

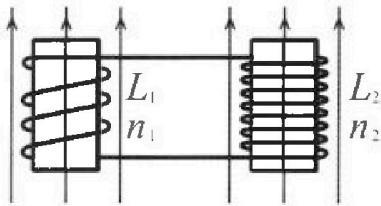
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



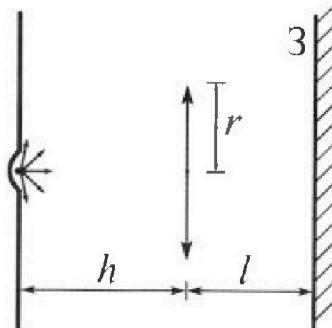
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 (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.

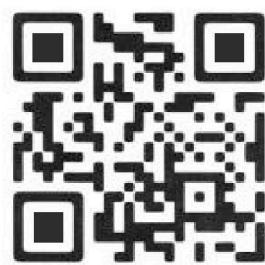


- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в [см²] в виде $u\pi$, где u - целое число или простая обыкновенная дробь.

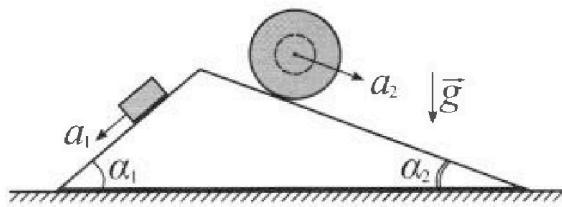
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

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 проскальзываания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



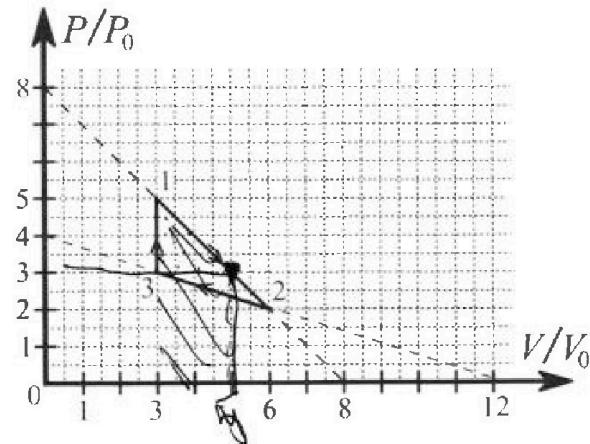
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

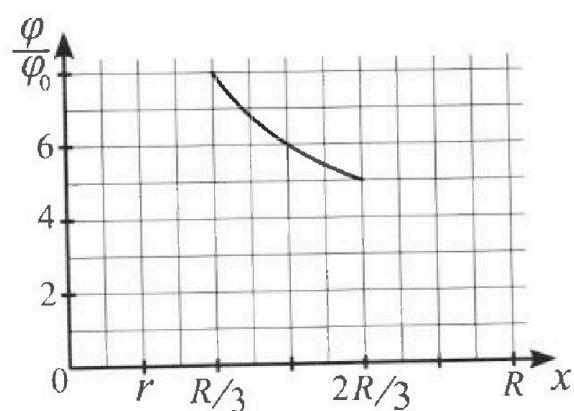
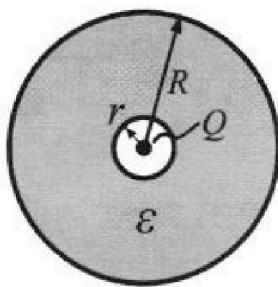
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .

