



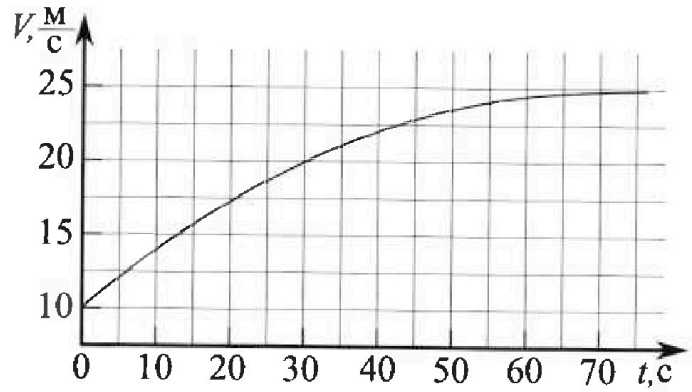
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01



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

1. Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $V_1 = 20$  м/с.
- 2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- 3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $V_1$ ?

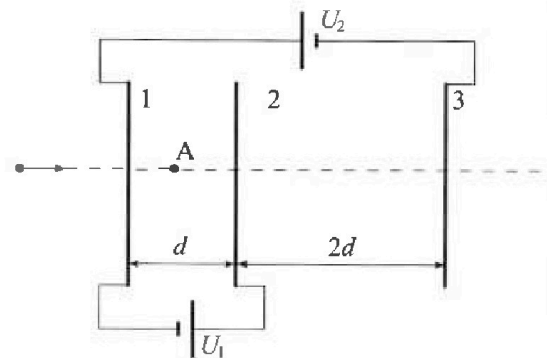
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, 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  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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 начальное давление в сосуде  $P_0$ . 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  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 4U$ . 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 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке  $A$  на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

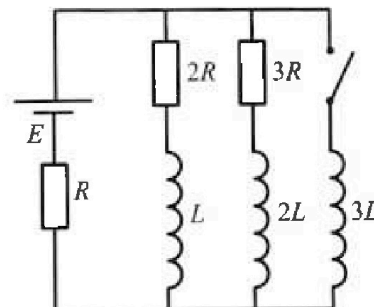
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  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  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 194$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  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.

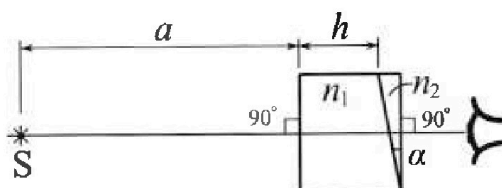


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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!

$$\left( \frac{20V_1 RT}{4V} - p_{\text{атм}} \right) \frac{11V}{20} = V_2 RT + (V_1 + V_2) RT \frac{4}{3}$$

$$\frac{11}{4} V_1 RT - p_{\text{атм}} \frac{11V}{20} = V_2 RT + \frac{4}{3} V_2 RT + \frac{4}{3} V_1 RT$$

$$\frac{11}{60} V_1 RT - p_{\text{атм}} \frac{11V}{20} = \frac{10}{3} V_2 RT$$

$$V_2 = \frac{11}{26} V_1 - \frac{p_{\text{атм}} V}{RT} \frac{33}{46} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{11}{26} - \frac{33 p_{\text{атм}}}{46 RT}$$

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!



Итак надо, как решим при замкнутой цепи установившаяся или пока через резистор  $2R$  будет  $0$  т.к.  $3L$  - источник напряжения  
 или пока через  $3L$  не будет  $\frac{\mathcal{E}}{R}$

Вспомогательная кривая: функция  $\text{вс}$  на  $dt$ , когда

$$\text{разраем } 2R dI_{2R} = 3L dI_{3L} - L dI_{2R} \Rightarrow dI_{2R} = \frac{3L dI_{3L} - L dI_{2R}}{2R}$$

$$= \frac{3L \frac{\mathcal{E}}{R} - L \mathcal{E} \left(0 - \frac{3}{R}\right)}{2R} = \frac{4LE}{R^2}$$

