



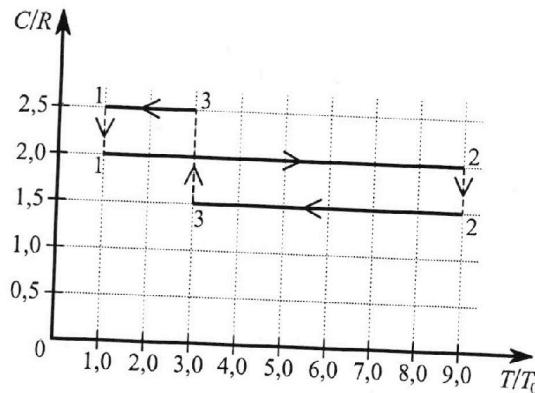
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-04

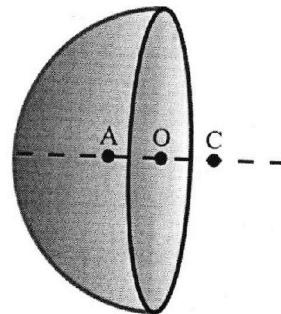
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 5$ моль однотомного 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 $(P/P_0, V/V_0)$, здесь 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.

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.



1. Найдите скорость V_o частицы в точке O. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. 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.



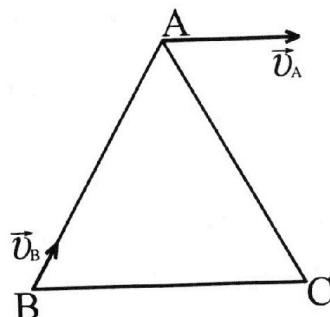
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.

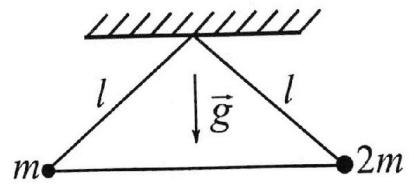


- Найдите модуль v_A скорости вершины А.
 - За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?
- Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины С.
- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
 - Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

- 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.

- Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.
- 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 $L = 1,6l$. Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$\text{Тогда } \omega_{\text{вр}} = \frac{\omega_0'}{OA} = \frac{0,4 \text{ м/c}}{0,4 \text{ м}} \cdot \sqrt{3} = \sqrt{3} \text{ м/c.}$$

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

При переходе в ИСО центра масс синхрония не нарушается, т.к. $M_{\text{ИСО}} \Rightarrow$ мука на движение не влияет.

Найдём ускорение точки Г в С.У.и.

$\vec{a} = \omega^2 \vec{r}$ — равномерное движение по окружности $OC = OA = OB = \frac{a}{\sqrt{3}}$ — сл.бо р/c траектории.

$$|\vec{a}| = \omega^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = 3 \text{ м/c}^2 \cdot \frac{0,4 \text{ м}}{\sqrt{3}} = 0,4 \sqrt{3} \text{ м/c}^2$$

$$F = ma = 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \sqrt{3} = \underline{\underline{48 \sqrt{3} \cdot 10^{-6}}} \text{ Н.}$$

Ускорение зависит только от траектории,

потому ускорение муки равно ускорению

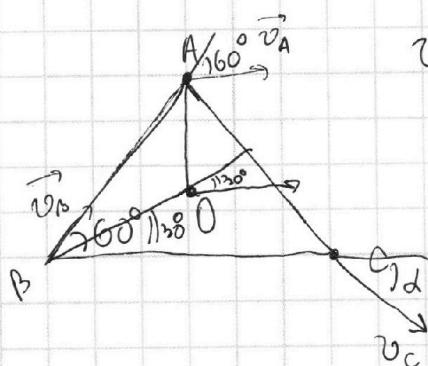
точки С.

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
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!



