

Олимпиада «Физтех» по физике,

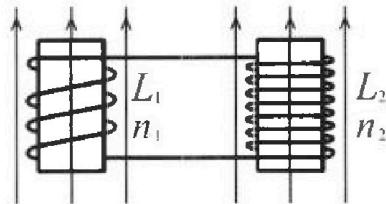
февраль 2024

Вариант 11-02



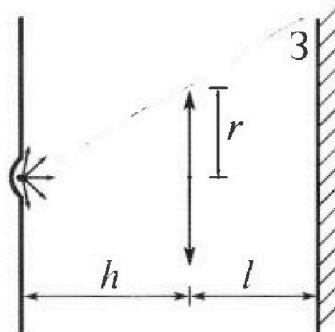
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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 $\dot{\phi}$ (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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.



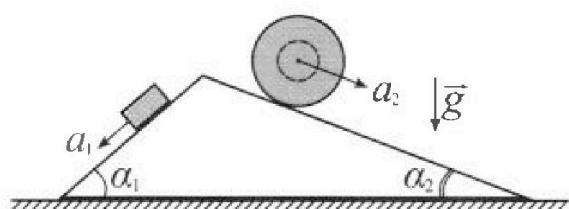
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

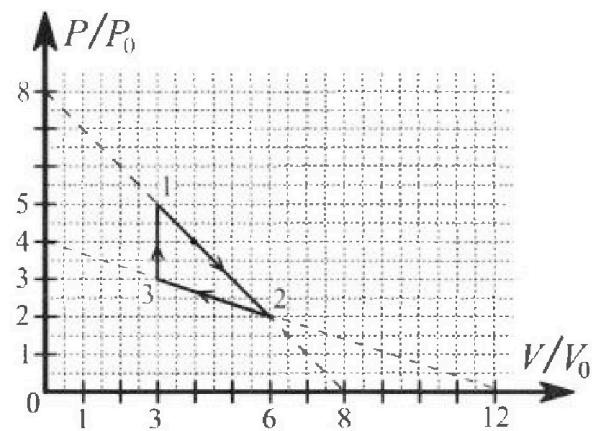


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

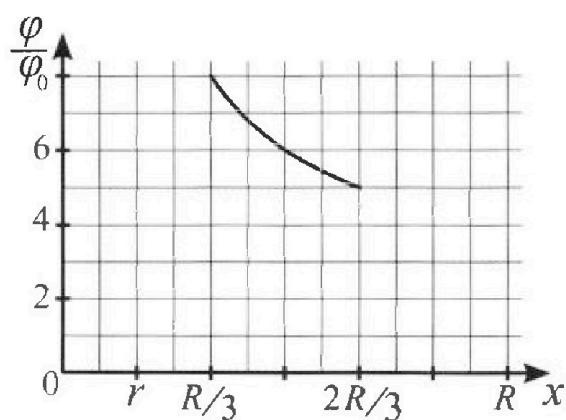
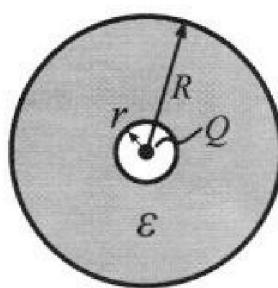
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



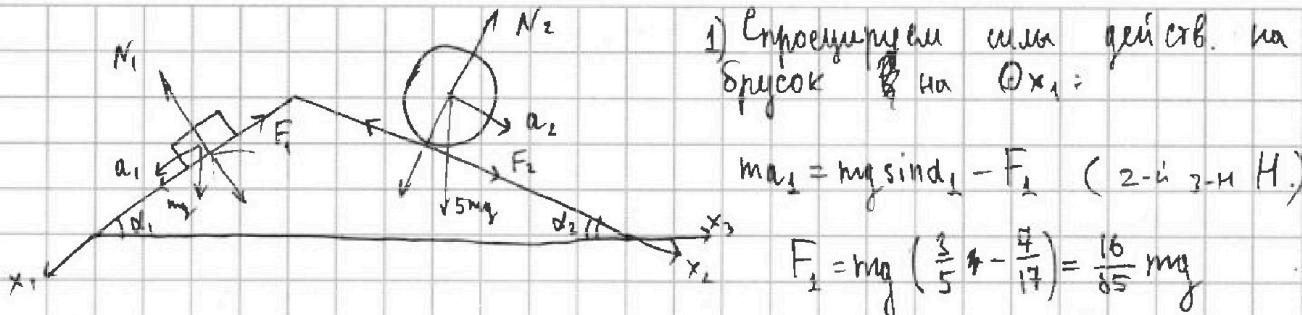


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



2) То же самое для шара (мы не знаем куда направлено сила трения, но по знаку ответа сможем определить):

