

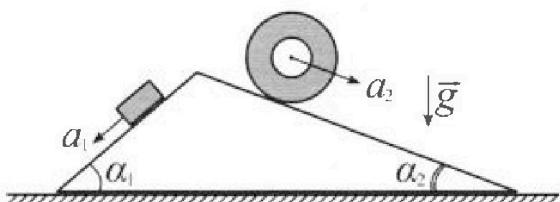
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

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 проскальзываия полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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 $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



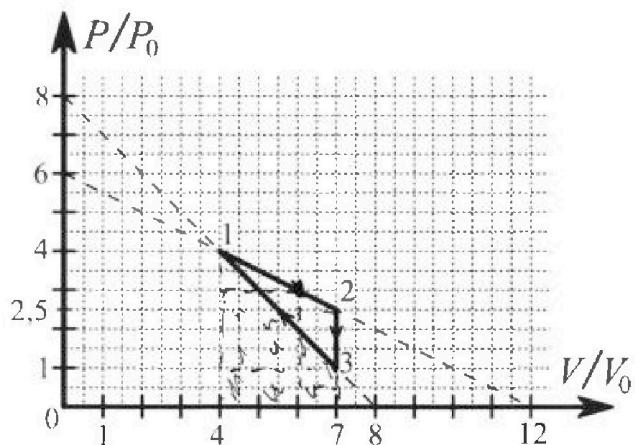
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

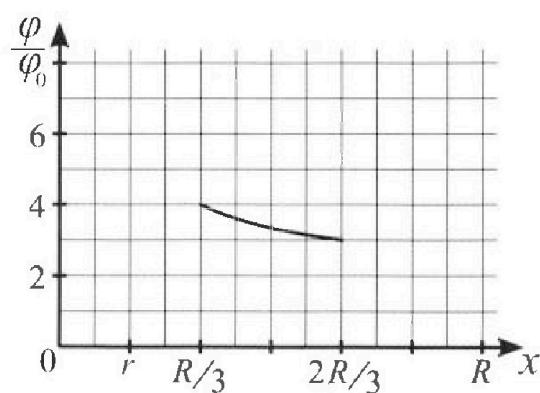
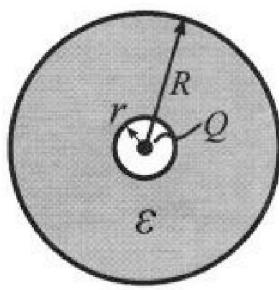
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .

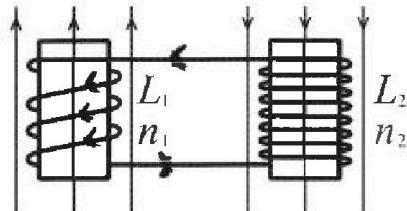


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

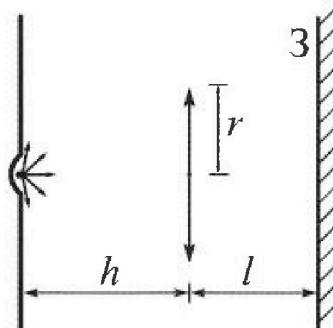
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 како^йй скоростью (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.

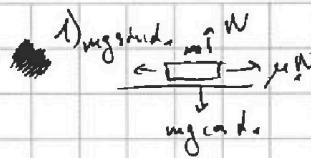
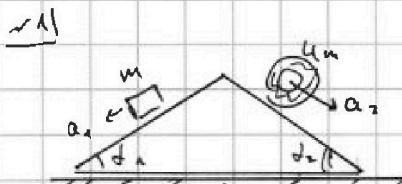
Ответы дайте в [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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
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!



$$N = m g \cos \alpha_1$$

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - \mu N$$

$$\Rightarrow a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1 \approx \frac{5}{13} = \frac{3 \cdot 4}{13} = 25 = 334.52 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow 14 = 52 \mu \quad \Rightarrow \mu = \frac{7}{26}$$

$$F_{\text{норм}} = \mu N = \frac{7}{26} \cdot m \cdot g \cdot \frac{4}{5} = m g \cdot \frac{14}{65}$$

