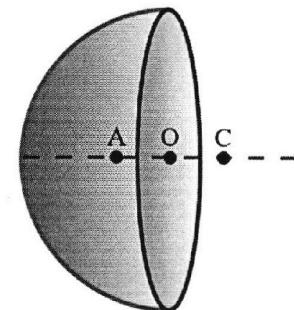
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

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 $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. 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 К.

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.



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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. Пусть О - центр масс треугольника ABC. Т.к. ГВ. Гесо
точки этого гесо
неизвестно, то это движется вокруг центра вращения
ускоряясь со скоростью (в движении - MBC). Пусть O' -
центроид. Тогда он должен быть центром вращения
рис. 1. Скорость любой точки треугольника. Для них получим

$$\text{аналогична на рис. 1. Находим расстояния } AO \text{ и } CO': AO = \frac{\omega r}{2} + \frac{\alpha}{2\sqrt{3}} = \\ = \frac{4\alpha}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{2\alpha}{\sqrt{3}}, CO'^2 = \frac{\alpha}{\sqrt{3}} (\text{так как } ACO = 90^\circ \Rightarrow BCO' = 30^\circ \Rightarrow CO' = \frac{2\alpha}{\sqrt{3}}). \text{ Т.к. точки вращениях}\\ \text{вокруг } O', \text{ то: } \omega_A = \omega_C \Rightarrow \frac{\omega_A}{\omega_C} = \frac{\alpha}{\frac{2\alpha}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega_C = \frac{\omega_A}{2} = 0,3 \text{ м/с.}$$

$$\text{Аналогично } \omega_C \text{ найдем скорость } M(O): CO^2 = \frac{\alpha}{2\sqrt{3}} + \frac{\alpha^2}{2\cdot 3} = \frac{2\alpha}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{\alpha}{\sqrt{3}}, \frac{\alpha}{\sqrt{3}} = \frac{2\omega_A}{\sqrt{3}},$$

$\omega_{CM} = \omega_C = 0,3 \text{ м/с. Переход в систему } CM: \text{ тогда все точки } \Delta ABC$

$$\text{вращаются со угловой скоростью } \omega = \frac{\omega_{CM}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3}\omega_A}{2\alpha}. \text{ Но уравнение } \varphi = \omega \cdot t \\ \text{ получаем: } \varphi = \frac{\omega}{\omega} = \frac{16\pi}{\frac{16\pi\alpha}{2\alpha}} = \frac{32\pi\alpha}{\sqrt{3}\omega_A} = \frac{32 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{\sqrt{3} \cdot 0,6} = \frac{16 \cdot 3,14}{\sqrt{3}}. \varphi = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ ?}$$



Т.к. пластинка вращается и на неё ~~написано~~ влияет.

Силу давит на О, то там между собой действуют силы

реакции опоры и сила трения, которая будет зависеть от

уравнения сил: $N = mg$; $F_{tr} = m\omega^2 R = m\omega^2 R'$, где

R' - радиус от центра до центра. Получаем, что $R \approx R'$.

$$F_{tr} = \sqrt{N^2 + F_{tr}^2} (\text{т.к. } N \perp F_{tr}) = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \omega^4 R'^2} = m\sqrt{g^2 + \omega^4 \frac{R'^2}{3}} = [g = 10 \text{ м/с}^2] = \\ = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{100 + 9 \cdot \frac{16\pi^2}{3}} = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{100 + 9 \cdot 16 \cdot 3,14^2} = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{100 + 9 \cdot 16 \cdot 3,14^2} \approx 6 \cdot 10^{-4} \text{ Н.}$$

Получим $0,3 \text{ м/с}; \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с; } 6 \cdot 10^{-4} \text{ Н.}$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

