



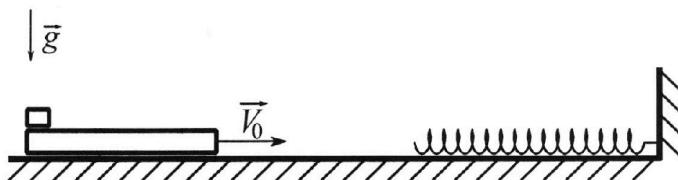
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

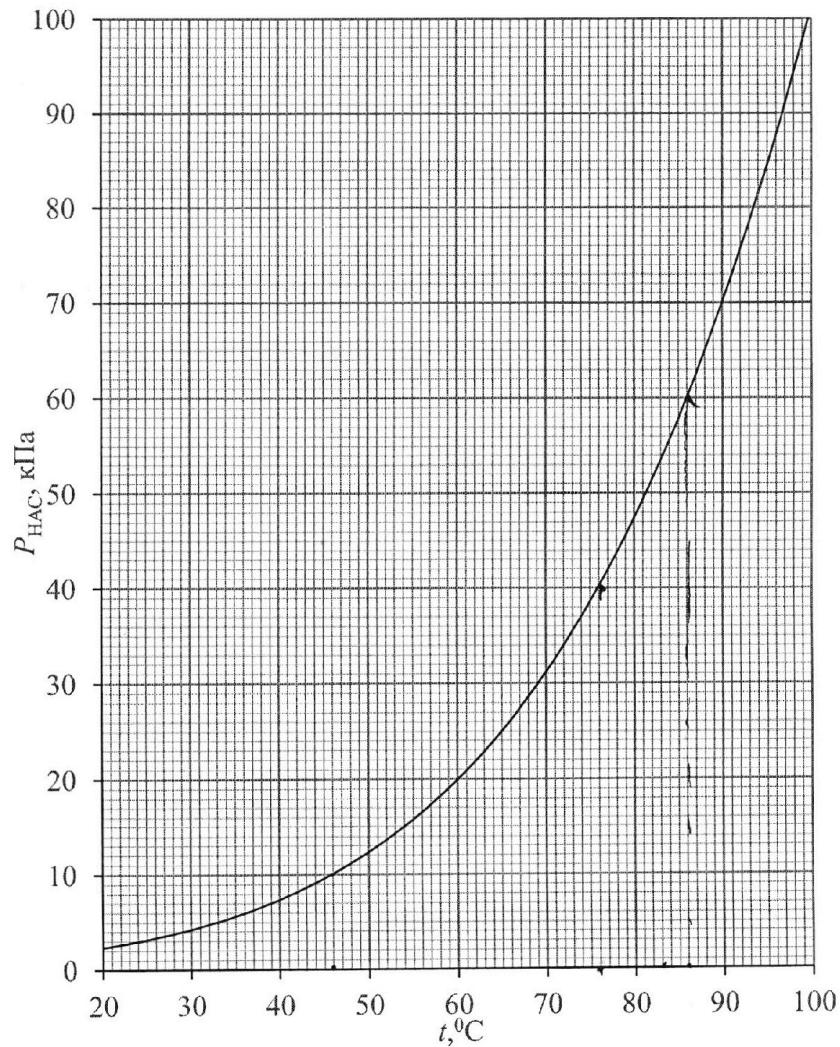


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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





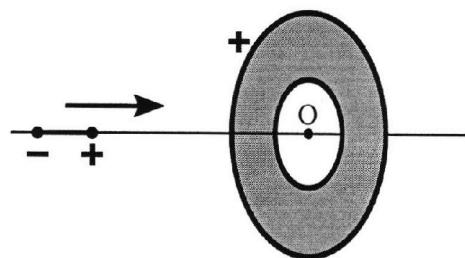
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

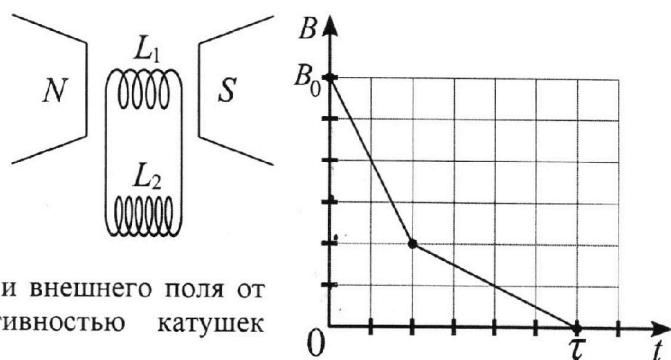
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



