



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика



Площадка написания
Тюменский индустриальный
университет

Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022

Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

100

Сто сорок

А. Г. Егоров

1. Индукционный ток протекает по катушке в том случае, когда изменяется магнитный поток. $\Delta \Phi = \Delta BS$

Значит изменение магнитного потока зависит от изменения индукции $B \Rightarrow$ индукция изменяется на интервале $(0; 3) \Rightarrow$ индукционный ток протекает первые 3 секунды $\Rightarrow t = 3c$

Ответ. $t = 3c$

3. Дано:

$$V = 2 \text{ моль}$$

$$V_1 = 300 \text{ м/с}$$

$$V_3 = 700 \text{ м/с}$$

$$T_2 = T_4$$

$$A = ?$$

Решение:

$$A_{12} = A_{34} = 0, \text{ т.к. процессы 1-2 и 3-4 изобарные}$$

$$A = P \Delta V - \text{изобарный}$$

$$2-3: P_{23} \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$4-1: P_{41} \Delta V_{41} = \nu R \Delta T_{41} \Rightarrow A_{41} = \nu R (T_1 - T_4)$$

$$A = \nu R (T_3 - T_2 + T_1 - T_4), T_2 = T_4 \Rightarrow A = \nu R (T_3 + T_1 - 2T_2)$$

$$P = nkT = \frac{2}{3} n E_k \Rightarrow nkT = \frac{2}{3} n \frac{m_0 v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$N = \nu N_A \Rightarrow \nu = \frac{N}{N_A}$$

$$v = \frac{m_0}{M}$$

пусть m_0 - масса молекулы $\Rightarrow$

$$\Rightarrow m_0 = \frac{M}{N_A}$$

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{M}} \Rightarrow T = \frac{v^2 M}{3R}$$

$$T_1 = \frac{v_1^2 M}{3R}$$

$$T_3 = \frac{v_3^2 M}{3R}$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$



Площадка написания

Тюменский индустриальный
университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

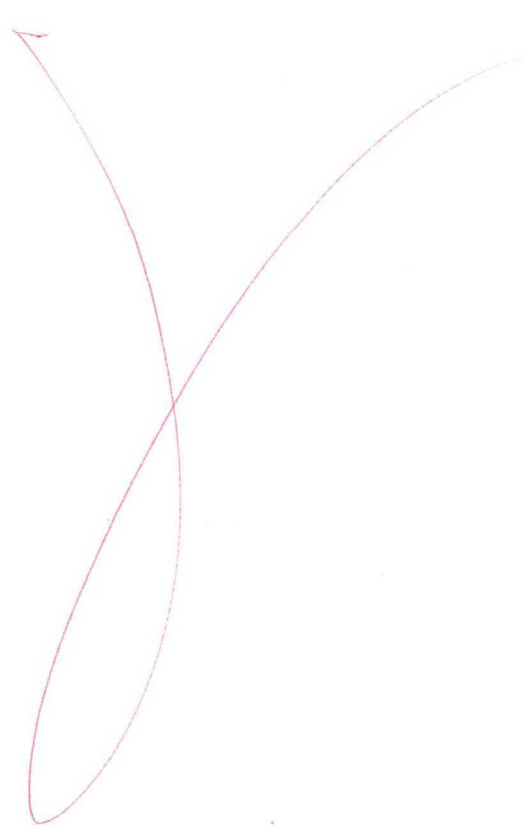
Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



6.
$$\frac{C_{02}}{C_{01}} = \frac{5(44,62)}{44(46,2+1)} = \frac{30 \cdot 5 \cdot 2}{4 \cdot 4(8+5)} = \frac{25}{26}$$

7



Стр.



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Площадка написания
Тюменский индустриальный
университет

Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Оценка цифрами	Оценка прописью				Подпись				
100	Эта оценка				А. Г. Гусев				

1. Индукционный ток протекает по катушке в том случае, когда изменяется магнитный поток. $\Delta \Phi = \Delta BS$

Значит изменение магнитного потока зависит от изменения индукции $B \Rightarrow$ индукция изменяется на интервале $(0; 3) \Rightarrow$ индукционный ток протекает первые 3 секунды $\Rightarrow t = 3 \text{ с}$