Вспомогательная кривая: функция  $\text{вс}$  на  $dt$ , когда



и 5) угол падения при преломлении первой границы  $\alpha$

будет  $\alpha$ , когда угол преломления  $\frac{\alpha}{n_2}$  (т.е. угол  $\alpha$  равен  $n_2$  раз от  $\frac{\alpha}{n_2}$ , это  $\sin \alpha = \alpha$ )

это  $\sin \alpha = \alpha$ )

при преломлении второй границы угол падения  $\alpha = \frac{\alpha}{n_2}$ , когда

угол преломления  $d(n_2 - 1) = 0,03 \text{ рад}$  и  $\alpha$  будет  $d(n_2 - 1)$  - т.е. и  $\alpha$  будет  $d(n_2 - 1)$  - т.е. и  $\alpha$  будет  $d(n_2 - 1)$

2) для нахождения угла преломления второй границы  $\alpha = \frac{\alpha}{n_2}$ , когда  $\alpha$  и  $\frac{\alpha}{n_2}$  перпендикулярны. Угол преломления  $\alpha = \frac{\alpha}{n_2}$  и  $\alpha$  перпендикулярны, и на второй угол преломления равен  $\alpha n_2$

Найдём  $AB$ : с одной стороны,  $AB = (a+h)\alpha$ , с другой  $\alpha n_2 x - d(n_2 - 1)x$ , где  $\alpha$  - расстояние от левой точки до отражения

получаем  $(a+h)\alpha = \alpha n_2 x - d(n_2 - 1)x$  - значит  $x = \frac{(a+h)\alpha}{n_2 - d(n_2 - 1)}$  и  $\alpha$  отразится от границы.

Найдём  $AB$ : с одной стороны,  $AB = (a+h)\alpha$ , с другой  $\alpha n_2 x - d(n_2 - 1)x$ , где  $\alpha$  - расстояние от левой точки до отражения

получаем  $(a+h)\alpha = \alpha n_2 x - d(n_2 - 1)x$  - значит  $x = \frac{(a+h)\alpha}{n_2 - d(n_2 - 1)}$  и  $\alpha$  отразится от границы.

получаем, что  $y = d(n_2 - 1)x = d(n_2 - 1) \frac{(a+h)\alpha}{n_2 - d(n_2 - 1)} = 0,1 \cdot 0,4 \cdot 2,03 \approx 0,14 \text{ м}$

3)  $y$  - величина преломления угла между преломлением и отражением  $\alpha$  и  $\frac{\alpha}{n_2}$  - величина угла преломления  $\alpha = \frac{\alpha}{n_2}$  и  $\alpha$  перпендикулярны, и на второй угол преломления равен  $\alpha n_2$

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!

Адо  $\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -\frac{2U}{d} \epsilon_0$

$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$   
 $\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -2k$

$\sigma_1 - \sigma_3 = -\frac{3}{2}k$

Адо  $\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_3 = +\frac{5U}{d} \epsilon_0$

$\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = -5k$

$\sigma_1 = \sigma_3 - \frac{3}{2}k$

$2\sigma_2 = -\frac{8U}{d} \epsilon_0$

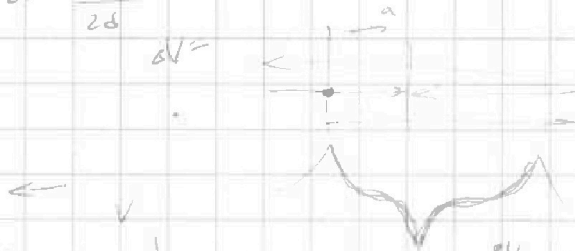
$\sigma_2 = -\frac{4}{d} k$

$\sigma_3 = \frac{3}{2}k - \frac{2}{d}k + \frac{3}{2}k = 0$

$\sigma_2 = \frac{4U}{2d}$

$2\sigma_3 = \frac{10}{2}k$

$\sigma_3 = \frac{5}{2}k \quad \sigma_1 = k$



$E(\frac{2U}{4d} + \frac{2U}{4d} - \frac{5U}{4d})$

$\frac{2U}{4d} - \frac{5U}{4d} + \frac{5U}{4d} =$

$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -2k$

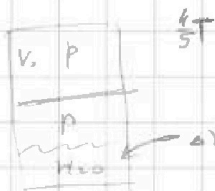
$\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = 5k$

