



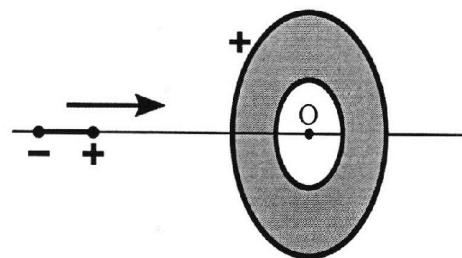
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

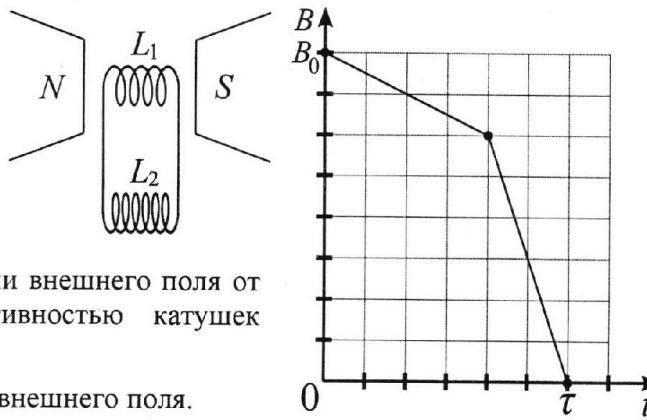
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .



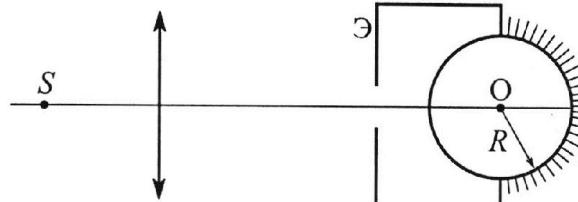
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



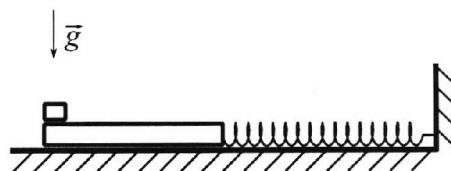
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

