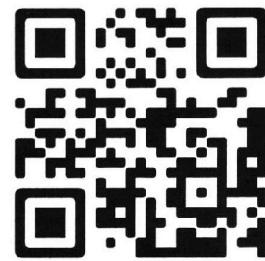




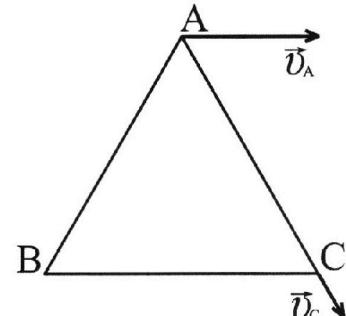
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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 C.
 - 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.

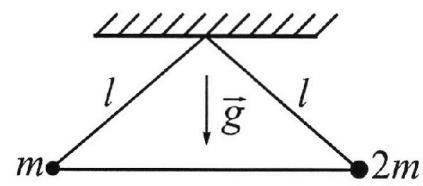
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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

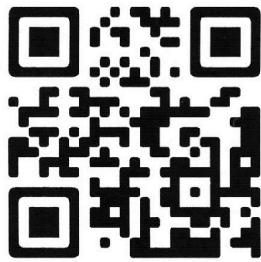
На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

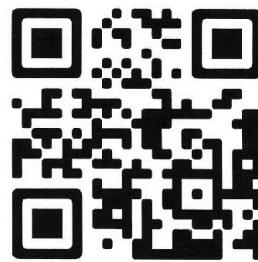
3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- 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

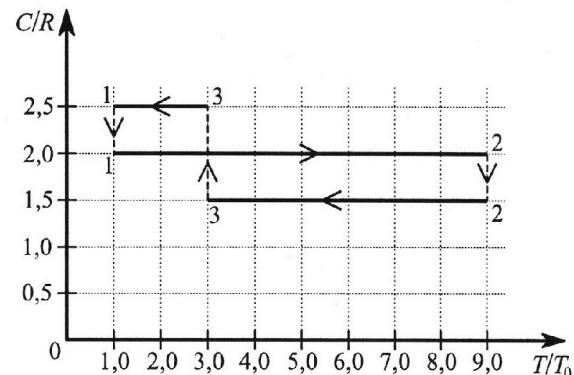
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

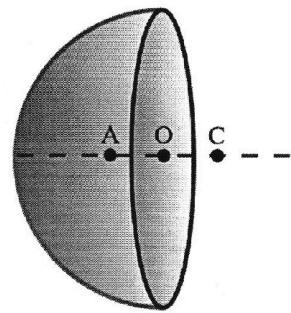
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. 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.

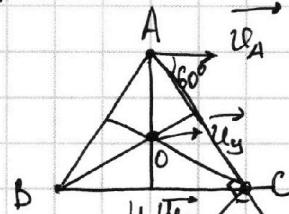
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 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.



1). Т.к. ABC - пластинка, то AC - бардея гель и

$$u_A \cos 60^\circ = u_C$$

$$u_C = \frac{1}{2} u_A = \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) $\vec{u}_{\text{бр}_A} = \vec{u}_A - \vec{u}_B$, где $\vec{u}_{\text{бр}_A}$ - скорость брахитома точки А, связанный с центром масс

и \vec{u}_B - скорость центра масс

$\vec{u}_{\text{бр}_C} = \vec{u}_C - \vec{u}_B$, где $\vec{u}_{\text{бр}_C}$ - брахитома скорость точки С в

О, связанный с центром масс

$$\vec{u}_{\text{бр}_A} = \vec{u}_{\text{бр}_C}$$

$$\vec{u}_{\text{бр}_A} = \vec{u}_A - \vec{u}_B = \vec{u}_A - \frac{1}{2} \vec{u}_A = \frac{1}{2} \vec{u}_A = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

О - центр масс, который лежит в точке пересечения высот, медиан и биссектрис треугольника. Брахитомально,

$$|AO| = \frac{2}{3} a \sin 60^\circ = \frac{2}{3} a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$\omega = \frac{\vec{u}_{\text{бр}_A}}{|AO|} = \frac{0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,3 \text{ м}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ с}^{-1}$$

$$F = \frac{2\pi \cdot 8}{\omega} = \frac{16\pi}{\omega} = \frac{16 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} \text{ Н} = \frac{16 \cdot 3,14}{1,7} \approx 28 \text{ Н}$$

3) Т.к. угол задан, то пластинка будет двигаться равномерно, поэтому будем рассматривать неизв в О, связанный с центром