Ответ: 1) $m g \frac{14}{65}$



$$\mu = 3 \beta \quad \Rightarrow \mu_2 \cdot (4m) g \cos \alpha_2 + v = 4m v^2 \cdot \beta$$

$$\Rightarrow v \cdot \beta \cos \alpha_2 = v \beta = \omega r = \dot{\varphi}$$

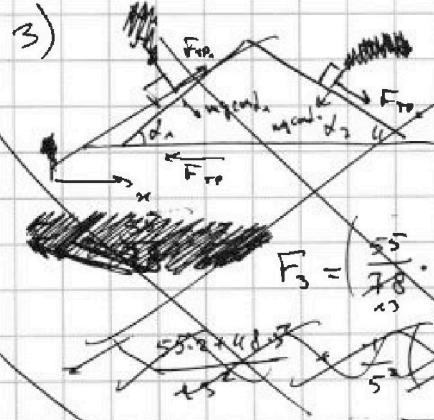
Приём рулевого колеса изменяет угловую скорость колеса, а β -угловую $\Rightarrow \omega = -\beta$.

$$\Rightarrow 4m \cdot a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - \mu_2 \cdot 4m g \cos \alpha_2 \approx \frac{5}{24} \beta = g \frac{5 - \mu_2 \cdot 12}{13}$$

$$\Rightarrow 65 = 120 - 288 \mu_2 \Rightarrow 55 = 288 \mu_2 \quad \Rightarrow \mu_2 = \frac{55}{288}$$

$$F_2 = \mu_2 \cdot 4m \cdot g \cdot \cos \alpha_2 = \frac{55}{288} \cdot 4m \cdot g \cdot \frac{12}{13} = \frac{55}{6 \cdot 13} m g = \frac{55}{78} m g$$

Ответ: 2) $m g \frac{55}{78}$



~~$$F_3 = F_{\text{норм}} = F_{\text{норм}} \cdot \cos \alpha_2 = N \sin \alpha_2 + F_{\text{норм}} \cos \alpha_2 + N \cdot \sin \alpha_2$$~~

~~$$N_2 = 4m g \cos \alpha_2 = \frac{12}{13} m g, \quad N_2 = m g \cos \alpha_2 = \frac{4}{5} m g$$~~

~~$$F_3 = \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} + \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} m g =$$~~

~~$$= \frac{5(22-48)}{13^2} + \frac{4 \cdot (14+12 \cdot 3)}{65 \cdot 5} m g$$~~

~~$$3) \quad F_2 = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_1 \cdot \sin \alpha_1 = m g \left(\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} \right) =$$~~

$$= m g \left(\frac{56}{13 \cdot 5^2} + \frac{110}{13^2} \right) = m g \frac{56 \cdot 13 + 110 \cdot 25}{13^2 \cdot 5^2} = \frac{3478}{4225} m g$$

Ответ: 3) $\frac{3478}{4225} m g$

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 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) 1) $\frac{|\Delta U_{23}|}{A'}$? где U_2 - изменение внутр. энергии газа в процессе 23
 A' - работа газа за цикл

$\Delta U_{23} = \frac{c}{2} \int R (T_3 - T_2) = \frac{c}{2} (p_1 V_3 - p_2 V_2)$

п.ч. во времени
 теплообмен в м.з. и м.2

i -коэф. изменения давления в зоне задания (≈ 3 в зоне задания)

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot (1p_0 \cdot 7V_0 - 2,5p_0 \cdot 7V_0) = \frac{63}{4} p_0 V_0$

$A' =$ работа газа в зоне задания = $p_0 V_0 \cdot 3 \cdot 3 \cdot (1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{4}) = \frac{9}{4} p_0 V_0$

$\Rightarrow \frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \frac{7}{1}$.

2) В процессе 12 p_0 можно выражать через V_0 как $\frac{p_0}{p_0} = \frac{\hat{p}_1}{p_0} + \alpha \frac{V}{V_0}$.
 где \hat{p}_1 - касание графика от координат при $V_0 = 0$ (и.е. $\hat{p}_1 =$ бдя процесса 12)

$d\alpha = -\frac{1}{2}$ (исход. уравн.)