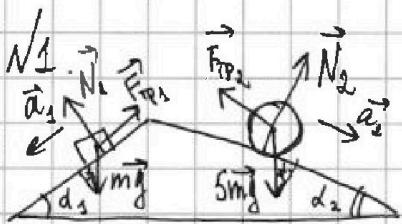


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Та же укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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) Запишем II з. Ньютона для бруска:

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{P1}$$

В проекции на плоскость ската: $m\vec{a}_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{P1}$

$$F_{P1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - g \cdot \frac{7}{17}\right) = mg \frac{\frac{5}{17} - \frac{3}{5}}{17-5} = \frac{16}{85}mg$$

$$\boxed{F_{P1} = \frac{16}{85}mg}$$

2) Запишем II з. Ньютона для шара: $5m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 5\vec{mg} + \vec{F}_{P2}$

В проекции на склон: $5m\vec{a}_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_{P2}$

$$F_{P2} = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 5m\left(g \cdot \frac{8}{17} - g \cdot \frac{8}{25}\right) = \\ = 5mg \cdot 8 \cdot \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25}\right) = 40mg \frac{\frac{25-17}{17 \cdot 25}}{17-5} = \frac{8 \cdot 80mg \cdot 8}{17 \cdot 25} = \frac{64mg}{85}$$

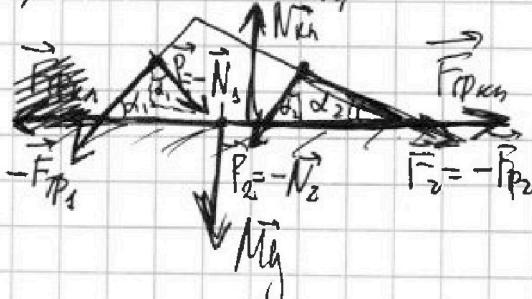
$$\boxed{F_{P2} = \frac{64mg}{85}}$$

3) По III з-ку Ньютона на склоне действуют силы трения, равные по модулю и противоположные по направлению силам трения на бруске и шаре, а также веса бруска и шара (которые равны по мод. и противопол. по направлению реагируя на склон)

~~Несколько~~

$$N_1 = mg \cos \alpha_1; N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

(II з-ку Ньютона та же сила, но нормаль к склону)





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 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!

II 3. Метатона для камина (если угол равен нулю)

$$0 = -\vec{F}_{P_1} - \vec{N}_1 - \vec{F}_{P_2} - \vec{N}_2 + Mg + \vec{N}_{Kam} + \vec{F}_{P_{Kam}}$$

В проекции на горизонталь:

$$F_{P_1} + F_{P_2} \cos d_2 + N_1 \sin d_1 = F_{P_1} \cos d_1 + N_2 \sin d_2$$

$$F_{P_{Kam}} = -\frac{64}{85} mg \cdot \cos d_2 \rightarrow mg \cos d_1 \cdot \sin d_1 + \frac{16}{85} mg \cdot \cos d_1 + 6mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$\Leftrightarrow mg \cos d_2 \left(\frac{64}{85} + 5 \sin d_2 \right) + mg \cos d_1 \left(\sin d_1 + \frac{16}{85} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left(-\frac{64}{85} + 5 \cdot \frac{8}{17} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left(\frac{16}{85} - \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left(\frac{800 - 64}{85} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left(\frac{16 - 17}{85} \right) = \cancel{\frac{15 \cdot 36 \cdot mg}{17 \cdot 17}} - \frac{mg \cdot 4}{5 \cdot 85}$$

~~= \frac{4mg}{17} \left(\frac{15 \cdot 9}{17} - \frac{1}{5} \right) = \frac{4mg}{17} \left(\frac{135 - 17}{85} \right) = \frac{4mg}{17} \cdot \frac{658}{85^2}~~

$$= \frac{4mg}{17} \left(\frac{3 \cdot 9}{17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg}{17} \cdot \frac{658}{17 \cdot 17 \cdot 25} = \frac{2732}{85^2} mg$$

Ответ: 1) $F_{P_1} = \frac{16}{85} mg$ 2) $F_{P_2} = \frac{64}{85} mg$ 3) $F_{P_{Kam}} = \frac{2732}{85^2} mg$

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.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

