



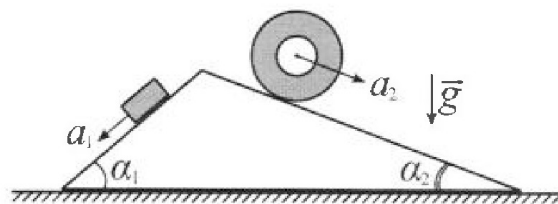
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

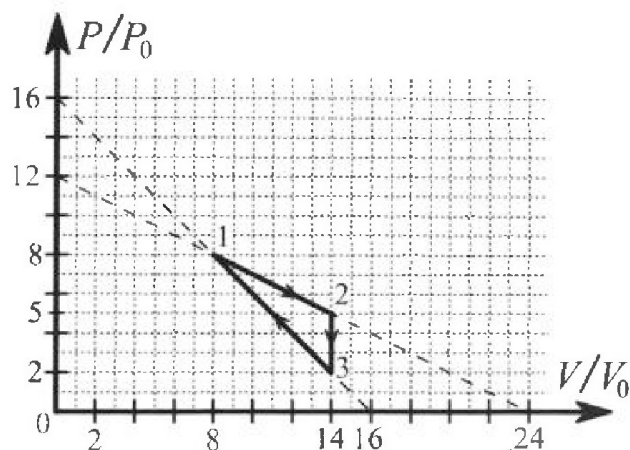


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

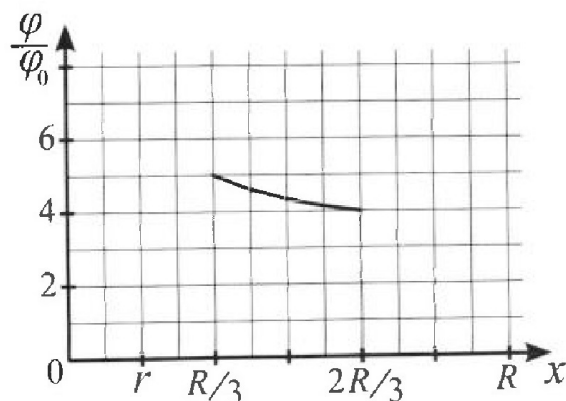
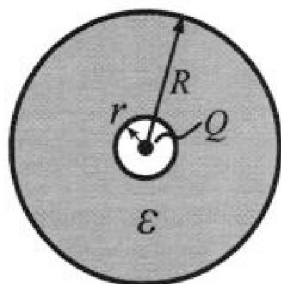
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



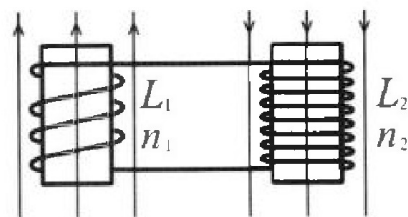
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

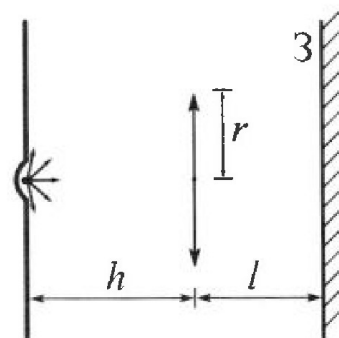


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукция внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



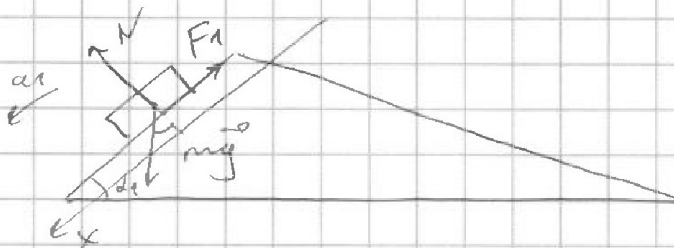
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N1