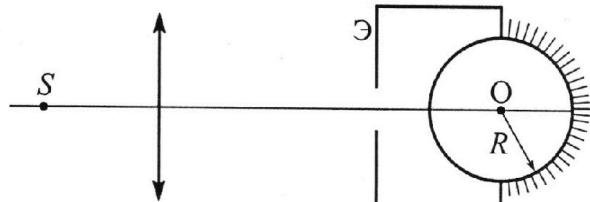
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). 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 $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

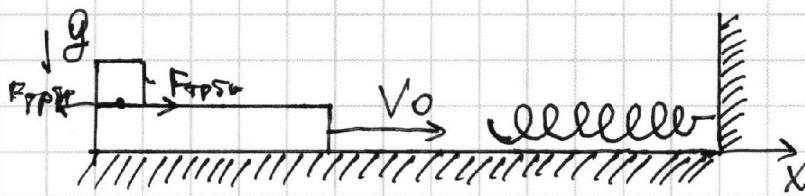


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



1) Движение груза
начнётся в том случае,
когда ускорение будет
различным, т.е. когда начнётся
скольжение.
Затишье 23Н для бруска
и доски:

$$-kS + F_{\text{тр бруска}} = -M \cdot a$$

$$-F_{\text{тр бруска}} = -m \cdot a$$

В момент когда начнётся скольжение
а уже будут равны, т.е. $F_{\text{тр бруска}} = \mu N = \mu m g$

$$-kS + \mu m g = -M \cdot a$$

$$-\mu m g = -M \cdot a$$

$$a = \mu g$$

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\pi \approx 3$$

$$S_{\text{торм}} - ?$$

$$(t_{\text{торм}} - t_0) - ?$$

$$Q_m - ?$$

$$-kS + \mu m g = -M \cdot a$$

$$a g (M+m) = k S$$

$$S = \frac{\mu g (M+m)}{k} = \frac{1}{3} \text{ м}$$



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

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!

2) Запишем закон для всей системы

$$-(M+m)a = -kx$$

$$\ddot{x} = x_{\text{ макс}} - x_{\text{ мин}}$$

$$\text{Пусть } x_{\text{ макс}} = 0, \text{ тогда } \ddot{x} = x_{\text{ мин}} < 0$$

$$(M+m)\ddot{x} - kx = 0$$

$$a = \ddot{x}$$

$$(M+m)\ddot{x} - kx = 0$$

$$\ddot{x} - \frac{k}{M+m}x = 0$$

$$\frac{k}{M+m} = \omega^2$$



координата меняется по закону $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

$$\varphi_0 = 0$$

$$A = S_{\text{ макс}} ; \text{ ЗСЕ: } \frac{(M+m)\omega^2}{2} = \frac{k S_{\text{ макс}}^2}{2}$$

$$S_{\text{ макс}} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$

$$x = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$



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

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

$$x = \int_{0}^{t_0} (u_0 \sin \omega t) dt$$

$$\frac{Mg(M+m)}{K} = \sqrt{\frac{M+m}{K}} v_0 \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right)$$

$$\frac{Mg}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{K}} = \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right)$$

$$t = \frac{\arcsin \frac{Mg}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{K}}}{\sqrt{\frac{K}{M+m}}} = \frac{\arcsin \frac{Mg}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{K}}}{\sqrt{K}}$$

$$= \frac{\pi}{6} \cdot \frac{1}{3} \approx \frac{1}{6} e$$

$$3) -k s_{max} = -(M+m) \alpha_{max}$$

$$\alpha_{max} = \frac{k}{M+m} s = \sqrt{\frac{K}{M+m}} v_0 = 6 \frac{m}{s^2}$$



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

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$P_0 = 100 \text{ kPa}$$

$$t_b = 86^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t_k = 46^\circ\text{C}$$

$$\underline{P_1(86^\circ\text{C}) - ?}$$

$$t^* - ?$$

$$\underline{V_0} - ?$$

$$1) \quad \varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{нас}}(86^\circ\text{C})} \frac{2}{3} = \frac{P}{60} \text{ кПа}$$

$$P = 40 \text{ кПа}$$

2) Ит. к. процесс изобарический,
 ~~зат~~е пар до конденсации будет
 вести себя как н.в. вл в т

$$P_{\text{пар}} = \text{const} = P,$$

Значит конденсация будет т.ч., когда

$$P_1 = P_{\text{нас}}(t^*) = 40 \text{ кПа}$$

$$\text{Из графика } P_{\text{нас}} \text{ при } t^* = 76^\circ\text{C}$$

3) $t_k < t^*$ После конденсации ~~пара~~ пар =

$$P_{\text{нас}}(t) \rightarrow P_B = P_0 - P_{\text{нас}}(t) = 100 - 10 = 90 \text{ кПа}$$

