



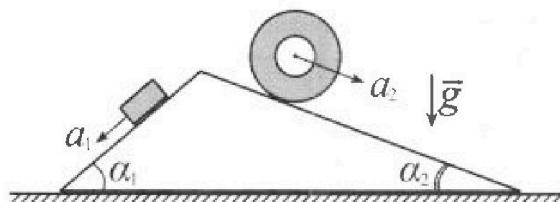
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

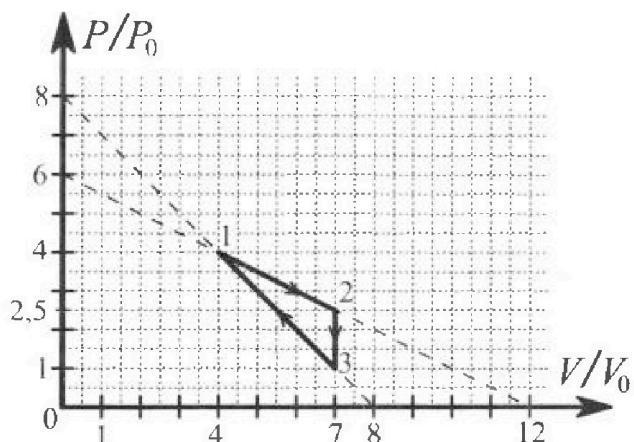


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

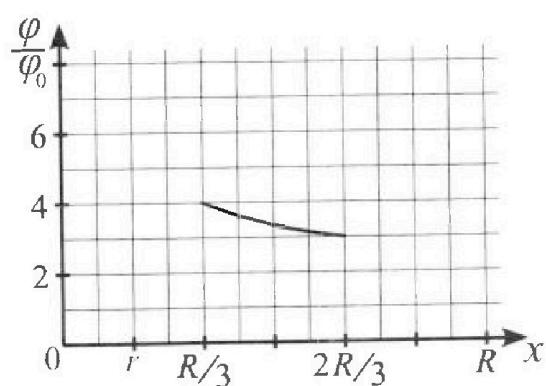
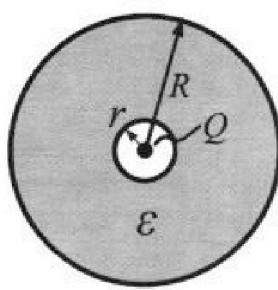
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



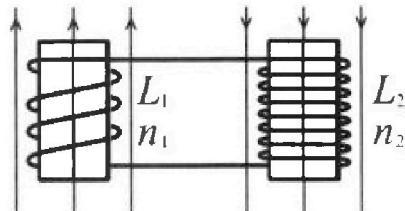
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



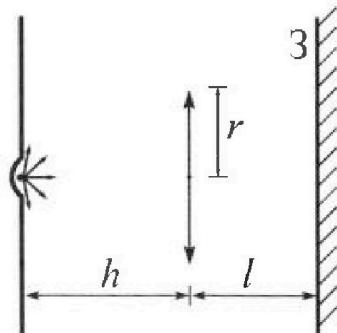
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью $\dot{\varphi}$ (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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



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

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$4mg\vec{a}_2 = 4mg\vec{i} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2$$

$$\text{a: } 4ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 4mg \cdot \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4mg \cdot 5 \cdot \frac{11}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg$$

3) Согласно третьему закону Ньютона, на книгу действует сила:

$$0 = Mg\vec{i} - \vec{N}_1 - \vec{N}_2 - \vec{F}_1 - \vec{F}_2 + \vec{F}_3, \text{ где } M - \text{масса книги.}$$

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg, N_2 = 4mg \cdot \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$\text{х: } 0 = -F_3 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13}$$

$$F_3 = mg \cdot \left(\frac{12}{25} - \frac{240}{169} - \frac{56}{25 \cdot 13} + \frac{410}{169} \right)$$

$$F_3 = mg \cdot \left(\frac{156 - 56}{25 \cdot 13} - \frac{730}{169} \right) = mg \cdot \left(\frac{4}{13} - \frac{70}{169} \right) = -\frac{6}{13} mg$$

Знак "-" означает, что F_3 направлена по оси х.

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3) $F_3 = \frac{6}{13} mg$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

№ 1.