N1.

$$v_B = 0,4 \text{ м/с} / a = 0,4 \text{ м}$$

Т.к. тело движется, то

$$|\vec{BA}| = \text{const} \Rightarrow d|\vec{BA}| = 0$$

Поэтому скорость движения

скорости точки отрыва на отрезок одинарна
при всех точках отрыва. ABC - пл/c треугольник \Rightarrow

$$\angle(\vec{v}_A; \vec{BA}) = 60^\circ, v_B = v_A \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos 60^\circ}$$

$$v_A = 2 v_B = 0,8 \text{ м/с.}$$

У однородного пл/c тр-ка цг.м. лежит в
геометрическом центре пл-ки.

Аналогично найдём скорость ц.м.

Пр-ция v_A на OA равна 0 $\Rightarrow \vec{v}_o \parallel \vec{v}_a$

$$v_B \cdot \cos 30^\circ = v_o \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow v_o = v_B = 0,4 \text{ м/с}$$

Внешних сил в системе нет \Rightarrow Центр масс
движется равномерно и прямолинейно. В

системе центра масс тело движется прямолинейно
вокруг центра масс.

$$OA = a \cdot \frac{\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}} - \text{об-во пл/c тр-ка.}$$

$$\text{в с.ц.м. } v_a' = \vec{v}_a - \vec{v}_o = 0,4 \text{ м/с, пер-ко OA.}$$



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 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!

N2.

Сгорание топлива инициирует сопротивление воздуха мало, поэтому ареал вертикального действия только потенциальной силы $m\vec{g}$. Вблизи земли $E_n = 0$.

$E_{n_0} + E_{k_0} = E_n + E_k$. Вдали от земли максимальная скорость равна 0.

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{v^2}{2g} \Rightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2 + \frac{36}{20} = 16 \text{ м.}$$

~~$= 16 \text{ м.}$~~ При взрыве инициирует ареал вертикального действия 0, поэтому одна из скоростей равна \vec{V}_0 , а другая с $-\vec{V}_0$, т. к. они имеют одинаковую массу.

Первый \vec{V}_0 имеет $\angle \alpha$ с горизонтом, а $-\vec{V}_0$ сопротивлению $-x$ сопротивляется.

Уравнение движения для оси x :

$$y = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}, y_{\text{кон}} = 0$$

$$x = v_0 \cos \alpha t.$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t - H = 0 \quad \text{выводим отсюда время.}$$

$$\omega = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH \Rightarrow (v_0^2 \sin^2 \alpha)$$

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 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!

Время полета равно, достигнувшись самое высокого
среднего положения \Rightarrow только первое с $(+\sqrt{p})$.

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \Rightarrow$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g},$$

$$t_2 = \frac{v_0 \sin(-\alpha) + \sqrt{v_0^2 \sin^2(-\alpha) + 2gh}}{g} = -v_0 \sin \alpha + \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t, \cos(-\alpha) = \cos \alpha \Rightarrow l_{\max} = x_1 + x_2 =$$

$$= v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}$$

Надо максимизировать l_{\max} .

$y = x^2$ на $[0; +\infty)$ \Rightarrow можно максимизировать l_{\max} .

$$l_{\max}^2 = \frac{v_0^4}{g^2} \left(4 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha + \frac{8gh}{v_0^2} \cos^2 \alpha \right)$$

В этом выражении $(l_{\max}^2)'_{\alpha} = 0$

$$\left(\sin^2 2\alpha + \frac{8gh}{v_0^2} \cos^2 \alpha \right)'_{\alpha} = 0$$

$$2 \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cdot 2 + \frac{8gh}{v_0^2} \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 0$$

$$4 \sin^2 2\alpha \cos^2 \alpha = \frac{8gh}{v_0^2} \sin^2 \alpha$$



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
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!