Занимаем два замка Мендел.-кин.

$$110 V_0 = V_B R T_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T_0 + 110}{T_0 + 140} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14}$$

$$140 V = V_B R T_1$$

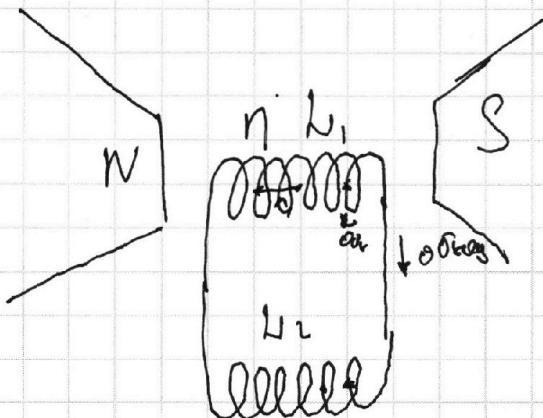


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 4

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!



Дано

$$I_0 = 0$$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$S_1$$

$$\gamma$$

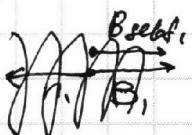
$$I_0$$

Задание направление обвода \rightarrow I_1 , направление
бисса

I_2 , направление бисса

В катушке 1 нале изменение магнито с $(0 \text{ до } \frac{2\pi}{6})$
 $\text{и } (\frac{2\pi}{6} \text{ до } 0)$

Оно будет индуцировать В S_1 , которое по правилу



меню будет претестована
 $\Delta\Phi$. $\Delta\Phi$ уменьшается

L_1

\rightarrow B_{S1} $1 + B_1$

Изменение тока налияет претестована E_{S1}

B_{S1}

В катушке L_2 ток тот же, хороший



и в катушке L_1 . Это претестование 1 не может
переходить в зерф, "которое в свою $= 0$ "
перед, переходит E_{L2} , приводящее уменьшению
ногама

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



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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!

Из всего выше перечисленного следует что

E_{ext} (само наше) напряжение против отбоя

E_{self1} направлено против по отбоя

E_{self2} направлено по отбоя

$$E_{self1} + E_{self2} - E_{ext} = 0 \quad \begin{array}{l} \text{научные} \\ \text{направления} \\ \text{нет} \end{array}$$

$$-L_1 \frac{dI}{dt} + -L_2 \frac{dI}{dt} = E_{ext} n S_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -n S_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$(L_1 + L_2) dI = -n S_1 \Delta B$$

$$dI = -\frac{n S_1 (-\Delta B)}{L_1 + L_2}$$

$$dI = \frac{n S_1 \Delta B dt}{5L}$$

$$I_{np} \int_0^T dI = \frac{n S_1 \Delta B}{5L} \int_0^T dt \quad I_0 \int_{I_{np}}^I dI = \frac{n S_1 \Delta B}{5L} \frac{2\pi}{3} \int_{I_{np}}^I dt$$

$$I_{np} = \frac{n S_1 \Delta B}{5L} \frac{2\pi}{3} \quad I_0 - I_{np} = \frac{n S_1 \Delta B}{5L} \frac{2\pi}{3}$$

$$I_0 = \frac{n S_1 \Delta B}{5L} \frac{2\pi}{3} + \frac{n S_1 \Delta B}{5L} \frac{2\pi}{3} =$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
3 из 4