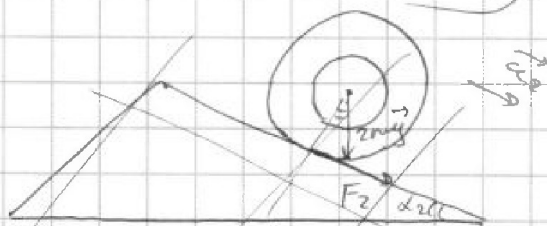
1) По 2-му 3-му закону Ньютона для блока:

$$O_x: ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_1 = m(gsin\alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{6}{13}g\right) =$$

$$= m \frac{39g - 30g}{65} = \frac{9mg}{65} - \text{Omb.}$$

2)



По 2-му 3-му закону Ньютона для цилиндра:

$$2mgsin\alpha_2 + F_2 = 2ma_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_2 = 2m(a_2 - gsin\alpha_2) =$$

$$= 2m\left(\frac{9}{4} - \frac{8g}{13}\right) = 2m \cdot 13g - 20$$



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!

№2 1) γ -изм. идо. газа:

$$(1): 64P_0V_0 = 2RT_1 \quad \rightarrow \quad |\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) =$$

$$(2): 70P_0V_0 = 2RT_2 \quad \rightarrow \quad \frac{3}{2} \cdot \frac{70}{64} P_0V_0 = \frac{3}{2} P_0V_0$$

A_{123} найдем как мощность течения со стороны $3P_0$ и высотой $6V_0$:

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 3P_0 \cdot 6V_0 = 9P_0V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{123}} = (1) - \text{Совп.}$$

2) Найдем зависимость $P(V)$ в процессе $1 \rightarrow 2$: $P(V) = kV + b$; $(24V_0; 0), (0; 12P_0) \rightarrow$

$$\rightarrow \begin{cases} 0 = 24V_0 \cdot k + b \\ 12P_0 = b \end{cases} \quad \rightarrow \quad P(V) = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 12P_0$$

$$1 \rightarrow 2: P(V) \cdot V = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = \frac{V}{2R} P(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = -\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot V^2 + 12 \frac{P_0}{2R} \cdot V$$

- квадратичная ф-ча $\rightarrow T_{12} - \text{max}$, если

$$T_{12 \text{ max}} = T(V_0) = T(12V_0) = \left(-\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot 144V_0^2 + \frac{12P_0}{2R} \cdot 12V_0 \right) =$$

V вершина параболы

$$= \frac{72P_0V_0}{2R} \quad \text{прогнозирование кн. гр. листе}$$

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!

№2 (продолжение)

$$\begin{aligned}
 Q(V) &= \frac{1}{2} (3P(V) \cdot V - 192P_0V_0 + P(V) \cdot V - 8V_0 \cdot P(V) + \\
 &+ 8P_0V_0 - 64P_0V_0) = \frac{1}{2} (4P(V) \cdot V - 256P_0V_0 - 8V_0 \cdot P(V) + 8P_0V) \\
 &= \frac{1}{2} (4 \cdot (-\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 12P_0) V - 256P_0V_0 - 8V_0 (-\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 12P_0) + 8P_0V) \\
 &= 2V (-\frac{P_0}{2V_0} V + 12P_0) - 128P_0V_0 - 4V_0 (-\frac{P_0}{2V_0} V + 12P_0) + 4P_0V \\
 &= -\frac{P_0V^2}{V_0} + 24P_0V - 128P_0V_0 + 2P_0V - 48P_0V_0 + 4P_0V \\
 &= \left(-\frac{P_0}{V_0} V^2 + 30P_0V - 176P_0V_0 \right)
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{погб.}} = Q(V_0) + Q(V_2) = Q(30V_0) \rightarrow$$

→ темпота поводится на всем графике

$$\rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

3 → 1: катящемся ^{поведению} мембране проанализи-
ровав процесс с точки зрения касания
с аднабатом. В м. касание Q имеет

$$PV^{\frac{C_p}{C_v}} = \text{const}; \quad \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3} \rightarrow P = \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}}, \text{ где } C = \text{const}$$

$$\begin{aligned}
 3 \rightarrow 1: P(V) &= -\frac{P_0}{V_0} V + 16P_0 \\
 \text{III. касание} \quad \left\{ \begin{aligned} P \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}} &= -\frac{P_0}{V_0} V + 16P_0 \\ P \frac{C}{V^{\frac{5}{3}}} - \frac{P_0}{V_0} &= 0 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$