Производная равна 0, если $\sin 2\alpha = 0$ или

$$\cos 2\alpha = \frac{2gH}{v_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 76}{400} = \frac{4}{5}$$

При дроби $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$.

$$\sin 2\alpha = 0 \Rightarrow 2\alpha = \pi k \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \cdot k$$

$$\cos 2\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{1 + \cos^2 \alpha}{2}} = \frac{3}{\sqrt{10}} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{\sqrt{10}}$$

При $\alpha = \frac{\pi}{2}$ бросок вверх с высоты $\Rightarrow h = 0 - 60$

максимально.

$$L = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$L(0) = \frac{2v_0}{g} \sqrt{2gH} = 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 76}{10}} = \frac{160}{\sqrt{5}} \text{ м}$$

$$L(\arcsin(\frac{1}{\sqrt{10}})) = \frac{2 \cdot 20 \cdot 3}{10 \cdot \sqrt{10}} \cdot \sqrt{400 \cdot \frac{1}{10} + 2 \cdot 10 \cdot 6} =$$

$$= \frac{12}{\sqrt{10}} \cdot \sqrt{400 + 320} = 12 \cdot \cancel{20} \sqrt{\frac{360}{10}} = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м}$$

$$(L(0))^2 = \frac{160^2}{5} = \frac{25600}{5} = 5120 \quad \Rightarrow L_{\max} = 72 \text{ м.}$$

$$72^2 = \frac{72 \cdot 72}{74 \cdot 4} = 5184 > 5120$$

$$+ \frac{50 \cdot 4}{5184}$$

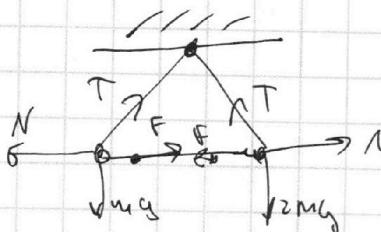


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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



№3.

В начале ветка „стягивалась“
стремясь, после отпускания ок-
не может разойтись тянут ее
себе назад, поэтому шарик будет

остановиться на якоре \Rightarrow шарик будет вспомогательно
по окружности сценарии в том же положении
и радиусом l .

Три действия по окружности ускорение
состоит из нормального $a_n = \frac{\omega^2}{l}$ и танген-
циального $a_t = \frac{d|\vec{v}|}{dt}$. В начале шарик
помешалась, после отпускания они же
приятно движению $\Rightarrow \frac{\omega^2}{l}$ очень мало, т.к.

$v \rightarrow 0$. Тогда ускорение будет только
тангенциальное и оно направлено по
касательной к траектории, т.к. перенесен-
ную вправо.

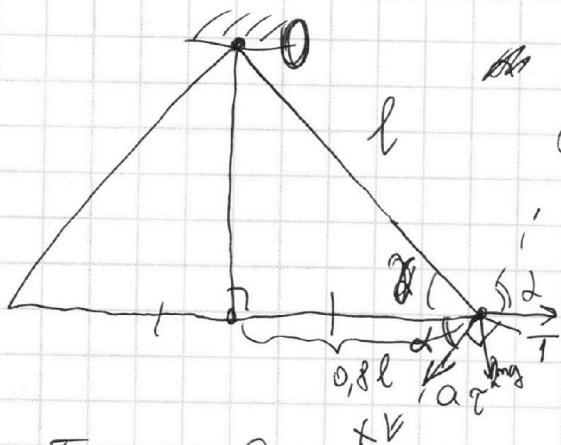


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\cos \alpha = 0,8.$$

Угол между горизонтом и
ускорением равен $90^\circ - \alpha$.

$$\sin \alpha = \cos \alpha = 0,8.$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

Точка O - точка приложения силы к погоне.