Дано:

$$a_1 = \frac{5}{13} g, a_2 = \frac{5}{24} g$$

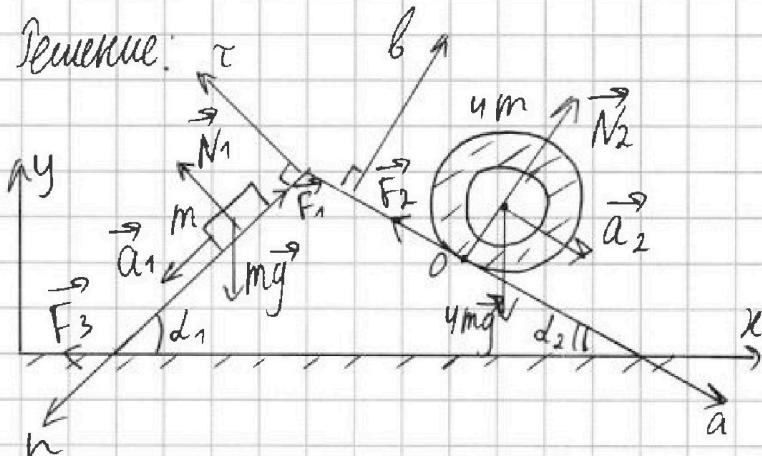
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}, \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

1) F_1 - ?

2) F_2 - ?

3) F_3 - ?

Решение:



1) Для блока массой m :

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1$$

$$n: ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{14}{13} = \frac{14}{65} mg$$

2) Рассмотрим точку O цилиндра, контактирующую с кубом. Её скорость равна нулю, т.к. цилиндр движется без проскальзывания. При этом на цилиндр действует сила трения, которая стремится привести т. O к скорости. Тогда в точке O на цилиндр действует сила трения некая F_2 , препятствующая повышению скорости т. O .

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.



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!

$$6 - \frac{V}{2V_0} + 9 - \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} = 0$$

$$V = 7,5 V_0$$

В процессе 1-2 такого объема нет \Rightarrow газ только получает тепло в процессе 1-2.

Уравнение процесса 2-3:

$$P = 8P_0 - P_0 \cdot \frac{V}{V_0}$$

$$dQ = pdV + iVd\bar{T} = (8P_0 - P_0 \frac{V}{V_0}) dV + \frac{3}{2} Vd\bar{T} = 0$$

$$8P_0 dV - P_0 \frac{V^2}{V_0} = VRd\bar{T}$$

$$8P_0 dV - 2VdV \cdot \frac{P_0}{V_0} = VRd\bar{T}$$

$$8P_0 dV - P_0 \frac{VdV}{V_0} + 7P_0 dV - 3 \frac{VdV}{V_0} = 0$$

$$8 - \frac{V}{V_0} + 12 - 3 \frac{V}{V_0} = 0$$

$$V_2 = 5V_0, P_2 = 3P_0, T_2 = \frac{15P_0V_0}{VR}$$

Линка с координатой x принадлежит процессу 3-1 \Rightarrow в этом процессе газ и получает тепло, и отдаёт. П.к. работа в процессе 3-1 отрицательна, а $T_1 > T_3$

\Rightarrow На участке $A \rightarrow$ газ получает тепло.

$$\eta = \frac{A_{us}}{Q_{net}} = \frac{A_{us}}{Q_{12} + Q_{23} + \frac{3}{2}n}$$



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 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!

$$6p_0 - p_0 \cdot \frac{2V_m}{2V_0} = 0$$

$$V_m = 6V_0$$

$$P_m = 3p_0$$

$$T_m = \frac{18p_0 V_0}{UR}, \quad T_1 = \frac{16p_0 V_0}{UR}$$

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{9}{8}$$

3) Температура газа в процессе 1-2 скачком увеличивается, затем уменьшается \Rightarrow возможно, что в процессе 1-2 из не только получаем тепло, но и отдаём. Аналогично с процессом 3-1.

Рассмотрим для обоих процессов момент, когда $dQ=0$ (касание с адиабатой).

$$dQ = dA + dU = pdV + \frac{3}{2}UR dT = 0$$

$$pV = URT$$

Для процесса 1-2:

$$6p_0 V - \frac{V_2}{2V_0} \cdot p_0 = URT$$

$$6p_0 dV - \frac{V}{2V_0} p_0 dV = U dT$$

$$(6p_0 - \frac{V}{2V_0} p_0) dV + \frac{3}{2} (6p_0 dV - \frac{V}{2V_0} dV p_0) = 0$$



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.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

4 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!

$$Q_{12} = \frac{1}{2} \cdot 6,5 p_0 \cdot 3 V_0 + \frac{3}{2} \cdot (17,5 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 6,5 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 1,5 p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

~~$$Q_{21} = -\frac{1}{2} \cdot 2 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot (16 p_0 V_0 -$$~~

$$Q_{3n} = -\frac{1}{2} \cdot 4 p_0 \cdot 2 V_0 + \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0)$$

$$Q_{3n} = -4 p_0 V_0 + 12 p_0 V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$A_{th} = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{\frac{9}{4}}{20} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) 7

2) $\frac{9}{8}$

3) $\frac{9}{80}$

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 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!