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
☐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 (продолжение)

$$\rightarrow \cancel{P_3 V_3} = 28 P_0 V_0 = 2R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{28 P_0 V_0}{2R}$$

$$\rightarrow \frac{T_{12 \max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

↑
amb.

$$3) \eta = \frac{A_{123}}{Q_K} = \frac{A_{123}}{Q_{12 \max} + Q_{31 \max}}$$

Найдем зависимость $P(V)$ в процессе

$$3 \rightarrow 1: P(V) = kV + b; (16V_0; 0), (0; 16P_0)$$

$$\rightarrow \begin{cases} 0 = 16kV_0 + b \\ 16P_0 = b \end{cases} \rightarrow P(V) = -\frac{P_0}{V_0}V + 16P_0$$

$$3 \rightarrow 1: P(V)V = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{2R} = \frac{V}{2R} \left(-\frac{P_0}{V_0}V + 16P_0 \right) =$$

$$= -\frac{P_0}{2RV_0}V^2 + \frac{16P_0}{2R}V$$

Найдем зависимость $Q(V)$ для

$$\text{процесса } 1 \rightarrow 2: Q(V) = \frac{3}{2}2R(T - T_1) + \frac{P + P_1}{2}(V - V_1)$$

$$\rightarrow Q(V) = \frac{3}{2}(PV - \underbrace{P_1 V_1}_{64P_0 V_0}) + \frac{1}{2}(P(V) + 8P_0)(V - 8V_0)$$

$$\rightarrow Q(V) = \frac{1}{2} \left(3PV - \frac{64P_0 V_0}{152} + P(V)V - 8V_0 P(V) + 8P_0 V - 64P_0 V_0 \right)$$

(продолжение на следующей странице)

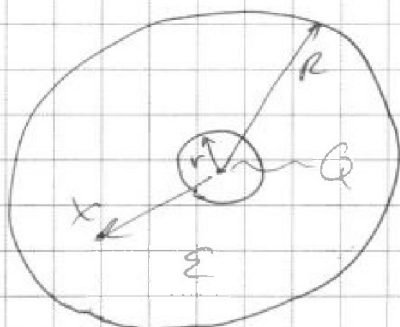


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N3



~~Эммануил~~

$$1) E(x) = E_0(x) - \frac{q_{in}}{\epsilon x^2}$$

$$E_0(x) = \frac{kQ}{x^2}, E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$\rightarrow \frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{q_{in}}{\epsilon x^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow q_{in} = \frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$

~~$$\varphi(x) = \varphi_Q(x) + \varphi_{in}(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_{in}}{x}$$~~

~~$$= \frac{kQ}{x} + \frac{k}{x} \cdot \frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 =$$~~

~~$$= \left(\frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 + \frac{kQ}{x} \right)$$~~

~~$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ \cdot 36}{25R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 + \frac{kQ \cdot 36}{25R^2}$$~~

~~$$= \frac{36kQ}{25R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$~~

$$\varphi(x) = \varphi_Q(x) + \varphi_{in}(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_{in}}{x} =$$

$$= \left(\frac{kQ}{x} + \frac{k^2 Q}{x^3} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0 \right) - \text{Гиб.}$$

$$\text{При } x = \frac{5R}{6} = \frac{kQ \cdot 6}{5R} + \frac{k^2 Q \cdot 6 \cdot 36}{25R^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \pi r^2 \epsilon_0$$



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!

№4

1) По 3-му Параграфу:

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

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = + (L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}) = - (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow n S \Delta = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \left[\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n S \Delta}{L_1 + L_2} \right] - \text{Ans.}$$

$$\left[\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n S \Delta}{12 L} \right]$$

2) По 3-му Параграфу:

$$- \frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_i \rightarrow$$

$$\rightarrow - \left(\frac{dB_2}{dt} S_{n2} - \frac{dB_1}{dt} S_{n1} \right) = - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \rightarrow$$

