



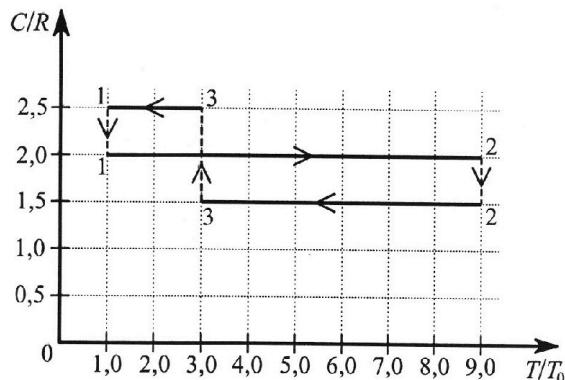
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-04

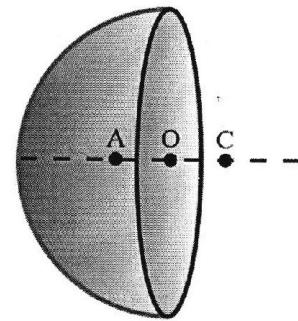
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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, $T_0 = 300 \text{ K}$.



- Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.
- Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?
- 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.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки A, O, C находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка O удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки A стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой AC и на большом по сравнению с R расстоянии от точки O кинетическая энергия частицы равна K.



- Найдите скорость V_O частицы в точке O. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- Найдите скорость V_C частицы в точке C. Точки A и C находятся на неизвестных равных расстояниях от точки O.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

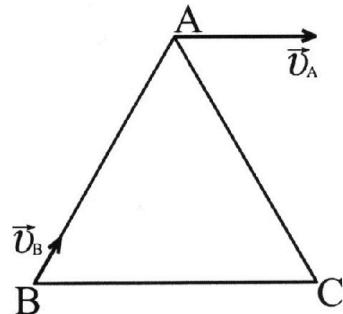


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость \vec{v}_B вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость \vec{v}_A точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

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

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

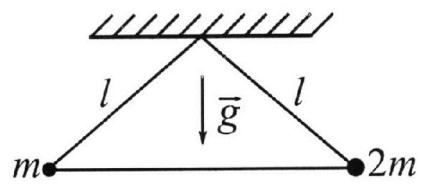
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{\max} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. 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 $g = 10$ м/с².

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

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

СТРАНИЦА
1 из 2

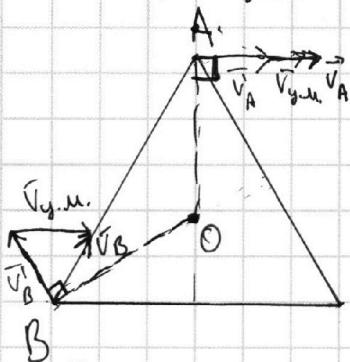
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

По т.о движение у.масс, после того как пластину откнуты, на неё не действуют никакие внешние силы в горизонтальной плоскости, т.е. $\tau_{\text{ум}} = 0 = \sum F_{\text{внеш}}$; $a_{\text{ум}} = 0$. А значит, в (O) центре масс пластина вращается (отн. центра масс). Т.е. скорость любой точки относительно у.масс направлена перпендикулярно радиус-вектору, соединяющему у.масс и эту точку.

1. Обозначим скорости точек A и B отн. у.масс за \bar{v}_A^i и \bar{v}_B^i .
Тогда соответственно, скорость у.масс — $\bar{v}_{\text{ум}}$.

$$\bar{v}_A = \bar{v}_A^i + \bar{v}_{\text{ум}}$$

$$\bar{v}_B = \bar{v}_B^i + \bar{v}_{\text{ум}}$$



O - центр треугольника ABC

При этом с (одн.скорость вращение отн. у.масс) постоеана, то есть, $\frac{v}{R} = \text{const}$, где v - скорость

точки, R - расстояние от у.масс до точки.

O - у.масс, т.к. в р/с треугольнике медианы

пересекаются в центре.

