



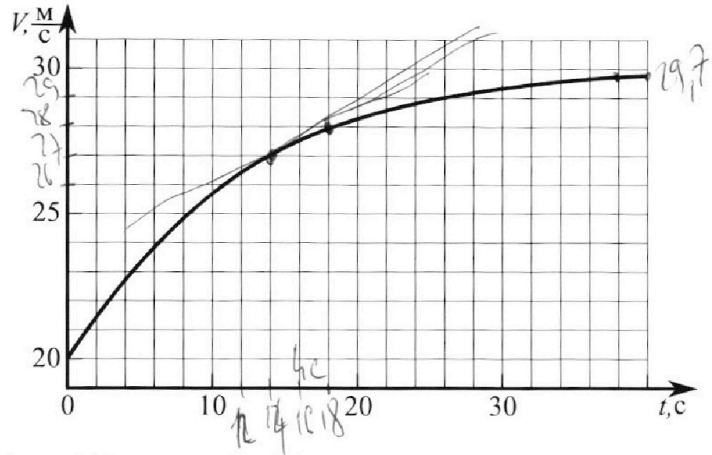
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

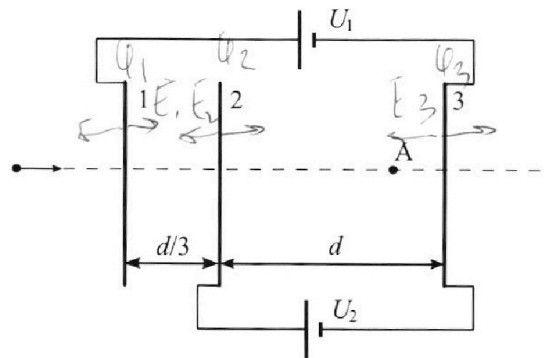
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите конечное давление в сосуде  $P$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

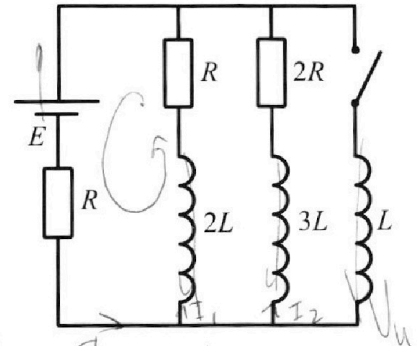
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



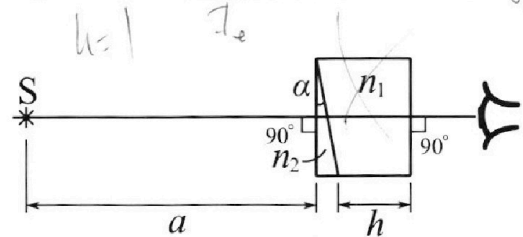
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

Handwritten solution for problem 5:

1)  $n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$   
 $\varphi = \beta - \alpha; \beta = \alpha n_2$   
 $\varphi = \alpha(n_2 - 1)$

2)  $n_1 \theta = n_2 \alpha$   
 $n_1 \theta = n_2 \alpha$   
 $n_2(\alpha - \frac{\theta}{n_2}) = \theta$   
 $\alpha n_2 - \alpha = \theta$   
 $\theta = \alpha(n_2 - 1)$

3)  $\theta = \alpha(n_2 - 1)$   
 $\theta = \alpha(n_2 - 1)$   
 $d = \frac{a \alpha}{\alpha(n_2 - 1) - \theta}$   
 $d = \frac{a \alpha}{\alpha(n_2 - 1) - \alpha(n_2 - 1)}$   
 $d = \frac{a \alpha}{0}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача

$m = 300 \text{ кг}$   
 $N = 12,03 \text{ кВт}$   
 $F_f = 405 \text{ Н}$   
 $v_1 = 27 \text{ м/с}$

$N$  - полная мощность мотоцикла  
 $v$  - скорость мотоцикла (секунда)  
 $t_1$  - момент времени, когда  $v(t_1) = v_1$   
 $F_{\text{сопр}}$  - сила сопротивления воздуха (секунда)  
 $a_k, v_k$  - ускорение и скорость (конечные)

$a_1, F_1, \eta$ ?

