ГАЗПРОМ **ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

Физика

Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 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	10
12	16	16	16	16	24				

Оценка цифрами: 100

Оценка прописью: сто

Подпись: Тимченко

N 1.

Когда Ф-магнитный поток изменяется, то по кольцу протекает индукционный ток.

$\Delta \Phi = \Delta B \cdot S$ => изменение магнитного потока зависит от изменения магнитной индукции B.

Индукционный ток протекал по кольцу от $t_1 = 0_с$ до $t_2 = 3_с$, т.к магнитная индукция изменялась в первые 3 секунды

+

Ответ: индукционный ток протекал по кольцу 3секунды.

N 2.

Дано:
$T_2 = T_4$
$V_1 = 300 \frac{м}{с}$
$V_3 = 700 \frac{м}{с}$
$V = 2$ моль
Найти: A-?

Решение:

1) Т.к. процесс изохорный, тогда не совершал работу на участках 1-2 и 3-4.

На участке 2-3-изобарный процесс => $A_{23}\ p_{23} \Delta V_{23}$

$p_{23} \Delta V_{23} = VR \Delta T_{23}$ - следует из ур-ия состояния

$A_{23} = VR \Delta T_{23} (T_3 - T_2)$

На участке 4-1 -изобарный процесс => $A_{41} = VR \Delta T_{41} = VR(T_1 - T_4)$

Сред. квадрат. скорость: $V = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$, а полная работа за цикл: $A = A_{23} + A_{41}$. —

$$V = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow T_1 = \frac{V_1^2 M}{3R} \quad ; \frac{m_0}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m_0 \frac{M}{N_A}$$

$$\Downarrow \quad T_3 = \frac{V_3^2 M}{3R}$$

$A = A_{23} + A_{41} = VR(T_3 - T_2 + T_1 - T_4)$, но т.к. $T_2 = T_4$ (по усл.), то $A = VR(T_3 + T_1 - 2T_4)$ (*)

Для участка 4-1: $\frac{T_4}{T_1} = \frac{V_4}{V_1}$, а для 2-3: $\frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_3}$ => $\frac{T_2}{T_3} \cdot \frac{T_4}{T_1} = \frac{V_2}{V_3} \cdot \frac{V_4}{V_1}$ (т.к. $V_1 = V_2$; $V_3 = V_4$) => $T_4^2 = T_3 T_1 \Rightarrow T_4 = \sqrt{T_3 T_1}$. Подставляем в ур-ие (*)

Получаем $A = VR(T_3 - T_1 - 2\sqrt{T_3 T_1})$. $M = 28 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$T_1 = \frac{300^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8{,}31} = 101$ К $\quad T_3 = \frac{700^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8{,}31} = 550$ К

+

$A = 2 \cdot 8{,}31 (550 - 101 - 2\sqrt{101 \cdot 550}) = 3$ кДж

Ответ: 3кДж.

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Физика

Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022

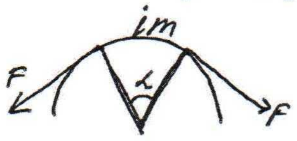
№ 5.

$V_{вр.} = V_{пост.} = V$ (т.к. обруч скатывается без проскальзывания)

По закону сохранения энергии:

$$mgh = \frac{mV_в^2}{2} + \frac{mV^2_{пост}}{2} = mV^2 => V^2 = gh = g\cdot 2R$$

По 2 закону Ньютона для мал. эл. кольца: $im\frac{V_в^2}{2} = iF$



$$im = \Delta m = m\frac{\alpha}{2\pi}$$

$$iF = 2F\cdot\sin\frac{\alpha}{2}$$

$$=> \frac{m}{2\pi}\alpha\frac{V^2}{R} = 2F\cdot\sin\frac{\alpha}{2}$$, т.к. α мал, то $\sin\alpha \approx \alpha$

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

Ответ: $F = \frac{mg}{\pi}$ +

№ 6.

Дано:
$\varepsilon = 4$ при $t = 0°C$
$\Delta\varepsilon = 0{,}1$
$\Delta t = 1°C$

Решение:

Пусть при 0°C $\to C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

Введем $\alpha = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = const \to C_0 = \varepsilon\cdot\alpha$

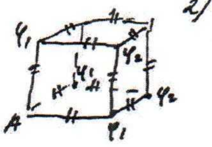
При увелич. проницаемость до $\varepsilon_1 = \varepsilon + \Delta\varepsilon\Delta t_{10} = 5$ при увелич. темп. на 10°C

Проницаемость уменьшится до $\varepsilon_2 = \varepsilon - \Delta\varepsilon\Delta t_{20} = 2$ при уменьшении темп. на $\Delta t_{20} = 20°C$

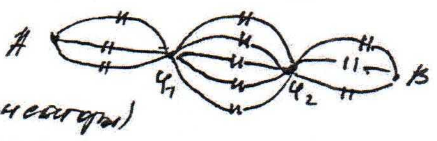
2) $C_1 = \varepsilon_1\alpha$ и $C_2 = \varepsilon_2\alpha$ (II случ.)