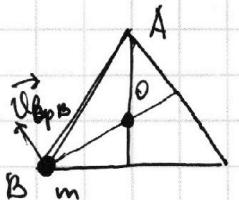
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 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 1



$$\omega_{BPC} = \omega_{PCA} = \omega_{PBC} = 0,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$ma = R$$

$$a = \omega^2 |BO| = \omega^2 |AO| = 3 \cdot \frac{0,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}}{\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,3 \cdot \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{3\sqrt{3}}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$R = m \cdot a = 60 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ Н} \approx 31 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

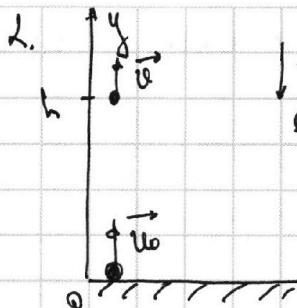
$$\text{Ответ: 1. } \omega_c = 0,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad 2. \quad F = 31 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \quad 3. \quad F = 31 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

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!



1) Запишем вторично закон движения тела сферика
 $\vec{u} = \vec{v}_0 + \vec{u}_0 t + \frac{g}{2} t^2$, где \vec{u} - вектор перемещения

тогда через некоторый промежуток времени, \vec{u}_0 -

начальный вектор перемещения, \vec{v}_0 - вектор начальной скорости.

В данном случае тело летит по вертикали, значит

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{g}{2} t^2, \quad y_0 = 0$$

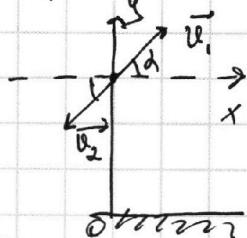
$$y = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$$

$$h = v_0 t - \frac{g}{2} t^2. \quad v_0 \cdot \frac{h + \frac{g}{2} t^2}{t} = \frac{15 + 5 \cdot 1}{1} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{20^2}{20} = 20 \text{ м}$ - максимальная высота подъёма тела

2) На максимальной высоте скорость сферика равна нулю, значит и импульс системы равен нулю. Из ЗСИ:

$0 = m \vec{u}_1 + m \vec{u}_2$, где m - масса одного скакала; \vec{u}_1 и \vec{u}_2 - векторы скоростей скакалов. $\vec{u}_1 = -\vec{u}_2$ $u_1 = u_2 = u_0$



$u_x = \pm u_0 \cos \theta$, где u_x - проекции скорости скакалов на горизонталь

$$x_1 = u_0 \cos \theta t, \quad 0 = H_{\max} + u_0 \sin \theta t - \frac{g}{2} t^2$$

Перейдём в СД, связанные с одним из скакалов. Или $= 2 u_0$ - относительная скорость скакалов. $x = 2 u_0 \cos \theta t \quad 0 = H_{\max} + 2 u_0 \sin \theta t - \frac{g}{2} t^2$

Чтобы расстояние между скакалами было максимальным, нужно,



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
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!

Чтобы дальность полёта одного снаряда в 10 раз больше максимальной $\Rightarrow \lambda = 45^\circ$

$$\Delta t^2 = \frac{H_{\max}}{g \cos \lambda}$$

$$L_{\max} = \sqrt{x^2 + H_{\max}^2} = H_{\max} \sqrt{1 + \frac{1}{\tan^2 \lambda}}$$

Чтобы L_{\max} было максимальным $\tan \lambda = 0 \Rightarrow \lambda = 0$

$$L_{\max} = \lambda x$$

$$x = v_0 \Delta t \quad H_{\max} = \frac{g}{2} \Delta t^2 \quad \Delta t = \sqrt{\frac{2 H_{\max}}{g}}$$

$$x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 H_{\max}}{g}}$$

$$L_{\max} = 2 v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 H_{\max}}{g}} = 2 \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 120 \text{ м}$$

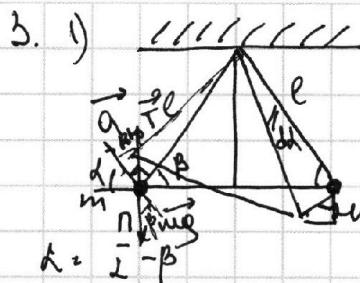
Ответ: 1. $H_{\max} = 20 \text{ м}$; 2. $L_{\max} = 120 \text{ м}$

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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" 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!