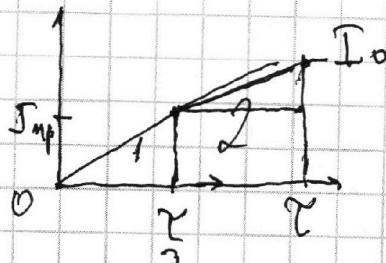
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$I_0 = \frac{nS_1}{5L} \left(\alpha_1 \frac{\gamma}{3} + \alpha_2 \frac{2\gamma}{3} \right) = \frac{nS_1 \gamma}{5L} (\alpha_1 + 2\alpha_2)$$

$$= \frac{nS_1}{5L} \frac{\gamma}{3} \left(\frac{B_0 \gamma^2}{2} + 2 \frac{B_0 \gamma^3}{3 \cdot 2!} \right)$$

$$= \frac{nS_1}{5L} \frac{\gamma}{3} \cancel{\frac{B_0 \gamma^2}{2}} \cancel{\frac{3B_0 \gamma^3}{3!}} = \frac{nS_1}{5L} B_0$$

2) Если в нашей системе I меняется линейно, то значит ΔI — это площадь под нашей кривой графиком



Согласно по статистике площадь для курса 1

$$\delta = \frac{1}{2} (I_{np} - 0) \frac{\gamma}{3} = \frac{1}{2} \frac{nS_1 \alpha_1 \gamma}{5L} \frac{\gamma}{3} \frac{\gamma}{3} =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{nS_1}{5L} \frac{B_0 \gamma}{2} \frac{\gamma}{3} \frac{\gamma}{3} = \frac{nS_1}{5L} \frac{B_0 \gamma^3}{3}$$

$$\delta_2 = \frac{1}{2} (I_0 - I_{np}) \frac{2\gamma}{3} + I_{np} \cdot \frac{2\gamma}{3} = \frac{1}{2} \frac{nS_1 \alpha_1}{5L} \left(\frac{2\gamma}{3} \right)^2 + \frac{nS_1 \alpha_2 \gamma \gamma}{5L} \frac{2\gamma}{3}$$



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
ЧИЗ Ч

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!

$$\begin{aligned} \delta_L &= \frac{n s_1 \alpha_1 \tau^2}{5L \frac{g}{9}} + \frac{n s_1 \alpha_1 \tau^2}{5L} \frac{\alpha_1}{g} = \frac{n s_1 \alpha_1 \tau^2}{5L} \left(\alpha_1 + \frac{g}{9} \right) \\ &= \frac{n s_1 \alpha_1 \tau^2}{5L} \left(\frac{B_0}{k} + \frac{B_0}{2k} \right) \\ &= \frac{n s_1}{5L} \frac{\cancel{\alpha_1} \tau^2}{\cancel{2}} B_0 = \frac{n s_1}{5L} B_0 \tau^2 \end{aligned}$$

$$\Delta \text{баз} = \Delta \varphi = \frac{n s_1 B_0 \tau^2}{5L} \cdot \frac{n s_1}{5L} \frac{B_0 k}{g} = \frac{n s_1 B_0 \tau^2}{5L} \frac{6}{5}$$

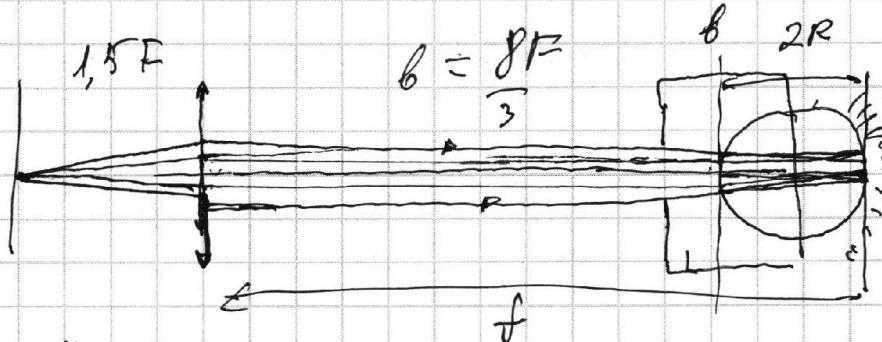


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



Учтите, что изображение будет перевёрнутое
при избытке н выпадающем, если

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad f = 8F$$

$$\frac{1}{3R} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad f = 6 + 2R$$

$$2R = f - 6$$

$$2R = 3F - \frac{8F}{3} = \frac{F}{3}$$

$$R = \frac{F}{6}$$

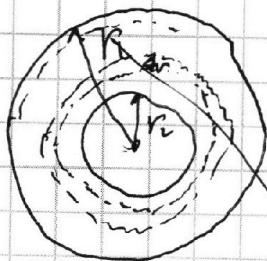


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 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!