$$5ma_2 = F_2 + 5mgs \sin \alpha_2 \Rightarrow F_2 = 5mg \left(\frac{8}{85} - \frac{8}{17} \right) = \frac{8 \cdot 17 - 8 \cdot 25}{85} mg = \frac{64}{85} mg = 4F_1 -$$

F₂ направлена вправо

3) $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$, $N_2 = 5mg \cos \alpha_2 = \frac{5 \cdot 15}{17} mg$

Строим силы, действующие на клин на оси Ox_3 :

B $N_1 s \in \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0$

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = mg \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{64}{85} \cdot \frac{15}{17} + \frac{5 \cdot 15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} \right) = \frac{16 \cdot 4 \cdot 17 + 64 \cdot 15 \cdot 5 + 5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5^2 - 17 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 8}{17^2 \cdot 5^2} mg = \frac{1088 + 4800 + 14000 - 2720}{7725} =$$

$$= \frac{17168}{7725} mg$$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Сначала найдем уравнения процессов 1-2 и 2-3

$$\frac{P}{P_0} = a - \frac{V}{V_0} + b$$

$$1-2: \frac{P}{P_0}(0) = 8 \Rightarrow b = 8$$

$$\frac{P}{P_0}(8) = 0 = 8a + 8 \Rightarrow a = -1$$

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

$$2-3: \frac{P}{P_0}(0) = 4 \Rightarrow b = 4$$

$$\frac{P}{P_0}(12) = 0 = 12a + 4 \Rightarrow a = -\frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 4$$

$$1) \Delta U_{2-1} = \frac{3}{2}VR(T_1 - T_3) = \frac{3}{2}VR \frac{P_1 V_1 - P_3 V_3}{VR} (u_3 \quad PV = \text{RT})$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{V_3}{V_0} = 3 \Rightarrow V_1 = V_3 = 3V_0 \quad , \quad \frac{V_2}{V_0} = 6 \Rightarrow V_2 = 6V_0$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 5 \Rightarrow P_1 = 5P_0 \quad \frac{P_2}{P_0} = 3 \Rightarrow P_2 = 3P_0$$

$$\Delta U_{2-1} = \frac{3}{2}P_0V_0(15 - 9) = 9P_0V_0$$

$$A_{1-2} = \int_{3V_0}^{6V_0} \left(-\frac{V}{V_0} + 8\right)P_0 dV = -\frac{P_0}{V_0} \int_{3V_0}^{6V_0} V dV + 8P_0 \int_{3V_0}^{6V_0} dV = -\frac{P_0}{V_0} \frac{36V_0^2 - 9V_0^2}{2} + 24P_0V_0 =$$

$$= 10,5P_0V_0$$

$$A_{2-3} = \int_{6V_0}^{3V_0} \left(-\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 4\right)P_0 dV = -\frac{P_0}{3V_0} \int_{6V_0}^{3V_0} V dV + 4P_0 \int_{6V_0}^{3V_0} dV = \frac{P_0}{3V_0} \frac{36V_0^2 - 9V_0^2}{2} - 12P_0V_0 = -7,5P_0V_0$$

$$A_{3-1} = 0 \quad (V = \text{const})$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1} = 3P_0V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{\frac{3}{2}P_0V_0}{3P_0V_0} = 3$$

$$2) T = \frac{PV}{VR} = \frac{\left(-\frac{V}{V_0} + 8\right)P_0V}{VR} = \frac{P_0}{VR} \left(-\underbrace{\frac{V^2}{V_0}}_{\max} + 8V\right)$$

$$\frac{d}{dV} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 8V\right) = -\frac{2}{V_0}V + 8 = 0 \Rightarrow V = 4V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{P_0}{VR} \left(-\frac{16V_0^2}{V_0} + 32V_0\right) = \frac{16P_0V_0}{VR}$$