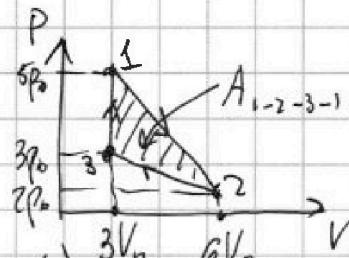


N2

Ур-ие Кап-Менг. задачки 1, 2 и 3:

$$\begin{cases} 15p_0 \cdot 3V_0 = \partial R T_1 \\ 2p_0 \cdot 6V_0 = \partial R T_2 \\ 3p_0 \cdot 3V_0 = \partial R T_3 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 15p_0 V_0 = \partial R T_1 & (1) \\ 2p_0 V_0 = \partial R T_2 & (2) \\ 3p_0 V_0 = \partial R T_3 & (3) \end{cases}$$



$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \partial R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} (6p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

$$A_{1-2-3-1} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{(5p_0 + 2p_0) \cdot (6V_0 - 3V_0)}{2} - \frac{(3p_0 + 2p_0)(6V_0 - 3V_0)}{2}$$

напишите
1-2
напишите 2-3
согласовано

$$\Leftrightarrow \frac{21p_0 V_0}{2} - \frac{15p_0 V_0}{2} = \frac{6p_0 V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

$$\text{Тогда } \frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3 \quad i \quad \frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = 3$$

$$2) \text{ Из ур-ия (1)-(3): } T_1 = \frac{15p_0 V_0}{\partial R} ; T_2 = \frac{12p_0 V_0}{\partial R} ; T_3 = \frac{9p_0 V_0}{\partial R}$$

Тогда ~~Зависимость~~ Зависимость $p(V)$ вида $1-2: p = -\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$

Подставим в ур-ие Кап-Менг:

$$\left(-\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V = \partial R T$$

~~Зависимость~~ $T = \frac{8p_0 V - \frac{P_0}{V_0} \cdot V^2}{\partial R}$

Температура макс, когда производит 0:

$$T^1 = \frac{8p_0}{\partial R} - \frac{P_0}{\partial R V_0} \cdot 2V = 0 \Rightarrow V = 4V_0 - \text{при этом объем}$$

Температура в 1-2 макс-ка



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

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

СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$\text{Точка } T_{\max} = \frac{\cancel{8P_0 \cdot 4V_0 - \frac{P_0}{R} \cdot 16V_0^2}}{9R} = \frac{16P_0 V_0}{9R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{16P_0 V_0}{9R}}{\frac{12P_0 V_0}{OK}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad ; \quad \boxed{\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}}$$

3) Чтобы найти КПД, нам нужно искать на каких участках процессов 1-2 и 2-3 тау отдаёт тепло, а на каких получает, т.к. теплоизменение в этом процессе неизвестно. Для этого найдем при помощи объема произходящее изменение с аднабатой (в этот момент $dQ = Q = \cancel{dU + A}$)

$$\begin{aligned} \text{Процес 1-2: } dQ &= \frac{3}{2} \partial R dT + P dV = \frac{3}{2} \partial R \cdot d \left(\frac{PV}{\partial R} \right) + P dV = \\ &\left(P = -\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 8P_0 \right) \\ &= \frac{3}{2} \frac{\partial R}{\partial R} d \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0 V_0 \right) + \left(-\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right) \cdot dV = \\ &= \frac{3}{2} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \cdot \cancel{dV} \cdot dV \right) + \cancel{\frac{3}{2} \cdot 8P_0 \cdot dV} - \frac{P_0}{V_0} \cdot V dV + \cancel{8P_0 dV} = \\ &= -4 \frac{P_0}{V_0} \cdot V dV + 20P_0 \cdot dV \\ dQ = 0 \Leftrightarrow 20P_0 \cdot dV &= 4 \frac{P_0}{V_0} \cdot V \cdot dV \Rightarrow V = 5V_0 \end{aligned}$$

При этом объеме $P = 3P_0$, где тау получает тепло, а оно - отдаёт. Температура $T = \frac{P_0 \cdot 3V_0}{\partial R} = \frac{15P_0 V_0}{\partial R}$

