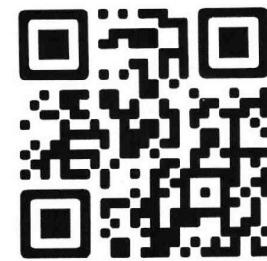


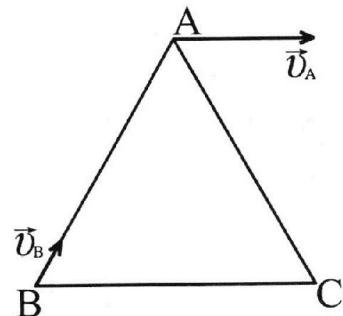
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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



$$97 = 3$$

1. Найдите модуль v_A скорости вершины А.

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

Пчела массой $m = 120 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины С.

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.

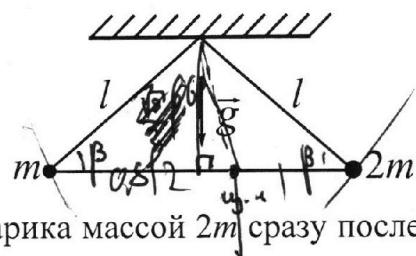
1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2 \text{ м}$ фейерверк летел со скоростью $V = 6 \text{ м/с}$? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

$$\frac{V^2}{2g}$$

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20 \text{ м/с}$. 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 $m = 90 \text{ г}$ и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарики находятся 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 08 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ \times 30 \\ \hline 7680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 156 \\ \times 300 \\ \hline 46800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1056 \\ - 468 \\ \hline 588 \end{array}$$



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 10-04

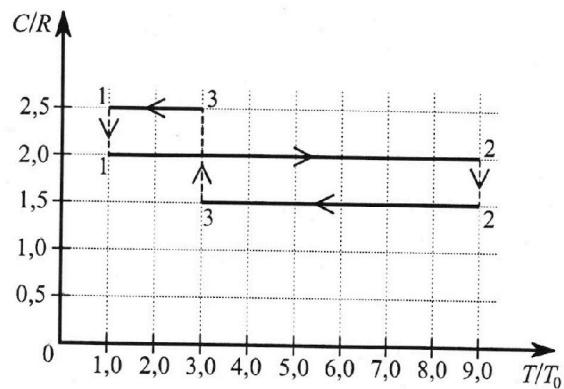
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400 \text{ кг}$ за $N = 20$ 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.



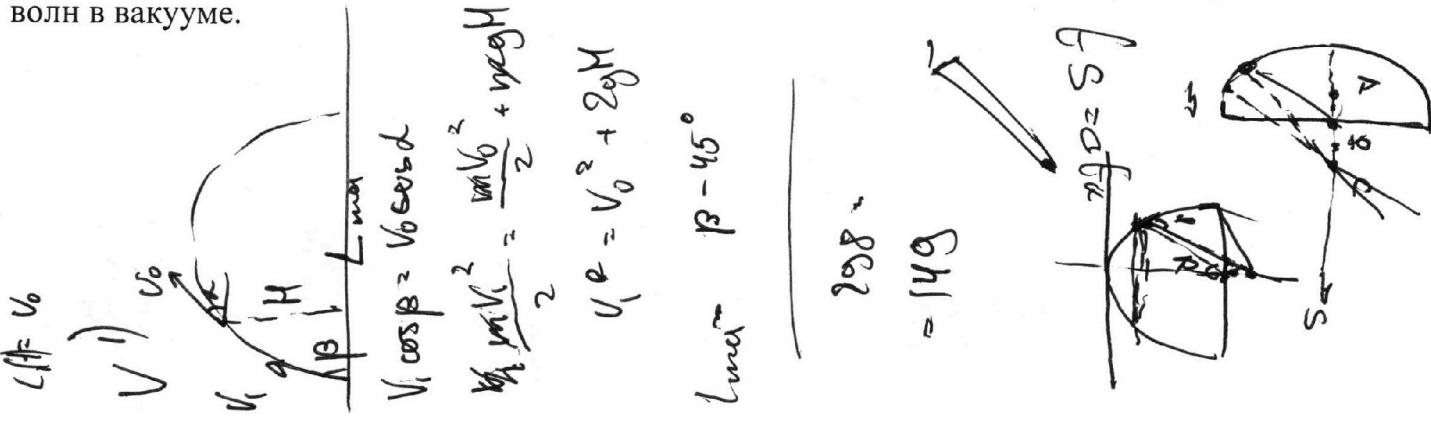
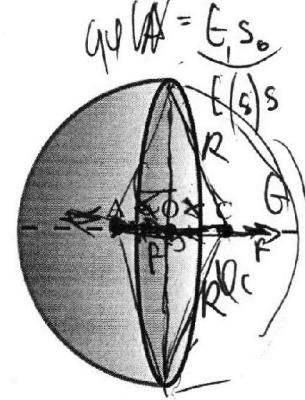
$$F = \frac{1}{d}$$