Решение:

~ 2.

$$1) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} VR \cdot (\bar{T}_3 - \bar{T}_2)$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{\frac{3}{2}}{2} VR \cdot |\bar{T}_2 - \bar{T}_3|$$

$$p_2 V_2 = \frac{5}{2} p_0 \cdot 7 V_0 = VR \bar{T}_2, \quad p_3 V_3 = p_0 \cdot 7 V_0 = VR \bar{T}_3$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \cdot \left(7 p_0 V_0 + \frac{5}{2} - 7 \right) = \frac{9}{4} \cdot 7 \cdot p_0 V_0$$

Работу газа за цикл найдем как площадь под графиком против цикла:

$$\begin{aligned} A_{U_0} &= \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 \cdot 3 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0 \\ |\Delta U_{23}| &= ? \end{aligned}$$

2) В процессе 1-2 газ расширяется \Rightarrow его работа положительна на любом малом промежутке.

Введем уравнение прямой 1-2:

$$p = 2V + B$$

$$\text{Из уравнка: } p = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V$$

$$pV = VR\bar{T}$$

$$pV - 6p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V^2 = VR\bar{T}$$

Для максимальной температуры $\cancel{\frac{d}{dT} T} = 0$:

$$(6p_0 V - p_0 \cdot \frac{V^2}{2V_0})' = 0$$

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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



Дано.

$$E, r, R, Q$$

$$1) \varphi\left(\frac{R}{4}\right) - ?$$

$$2) E - ?$$

Решение:



Выделим внутри шара шар с толщиной dx и радиуса x ($x > r$)

$$d\varphi / \text{разность потенциалов слоя} = E(x) \cdot dx$$

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\int_{r}^{R} \frac{kQ}{x^2} \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \int_{r}^{R} \frac{dx}{x^2} = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x} \Big|_{r}^{R} =$$

$$= -\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon r} = \varphi(r) - \varphi\left(\frac{R}{4}\right)$$

Возьмём т. А на расстоянии $\Delta n \rightarrow 0$ от

~~$r = \Delta n \rightarrow 0$~~ ($r - \Delta n$), где $\Delta n \rightarrow 0$, от центра

шара. Её потенциал $\varphi_A = \varphi(r) / (\text{т.к. } \Delta n \rightarrow 0)$

$$\varphi_A = \frac{\varphi(r)}{r} = \varphi(r)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon r}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = kQ \cdot \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon r} + \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi(r) = kQ \cdot \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon r} + \frac{1}{\epsilon R} \right), \text{ при } x > r$$



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 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!

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = kQ \cdot \left(\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon \cdot r} + \frac{3}{\varepsilon R}\right) = 4\varphi_0 \quad (1)$$

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = kQ \cdot \left(\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon r} + \frac{3}{2\varepsilon R}\right) = 3\varphi_0 \quad (2)$$

(1) - (2) :

$$\frac{3kQ}{2\varepsilon R} = \varphi_0 \Leftrightarrow kQ = \frac{2\varepsilon R \varphi_0}{3}, \quad \cancel{kQ} \quad \frac{\varphi_0}{kQ} = \frac{3}{2\varepsilon R}$$

(1) + (2) :

$$\frac{2kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{9kQ}{2\varepsilon R} = 7\varphi_0 \quad | : kQ$$

$$\frac{2(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{9}{2\varepsilon R} = \frac{21}{2\varepsilon R} \quad | - \frac{21}{2\varepsilon R}$$

$$\frac{2(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} = \frac{6}{\varepsilon R} \Rightarrow r = \frac{(\varepsilon-1)R}{3}$$

$$(1) \quad 4\varphi_0 = kQ \cdot \frac{6}{\varepsilon R}, \quad (2) \quad 3\varphi_0 = \\ \varepsilon - 1 = \frac{3r}{R} \quad \text{Из графика: } R = 6r$$

$$\varepsilon = \frac{R+3r}{R} = 1,5$$

$$\text{Ответ: 1) } \varphi\left(\frac{R}{5}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon r} + \frac{4}{\varepsilon R}\right)$$

$$2) \quad \varepsilon = \frac{3r+R}{R} = 1,5$$



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

СТРАНИЦА
2 из 2

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

преподнесло малым сопротивлением (бесконечно проводящий контур). Магнитный поток для такого контура равен постоянен.