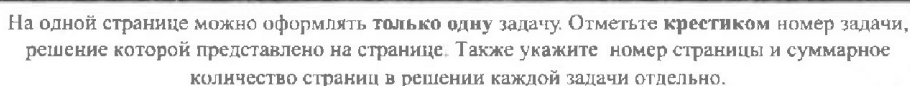
$$\rightarrow \int_{B_0}^{B_0/3} dB_2 S_{n2} - \int_{B_0}^{B_0/3} dB_1 S_{n1} = (L_1 + L_2) dI$$

$$\rightarrow \left| \int_{3B_0}^{9B_0/4} dB_2 S_{n2} - \int_{B_0}^{B_0/3} dB_1 S_{n1} \right| = \int_0^I 12 L dI$$

$$\left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) S_{n2} - \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) S_{n1} = 12 L I$$

$$\left(9B_0 S_{n2} - 12B_0 S_{n2} + \frac{2B_0}{3} S_{n1} \right) = 12 L I \rightarrow$$

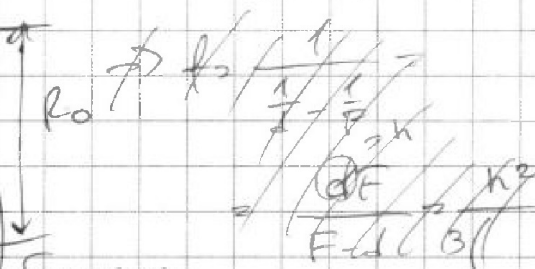
$$- B_0 S_{n2} \Rightarrow I = \frac{7B_0 S_{n1}}{51 L} - \text{Ans.}$$



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. Пороча QR-кода недопустима!

1) Two q-ne network
unmerged: $\frac{1}{d} + \frac{1}{e} = \frac{1}{F} \rightarrow$



$$\Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} \rightarrow \frac{h^*}{\lambda \left(\frac{2h}{\lambda} \right)} \rightarrow \left(\frac{h}{2} \right)$$

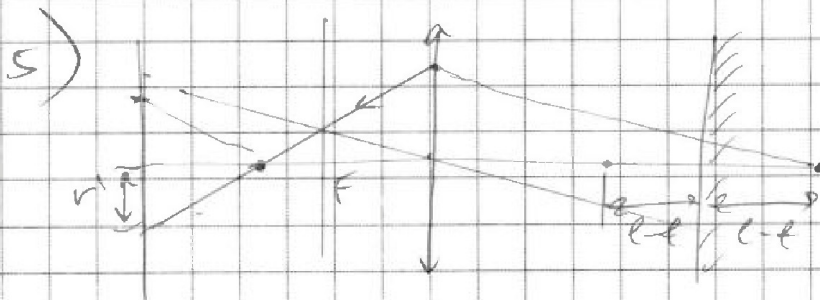
2) $\triangle ABC \sim \triangle BED$ (by SAS) $\rightarrow$

$$\rightarrow \frac{AG}{AC} = \frac{DE}{BC} = \frac{2R}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = r \frac{l+t}{t} = 2 \left(\frac{2h}{3} - \frac{h}{2} \right) = \frac{h}{3}$$

$\rightarrow R = \frac{r}{3}$

3) U_8 negative $\rightarrow \frac{R_0}{r} = \frac{h+L}{h} = \frac{5}{3} \rightarrow R_0 = \frac{5}{3}r$

$$4) S = \pi R_0^2 - \pi R^2 = \pi (R_0^2 - R^2) = \pi \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{r^2}{9} \right) =$$
$$\rightarrow \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \cdot 25 \pi = \left(\frac{200}{3} \pi \right) - \text{Ans.}$$





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!

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{TP}$$

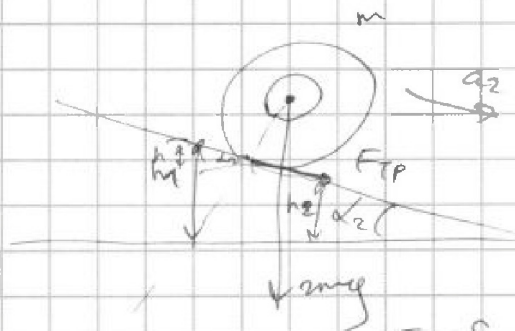
$$2 m g \sin \alpha_2 + m \frac{dv_2}{dt} = 2 m \frac{dv_2}{dt} + F_{TP}$$