Уп-е моментов внешних сил относительно O:

$$M_s = M_1 + M_2 = 2mg \cdot 0,8l - mg \cdot 0,8l = 0,8mg \cdot l.$$

$$M = I \cdot \varepsilon, \quad I_s = I_m + I_{2m} = m \cdot l^2 + 2m \cdot l^2 = \\ = 3m \cdot l^2$$

$$\varepsilon = \frac{M}{I} = \frac{0,8mg \cdot l}{3m \cdot l^2} = \frac{8g}{30l}.$$

$$a_{2m} = \varepsilon \cdot l = \frac{8g}{30} = \underline{\underline{\frac{8}{3} \text{ м/с}^2}}.$$

2. Задача 6 приведена на ось, перпендикулярную, силу шарика 2м:

$$2ma = 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha \Rightarrow$$

$$T = \frac{2m(g \sin \alpha - a)}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot 0,09 \cdot (10 \cdot 0,8 - \frac{8}{3})}{0,6} = \\ = \frac{0,78 \cdot 16}{0,6} = \underline{\underline{1,6 \text{ Н.}}}$$



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 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!

Температура газа на участке не меняется
от температуры \Rightarrow все проходит в одинаковом

изменении. Уп-е показывает: $PV^{\gamma} = \text{const}$

$$\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}, \text{ где } C - \text{температура процесса,}$$

$C_p = \frac{5}{2}R$ для однокомпонентного, $C_v = \frac{3}{2}R$ для однокомпонентного.

$$1-2: \cancel{\gamma = 2} \quad C = 2R \Rightarrow \gamma = \frac{2-2,5}{2-2,5} = -1$$

$$2-3: \quad C = 1,5R \Rightarrow \gamma = \frac{1,5-2,5}{1,5-1,5} \rightarrow \infty$$

$$3-1: \quad C = 2,5R \Rightarrow \gamma = \frac{2,5-2,5}{2,5-2,5} = 0$$

$$1-2: \quad \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow P = \text{const} \cdot V - \text{прямая пропорциональность.}$$

$$2-3: \quad PV^{\alpha} = \text{const} \Rightarrow \text{изобары.}$$

$$3-1: \quad P = \text{const} \Rightarrow \text{изотермы.}$$

Температура пропорциональна произведению изобары Точки на графике $P(V)$.

$$\text{На 1-2} \quad T_u/T_0 = 3 \Rightarrow P_u/P_0 = V_u/V_0 = 3$$

$$\text{На 2-3} \quad T_u/T_0 = \frac{1}{3} \Rightarrow P_u/P_0 = \frac{1}{3}$$

$$\text{На 3-1} \quad T_u/T_0 = \frac{1}{3} \Rightarrow V_u/V_0 = \frac{1}{3}$$

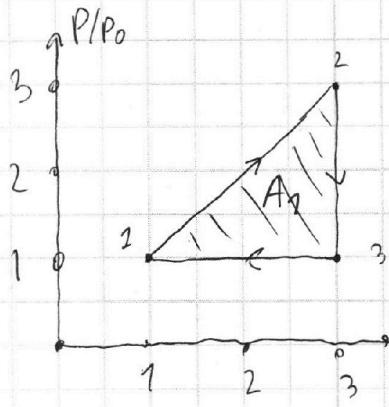


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$\nabla R T_0 = P_0 V_0 \Rightarrow P_0 V_0 = 5 \cdot 8,31 \cdot 300 = \\ = 15 \cdot 831 = \cancel{12} 465 \text{ Dm}$$

A_1 - площадь под графиком

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 P_0 \cdot 2 V_0 = 2 P_0 V_0 = \\ = 24930 \text{ Dm}$$

$$\eta = 0,5 ; A_{\text{зона}} = N A_1 \quad // \quad A_{\text{площади}} = M g H$$

$$\cancel{\eta} 2 \cdot N \cdot A_1 = M \cdot g H \Rightarrow H = \frac{\eta \cdot N \cdot A_1}{M g} = \frac{10 \cdot 24930}{4000}$$

$$H = 62,325 \text{ el.}$$



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

СТРАНИЦА
1 из 5

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

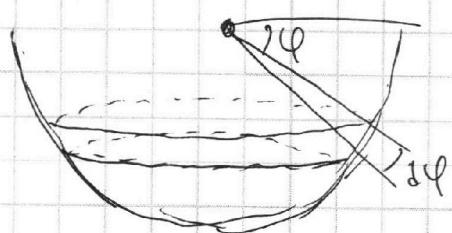
Пусть $AO = OC = d$. Тогда потенциал точек A, O, C одинаков $\varphi = 0$.