II Закон Ньютона:

$$m \dot{v} = \frac{N}{v} - F_{\text{сопр}}; \quad F = \frac{N}{v} - \text{сила тяги двигателя}$$

1)  $a_1 = \dot{v}(t_1)$ ;  $a_1 \approx \frac{(v_1 + \Delta v) - v_1}{\Delta t}$ ;  $\Delta v, \Delta t$  - малые приращение скорости и времени

Возьмем  $\Delta v = 1 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t = 4 \text{ м/с}$  (из графика).

$$a_1 \approx \frac{1 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

2)  $a_k \approx 0 \text{ м/с}^2 \Rightarrow 0 = \frac{N}{v_k} - F_k, \quad N = F_k v_k \approx 405 \text{ Н} \cdot 29,4 \text{ м/с} \approx$

$$12,03 \text{ кВт}$$

$$m a_1 = \frac{N}{v_1} - F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{N}{v_1} - m a_1 \approx \frac{12,03 \text{ кВт}}{27 \text{ м/с}} - 300 \text{ кг} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 \approx 370 \text{ Н}$$

3)  $N_{\text{пол}}$  - мощность, затрачиваемая на разгон  
 $N_c$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления

$$N = N_{\text{пол}} + N_c \Rightarrow m a_1 = \frac{N_{\text{пол}} + N_c}{v_1} - F_1; \quad m a_1 = \frac{N_{\text{пол}}}{v_1} + \frac{N_c}{v_1} - F_1$$

$$\begin{cases} N_{\text{пол}} = m a_1 v_1 \\ N_c = N - N_{\text{пол}} \end{cases} \Rightarrow N_c = N - m a_1 v_1 \approx 12,03 \text{ кВт} - 300 \text{ кг} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 \cdot 27 \text{ м/с} \approx 10,005 \text{ кВт}$$

Доля мощности на преодоление сопротивления:

$$\eta = \frac{N_c}{N} = \frac{10,005 \text{ кВт}}{12,03 \text{ кВт}} \approx 83,3\%$$

Ответ:  $0,25 \text{ м/с}^2$ ;  $370 \text{ Н}$ ;  $83,3\%$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$V, T_0$   
 $T = \frac{4T_0}{3} = 373K = 100^\circ C$   
 $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$   
 $RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

$\eta, p = ?$

$\Delta V$  - исконое количество  
 $V_c$  - полное кол-во вез-ва азота  
 $\Delta V$  - кол-во  $CO_2$ , растворенного в  $H_2O$  в начальный момент времени  
 $V_N$  - кол-во вез-ва азота  
 $V_H$  - кол-во вез-ва паров  $H_2O$  после окончания нагревания  
 $p_0$  - давление в сосуде в начальный момент времени.

$N_2$	$p_0$	$V/2$
$CO_2$	$p_0$	$V/4$
$H_2O + CO_2$	---	$V/4$

Закон для идеального газа (Ур-ие Менделеева - Клапейрона)

$N_2: p_0 \frac{V}{2} = \nu_N RT_0$   
 $CO_2: p_0 \frac{V}{4} = (\nu_c - \Delta V) RT_0$   
 $\Delta V = k p_0 \frac{V}{4}$   
 $\nu_N = \frac{p_0 V}{2RT_0}$   
 $\nu_c = \frac{p_0 V}{4RT_0} + \frac{k p_0 V}{4}$

1)  $\eta = \frac{\nu_N}{\nu_c} = \frac{p_0 V}{2RT_0 (\frac{p_0 V}{4RT_0} + \frac{k p_0 V}{4})} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{kRT_0}{2}} = \frac{2}{kRT_0 + 1}$

$T_0 = \frac{3T}{4} \Rightarrow RT_0 = \frac{3}{4} RT = \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} = 2,25 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

$\eta = \frac{2}{0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 2,25 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} + 1} \approx \boxed{0,85}$

2)

$N_2$	$p$	$V/6$
$CO_2 + H_2O$	$p$	$\frac{3V}{4} - V/6$
$H_2O$	---	$V/4$

$p \frac{V}{6} = \nu_N RT$   
 $(p - p_{atm}) (\frac{3V}{4} - \frac{V}{6}) = \nu_c RT$   
 $\nu_N = \frac{p_0 V}{2RT_0}$   
 парциальное давление  $CO_2$

$p = 4p_0$   
 $p = \frac{p_{atm}}{1 - \frac{4 + 3kRT}{28}} = \frac{140}{93} p_{atm}$

Ответ: 0,85;  $\frac{140}{93} p_{atm}$ .