$$\lambda = \frac{l}{l - \beta}$$

$$\sinh \lambda \cdot \cos \beta = \cos \beta \cdot \frac{0,6l}{l} = 0,6 \Rightarrow \sinh \lambda = 0,6$$

2) $\sum \vec{F}_x = \vec{g} + \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{m}$ Рассмотрим малые перемещения системы и заменим в ЗГУ:

$$0 = mgdh - mgh + \frac{m\omega^2}{2} + \frac{m\omega^2}{2} \quad dh \cdot l \ddot{\alpha} \cos \beta = l \cos \beta \omega^2 dt = l \cos \beta \frac{\omega^2}{dt} \\ \Rightarrow mgh = \frac{3}{2} m \omega^2$$

$$gdm = \frac{3}{2} \omega^2$$

$$g \cdot m \omega^2 = \frac{3}{2} \omega^2 \quad gat \cos \beta = \frac{3}{2} \omega^2 \Rightarrow a_1 = \frac{at}{dt} = \frac{2}{3} g \cos \beta = \frac{2}{3} g \cdot 0,6 = \\ = 10 \cdot 0,4 = 4 \frac{m}{s^2}$$

3) Д.к. стержень невесомый, то сила упругости Γ может

быть направлена только перпендикулярно стержню

$$ma_1 = \Gamma \cos \beta - mgh \cos \beta$$

$$\underbrace{ma_1}_{\cos \beta} + mgh \cos \beta = \frac{0,2 \cdot 4}{0,6} + 0,2 \cdot 10 = 2 + \frac{4}{3} = 3,33 \text{ Н}$$

$$\text{Отвр.: 1. } \sinh \lambda = 0,6 \quad 2. \quad a_1 = 4 \frac{m}{s^2}; \quad 3. \quad \Gamma = 3,33 \text{ Н}$$

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"/> | <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!

4. $i = 3$ - число степеней свободы

$p_0 V_0 \rightarrow R T_0$ - давление Менделеева-Клапейрона ($0 = 1$ моль) $p_0 V_0 = R T_0$

На участке 1-2 $C = 2R$, то справедливо для приведённой изобаричности

$$p = kV \quad C = \frac{SQ}{dT} = \frac{p dV + \frac{3}{2} OR dT}{dT} = p - \frac{\frac{3}{2} OR}{k}$$

$$kV^2 = ORT$$

$$2kVdV + ORdT \quad \frac{dV}{dT} = \frac{OR}{2kV}; \quad p = \frac{dV}{dT} = \frac{dV}{dT} \cdot \frac{OR}{2kV} = \frac{OR}{2}$$

$$\text{L. } \frac{3}{2} + \frac{3}{2} OR = 2OR \quad (0 = 1 \text{ моль}) = 2R - \text{ изобаричность.}$$

$$\text{Две точки 1: } p_1 = p_0, V_1 = V_0$$

$$\text{Две точки 2: } p_2 = 3p_0, V_2 = 3V_0$$

$$p_0 V_0 = R T_0$$

$$p_2 V_2 = 3R T_0 \quad \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} = 3 \quad \frac{V_2}{V_0} = 3 \quad V_2 = 3V_0 \Rightarrow p_2 = 3p_0$$

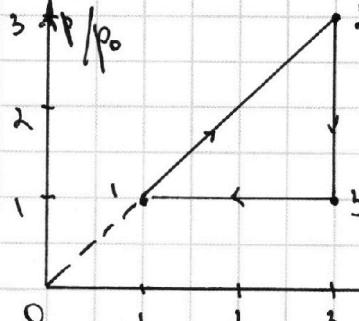
$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{p_2}{V_2} \quad p_2 = \frac{p_0}{V_0} V_2$$

$$\text{Процесс 2-3 - изохоричный } C = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R = 1.5R \Rightarrow \frac{p_3}{p_2} = \frac{p_3}{p_2}$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{3p_0}{9T_0} \quad p_3 = p_0$$

$$\text{Две точки 3: } p_3 = p_0, V_3 = 3V_0$$

$$\text{Процесс 3-1 - изобаричный } C = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R = 2.5R \Rightarrow \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_0}{T_0}$$



$$2) Q = Q_{1-2} \quad Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + A_{1-2}$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} R \cdot 8T_0 = 12RT_0 = 12p_0V_0$$

$$A_{1-2} = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 = 4p_0V_0$$

$$Q_{1-2} = 16p_0V_0 + 16RT_0 = 16,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

$$3) A_{1-2} = \frac{1}{2} A_{1-3} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = p_0V_0 = RT_0, \text{ где } A_{1-2} - \text{ работа циклических}$$

$$\text{работ за 1 цикл, } A_{1-3} - \text{ работа за 3 цикла за 1 цикл } \Rightarrow \frac{25 \cdot 8,31 \cdot 100}{415 \cdot 10} = 10,1 \text{ м} \quad \text{работ за 3 цикла за 1 цикл}$$

$$Mg H \approx N \cdot A_{1-2} = N \cdot p_0 V_0 \quad H = \frac{N \cdot p_0 V_0}{Mg} = \frac{25 \cdot 8,31 \cdot 100}{415 \cdot 10} = 10,1 \text{ м}$$



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.