R go A, go B и go C равны, т.е.

$$|\bar{v}_A| = |\bar{v}_B| = |\bar{v}_C| \quad (\bar{v}_C - \text{скорость т.с отн. у.масс})$$

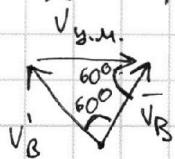
$$\bar{v}_A = \bar{v}_A^i + \bar{v}_{\text{ум}} \text{ и } \bar{v}_B = \bar{v}_B^i + \bar{v}_{\text{ум}}$$

$$\bar{v}_{\text{ум}} = \bar{v}_A - \bar{v}_A^i$$

$$\bar{v}_A \parallel BC, \bar{v}_A \perp OA \text{ (OA} \perp BC \text{, т.е. } \bar{v}_A \parallel BC) \Rightarrow \bar{v}_A \parallel \bar{v}_A^i$$

а значит, $\bar{v}_{\text{ум}}$ сопараллен \bar{v}_A (и \bar{v}_A^i)

$$\text{т.е. } \bar{v}_A = \bar{v}_{\text{ум}} + \bar{v}_A^i$$



$\angle ABO = 30^\circ$ (из симметрии р/с $\triangle ABC$, т.к. BO - медиана, высота и бис-са)

«Тогда угол между \bar{v}_A^i и \bar{v}_B^i равен $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$. (ранее показано, что из-за вращение отн. у.масс \bar{v}_B^i будет перпендикулярно OB)

$\bar{v}_{\text{ум}} \parallel BC \Rightarrow$ угол между $\bar{v}_{\text{ум}}$ и \bar{v}_B^i равен $\angle ABC$ как накр. лежащие при секущей AB и $\bar{v}_{\text{ум}} \parallel BC \Rightarrow$ угол между $\bar{v}_{\text{ум}}$ и \bar{v}_B^i равен 60° , т.е. треугольник из $\bar{v}_{\text{ум}}$, \bar{v}_B^i и \bar{v}_B равносторонний.

$$\bar{v}_B^i = v_B = v_{\text{ум}} = 0,4 \text{ м/с}$$

$$\bar{v}_A^i = \bar{v}_B^i \Rightarrow v_A = v_A^i + v_{\text{ум}} = v_B^i + v_{\text{ум}} = 0,8 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_A = 0,8 \text{ м/с}$

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 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!

2. Найдём угловую скорость ω в CO у.масс. $\omega = \frac{V_{\text{отн.у.масс}}}{R_{\text{до у.масс}}}$

$$V_B' = V_A' = 0,4 \text{ м/с}$$

При этом расстояние ~~до вершины~~ OA:

Проехали медиану/бис-су/вместу OA до перес. с BC, одновременно току H.

$$BH = HC = \frac{1}{2} BC = \frac{1}{2} a \quad (\text{AH-медиана})$$

По т. Пифагора ($\angle AHB = 90^\circ$ AH-высота):

$$AH = \sqrt{AB^2 - BH^2} = \sqrt{a^2 - \frac{1}{4}a^2} = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Медиана в точке пересечения делится в отношении 2:1 от вершины

$$AO = \frac{2}{3} AH = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 \text{ м}$$

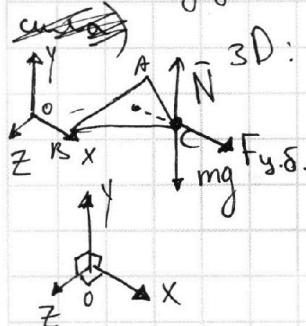
$$\omega = \frac{0,4}{\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4} = \frac{3}{\sqrt{3}} \text{ rad/c}$$

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

Ответ: $\omega = \frac{2\sqrt{3} \cdot \pi}{3} \approx 3,6 \text{ с}$

3. Если т. по сравнению с массой пластины преодолеваемо мало, то можно считать, что ширина пластины после приложения силы не изменился, а значит, скорость пластины не изменилась.

На пластину действует $F_{\text{упр.}}$, \bar{N} со стороны пластины, ~~и сила трения~~



По оси ОX: $mg \sin 30^\circ = N$, т.е. равновесие.

или по ОY: $R_y = 0$.

на горизонт. плоскости действует

Гравитационная и Трение

$F_{\text{упр.}}$ сопротивлена с $\bar{v}_{\text{упр.}}$, т.к.

по ширине пластины движется вправо при поступл. движением у.масс вправо, т.е. $F_{\text{упр.}}$ направлена вправо

$$\text{здесь } R = OC = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 \text{ м}$$

и в условии не дано \Rightarrow предполагаем что $F_{\text{упр.}} = 0$

$$F_{\text{упр.}} = m\omega^2 R = m \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 = 48\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ Н} \approx 81,6 \text{ Н}$$

Ответ: $R = 48\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \text{ Н} \approx 81,6 \text{ Н}$

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

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

1. Запишем ЗСЭ: $\Delta \text{желом} = 0$, действует только $mg \Rightarrow$ нет нач. скош. т.к. масса фейерверка.