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



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

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$T_2 = \frac{P_0 V_0}{\gamma R} = \frac{12 P_0 V_0}{\gamma R}$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{\frac{16}{12} \cdot 4}{\frac{4}{3}} = \frac{4}{3}$$

$$3) Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 10,5 P_0 V_0 + \frac{1}{2} \gamma R \frac{12 P_0 V_0 - 15 P_0 V_0}{\gamma R} = 6 P_0 V_0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = -7,5 P_0 V_0 + \frac{3}{2} (9 - 12) P_0 V_0 = -12 P_0 V_0$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = 9 P_0 V_0$$

$$Q_{1+} = Q_{1-2} + Q_{3-1} = 15 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{1+}} = \frac{27 P_0 V_0}{5 \cdot 15 P_0 V_0} = 0,2$$

$$Ответ: 1) 3, 2) \frac{4}{3}, 3) 0,2$$

4



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 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!

Для кол. в произв. тоже внутри шара:

На внутр. и внешней поверхности имеются полризации зарядов. Они изменяются после выхода изнутри шара. Эти заряды находятся между и прятаны в колоды по 3/4 земли (из ЗСЗ). Внешний заряд не оказывает влияния на поле внутри шара (по Г. Гаусса).

Все произв. точки на расст x от центра системы зарядов имеют:

$\frac{1}{2}k\frac{Q}{x^2} = k\frac{Q}{x^2} + k\frac{Q}{x^2}$ — пол. заряд на внутр. поверх. после зар. сферы совпадает с нач. гор. зарядом

$$\varphi = -Q \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

1) Тогда для нач. гор. гор. $x = \frac{3R}{4}$

$$\varphi = k \frac{4Q}{3R} - k \frac{4Q(1-\frac{1}{\varepsilon})}{3R} + \frac{k3Q(1-\frac{1}{\varepsilon})}{3R} = \frac{kQ}{3R} \left(4 - 1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) = \frac{kQ}{3R} \left(3 + \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

$$2) \varphi(\frac{R}{3}) = k \frac{3Q}{R} - k \frac{3Q(1-\frac{1}{\varepsilon})}{R} + \frac{kQ(1-\frac{1}{\varepsilon})}{R} = \frac{kQ}{R} \left(3 - 2(1-\frac{1}{\varepsilon})\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon}\right)$$

$$\varphi(\frac{2R}{3}) = k \frac{3Q}{2R} - k \frac{3Q(1-\frac{1}{\varepsilon})}{2R} + \frac{k2Q(1-\frac{1}{\varepsilon})}{2R} = \frac{kQ}{2R} \left(3 - 1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) = \frac{kQ}{2R} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

$$\frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{2R}{3})} = \frac{8}{5} = \frac{2\varepsilon + 4}{2\varepsilon + 1} - из~графика$$

$$16\varepsilon + 8 = 10\varepsilon + 20$$

$$6\varepsilon = 12$$

$$\varepsilon = 2$$

Ответ: 1) $\varphi = \frac{kQ}{12\pi\epsilon_0 R} \left(3 + \frac{1}{\varepsilon}\right)$, 2) $\varepsilon = 2$

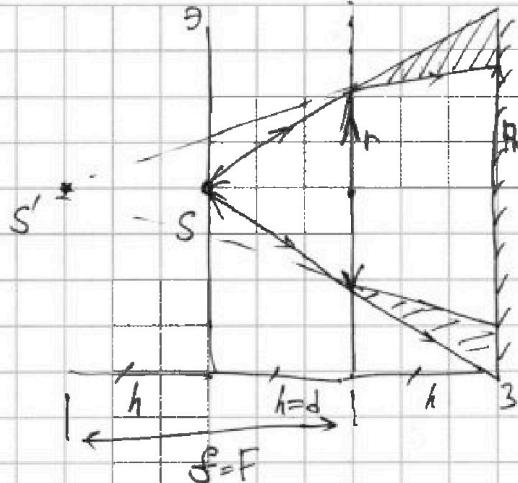


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input 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!



Т.к. источник нах. из линзы
на расст. меньше фокусного, то
его изобр. будет мимоц.