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 большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .

1. Найдите скорость V_0 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.



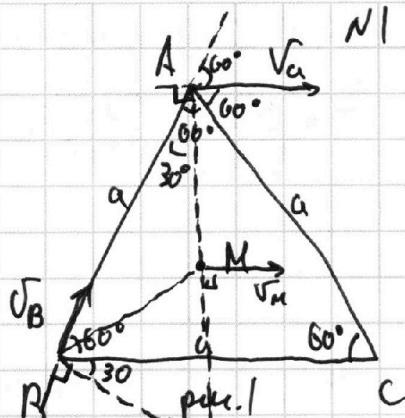


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$U_B = 0.4 \text{ м/с}$$

$$AM = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\omega = 0.4 \text{ м/с}$$

• высота в р/с градус.

$$h = a \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

Решение:

- 1) $\triangle ABC$ - р/с (по ум.) \rightarrow все углы в нем по 60° .
- 2) $\triangle ABC$ - твердое тело \rightarrow если соединить где-то точки, то их скорости - проекции на эту прямую будут равны, геометрически "папочки" \Rightarrow рассмотрим AB : $U_B = U_A \cos 60^\circ \rightarrow$

$$\Rightarrow U_A = \frac{U_B}{\cos 60^\circ} = \frac{2U_B}{1} = 0.8 \text{ м/с}$$
- 3) центр масс у р/с треугольника (сплошного) находится в точке пересечения медиан (т.М на рис. 1)
- 4) найдем на картинке линейный центр вращения (т.О) - если соединить любую р/треуг. с т.М то вектор скорости будет \perp ему
 \Rightarrow т.О - МНВ $\Rightarrow U_M = \omega \cdot OM$, а $\omega = \frac{U_B}{OB} = \frac{U_B}{a \operatorname{tg} 30^\circ} =$
 $= \frac{0.4}{0.4 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \times 1/\text{с} \quad | \Rightarrow U_M = \sqrt{3} \cdot OM$
 $\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{1}{2\sqrt{3}}$
- 5) заметим, что $AM = BM$ $\triangle OBA$ - прямогольный \rightarrow
 $\Rightarrow OM = AM = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}a}{2} = \frac{\sqrt{3}a}{3} \text{ м} \rightarrow (U_M = \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}a}{3} = 1 \text{ м/с}) = 0.4 \text{ м/с}$
- 6) перейдем в систему отсчета центра масс $\Rightarrow U_A' = U_A - U_M =$
 $= 0.8 \text{ м/с} - 0.4 \text{ м/с} = 0.4 \text{ м/с} \Rightarrow$ в этой (O) точке O будет



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.