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = mgh. \text{ На высоте, где разрывается фейерверк, он достигает наибольшей точки полёта, и его скорость равна } 0 \text{ (занят до скорости } v \text{ направлена вверх, может сразу после } -v \text{ направлена вниз)}$$

$$0H = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2 + \frac{36}{20} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 16 \text{ м.}$

2. Сначала разрыва фейерверка и до падения осколков на землю по т.о движением у.масс: $m_{\text{у.м.}} = \bar{m}$

т.е. у.масс 2-х осколков движутся под действием mg .

~~Из ЗСЭ следует, что шину разрываются из 2-х частей фейерверка в момент времени перед разрывом и прямо после него равны и равны 0, т.к. между этими моментами время равно. Движение осколка может быть только вертикально (вправо-влево) противоположно (движутся вправо).~~

Каждый осколок полетит по параболе

~~д.н.м. = \bar{g} , т.е. у.масс просто падает вертикально вниз~~

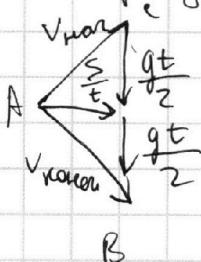
~~Когда осколки упадут, F, возникающие при разрыве, выйдут внутренней же системы из 2-х осколков, т.е. $m_{\text{у.м.}} = \bar{m}$. Если у.масс просто падает вертикально вниз по прямой, то скорости осколков должны в каждый момент времени быть симметричными относительно этой прямой \Rightarrow их траектории симметричны относительно этой прямой \Rightarrow будет свидетельствовать о находящемся макс. дальности полёта с заданной H и v_0 .~~

~~Две прямые полета под углом к горизонту:~~

$$S = v_{\text{гор}} + v_{\text{горер}} \cdot t$$

AH

~~Последний полёт из вершины A, тогда $AH = \frac{L}{t}$, где L - дальность полёта по горизонтали. Последний этого треугольника равен $\frac{1}{2}gt \cdot \frac{L}{t} = \frac{1}{2}Lg$. $L \Rightarrow \max$ при неиздади $\Rightarrow \max$~~



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 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!

Площадь максимума может вычислена как

$v_{\text{наз}} \cdot v_{\text{конек}} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{2}$, где α — угол между $v_{\text{наз}}$ и $v_{\text{конек}}$

Площадь $\Rightarrow \max \Rightarrow \sin \alpha = \max$

$$\sin \alpha = 1 \Rightarrow \bar{v}_{\text{наз}} + \bar{v}_{\text{конек}}$$

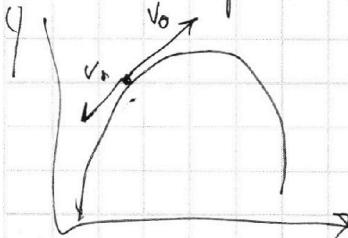
При этом $v_{\text{наз}}^2 = v_{\text{конек}}^2 + 2gh$, если $v_{\text{наз}}$ на h выше, чем конек (из ЗСГ)

$$v_{\text{наз}} = v_1 = v_{\text{наз}}$$

$$\frac{1}{2}Lg = \frac{1}{2}v_1 \sqrt{v_1^2 + 2gh}$$

$$L^2 g^2 = v_1^4 + v_1^2 2gh \text{ при макс. дальности}$$

Используя систему const, т.к. $F_{\text{норм}} = 0$, значит, v вектор остался равен v_0 . И напр. противоположен:



оскалы движутся по параболе

$$v_0^2 = v_1^2 - 2gh \text{ из ЗСГ.}$$

при этом L_{\max} при бросании

из т. на земле со скор. v_1 :

$L_{\max} \leq v_1$ / $h=0$, $v_{\text{наз}}$ и $v_{\text{конек}}$ на горизонт. уровне

$$L^2 g^2 = v_1^2; L = \frac{v_1}{g} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} = \frac{\sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 16}}{10} =$$

$$L_{\max} = \frac{\sqrt{20(20+16)}}{10} = \frac{\sqrt{20 \cdot 36}}{10} = \frac{12\sqrt{5}}{10} = 1,2\sqrt{5} \text{ м}$$