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

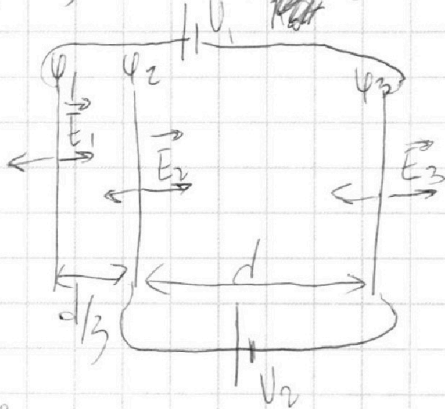


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:  
 $d, U_1 = 2V, U_2 = V$   
 $m, q > 0$   
 $v_0$

<sup>N3</sup>  
 $a_{123}$  - ускорение частицы в области между сетками 2 и 3.  
 $v_A$  - скорость частицы в т. А.  
 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  - соотв. потенциалы на сетках 1, 2, 3.  
 $E_1, E_2, E_3$  - соотв. поля между сетками 1, 2, 3.



Реальные поля могут отличаться от представленных на рисунке направлений. Реальное направление будет получено из расчетов.

По условию:

$$\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_3 = 2V \\ \varphi_2 - \varphi_3 = V \end{cases}$$

Суперпозиция полей:

$$\begin{cases} E_2 \cdot \frac{d}{3} + E_3 \cdot \frac{2d}{3} = \varphi_1 \\ E_1 \cdot \frac{d}{3} + E_3 \cdot d = \varphi_2 \\ E_1 \cdot \frac{2d}{3} + E_2 \cdot d = \varphi_3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} E_1 = E_2 = \frac{V}{d} \\ E_3 = \frac{3V}{d} \\ \varphi_1 = \frac{13V}{3}, \varphi_2 = \frac{10V}{3}, \varphi_3 = \frac{7V}{3} \end{cases}$$

1) Из закона Ньютона:  $(E_1 + E_2 - E_3)q = ma \Rightarrow |a| = \left| \frac{q}{m} \cdot \left(-\frac{V}{d}\right) \right| = \frac{Vq}{md}$

2) ЗСЭ:  $k_2 + \varphi_2 q = \frac{mv_0^2}{2} + 0; k_3 + \varphi_3 q = \frac{mv_0^2}{2} + 0$

$k_3 - k_2 = -\varphi_3 q + \varphi_2 q = q(\varphi_2 - \varphi_3) = \frac{Vq}{3}$

3) Поле между 2 и 3 однородно, сл-но  $\varphi_A = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{3} + \varphi_3 = \frac{8V}{3}$

ЗСЭ:  $\frac{mv_A^2}{2} + \varphi_A q = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2\varphi_A q}{m}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{16Vq}{3m}}$

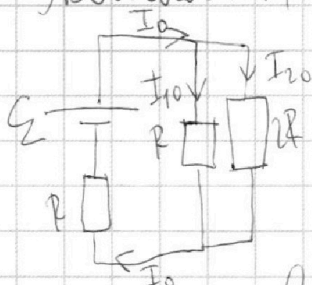
Ответ:  $\frac{Vq}{md}; Vq; \sqrt{v_0^2 - \frac{16Vq}{3m}}$

1  2  3  4  5  6  7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№4  
1) Решил взять установленная  $\Rightarrow t \rightarrow \infty \Rightarrow$  ~~индукция~~ <sup>индукция</sup> ~~напряжение~~ <sup>напряжение</sup> на катушках нулевое.

Эквивалентная схема:



$$I_{20} \cdot 2R = I_{10} \cdot R$$

$$I_{20} + I_{10} = I_0$$

$$I_{20} \cdot 2R + I_0 R = \varepsilon$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_0 = \frac{3\varepsilon}{5R} \\ I_{20} = \frac{\varepsilon}{5R} \end{cases}$$

$I_0$  - установленная ток во внешней цепи.

2) Сразу после замыкания ключа ток во внешней цепи не успеет измениться и равен  $I_0$ .