$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$

$\sigma_2 = \frac{2}{2}k$

$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{3}{2}k$

$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{3}{2}k$



$\Delta V = k p w$

$p V_0 = \nu_0 R \frac{4}{3} T$

$p(\frac{3}{5}V - V_0) = \nu_0 R \frac{4}{3} T$

$\frac{V}{5} (p_{H_2} + p') = \nu_0 R T$

$\frac{11V}{20} p' = (\nu_0 + p k w) R T$

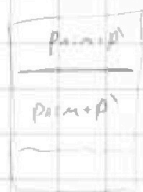
$\sigma_3 - \sigma_3 = \frac{3}{2}k + \frac{5}{2}k = 0$

$2\sigma_3 = -5k$

$\sigma_3 = -\frac{5k}{2}$

$\sigma_1 = -k$

$\frac{V}{5}$   
 $\frac{11V}{20}$   
 $\frac{V}{4}$



$\nu_0 \quad \nu_0 \quad \nu_0 \quad p' \quad p \quad 160$

$\frac{11V}{20} p' = \nu_0 R T + p w$

$\frac{V}{5} (p_{H_2} + p') = \nu_0 R T$

$\frac{3}{5} p V - \nu_0 R \frac{4}{3} T = \nu_0 R \frac{4}{3} T$

$\frac{3}{5} p V - \nu_0 \nu_0 R \frac{4}{3} T = \nu_0 R T$

$\nu_0 R T$

$\frac{pV}{4}$

$4 \cdot 10 = 40 \cdot 30$

$\frac{11V}{20} p' = \nu_0 R T + (\nu_0 + \nu_0) \frac{4}{3} R T$

$\frac{3}{5} p V = (\nu_0 + \nu_0) \frac{4}{3} R T$

$\frac{11V}{20} p' = \frac{9}{5} \nu_0 R T + \frac{4V}{25} (p_{H_2} + p')$

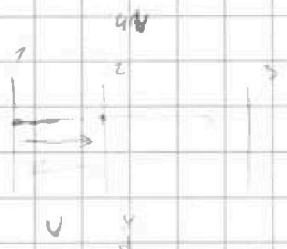
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

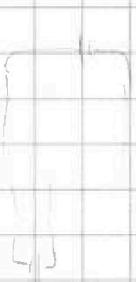


$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot d + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \epsilon d = \epsilon U$$

$$\sigma_1 = \frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 = \frac{2U\epsilon_0}{d}$$



$$\sigma_3 + \frac{\epsilon}{2} \sigma_3 = \frac{2U\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_3 = \frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = \frac{U\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 = \frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 - \sigma_2 = 2k$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 + \sigma_2 = 5k$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = \frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{4d}$$

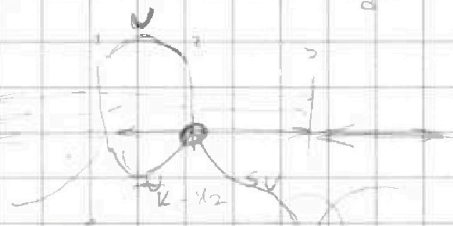
$$\sigma_3 = -\frac{5U\epsilon_0}{4d}$$

$$\frac{15}{2}k - 5k = \frac{5}{2}k$$

$$\frac{2U}{2d} = \frac{3U}{4d} + \frac{5U}{4d}$$

$$\frac{6U}{4d}$$

$$\sigma_1 = \frac{U\epsilon_0}{d} \quad \sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$



$$\sigma_1 = \frac{U\epsilon_0}{d}$$

$$\frac{\sigma_1}{\epsilon_0} = \frac{U}{d}$$

$$\sigma_2 = -\frac{\epsilon_0 U}{2d}$$

$$\frac{\sigma_2}{\epsilon_0} = \frac{3U}{2d} \quad \epsilon_0 = \frac{3U\epsilon_0}{2d} \quad k < k$$

$$\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{U}{d} + \frac{3U}{4d} = \frac{7U}{4d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{7U\epsilon_0}{4d}$$

$$\sigma_2 = -\frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{7U\epsilon_0}{4d}$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$$

$$\frac{U}{d} + \sigma_3 + \frac{4}{2}k + \frac{7}{2}k + \sigma_3 = 0$$

$$2\sigma_3 = -5k$$

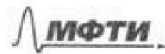
$$\sigma_1 = \frac{5}{2}k = \frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = \frac{U\epsilon_0}{d} \quad \sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

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!



