

Национальный институт образования

**Контрольно-
измерительные
материалы**

Физика
**Контрольные
и самостоятельные
работы**

10–11
классы

Аверсэв

Национальный институт образования

Контрольно-измерительные
материалы



Физика

Контрольные и самостоятельные работы

10–11 классы

Пособие для учителей учреждений общего
среднего образования с белорусским
и русским языками обучения

*Рекомендовано
Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования
Республики Беларусь*

4-е издание

УДК 372.853.046.14
ББК 74.262.22
Ф50

Серия основана в 2012 году

Авторы:

В. В. Жилко, Л. Г. Маркович, В. В. Дорофейчик, В. А. Пенязь

Рецензенты:

лаборатория мат. и естеств.-науч. образования Науч.-метод. учреждения
«Национальный институт образования» Министерства образования Республики Беларусь;
каф. методики преподавания физики учреждения образования «Белорусский государственный
педагогический университет имени Максима Танка» (канд. пед. наук, доц. **А. А. Луцевич**)

Физика : контрольные и самостоятельные работы : 10—11 клас-
сы : пособие для учителей учреждений общ. сред. образования
с белорус. и рус. яз. обучения / В. В. Жилко [и др.]. — 4-е изд. —
Минск: Аверсэв, 2015. — 128 с. : ил. — (Контрольно-измеритель-
ные материалы).

ISBN 978-985-19-1913-6.

Данный сборник содержит практический материал, предназначенный для про-
ведения тематического контроля. Контрольные и самостоятельные работы по каждой
теме представлены шестью вариантами, в каждый из которых включено по пять разно-
уровневых заданий. Все задания соответствуют учебной программе для учреждений
общего среднего образования и требованиям к уровню подготовки учащихся.

УДК 372.853.046.14
ББК 74.262.22

Учебное издание

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Жилко Виталий Владимирович

Маркович Леонид Григорьевич

Дорофейчик Владимир Владимирович

Пенязь Владимир Александрович

ФИЗИКА

Контрольные и самостоятельные работы

10—11 классы

Пособие для учителей учреждений общего среднего образования
с белорусским и русским языками обучения

4-е издание

Ответственный за выпуск *Д. Л. Дембовский*

Подписано в печать 03.09.2015. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 4,91. Тираж 1100 экз. Заказ

Общество с дополнительной ответственностью «Аверсэв».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/15 от 02.08.2013. Ул. Н. Олешева, 1, офис 309, 220090, Минск.

E-mail: info@aversev.by; www.aversev.by

Контактные телефоны: (017) 268-09-79, 268-08-78. Для писем: а/я 3, 220090, Минск.

УПП «Витебская областная типография».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 2/19 от 26.11.2013. Ул. Щербакова-Набережная, 4, 210015, Витебск.

ISBN 978-985-19-1913-6

© НМУ «Национальный институт
образования», 2012
© Оформление. ОДО «Аверсэв», 2012

Предисловие

Цель контроля знаний и умений учащихся по физике состоит в том, чтобы установить соответствие их учебных достижений требованиям образовательного стандарта и программы по физике. Существуют различные виды контроля: предварительный, текущий (поурочный), тематический и итоговый. Содержание данного сборника предназначено для проведения тематического контроля. Особенности сборника состоят в том, что знания и умения выявляются в логической системе, соответствующей структуре учебного материала темы (раздела). Наиболее эффективным средством тематического контроля являются письменные контрольные и самостоятельные работы.

Письменная проверка знаний (по сравнению с устной) является более объективной формой контроля. Кроме того, она требует от учащегося большей точности в выражении мыслей, формирует навыки письменной речи, экономит учебное время, при этом упрощается реализация равенства меры оценки знаний и умений учащихся.

Контрольные и самостоятельные работы по физике данного сборника содержат качественные, расчетные и графические задачи. И контрольные, и самостоятельные работы как средство контроля предполагают выявление всех уровней усвоения учебного материала по данной теме, разделу.

Контрольные и самостоятельные работы по каждой теме представлены шестью вариантами, в каждый из которых включено по пять разноуровневых заданий. Задания одного и того же уровня во всех шести вариантах равноценны.