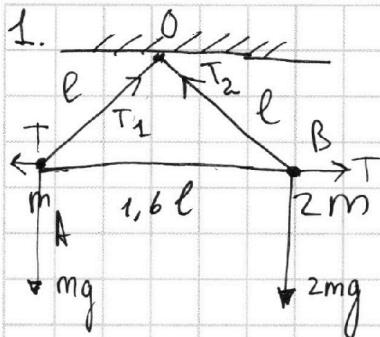
Ответ: $L_{\max} = 1,2\sqrt{5} \text{ м} \approx 2,76 \text{ м.}$



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

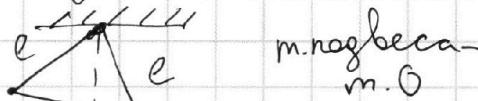


$$m = 90 \text{ г}$$

В исходном

Система после отпускания стремится к новому равновесию

в равновесии ч. масс
насасится на верх.
член проходит через
т. подвеса



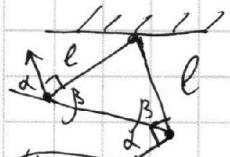
Ч. масс насасится на расст.

$$\frac{m + 2m}{3} = \frac{m}{\frac{2L}{3}} + \frac{2m}{\frac{2L}{3}}$$

от центра тяжести

Но есть. треугольник образ. шариками и т. подвеса, в начне, равен треугольнику в конце (по 3 сторонам). Т.е. "треугольник" насасывает вращаться относительно т. подвеса.

Но знат, что шарик с шариком массой $2m$ насасывает вращение, где его Образцами положение шариков в кажд. момент времени токами A и B для шариков m и $2m$ соответственно, их скорости и ускорение — v_1 и v_2 , α_1 и α_2 соответственно. Проекции v_1 и v_2 на напр. стержень равны по правилу параллелей



это уже следует из перпендикулярности скоростей к нормали

$$\beta + \delta = 90^\circ$$

$$\beta + \delta + 90^\circ = 180^\circ$$

Массы A и B вращаются еди. ч. масс, т.к. расстояние от у.м. до A и до B постоянны.

В кажд. момент времени с их вращением равен (стержень жесткий), т.е. равны $\beta = \frac{\alpha_2}{R}$, R - расст. от у.м. до токи

α_2 - её ускорение, β - ч.м. ускорение

$$\frac{\alpha_{t_1}}{\frac{L}{3}} = \frac{\alpha_{t_2}}{\frac{2L}{3}}$$

Если равны $\omega = \frac{v}{R}$ в кажд. момент времени, то

$$\frac{v_1}{v_2}$$

В начальне $v=0$, м.е. ω начальное = 0, а значит, есть только

одинаковое, направление перпендикульно к при вращению B относительно т. подвеса.

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

СТРАНИЦА
2 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!



Р/Б треугольник $\triangle OAB$

Найдётся Проведём OM - медиану, высоту и биссектрису.

Когда $\angle MBO = 90^\circ - \alpha$,
т.к. $\vec{a}_2 \perp l$, угол
между MB (перпендикулем)
и \vec{a}_2 равен α .

$\angle MOB = 90^\circ - (90^\circ - \alpha) = \alpha$

из $\triangle MOB$:

$$\sin \alpha = \frac{MB}{OB} = \frac{\frac{1}{2}AB}{OB} = \frac{\frac{1}{2}L}{l} = \frac{0,8l}{l} = 0,8$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8$ (пункт 3.)

2. ~~Все точки стержня врачаются относительно центра, так как расстояние от центра до любой точки стержня постоянство. Рассмотрим вращение ч.масс~~

Пока система удерживается силами $F_1, F_2 = T_1$

~~отм. верт. оси, проходящей через центр, $\sum M_{\text{центр}} = 0$,~~

~~т.е. $F_2 \cdot 2mg - F_1 = mg$~~

~~из 2 ЗН на ОХ: $T_1 \cdot \cos \alpha = T_2 \cdot \cos \alpha$~~

~~$T_1 \cdot \cos \alpha - T_2 = T_2 \cdot \cos \alpha - T_1$~~

~~$T_1 = T_2$~~

~~В момент, когда мячко опускается, все силы F_1, F_2~~

~~одновременно $T_1 = T_2 = T_x$.~~

~~Запишем 2 ЗН для мячиков:~~

~~на ОХ и на ОY~~

~~$m a_1 = m a_1 \cdot \sin \alpha + T_x = mg$ ($\sum F = m \ddot{a}$)~~

~~$m a_2 = m a_2 \cdot \cos \alpha$~~

~~на ОХ, параллельные a_1 и a_2 скомбинировано:~~

~~$m a_1 = m g \cdot \sin \alpha$~~

~~$m a_2 = m g \cdot \cos \alpha$~~

~~$T_x = m g \cdot \cos \alpha$~~

a_1 перпендикуляр (из пункта 2)