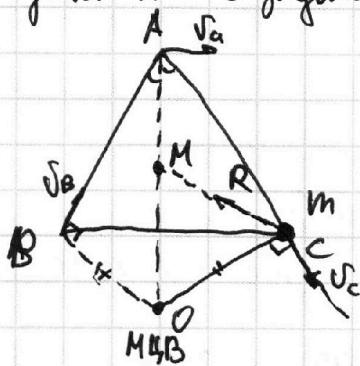
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

Кругится вокруг ц.и со скоростью $\vec{U}_a' = 0,4 \text{ м/с}$ по окружности с радиусом $R = AM = \frac{3}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{\sqrt{3}}{3}a$ $\Rightarrow T = \frac{2\pi R}{\vec{U}_a'} = \frac{2\pi \sqrt{3}a}{3 \cdot 0,4} = \frac{2\sqrt{3}\pi a}{3 \cdot 0,4} = \frac{2\sqrt{3}\pi a}{1,2} = \frac{2\sqrt{3}\pi a}{1,2} \text{ с}$

Решение №3 В задаче:



чуть массы частицы = M и по ус. $M \gg m$.

1) \Rightarrow скорость \vec{V}_c направлена вдоль AC и $V_c = V_B$, т.к. $OC = OB$ (по симметрии)
"0,4 м/с"

2) \Rightarrow средняя часть все движется по \vec{U}_c , т.к.
 $M \gg m \rightarrow$ можно тоже считать, что она

движется сейчас по окружности радиусом $R = OC = a \sin 60^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}$

3) Рассмотрим, что в системе $C.M$ треугольника и частицы их общий ц.м. находится также $B \in M$, т.к. $M \gg m$ (по ус.) \rightarrow Важно
треуг. движется равномерно вокруг a при переходе в эту CO
модуль R не изменяется, а она будет находиться в $i.M$, т.к.

модуль скорости горизонтального угла $\vec{U}_c' \rightarrow R = m \frac{U_c'}{|MC|} \rightarrow$

$$|\vec{R}| = m \frac{U_c'}{|MC|}, \text{ где } \vec{U}_c' = \vec{U}_c - \vec{U}_M$$

покажем, что $U_c = U_B = U_m \Rightarrow$

\rightarrow из геометрии рисунка: $|\vec{U}_c'| = |\vec{U}_c| = 0,4 \text{ м/с}$, а

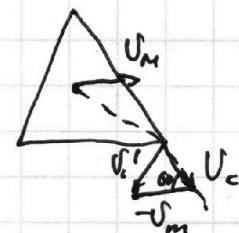
$|MC| = \frac{\sqrt{3}}{3}a$ из прег. кругов и симметрии

$$\Rightarrow |\vec{R}| = m \frac{U_c'}{\frac{\sqrt{3}}{3}a} = 0,12 \frac{0,4}{0,4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = (0,12 \cdot \sqrt{3}) \text{ Н}$$

Одн.: 1) $U_a = 0,8 \text{ м/с}$

3) $|\vec{R}| = (0,12 \cdot \sqrt{3}) \text{ Н}$

2) $T = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$



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

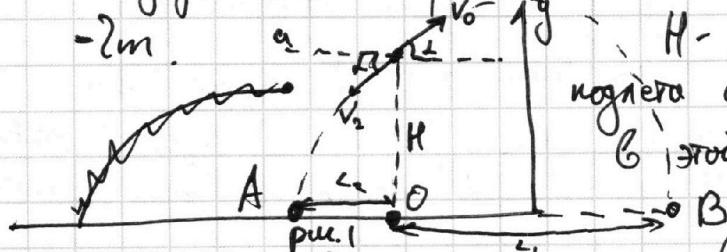
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 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!

N2

- Маршрут с фейерверком 2. Допускаю что умею знать Н. Гдечко пишет эти две осколки равны по т \Rightarrow масса всего фейерверка:



Н - это максимальная высота полета фейерверка \Rightarrow его скорость в этой точке = 0 по оси y.

- 1) Рассмотрим первый осколок полета вправо под углом α к горизонту (не зная обобщости), где его скорость $= V_0$ (по усл.)