Точка полученная теплом в процессе 1-2:

$$\begin{aligned} Q_{\text{получ}}_{1-2} &= \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) + (5V_0 - 3V_0) \cdot \frac{5P_0 + 3P_0}{2} = \\ &= \frac{3}{2} \partial R \left(\frac{15P_0 V_0}{\partial R} - \frac{15P_0 V_0}{\partial R} \right) + 2V_0 \cdot \frac{8P_0}{2} = 8P_0 V_0 \end{aligned}$$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 5

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

$\sqrt{3}$.



Дл. кол., изображающее зарядом Q в единицах
сторонах куба $E = \frac{kQ}{x^2} \cdot \mathcal{E}$ (указ-ие в $E_{\text{ПЭ}}$)

$$F_r = \frac{kQ}{r} \cdot E \quad (\text{указание в задаче})$$

(направлено вправо)

изменение заряда Q

$$\text{Kraftwinkel} = \arctan \frac{F_y}{F_x} = \arctan \frac{G \cdot r}{F_x} = \arctan \frac{G \cdot r}{k \cdot R - F_x} = \arctan \frac{G \cdot r}{k \cdot R - k \cdot R + F_x} = \arctan \frac{G \cdot r}{F_x} = \arctan \frac{G \cdot r}{k \cdot R}$$

~~Han-gers~~ ~~han-pal-mere~~ ~~leap-pal-mere~~ ~~hanger~~ ~~hang-er~~
~~wages~~ or ~~goes-to-work~~ ~~or goes-to-work~~ ~~or hangs~~ ~~hangs~~ ~~goes-to-work~~
H-Edz $\frac{3}{4}$ Han-gers han-pal-mere 6 tonnes $\frac{32}{4}$

$$U = Ed = \int_{y-r}^{3R-r} E(y) \cdot dy = \int_0^{\frac{3R}{4}-r} \frac{kQ\epsilon}{(y+r)^2} \cdot dy = \left[t=y+r \right]_0^{\frac{3R}{4}-r} = \int_0^{\frac{3R}{4}} kQ\epsilon \cdot \frac{dt}{t^2}$$

$$\Rightarrow kQE \left(-\frac{1}{\frac{r}{R}}\right) \Big|_{\frac{3R}{4}} = kQE \left(-\frac{4}{3R} + \frac{1}{\frac{3R}{4}}\right) = \frac{kQE(3R-4r)}{3rR}$$

$$\frac{U_{3R}}{U} = \Psi_r - \Psi_{\frac{3R}{4}} \Rightarrow \boxed{\Psi_{\frac{3R}{4}} = \Psi_r - U_{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQE(3R-4r)}{3rR}}$$



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 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) По условию известно, что потенциал в точке $\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3}$

отношение между

$$\frac{\psi_{\frac{R}{3}}}{\psi_{\frac{2R}{3}}} = \frac{8}{5}$$

Найдем для потенциала:

$$1) U_{\frac{R}{3}} = \psi_r - \psi_{\frac{R}{3}} = \cancel{\frac{kQ}{r}} - \psi_{\frac{R}{3}}$$

$$\begin{aligned} U_R &= \int_0^R \frac{kQE}{(y+r)^2} dy = [t=y+r] = kQE \int_r^R \frac{dt}{t^2} = \\ &= kQE \left(\frac{1}{t} \right) \Big|_r^R = kQE \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQE(R-3r)}{rR} \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } \frac{kQE(R-3r)}{rR} = \frac{kQ}{r} - \psi_{\frac{R}{3}} \Rightarrow \psi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQE(R-3r)}{rR}$$

$$2) U_{\frac{2R}{3}} = \psi_r - \psi_{\frac{2R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \psi_{\frac{2R}{3}}$$