$pV = p_0 \left(\frac{\hat{p}_1}{p_0} + \alpha \frac{V}{p_0 V_0} \right) V = DRT$. Это функция $T(V) \Rightarrow$ при $T = \max T$,

$\frac{dT}{dV} = 0 \Leftrightarrow \left(\hat{p}_1 V_0 + \alpha V_0^2 \right)' = 0 \Leftrightarrow \hat{p}_1 + 2\alpha \frac{V_0}{V_0} = 0 \Rightarrow V_0 = 6V_0$

$\Rightarrow p_0 = 3p_0$

$p_0 V_{12} = DRT_{12} \Leftrightarrow 18p_0 V_0 = DRT_{12} \quad | \Rightarrow \frac{T_{12}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$

$p_0 V_{12} = DRT_{12} \quad | \Rightarrow 16p_0 V_0 = DRT_{12} \quad | \Rightarrow \frac{p_0}{p_0} = \frac{16}{18} = \frac{8}{9}$

3) $Q_H = \Delta U_{12} + A'_{31} + A'_{11}$ представляет аналогичное к 2) распределение максимума, что максимум в м.з.

Причины
изменения внутр. энергии / исходит из
от м.з. идет максимум / исходит из максимума
максимальной Т / газ в зоне задания

должного (и.е.
в процессе 3-1)
максимум / максимум в зоне задания

$Q_H = \frac{1}{2} (p_1 V_{12} - p_2 V_2) + \frac{1}{2} (p_{12} V_{12} - p_{11} V_1) + \int_{V_2}^{V_{12}} p dV + \int_{V_1}^{V_{12}} p dV$

$\frac{1}{2} (p_{12} V_{12} - p_{11} V_1) \quad | \quad \int_{V_2}^{V_{12}} p dV + \int_{V_1}^{V_{12}} p dV \quad | \quad \Leftrightarrow \frac{3}{2} (18p_0 V_0 - 7p_0 V_0) - 0,5p_0 V_0$

$\Rightarrow Q_H = 16p_0 V_0$

$\eta = \frac{A'}{Q_H} = \frac{\frac{9}{4}}{16} \quad | \text{из к.з.} \quad \Rightarrow \eta = \frac{9}{64}$

Ответ: 1) 7; 2) 9/8; 3) 9/64

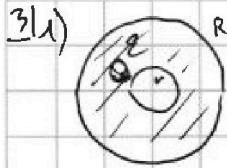
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 1

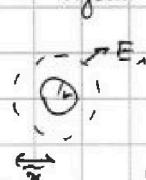
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\Phi = \Phi_r - \Phi_0 \rightarrow \Phi_r = \int_{\text{наш снаружи}}^R E_x d\tilde{x} + \int_{R}^{\infty} E_x d\tilde{x} \quad (\text{при } x > R)$$

наш снаружи + удаление на ∞

По Т. Гаусса:



внутри

шара:

$$E_x \cdot 4\pi \tilde{x}^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E_x = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\tilde{x}^2}$$

(1)

$$= \int E_x d\tilde{x} \quad (E_x \text{ - const из условия симметрии})$$

снаружи

шара:

$$E_x \cdot 4\pi \tilde{x}^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E_x = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\tilde{x}^2}$$

$$\Rightarrow \Phi(x) = \left(\frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \int_x^R \frac{1}{\tilde{x}^2} \right) + \left(\frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \int_R^{\infty} \frac{1}{\tilde{x}^2} \right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) + \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$= \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{R} \right)$$

на графике видно, что $x = \frac{R}{6} \Rightarrow$ при $x = \frac{R}{4}$ работает формула, полученная выше

$$\Rightarrow \Phi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{4+\epsilon-1}{\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{3+\epsilon}{\epsilon R}.$$

$$2) \Phi(R/3) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{3+\epsilon-1}{\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{2+\epsilon}{\epsilon R}$$

$$\Phi(2R/3) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{1.5+\epsilon-1}{\epsilon R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{0.5+\epsilon}{\epsilon R}$$

$$\frac{\Phi(R/3)}{\Phi_0} = \frac{\Phi(R/3)}{\Phi(2R/3)} = \frac{4}{3} \quad (\text{из задачи})$$

$$\Rightarrow \Phi(R/3) = 4 \Phi(2R/3) \Rightarrow 3 \cdot \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{2+\epsilon}{\epsilon R} = 4 \cdot \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{0.5+\epsilon}{\epsilon R}$$

$$\Rightarrow 6+3\epsilon = 2+4\epsilon \Rightarrow \epsilon = 4.$$

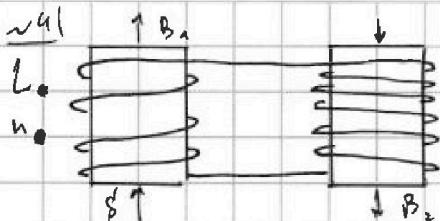
Ответ:	1) $\Phi(R/4) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{3+\epsilon}{\epsilon R}$
	2) $\epsilon = 4$