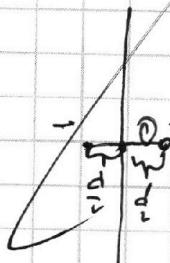
$$dq = \sigma dr 2\pi r \cdot dr$$

$$\Phi_0 = k \frac{dq}{r} = k \frac{\sigma 2\pi r dr}{r}$$

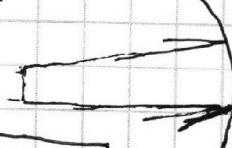
$$= k \sigma 2\pi (R - r)$$

~~Мыслительный процесс~~

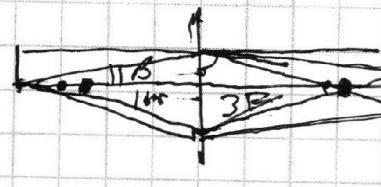
$$R \cdot \alpha = 3F$$



$$\Psi_- = \Psi$$



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



$$\frac{1}{d} - 1 = \frac{1}{f}$$

$$\frac{\phi}{B \cdot 2R} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{8F}{3F} + \frac{1}{f} =$$

$$\frac{8F}{3F} - \frac{3F}{3F} = \frac{8F}{3}$$

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{2}{3F} +$$



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!

$$-k\delta + F_{Tp} = -M\alpha$$

$$-F_{Tp} = m\alpha$$

$$-k\delta + m\alpha = -M\alpha$$

$$(M+m)\alpha = k\delta$$

$$(M+m)d\alpha = k d\delta$$

$$(M+m) \int_0^{\alpha} d\alpha = k \int_0^{\delta}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{\alpha} = k\delta \frac{k\delta^2}{\alpha} + \frac{mv'^2}{2}$$

$$m(\omega_0^2 - v'^2) = k\delta^2$$

$$m\omega_0^2 - k\delta^2 = mv'^2$$

~~$$m\omega_0^2 - k\delta^2$$~~

$$m\omega_0^2 - mv'^2 = k\delta^2$$

$$mv^2 - v'^2 = \frac{k\delta^2}{m}$$

$$\frac{k\delta^2}{m} = 2\alpha\delta$$

$$\alpha_{ep} = \frac{k\delta}{2m} \quad \frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{k\delta^2}{2}$$

$$-k\delta + F_{Tp} = -M\alpha$$

$$-k\delta + M\alpha = -M\alpha$$

$$-kx + m\alpha = -M\alpha$$

~~$$(M+m)\alpha + kx = 0$$~~

$$(M+m)\alpha - kx = 0$$

$$(M+m)x'' - kx = 0$$

$$\frac{(M+m)v_0^2}{k} = \delta^2$$

$$\rightarrow x \quad \delta = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$

$$x'' - \frac{k}{M+m} x = 0$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M+m} \quad \frac{M+m}{k} \sqrt{k} =$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \frac{T_{period}}{T}$$

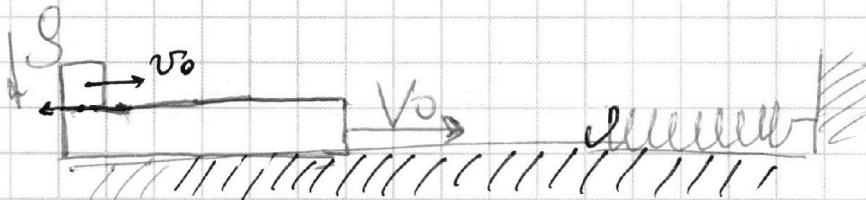


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

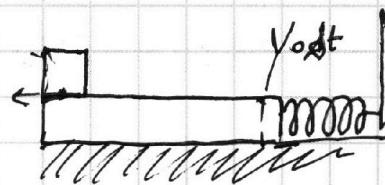
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

$$kV_{0st} = -ma \quad M$$

$$-kV_{0st} + F_{Tr} = -Ma$$
~~$$-F_{Tr} = -Ma$$~~



В момент когда $F_{Tr} = \mu mg$, начинает скольжение,

$$-kV_{0st} + \mu mg = -Ma$$

$$-\mu mg = -Ma$$

$$\mu g = a$$

$$-kV_{0st} + \mu mg = -Ma$$

Начало

$$-kS + \mu mg = -Ma$$

$$\mu g(m+M) = kS$$

$$S = \frac{\mu g(m+M)}{K} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{27} = \frac{9}{27} = \frac{1}{3}$$