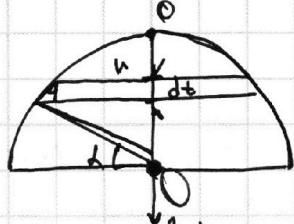
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

5.

$$r = \frac{Q}{4\pi R^2}, r - \text{поверхностная плотность сферы}$$



$A = 4\pi r^2$, $dA = 4\pi r^2 dr$ - работа потока по перемещению заряда

$$dQ \cdot r \cdot 2\pi r dr = \frac{Q}{4\pi R^2} \cdot 2\pi r^2 \cdot R \cos \theta \cdot \frac{dr}{\cos \theta} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{dr}{R}, \text{ где } v_0 - \text{скорость частицы в точке } O. \text{ Для больших расстояний от поверхности можно принять за материальную точку.}$$

1) $\frac{m}{r} = \frac{1}{r}$ - потен. энергия вращающейся, если $v \gg R$, то $\frac{1}{R} \ll \frac{1}{r} \rightarrow \frac{1}{r}$

2) Наполним полусферу второй величиной, то есть начальная плотность

внутри неё равна 0. Итого имеем следующий вывод, что

$A_{in} = A_{out}$, где A_{in} -работа сил электростатического потока поверхности по перемещению заряда в точке A в O и из O в C

$$A_{in} = K \cdot \frac{V_c^2}{2} = K \cdot \frac{q^2}{2} \cdot \frac{\pi R^2}{m} = \frac{K q^2}{m} \cdot \frac{\pi R^2}{2}$$

$$1. \frac{dq}{dr} = \frac{K q Q}{r^2}$$

$$\frac{dq}{dr} = \frac{K q Q}{r^2} \cdot \frac{dr}{v} = \frac{K q Q}{v r^2}$$

$$\frac{dq}{dr} = \frac{K q Q}{v r^2} \cdot \frac{dr}{r} = \frac{K q Q}{v r^3}$$

$$\text{Отсюд. 2. } V_c = 2 \sqrt{\frac{K}{m}} \left(K + \frac{q Q}{8\pi\epsilon_0 R} \right)$$

$$1. V = \sqrt{\frac{2}{m}} \left(K + \frac{q Q}{8\pi\epsilon_0 R} \right)$$

$$1) dq = \frac{K q Q}{r^2} dr = \frac{K q \cdot 2\pi r^2 R dr}{R^2} = K q \cdot 2\pi r^2 \frac{dr}{R}$$

$$= K q \cdot 2\pi R dr - потенциал полусфера$$

$$U = K q \cdot 2\pi R - потенциал в центре полусферы$$

$$U_i = K + q K \frac{2\pi R}{4\pi\epsilon_0 R} = K + q \cdot \frac{2\pi R Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$= K + \frac{q Q}{8\pi\epsilon_0 R} = \frac{m V^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{m}} \left(K + \frac{q Q}{8\pi\epsilon_0 R} \right)$$



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**.

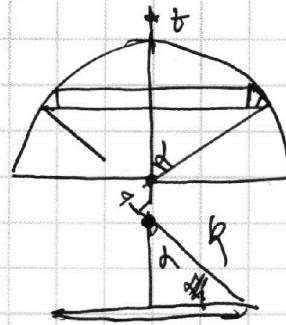
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