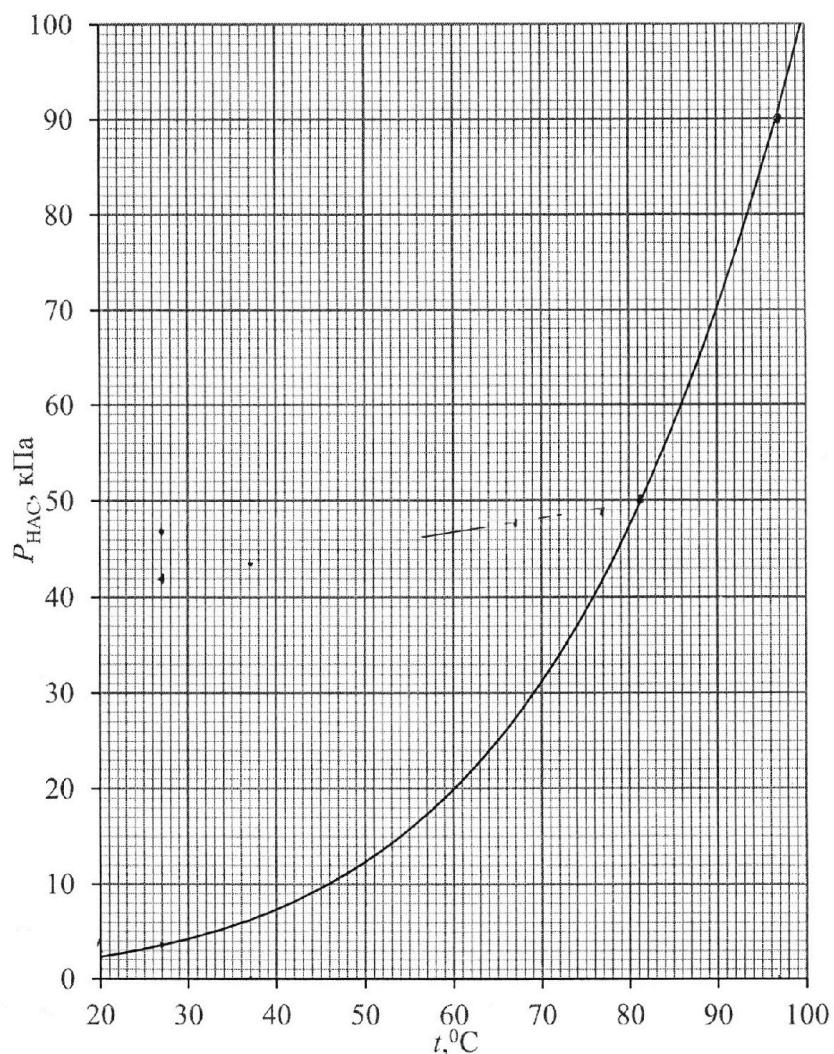


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сра внению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

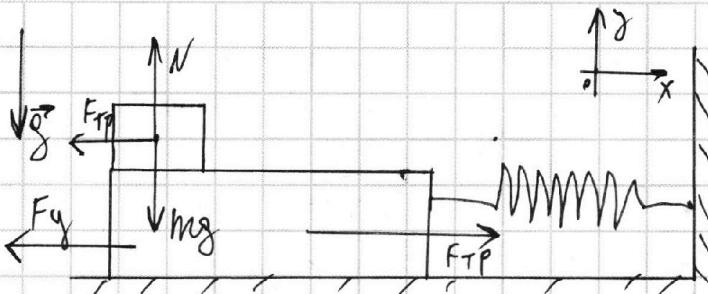


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 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!



Ф_у-сила упругости, F_{TP}-сила тяжести, N-сила реакции доски. По условию, брускок скользит на гладкой доске, поэтому сила трения F_{TP}=μN. 2 ЗН для бруска: ось y: N=mg
 2 ЗН для доски: ось x: F_у-F_{TP}=Mα. ③ ось x: F_{TP}=ma_д
 F_у=k(l-x), где l-длина на которой сидит пружина в начальне, x-перемещение доски (от н.о.н.к. вправо)
 ③: k(l-x)-μN=Mα => k(l-x)-μmg=Mα.

$$kl - kx - \mu mg = Ma \quad | :m$$

$$Ma + kx = kl - \mu mg, \text{ заметим, что } x < 0$$

$a + \frac{k}{m}x = \frac{kl - \mu mg}{m}$ - при гармонических колебаниях

$\omega^2 = \frac{k}{m}$ - циркуляция частоты.

$$x(t) = x_1 + A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

$$x_1 = \frac{kl - \mu mg}{m} \cdot \frac{1}{\omega^2} = \frac{kl - \mu mg}{m} \cdot \frac{1}{k} = l - \frac{\mu mg}{K}$$

$$x(0) = 0; x'(0) = x_1 + A \sin(0) + B \cos(0) = x_1 + B = 0$$

$$\Rightarrow B = -x_1 = -l$$

$$x'(0) = 0; x''(t) = A \cos(\omega t) \cdot \omega - B \sin(\omega t) \cdot \omega.$$

$$x'(0) = Aw \cos(0) - Bw \sin(0) \cdot w = Aw = 0 \Rightarrow A = \frac{0}{w} = 0.$$

Установка: зависимость координаты доски от времени.

$$x(t) = l - \frac{\mu mg}{K} + \left(\frac{\mu mg}{K} - l \right) \cos\left(-\frac{\sqrt{K}}{m}t\right)$$

$$\text{скорость: } v(t) = \left(l - \frac{\mu mg}{K} \right) \sin\left(\frac{\sqrt{K}}{m}t\right) \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} \text{ м/с}$$

$$\text{ускорение: } x''(t) = a(t) = (B \sin(\omega t) \cdot \omega) = -Bw^2 \cos(\omega t)$$



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"/> 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
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!