$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_1 \frac{3V}{20} = (\nu_{O_2} + \nu_{N_2}) R T_1$$

$$p_0 V_0 = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_0 \left(\frac{3V}{4} - V_0\right) = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_1 \frac{V}{5} = \nu_{O_2} R \frac{5T_0}{4}$$

$$p_1 \frac{3V}{20} = (\nu_{O_2} + \nu_{N_2}) R \frac{5T_0}{4}$$

$$p_1 V_0 = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_1 \left(\frac{3V}{4} - V_0\right) = \nu_{O_2} R T_0$$

$$\frac{3 p_1 V}{4} = (\nu_{O_2} + \nu_{N_2}) R T_0$$

203, 25

$$\frac{V_0 + \nu_{N_2} R T_0}{\nu_{O_2} R T_0} = \frac{4}{11}$$

$$\frac{V_{O_2}}{V_0 + \frac{K R T_0 (\nu_{O_2} + \nu_{N_2})}{p_1}} = \frac{4}{11}$$



5V

206

6



$$\alpha \nu = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \nu$$

$$p_1 V_1 = \alpha \nu_{O_2} R T_1$$

$$p_1 \left(\frac{3V}{4} - V_0\right) = \nu_{O_2} R T_1$$

$$\frac{V_1}{\frac{3V}{4} - V_0} = \alpha$$

$$V_0 = \alpha \frac{3V}{4} - \alpha V_0$$

$$V_0 = \alpha \frac{3V}{4}$$

207, 208

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{V_1}{V_0} \frac{T_1}{T_0}$$

$$\alpha \nu = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \nu$$

$$\nu = \alpha \nu$$



208



208

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!

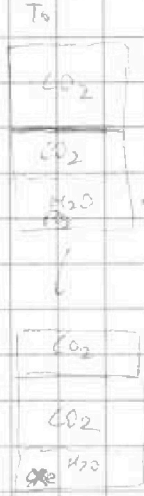


$v = 25 \text{ m/s}$   $F = 500 \text{ N}$   $\nu = 2$

$F = kV$   
 $\frac{500}{25} = 20 \text{ k}$

$2) m \dot{V} = F - kV$

$3) P = FV$



$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$   
 $T_0 = 300 \text{ K}$   
 $T = \frac{T_0}{4} = 75 \text{ K}$

$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}$

$\Delta V = k p W$

- 1)  $\Delta V \propto V/4$
- 2)  $\Delta V \propto p W$
- 3)  $\Delta V = k p W$   $k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}$
- 4)  $V = \text{const}$

- 5)  $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$   $\text{H}_2\text{O}$
- 6)  $RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$
- 7)  $p_{\text{H}_2\text{O}} = 0$



1)  $\frac{V_0}{V_2} = 2$  2)  $P_0$

$pV = (V_2 + k p W) RT$

$p' \frac{V}{5} = \nu_2 RT$   
 $p' \frac{20V}{20} = (\nu_2 - \Delta \nu) RT$   
 $k p W$

$p' \frac{V}{5} = \nu_2 RT$   
 $p' \frac{20V}{20} = (V - k p W) RT$

$p' \frac{V}{5} = \nu_2 RT$

$p' \frac{20V}{20} = (V_2 + k p W) RT$

$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{4}{21}$

$p V_{O_2} = \nu_{O_2} RT$

$p V_{H_2O} = \nu_{H_2O} RT$

$p_1 dV_1 + V_1 dp_1 = \nu R dT_1$

$p_1 dV_1 + \nu_2 dp_1 = \nu R dT_1 + \nu dV_1 RT$

$(\nu_2 - \nu_1) dp_1 = \Delta \nu R T_0$

$(V_2 - V_1) dp_1 = k p W RT$



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!