Т.к. ~~поле~~ гравитации отличается от сферы, то Q и Q одного знака, т.к. они "+".

Для потенциала работает принцип суперпозиции. Втоое $\Phi = \frac{k \cdot dQ}{R}$

потенциал от каждого шара сферы пропорционален заряду шара $\Rightarrow \Phi_0 = \frac{kQ}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

Гарбей сферу на расстояние $d\Phi$:



Заряд единой полоски равен $\frac{dS}{2\pi R^2} \cdot Q$, т.к. площадь полоски $2\pi R^2$.

$$dS = 2\pi R \cos\varphi \cdot R \cdot d\varphi.$$

Т.к. A и C на оси симметрии сферы,

то расстояние от них до каждого торца также равно радиусу одесского, т.к. это радиус

Сферы потенциал Φ_A .

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

СТРАНИЦА
2 из 5

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!

$$r'^2 = d^2 + R^2 - 2Rd \sin \varphi$$

$$d\varphi_A = \frac{k dQ}{r'} \frac{\pi}{2}$$

$$d\varphi_A = \frac{k \cdot \cos \varphi d\varphi \cdot Q}{\sqrt{d^2 + R^2 - 2Rd \sin \varphi}}$$

$$\varphi_A = \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\varphi_A(\varphi)$$

Аналогично считаем в Т.С.

~~$$r'^2 = d^2 + R^2 - 2Rd \cos(\varphi + 90^\circ) =$$~~
~~$$= d^2 + R^2 + 2Rd \sin \varphi.$$~~

Ответ на вопрос 1. $\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$

Енергия в точке О равна $\varphi_0 \cdot q$

$E_{\text{пот}} + E_u = \text{const}$; на движении $E_{\text{пот}} + E_u = K$

$$\frac{kq \cdot Q}{R} + \frac{mv_0^2}{2} = K \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2KR - 2kqQ}{mR}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2K}{m} - \frac{2kQ}{4\pi\epsilon_0 Rm}}.$$

Очевидно, в этот же момент проще не вешать, чем поднять.

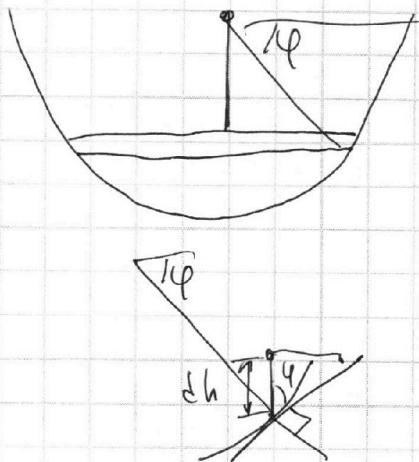
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

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!



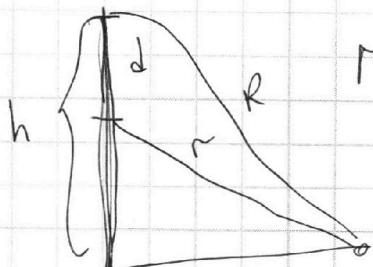
Разделяем сферу на
сферы высотой dh .