$\sin \alpha = 0,8$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$

осн. тригонометрические

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

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!

$$\begin{cases} ma_1 = T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha \\ T_1 = T \cdot \sin \alpha + mg \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha \\ T_2 = T \cdot \sin \alpha + 2mg \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$, m.k. в нач. момента времени ~~также~~ ускорение есть только ~~одинаково~~, где стержни ~~перпендикулярны~~ (з/у чл. ускорение) постоянно,

$$ma_1 = 0,6T - 0,8mg$$

$$T_1 = 0,8T + 0,6mg$$

$$a_1 = 2a_2$$

$$\beta = \frac{a_2}{R}, R\text{-расстоян} \text{ь} \text{ от} \text{ центра} \text{ до} \text{ точки,}$$

$$\text{m.e. } \frac{a_{t_1}}{a_{t_2}} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{2L}{3}} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{cases} 2ma_2 = 0,6T - 0,8mg \\ T_1 = 0,8T + 0,6mg \end{cases}$$

$$2ma_2 = 1,6mg - 0,6T$$

$$T_2 = T \cdot 0,8 + 1,2mg$$

$$0,6T - 0,8mg = 1,6mg - 0,6T; 1,2T = 2,4mg; T = 2mg$$

(где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$)

$$\text{1. } 2ma_2 = 0,6 \cdot 2mg - 0,8mg$$

$$2ma_2 = 1,2mg - 0,8mg = 0,4mg$$

$$a_2 = 0,2g$$

$$T = 2mg = 20 \cdot 0,0981 \text{ Н}$$

$$T = 1,8 \text{ Н}$$

$$\text{2. Омбем: } a_2 = 0,2g = 2 \cdot 9,81 \text{ м/с}^2$$

$$\text{3. Омбем: } T = 2mg = 18 \text{ Н}$$

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 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!

$$1. V = 5 \text{ моль} \quad \text{одноком. газ} \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$C_H = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{\delta A + dU}{\delta T} = \frac{PdV}{\delta T} + \frac{dU}{\delta T} = C_V + \frac{PdV}{\delta T}$$

(уп. не сост. изг. газа):

$$PV = \delta RT$$

$$\delta R \delta T = PdV + VdP$$

$$\delta T = \frac{PdV + VdP}{R}$$

$$C_H = C_V + \frac{PdV}{PdV + VdP} R ; C_V = \frac{3}{2} R$$

$$C_H = \frac{3}{2} R + \frac{PdV}{PdV + VdP} R$$

$$6 \text{ процесс } 1-2: C_H = 2R \Rightarrow \frac{PdV}{PdV + VdP} R = \frac{1}{2} R$$

$$PdV = VdP; \quad \frac{dP}{P} = \frac{dV}{V};$$

$$\ln P = \ln V + \text{const}$$

$$\ln P - \ln V = \text{const}$$

$$\ln \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const.} \quad (\text{прямая пропорциональность})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 \cdot V_0 = \delta RT_0 \\ P_2 \cdot V_2 = \delta R \cdot g T_0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 = \frac{P_2}{V_2} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} P_2 = 3P_0 \\ V_2 = 3V_0 \end{array}}$$

6 процесс 2-3:

$$C_H = \frac{3}{2} R = C_V \Rightarrow V = \text{const}, \text{изотермический процесс}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 \cdot V_0 = \delta R \cdot g T_0 \\ P_3 \cdot V_3 = \delta R \cdot 3 T_0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_3 = V_2 = 3V_0 \end{array} \right.$$

$$3V_0 \cdot P_3 = \delta R \cdot 3 T_0$$

$$V_0 P_0 = \delta R T_0$$

$$\boxed{P_3 = P_0}$$

$$\boxed{V_3 = 3V_0}$$



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**.