$\alpha(t) = \left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \cdot \frac{K}{m} \cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t)$ ⁽⁴⁾ Найдём время, когда $\alpha = 0$. $\left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \cdot \frac{K}{m} \cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t) = 0$ (первый раз)
 $\cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t) = 0$. $\sqrt{\frac{K}{m}} t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{\pi}{2\sqrt{\frac{K}{m}}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{K}}$
 скорость доски в этот момент:
 $v(t_1) = \left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) 8m \left(\sqrt{\frac{K}{m}} \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{K}}\right) \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} = \left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \sqrt{\frac{K}{m}}$
 По условию в момент времени t_1 бруск прекратил движение относительно доски, поэтому его скорость равна $v(t_1)$: $v_1 = \left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \sqrt{\frac{K}{m}}$
 Бруск двигался равноускоренно: $\alpha_1 = \frac{v_1}{t_1}$. $\alpha_1 = \frac{\mu g}{K}$. $\alpha_1 = a_1$, $a_1 = \mu g$. $a_1 = \mu g \cdot \sqrt{\frac{m}{K}} \cdot \frac{\pi}{2}$
 $\left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{\pi}{2} \cdot \mu g \cdot \sqrt{\frac{m}{K}} \cdot \frac{\pi}{2}$
 ~~$\ell = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\mu M}{K}} + \frac{\mu mg}{K} - \mu mg \left(\frac{\pi}{2K} + \frac{1}{K}\right) = 0,3$~~
 $\ell = \frac{\pi}{2} \mu g \frac{M}{K} + \frac{\mu mg}{K} = \mu g \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{M}{K} + \frac{m}{K}\right) = 0,24 m$
 $= 0,3 \cdot 10 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{50} + \frac{1}{50}\right) = 3(3+1) \cdot \frac{1}{50} = \frac{12}{50} = \frac{6}{25} = 0,24$
 $= 0,24 m$.
 Присступаем к 1 пункту: один ускор бруса изод.
 $= 0,3$ значит $\alpha \neq a_1 = \mu g$ (т.к. ускор бруса неизменно)
 $(4): \left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \cdot \frac{K}{m} \cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t_2) = \mu g$ $a_1 = \mu g$
 $\cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t_2) = \mu g \cdot \frac{1}{\left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) \cdot \frac{K}{m}} = \frac{3}{(0,24 - \frac{3 \cdot 1}{50}) \cdot \frac{50}{2}} = \frac{3}{0,18 \cdot 25} = \frac{3}{45} = \frac{1}{15}$
 $\sqrt{\frac{K}{m}} t_2 = \arccos\left(\frac{1}{15}\right) \Rightarrow t_2 = \arccos\left(\frac{1}{15}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{K}{m}}}$
 $x(t_2) = \left(l - \frac{\mu mg}{K}\right) + \left(\frac{\mu mg}{K} - \lambda\right) \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{K}{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \arccos\left(\frac{1}{15}\right)$
 $x(t_2) = l - \frac{\mu mg}{K} + \frac{2}{3} \frac{\mu mg}{K} - \frac{2}{3} l = \frac{1}{3} l - \frac{1}{3} \frac{\mu mg}{K}$



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
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!

$$x(t_2) = \frac{1}{3}l - \frac{1}{3} \frac{mgh}{K} = \frac{1}{3} \cdot 0,24 - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{50} = 0,08 - 0,02 = \\ = 0,06 \text{ м.}$$

При дальнейшем движении пружины: $l - x(t_2) = 0,24 - 0,06 = \\ = 0,18 \text{ м.} = 0,18 \text{ м}$

$$a(0) = \left(l - \frac{mgh}{K}\right) \cdot \frac{K}{M} \cos(0) = \left(0,24 - \frac{3}{50}\right) \cdot \frac{50}{2} = \\ = 0,18 \cdot 25 = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ - Ускорение доски сразу же после начала движения.}$$

$$\text{Получаем 3: } v(t_2) = \left(l - \frac{mgh}{K}\right) \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{9}} \cdot \sqrt{\frac{50}{2}} = \left(0,24 - \frac{3}{50}\right) \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{9}} \cdot \sqrt{\frac{50}{2}} = 0,18 \cdot \sqrt{\frac{5}{9}} \cdot 5 = \\ = 0,18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot 5 = 0,06 \cdot 5\sqrt{5} = 0,3\sqrt{5}$$

Ответ: 1) 0,18 м
2) $4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
3) $0,3\sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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.