Технология оценивания самостоятельных и контрольных работ основана на рейтинговом подходе. Отметка выставляется в соответствии с количеством баллов, набранных за контрольную работу (табл. 1).

Самостоятельные работы проводятся, как правило, в течение 20–25 мин, т. е. время выполнения самостоятельной работы в два раза меньше, чем контрольной. Для оценки самостоятельной работы, на наш взгляд, может быть использована таблица 2.

Таблица 1

№ задания	Уровень сложности	Максимальное количество баллов за задание	Набранное количество баллов за работу (рейтинг)	Отметка
			0	0
			1	1
1	1	2	2	2
			3–5	3
2	2	4	6–8	4
			9–11	5
3	3	6	12–14	6
			15–18	7
4	4	8	19–23	8
			24–28	9
5	5	10	29–30	10

Таблица 2

№ задания	Уровень сложности	Максимальное количество баллов за задание	Набранное количество баллов за работу (рейтинг)	Отметка
			0	0
			1	1
1	1	2	2	2
			3–5	3
2	2	4	6–8	4
			9–11	5
3	3	6	12–13	6
			14–15	7
4	4	8	16–17	8
			18–20	9
5	5	10	21 и более	10

Авторы надеются, что данный сборник поможет учителю в подборе заданий для самостоятельных и контрольных работ по физике для 10–11 классов. Все замечания по улучшению качества сборника присылайте по адресу: г. Минск, ул. Короля 16, лаборатория математического и естественно-научного образования.

Контрольно-измерительные материалы

10

класс

(авторы В. В. Жилко,
Л. Г. Маркович)

Самостоятельная работа № 1 Основы МКТ строения вещества

Вариант 1

1. Изотермический процесс в идеальном газе при постоянном количестве вещества описывается уравнением:

а) $p_1V_1 = p_2V_2$;

в) $V_1T_2 = V_2T_1$;

б) $p_1T_1 = p_2T_2$;

г) $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.

2. Изобарному процессу для данного количества идеального газа, протекающему при минимальном значении давления, соответствует участок графика (рис. 1):

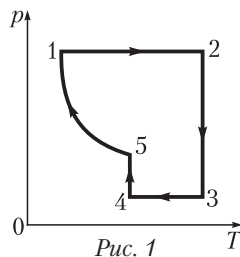
а) $1 \rightarrow 2$;

г) $2 \rightarrow 3$;

б) $3 \rightarrow 4$;

д) $4 \rightarrow 5$.

в) $5 \rightarrow 1$;



3. Определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул кислорода O_2 при нормальных условиях.
4. Определите массу кислорода, количество вещества которого $\nu = 40$ моль. Молярная масса кислорода $M = 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.
5. Определите давление смеси кислорода массой $m_1 = 16$ г и гелия массой $m_2 = 8,0$ г, находящейся в баллоне объемом $V = 70$ л, при температуре $t = 77^\circ\text{C}$.

Вариант 2

1. Изохорный процесс в идеальном газе при постоянном количестве вещества описывается уравнением:

а) $p_1V_1 = p_2V_2$;

в) $V_1T_2 = V_2T_1$;

б) $p_1T_2 = p_2T_1$;

г) $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.

2. Изобарному процессу для данного количества идеального газа, протекающему при максимальном значении давления, соответствует участок графика (рис. 2):

- а) $1 \rightarrow 2$; г) $2 \rightarrow 3$;
 б) $3 \rightarrow 4$; д) $4 \rightarrow 5$.
 в) $5 \rightarrow 1$;

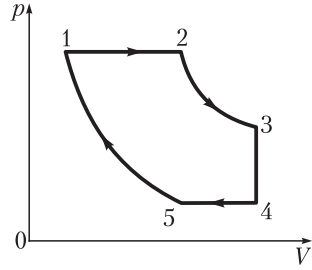


Рис. 2

3. Определите объем метана (CH_4) массой $m = 150$ г при температуре $t = 80^\circ\text{C}$ под давлением $p = 1,0$ атм.
4. Определите молярную массу вещества, если масса его молекулы $m_0 = 2,7 \cdot 10^{-26}$ кг.
5. Определите объем смеси кислорода массой $m_1 = 8,0$ г и гелия массой $m_2 = 4,0$ г при температуре $t = 27^\circ\text{C}$, если ее давление $p = 3,0$ атм.