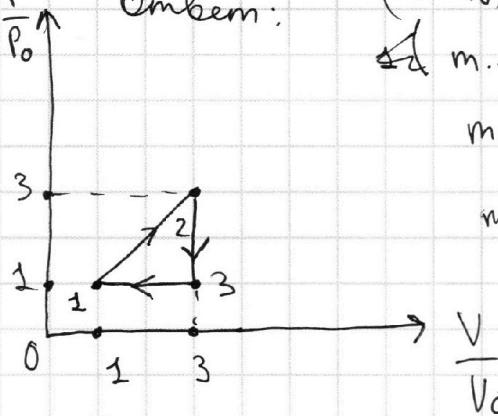
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

Причина б ~~работы~~ \rightarrow (P, V) координатах:

Ответ:



$$\text{m.1 } \left(\frac{P}{P_0} = 1; \frac{V}{V_0} = 1 \right)$$

$$\text{m.2 } \left(\frac{P}{P_0} = 3; \frac{V}{V_0} = 3 \right)$$

$$\text{m.3 } \left(\frac{P}{P_0} = 1; \frac{V}{V_0} = 3 \right)$$

В процессе 3-1:

$$C_V = \frac{\sum R}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{P dV}{P dV + V dP} = 1$$

$$P dV = P dV + V dP$$

$$V dP = 0, V \neq 0$$

$$dP = 0 \Rightarrow$$

изobarный процесс,
 $P = \text{const} \Rightarrow P_3 = P_0$.

2. Работа газа A_1 , равна ~~работы~~ между треугольника $1-2-3$:

$$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} P dV; A_{23} = 0, m.k.dV = 0; A_{31} = - \int_{V_1}^{V_3} P dV$$

$$A_{1-2-3} = \frac{(3P_0 - P_0)(3V_0 - V_0)}{2} = 2P_0V_0 = 2\lambda RT_0$$

$$A_{1-2-3} = 2 \cdot 2\lambda RT_0 = 2 \cdot 5 \cdot 300 \cdot 8,31 = 24930 \text{ дж}$$

Ответ: $A_{1-2-3} = 24930 \text{ дж}$.

3. Аналоги $= \frac{1}{2} A_1 \cdot N$, Аналоги - полная работа перемещающего груз за N циклов

$$MgH = \frac{1}{2} A_1 N \quad (\text{груз перемещ. вертикально, } V=0 \Rightarrow E_{max} = \text{аналог})$$

$$H = \frac{A_1 N}{2gM} = \frac{24930 \cdot 20}{2 \cdot 10 \cdot 400} = \frac{24930}{400} = 62,325 \text{ м}$$

Ответ: $H = 62,325 \text{ м}$



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
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. Обозначим $AO = OC = x$

W_A и W_C - пот. энергии в фаб С соответсв. Аналом = 0
 $E_{\text{нек}} = \text{const}$

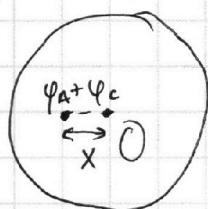
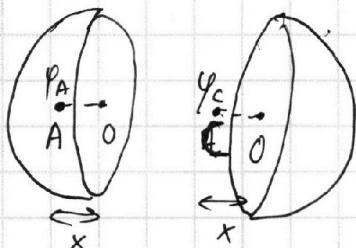
$$W_A = W_C + \frac{mv_c^2}{2}; \text{ при этом } W_A = K.$$

$W_A - W_C = q(\varphi_A - \varphi_C)$ - работа по перемещению заряда из ф. А.

~~Найдём векторы~~

~~Найдём~~ $\varphi_A + \varphi_C = \varphi_{\text{сфера}}$ по принципу суперпозиции + т.к.

A и C лежат на одинак. расст.:



Потенциал внутри сферы:

~~Найдём суммированiem~~ мал.кусочков по-ти сферы:
 $d\varphi = k \cdot \frac{q \cdot dS}{R}$

~~Найдём~~ внутри сферы

$$E = 0 \text{ (из м. Гаусса) } \Phi = E \cdot S \cdot \cos \alpha = 0 \quad \sum d\varphi = k \frac{q}{R} \oint dS = \frac{kQ}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

т.е. φ во всех точках равен $\frac{kQ}{R}$

$$\varphi_A + \varphi_C = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R};$$

$$W_A + W_C = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}; \quad W_A = K \Rightarrow W_C = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} - K$$

$$K = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} - K + \frac{mv_c^2}{2}$$

$$v_c^2 = \frac{4K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R \cdot m}; \quad v_c = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R \cdot m}}$$

$$\text{Ответ: } v_c = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R \cdot m}}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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. ~~Доказать закон распределения~~