Ответ. $t = 3 \text{ с}$

3. Дано:

$$V = 2 \text{ моль}$$

$$V_1 = 300 \text{ м/с}$$

$$V_3 = 700 \text{ м/с}$$

$$T_2 = T_4$$

$$A = ?$$

Решение:

$$A_{12} = A_{34} = 0, \text{ т.к. процессы 1-2 и 3-4 изохорные}$$

$$A = P \Delta V - \text{изобарный}$$

$$2-3: P_{23} \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$4-1: P_{41} \Delta V_{41} = \nu R \Delta T_{41} \Rightarrow A_{41} = \nu R (T_1 - T_4)$$

$$A = \nu R (T_3 - T_2 + T_1 - T_4), T_2 = T_4 \Rightarrow A = \nu R (T_3 + T_1 - 2T_2)$$

$$P = nkT = \frac{2}{3} n E_k \Rightarrow nkT = \frac{2}{3} n \frac{m_0 v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$N = \nu N_A \Rightarrow \nu = \frac{N}{N_A}$$

$$v = \frac{m_0}{M}$$

путь m_0 - масса молекулы $\Rightarrow$

$$\Rightarrow m_0 = \frac{M}{N_A}$$

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{M}} \Rightarrow T = \frac{v^2 M}{3R}$$

$$T_1 = \frac{v_1^2 M}{3R}$$

$$T_3 = \frac{v_3^2 M}{3R}$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$



Площадка написания

Тюменский индустриальный
университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

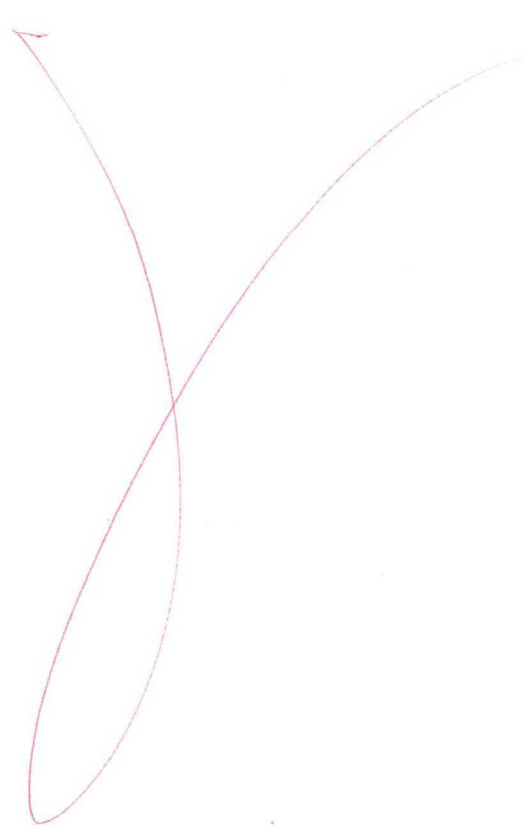
Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



6.
$$\frac{C_{02}}{C_{01}} = \frac{5(44,62)}{44(46,2+1)} = \frac{30 \cdot 5 \cdot 2}{4 \cdot 4(8+5)} = \frac{25}{26}$$

7



Стр.



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

$$\frac{1}{\mu_0} = \frac{1}{\mu_0}$$

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Тюменский индустриальный университет

$$2-3: \frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_3}$$

$$4-1: \frac{T_4}{T_1} = \frac{V_4}{V_1}$$

$$V_1 = V_2, V_4 = V_3 \Rightarrow \frac{T_2 \cdot T_4}{T_1 \cdot T_3} = \frac{V_2 \cdot V_4}{V_3 \cdot V_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2^2}{T_1 T_3} = 1 \Rightarrow T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$A = 2R (T_2 + T_1 - 2\sqrt{T_1 T_3})$$

$$T_1 = \frac{v^2 \mu}{2R} \Rightarrow T_1 = \frac{300^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 8.31} \approx 101 \text{ K}$$

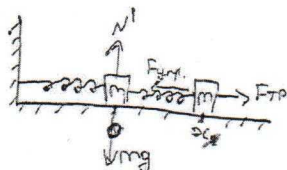
$$T_2 = \frac{700^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 8.31} \approx 550 \text{ K}$$

$$A = 2 \cdot 8.31 (101 + 550 - 2\sqrt{101 \cdot 550}) = 2985 \text{ Дж} \approx 3 \text{ кДж}$$

Ответ: $A \approx 3 \text{ кДж}$

2.