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

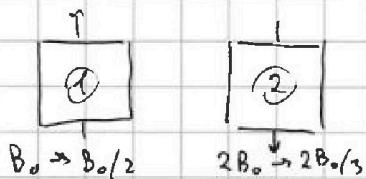
СТРАНИЦА
1 из 1

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



$$\Rightarrow \frac{d(B_1 + \Delta B)}{dt} \cdot S_1 \cdot n = i' L \quad \therefore i' = \frac{dS_1 n}{L}$$

2)



$$B_0 \rightarrow B_0/2 \quad 2B_0 \rightarrow 2B_0/3$$

для первой катушки:

$$\underbrace{d\Phi_1}_{\substack{\text{измен.} \\ \text{потока} \\ \text{второй катушки} \\ \text{за время } dt}} = \underbrace{dB_1}_{\substack{\text{измен.} \\ \text{всего. поток}}} S_1 n + \underbrace{dI L}_{\substack{\text{измен. поток} \\ \text{на время } dt}} \quad (dt \text{ мало})$$

$$d\Phi_1$$

для второй катушки:

$$d\Phi_2 = dB_2 S_2 n + dI \cdot 4L \quad (2n)$$

Пронумеруем обе катушки по Δt изменения:

$$\begin{aligned} \Delta\Phi_1 &= \Delta B_1 \cdot S_1 n + dI L = \left(B_0/2 - B_0 \right) + IL = -\frac{B_0}{2} + IL \\ \Delta\Phi_2 &= \Delta B_2 \cdot S_2 n + dI \cdot 4L = \left(2B_0/3 - 2B_0 \right) + IL = -\frac{4B_0}{3} + IL. \end{aligned}$$

Значит, что $|\Delta\Phi_1| = |\Delta\Phi_2|$ катушка машины времена (и.е. чем разность изменяется) (и.е. $E_{ind1} = E_{ind2}$)

$$\Rightarrow \boxed{|\Delta\Phi_1| = |\Delta\Phi_2|} \quad \therefore \left(\frac{2B_0}{3} - \frac{B_0}{2} \right) = (4-1) IL$$

~~$$\frac{1}{6} B_0 S_1 n = 3IL$$~~

$$\therefore I = \frac{13}{18} \frac{B_0 S_1 n}{L}$$

Ответ: $i' = \frac{dS_1 n}{L}$; $I = \frac{13}{18} \frac{B_0 S_1 n}{L}$

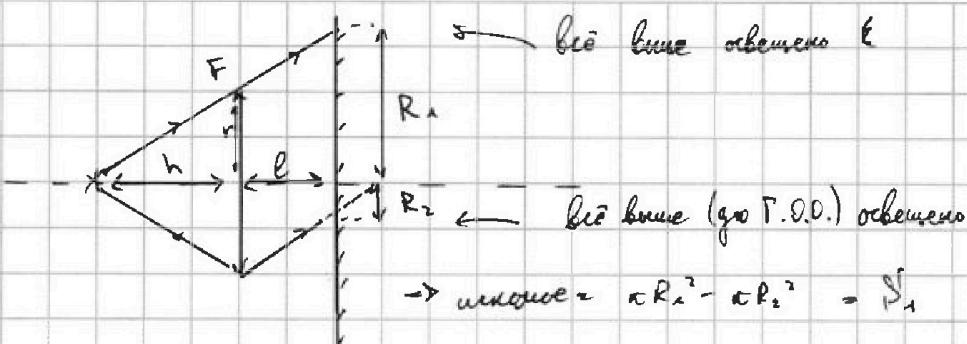
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 1

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

1)



[5]