Рассчитаем потенциал зарядов полусферы в центре её основания (точка 0, т.к. она равноудалена на R от всех точек полусферы)

Радиусом поверхности сферы как множеством малых пучков плоского dS . Плотность заряда $\delta = \frac{Q}{2\pi R^2} = \frac{Q}{S}$

Он \pm кусочка

$$d\varphi = k \cdot \frac{\delta \cdot dS}{R}$$

Суммируем ~~$\int d\varphi = k \delta \cdot dS$~~ ; $\varphi = R \delta \int dS$

$$\sum d\varphi = \frac{k \delta}{R} \sum dS \Rightarrow \varphi_0 = \frac{k \delta S_{\text{сфера}}}{R} = k \frac{Q}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

W nom. в точке 0. и $E_{\text{кин}}$ в точке 0:

$$W_{\text{ном.}} = q \cdot \varphi_0 = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$E_{\text{кин.}} = \frac{mv_0^2}{2}$$

На большем расстоянии от 0:

$W \sim \frac{1}{L}$, где L - расстояние до заряда, т.е. при L большем:

$W(L) \ll W(R)$ (т.к. $L \gg R$), а значит, можно взять $W(L) = 0$

На L кинетическая равна K.

Из ЗСЭ (на систему не действ. силы, кроме кулоновской, действующие потенциальные, т.е. $F_{\text{неком}} = 0 = \Delta E_{\text{кин}}; E_{\text{кин}} = \text{const}$)

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} = K$$

$$v_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{2qQ}{4\pi\epsilon_0 R m}; v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R m}}$$

$$\text{Объем: } v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R m}}$$



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

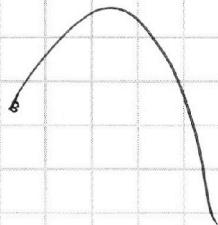
5

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!



$$L^2 g^2 = r_0^4 - 2v_0^2 gh$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \sqrt{\frac{v_0^2 + 2gh}{c}}$$

$$L_{\max} = 2 \cdot \frac{400 + 320}{2 \cdot 6 \cdot \sqrt{5}}$$

$$2 \cdot \frac{400 + 320}{2 \cdot 6 \cdot \sqrt{5}}$$

$$2 \cdot 6 \cdot \sqrt{5}$$

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!

$$\frac{2\pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4}{0,4}$$

$$\times \frac{1,71}{1,71}$$

$$\frac{1,71}{1,71}$$

$$\frac{3,4}{3,14}$$

$$\frac{10,676}{3}$$

$$\begin{array}{r} 1,71 \\ \times 3,14 \\ \hline 5,236 \end{array}$$

$$\frac{1197}{171}$$

$$\frac{171}{171}$$

$$\frac{136}{34}$$

$$\frac{15}{15}$$

$$\frac{3558}{260}$$

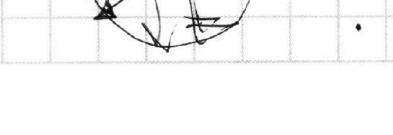
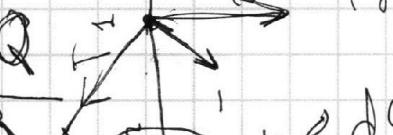
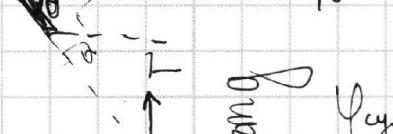
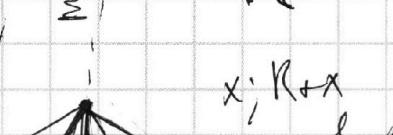
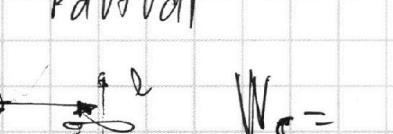
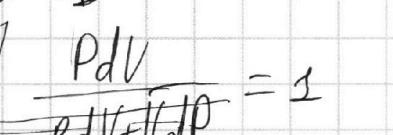
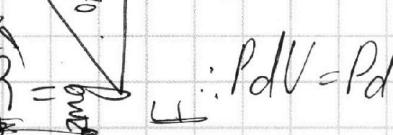
$$\frac{1197}{171}$$