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \text{ - формула тонкой линзы}$$

для этой ситуации

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{2h} \Rightarrow f = 2h.$$

Тогда R_1 - радиус области, обс. лучами, прошедшими через линзу. из подобия:

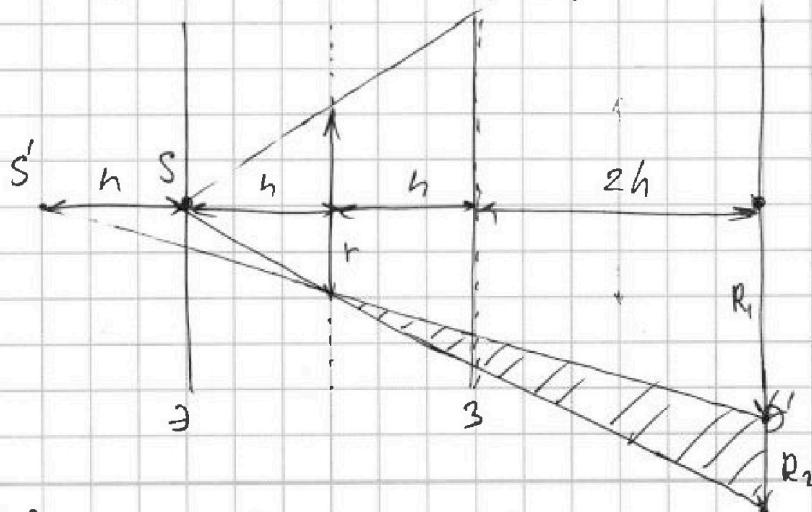
$$\frac{R_1}{3h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow R_1 = \frac{3}{2}h.$$

R_2 - радиус окружности ^{внешн.} из которой идут не преломившиеся лучи. из подобия

$$\frac{r}{h} = \frac{R_2}{2h} \Rightarrow R_2 = 2h.$$

$$\text{Тогда } S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left(4 - \frac{9}{4}\right) = \frac{7}{4}\pi r^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

Рассмотрим отражение б-зеркале



Тогда снова из подобия:

$$\frac{R_1}{5h} = \frac{r}{3h} \Rightarrow R_1 = \frac{5}{3}h$$

$$\frac{R_2}{4h} = \frac{r}{h} \Rightarrow R_2 = 4h$$

$$S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \pi r^2 \left(16 - \frac{25}{9}\right) = \pi r^2 \frac{64 - 25}{4} = 39\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $7\pi \text{ см}^2$; 2) $39\pi \text{ см}^2$



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 checked="" type="checkbox"/> 4 | <input 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!

Согласно закону электромагнитной индукции и правилу Ленца:

$$L \frac{dI}{dt} = -\varepsilon_i = n \frac{dB}{dt} S \quad (\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt})$$

$B = B_{\text{вн}} + B_{\text{инд}}$ — магнитное поле в катушке состоит из внешнего и индуцированного током в катушке

Индукционные магнитные поля в катушках противоположны между собой, а т.к. $B_{\text{инд}} \sim I^2 n$, то $B_{\text{инд}L_2} = 3B_{\text{инд}L_1}$, но можем

1) Найти L_1 :

$$L_1 \frac{dI}{dt} = n_1 \frac{d(B_{\text{вн}} + B_{\text{инд}L_1})}{dt} S \Rightarrow L_1 \frac{dI}{dt} = -dnS + n \frac{dB_{\text{инд}L_1}}{dt} S$$

2) Найти L_2

$$L_2 \frac{dI}{dt} = n_2 \frac{d(-B_{\text{инд}L_1} + B_{\text{вн}})}{dt} S \Rightarrow \cancel{\delta} L_2 \frac{dI}{dt} = \gamma n \cdot \gamma \frac{dB_{\text{инд}L_1}}{dt} S$$

$$\cancel{\delta} L_2 \frac{dI}{dt} = -dnS$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha n S}{\delta L}$$