$$\begin{aligned} U_{\frac{2R}{3}} &= \int_0^{\frac{2R}{3}} \frac{kQE}{(y+r)^2} dy = [t=y+r] = kQE \int_r^{\frac{2R}{3}} \frac{dt}{t^2} = \\ &= kQE \left(-\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{\frac{2R}{3}} = \frac{kQE(2R-3r)}{2Rr} \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } \psi_{\frac{2R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQE(2R-3r)}{2Rr}$$

$$\frac{8}{5} \frac{\psi_{\frac{R}{3}}}{\psi_{\frac{2R}{3}}} = \frac{kQ(R-E(R-3r))}{kQE(2R-E(2R-3r))} = \frac{2(R-E(R-3r))}{2R-E(2R-3r)}$$

$$16R - 16ER + 24Er = 10R - 10ER + 30Er$$

$$6R = 6ER - 6Er \Rightarrow E = \frac{R}{R-r} \quad (a)$$

$$\cancel{\frac{6R}{6R-3r} (a)}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 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
3 из 3

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

3) Найдем потенциал $\varphi_{\frac{R}{6}}$ (но ура он в $\frac{q}{Q_0}$)

$$U_{\frac{R}{6}} = \varphi_r - \varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{\frac{R}{6}}$$

$$U_{\frac{R}{6}} = \int_0^R E(y) \cdot dy = \int_0^R \frac{kQ\varepsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = \int_R^{R+6r} kQ\varepsilon \frac{dt}{t^2}$$

$$\therefore kQ\varepsilon \left(-\frac{1}{t}\right) \Big|_R^{R+6r} = kQ\varepsilon \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R+6r}\right) = kQ\varepsilon \frac{R-6r}{rR}$$

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ\varepsilon(R-6r)}{rR} = \frac{kQ}{rR} (R-\varepsilon R + 6r)$$

$$q \frac{\varphi_{\frac{R}{6}}}{\varphi_r} = \frac{6}{8} \neq \frac{\frac{kQ}{rR} (R-\varepsilon R + 6r)}{\frac{kQ}{rR} (R-\varepsilon R + 3r)}$$

(но ура он в $\frac{3}{3}$)

$$\underline{6R - 6\varepsilon R} + 18r = \underline{8R - 8\varepsilon R} + 48r$$

$$2\varepsilon R - 2R = 30r$$

$$\varepsilon R - R = 15r$$

$$\varepsilon R - 15r = R \Rightarrow \varepsilon = \frac{R}{R-15r} \quad (5)$$

Потенциал $\varphi_{\frac{R}{6}}$ ур. 3 (5) в (5)

$$\begin{aligned} R &= 6R \\ R-5r &= 11R-9r \\ 11R-9rR &= 6R-11R+6R \end{aligned}$$

Однако:

$$1) U_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ\varepsilon(3R-4r)}{8rR}$$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

№4.

1) Возникают ЭДС индуцированные от движущейся нормали вектором магнитного поля B_1 , полученного

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} \cdot S \cdot n_1 \cdot \cos 0^\circ = \\ = -(-\omega) \cdot Sh_1 = \omega Sh_1$$



$$\mathcal{E}_{S1} = -L_1 \frac{dI}{dt}; \quad \mathcal{E}_{S2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

Тогда по закону Кирхгофа: $\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = 0$

$$\omega Sh_1 - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\omega Sh_1}{L_1 + L_2} = \frac{\omega Sh}{L_1 + L_2}$$

2) В катушке 2 для направления вектора нормали сконструирован вектор B_2 и текут токи по правилу ньютона: влево в катушке 1, вправо в катушке 2. Текущие токи создают взаимное магнитное поле, направленное вправо, нормаль вниз в катушке 2.

$$\text{Тогда } \mathcal{E}_{i_1} = -\frac{dB_1}{dt} \cdot Sh_1 \cos 0^\circ = +\frac{dB_1}{dt} \cdot Sh$$

$$\mathcal{E}_{i_2} = -\frac{dB_2}{dt} \cdot Sh_2 \cdot \cos 90^\circ = -\frac{dB_2}{dt} \cdot 3h S$$