В начальном моменте (когда не было тока):

$$\Phi = B_0 S n_1 + 2 B_0 S \cdot n_2 = 5 B_0 S n = \text{const}$$

В конце изменения магнитного поля:



Предположим, что ток идет против часовой стрелки.

$$\Phi = \frac{B_0}{2} S n_1 + L_1 I + \frac{2}{3} B_0 S n_2 - L_2 I = \frac{1}{2} B_0 S n + L I$$

$$+ \frac{4}{3} B_0 S n - 4 L I = \frac{11}{6} B_0 S n - 3 L I = 5 B_0 S n$$

$$3 L I = - \frac{19}{6} B_0 S n$$

$$I = - \frac{19}{18} B_0 S n, \text{ знак } "-" \text{ говорит о том, что}$$

ток направлен против часовой.

$$\text{Ответ: 1) } I^1 = \frac{L S n}{5 L}$$

$$2) I = \frac{19}{18} B_0 S n$$

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!

Дано:

$$L_1 = L; L_2 = 4L$$

$$n_1 = n; n_2 = 4n; S, L$$

$$1) \underline{I}' - ?$$

$$2) \underline{I} - ?$$

Решение:

1) При увеличении магнитного потока через первую катушку в неё возникнет ЭДС индукции, препятствующее этому изменению. В начальный момент тока нет \Rightarrow магнитный поток через вторую катушку не изменится. При этом в обеих катушках возникнут ЭДС самоиндукции, препятствующие увеличению тока:

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{is_1} + \mathcal{E}_{is_2}, \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{\Delta t} = \Delta S n$$

$$\mathcal{E}_{is_1} = L_1 \cdot \underline{I}' = L \cdot \underline{I}'$$

$$\mathcal{E}_{is_2} = L_2 \cdot \underline{I}' = 4L \cdot \underline{I}'$$

$$\Delta S n = S L \cdot \underline{I}'$$

$$\underline{I}' = \frac{\Delta S n}{S L}$$

2) Катушки и соединительные провода представят собой контур 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.

 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!

Дано:

$$h, F = \frac{h}{2}$$

$$l = \frac{2}{3}h$$

$$r = 3 \text{ см}$$

$$1) S_1 - ?$$

$$2) S_2 - ?$$

Решение:

№ 5.

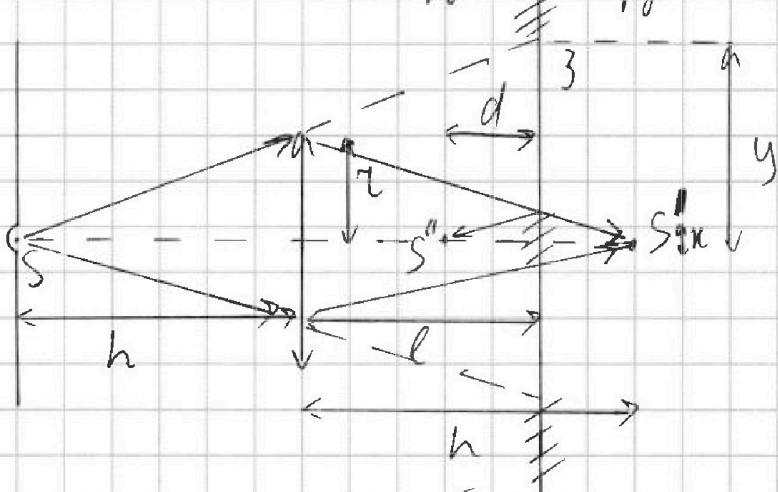
1) Найдём положение изображения источника

в зеркале:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{f}, d = h, F = \frac{h}{2}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{\ell} = \frac{2}{h}$$

т.к. источник точечный \Rightarrow свет будет распространяться по всем направлениям и на разных предметах будут световые окружности окружности:



Штрихом отмечена область зеркала, которая будет освещена.