2) $\int dI = n \int dB S$

$$L_1: L_1 \frac{dI}{dt} = n \left(B_0 - \frac{2}{3}B_0 + B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}} \right) S, \quad B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}} = \Delta B$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} = \frac{3}{2}n \left(\frac{1}{3}B_0 - \frac{1}{12}B_0 - 3(B_{\text{инд}} - B'_{\text{инд}}) \right) S$$

$$\frac{dI}{dt} = nS \left(\frac{B_0}{3} + \Delta B \right) | \cdot 3$$

$$\frac{dI}{dt} = 3nS \left(\frac{B_0}{4} - \Delta B \right)$$

$$6L_1 \frac{dI}{dt} = B_0 nS + \frac{B_0 nS}{4} + 3 \cancel{nB \sqrt{S}} - 3 \cancel{\Delta B \sqrt{S}} = \frac{5}{4} B_0 nS$$

$$\Delta I = \frac{5}{24} \frac{B_0 n S}{L}$$

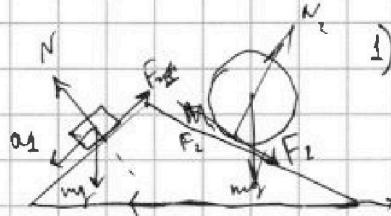
Ответ: 1) $\frac{\alpha n S}{2L}$; 2) $\frac{5}{24} \frac{B_0 n S}{L}$

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!



$$1) N = mg \cos \alpha_1 = mg \frac{4}{5}$$

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

$$F_1 = \frac{3}{5}mg - \frac{4}{17}mg = \frac{51-35}{85}mg = \frac{16}{85}mg$$

$$2) 5ma_2 = 5mg \frac{8}{17} - F_2$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{15}{17}mg$$

$$F_2 = \frac{6 \cdot 8}{17}mg - \frac{5 \cdot 8}{17}gm = \frac{40-36}{85}mg = -\frac{4}{85}mg = \frac{94}{17}mg$$

$$3) F_3 + F_2 \frac{15}{17} + N_2 \frac{8}{17} + F_1 \frac{4}{5} - N_1 \frac{3}{5} = 0$$

$$F_3 + \frac{94 \cdot 15^3}{17^2}mg + \frac{15 \cdot 8}{17^2}mg + \frac{4 \cdot 16}{5 \cdot 85}mg - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5}mg = 0$$

$$F_3 = -\frac{94 \cdot 3 \cdot 25 - 15 \cdot 8 \cdot 5^2 - 4 \cdot 16 \cdot 17 + 4 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17}{17^2 \cdot 5^2}mg$$

$$1) \frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

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

$$\frac{P}{P_0}(0) = 8 \Rightarrow b = 8$$

$$+ \frac{85}{85}$$

$$\frac{P}{P_0}(8) = 0 \Rightarrow a = -1$$

$$+ \frac{80}{80}$$

$$2) \frac{P}{P_0} = a \frac{V}{V_0} + b$$

$$+ \frac{80}{80}$$

$$\frac{P}{P_0}(0) = 4 \Rightarrow b = 4$$

$$\frac{P}{P_0}(12) = 0 \Rightarrow 0 = 12a + 4 \Rightarrow a = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 4$$

$$3) \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta t = \frac{3}{2} \Delta R \frac{P_3 V_1 - P_1 V_3}{\Delta R} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} P_1 V_1 (15-9) = 9 P_1 V_1$$

$$\frac{V_3}{V_1} = 3 \Rightarrow V_3 = 3V_1, \quad \frac{P_3}{P_1} = 3 \Rightarrow P_3 = 3P_1, \quad \frac{P_1}{P_0} = 5, \quad P_1 = 5P_0, \quad \frac{V_1}{V_0} = 3 \Rightarrow V_1 = 3V_0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Тоже 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!

$$A_{1-2} = \int_{\frac{3V_0}{2}}^{\frac{6V_0}{2}} \left(-\frac{V}{V_0} + 8 \right) P_0 dV = -\frac{P_0}{V_0} \int_{\frac{3V_0}{2}}^{\frac{6V_0}{2}} V dV + 8P_0 \int_{\frac{3V_0}{2}}^{\frac{6V_0}{2}} dV = -\frac{P_0}{V_0} \left[\frac{V^2}{2} \right]_{\frac{3V_0}{2}}^{\frac{6V_0}{2}} + 8P_0 \cdot \frac{3V_0}{2} = 24P_0V_0 - 13,5P_0V_0 =$$