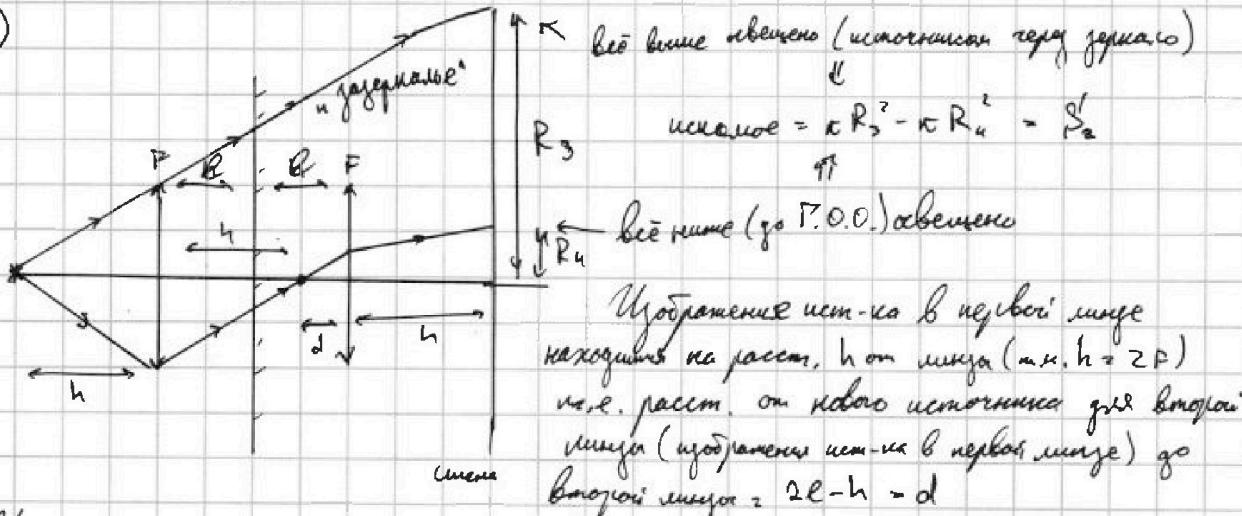
$$\text{Из подобия треугольников: а) } \frac{r}{h} = \frac{R_1}{h+l} \Leftrightarrow R_1 = \frac{h+l}{h} r = \frac{1+2/3}{1} r = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см}$$

$$\text{б) } \frac{R_2}{h-l} = \frac{r}{h} \Leftrightarrow R_2 = \frac{h-l}{h} r = \frac{l-2/3}{1} r = \frac{1}{3} r = 1 \text{ см}$$

($\text{"б" "затенение" лежит на расст. от Г.О.О. на расст. } h \text{ от ширины, т.к. } h = 2F$,
а угол $d = 2F$ и проекция ширины имеет $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} \cdot \frac{1}{d_1}$; $d_1 = 2F = h$)

$$\therefore S_1 = \pi \cdot 25 \text{ см}^2 - \pi \cdot 1 \text{ см}^2 = 24 \text{ см}^2 \cdot \pi$$

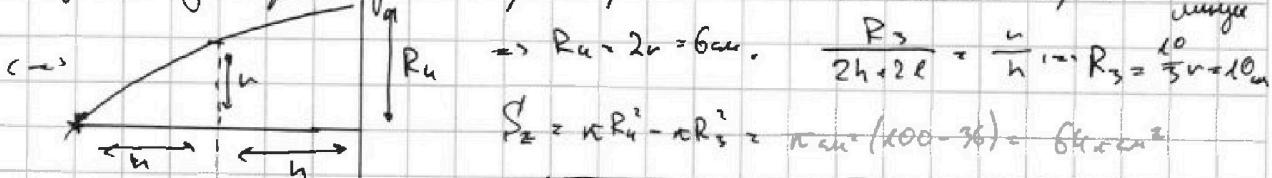
2)



Из проекции ширины имеем:

$$\frac{1}{d} \cdot \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow \frac{1}{2l-h} \cdot \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow \frac{2}{h} \cdot \frac{1}{d_1} = \frac{2}{h} \Leftrightarrow d_1 = h$$

Тогда ширина во второй шире можно рассмотреть как ширина от источника на расст. $= h$ дальше



каждой ширины, но источник это учесть. Всего \rightarrow свет не ограничен

Ответ:

- 1) $S_1 = 24 \pi \text{ см}^2$
2) $S_2 = 64 \pi \text{ см}^2$



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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
— ИЗ —

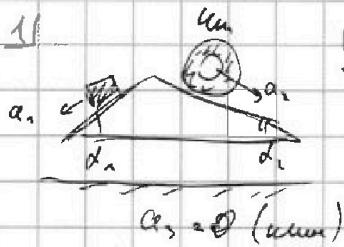
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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.