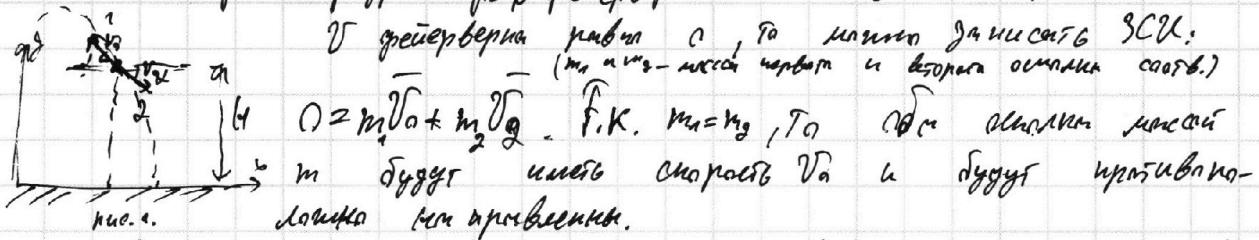
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

$$N_2 \text{ Проделал изъёмка } \frac{\text{можно}}{\text{закончил как: } H = \sqrt{g} \cdot \frac{v^2}{2}, \text{ Тогда: } \frac{v^2}{2} = \frac{H}{g} \text{, скорость}} \\ V_1 = \frac{h + g t_0}{2} = \frac{19 + 5}{2} = 20 \text{ м/с. Из ЗСУ: } \frac{v^2}{2} = mgH, H = \frac{v^2}{2g} = 20 \text{ м.}$$

Рассмотрим разрыв ~~после~~ пролетверки: т.к. ~~быть~~ макс. высота

У пролетверки разрыв ~~0~~, то можно заключить ЗСУ:



Рассмотрим разрыв ~~после~~ пролетверки: т.к. ~~быть~~ макс. высота

Предположим что ~~быть~~ максимум ~~на~~ вверх и ~~на~~ вниз. Тогда имеем:

$$V_{\text{вр}} = -V_{\text{вн}} = V_0 \cos \alpha \text{ и } V_{\text{вн}} = V_{\text{вр}} = -V_0 \sin \alpha.$$

Чтобы это было возможно, нужно чтобы балансировка была выполнена. Найдём θ

Максимальную высоту: $H_{\text{макс}} = H + \frac{gt_0^2}{2}$, где $t_0 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$. Или:

$H_{\text{макс}} = H + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$. Гусь в бое - это времена полёта первых и второго осколков. Тогда ~~старые~~ $\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = H_{\text{макс}}$.

$$\text{Тогда } t_{\text{вр}} = \sqrt{\frac{2H_{\text{макс}}}{g}} \text{ и } t_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{2H_{\text{макс}}}{g}}.$$

При этом за время $t_{\text{вн}}$ осколки разлетаются на

расстояние L , при этом $L = (V_0 \cos \alpha) t_{\text{вн}}$. Тогда $L_{\text{макс}} = (V_0 \cos \alpha) t_{\text{вн}} =$

$$= 2V_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{2(H + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g})}{g}} = \frac{2V_0}{g} \sqrt{2(H \cos^2 \alpha + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g})}. \text{ Давайте значение}$$

мы, тогда $H \cos^2 \alpha + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ максимум. Вспомним $(\frac{d(\cos^2 \alpha)}{d\alpha} = \frac{2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha)}{2g})$

$$-2H \cos \alpha \sin \alpha + \frac{V_0^2}{2g} \cos \alpha \sin \alpha = 0 \quad (\text{ибо } \cos \alpha \neq 0; \sin \alpha \neq 0)$$

$$\cos \alpha \left(\frac{V_0^2}{2g} \sin \alpha - H \right) = 0. \text{ Получаем}$$

и при этом при $\cos \alpha \neq 0$. Т.к. при $\cos \alpha \neq 0$ угол α ($\text{при } \alpha = 90^\circ$)

значение L при $\alpha = 0$ это больше, чем при другом α , т.к. $\alpha = 0^\circ$ - это максимум. Тогда $L_{\text{макс}} = 2V_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 40 \text{ м} = 180 \text{ м.}$

$$(\text{При } \alpha = 90^\circ: 2V_0 \cdot \sqrt{\frac{2(H + \frac{V_0^2}{2g})}{g}} = \sqrt{2}V_0 \cdot \sqrt{5} \cdot \sqrt{5} < 4).$$

$$\text{Ответ: } H = 20 \text{ м; } L = 180 \text{ м.}$$



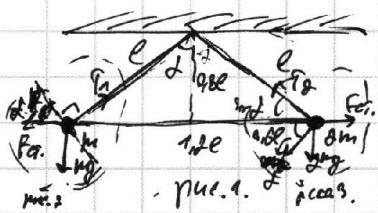
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

№

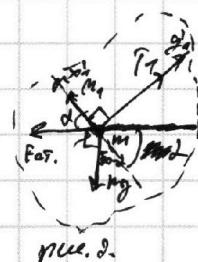


Т.к. **установка** **нерастяжимая**, то очевидно, что
ускорение должно быть параллельно направлению
перпендикуляра к ней (в данном случае: $\frac{d}{\sqrt{2}}$).