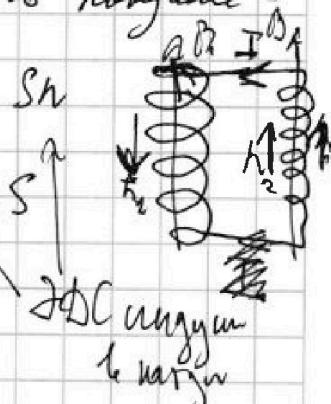
$$\mathcal{E}_{S1} = L_1 \frac{dI}{dt}; \quad \mathcal{E}_{S2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

по II прав. Кирхгофа

$$+\frac{dB_1}{dt} Sh - \frac{dB_2}{dt} \cdot 3Sh - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0$$

$$+\frac{dB_1}{dt} Sh - \frac{dB_2}{dt} \cdot 3Sh = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{B_1}{3} Sh + \frac{dB_1}{dt} Sh - \frac{B_2}{3} \cdot 3Sh = (L_1 + L_2) \int_0^I dI$$





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

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

СТРАНИЦА
1 из 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!

$$\left(+\frac{2B_0}{3} \cdot S_h - B_0 S_h \right) + \left(-\frac{B_0}{12} S_h + \frac{B_0}{2} S_h \right) = (l_1 + l_2) \cdot I$$

$$-\frac{B_0}{3} S_h + \frac{3B_0}{4} S_h = (l_1 + l_2) / I$$

$$I = \frac{9B_0 S_h - 4B_0 S_h}{12(l_1 + l_2)} = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_h}{l_1 + l_2}$$

Решаем: 2) $I = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_h}{l_1 + l_2}$

1) $\frac{dI}{dt} = \frac{dS_h}{l_1 + l_2}$

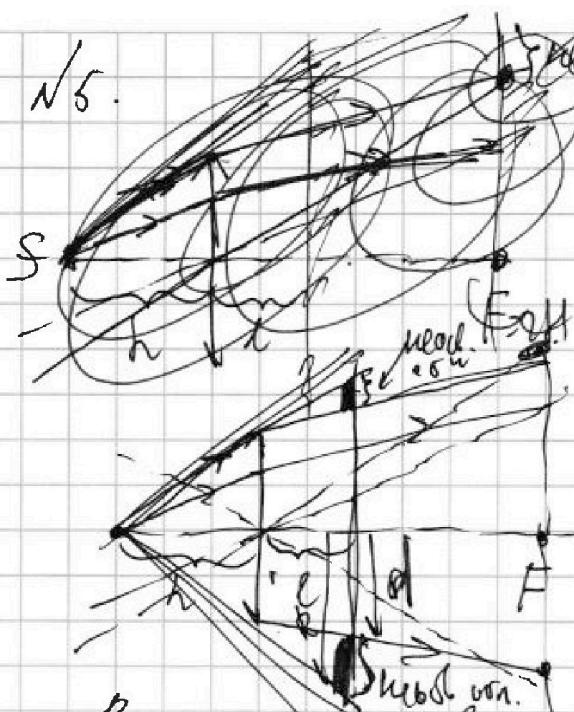
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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



№5.



Лучи через линзу приходят так, чтобы изображение было ограниченное.

Все, не проходящие через линзу приходят свободно

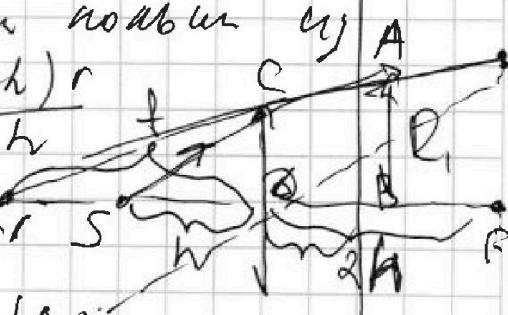
Рассмотрим луч на краю линзы.