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



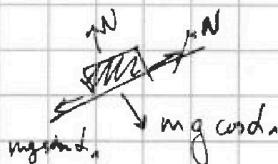
$$m g \sin \alpha_1 = \frac{5}{24} g \quad \mu_{\text{max}} \cdot \frac{5}{24}$$

Черновик

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$\alpha_3 = 90^\circ$ (вертикаль)



$$1) m a_2 = m g \sin \alpha_2 - \mu m g \cos \alpha_2 = m g (\sin \alpha_2 - \mu \cos \alpha_2)$$

$$\frac{3-4\mu}{5} = \frac{5}{24}$$

$$\frac{3-4\mu}{5}$$

$$33 - 52 \mu = 25 \Leftrightarrow \mu = \frac{52}{26}$$

$$\mu = \frac{2}{13}$$

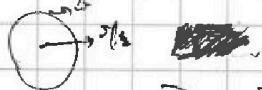
$$2) 4 m a_2 = 4 m g \sin \alpha_2 - \mu_1 m g \cos \alpha_2$$

$$4 \mu_1 \frac{5}{24} = 4 m g \left(\frac{5+6}{13} \right) \Leftrightarrow \mu_1 = \frac{5}{24} + \frac{5+6}{13 \cdot 24} = \frac{25}{264}$$

$$\mu_1 = \frac{25}{264} = \frac{120}{120+24} = \frac{24}{144} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{24}{144} = \frac{1}{6}$$

$$\mu_1 = \mu_2 \quad \mu_1 g \cos \alpha_2 = v_B^2 \cdot r \sin \alpha_2$$



$$\frac{5}{24} = \frac{5}{13} - \frac{5 \cdot 5}{24 \cdot 13} = \frac{5}{13} - \frac{5}{13} - \frac{11}{13 \cdot 24} = \frac{24 \cdot 5 - 11 \cdot 5}{13 \cdot 24} = \frac{1}{24}$$



$$288 \text{ кг}$$

$$78 \cdot 60 + 18 = 13 \cdot 48 \cdot 6 = 240 \cdot 48 = 288$$

$$5 \cdot (22 + 48) = 5 \cdot 70$$

$$\frac{1}{24} = \frac{1}{13} - \frac{1}{24}$$

$$= (13 - 24) \cdot 5 \cdot 26$$

$$110 + 240 = \frac{350}{263}$$

$$\frac{1}{52} \cdot \frac{56-48}{3} = \frac{20}{76}$$

$$\frac{13}{24} = 5 - \mu_2 \cdot 22$$

$$\frac{13}{24} = \mu_2 \cdot 22$$

$$\frac{55}{263} = \mu_2 \cdot 22$$

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{4}{56} = \frac{1}{45}$$

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!

2) $\frac{P}{A} = \frac{V}{A}$

$$1) \frac{\Delta V_{22}}{A'} = \Delta V_{11}, \frac{1}{2} \Delta P (\tau_2 - \tau_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \quad \boxed{1 \text{ Черновик}}$$

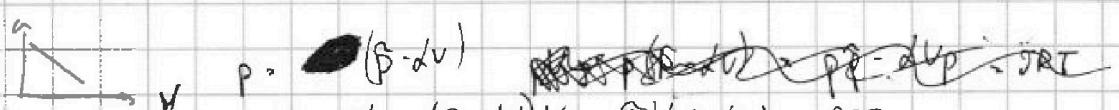
$$\left(\frac{\Delta V_{22}}{A'} = \frac{3}{2} (7 \cdot 1 - 2 \cdot 2,5) = 2 \cdot \frac{3}{2} \cdot 2 = \frac{3}{4} \cdot 7 = \frac{63}{4} \right)$$

$$\left[\Delta P = (3 \cdot 3) - (2 \cdot 2,5) = \left(\frac{1}{2} \cdot 1,5 \right) = 9 - \frac{9}{2} - \frac{3}{4} = \frac{27}{4} - \frac{9}{4} - \frac{3}{4} = \frac{15}{4} \right]$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{15}{4} = \frac{63}{16}$$

$$\left[\frac{\Delta V_{22}}{A'} = \frac{63}{16} \cdot \frac{4}{3} = \boxed{7} \right] \quad 2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{63}{4}$$