$$\frac{171}{171}$$

$$\frac{102}{102}$$

$$\frac{150}{150}$$

$$\frac{260}{260}$$



$$\times 1,71$$

$$\frac{1,71}{1,71}$$

$$\frac{3,4}{3,14}$$

$$\frac{10,676}{3}$$

$$\begin{array}{r} 1,71 \\ \times 3,14 \\ \hline 5,236 \end{array}$$

$$\frac{1197}{171}$$

$$\frac{171}{171}$$

$$\frac{136}{34}$$

$$\frac{15}{15}$$

$$\frac{3558}{260}$$

$$\frac{1197}{171}$$

$$\frac{171}{171}$$

$$\frac{102}{102}$$

$$\frac{150}{150}$$

$$\frac{260}{260}$$

$$\frac{1$$

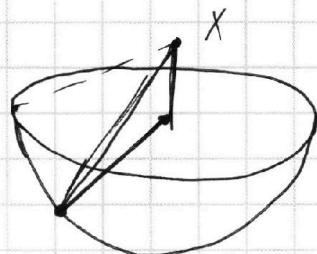


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

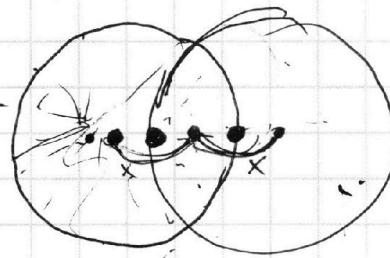
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



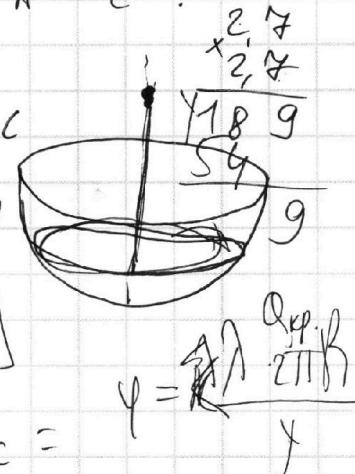
$$W_A = \frac{mv_c^2}{2} + W_C \quad \psi_1 \cos \alpha \neq V_2 \cos \beta$$

$$W_A - W_C = ?$$

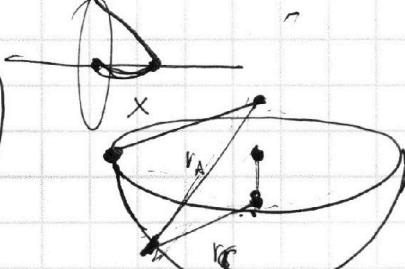
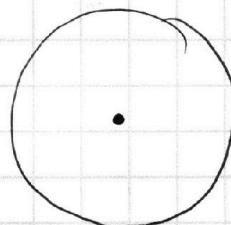
$$W_A + W_C = \varphi_{\text{стаци}} \cdot m_A \sin \theta_{m,C}$$



$$KQX / (x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}$$



$$\varphi = \frac{Q \cdot \varphi_{\text{стаци}}}{4\pi \epsilon_0 r}$$



$$q(\varphi_A - \varphi_C) \quad \begin{matrix} 2,3 \\ 2,3 \\ 6,9 \end{matrix}$$

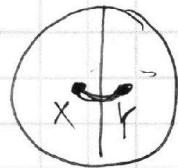
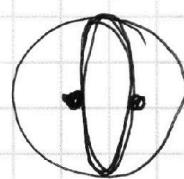
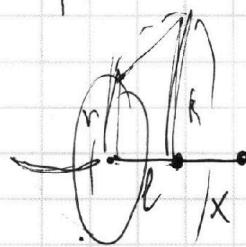
$$kgQ \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_C} \right) \quad \begin{matrix} 4,6 \\ 2,9 \end{matrix}$$

$$E_A - E_C =$$

$$\varphi = R \cdot \lambda.$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0} = 6 \cdot \frac{4\pi \epsilon_0 F}{3,8 \cdot 10^{-9}}$$

$$\frac{R-r_A}{r_A-r_C}$$



$$R-l$$



$$\varphi_x = \varphi_A + \varphi_C$$

$$\varphi_y = \varphi_A + \varphi_C$$

$$W_A = K$$

$$\begin{matrix} 1,2 \\ 2,3 \\ 3,6 \\ 2,4 \end{matrix}$$

$$276$$