$$-k(V_{0t} - \frac{a}{2}) + F_{Tr} = -Ma$$

$$-F_{Tr} = -m \cdot \frac{F_{Tr}}{m} \cdot Q$$

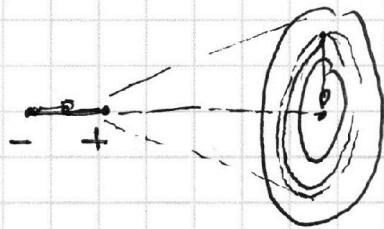
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$\frac{1}{2} \cdot \frac{N \delta_1}{3L} \frac{4B_0}{6} \cdot \frac{\Delta I}{K} \frac{dQ}{\sqrt{r^2 + c^2}}$$

$$K \frac{4B_0}{6} dI \frac{dr}{\sqrt{r^2 + c^2}}$$

$$K \frac{6 dr}{r}$$

$$K 6 \int \frac{dr}{r}$$

$$K 6 \ln r$$

$$N^4$$

$$\alpha = \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$+ L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$E_{ext} + E_{self, f_2} - E_{self, f_1} = 0$$

$$n \cdot S \frac{\Delta B}{\Delta t} + L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$n \cdot S \frac{\Delta B}{\Delta t} + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 3L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$

$$n \cdot S_1 \frac{4B_0}{6} = 3L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Delta I = n \cdot S_1 \frac{4B_0}{6}$$

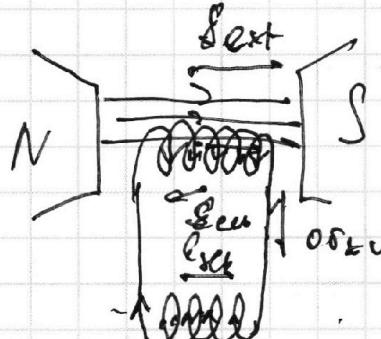
$$\frac{n \cdot S_1}{3L} \frac{|\Delta B|}{\Delta t} = \frac{|\Delta I|}{\Delta t}$$

$$\frac{n \cdot S_1}{3L} \frac{|\Delta B|}{\Delta t} = \frac{|\Delta Q|}{\Delta t^2}$$

$$n \cdot S_1 \frac{dI}{dt} = -3L \frac{dQ}{dt^2}$$

$$n \cdot S \alpha_1$$

$$n \frac{S_1 B_0}{3L} \Delta t$$



$$\frac{n \cdot S_1 \cdot 4B_0}{3L \cdot 6} = \Delta I$$

$$\frac{I}{t_1} = \frac{n \cdot S_1}{3L} \frac{4B_0}{6} \frac{1}{t_1}$$

$$I =$$

$$n \cdot S_1 \frac{4B_0}{6}$$



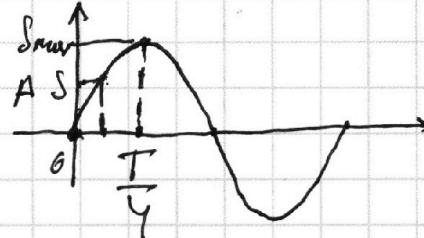
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$x = A \sin \omega t$$



$$\frac{d\psi(M+m)}{dt} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} \omega_0 \sin \omega t$$

$$\frac{\mu g}{m} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \sin \sqrt{\frac{k}{M+m}} t$$

$$t = \arcsin \frac{\mu g}{m} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$t = \frac{\arcsin \frac{3}{2} \sqrt{\frac{3}{2\pi}}}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}}$$

$$t = \frac{\pi}{6} + \frac{\sqrt{M+m}}{k} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2\pi}{3}} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ с}$$

~~$$-kS + \mu mg = -Ma$$~~

~~$$kS = \mu mg$$~~

~~$$S = \frac{\mu mg}{k}$$~~

~~$$S = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$~~

$$-kS_{\max} = (M+m) a_{\max}$$

$$-k \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0 = -(M+m) a_m$$

$$a_m = \sqrt{\frac{k}{M+m}} v_0$$

$$a_m = \sqrt{\frac{2\pi}{3}} v_0 = 6 \frac{m}{s^2}$$

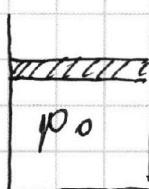


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$P_{86^\circ C} = P_{\text{наруж}} = \cancel{60 \text{ кПа}}$$

$$P_0 V = \frac{5V}{\pi} RT$$

$$P_{86^\circ C} = 60 \text{ кПа}$$

$$V_1 = \frac{11}{11} V_2$$

$$t_0 = 86^\circ C$$

$$\varphi_0 = \frac{P_{\text{нр}}}{60 \cdot 10^3}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = V_2$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t = 41^\circ$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_{\text{нр}}}{260 \cdot 10^3}$$

$$\frac{P_0}{P_n} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$40 \cdot 10^3 = P_{\text{нр}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_0}{P_n} - 1$$

$$2) P_{\text{вн}} = \text{const} = P_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{4}$$