Т.к. стержень **стягивает**, то $F_{ст}$ направлена вдоль
стержня.

Т.к. ускорение перпендикулярно, то ~~установка~~ $\ddot{x} = \frac{3}{5}$.

Задача динамика и условие нерастяжимости стержня:



$$x_1: F_{ст} \cos(\alpha) - mg \sin(\alpha) = m \ddot{x}_1$$

$$y_1: F_{ст} \sin(\alpha) - mg \cos(\alpha) + P_1 = 0$$

$$x_2: 2mg \cos(\alpha) - F_{ст} \cos(\alpha) = 2m \ddot{x}_2$$

$$y_2: 2mg \sin(\alpha) - F_{ст} \sin(\alpha) + P_2 = 0$$

$$y_3: \alpha \cdot \ddot{x}_1 = \alpha \cdot \ddot{x}_2 \quad (\text{так как } \ddot{x}_1 = \ddot{x}_2)$$

Тогда $\ddot{x}_1 = \ddot{x}_2$.

Задача динамика и условие нерастяжимости стержня:

$$\text{Задача динамика: } \ddot{x}_1 = \frac{3}{5} \ddot{x}_2$$

$$\frac{4}{5}F_{ст} - \frac{3}{5}mg = \frac{3}{5}mg; \frac{4}{5}F_{ст} = \frac{6}{5}mg; F_{ст} = \frac{3}{2}mg = 24N$$

$$\text{Задача динамика: } \ddot{x}_1 = \frac{3}{5}; \alpha_1 = \frac{2}{\sqrt{2}}; F_{ст} = 24N$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

№

Р.в. Газ одногомичный, то C_V^R (однородная генероимость при $PV = const$) = 1,5 K и C_P^R (однородная генероимость при $T = const$) = 2,5 K , то соответс-
вует процессам 2-3 и 3-1 соответственно. Запишем первое уравнение

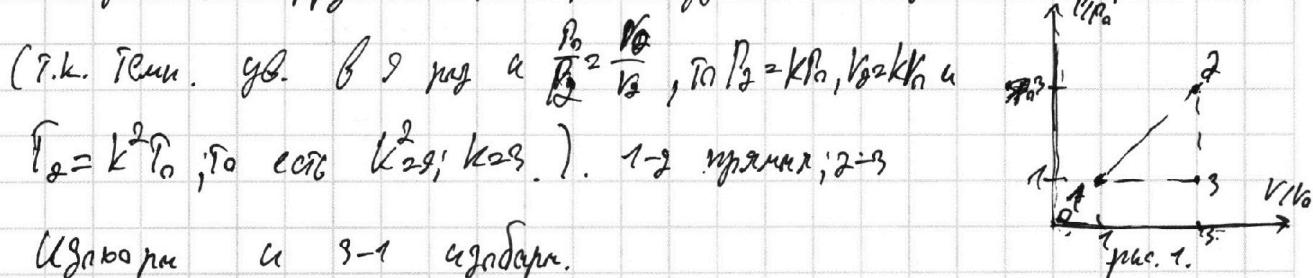
Первого цикла $Q = \frac{3}{2}VkdP + PdV$. Р.в. $PV = const$, то $(PdP)(VdV) = 2Vd(PV)$ и (при этом следит) $\frac{dP}{P} \neq \frac{dV}{V} \neq \frac{dP}{P}$. Тогда:

$$Q = \frac{3}{2}VkdP + \frac{dL}{V}VkdP = \left[\frac{dL}{V} \cdot \frac{dP}{P} - \frac{dP}{P} \right] = \frac{3}{2}VkdP + VkdP - \frac{dP}{P}VkdP$$