$$2 m g \sin \alpha_2 + m a_2 = 2 m a_2 + F_{TP}$$

$$m g \sin \alpha_2$$

$$2 m a_2 = F_{TP} + m g \sin \alpha_2$$

$$m a_2$$



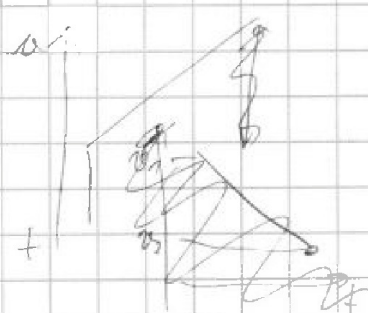
$$3C): m g (h_2 - h_1) + F_{TP} \cdot S = m g h_1 + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$m g (h_1 - h_2) + F_{TP} \cdot S = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

$$m g \frac{S}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \cdot S = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{v_2 \cos \alpha_2}{2}$$

$$\frac{d}{dt} \left(m g \frac{dS}{\sin \alpha_2} + F_{TP} dS \right) = \frac{m}{2} (2 v_2 \frac{dv_2}{dt} - 2 v_1 \frac{dv_1}{dt})$$



$$m g \left(\frac{dS}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{m}{2} 2 v_2 \frac{dv_2}{dt} - \frac{m}{2} 2 v_1 \frac{dv_1}{dt}$$

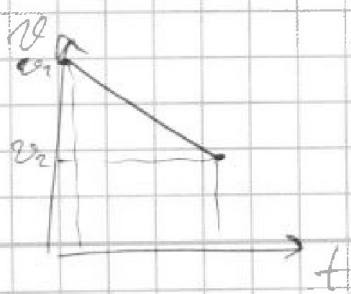
$$\frac{dS}{dt} \left(\frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{m}{2} 2 v_2 \frac{dv_2}{dt} - \frac{m}{2} 2 v_1 \frac{dv_1}{dt}$$

$$v_2 - v_1 = a t \quad \frac{dS}{dt} \frac{dS}{dt} = \frac{v_2 - v_1}{2} \frac{dv_2}{dt}$$

$$a \left(\frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) =$$

$$\frac{v_2 - v_1}{2} \left(\frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP} \right) = \frac{d(v_2 - v_1)}{dt}$$

$$2 a = \frac{m g}{\sin \alpha_2} + F_{TP}$$





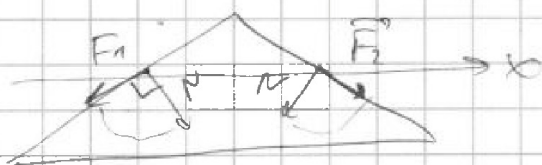
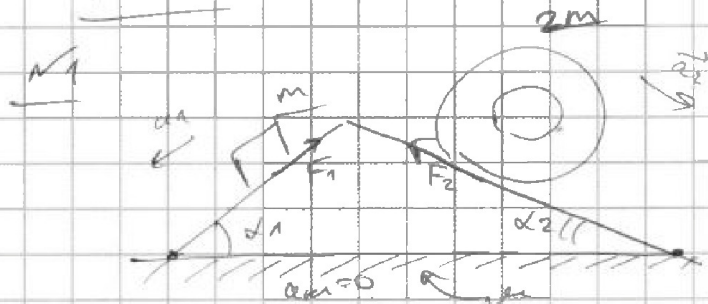
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
из

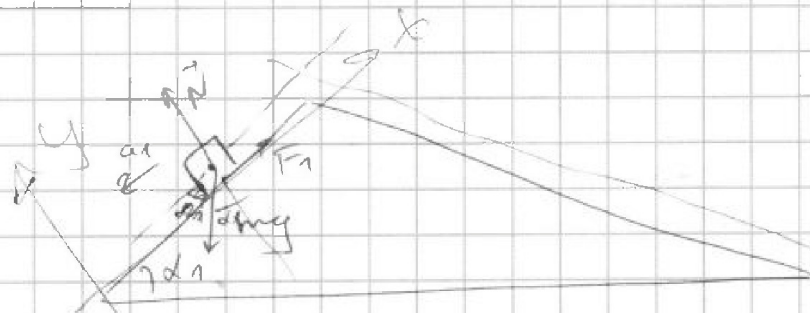
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