Черновик:

$$dF = R \cdot \frac{kg}{m^2}$$



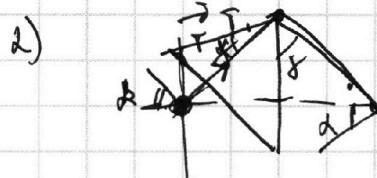
$$\cos\theta = \frac{z}{R}$$

$$R_t = \frac{R}{\sqrt{1 + \left(\frac{z}{R}\right)^2}} = \frac{R}{\sqrt{1 + \tan^2\theta}} = \frac{R}{\sec\theta}$$

$$dW_p = g A_t dz$$

$$dW_p = g A_t \frac{dz}{R} = g A_t dz$$

$$dW_p = g A_t \frac{dz}{R}$$



$$mg$$

$$a_1 = \frac{dx}{dt} = \frac{dz}{dt} = \frac{dz/dt}{dx}$$

$$0 = mg dh - mg dh + \frac{m}{2} + \frac{m}{2}$$

$$a_1^2 = \frac{dz}{dt} = \frac{2g dt}{z}$$

$$A_t = \frac{\pi R^2}{4} dz \quad W_p = \frac{mg}{v}$$

$$dg = G \cdot 2\pi v \frac{dz}{sin\theta} = G \cdot 2\pi R dz$$

$$n = R \sin\theta$$

$$dF = \frac{kg}{R^2}$$

$$dF_t = dF \cos\theta = \frac{kg}{R^2} \frac{z}{z} = \frac{kg}{R^2} = 18.17$$

$$12 \text{ kg} \frac{G \cdot 2\pi R}{R^2}$$

$$F_t = \frac{G \cdot 2\pi R}{R^2} = \frac{G \cdot 2\pi R}{4\pi E_0} = \frac{G}{4E_0} = \frac{G}{480} = \frac{14}{140} = \frac{1}{10}$$

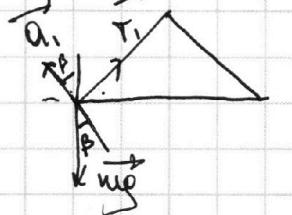
$$16 \cdot 3 = 48$$

$$\frac{16 \cdot 3}{12 \cdot 6} = \frac{18}{18} = 1$$

$$1 = \frac{1}{2} - 0$$

$$g dh = \frac{1}{2} \rho A$$

$$g dh = \frac{1}{2} \rho A$$



$$a_1 = a_2$$

$$a_1 = a_2$$



$$mg dh = \frac{3}{2} \rho A$$

$$g dh = \frac{3}{2} \rho A$$

$$dh =$$

$$\rho^2 = \frac{3}{2} g dh$$



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 type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\lambda \approx 30^\circ \quad 16 \cdot 8,51 \cdot 200 \approx 32 \cdot 851$$

$$\begin{array}{r} 851 \\ \times 31 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 851 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \end{array}$$

$$Q = 26592$$

$$\begin{array}{r} 2493 \\ \times 1662 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$H = \frac{15 \cdot 8,51 \cdot 200}{83 \cdot 851} = \frac{251}{83}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 83 \\ \hline 851 \end{array}$$

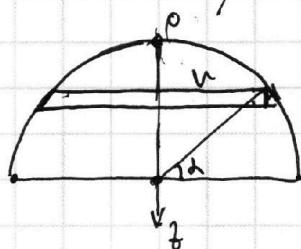
$$\begin{array}{r} 15 \cdot 8,51 \cdot 200 \\ \hline 415 \cdot 10 \\ - 851 \times 10 \\ \hline 100 \\ - 83 \\ \hline 170 \end{array} = \frac{59 \cdot 831}{415} = \frac{831}{83}$$

$$ma = \frac{Wa}{R^2}$$

$$W_p = gL \quad L = 30^\circ$$

$$2. \text{ Доказать } A_1 = A_{A0} \quad A_{00} = -A_{A0}$$

$$A_{A0} = -W_1 + W_2 \quad W_1 = gL \quad W_1 - W_2 = 0$$



$$dU = \frac{W da}{R} = \frac{W \cdot \Gamma \cdot 2\pi R d\alpha}{R} = W \Gamma \cdot 2\pi d\alpha$$

$$\frac{l}{R} = \frac{l}{R} = \frac{W \cdot R}{R} \times \frac{R}{R} = \frac{1}{R}$$

$$W + \frac{gQ \cdot 4\pi R}{8\pi G \epsilon_0 R^3} = W + \frac{gQ}{8\pi \epsilon_0 R^2}$$

$$d\alpha = \Gamma \cdot 2\pi R \frac{dt}{R} = \Gamma \cdot 2\pi R dt = \frac{Q}{W R^2} \cdot R dt = \frac{Q}{2R} dt$$

$$Q = \frac{KdQ}{R} = K \cdot \frac{Q}{2R^2} dt$$

$$Q = \frac{WQ}{LR} = \frac{Q}{8\pi \epsilon_0 R}$$

$$W_p = \frac{gQ}{8\pi \epsilon_0 R}$$