Р.в. C'' в процессе 1-2 равна $2K$, то $\frac{dP}{P}VkdP$ должно равняться $\frac{1}{2}VkdP$ (р.в. $PV = const$, $C'' = \frac{Q}{2VdP} = 2K$). Значит: $\frac{dP}{P}VkdP = \frac{1}{2}VkdP$; $VkdP \frac{dP}{P} = \frac{1}{2}VkdP$; $2 \frac{dP}{P} = 1$; $2 \frac{dP}{P} = \frac{1}{2} \Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \sqrt{2}$

$$2dPV = PdV + Vdp, dPV = PdV, \frac{dL}{V} = \frac{dP}{P} - \text{Процессы прямой.}$$

Тогда $\frac{dP}{P} = \frac{dV}{V}$ (р.в. $PV = const$, $dPV = PdV$)



Тепло подводится газом 6 прессессе 1-2 $\frac{Q}{2} = 16VkdP_0 = 48200 R$

Атмосферы = $2P_0V_0 = 2VkdP_0$. Т.к. газом подведен работы, то $\frac{Atmосферы}{2} \cdot 2S = mgh; H = \frac{2VkdP_0}{mg} = \frac{50.831}{4000 \cdot 10} \approx 12.5 \text{ м}$.

Ответ: $3800 R$; 12.5 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
<input type="checkbox"/> | 2
<input type="checkbox"/> | 3
<input type="checkbox"/> | 4
<input type="checkbox"/> | 5
<input checked="" type="checkbox"/> | 6
<input type="checkbox"/> | 7
<input type="checkbox"/> |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|

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!

N5

Энергия частицы в точке О равна: $W_0 = k + \Gamma_0$, где

Р0 - потенциальная энергия в точке О. Чебидак, что $\Gamma_0 = k \frac{q^2}{R}$ С.И.

$\varphi_0 = k \frac{q}{R}$). Т.к. мы движемся достаточно $L \gg R$ имеем от

сферы ≈ 0 , то вся энергия переходит в кинетическую. Значит

$$\frac{mv^2}{2} = K + K \frac{q^2}{R} = K + \frac{q^2}{R} \cdot V = \sqrt{\frac{2(K + \frac{q^2}{R})}{m}}$$

Поэтому **суммарная фазовая энергия между сферой и сферой** $E = 0$

Чебидак, что $E_{\text{сфера}} = 0$ (взаимодействие между сферами). Т.к. же



Чебидак, что **импульсность** от радиуса сферы r и **импульс** p приложены к сфере A' в точке O вдоль радиуса OA' . Т.к. если p параллелен OA' , то $E = 0$, то $E = 0$ (импульсность p и импульс p параллельны). Т.к. если p не параллелен OA' , то $E \neq 0$ (импульсность p и импульс p не параллельны). Т.к. $E = 0$, то $E = 0$ (импульсность p и импульс p параллельны).

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' , то $E = 0$.

Рассмотрим точки A' и C' , на которых сферы вдоль радиусов OA' и OC' движутся с одинаковой скоростью v . Т.к. если движение v направлено вдоль радиуса OA' , то $E = 0$, то $E = 0$ (импульсность p и импульс p параллельны).

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OC' , то $E = 0$ (импульсность p и импульс p параллельны).

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' или OC' , то $E = 0$.

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' или OC' , то $E = 0$.

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' или OC' , то $E = 0$.

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' или OC' , то $E = 0$.

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' или OC' , то $E = 0$.