$$dS = 2\pi R \cdot \cos\varphi \cdot dl$$

$$\text{но } dl = \frac{dh}{\cos\varphi}$$

$$dS = 2\pi R dh.$$

$$dQ = \frac{dS}{2\pi R^2} Q = \frac{dh}{R} \cdot Q$$



$$r^2 = (h-d)^2 + (R^2 - h^2) =$$

$$= R^2 - 2hd + d^2$$

$d\varphi$ or имеем равен:

$$d\varphi = \frac{k \cdot dQ}{R^2} = \frac{k \cdot dh \cdot Q}{R \sqrt{R^2 + d^2 - 2hd}}$$

$$Q = \int_0^R d\varphi(h) = \frac{kQ}{R} \int_0^R \frac{dh}{\sqrt{R^2 + d^2 - 2hd}}.$$

$$F(h) = R^2 + d^2 - 2hd$$

$$\frac{dF(h)}{dh} = -2d \Rightarrow dF(h) = -2d dh \Rightarrow dh = -\frac{dF(h)}{2d}$$

$$\varphi = \frac{-kQ}{R \cdot 2d} \int_{0^*}^{R^*} \frac{dF(h) (R^2 + d^2 - 2hd)}{\sqrt{R^2 + d^2 - 2hd}}$$



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
4 из 5

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!

$$R^* = f(R) = (R-d)^2$$

$$0^* = f(0) = R^2 + d^2$$

$$\Psi_A = -\frac{kQ}{2Rd} \int_{R^2+d^2}^{(R-d)^2} \frac{dx}{\sqrt{x}} = \frac{-kQ}{2Rd} (R-d - \sqrt{R^2+d^2})$$

$$\left(\int \frac{dx}{\sqrt{x}} = 2\sqrt{x} + C \right)$$

$$\Psi_A = \frac{kQ}{Rd} \left(d + \sqrt{R^2+d^2} - R \right) = \frac{Q(d + \sqrt{R^2+d^2} - R)}{4\pi\epsilon_0 Rd}$$

$$\Psi_A = 0 \Rightarrow \Psi_A \cdot q = K$$

Из этого можно выразить d .

Проведём аналогичные рассуждения для C .

Определим C в том, что $r^2 = (\underline{h+d})^2 + (R-h)^2$.

$$r^2 = R^2 + 2h + d + d^2$$

$$d\Psi = \frac{k \frac{dQ}{r}}{r} = \frac{k \cdot dh \cdot Q}{R \sqrt{R^2+d^2+2hd}}$$

$$f(h) = R^2 + d^2 + 2hd$$

$$\frac{df(h)}{dh} = 2d \Rightarrow dh = \frac{df(h)}{2d}$$

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
5 ИЗ 5

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!

$$f(R) = (R+d)^2 \quad f(0) = R^2 + d^2$$

$$\varphi_c = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{1}{2d} \cdot \int_{\frac{R^2+d^2}{R^2+d^2}}^{\frac{(R+d)^2}{R^2+d^2}} \frac{dx}{\sqrt{x}} = \frac{kQ}{Rd} \left(f+d - \sqrt{R^2+d^2} \right)$$

Заметим, что

$$\varphi_c = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{Rd} \left(\sqrt{R^2+d^2} - d \right)$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{Rd} \left(\sqrt{R^2+d^2} - d \right) \Rightarrow$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_c = \varphi_0 - a = 2\varphi_0 - \varphi_a$$

$$\varphi_a = \varphi_0 + a \rightarrow a = \varphi_a - \varphi_0$$

$$\varphi_a = \frac{K}{q} (\text{где } K \text{ на ср. } q), \varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_c = \frac{2kQ}{R} - \frac{K}{q} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{K}{q}$$

$$\varphi_c \cdot q + \frac{mv_c^2}{2} = K \Rightarrow \frac{mv_c^2}{2} = 2K - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{4K}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R m}}$$



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**.