N
 μ



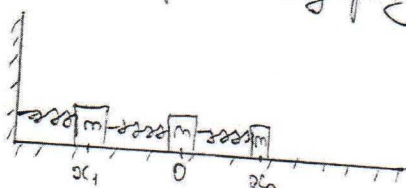
α_x - масса, в которой блок остановился

$$\text{так } F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}} \Rightarrow kx = \mu N' \Rightarrow kx = \mu mg$$

$$N' = mg$$

$$x = \frac{\mu mg}{k}$$

Рассмотрим полуторную



по закону сохранения энергии:

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + A_{\text{тр}}$$

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S = \mu mg (x_0 + x_1)$$

$$\frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} = \mu mg (x_0 + x_1)$$

$$\frac{k}{2} (x_0^2 - x_1^2) = \mu mg (x_0 + x_1)$$

$$\frac{k}{2} (x_0 - x_1) = \mu mg$$

Стр.



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E=mc^2$ $\frac{h}{m\lambda}$

Площадка написания

Тюменский индустриальный
университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



2.

$$\Delta x_0 = \Delta x_1 = \Delta x$$

Δx - уменьшение амплитуды колебаний

$$\frac{k \Delta x}{2} = \mu m g \Rightarrow \Delta x = \frac{2 \mu m g}{k}$$

$$\Delta x = \text{const} \Rightarrow x = x_0 - 2 \mu m g / k$$

$$\frac{\mu m g}{k} = x_0 - \frac{4 \mu m g}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{\mu m g (1 + 4 N)}{k}$$

$$\Rightarrow k = \frac{\mu m g (1 + 4 N)}{x_0}$$

Ответ: $k = \frac{\mu m g (1 + 4 N)}{x_0}$

4. Дано:

$$n = 1,33$$

$$\lambda = 440 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\lambda = ?$$

Решение:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$$

$$\lambda = v \cdot T = \frac{c T}{n}$$

$$T = \frac{1}{\nu} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{n \nu}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33 \cdot 440 \cdot 10^4} \approx 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Ответ: $\lambda = 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

5. Обруч скатывается без проскальзывания ($\mu \neq 0$) $\Rightarrow$ скорости вращательного и поступательного движения совпадают $\Rightarrow v_{\text{вр}} = v_{\text{пост}} = v$

$$\text{СЧЗ: } m g h = \frac{m v_{\text{вр}}^2}{2} + \frac{m v_{\text{пост}}^2}{2}$$

$$m g h = m v^2 \Rightarrow v^2 = g h, \quad h = 2R \Rightarrow v^2 = 2 g R$$

$$a_{\text{ц.к.}} = \frac{v^2}{R}$$

По 2 законам Ньютона: $F = m a$

$$d m \frac{v^2}{R} = d F$$

Стр.



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$

$$\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} = R_H$$

Площадка написания

Тюменский индустриальный
университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

94011 Класс

11

Вариант 2

Дата

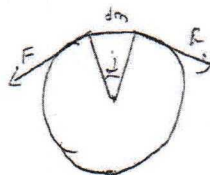
20.02.2022



$$5. \quad \frac{m}{2\pi} \omega^2 \frac{v^2}{R} = 2F \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\alpha \text{ мал} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{m}{2\pi} \frac{g \cdot 2R}{R} = F \Rightarrow F = \frac{mg}{\pi}$$



Ответ: $F = \frac{mg}{\pi}$



6. $\epsilon = 4$ при $t = 0^\circ \text{C}$

$\epsilon_0 = 0,1$ при $\Delta t = 1^\circ \text{C}$

Допустим, что при $t = 0^\circ \text{C}$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

выберем $d = \frac{\epsilon_0 S}{C_0} = \text{const} \Rightarrow C_0 = \epsilon d$

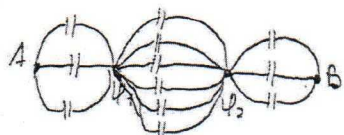
При увеличении t на $10^\circ \text{C} \Rightarrow \epsilon_1 = \epsilon + \epsilon_0 \Delta t_{10} = 5 \Rightarrow C_1 = \epsilon_1 d$

При уменьшении t на $20^\circ \text{C} \Rightarrow \epsilon_2 = \epsilon - \epsilon_0 \Delta t_{20} = 2 \Rightarrow C_2 = \epsilon_2 d$

1 случай: каждый C_0 .