Значит, если движение v направлено вдоль радиуса OA' или OC' , то $E = 0$.

$$\text{Отсюда: } V = \sqrt{\frac{2(K + \frac{q^2}{R})}{m}}, V_C = 2\sqrt{\frac{K}{m}}, \text{ где } V_C - \text{скорость в точке } C.$$



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 _

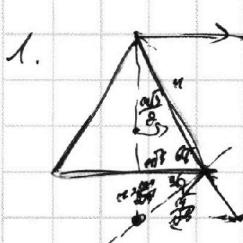
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



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!



$$1. \quad \frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \quad \frac{a}{\sin A} = \frac{\sqrt{3}}{\sin 60^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad \frac{b}{\sin B} = \frac{2\sqrt{2}}{\sin 45^\circ} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2, \quad \frac{c}{\sin C} = \frac{1}{\sin 30^\circ} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2.$$

$$\frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{b}{2}, \quad b = 2\sqrt{3}$$

$$P^2 = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} = \frac{a^2 + 4a^2 - 1}{2a\sqrt{3}} = \frac{5a^2 - 1}{2\sqrt{3}a} = \frac{5a^2}{2\sqrt{3}a} - \frac{1}{2a} = \frac{5a}{2\sqrt{3}} - \frac{1}{2a} = \frac{5a\sqrt{3}}{6} - \frac{1}{2a} = \frac{5\sqrt{3}}{6} - \frac{1}{2a}$$

$$F_m^2 = m \frac{v^2}{a} = m \frac{5a^2}{6} = \frac{5ma^2}{6}, \quad F_m = \sqrt{\frac{5ma^2}{6}}$$

$$R = \sqrt{P^2 + F_m^2}$$

$$J_{\text{min}} = \frac{1}{3} J_{\text{max}}$$

$$2. \quad a = \sqrt{b^2 - \frac{f^2}{g^2}} = \sqrt{b^2 - \frac{f^2}{g^2}}, \quad b = \text{длин.}, \quad f = \sqrt{g^2 - b^2}, \quad g = \frac{f}{\sin \theta}$$

$$3. \quad m_1 = m_2, \quad m_1 \frac{v_1^2}{a_1} + m_2 \frac{v_2^2}{a_2} = 0, \quad v_2 = -v_1$$

$$4. \quad T_1 = \frac{m_1 g}{\cos \alpha}, \quad T_2 = \frac{m_2 g}{\cos \beta}, \quad T_3 = \frac{m_3 g}{\cos \gamma}$$

$$m_1 T_1 = m_2 T_2, \quad m_2 T_2 = m_3 T_3$$

$$m_1 T_1 = m_2 T_2 = m_3 T_3$$

$$T_1 = \frac{m_1 g}{\cos \alpha}, \quad T_2 = \frac{m_2 g}{\cos \beta}, \quad T_3 = \frac{m_3 g}{\cos \gamma}$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial m_1} = \frac{\partial}{\partial m_1} \left(\frac{m_1 g}{\cos \alpha} \right), \quad \frac{\partial T_2}{\partial m_2} = \frac{\partial}{\partial m_2} \left(\frac{m_2 g}{\cos \beta} \right) = \frac{m_2 g}{\cos \beta}$$

$$m_1 = m_2, \quad T_1 = T_2 = \frac{m_1 g}{\cos \alpha}$$

$$1. \quad m_1 = m_2, \quad T_1 = T_2 = \frac{m_1 g}{\cos \alpha}, \quad P_1 = \frac{m_1 g R}{L}$$

$$\frac{m_1 g^2}{R} = k + \frac{m_1 g R}{L}, \quad V_1 = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2m g R}{L}}$$

$$K_0 = 2k, \quad V_0 = \sqrt{2kR}$$

$$\frac{dp}{dt} + \frac{dr}{t^2} \frac{dt}{dr}$$

$$C = \frac{1}{2} \int K_0 dr + P_0 t = \frac{1}{2} K_0 r + P_0 t$$

$$= \frac{1}{2} K_0 r + P_0 t \neq \frac{dp}{dt} \int K_0 dr$$

$$\frac{P}{dr} = \frac{P_0}{r^2}$$

$$2 \frac{dp}{P} \frac{dr}{dt} = 1, \quad \frac{dp}{P} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 = 1$$

$$dp = k dt, \quad \frac{dt}{dt} = \frac{dt}{dt} = 1$$

$$P_0 = k dt, \quad \frac{dt}{dt} = \frac{dt}{dt} = 1$$

$$\frac{dp}{P} = \frac{dt}{dt} = 1$$

$$\frac{dp}{P} = \frac{dt}{dt} = 1$$

$$\frac{dp}{P} = \frac{dt}{dt} = 1$$



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
_ 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!



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!