II закон Кирхгофа для контура с индуктивностью  $L$  и источником ЭДС:

$$I_0 R - U_{\text{и}} = \varepsilon \Rightarrow U_{\text{и}} = -\frac{2\varepsilon}{5} - \text{индукционное напряжение на катушке } L.$$

$$U_{\text{и}} = -L \dot{I}_0, \text{ где } \dot{I}_0 - \text{искомая скорость возрастания тока.}$$

$$\dot{I}_0 = \frac{-2\varepsilon/5}{-L} = \frac{2\varepsilon}{5L}$$

Ответ:  $\frac{\varepsilon}{5R}$ ;  $\frac{2\varepsilon}{5L}$ .

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

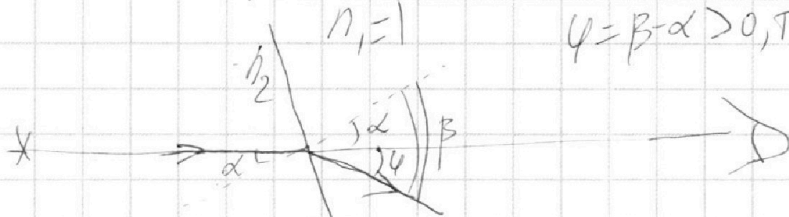
**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Дано:  
 $n_1 = n_0 = 1,0$   
 $n_2 = 1,6$   
 $\varphi = ?$

<sup>N5</sup>  
 $\varphi$ -искаемый угол.  
 луч  $\perp$  левой грани  $\Rightarrow$  будет только  
 одно преломление на границе  $n_1, n_2$



$\varphi = \beta - \alpha > 0$ , т.к.  $n_1 < n_2$

Закон Снеллиуса:  $n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta$

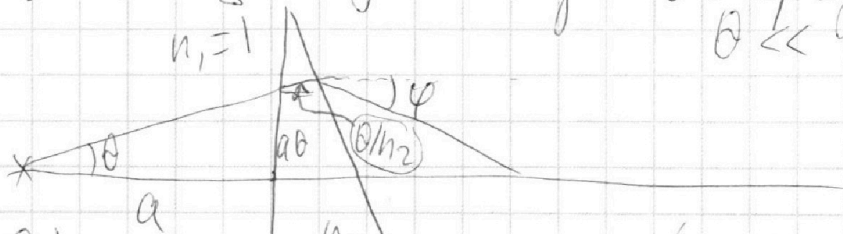
$\alpha, \beta \ll 1 \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha, \sin \beta \approx \beta$

$n_1 = 1 \Rightarrow \beta = \alpha n_2$

$\varphi = \beta - \alpha = \alpha(n_2 - 1) = \alpha(1,6 - 1) = \frac{3}{5} \alpha$  0,03 рад

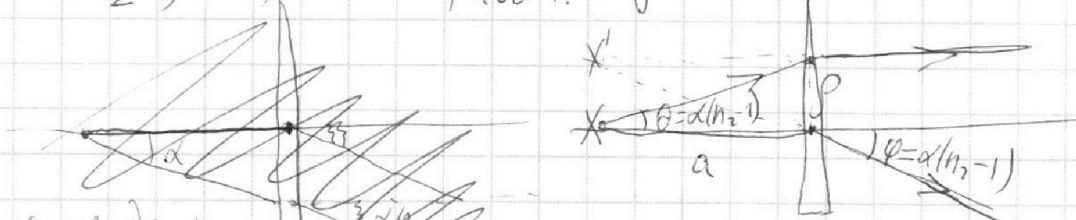
2) Дано:  
 $n_1 = n_0 = 1,0$   
 $n_2 = 1,6$   
 $f = ?$

Исходящий луч имеет угол  $\theta$  с горизонталью,  
 $\theta \ll 1$ .



$\varphi = n_2(\alpha - \frac{\theta}{n_2}) - \alpha$ , при условии  $\theta < \alpha(n_2 - 1)$

$\varphi = \alpha(n_2 - 1) - \theta$ ; Рассм. лучи  $\theta = 0, \theta = \alpha(n_2 - 1)$ .