Емкость каждого конденсатора C_0

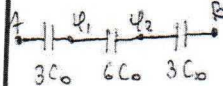
Рассмотрим потенциалы точек симметрии:



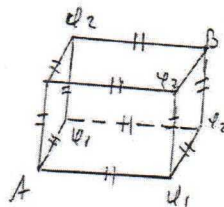
Для параллельных конденсаторов: $C_0' = C_1' + C_2' + \dots$

Для последовательности: $\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{C_1'} + \frac{1}{C_2'} + \dots$

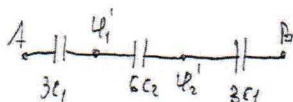
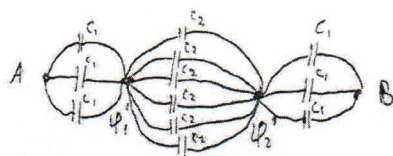
Емкость каждого конденсатора C_0 :



$$\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{3C_0} + \frac{1}{6C_0} + \frac{1}{3C_0} \Rightarrow \frac{1}{C_0'} = \frac{5}{6C_0} \Rightarrow C_0' = \frac{6}{5}C_0 = \frac{6}{5}\epsilon d$$



2 случай:



$$\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{6C_2} = \frac{2}{3\epsilon_1 d} + \frac{1}{6\epsilon_2 d}$$

$$C_0' = \left(\frac{4\epsilon_2 + \epsilon_1}{6\epsilon_1 \epsilon_2} \right)^{-1} = \frac{6\epsilon_1 \epsilon_2}{4\epsilon_2 + \epsilon_1}$$

Стр.



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

$$\frac{1}{\mu_0} = \frac{1}{\mu_0}$$

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



Площадка написания
Тюменский индустриальный
университет

$$2-3: \frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_3}$$

$$4-1: \frac{T_4}{T_1} = \frac{V_4}{V_1}$$

$$V_1 = V_2, V_4 = V_3 \Rightarrow \frac{T_2 \cdot T_4}{T_1 \cdot T_3} = \frac{V_2 \cdot V_4}{V_3 \cdot V_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2^2}{T_1 T_3} = 1 \Rightarrow T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$A = \nu R (T_2 + T_1 - 2 \sqrt{T_1 T_3})$$

$$T_1 = \frac{\nu^2 M}{3R} \Rightarrow T_1 = \frac{300^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8.31} \approx 101 \text{ K}$$

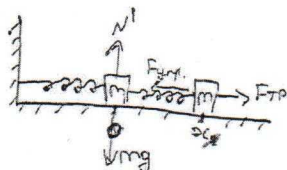
$$T_2 = \frac{700^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8.31} \approx 550 \text{ K}$$

$$A = 2 \cdot 8.31 (101 + 550 - 2 \sqrt{101 \cdot 550}) = 2985 \text{ Дж} \approx 3 \text{ кДж}$$

Ответ: $A \approx 3 \text{ кДж}$

2.

N
 μ



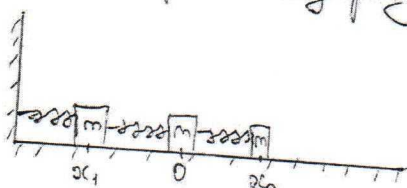
α_x - масса, в которой блок остановился

$$\text{так } F_{\text{spring}} = F_{\text{fr}} \Rightarrow kx = \mu N' \Rightarrow kx = \mu mg$$

$$N' = mg$$

$$\alpha = \frac{\mu mg}{k}$$

Рассмотрим полуторную



по закону сохранения энергии:

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + A_{\text{тр}}$$

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S = \mu mg (x_0 + x_1)$$

$$\frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} = \mu mg (x_0 + x_1)$$

$$\frac{k}{2} (x_0^2 - x_1^2) = \mu mg (x_0 + x_1)$$

$$\frac{k}{2} (x_0 - x_1) = \mu mg$$

Стр.



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E=mc^2$ $\frac{h}{m\lambda}$

Площадка написания

Тюменский индустриальный
университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 94011 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022



2.

$$\Delta x_0 = \Delta x_1 = \Delta x$$

Δx - уменьшение амплитуды колебаний

$$\frac{k \Delta x}{2} = \mu mg \Rightarrow \Delta x = \frac{2\mu mg}{k}$$

$$\Delta x = \text{const} \Rightarrow x = x_0 - 2\mu g z$$

$$\frac{\mu mg}{k} = x_0 - \frac{4\mu mg}{k} \Rightarrow x_0 = \frac{\mu mg (1+4N)}{k}$$

$$\Rightarrow k = \frac{\mu mg (1+4N)}{x_0}$$

Ответ: $k = \frac{\mu mg (1+4N)}{x_0}$

4. Дано:

$$n = 1,33$$

$$\lambda = 440 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\lambda = ?$$