2) P



$$P = \cancel{(\rho \cdot \Delta V)} \quad \cancel{P \cdot \cancel{(\rho \cdot \Delta V)}} = \cancel{P \cdot \cancel{\Delta V}} = \cancel{RT}$$

$$PV = (\hat{P} + \Delta V)V = \hat{P}V + \Delta V^2, \approx RT$$

$$\Delta T' = (\hat{P}V)' + (\Delta V')' = \hat{P}' + 2\Delta V = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\hat{P}}{P} = 2\frac{\Delta V}{V}$$

$$\Delta = -\frac{9}{2} \Rightarrow \hat{P} = \frac{V}{6} \quad |V=6 \Rightarrow P=3$$

$$\rho \cdot V = DRT_n \quad 18 = DRT_n \quad \rho_1 V_1 = 4 \cdot 4 = DRT_1 \quad 16 = DRT_1$$

$$\Rightarrow \left[\frac{16}{4} \cdot \frac{18}{20} = \boxed{\frac{9}{5}} \right]$$

$$\hat{P} + 2\Delta V = 0 \quad \hat{P} = 8$$

$$8 = 2 \cdot \Delta V \Rightarrow V = 4$$

— можно уменьшить

$$\rightarrow \cancel{Q_u = \Delta V_{11} + \Delta \tilde{V}_1 + \Delta'_{11} + \Delta''_{11}}$$

$$\frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (\cancel{p_1 V_1} - \cancel{p_2 V_2}) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{15}{4} + 5 \cdot 2$$

$$\frac{3}{2} \cdot 9 + \frac{5}{2} \cdot 2 = \left(5 \cdot \frac{5}{2} + 7 \right) + \left(3 \cdot 2 + \frac{15}{2} \right)$$

$$\frac{3}{2} \cdot 9 + \frac{5}{2} \cdot 2 = \left(5 \cdot \frac{5}{2} + 7 \right) + \left(3 \cdot 2 + \frac{15}{2} \right) = 34 = \boxed{16} \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_u} = \frac{16}{16} = \frac{64}{16} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$



$$\begin{array}{r} 16 \\ 17 \\ \hline 168 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \\ 10 \\ \hline 25 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2750 \\ 728 \\ \hline 3478 \end{array} \quad \begin{array}{r} 169 \\ 25 \\ \hline 845 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ 7250 \\ \hline 7250 \end{array} \quad \begin{array}{r} 845 \\ 4225 \\ \hline 4225 \end{array}$$

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.

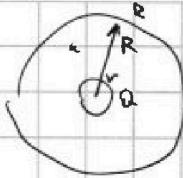


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

31



$$v, R, Q, \epsilon_1, \epsilon_2, \varphi(r) = ?$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Q}{r}$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Q}{r} \quad | \quad x = R, \quad \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$$

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{x_2}{x_1}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_1} = \frac{Q}{\epsilon_2} \quad | \quad \text{[redacted]} \quad | \quad \text{[redacted]}$$

Черновик

$$-7F$$

$$4\pi x^2 \cdot E = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_1} \quad | \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 x^2} \cdot \frac{Q}{\epsilon_1} \quad | \quad x > R$$

$$E_{dx} + E_{dy}$$

$$E$$

$$\frac{Q_1}{Q_0} = 4 \quad \frac{Q_2}{Q_0} = 3$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$$

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_1} \frac{Q \cdot 4}{R^2}$$

$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_2} \frac{Q \cdot 3}{R^2}$$

$$E_1 \cdot 4\pi R^2 = E_2 \cdot 4\pi R^2$$

$$E_1 = E_2 \cdot \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon_1 R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1 - \epsilon_1}{\epsilon_1 R} \right) \right)$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{1}{\epsilon_1 R} + \frac{1 - \epsilon_1}{4\pi\epsilon_0 R} \right)$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_2} \left(\frac{1}{\epsilon_1 R} + \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 R} \right)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\frac{1}{\epsilon_1 R} + \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 R}}{\frac{1}{\epsilon_2 R} + \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2 R}} = \frac{\frac{2 + \epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 R}}{\frac{2 + \epsilon_2 - 1}{\epsilon_2 R}} = \frac{\epsilon_2 + 1}{\epsilon_1 + 1} = \frac{4}{3}$$