Расстояние до минимума отклонения от источника

$l = a \cdot \tan(\alpha(n_2 - 1)) \approx a \cdot \alpha(n_2 - 1) = 200 \text{ см} \cdot 0,03 \text{ рад} = 6 \text{ см}$

Ответ: 0,03 рад; 6 см



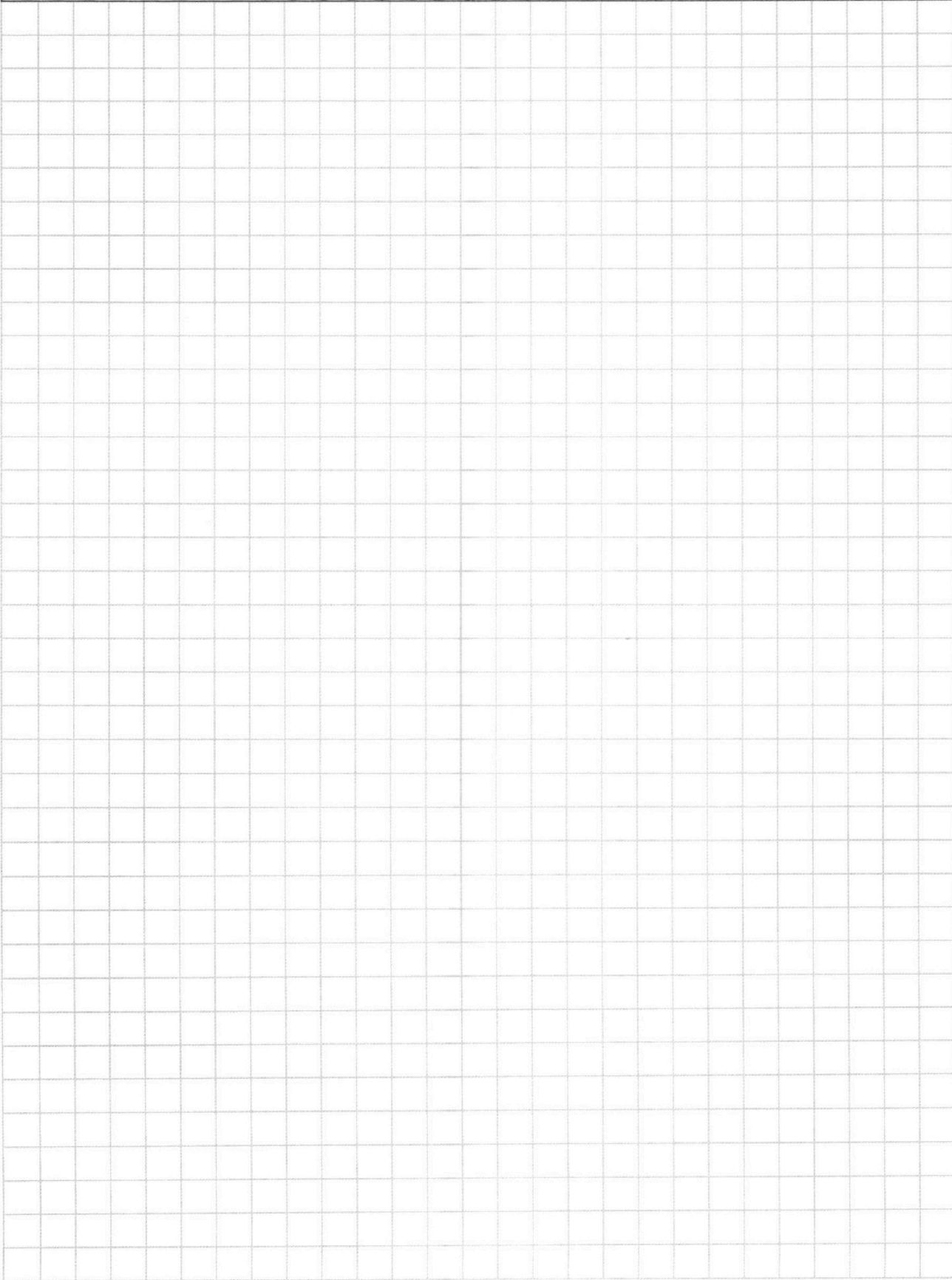
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

$$m\dot{v} = \frac{N}{v} - F_{\text{сопр}}$$

$N$  - мощность  
оборота

$$a_1 = \dot{v}(t_1); v(t_1) = v_1$$

$v_1$  -  
 $F$  -  
 $t_1$  - момент.