11-03



$$\Delta F = F_3$$

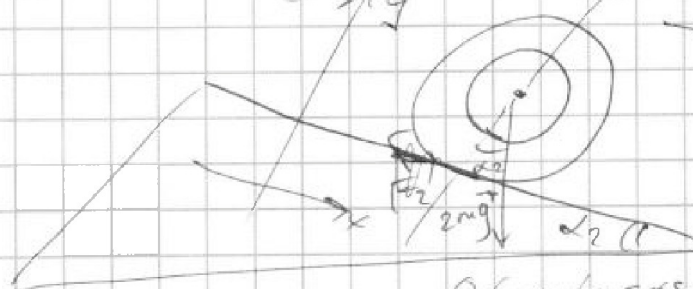
1)



$$O_y: N \cos \alpha_1 = mg$$

$$O_x: m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

2)



$$a_2 = \frac{g}{4}$$

Проекции на ось x

$$2m g \sin \alpha_2 = 2m \frac{g}{4}$$

$$O_y: 2m g \cos \alpha_2 = N_2$$

$$O_x: 2m g \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2$$

$$m \frac{g}{4} = m g \sin \alpha_2$$

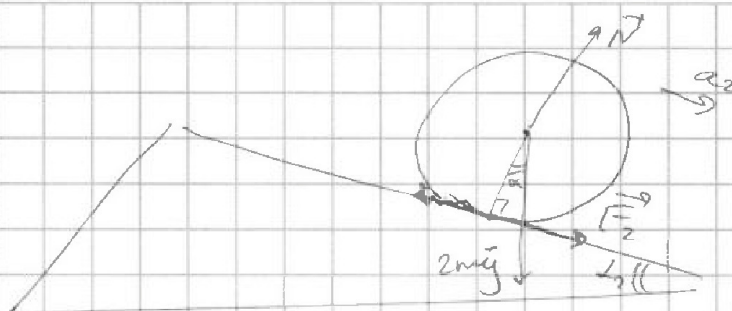


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

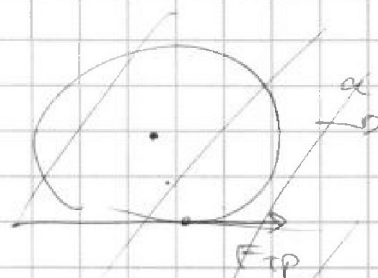
СТРАНИЦА
из

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!



$$2) 2mg \sin \alpha_2 + F_2 = 2ma_2$$

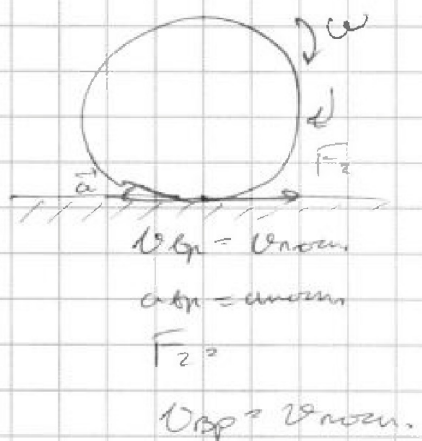
$$1) ma_2 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$



$$F_{1P} = ma$$

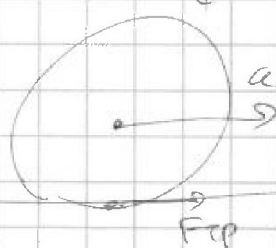
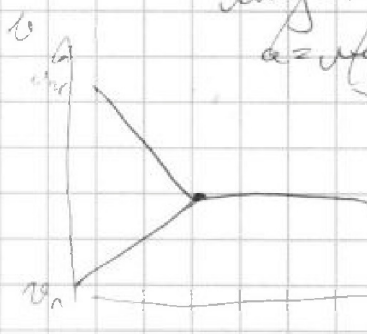
$$mg = ma$$