- 2) рассмотрим систему: 2 осколка: а) в начальный момент (на рис. 1) их общий импульс = 0

$$\Rightarrow \text{из ЗСИ: } \vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2, \text{ где } \vec{p}_2 - \text{импульс второго осколка} \Rightarrow$$

$$\vec{p}_1 = -\vec{p}_2 \Rightarrow |\vec{p}_1| = |\vec{p}_2| \Rightarrow |V_1| = |V_2| = V_0, \text{ где они противоположны.}$$

т.к. $m_1 = m_2 = m$

и поэтому $\vec{p}_1 = m\vec{V}_0 \rightarrow$

- 3) \Rightarrow второй полет в другой начальной (одинаковой) а) (рис. 1) под углом α

- 4) ~~неправильный второй полет~~: ~~Изменение скорости~~ Вспомним про теорему о гравитации Ферма

- 4) Заметили одну вещь в задаче - как я умею писать в п. 2 и 3: скорости 2-ух осколков будут равны по модулю и противоположны по направлению, то

- ! Графически двух осколков однозначно! должна получиться парабола, если бы из Т.А запустили осколок.



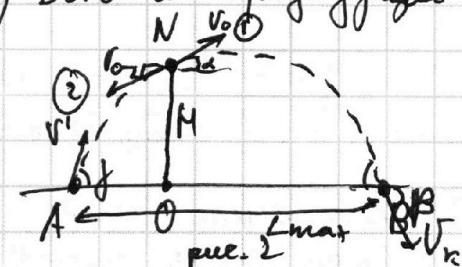
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

5) Докажем предыдущее утверждение:



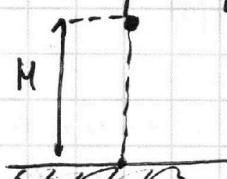
груз №① полетел вправо по параллеле и прижалась к Г.В с какой-то скоростью V_k под углом β к горизонту \Rightarrow

если из Г.В идет влево осколок со скоростью V_k и под углом β , то из-за обратимости процесса в ЗСЭ и ЗСИ, то есть N от ската будет иметь скорость V_0 под углом β к гор.., то идет в другую сторону, т.к. осколок полетел бы вправо по той же самой траектории \Rightarrow
 \Rightarrow траектория осколка ② совпадает с траекторией движения осколка ①

6) Из $L_{\max} = AB$ и это то же самое если из т. А за гусить осколок под углом γ со скоростью V_1' , то по условию сказано, что $L = \max$ $\Rightarrow AB = \max \Rightarrow$
 $\Rightarrow \gamma = 45^\circ$, а $L_{\max} = \frac{V_1'^2 \sin 90}{g} = \frac{V_1'^2}{g}$

7) из ЗСЭ и из ЗСИ: $\frac{mV_1'}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + mgH \Rightarrow V_1'^2 = V_0^2 + 2gH$
 $\Rightarrow L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g}$

• Теперь вернемся к пункту n 1 в задаче:



по условию движение летят вертикально \Rightarrow
 из ЗСИ: $\frac{mV^2}{2} + mgh = mgH$, т.к. на высоте H скорость = 0, т.к.
 $\Rightarrow H = h + \frac{V^2}{2g} = 14,2 + \frac{36}{20} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$ $H = \max \text{ высота}$

\Rightarrow Из $L_{\max} = \frac{400 + 2 \cdot 10 \cdot 16}{10} = 40 + 32 = 72 \text{ м}$