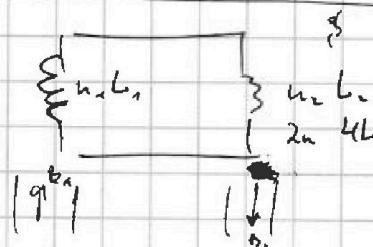
$$\Delta \varphi = -dB \cdot \frac{dI}{dt} \cdot L$$

$$\Delta \varphi = -dB \cdot S_{in} + dI \cdot L$$

$$\frac{\epsilon_2 + 1}{\epsilon_1 + 1} = \frac{4}{3}$$

$$3896 = 4E + 2 \quad | \quad E = \epsilon$$

41



$$\left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad B_{20} + dI - iL$$

$$\varphi_{in} = B_1 \cdot S_{in} \Rightarrow \varphi_{in} = \frac{dB}{dt} \cdot S_{in} = \frac{d\varphi_{in}}{dt}$$

$$(Ed) = \frac{1}{L_1} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{L_2} \cdot L_2 \cdot \epsilon \cdot S_{in} = 1/4 \cdot (L_1 \cdot L_2)$$



$$\left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right|$$

$$\left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad B_{10} + dI - iL$$

$$B_{10} + dI - iL =$$

$$\left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right|$$

$$\left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad B_1(t) = -L_1 \cdot I + \epsilon I L$$

$$-B_2(t) = -dI - 1 + \epsilon I L$$

$$A \cdot (g) \quad || \quad 200$$

$$\left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right|$$

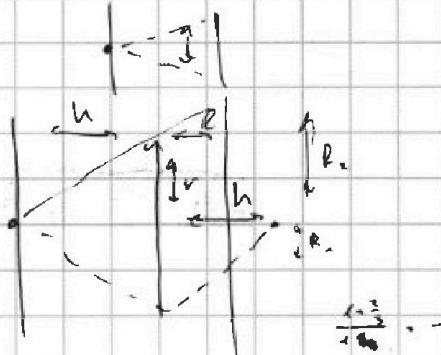
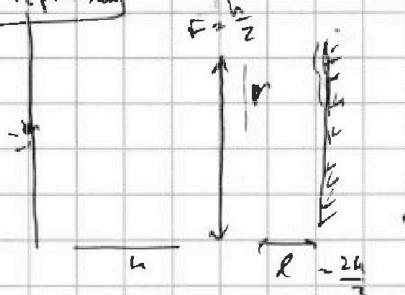
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

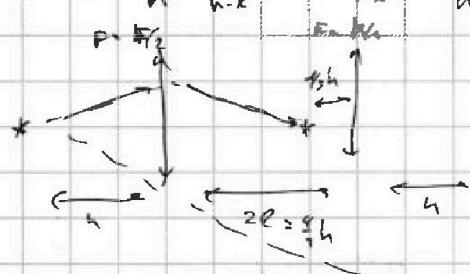
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Σ | Чертежами



$$\frac{h}{R_1} = \frac{R_1}{h-l} \Rightarrow R_1 = \frac{h-l}{h} h = \frac{2}{3}h$$

$$\frac{h}{R_2} = \frac{r}{R_2} \Leftrightarrow R_2 = \frac{h \cdot l}{h} = \frac{2}{3}h$$



$$\frac{2}{h} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_1} = \frac{1}{h}$$

$$R_3 = h \cdot \frac{2h \cdot l}{h} = 2h^2 \cdot l$$

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

$$\frac{2}{3} = \frac{2}{9} + \frac{2}{2} =$$

$$7 \cdot I_2 = \frac{1}{2} (2/8 - 2/3) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{16}$$

$$3 = 1 \oplus$$

$$7 \cdot I_2 = \frac{1}{16} = 1 \oplus$$

$$7 \cdot I_2 + 4 \cdot I_1 = 0 \oplus$$

$$7 \cdot I_2 + 4 \cdot \frac{1}{16} = 0 \oplus$$

$$7 \cdot I_2 + 4 \cdot \frac{1}{16} = 0 \oplus$$

$$7 \cdot I_2 + 4 \cdot \frac{1}{16} = 0 \oplus$$

$$\frac{2}{17}$$

$$M = 1 \oplus$$

$$P_m - P \frac{cm}{s} = \frac{m}{s}$$

$$P_m = \frac{m}{s}$$

$$\frac{92}{2} = \frac{25}{2} = 12.5$$

$$12.5 \cdot 2 = 25 = 50 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{50}{50} = 1$$

$$12.5 \cdot 2 = 25 = 50 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{50}{50} = 1$$