$$a_1 \approx \frac{v_1 + \Delta v}{\Delta t} v_1$$

$$\Delta t = 4e, \Delta v = 1 \text{ м/с}$$

$$a_1 = \frac{1 \text{ м/с}}{4e} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

$$a_{\text{кр}} \approx 0 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \frac{N}{v_{\text{кр}}} = F_{\text{кр}} \Rightarrow N = F_{\text{кр}} v_{\text{кр}} = 405 \cdot 29,7 \approx 12,03 \text{ кВт}$$

$$m a_1 = \frac{N}{v_1} - F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{N}{v_1} - m a_1 = \frac{12,03 \cdot 10^3}{27} - 300 \cdot 0,25$$

$$= 0,445 \cdot 10^3 - 75 = 445 - 75 \approx 370 \text{ Н}$$

$$m a_1 = \frac{N_{\text{пол}} + N_e}{v_1} - F_1$$

$$m a_1 = \frac{N_{\text{пол}}}{v_1} + \frac{N_e}{v_1} - F_1$$

$$\left. \begin{aligned} N_{\text{пол}} &= m a_1 v_1 \\ N_e &= N - N_{\text{пол}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N_e = N - m a_1 v_1 = 12,03 \cdot 10^3 - 300 \cdot 0,25 \cdot 27 = 12030 - 2025 = 10005$$

$$\eta = \frac{N_e}{N} = \frac{10005}{12030} \approx 83,3\% \approx 1908 \text{ Вт}$$

$m = 300 \text{ кг}$   
 $v = \text{const.}$   
 $F_{\text{кр}} = 405 \text{ Н}$   
 $v_1 = 29,7 \text{ м/с}$

$405 \cdot 29,7$   
 $12030$

$12030$   
 $10005$

$12030$   
 $10005$   
 $2025$

$12030$   
 $10005$   
 $2025$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



*Черновик*

$V/2$   $N_2$   $T_0$   $128$   $10,335$   
 $V/2$   $H_2O + He$   $V/4$   $9,10$   $10,335$   
 $T = \frac{4T_0}{3} = 373K$   
 $V_1 = \frac{V}{6}$   $3,06 = 18$   
 $P \frac{V}{6} = 2RT_0$   $54$

$\Delta V = k P V$   
 $T = \frac{4T_0}{3}$   
 $\frac{I}{T_0} = \frac{4}{3}$   
 $P_0 \frac{V}{2} = P_0 RT_0$   
 $P_0 \frac{V}{4} = (P_c - \Delta V) RT_0$   
 $\Delta V = k P_0 \frac{V}{4}$   
 $\Delta m = k \cdot m = \frac{12}{7} \left( \frac{1}{3} + \frac{kRT}{4} \right) = \frac{12}{7} \left( \frac{1}{3} + \frac{kRT}{4} \right)$

$P_1, T_1$	$V_1$	$2,25$	$0,16$
$P_2, T_1$	$\frac{3V}{4} - V_1$	$350$	$2,35$
$\dots$	$V/4$	$665$	$1,50$

$P_{парм} = P_{атм}$   
 $P_2 \frac{V}{6} = P_N RT_1$   
 $P_{атм} \left( \frac{3V}{4} - \frac{V}{6} \right) = P_N RT_1$   
 $(P_2 - P_{атм}) \left( \frac{3V}{4} - \frac{V}{6} \right) = P_N RT_1$   
 $P = \frac{6RT_1 \cdot P_0 V / 2RT_0}{235} = 3 \frac{T_1}{T_0} P_0 = 4P_0$   
 $\frac{2 \cdot 100}{235} = \frac{40}{47}$   
 $P - P_{атм} = \frac{12}{7} \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{P_0}{4} + kRT \cdot \frac{P_0}{4} \right)$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

$$\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_3 = 2V \\ \varphi_2 - \varphi_3 = V \end{cases}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = V$$

$$E_1 \cdot d + E_2 \cdot \frac{d}{3}$$

~~$$E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad E_2, E_3 \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{B \cdot \mu_0}{\epsilon_0}$$~~