Ошибки: 1) $H = 16 \text{ м}$ 2) $L_{\max} = 72 \text{ м}$

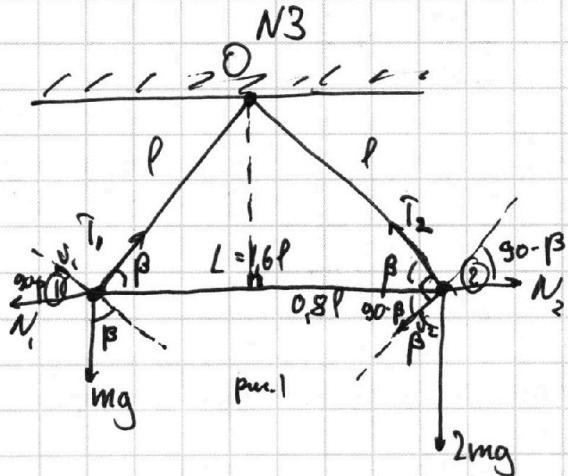


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 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. Рассставим действующие силы на 1 и 2-ой шарик

2. $N_1 \neq N_2$, где N_1 и N_2 - сила реакции от стержня и они направлены вдоль самого стержня.

3. Поймём, что когда мы допускаем эту систему, то 1-ый и 2-ой шарик

перчат гибнется по окружности радиусом $R = l$, вокруг т.О (рис.1)

4. найдем угол β (рис.1) $\Rightarrow \cos \beta = \frac{0.8l}{l} = 0.8 \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 0.6$

$$5. \rightarrow a_{n_2} = \frac{T_2 - 2mg \sin \beta - N_2 \cos \beta}{2m} ; a_{n_1} = \frac{T_1 - mg \sin \beta - N_1 \cos \beta}{m} \quad (1)$$

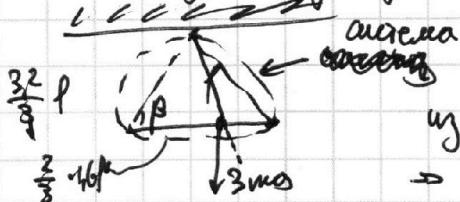
$$a_{\tau_2} = \frac{2mg \cos \beta - N_2 \sin \beta}{2m} = a_{\tau_1} = \frac{N_1 \sin \beta - mg \cos \beta}{m} \quad (2)$$

6. Решить шариков так что при движении будет

Поймём, что это так, что $a_{\tau_2} = a_{\tau_1}$ (интегрирование) учредим равенства, т.к. все скорости в любой момент времени должны быть равны из-за уравнения начальных: $V_1 \cos \sin \beta = V_2 \sin \beta \Rightarrow$
 $\Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow a_{\tau_1} = a_{\tau_2}$

7. Согласно $a_{n_1} = a_{n_2}$, т.к. $a_n = \frac{V^2}{R}$, а $R_1 = R_2 = l \Leftarrow V_1 = V_2$ времена

8. Теперь рассмотрим центр масс системы: 1 шарика + стержень + мячики \Rightarrow Силы взаимодействия стержня (реакции отпоры) и силы тяжести этих стоят векторно \Rightarrow
 \Rightarrow ре. у. будет действовать 1 внешняя сила = 3mg:



Ч.М тоже будет гибнуть по окружности

с радиусом. Расс
из. геор. кинемат. $R^2 = l^2 + \left(\frac{16}{30}l\right)^2 - \frac{32}{30}l^2 \cos \beta$
 $\Rightarrow R^2 = \frac{1056}{900}l^2 - \frac{256}{30}l^2 = \frac{296}{900}l^2 \Rightarrow R = l \frac{\sqrt{296}}{30}$

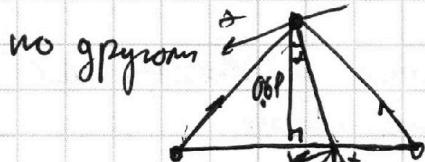


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!