$$a = g$$



$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2$$

$$a =$$



$$3C) mgh_1 + mv_1^2 = mgh_2 + mv_2^2 + A_{F_{1P}}$$

$$mgh_1 + mv_1^2 = mgh_2 + mv_2^2 + F_{1P} \cdot S$$

$$mg(h_1 - h_2) + mv_1^2 = mv_2^2 + F_{1P} \cdot S$$

$$mgS \sin \alpha_2 + mv_1^2 = mv_2^2 + F_{1P} \cdot S$$

$$dmgS \sin \alpha_2 + m d(v_1^2) = m d(v_2^2) + F_{1P} dS$$

$$mg \sin \alpha_2 + 2m v_1 dv_1 = 2m v_2 dv_2 + F_{1P} dS$$

$$mg \sin \alpha_2 + 2m v_1 dv_1 = 2m v_2 dv_2 + F_{1P} dS$$

$$F_{1P} = 2ma \rightarrow$$

$$a = \frac{F_{1P}}{2m}$$



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!

N23) $\eta = \frac{Q_{12}}{Q_{12}}$

$T(V)$

~~$Q_{12} = \Delta U + A$~~

~~$A_{12} = 0$~~
 ~~$\Delta U_{12} = 0$~~
 ~~$\Rightarrow Q_{12} = 0$~~

1 $\rightarrow$ 2: $T(V) = -\frac{P_0}{2V_0^2 R} V^2 + 12 \frac{P_0}{2R} V$

$Q(V) = ?$

$Q = \Delta U + A$

~~$Q = \Delta U + A$~~

~~$\delta Q = dU + \delta A$~~

~~$\delta Q = 2RT + P dV$~~

~~$\delta Q = P dV + V dP + P dV$~~

~~$A_{12} = P(V_2 - V_1)$~~

$Q(V) = ?$

~~$Q(V) = ?$~~

$Q(V) = 2RT(V) + A_{12}$

$Q(V) = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12P_0 V + \frac{5P_0 R P_0}{2} \cdot 6V_0^2$



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

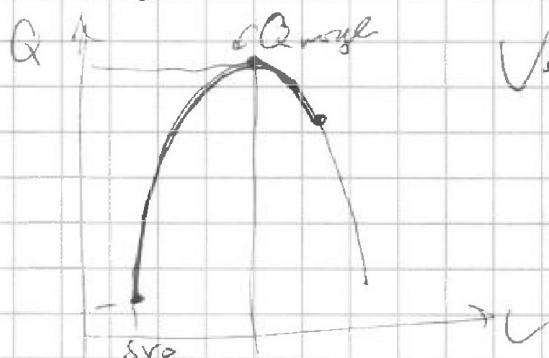
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q(V) = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12P_0 V + \frac{13P_0}{R} \cdot \frac{8V_0}{3}$$

$$= -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 54P_0 V_0 + 12P_0 V + 39P_0 V_0$$

$$382P_0 V_0$$

$$Q(V) = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12P_0 V + 39P_0 V_0$$



$$V_0 = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12V_0$$

$$Q(V) = Q_{max}$$

$$Q(V) = Q_{max} = Q(V_0) - Q(8V_0) =$$

$$= Q(12V_0) - Q(8V_0)$$

$$\Delta U = 2R(T(V) - T(V_0))$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

$\frac{N}{2}$

$\frac{P}{P_0}$

16

12

8

4

2

1

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

$$Q = \gamma R (T - T_1) + \frac{P + P_1}{2} (V - V_1)$$

(V_0, P_0)

$i = 3$

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{123}} = 1$$

$$\begin{aligned} 1: 8P_0 \cdot 8V_0 &= \gamma R T_1 \\ 2: 5P_0 \cdot 14V_0 &= \gamma R T_2 \\ \Delta U_{12} &= \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \gamma R (70P_0V_0 - 64P_0V_0) = \frac{3}{2} \gamma R \cdot 6P_0V_0 = 9P_0V_0 \end{aligned}$$