Вариант 3

1. Изобарный процесс в идеальном газе при постоянном количестве вещества описывается уравнением:

- а) $p_1V_1 = p_2V_2$; в) $V_1T_2 = V_2T_1$;
 б) $p_1T_2 = p_2T_1$; г) $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.

2. Изотермическому процессу для данного количества идеального газа, протекающему при максимальной температуре, соответствует участок графика (рис. 3):

- а) $1 \rightarrow 2$; в) $5 \rightarrow 1$; д) $4 \rightarrow 5$.
 б) $3 \rightarrow 4$; г) $2 \rightarrow 3$;

3. Определите молярную массу газа, который находится в сосуде объемом $V = 1,0$ л под давлением $p = 1,0$ атм при температуре $T = 273$ К, если его масса $m = 0,0894$ г.

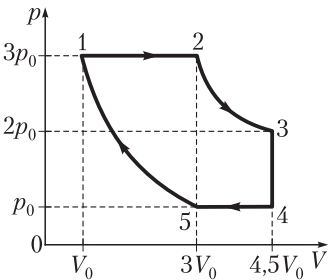


Рис. 3

4. Определите количество вещества тела, содержащего $N = 2,41 \cdot 10^{24}$ молекул. Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.
5. Определите температуру смеси кислорода массой $m_1 = 2,00$ г и гелия массой $m_2 = 8,00$ г, находящейся в колбе объемом $V = 5,00$ л, если давление смеси $p = 4,00$ атм.

Вариант 4

1. Закон Дальтона для смеси идеальных газов записывается в виде:
 - а) $p_1V_1 = p_2V_2$; в) $V_1T_2 = V_2T_1$;
 - б) $p_1T_2 = p_2T_1$; г) $p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$.
2. Изотермическому процессу для данного количества идеального газа, протекающему при минимальной температуре, соответствует участок графика (рис. 4):
 - а) $1 \rightarrow 2$; в) $5 \rightarrow 1$; д) $4 \rightarrow 5$.
 - б) $3 \rightarrow 4$; г) $2 \rightarrow 3$;
3. Определите начальное давление газа, если при уменьшении объема газа в 3 раза его давление изменилось на $\Delta p = 180$ кПа, а абсолютная температура увеличилась на 20 %.

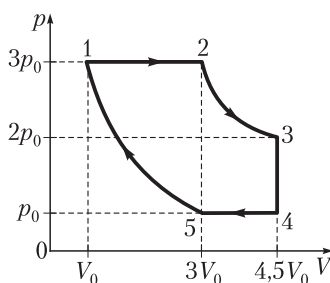


Рис. 4

4. Определите массу гелия, содержащего $N = 9,0 \cdot 10^{23}$ молекул. Молярная масса гелия $M = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$, постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.
5. Определите количество (моль) кислорода в смеси с гелием массой $m_2 = 2,0$ г в колбе объемом $V = 5,0$ л, если давление смеси $p = 4,0$ атм, ее температура $t = 37^\circ\text{C}$.

Вариант 5

1. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории записывается в виде:
 - а) $p_1V_1 = p_2V_2$; в) $V_1T_2 = V_2T_1$;
 - б) $p = nkT$; г) $p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$.