Handwritten solution on grid paper. The text is in Russian and includes various physics diagrams and calculations.

**Top section:** Shows a diagram of a particle with mass  $m$  and charge  $q$  moving in a uniform electric field  $E$  between two parallel plates. The distance between plates is  $d$ . The particle starts from rest. Calculations show the acceleration  $a = \frac{qE}{m}$  and the final velocity  $v = \frac{qU}{md}$ .

**Middle section:** Contains several diagrams of triangles and vectors. One diagram shows a right-angled triangle with angle  $\alpha$  and sides  $a$  and  $b$ . Trigonometric relationships are used, such as  $\sin \alpha = \frac{a}{n}$  and  $\cos \alpha = \frac{b}{n}$ . There are also calculations involving  $\sin(\alpha - \beta)$ .

**Bottom section:** Shows a circuit diagram with a battery of EMF  $\mathcal{E}$  and a resistor  $R$ . The current  $I$  is calculated as  $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ . There are also calculations involving the rate of change of current,  $\frac{dI}{dt}$ , and a differential equation:  $\mathcal{E} - IR = 3L \frac{dI}{dt} = 2R I - L \frac{dI}{dt}$ .

**Vertical labels on the left:** 0.4421, 2.03, 0.03



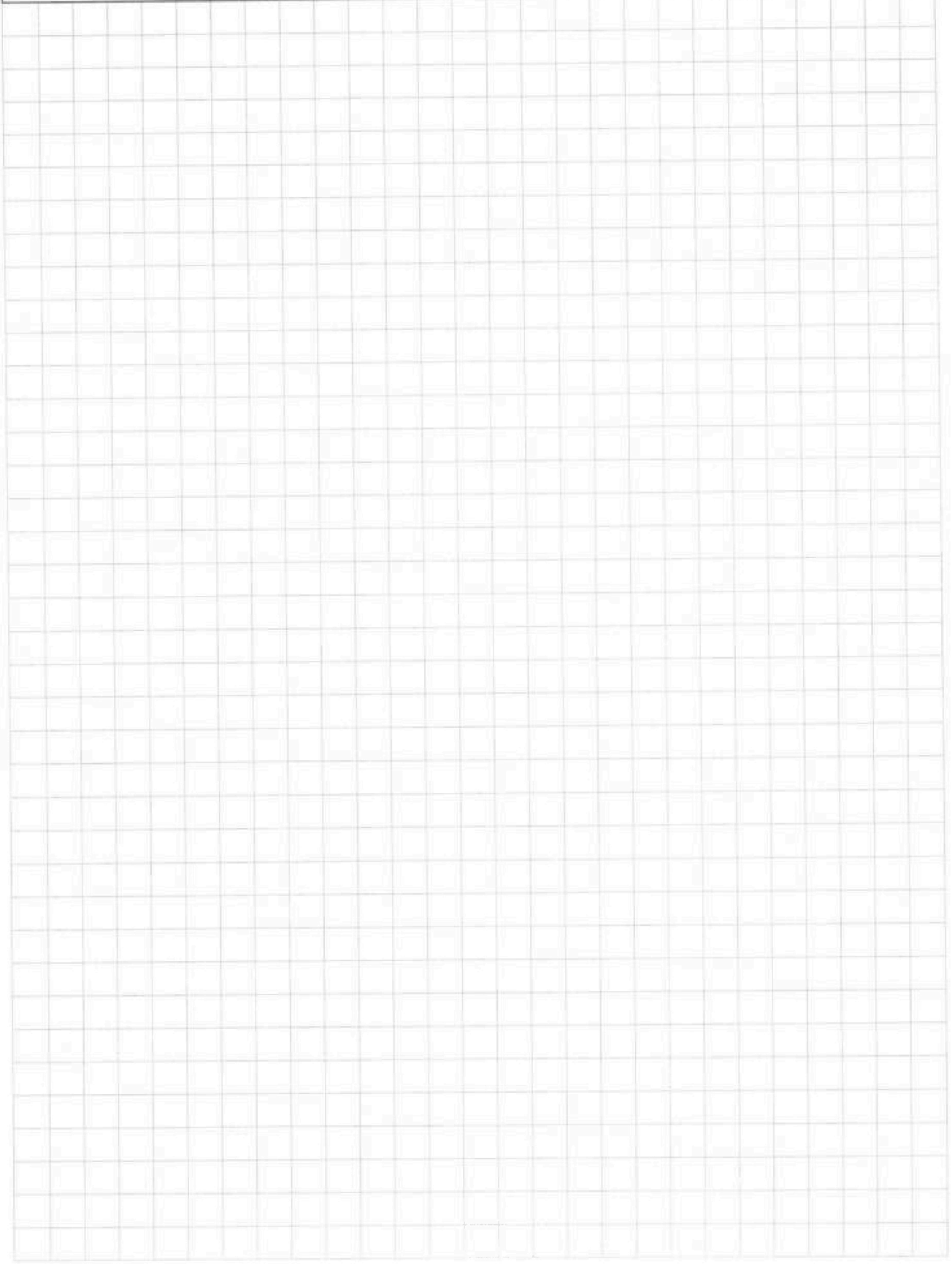
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$1-2: \left( \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \right) d = -U_d \Rightarrow$$