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

2. $\cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 6} = \cos \alpha \sqrt{6 - \cos^2 \alpha}$

$x \sqrt{a - x^2} =$

$x(\alpha) - ?$

v_0

$0 = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$

$t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$

$x = v \cos \alpha t = \frac{2v \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$

$\int v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 8g \cos^2 \alpha$

$x^2 = \frac{v^2}{g^2} \left(v_0^2 \sin^2 \alpha + 8g \cos^2 \alpha \right)$

$(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - ? = 0$

$\varphi_0 = \sum \text{оконч.}$

φ_0

φ_0

φ_0

$$\sin^2 2\alpha = 2 \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot 2$$

$$\begin{array}{r} \times 837 \\ \quad 5 \\ + 7155 \\ \hline 72465 \end{array}$$

$$\int_{0\pi}^{3\pi/4} \frac{ud\alpha}{R}$$

$$\begin{array}{r} \times 72 \\ \quad 72 \\ + 749 \\ \hline 504 \\ \hline 5184 \end{array}$$

1560

$$2493 \quad | \quad 40$$

$$\begin{array}{r} 62325 \\ \hline 62325 \end{array}$$

5r

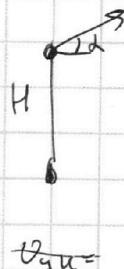


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 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!



$$y: v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$y = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

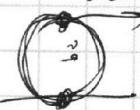
$$x = v_0 \cos \alpha t$$

запись
- балко
ст

пишет
написано

$$\Delta = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

миним.



$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\alpha = \omega^2 \cdot r = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{R}$$

$$v = 5 \text{ м/сек.}, i = 3$$

$$x_1 + x_2 = v_0 \cos \alpha \cdot 2 \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}{R}}$$

$C(R(T))$

$C(T) = \text{const} \Rightarrow$ постоянна.

$\left(\frac{dx}{dt} \right)$ - орб.

$$\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v} - ?$$

$$C_p = \frac{5}{2} R = 2,5$$

$$C_v = \frac{3}{2} R = 1,5$$

74 - орб.
2-85

$$\gamma_1 = \frac{2,5 - 1,5}{2,5 - 1,5} = 0; \quad \gamma_2 = \frac{2 - 2,5}{2 - 1,5} = \frac{0,5}{0,5} = -1 \quad 3 - \text{град}$$

$P = \text{const}$ $\Rightarrow P = \alpha V$

(N3)

$$m, Q, q, E = K$$

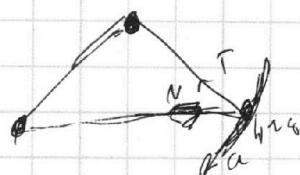
$$V_0 = 0,$$

орб. (БД)

$$l, l, 16l$$

(M, 2M)

(N2)



$M = I\alpha$
T = 2,3, 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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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.

$\int x \, dx = \frac{1}{2}x^2$

$dV = E \cdot d\ell$

$E(h) \cdot dh$

$F = \frac{k \cdot \cos \varphi \sqrt{\ell} \cdot Q}{\sqrt{d^2 + R^2 - 2Rd \sin \varphi}} \cdot 2\sqrt{x}$

$\frac{1}{n+1} \cdot x^{n+1}$
 $n = -\frac{1}{2}$

$\frac{(ka)}{R} \left(1 + \frac{R^2 + d^2 - R^2}{d} \right)$

$\int dx \quad R^2 = d^2 + R^2 - 2Rd \sin \varphi$

$E_{min} = \int dE(\varphi)$

$dS = \frac{2\pi R^2 \cdot dh}{R}$

$dQ = \frac{dh}{R} \cdot Q$

$\int V = \frac{k \cdot dh \cdot Q}{R \cdot \sqrt{(h+d)^2 + R^2 \cdot h^2}} = \sqrt{R^2 - 2h \cdot d + d^2}$

$f(x) : f'(x) = \frac{1}{\sqrt{d+x}}$

$\int \frac{dx}{\sqrt{d+x}}$ — замена.
 $\frac{d(\alpha+x)}{\sqrt{\alpha+x}}$

может не учесть.



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!