$$= 10,5 P_0 V_0$$

$$A_{2-3} = \int_{\frac{6V_0}{2}}^{\frac{9V_0}{2}} \left(-\frac{1}{3} \frac{V^2}{V_0} + 4 \right) P_0 dV = -\frac{P_0}{3V_0} \int_{\frac{6V_0}{2}}^{\frac{9V_0}{2}} V^2 dV + 4P_0 \int_{\frac{6V_0}{2}}^{\frac{9V_0}{2}} dV = -\frac{P_0}{3V_0} \left[\frac{V^3}{3} \right]_{\frac{6V_0}{2}}^{\frac{9V_0}{2}} + 4P_0 \cdot \frac{3V_0}{2} =$$

$$= \frac{8,7 P_0 V_0}{2} - 12 P_0 V_0 = -4,5 P_0 V_0$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} = 3P_0V_0$$

$$\frac{\Delta U_{3-1}}{A} = \frac{3P_0V_0}{3P_0V_0} = 3$$

$$\text{б) } PV = \lambda RT \Rightarrow T = \frac{PV}{\lambda R} = \frac{\left(\frac{V}{V_0} + 8 \right) P_0 V}{\lambda R} = \frac{1}{\lambda R} \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V \right)$$

max

$$\frac{d}{dV} \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V \right) = 0$$

$$-\frac{2P_0}{V_0} V + 8P_0 = 0$$

$$V^2 = 8V_0$$

$$3V_0 < V = 4V_0 < 6V_0 \quad \checkmark$$

$$T_{\max} = \frac{1}{\lambda R} \left(-\frac{P_0}{V_0} \frac{16V_0}{V_0} + 32P_0 V_0 \right) = \frac{16P_0V_0}{\lambda R}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\lambda R} = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{\lambda R} = \frac{12P_0V_0}{\lambda R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{4P_0V_0}{\lambda R}}{\frac{12P_0V_0}{\lambda R}} = \frac{4}{3}$$

$$\text{3) } \eta = \frac{A}{Q_1}$$

$$Q_1 = Q_{3-1} + Q_{1-2}$$

$$Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} = 9P_0V_0, \quad Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 10,5P_0V_0 + \frac{3}{2}(6V_0 \cdot 2P_0 - 5P_0 \cdot 3V_0) = (0,5 + 45)6V_0$$



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

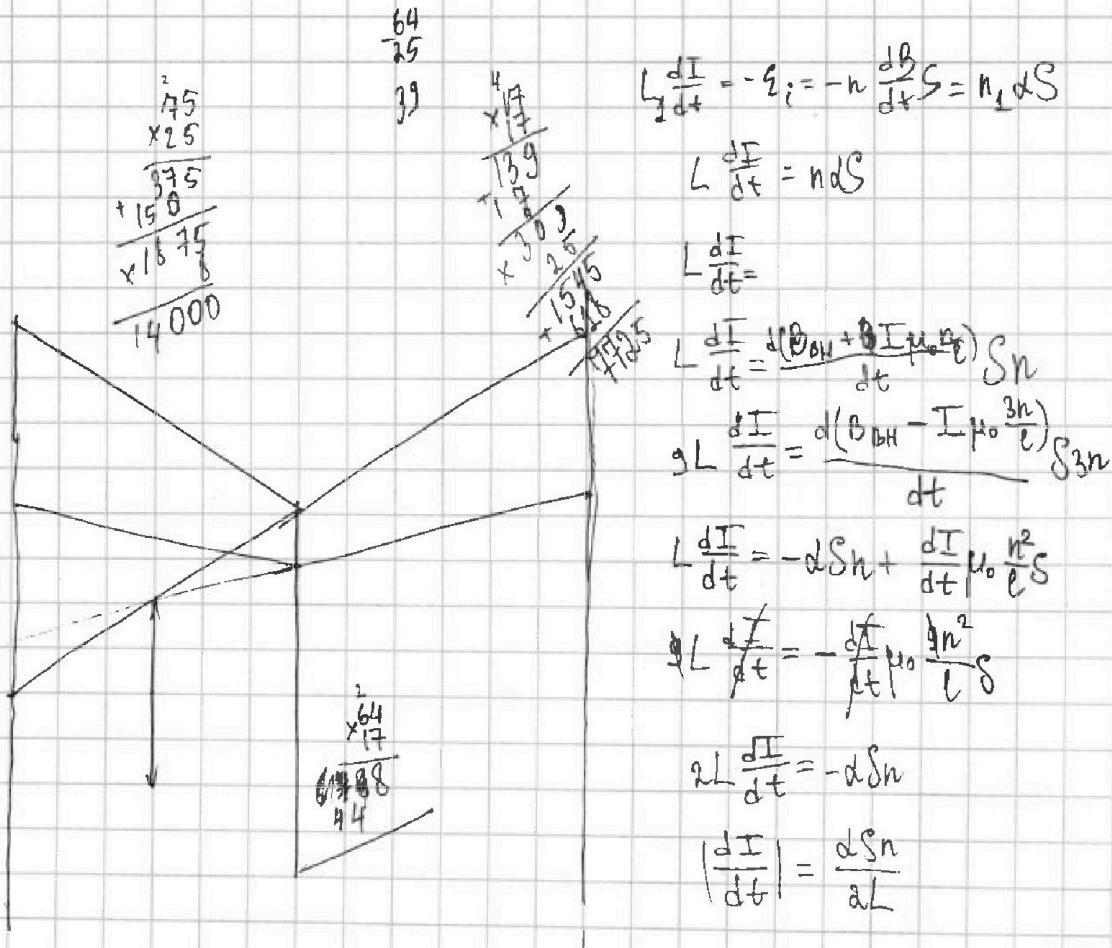
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