Все лучи, которые не проходят свободно и не выходят в бесконечность, все лучи, которые проходят свободно и не выходят прямой направлением. Но лучи, которые не обладают достаточным радиусом, то есть, проходят дальше, чем изображение, выходят под углом.

Радиус R большого плюсиком помечен из A , h — это радиус, $\frac{r}{R} = \frac{h}{2h} \Rightarrow R = (l+h)r$

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{l}{2h}$$

(гипотеза, что $f = \frac{2h}{l} = 2h$)



Помимо $SS'CD \sim S'AB$

$$\frac{f}{R_1} = \frac{f+l}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{(f+l)r}{f} = \frac{(2h+l)r}{2h}$$

Sheab



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!

$$P = a \cdot V + b$$

График

$$V=0; P=P_0 : \quad 8P_0 = b$$

$$V=8V_0; P=0 : \quad 0 = a \cdot 8V_0 + P_0 \quad \left(\frac{2}{3}-1 \right) B_0 S h +$$

$$a = -\frac{8P_0}{8V_0} = -\frac{P_0}{V_0} + \left(\frac{B_0}{12} + \frac{R_0}{3} \right) B_0 S h$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = \frac{2P_0 V}{8R V_0}$$

$$V = 4V_0$$

$$\geq \frac{B_0 S h}{3} + \frac{B_0 S h}{12} = -\frac{B_0 S h}{3} + \frac{3B_0 S h}{4}$$

$$P = aV + b$$

$$V=0; P=4P_0 \quad 4P_0 = b \quad | \quad V=12V_0; P=0 : \quad 0 = a/2V_0 + 4P_0$$

$$a = -\frac{4P_0}{12V_0} = -\frac{P_0}{3V_0}$$



На ближнем зоне - Q

Ближ., т.е. зона до r_0 , на всем
поблизости Q

$$P = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{R} - \frac{4kQ}{3R} = \frac{-kQ}{3R}$$

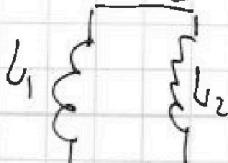


$$U = \int_{R}^{L_1} E \cdot dx = \int_{R}^{L_1} \frac{kQ}{(R+x)^2} \cdot dx = \int_{R}^{L_1} \frac{kQx}{(R+x)^3} \cdot d(R+x)$$

$$= \int_{R}^{L_1} x = \int_{R}^{L_1}$$



$$E_i = \frac{dP}{dt} = \frac{dP}{dt} \cdot S h_i = -dS h_i$$





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

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

СТРАНИЦА
3 из 3

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

Процес 2-3: $dQ = \frac{3}{2} \partial R dT + p dV = \frac{3}{2} \partial R \cdot d \frac{pV}{\partial R} + pdV \quad (pV = \frac{P_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0)$

$$\begin{aligned} \textcircled{(1)} \quad & \frac{3}{2} \cdot \partial R \left(-\frac{P_0}{3V_0} \cdot V^2 + 4p_0 V \right) + \left(4p_0 - \frac{P_0}{3V_0} V \right) dV = \\ & = \frac{3}{2} \cdot \left(-\frac{P_0}{3V_0} \cdot V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot dV + \left(4p_0 - \frac{P_0}{3V_0} V \right) dV = \\ & = -\frac{P_0}{V_0} \cdot V dV + 6p_0 dV + 4p_0 \cdot dV - \frac{P_0}{3V_0} V dV = \\ & = -\frac{4p_0}{3V_0} V dV + 10p_0 dV ; \quad dQ = 0 \end{aligned}$$

$$10p_0 = \frac{4p_0}{3V_0} \cdot V dV$$

Это однозначно $\rightarrow V = \frac{30V_0}{4} = \frac{15V_0}{2} = 7,5V_0$
 (-2, значит это
 процесс теплоемкость не изменяется)

$$\begin{aligned} Q_{23} &= \frac{3}{2} \partial R (T_3 - T_2) - A_{32} = \frac{3}{2} \partial R \frac{9p_0 V_0 - 12p_0 V_0}{\partial R} \quad \text{(отрицательно)} \\ \textcircled{(2)} \quad & \frac{(3p_0 + 2p_0)(6V_0 - 3V_0)}{2} = -\frac{3}{2} \cdot 3p_0 V_0 - \frac{15p_0 V_0}{2} < 0, \text{ значит} \end{aligned}$$