Найдем C_{01}

емкость каждого конденсатора C_0

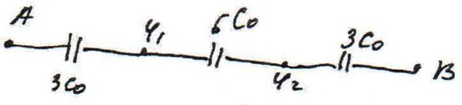


Эквивалентная схема:



$C_0' = C_1' + C_2'$ (паралл. конденсаторы)

$\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{C_1'} + \frac{1}{C_2'}$ (последоват. конденсаторы)



– емкость каждого конденсатора C_0

$$\frac{1}{C_{01}} = \frac{1}{3C_0} + \frac{1}{6C_0} + \frac{1}{3C_0} => C_{01} = \frac{6}{5}C_0 = \frac{6}{5}\varepsilon\alpha$$

(продолжение)

ГАЗПРОМ
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Физика

Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 Класс 11
Вариант 2 Дата 20.02.2022

N 1.

Дано:
$V=4,4\cdot10^{14}$ Гц
$n=1,33$

Найти:
λ - ?

Решение:

Показатель преломления определяется формулой:
$n=\frac{c}{V} \Rightarrow V=\frac{c}{n}$ (*)

Формула длины волны: $\lambda=V\cdot T$.

т.к. $T=\frac{1}{\nu}$, то $\lambda=\frac{V}{\nu}$. Подставляем (*) в ур-е

$$\lambda=\frac{3\cdot10^8}{1,33\cdot4,4\cdot10^{14}}=5,1\cdot10^7 \text{ м}$$

Ответ: $5,1\cdot10^7$ м.

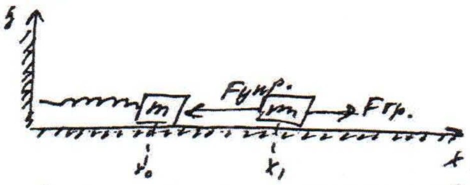
+

N 2.

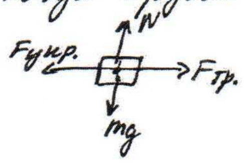
Дано:
m, μ, N, x_0

Найти: k - ?

Решение:

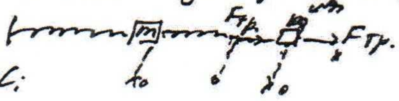


Когда брусок остановится, то Fупр. станет недостаточно.



По формуле закона Гука:
$F_{упр}=kx$.
$F_{тр.}=\mu N$; $N=mg$; $F_{упр.}=F_{тр.}$
Таким образом, $kx_1=\mu mg$
$x_1=\frac{\mu mg}{k}$

Движение груза за пол периода.



По ЗСЭ:

$$\frac{kx_0^2}{2}=\frac{kx_{01}^2}{2}+A_{тр.}$$

$$\Downarrow \quad A_{тр.}=F_{тр.}\cdot S=\mu mg(x_0+x_{01})$$

$$\frac{k}{2}\underbrace{(x_0-x_{01})}_{\Delta x - const}=\mu mg$$

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

$$x_1=x_0-2N\Delta x$$

$$\frac{\mu mg}{k}=x_0-2N\cdot\frac{2\mu mg}{k}$$

Ответ: $\frac{\mu mg(4N+1)}{x_0}=k$

+

Стр.

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Физика

Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 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	10
12	16	16	16	16	24				

Оценка цифрами: 100

Оценка прописью: сто

Подпись

№ 1.

Когда Ф-магнитный поток изменяется, то по кольцу протекает индукционный ток.

$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S$ => изменение магнитного потока зависит от изменения магнитной индукции B.

Индукционный ток протекал по кольцу от $t_1 = 0_c$ до $t_2 = 3_c$, т.к магнитная индукция изменялась в первые 3 секунды

+

Ответ: индукционный ток протекал по кольцу 3секунды.

№ 2.

Дано:
$T_2 = T_4$
$V_1 = 300 \frac{м}{с}$
$V_3 = 700 \frac{м}{с}$
$\nu = 2$ моль
Найти: A-?

Решение:

1) Т.к. процесс изохорный, тогда не совершал работу на участках 1-2 и 3-4.