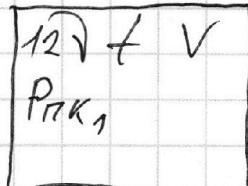
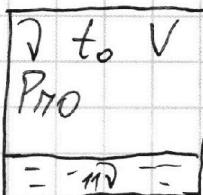


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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!

Кол-во вен-са пары в начале \rightarrow , тогда кол-во вен-са воды: $11V$, общий сосуд пока в начале \rightarrow в конце \rightarrow ~~Пока~~ ~~об~~ ~~состоит~~ ~~из~~ ~~одного~~ ~~сосуда~~ ~~с~~ ~~сум~~ ~~воды~~, то пар ~~исчезает~~ ~~исчезает~~.



Давление в начале (пара): $P_{t_0} = 3,5 \text{ kPa}$ (по утверждению)

Давление пара в конце, если предположим, что он останется насыщенным: $P_{t_1} = 90 \text{ kPa}$ (по утверждению)

Уравнение Менг-Бюка для пара в начале: $P_{t_0} V = P_{t_0} R t_0$. В конце ~~исчезает~~ пар исчезает и пара становится $t + 41^\circ C = 121^\circ C$ \rightarrow $V = P_{t_0} R t_0 / P_{t_1} R t_1$ \rightarrow P_{t_1} - давление пара в конце, если $t = 121^\circ C +$ предположим, что он ~~исчезает~~ ~~останется~~ насыщенным

$$\text{① ②: } \frac{P_{t_0}}{P_{t_1}} = \frac{t_0}{121} \Rightarrow P_{t_1} = \frac{121 \cdot P_{t_0}}{t_0} = \frac{121 \cdot 3,5}{273} = \frac{4734 \cdot 3,5}{27300} =$$

$$= \frac{141,84}{27300} = 51,8 \text{ kPa} \quad \rightarrow P_{t_1} = 90 \text{ kPa}, \text{ значит}$$

пар был в конце процесса насыщен и все вода действительна испарилась. масса пара в начале: $m_0 = \rho V$, в конце: $m_k = \rho \cdot 12V$

$$\frac{m_k}{m_0} = \frac{12V}{V} = 12, \text{ где } \rho = \text{моляр масса пара}$$

$\rho = 18 \text{ г/моль}$

Пусть испарение воды прекратится при температуре T . УМК для пара:

$$P_{t_0} V = 12V RT, \text{ где } P_T - давление пара в этот момент}$$

$\rightarrow P_T$ будет тем давлением, на котором пар в молярной массе до этого: ①. ③

$$\frac{P_{t_0}}{P_T} = \frac{t_0}{121} \Rightarrow P_T = \frac{121 \cdot P_{t_0}}{t_0} = \frac{12 \cdot 3,5}{300} T = \frac{7}{50} T = 0,14T$$

Найдём пересечение графиков $P_{t_0}(T)$ и $P_T(T)$



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!

Буду делать это по уравнению.

$$P_{\text{П}}(27^{\circ}\text{C}) = 0,14 \cdot 300 = 42 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{П}}(37^{\circ}\text{C}) = 0,14 \cdot 310 = 43,4 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{П}}(67^{\circ}\text{C}) = 0,14 \cdot 340 = 47,6 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{П}}(77^{\circ}\text{C}) = 0,14 \cdot 350 = 49 \text{ кПа}$$

Построим прямую $P_{\text{П}}(T)$ на графике, точка пересечения: $T = 81^{\circ}\text{C} = 354 \text{ К} = T_1$,
 $P_{\text{П}} = P_{\text{П}1} = 50 \text{ кПа}$

Испарение воды прекращается при температуре $T_1 = 81^{\circ}\text{C}$

$$\varphi = \frac{P_{\text{П}}}{P_{\text{П}1}} = \frac{51,8}{90} = \frac{259}{450}$$

$$\varphi = \frac{P_{\text{П}}}{P_{\text{П}1}} \cdot 100\% = \frac{51,8}{90} \cdot 100\% = \frac{259}{450} \cdot 100\%$$

Ответ: 1) 12
2) 81°C

$$3) \frac{259}{450} \cdot 100\%$$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 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!