$$Q_{1-2} = 6 P_0 V_0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + Q_{2-3} = -2,5 P_0 V_0 + \frac{3}{2} (9 P_0 V_0 - 12 P_0 V_0) = (-2,5 - 4,5) P_0 V_0 = -12 P_0 V_0$$



$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 20 \\ \hline 340 \\ 6 \\ \hline 2720 \end{array}$$

$$\frac{16 \cdot 4}{17 \cdot 5^2} + \frac{64 \cdot 15}{17 \cdot 5} + \frac{25 \cdot 4}{39 \cdot 5}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 17 \\ \hline 448 \\ 64 \\ \hline 1088 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14000 \\ + 4100 \\ \hline 18100 \end{array}$$

$$L \frac{dI}{dt} = n_1 dS + \frac{d(B_{BH} + BI\mu_0 n)}{dt} S$$

$$gL \frac{dI}{dt} = 3n$$



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!

$$h = \frac{3P_0V_0}{(3+6)P_0V_0} = \frac{6}{15} = 0,2$$

N3

$$1) \frac{1}{2}k\frac{Q}{R} = k\frac{Q}{R} + k\frac{Q}{R}$$

$$Q\left(\frac{1}{2} - 1\right) = 0$$

$$\varphi = -Q\left(1 - \frac{1}{z}\right)$$

$$\varphi = k^4 \frac{Q}{3R} - k^4 \frac{Q\left(1 - \frac{1}{z}\right)}{3R} + k \frac{3Q\left(1 - \frac{1}{z}\right)}{3R} = k\left(\frac{4Q}{3R} - Q\left(1 - \frac{1}{z}\right)\right) = \frac{kQ}{3R} \left(3 + \frac{1}{z}\right)$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = k \frac{Q}{R} - \frac{3kQ\left(1 - \frac{1}{3}\right)}{R} + k \frac{4Q\left(1 - \frac{1}{3}\right)}{3R} = k \frac{Q}{R} \left(3 - 2\left(1 - \frac{1}{3}\right)\right) = k \frac{Q}{R} \left(1 + \frac{2}{3}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = k \frac{1}{2R} - \frac{3kQ\left(1 - \frac{1}{2}\right)}{2R} + k \frac{2Q\left(1 - \frac{1}{2}\right)}{2R} = k \frac{Q}{2R} \left(3 - \left(1 - \frac{1}{2}\right)\right) = \frac{5kQ}{2R} \left(2 + \frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\frac{8}{5}}{\frac{5}{2}} = \frac{\cancel{k} \frac{Q}{R} \left(1 + \frac{2}{3}\right)}{\cancel{k} \frac{Q}{R} \frac{5}{2} \left(2 + \frac{1}{2}\right)}$$

$$\frac{8}{5} \left(1 + \frac{2}{3}\right) = \frac{8}{5} \left(1 + \frac{2}{2}\right)$$

$$8 + \frac{4}{3} = 5 + \frac{10}{3}$$

$$\frac{3}{3} = \frac{6}{3} \quad a = 2$$

N4

$$L_1 \frac{dI}{dt} = -n_1 \frac{dB}{dt} S = n_1 dS$$

N5