На участке 2-3-изобарный процесс => $A_{23}\ p_{23} \Delta V_{23}$

$p_{23}\Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$ - следует из ур-ия состояния

$A_{23} = \nu R \Delta T_{23} (T_3 - T_2)$

На участке 4-1 -изобарный процесс => $A_{41} = \nu R \Delta T_{41} = \nu R(T_1 - T_4)$

Сред. квадрат. скорость: $V = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$, а полная работа за цикл: $A = A_{23} + A_{41}$.

$$V = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow T_1 = \frac{V_1^2 M}{3R} \quad ; \frac{m_0}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m_0 \frac{M}{N_A}$$

$$\Downarrow T_3 = \frac{V_3^2 M}{3R}$$

$A = A_{23} + A_{41} = \nu k (T_3 - T_2 + T_1 - T_4)$, но т.к. $T_2 = T_4$ (по усл.), то $A = \nu R (T_3 + T_1 - 2T_4)$ (*)

Для участка 4-1: $\frac{T_4}{T_1} = \frac{V_4}{V_1}$, а для 2-3: $\frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_3}$ => $\frac{T_2}{T_3} \cdot \frac{T_4}{T_1} = \frac{V_2}{V_3} \cdot \frac{V_4}{V_1}$ (т.к. $V_1 = V_2$; $V_3 = V_4$) => $T_4^2 = T_3 T_1 \Rightarrow T_4 = \sqrt{T_3 T_1}$. Подставляем в ур-ие (*)

Получаем $A = \nu R (T_3 - T_1 - 2\sqrt{T_3 T_1})$. $M = 28 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$T_1 = \frac{300^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8{,}31} = 101\ к$ $\quad T_3 = \frac{700^2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8{,}31} = 550\ к$

+

$A = 2 \cdot 8{,}31 (550 - 101 - 2\sqrt{101 \cdot 550}) = 3$ кДж

Ответ: 3кДж.

ГАЗПРОМ **ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

Площадка написания: Тюменский индустриальный университет

Физика

Шифр 96458 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022

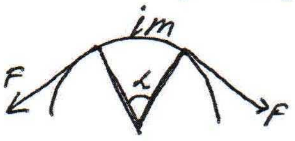
№ 5.

$V_{вр.} = V_{пост.} = V$ (т.к. обруч скатывается без проскальзывания)

По закону сохранения энергии:

$$mgh = \frac{mV_в^2}{2} + \frac{mV_{пост}^2}{2} = mV^2 \Rightarrow V^2 = gh = g\cdot 2R$$

По 2 закону Ньютона для мал. эл. кольца: $im\frac{V_в^2}{2} = iF$



$$im = \Delta m = m\frac{\alpha}{2\pi}$$

$$iF = 2F\cdot\sin\frac{\alpha}{2}$$

$\Rightarrow \frac{m}{2\pi}\alpha\frac{V^2}{R} = 2F\cdot\sin\frac{\alpha}{2}$, т.к. α мал, то $\sin\alpha \approx \alpha$

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

Ответ: $F = \frac{mg}{\pi}$ +

№ 6.

Дано:
$\varepsilon = 4$ при $t = 0°C$
$\Delta\varepsilon = 0{,}1$
$\Delta t = 1°C$

Решение:

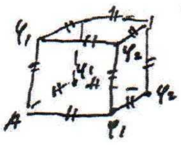
Пусть при 0°C $\rightarrow C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

Введем $\alpha = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = const \rightarrow C_0 = \varepsilon\cdot\alpha$

~~При~~ увелич. проницаемость до $\varepsilon_1 = \varepsilon + \Delta\varepsilon\Delta t_{10} = 5$ при увелич. темп. на 10°C

Проницаемость уменьшится до $\varepsilon_2 = \varepsilon - \Delta\varepsilon\Delta t_{20} = 2$ при уменьшении темп. на $\Delta t_{20} = 20°C$

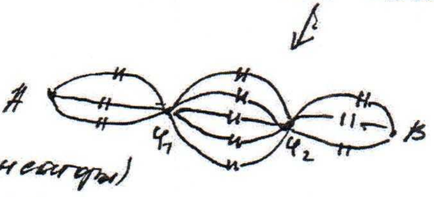
2) $C_1 = \varepsilon_1\alpha$ и $C_2 = \varepsilon_2\alpha$ ([illegible] случ.)



Найдем C_0

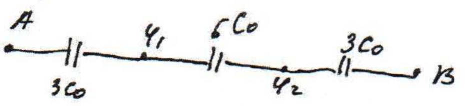
емкость каждого конденсатора C_0

Эквивалентная схема:



$C_0' = C_1' + C_2'$ (паралл. конденсаторы)

$\frac{1}{C_0'} = \frac{1}{C_1'} + \frac{1}{C_2'}$ (последоват. конденсаторы)



– емкость каждого конденсатора C_0

$$\frac{1}{C_{01}} = \frac{1}{3C_0} + \frac{1}{6C_0} + \frac{1}{3C_0} \Rightarrow C_{01} = \frac{6}{5}C_0 = \frac{6}{5}\varepsilon\alpha$$

(продолжение)