$$2-3: \left( \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \right) 2d = +5U_d$$

$\Rightarrow$  (удобнее, так  $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$ ) найдем:

$$\sigma_1 = -\frac{U\epsilon_0}{d}, \quad \sigma_2 = +\frac{3U\epsilon_0}{2d}, \quad \sigma_3 = -\frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

при этом  $E_1 = -\frac{2U}{4d}, E_2 = +\frac{3U}{4d}$  и  $E_3 = -\frac{5U}{4d} \Rightarrow$

$$a_{1,2} = \frac{q(E_1 - E_2 - E_3)}{m} = -\frac{qU}{md} \Rightarrow |a_{1,2}| = \frac{qU}{md}$$

2) по закону сохранения энергии  $k_1 + q(\varphi + 4U) = k_2 + q(\varphi + 5U) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow k_1 - k_2 = +qU$

3) Известно, что в определенных областях однородности зарядов есть заряды, но за ними за пределами плоскости зарядов зарядов нет, при этом зарядов нет и в области зарядов, так  $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$ .

Поскольку известно, что внутри плоскости зарядов существует поле  $V_0$ , тогда по закону сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = -\frac{d}{3} q E_{1,2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{dq}{3} \left( -\frac{U}{d} \right) = mV_0^2 - \frac{qU}{3} \Rightarrow$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$$

ответ 1)  $\frac{qU}{md}$  2)  $+qU$  3)  $\sqrt{V_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$

№2 Дан:

Затем 1) в какой-то момент температура классической смеси стала значительной и равной  $p = p_{01}$

Но при высокой температуре эти газы не растворяются в воде, но все молекулы смеси газа в итоге растворены в воде

Затем закон Менделеева-Клапейрона для смеси и смеси:

$$\left\{ \begin{aligned} pV_0 &= \nu_0 R \frac{4}{5} T \\ p(V - V_0) &= \nu_2 R \frac{4}{5} T \\ (p' + p_{01}) \frac{V}{5} &= \nu_0 RT \\ p' \frac{4V}{20} &= (\nu_2 + k p_{01}) RT \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \frac{3}{5} pV &= (\nu_0 + \nu_2) \frac{4}{5} RT \\ (p' + p_{01}) \frac{4V}{20} &= \nu_0 RT \\ p' \frac{4V}{20} &= \nu_2 RT + \frac{pV}{4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} p &= \frac{\nu_0 RT}{4V} - p_{01} \\ pV &= (\nu_0 + \nu_2) RT \\ p' \frac{4V}{20} &= \nu_2 RT + \frac{pV}{4} \end{aligned} \right.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

Величина разности:  $U^1 =$

Рассмотрим величину разности как разность потенциалов с показателем преломления  $n_1$  и разностью преломлений  $n_2$  из преломления воздуха, но с показателем преломления  $n_2$  и перевернутые