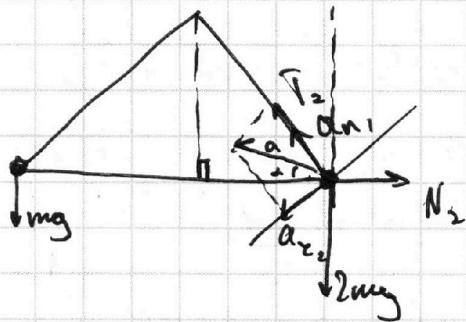
$$\begin{array}{r} \frac{15}{25} \\ + \frac{15}{25} \\ \hline \frac{30}{25} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \frac{25}{225} \\ + \frac{16}{225} \\ \hline \frac{41}{225} \end{array}$$

$$\text{no другом: } \frac{2}{3} \cdot 1,6l - \frac{1}{2} \cdot 1,6l = 1,6l \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{6} \cdot 1,6l = \frac{16}{60} l = \frac{8}{30} l = \frac{4}{15} l$$

$$\rightarrow R^2 = \frac{9}{25} l^2 + \frac{16}{225} l^2 = \frac{97}{225} l^2 \Rightarrow R = \frac{l}{15 \sqrt{97}} \rightarrow$$

Теперь рассмотрим



→ no все → y y-и буде сила.
3mg sin\beta = a_2

$$a_{n1} \sin \alpha = a_{n2} \sin \beta - a_{t2} \cos \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{a_{n1} \sin \beta - a_{t2} \cos \beta}{\sqrt{a_{n1}^2 + a_{t2}^2}}$$

$$\text{у (2): } 2mg \cos \beta - N_2 \sin \beta = 2N_1 \sin \beta - 2mg \cos \beta \rightarrow (4mg \cos \beta = \sin \beta) \times \\ = (N_2 + 2N_1) \quad (3)$$

$$\text{у (1): } T_2 - 2mg \sin \beta - N_2 \cos \beta = 2T_1 - 2mg \sin \beta - 2N_1 \cos \beta \rightarrow$$

$$\rightarrow (T_2 - 2T_1 = 4mg \sin \beta + \cos \beta (N_2 - 2N_1)) \quad (4)$$

Сам ~~ст~~ член у самого стержня будет ускорение буде это оси -
 $a_{n1} = a_{t2} \sin \beta$,

$$a_{\text{полн}} = \sqrt{a_{n1}^2 + a_{t2}^2}$$

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**.

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

$$J = 5 \text{ моль}$$

$$C_V = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{C}{R} = \text{const. т.к.}$$

$$T_0 = 300K$$

N4

1) исходя из: $P_0 V_0 = J R T_0$ \rightarrow разделение на T_0

$$\text{получим: } PV = J R T$$

$$\rightarrow \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{J}{J_0} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{J_0 T}{R} = \frac{Q}{J_0 T R}$$

1. Процесс 1 \rightarrow 2:

здесь ~~из~~ $\frac{C}{R}$ = const при $T \uparrow$ и здесь из графика:

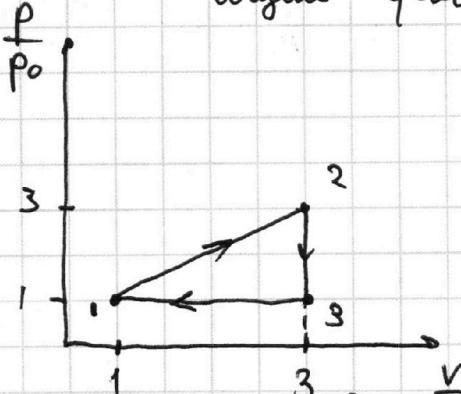
$C = 2R$ \Rightarrow этот процесс в $P(V)$ координатах будет изображаться как прямой отрезок \Rightarrow с положительными коэффициентом наклона

2. Процесс 2 \rightarrow 3: это процесс, где $C = \frac{3}{2}R = C_V$ (по условию аддитивности law) \rightarrow это изобары, а $T \downarrow \Rightarrow P \downarrow$

3. Процесс 3 \rightarrow 1, это процесс, где $C = \frac{5}{2}R = C_P \Rightarrow$ это изодара, где $T \downarrow \Rightarrow$ при $P = \text{const.}$, V должно увеличиваться

↓.