$$\frac{x}{x} + \frac{x}{r} = \frac{h-l}{h} = \frac{1}{3}$$

$$x = 1 \text{ см}$$

$$\frac{r}{y} = \frac{h}{h+l} = \frac{h}{\frac{5}{3}h} = \frac{3}{5} \Rightarrow y = 5 \text{ см}$$

$$S_1 = \pi y^2 - \pi x^2 = 24\pi$$

2) S'' - изображение S' в зеркале

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 2

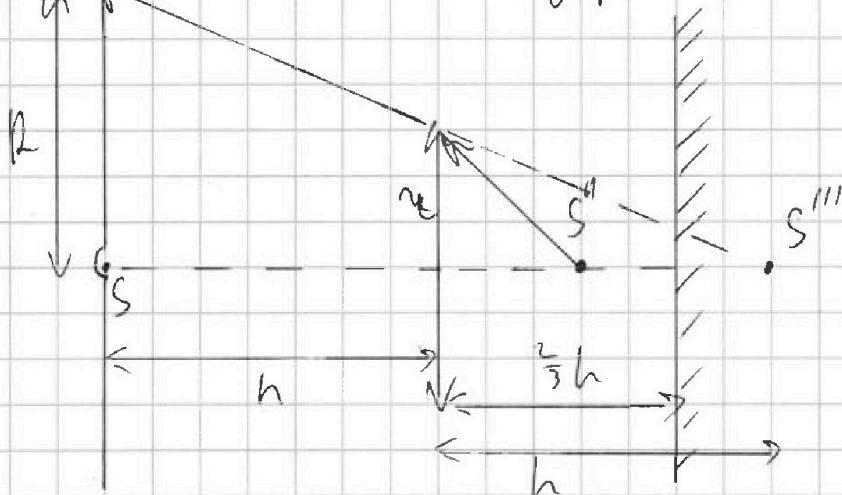
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$d = h - l = \frac{1}{3}h \quad l - d = \frac{1}{2}h - \frac{1}{3}h = \frac{1}{6}h$$

Найдём изображение S'' в зерле:

$$\frac{1}{d'} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{R} \quad \Leftrightarrow \frac{3}{2h} + \frac{1}{f'} = \frac{2}{2h} \quad \text{п. 2}$$

$f' = -h$ (мнимое изображение)



R - радиус неосвещённой части стены.

$$\frac{2}{R} = \frac{h}{2h} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = 6 \text{ см}$$

$$S_2 = \pi r^2 = 36\pi$$

$$\text{Отнек: } 1/S_1 = 24\pi$$

$$2/S_2 = 36\pi$$

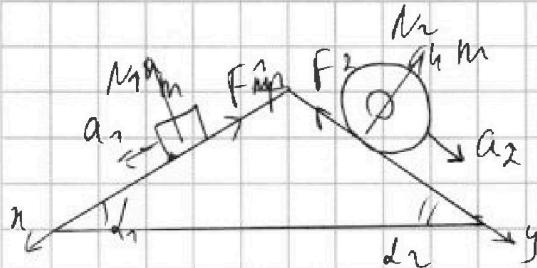
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{нр}} + \vec{N}_1$$

$$x: ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = \frac{74}{65} mg \quad 8p_0 = 8V_0a + b$$

$$6p_0 = \frac{p_0}{2V_0} \cdot V$$

$$VR\Delta = 6p_0V - \frac{p_0}{2V_0} V^2$$

$$\sigma = 6p_0aV - \frac{p_0}{V_0} Vab$$

$$\frac{V}{V_0} = 6 \quad V = 6V_0$$

$$4ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = \frac{55}{78} mg \quad a = \frac{p_0}{V_0}$$

$$p_3V_3 = VR\Delta_3 = 7p_0V_0$$

$$VR\Delta_2 = \frac{5}{2} p_0 \cdot 7V_0$$

$$\kappa = \frac{\partial U_{23}}{\partial U_2} = 7$$

$$1-2: \quad p = 2V + V_0$$

$$b = 9p_0 - \frac{9}{2}V_0 \left(-\frac{p_0}{2V_0} \right)$$

$$b = 6p_0$$

$$p_{12} = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V_0 \quad (6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V)V = VR\Delta$$

$$dQ = p \Delta V + \frac{3}{2} VR\Delta \delta$$

$$6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V + \frac{9}{2} 6p_0 \lambda - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V \cancel{VR\Delta \delta} = 6p_0 \Delta V - \frac{p_0}{V_0} \cdot V \Delta V$$