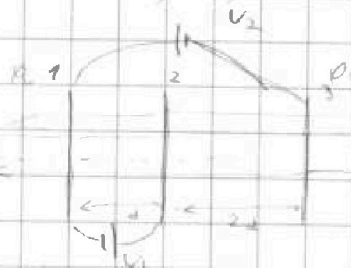


Видим как параллельная граница излучения падает нормально на границу  $xy$ . Для волны преломленной границы угол  $\theta$  с показателем преломления  $n_1$ , но падает, это тоже равное расстояние от изограничной границы будет  $n_1(a+h)$

Видно, что фазовая константа на границе  $z$ , которая является изограничной  $xy-z$  представляет границу:

так центр с показателем преломления  $n_1$  находится перпендикулярно, это с показателем преломления  $n_2$ , также перевернутые, но расстояние от вершины изограничной будет  $n_1(a+h) \sin(n_2 - n_1) = 6,02 \text{ см}$   
 расстояние по горизонтальной будет  $n_1(a+h) - (a+h) = 203 \cdot 65 = 102 \text{ см}$   
 $m \ll 102 \text{ см} \gg 6,02 \text{ см}$ , но изограничные линии границы на  $102 \text{ см}$

Ответ 1) 0,63 рад 2) 14,21 мВ 3) 102 см



№3 Дано  $\epsilon_1, 2d, U_1 = U, U_2 = 4U$   
 $\epsilon_1, m, \epsilon_0$

Решение 1) Пусть потенциал плоскости  $z$  будет  $\phi_0$ , тогда потенциал на

плоскости 1 будет  $\phi_1 = \phi_0 + 4U$  а  $\phi_2 = \phi_0 + 5U$

а) известны  $U_1 \gg$  расстояние между собой параллельные пластины

а) Пусть потенциал плоскости  $z$  будет  $\phi_0$  тогда  $\phi_1 = \phi_0 + 4U$   $\phi_2 = \phi_0 + 5U$

Пусть пластины имеют равномерно распределенные плотности заряда  $\sigma_1, \sigma_2$  и  $\sigma_3$

На плоскости изограничной не один зарядов, то  $\epsilon_1 \sigma_1 + \epsilon_2 \sigma_2 + \epsilon_3 \sigma_3 = 0$

так пластины заряжены величинами, но в центре между собой и направленами  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