ГАЗПРОМ **ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

Физика

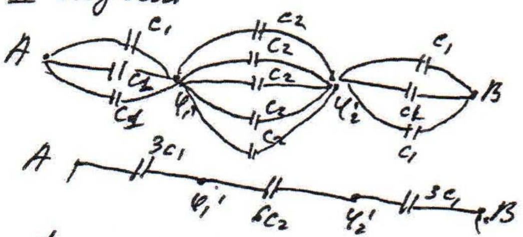
Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022

№5. (продолжение)

II случай



$$\frac{1}{C_{o2}} = \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{6C_2} = \frac{2}{3\cdot\varepsilon_1 d} + \frac{1}{6\varepsilon_2 d}$$

$$C_{o2} = \left(\frac{4\cdot\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{6d\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2}\right)^{-1} = \frac{6d\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2}{4\varepsilon_2+\varepsilon_1}$$

$$\frac{C_{o2}}{C_{o1}} = \frac{5(6d\cdot\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2)}{6\varepsilon d(4\varepsilon_2+\varepsilon_1)} = \frac{30\cdot5\cdot2}{6\cdot4(4\cdot2+5)} = \frac{25}{26}$$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Физика

Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 Класс 11
Вариант 2 Дата 20.02.2022

N 1.

Дано:
$V = 4,4\cdot10^{14}$ Гц
$n = 1,33$

Найти:
λ - ?

Решение:

Показатель преломления определяется формулой:

$$n = \frac{c}{V} \Rightarrow V = \frac{c}{n} \ (*)$$

Формула длины волны: $\lambda = V\cdot T$.

т.к. $T = \frac{1}{\nu}$, то $\lambda = \frac{V}{\nu}$. Подставляем (*) в ур-е

$$\lambda = \frac{3\cdot10^8}{1,33\cdot4,4\cdot10^{14}} = 5,1\cdot10^7 \text{ м}$$

Ответ: $5,1\cdot10^7$ м.

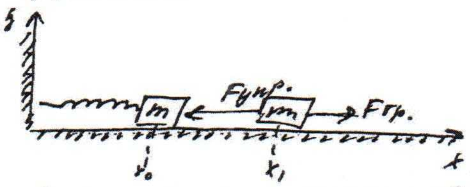
+

N 2.

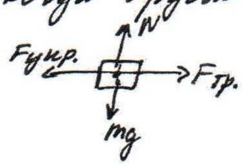
Дано:
m, μ, N, x_0

Найти: k - ?

Решение:



Когда брусок остановится, то Fупр. станет недостаточно.



По формуле закона Гука:

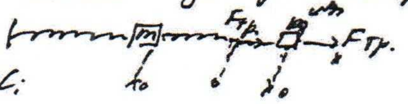
$F_{упр} = kx$.

$F_{тр.} = \mu N$; $N = mg$; $F_{упр.} = F_{тр.}$

Таким образом, $kx_1 = \mu mg$

$$x_1 = \frac{\mu mg}{k}$$

Движение груза за пол периода.



По ЗСЭ:

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx_{01}^2}{2} + A_{тр.}$$

$\Downarrow$ $A_{тр.} = F_{тр.}\cdot S = \mu mg(x_0 + x_{01})$

$$\frac{k}{2}\underbrace{(x_0 - x_{01})}_{\Delta x - const} = \mu mg$$

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

$$x_1 = x_0 - 2N\Delta x$$

$$\frac{\mu mg}{k} = x_0 - 2N\cdot\frac{2\mu mg}{k}$$

Ответ: $\frac{\mu mg(4N+1)}{x_0} = k$

+

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Физика

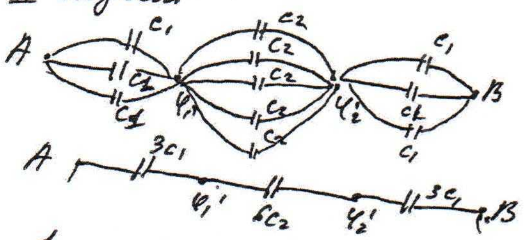
Площадка написания
Тюменский индустриальный университет

Шифр 96458 Класс 11

Вариант 2 Дата 20.02.2022

N5. (продолжение)

II случай



$$\frac{1}{C_{o2}} = \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{3C_1} + \frac{1}{6C_2} = \frac{2}{3\cdot\varepsilon_1 d} + \frac{1}{6\varepsilon_2 d}$$

$$C_{o2} = \left(\frac{4\cdot\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{6d\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2}\right)^{-1} = \frac{6d\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2}{4\varepsilon_2+\varepsilon_1}$$

$$\frac{C_{o2}}{C_{o1}} = \frac{5(6d\cdot\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2)}{6\varepsilon d(4\varepsilon_2+\varepsilon_1)} = \frac{30\cdot5\cdot2}{6\cdot4(4\cdot2+5)} = \frac{25}{26}$$