Масса диска m :
 Пусть радиус диска R , а радиус огибающей r . Тогда момент инерции "тонкой обручности", который ~~зависит~~ от радиуса r и массы m диска $I = \frac{1}{2}mr^2$.
 Пусть заряд под диску распределен с поверхностью dQ .

Площадь полоски: $S = 2\pi r dR$, ее единичный заряд $dS = 2\pi r dR \cdot \sigma = d\sigma Q$

Тонкий диск, который создает то же самый заряд Q на расстоянии r от центра диска в его центре диска: $d\Phi = \frac{Q}{r}$, где k -это константа пропорциональности.

Это есть $\frac{d\Phi}{R} = \frac{k \cdot dQ}{R} = k \cdot \frac{2\pi r dR \cdot \sigma}{R} = 2\pi k \sigma \cdot r dR$.

Найдем Φ_0 методом витого тела:

$$\int d\Phi_0 = \int \frac{k \sigma dQ}{R} = \int 2\pi k \sigma dR = 2\pi k \sigma \int dR = 2\pi k \sigma (R_1 - R_0) \\ \Phi_0 = 2\pi k \sigma (R_1 - R_0)$$

Пусть диска длиной l .
 Заметим, что к диску ближе к его концам расположены ближе к центру, значит до него приложена сила притяжения, которая оказывается в центре O , сила отталкивания ближе сила притяжения с отталкиванием. После же этого момента, когда поле поляризации проходит центр, она до конца диска, пока супрессия поляризации не исчезнет в центре O . Это значит, что будущее поляризует "диски".
 Но зная об ограничении энергии в линии, когда отрицательно поляризуется в центре

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
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!

Удирогла будто дурманное кирпиче
Эллиги, будто члены геть от описка
И т.к. марсили иллюстрации по модулю
Но простибо точкой по зонам будущий

Чтоб, упала Кирпичи от описка, если
было бы что находить появится марса
в центре земли он имеет сферость
равную нулю или большую нуля.

Всеми симметрии потенциал созда-
ет симметрии. Комбинация сплошь у нас есть для
внутри сферы осесимметрии и для коми-
тических на расстояниях от центра
от оси. Значит потенциал за $\varphi(h)$
записан, когда центр земли будет
в центре земли, его потенциал называется
центром земли:

$$E_n = \varphi(h)(+q) + \varphi(h)(-q) = \varphi(h)q - \varphi(h)q = 0.$$

В единичных случаях $h = \frac{r}{2}$

Здесь единично действует только потен-
циал, остальные его энергии сохраняются.

В начале потери энергии $E_{no} = 0$, т.к.
единично движется. $E_{no} = 0$, $E_{K_0} = \frac{mv^2}{2}$
 $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv}{2} \Rightarrow v = v_0$, где v - скорость земли
Когда его центре $\varphi = 0$.

Вернувшись к центру земли $\varphi = 0$.

Потенциал земли из-за заря-
дающих частиц земли земли.

Будет потенциал земли φ_2 (на расстояни-
и h (длина земли)) φ_2 , тогда его потенциал



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
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!

Энергия, когда частица заряда q_1 движется вдоль оси O .
 $E_{n2} = \varphi_0 q - \varphi_2 q$ ~~Задача~~: $\frac{mv_0^2}{2} = \varphi_0 q - \varphi_2 q$.