Рассчитаем работу электрических сил по направлению  $z$  от центра



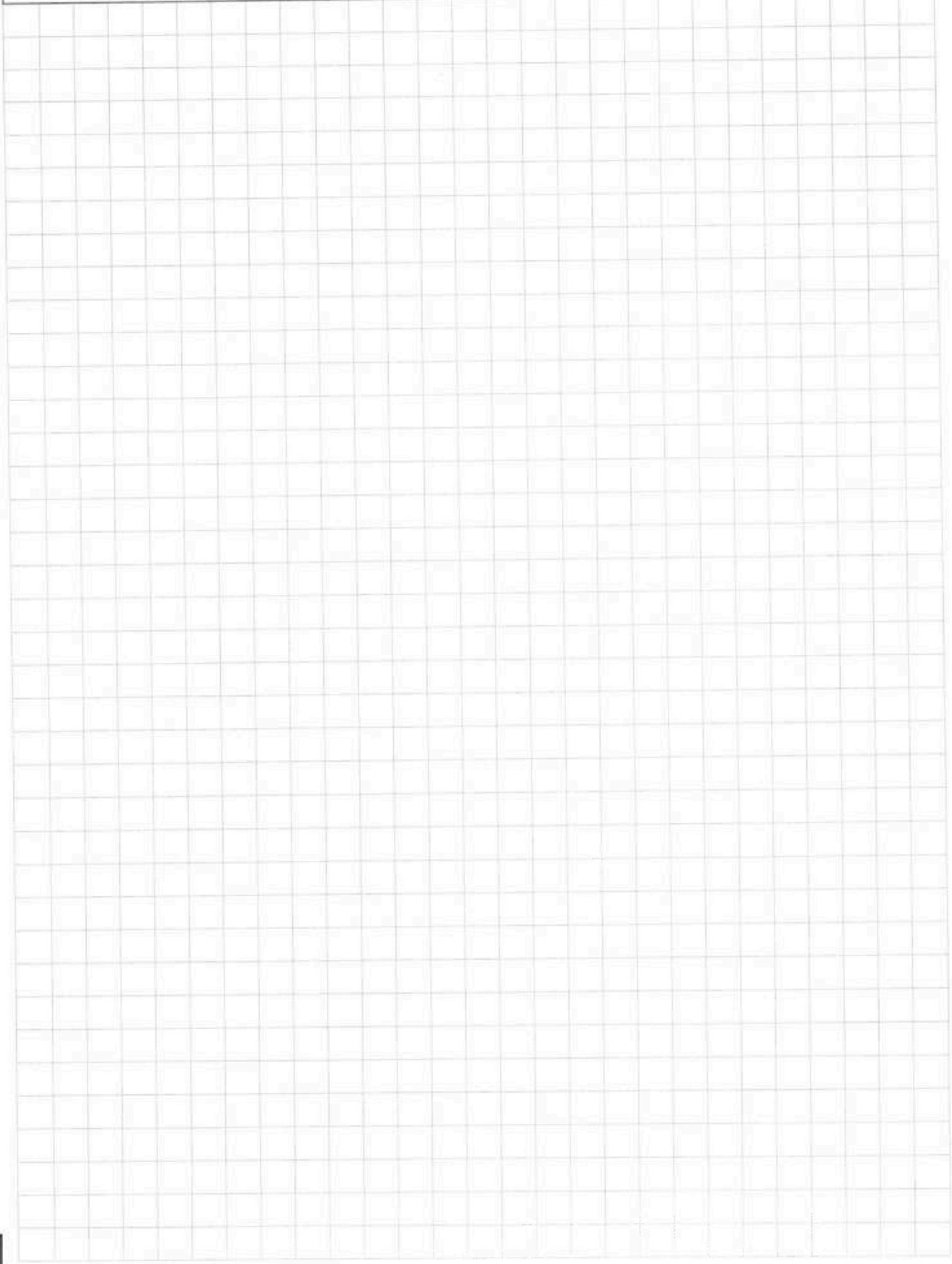
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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



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

№1 Дано  $m = 1700 \text{ кг}$

$F_k = 500 \text{ Н}$

Решение: 1) Число  $n$  - это количество узлов между шариками привязанный к шару  $v_1 \Rightarrow a_{v_1} = \frac{g}{2} \text{ м/с}^2$

2) Значит, что шарик движется равномерно к  $25 \text{ м/с}$ , при этом  $a = 0$ . По второй закону Ньютона:

$ma = F_k - kv$ , где  $k$  - коэффициент сопротивления или сопротивление при этой скорости.

$$\text{Получаем: } 0 = F_k - kv \Rightarrow k = \frac{F_k}{v} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м/с}}$$

Можно закончить второй закон Ньютона при движении, когда скорость автомобиля  $20 \text{ м/с}$ .

$$ma_{v_1} = F_k - kv_1 \Rightarrow F_k = ma_{v_1} + kv_1 = 1700 \cdot \frac{g}{2} + 20 \cdot 20 = 8500 + 400 = 8900 \text{ Н}$$

3) Мощность - то  $\frac{dA}{dt} = \frac{F \cdot \Delta v_1}{\Delta t} = F \cdot v_1 = 20 \cdot 1700 = 34 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

Ответ: 1)  $\frac{g}{2} \text{ м/с}^2$  2)  $8900 \text{ Н}$  3)  $34 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

№2 1) М.к. резисторы цепи  $R$  разумеется установились, но катушка имеет сопротивление  $\Rightarrow R_0 = R + \frac{6R}{5} = \frac{11R}{5}$

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{5E}{11R} \Rightarrow I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

2) сразу после размыкания ключа по второму правилу Кирхгофа

$$E - 3L \frac{dI}{dt} = I_0 R \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E - I_0 R}{3L} = \frac{2E}{11L}$$

3) по второму правилу Кирхгофа:  $2R I_{30} + L \frac{dI_{30}}{dt} = 3L \frac{dI_{30}}{dt}$