$$\begin{cases} E_3 \cdot \frac{d}{3} = V \\ E_3 = \frac{3V}{d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_2 \cdot \frac{d}{3} + E_3 \cdot \frac{4d}{3} = \varphi_1 \\ E_1 \cdot \frac{d}{3} + E_3 \cdot d = \varphi_2 \\ E_1 \cdot \frac{4d}{3} + E_2 \cdot d = \varphi_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_2 \cdot \frac{d}{3} + 4V = \varphi_1 \\ E_1 \cdot \frac{d}{3} + 3V = \varphi_2 \\ E_1 \cdot \frac{4d}{3} + E_2 \cdot d = \varphi_3 \end{cases}$$

$$(E_2 - E_1) \frac{d}{3} + V = V$$

$$E_2 = E_1$$

$$E_1 \cdot d + E_1 \cdot d - 3V = -V$$

$$2E_1 \cdot d = 2V \Rightarrow E_1 = E_2 = \frac{V}{d}$$

$$(E_1 + E_2 - E_3)q = ma \Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot -\frac{V}{d}$$

$$|a| = \frac{Vq}{md}; \quad \varphi_3 = E_1 \cdot \frac{4d}{3} + E_1 \cdot d = \frac{4}{3}V + V = \frac{7V}{3}$$

$\varphi_1 = \frac{13V}{3}; \quad \varphi_2 = \frac{10V}{3}$  "0" на линии зарядов.

$$k_3 - k_2 = \frac{mv_0^2}{2} - \varphi_3 q = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{7Vq}{3}; \quad k_2 = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{10Vq}{3}$$

$$k_3 - k_2 = Uq; \quad E \quad q \rightarrow \infty \quad \frac{2 \cdot \frac{8V}{3} \cdot q}{m} =$$

$$\varphi_A = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{3} + \varphi_3 = \frac{V}{3} + \frac{7V}{3} = \frac{8V}{3}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \varphi_A q = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{8Vq}{3} = \frac{16Vq}{3m}$$

0,05 \* 0,6 = 0,03

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



*Черновик*

$$\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_2 = U \\ \varphi_2 - \varphi_3 = U \end{cases}$$

$$C = \frac{8\pi\epsilon_0}{d}$$

$$k_3 = \frac{mv_3^2}{2} - q_3\varphi$$

$$k_2 = \frac{mv_2^2}{2} - q_2\varphi$$

$$k_3 - k_2 = (\varphi_2 - \varphi_3)q = Uq$$

$$\frac{v_3^2 - v_2^2}{2a} = \frac{d}{3} \frac{dt}{dt}$$

$$(E_3 + E_2 - E_1) \frac{d}{3} = U \quad Q = I^2 R t$$

$$(E_2 + E_1 - E_3) d = -U$$

$$\begin{cases} (E_3 - E_1) + E_2 = \frac{3U}{d} & E_2 = \frac{U}{d} \\ E_2 - (E_3 - E_1) = -\frac{U}{d} & E_3 - E_1 = \frac{2U}{d} \end{cases}$$

$$(E_1 - E_3) + E_2) q = ma$$

$$\left(\frac{U}{d} - \frac{2U}{d}\right) q = ma \quad |q| = \frac{|Uq|}{dM} \quad \left[\frac{Uq}{dM}\right]$$

$$\epsilon - I_0 R = -2L \frac{dI_1}{dt}$$

$$-\epsilon + I_0 R = -2L \frac{dI_1}{dt} + I_1 R =$$

$$-2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$I_0 = \frac{3\epsilon}{5R}$$

$$R_1 = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R$$

$$\frac{2}{3}R + \frac{1}{3}R = \frac{5}{3}R$$

$$U = L \frac{dI}{dt}$$

$$I_{10} = 2I_{20} \quad I_{10} = \frac{2\epsilon}{5R_1} \quad I_{20} = \frac{\epsilon}{5R}$$

$$-\epsilon + I_0 R - U_u = 0$$

$$\frac{3\epsilon}{5} - \epsilon = U_u = L \frac{dI_u}{dt}$$

$$\frac{2\epsilon}{5L} = \dot{I}_u$$

$$I_0 R - U_u = \epsilon$$

$$U_u = I_0 R - \epsilon = \frac{3\epsilon}{5} - \epsilon = -\frac{2\epsilon}{5}$$