Вернемся к частице с зарядами $\frac{q_1}{2}$ и $-\frac{q_2}{2}$. Её комбинация эта имеет ~~задачу~~ положение: $F_{n3} = \varphi_0 \frac{q_1}{2} - \varphi_2 \frac{q_2}{2} = \frac{E_{n2}}{2} = \frac{mv_0^2}{4}$
~~Задача~~: $\frac{mv_0^2}{2} = E_{n3} + \frac{mu_1^2}{2}$; $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{4} + \frac{mu_1^2}{2}$
 $\frac{v_0^2}{4} = \frac{u_1^2}{2} \Rightarrow u_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$, где u_1 скор. движения в этот момент.
 Это будет минимум скор. т.к. E_n максимум. максимум скор. будет, когда центр частицы будет в ~~в~~ центре диска:

$U_{MAX} = v_0$
 Допустим максимум скорости: $U_{MAX} - U_1 =$
 $= v_0 - \frac{v_0}{\sqrt{2}}$

Ответ: 1) v_0 ; 2) $v_0 - \frac{v_0}{\sqrt{2}}$

Доказательство утверждения (2):
 ~~$\varphi_5(-q) + \varphi_6 q$~~



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

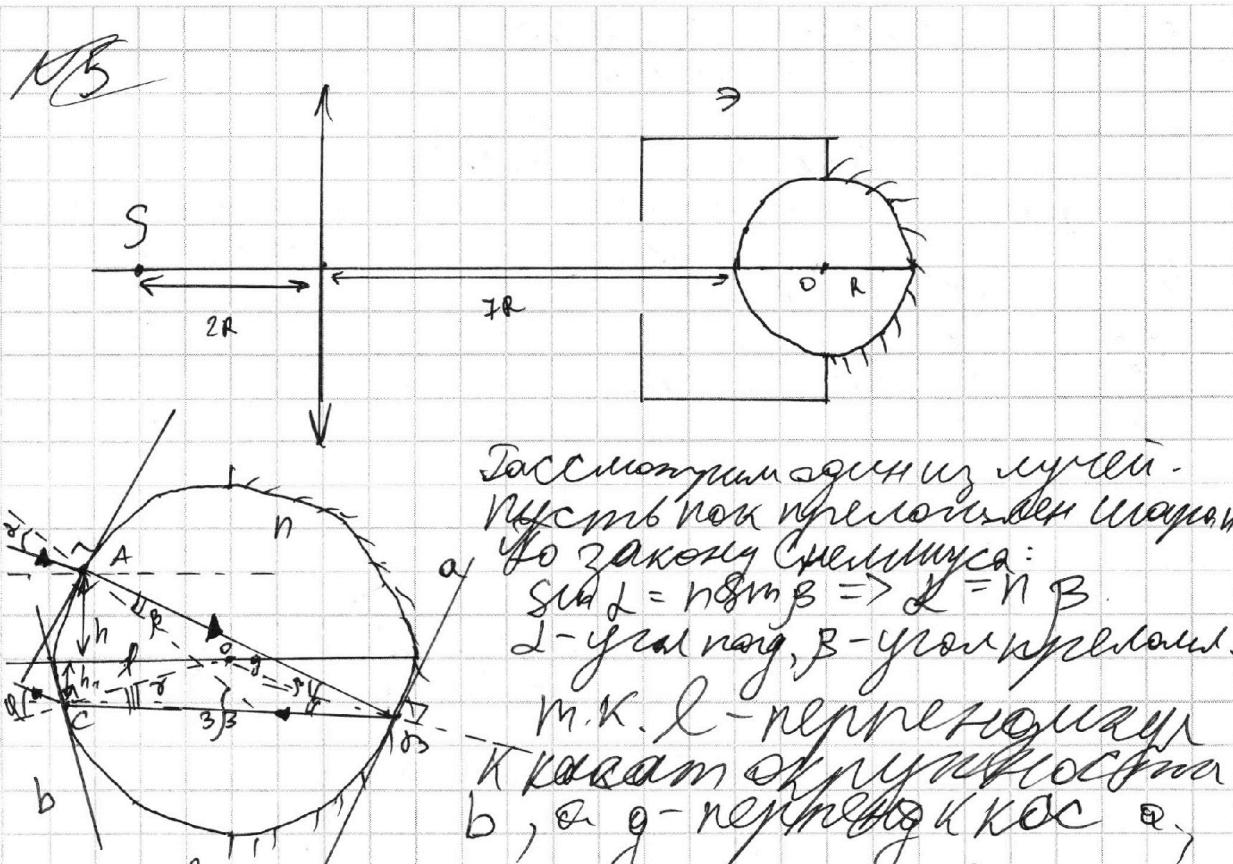
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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
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!