Решение:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$$

$$\lambda = v \cdot T = \frac{cT}{n}$$

$$T = \frac{1}{\nu} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{n \nu}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33 \cdot 440 \cdot 10^4} \approx 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Ответ: $\lambda = 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

5. Обруч скатывается без проскальзывания ($\mu \neq 0$) $\Rightarrow$ скорости вращательного и поступательного движения совпадают $\Rightarrow v_{\text{вр}} = v_{\text{пост}} = v$

$$\text{СЧЗ: } mgh = \frac{mv_{\text{вр}}^2}{2} + \frac{mv_{\text{пост}}^2}{2}$$

$$mgh = mv^2 \Rightarrow v^2 = gh, \quad h = 2R \Rightarrow v^2 = 2gR$$

$$a_{\text{ц.к.}} = \frac{v^2}{R}$$

По 2 законам Ньютона: $F = ma$

$$dm \frac{v^2}{R} = dF$$

Стр.



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$

$$\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} = R_H \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{l^2} \right)$$

Площадка написания

Тюменский индустриальный
университет

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр

94011 Класс

11

Вариант 2

Дата

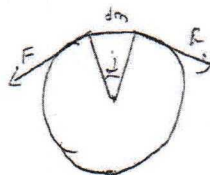
20.02.2022



$$5. \quad \frac{m}{2\pi} \omega^2 \frac{v^2}{R} = 2F \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\alpha \text{ мал} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{m}{2\pi} \frac{g \cdot 2R}{R} = F \Rightarrow F = \frac{mg}{\pi}$$



Ответ: $F = \frac{mg}{\pi}$



6. $\epsilon = 4$ при $t = 0^\circ \text{C}$

$\epsilon_0 = 0,1$ при $\Delta t = 1^\circ \text{C}$

Допустим, что при $t = 0^\circ \text{C}$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

выберем $d = \frac{\epsilon_0 S}{C_0} = \text{const} \Rightarrow C_0 = \epsilon d$

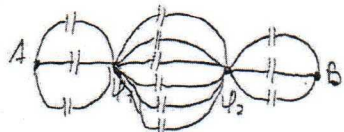
При увеличении t на $10^\circ \text{C} \Rightarrow \epsilon_1 = \epsilon + \epsilon_0 \Delta t_{10} = 5 \Rightarrow C_1 = \epsilon_1 d$

При уменьшении t на $20^\circ \text{C} \Rightarrow \epsilon_2 = \epsilon - \epsilon_0 \Delta t_{20} = 2 \Rightarrow C_2 = \epsilon_2 d$

1 случай: каждый C_0 .

Емкость каждого конденсатора C_0

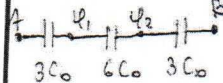
Рассмотрим потенциалы точек симметрии:



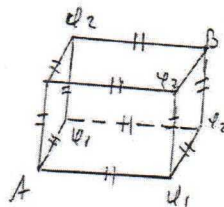
Для параллельных конденсаторов: $C_0' = C_1' + C_2' + \dots$

Для последовательных: $\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{C_1'} + \frac{1}{C_2'} + \dots$

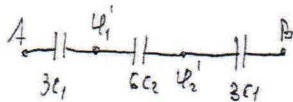
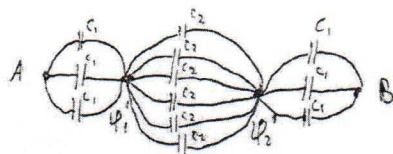
Емкость каждого конденсатора C_0 :



$$\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{3C_0} + \frac{1}{6C_0} + \frac{1}{3C_0} \Rightarrow \frac{1}{C_0'} = \frac{5}{6C_0} \Rightarrow C_0' = \frac{6}{5}C_0 = \frac{6}{5}\epsilon d$$



2 случай:



$$\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{6C_2} = \frac{2}{3\epsilon_1 d} + \frac{1}{6\epsilon_2 d}$$

$$C_0' = \left(\frac{4\epsilon_2 + \epsilon_1}{6\epsilon_1 \epsilon_2} \right)^{-1} = \frac{6\epsilon_1 \epsilon_2}{4\epsilon_2 + \epsilon_1}$$

Стр.