Процес 3-1:

$$\begin{aligned} Q_{31} &= \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \partial C (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \partial R \cdot \frac{15p_0 V_0 - 9p_0 V_0}{\partial R} = \\ &= \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0 \Rightarrow \text{это тепловой излучение} \end{aligned}$$

Итого $Q_{312} = Q_{3112} + Q_{31} = 8p_0 V_0 + 9p_0 V_0 = 17p_0 V_0$

Тогда $\vartheta = \frac{A_{1231}}{Q_{312}} = \frac{3p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \boxed{\frac{3}{17}}$

|Ответ: 1) $\frac{A_{1231}}{A_{31}} = 3$ 2) $\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{4}{3}$ 3) $\vartheta = \frac{3}{17}$



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
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.

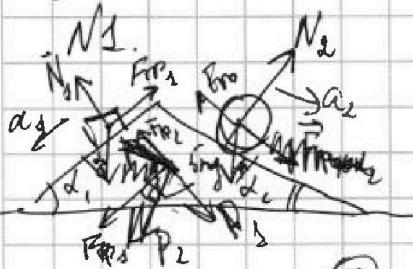
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!



Первый склон



$$\frac{3}{85}$$

$$1) m\ddot{a}_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{P1}$$

$$\frac{m \cdot 79}{17} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_{P1} \Rightarrow F_{P1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{51-35}{5 \cdot 17} mg = \frac{16}{5 \cdot 17} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$2) 5m\ddot{a}_2 = -F_{P2} + 5mg \sin \alpha_2$$

$$F_{P2} = -5m(a_2 - g \sin \alpha_2) = -5m \left(\frac{8}{25} - g \cdot \frac{8}{17} \right) =$$

$$= 5mg \left(-\frac{8}{25} + \frac{8}{17} \right) = \frac{5mg \cdot 8 \cdot 8}{5 \cdot 25 \cdot 17} = \frac{64mg}{85}$$

$$3) N_1 = P_1 = mg \cos \alpha_1 ; \quad N_2 = P_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

$$F_{P_{K1}} = \vec{F}_{P1} - \vec{F}_{P2} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + Mg + N_4 = 0$$

$$\text{Obo: } F_{P_{K1}} \neq \frac{64mg}{85} \cdot \cos \alpha_1 + mg \cos \alpha_2 - F_{P2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{16}{85} mg \cos \alpha_1 + 5mg \cos \alpha_2 - \frac{64}{85} mg \cos \alpha_2$$

$$F_{P_{K1}} + \frac{64mg}{85 \cdot 17} \cdot \frac{4}{17} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + 5mg \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{8}{17}$$

$$F_{P_{K1}} = mg \left(\frac{64}{85 \cdot 17} + \frac{200}{17^2} - \frac{12}{25} \cdot \frac{64 \cdot 3}{17^2} \right) = \left(\frac{64 - 12 \cdot 17}{25 \cdot 17} + \frac{200 \cdot 8 - 192}{17^2} \right) mg$$

$$= \left(-\frac{140}{85 \cdot 17} + \frac{8}{17^2} \right) mg = m \left(\frac{40 - 28 \cdot 17}{17^2 \cdot 5} \right) = mg \left(-\frac{436}{17^2 \cdot 5} \right)$$

$$\frac{675}{17}$$

$$\frac{675}{17}$$

$$\underline{\underline{3.36mg}}$$

$$\frac{17^2 \cdot 5}{675}$$

$$\frac{75}{675}$$