Рассмотрим задачу из лучей.
Пусть некий преломленный шарик по закону Снеллиуса:
 $\sin \alpha = n \sin \beta \Rightarrow \alpha = \beta$.
 α - угол пад., β - угол преломл.
 т.к. α - перпендикуляр
 к касат окружности с центром b , α - перпендикуляр к оси a ,
 то α и β проходят через центр шарика
 $\Rightarrow \alpha = \beta$. Но также видимо, что
 проходит в точке B
 $\alpha = \beta \Rightarrow \alpha = \beta$. Рассмотрим, что
 луч выходит из шара под таким же
 углом, с которого он вошел (α)
 Но этот угол - угол между нормалью
 к поверхности шара в точке падения
 и направлением выхода. Но эти углы
 должны быть одинаковы по условию
 падения и прохождения и выхода
 из шара.

Решение задачи можно для каждого луча:



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
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!

F - фокусное расстояние линзы,
 $f = \text{расстояние от линзы до изображения}$,
 $f = 2R$.

В силу малости угла, можно утверждать,
что расстояние h' от места падения
изображения равно R и от места падения
изображения угла $\theta = R$.

Чтобы заложить на расстояние
изображения. Тогда угол h' между h
и изображением угла: $\theta = \frac{h}{R}$.

Если независимо от падения
изображения изображение не
может быть, то $f = \infty$ и
угол $\theta = 0$. Изображение для каждого
угла θ получается для каждого
угла θ изображения для каждого
угла θ изображения (под контролем
свердления изображения).

$$\text{Угол } \theta = \frac{h}{R} \Rightarrow \theta : \log \theta = \frac{h}{R}.$$



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!

$\mu_{\text{ко}} = k \times$
 $\alpha - \frac{k}{m} x = 0,1$
 $\omega^2 = \frac{k}{m}$
 $\frac{k}{R^2}$
 $\varphi_9 +$
 φ_8
 $12 \cdot 3,7 \cdot 3,5$
 $=$
 $\frac{12 \cdot 3,5}{300} = \frac{3 \cdot 3,5}{45} =$
 $= \frac{3,5}{25} = \frac{35}{250} = \frac{7}{50}$
 $518 |$
 $518 - 258$
 $900 - 450$
 $- 259 | 450$
 $0 | 0,5455$
 $- 2580$
 $- 2250$
 $- 3400$
 $- 3150$
 $\hline 2500$

$\frac{1}{m} = \frac{k}{m} x_1$
 $x_1 = \frac{1}{k}$
 $\frac{18}{90}$
 $+ \frac{25}{90}$
 $\hline \frac{43}{90}$
 $+ 243$
 $\hline 300$

$\sin(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 x^2
 x^{14}
 x^{84}
 $+ 25$
 $\hline 126$
 $- 1358$
 $\hline 9$
 $- 45$
 $\hline 80$
 $- 42$
 $\hline 18$
 $+ 150,8$
 $\hline 150,8$
 $- 30614$
 $\hline 20$

$\frac{2 \cdot 37 \cdot 3,5}{5} = 2 \cdot 34 \cdot 0,7 =$
 $\frac{34}{5} = \frac{34}{25} = \frac{3}{42}$
 $+ 243$
 $\hline 340$
 $\frac{34}{14}$
 $+ 136$
 $\hline 486$
 $+ 273$
 $\hline 13$
 $- 254$
 $\hline 13$