одинакий график буде^т включать law



$$\frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_3} = 1 \cdot 3 = 3$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V_2} = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3$$

$$\frac{V_0}{V_3}$$

здесь масштаб не соответствует $\frac{V_0}{V_3}$ \Rightarrow см. другой зп.



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 checked="" 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!

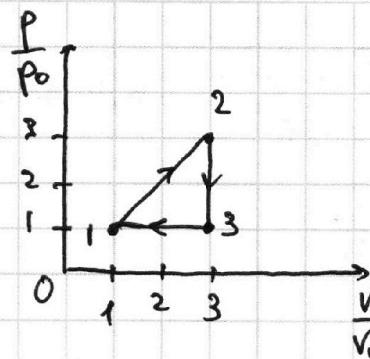


График №2

$$A_{\text{цикл}} = A_1 - \pi \bar{V} S_{O_{123}} \cdot p_0 V_0 = \\ = \frac{1}{2} 2 \cdot 2 \cdot p_0 V_0 = 2 p_0 V_0, \text{ а } \pi \bar{V}$$

уп-тия состояния №1:

$$p_0 V_0 = \lambda R T_0 \rightarrow A_1 = 2 \lambda R T_0 =$$

$$= 30 \cdot 831 = 24930 \text{ Дж} = A_1$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 30 \\ \hline 24930 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24930 \\ 1280 \\ \hline 12465 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 10 \\ \hline 130 \end{array}$$

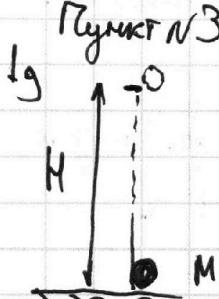


График №3
По условию: $\frac{1}{2} A_{\text{цикл}} = A_{\text{полезная за 1 цикл}}$

$$\Rightarrow A_{\text{полезн за цикл}} = 12465 \text{ Дж} \rightarrow$$

\Rightarrow За $N = 20$ циклов $A_{\text{полезн общ}} = N \cdot A_{\text{п/з}} =$

$$= 249300 \text{ Дж} \Rightarrow \text{это работа подъемника}$$

длиной H от 0 до H при изменении потенциальной энергии тела, где $\Delta E_{\text{пот}} = MgH$

$$\begin{array}{r} 249300 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ \hline 80 \\ 25 \end{array}$$

$$\Delta E_{\text{пот}} = A_{\text{п/з}} \Rightarrow H = \frac{A_{\text{п/з}}}{Mg} = \frac{249300}{4000} =$$

$$= 623,25 \text{ м}$$

Однако:

$$A_1 = 24930 \text{ Дж}$$

$$H = 623,25 \text{ м}$$



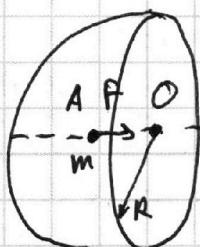
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 3

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

N5



1) найти поверхностное распределение зарядов у полусферы $\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$

2) сила库仑ова отталкивания, действующая на этот заряд вследствие приложенной по

прямой AC

3) Рассмотрим, что по определению потенциальная энергия C точки просирателя, при взаимодействии с точкой A - это работа, которую нужно совершить силе, чтобы увеличить заряд этой точки до бесконечности. В данной задаче надо для C энергию на расстоянии $S > R \rightarrow$ можно считать, что на бесконечности \Rightarrow из $3C \rightarrow \Delta K = A_{\text{спр}}$, а

$$A_{\text{спр}} = -W, \text{ где } W = q\varphi_A, \text{ где } \varphi_A - \text{ потенциал в этой точке } A \Rightarrow \boxed{q\varphi_A = K} \rightarrow \boxed{\varphi_A = \frac{K}{q}} \quad (1)$$

4) Сформировать конус V_0 в т. О.