$$0 = 6 - \frac{V}{2V_0} + 9\lambda - \frac{3}{2} \frac{V}{V_0}$$

$$F_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$F_1 = mg \cdot \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right)$$

$$F_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{5}{24}$$

$$F_2 = 5mg \cdot \frac{11}{13} - \frac{5}{24}$$

$$| \Delta U | = \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2} \cdot 7p_0V_0 \right) = \frac{9}{4} \cdot 7p_0V_0$$

$$A_{U_2} = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot \frac{3}{2} p_0 = \frac{9}{4}$$

$$p_1 = 4p_0 = 4V_0a + b$$

$$p_2 = \frac{5}{2} p_0 = 7V_0 \cdot a + b$$

$$\frac{5}{2} p_0 = -3V_0a \quad a = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V)V = VR\Delta$$

$$VR\Delta = 6p_0 \Delta V - \frac{p_0}{V_0} \cdot \Delta V$$

$$12V_0 - V + 18\lambda \cdot V_0 - 3V = 0$$

$$4V = 30V_0$$

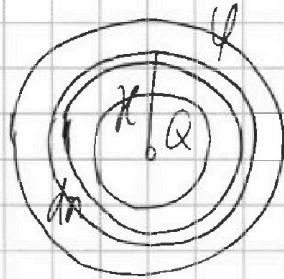


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решениях каждой задачи отдельно.

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



$$E(r) = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E(a) = \frac{kQ}{a^2 \cdot \epsilon_0}$$

$$\Delta V = E(a) \cdot dn$$

$$E(a) = \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2} \cdot dn$$

$$\int_{r}^{R} E(n) \cdot dn = \frac{kQ}{\epsilon_0} \int_{r}^{R} \frac{dn}{n^2} = \frac{kQ}{\epsilon_0} \cdot \left(-\frac{1}{n} \right) \Big|_{r}^{R} = -\frac{kQ}{\epsilon_0 R^2} + \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon_0 r} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$$

$$\varphi(r) = -\frac{kqCB}{r} + \frac{kQ}{r} = \frac{k}{r} \cdot (Q - q_B) = \frac{kQ}{r} \cdot \left(\frac{\epsilon - \epsilon_0}{\epsilon} \right)$$

$$\frac{kQ}{\epsilon_0 r} - \frac{kQ}{\epsilon n} = \frac{kQ}{r} - \varphi(n)$$

$$\varphi(n) = kQ \cdot \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon n} - \frac{1}{\epsilon_0 r} \right) = kQ \cdot \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon_0 r} + \frac{1}{\epsilon n} \right)$$

$$\varphi(\frac{n}{3}) = kQ \cdot \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon_0 r} + \frac{3}{\epsilon n} \right) = 4$$

$$\varphi(\frac{2}{3}R) = kQ \cdot \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon_0 R} + \frac{3}{2\epsilon R} \right) = 3$$

$$\frac{3kQ}{2\epsilon R} = 1 \quad \frac{2kQ}{\epsilon R} \cdot (\epsilon - 1) + \frac{9kQ}{2\epsilon R} = 7 \quad 1.2\epsilon R$$

$$4kQ R \cdot (\epsilon - 1) + 9kQ R = 14\epsilon R$$

$$8kQ \frac{8R^2}{3} (\epsilon - 1) + 9kQ \frac{8R}{3} = 14\epsilon R$$

$$R 8R(8\epsilon - 7) + 18R = 52R$$

$$R 8(8\epsilon - 7) = 24R$$

$$R = \frac{4}{7}(8\epsilon - 7) R$$



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.

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!



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!

$$\epsilon_i = \alpha \beta \alpha \cdot S_{n_1} = 5L \cdot \dot{\Gamma}$$
$$\dot{\gamma} = \frac{\alpha Sh}{5L}$$

$\rho = \text{const}$

$$\rho_0 S_{n_2} + \frac{4}{3} \rho_0 S_{n_1} - 5 \rho_0 S_h = \text{const}$$
$$5 \dot{\Gamma} L + \frac{\rho_0 S^3}{2 S_{n_1}} - \frac{4}{3} \rho_0 S_h = 5 \rho_0 S_h$$
$$5 \dot{\Gamma} L = 5 \rho_0 S_h + \frac{5}{6} \rho_0 S_h = \frac{35}{6} \rho_0 S_h$$
$$\dot{\Gamma} = \frac{13}{30} \frac{7}{6} \frac{\rho_0 S_h}{L}$$

ϵ_i
 \sqrt{t}

q_1

2

ρ

~~X~~

1