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 3P_0 \cdot 8V_0 = 12P_0V_0$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$2) \text{ Задача 3: } 2P_0 \cdot 14V_0 = 2RT_3 \rightarrow T_3 = \frac{28P_0V_0}{2R}$$

$$P = kV + b: (12P_0; 0), (0; 24V_0) \quad 2) \frac{T_{12}}{T_3} = \frac{72}{144} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} 12P_0 &= b \\ P &= 24kV_0 + b \\ 24kV_0 + 12P_0 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0 &= 24kV_0 + b \rightarrow 24V_0k + 12P_0 = 0 \rightarrow \\ 12 &= b \rightarrow k = -\frac{12P_0}{24V_0} = -\frac{P_0}{2V_0} \end{aligned}$$

$$P(V) = -\frac{P_0}{2V_0}V + 12P_0$$

$$P(V) \cdot V = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow \left(-\frac{P_0}{2V_0}V + 12P_0\right)(V) = 2RT(V) \rightarrow$$

$$\rightarrow T(V) = -\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot V^2 + 12 \frac{P_0}{2R} V$$

$$T \rightarrow \max \rightarrow V_2 = \frac{-12P_0}{\frac{P_0}{V_0 2R}} = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{2R}} = 12V_0$$

$$\begin{aligned} T_{\max} &= T(12V_0) = \left(-\frac{P_0}{2V_0 2R} \cdot 144V_0^2 + \frac{12P_0}{2R} \cdot 12V_0\right) = \\ &= \frac{144P_0V_0}{2R} - \frac{144P_0V_0}{2R} = \frac{72P_0V_0}{2R} = \frac{36P_0V_0}{R} \end{aligned}$$

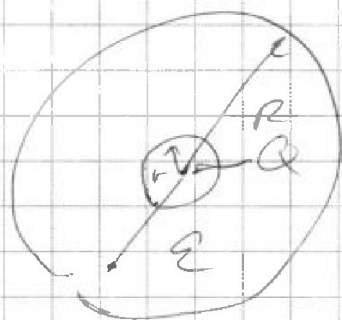


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

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!



$$r \leq R$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi(x) = \varphi\left(\frac{5R}{2}\right) = \frac{kQ}{\frac{5R}{2}} = \frac{2kQ}{5R}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{\frac{R}{3}} = \frac{3kQ}{R}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{R}$$

$$\frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot 4\pi x^2$$

$$\frac{kQ}{x} = E + \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{kQ}{x} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} + \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{kQ}{x} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$\frac{4\pi kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$



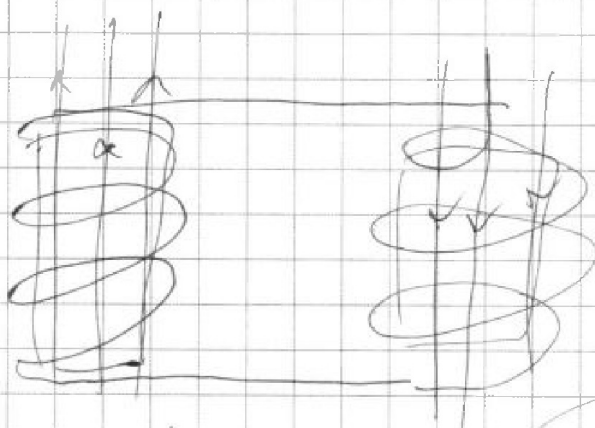
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

14



~~Этот~~

$\times \frac{12}{3}$

$$L_1 = L, n_1 = n$$

$$L_2 = 16L, n_2 = 4n$$

$$B = \text{const}, S$$

$$\frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{n S dB}{dt}$$

$$B_0 \rightarrow \frac{B_0}{3} (L_1)$$

$$3B_0 \rightarrow \frac{3B_0}{4} (L_2)$$

$$\Phi = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$$

$$\frac{dB_1}{dt} S n_1 + \frac{dB_2}{dt} S n_2 =$$

$$= L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\rightarrow \int_{B_0}^{B_1} S n_1 dB + \int_{B_0}^{B_2} S n_2 dB = \int (L_1 + L_2) dI$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = \frac{n S dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) I = \frac{n S B}{dt}$$

$$\rightarrow I = \frac{n S B}{L_1 + L_2}$$