для этого найдем φ_0 : Рассмотрим маленький участок сферы $\downarrow S$:

a)
 $d\varphi = k \frac{Q dS}{R}$, R у всех равен.

b) $\varphi_0 = \frac{k}{R} \int S_{\text{поверх}} = \frac{k}{R} Q = \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

c) $\Delta \text{Энергетической} = q(\varphi_A - \varphi_0) =$
 $= K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$, а с другой стороны $\Delta \text{Бытия} = \frac{mv_0^2}{2} \rightarrow$

$$\rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$



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.

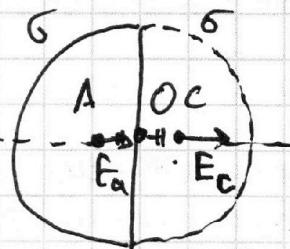
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

5) Теперь найдем V_a : По условию: $AO = OC$, то есть неизвестн

а) предположим к концу OA полусферу такого же сечения, что получилась на схеме фрагма (рис. 3). Пусть она будет иметь поверхностный заряд тоже σ



б) мы знаем, что напряжение поля в

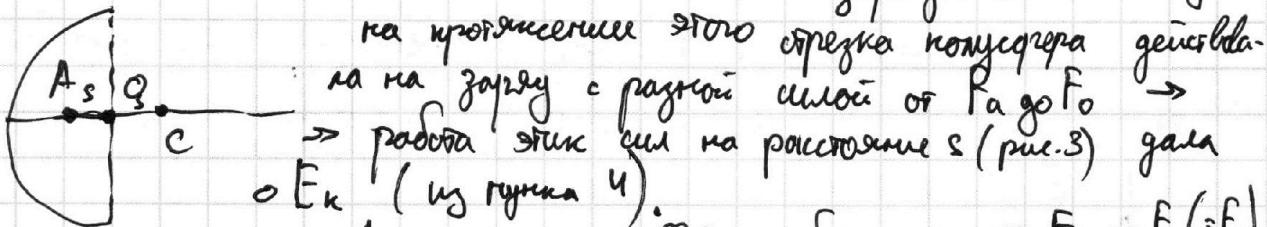
любой точке внутри фрагмы $= 0$, пусть П.С.Н1 создавала в т.С напряжение $E_c \Rightarrow$

П.С.Н1 П.С.Н2 \rightarrow П.С.Н2 должна создавать в т.С E'_c , где $E'_c + E_c = 0$, то $E'_c = -E_c$, то является, что Т.С для П.С.Н2

равнозаряжена, как т.А для П.С.Н1 \rightarrow из индукции (по уш. $AO = -OC$) , то $E'_c = E_a$ - напряжение в т.А от полусферы №1 \rightarrow

$$\Rightarrow E_a = E_{anc} \text{ из (1)} \Rightarrow d\psi = -Edx$$

б) из (1) $F_a = qE_a = F_c = qE_c \rightarrow$ рассмотрим движение заряда от точки А до О,



на проекции этого отрезка полусфера движется на заряд с разной силой от F_a до F_0 ($= F_a$)

на заряд с разной силой от F_a до F_0 ($= F_a$)

на заряд с разной силой от F_a до F_0 ($= F_a$)

на заряд с разной силой от F_a до F_0 ($= F_a$)

на заряд с разной силой от F_a до F_0 ($= F_a$)

\Rightarrow совершается та же работа кулоновских сил, как и та

работа AO . $\rightarrow K_{OC} = K_{AO}$ (изменение кин. энергии та

работа AO равна), а из п. 4: $K_{AO} = \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right) \Rightarrow K_{OC} = \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right)$ \Rightarrow

$$\Rightarrow \text{из 3(1)}, \frac{mV_c^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right) \Rightarrow \frac{mV_c^2}{2} = 2 \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right)$$



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
3 ИЗ 3

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

Отсюда получается, что

$$V_c = \sqrt{\frac{4}{m} \left(k - \frac{Qa}{4\pi E_0 R} \right)} \quad \text{или} \quad V_c = V_0 \sqrt{2}$$



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!