При темп. 46°C нет конденсата

$$P_0 = P_{\text{нр}} + P_B$$

$$P_B = P_0 - P_{\text{нр}} = \frac{V_1 k T_0}{V_2}$$

$$P_B = \frac{V_1 k T_0}{V}$$

$$P_B = \frac{V_1 k T_0}{V}$$

$$P_B = P_{\text{нр}} + P_B$$

$$P_0 - P_{\text{нр}} = \frac{T_0}{V} = \frac{T_0}{V_0}$$

$$P_0 - P_{\text{нр}} = \frac{V_1 k T_0}{V}$$

$$\frac{V_1 k T_0}{V} = P_0 - P_{\text{нр}}$$

$$P_0 V = (V_1 + V_2) k T_0$$

$$P_B V = V_1 k T_0$$

$$P_n V = V_2 k T_0$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$P_0 V = \frac{5V}{11} \text{ к} \cancel{\text{Н}} 319 \text{ к}$$

$$\frac{275}{319}$$

$$\frac{P_{\text{нап}}}{3} = \frac{P_0}{10} \quad \frac{11}{9} = \frac{V_1}{V_0}$$

$$180 V = \frac{5V}{11} \text{ к} 319 \text{ к}$$

180 к

$$\frac{273}{359}$$

$$180 V_0 = \frac{5V_1}{11} \text{ к} \cancel{319} \text{ к}$$

180 к 319

$$\frac{V_0}{V} = \frac{359}{319}$$

$$t = 40^\circ$$

$$\frac{V_0}{V} \frac{319}{359} = k$$

$$10 \text{ кН} = P_{\text{нап}}$$

$$P_0 \frac{110}{R_0} \frac{319}{359} V_0 = V_B R 319 \quad P_0 = 140$$

$$140 V = V_B R 319$$

$$\frac{110}{R_0} V_0 = V_B R 319$$

$$110 V_0 = V_B R 319$$

$$\frac{110}{P_1} \frac{319}{359} = \frac{319}{359}$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{319}{359} \frac{11}{74}$$

$$P_1 = 110$$

359

$$P_{\text{нап нап}} = 40 \Rightarrow t = 76^\circ \text{ - правильный}$$



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 _

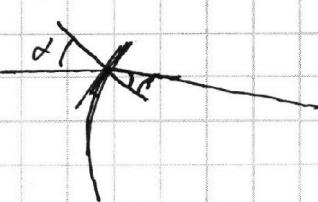
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1, $BF =$

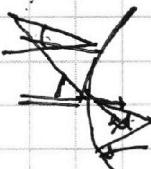
1

$$\frac{1}{1,6F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{3F}$$



$$\frac{1}{F} - \frac{1}{F} \leftarrow \frac{2}{3F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F}$$

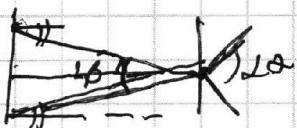
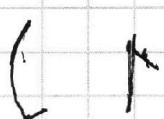


$$f = 3F$$

2β

R

угол
зата



$$\tan \alpha = \frac{h}{l}$$

$$\alpha = n\beta$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{2R}$$

$$n\beta = \frac{h}{l}$$

$$n = \frac{2R}{l}$$

$$n = \frac{h}{2R}$$

$$\beta = \frac{h}{2R}$$

$$dl = nl$$



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!

$$\varphi = k \frac{d\varphi}{r}$$

$$\varphi = k \frac{\sigma dr}{r}$$

$$\oint \varphi dr = k \sigma \int \frac{dr}{r} = k \sigma \ln r_{out} - \ln r_{in}$$

$$= k \sigma \ln \frac{r_{out}}{r_{in}}$$

$$W_+ = k q \sigma \ln \frac{r_1}{r_2}$$

$$W_- = k q \sigma \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$W_0 = 0$$