2. Изотермическому процессу для данного количества идеального газа, протекающему при минимальной температуре, соответствует участок графика (рис. 5):
 а) $1 \rightarrow 2$; в) $5 \rightarrow 1$; д) $4 \rightarrow 5$.
 б) $3 \rightarrow 4$; г) $2 \rightarrow 3$;

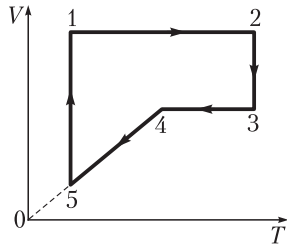


Рис. 5

3. Определите, на сколько градусов необходимо изобарно нагреть газ, чтобы его объем увеличился в 3 раза по сравнению с объемом при температуре $T = 300 \text{ К}$.
4. Найдите массу атома хлора. Молярная масса хлора $M = 35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.
5. Определите количество (моль) гелия в смеси с кислородом массой $m_2 = 10 \text{ г}$, находящейся в колбе объемом $V = 15 \text{ л}$, если давление смеси $p = 3,0 \text{ атм}$, а ее температура $t = 47^\circ \text{С}$.

Вариант 6

1. Уравнение состояния идеального газа записывается в виде:
 а) $p_1 V_1 = p_2 V_2$; в) $pV = \nu RT$;
 б) $p = nkT$; г) $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$.

2. Изотермическому процессу для данного количества идеального газа соответствует участок графика (рис. 6):
 а) $1 \rightarrow 2$; в) $5 \rightarrow 1$; д) $4 \rightarrow 5$.
 б) $3 \rightarrow 4$; г) $2 \rightarrow 3$;

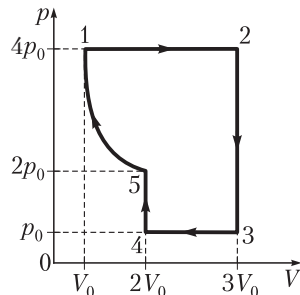


Рис. 6

3. Определите температуру, до которой необходимо изобарно охладить газ, чтобы его плотность увеличилась в $k = 1,5$ раза по сравнению с плотностью при температуре $t = 27^\circ \text{С}$.
4. Найдите массу молекулы азота. Молярная масса азота $M = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.

5. Определите количество (моль) кислорода и гелия в смеси, находящейся в баллоне объемом $V = 25$ л под давлением $p = 5,0$ атм. Температура смеси $t = 57^\circ\text{C}$.

Самостоятельная работа № 2

Поверхностное натяжение. Влажность воздуха

Вариант 1

1. Поверхностное натяжение жидкости определяется по формуле:

а) $\sigma = \frac{F}{l}$; в) $\sigma = \frac{2l}{F}$; д) $\sigma = \frac{F}{2S}$.

б) $\sigma = \frac{F}{S}$; г) $\sigma = \frac{F}{3l}$;

2. Определите абсолютную влажность воздуха, если при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ его относительная влажность $\phi = 70\%$, плотность насыщенного водяного пара $\rho = 17,3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

3. Определите энергию, выделяющуюся при слиянии двух мелких водяных капель радиусом $r = 2,0$ мм в одну каплю, если поверхностное натяжение воды $\sigma = 73 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.

4. Расположенная вертикально проволочная прямоугольная рамка с подвижной перекладиной AB затянута мыльной пленкой (рис. 7). Определите модуль силы, с которой мыльная пленка действует на перекладину длиной $l = 3,0$ см. На сколько изменится по-

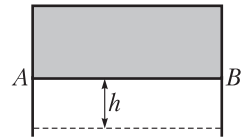


Рис. 7

- верхностная энергия пленки при смещении перекладины вниз на расстояние $h = 2,5$ см? Поверхностное натяжение мыльного раствора $\sigma = 0,040 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

5. Газ изотермически сжимают в цилиндре, в котором находится водяной пар массой $m = 10$ г при температуре $t = 50^\circ\text{C}$. Определите объем, занимаемый паром, при котором выпадет роса. При температуре $t = 50^\circ\text{C}$ плотность насыщенного водяного пара $\rho = 83 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

Вариант 2

1. Поверхностное натяжение жидкости определяется по формуле:

а) $\sigma = \frac{A}{\Delta S}$; в) $\sigma = \frac{2F}{\Delta S}$; д) $\sigma = \frac{2A}{\Delta S}$.

б) $\sigma = \frac{F}{2\Delta S}$; г) $\sigma = \frac{A}{2\Delta S}$;

2. Определите относительную влажность воздуха, если при температуре $t = 9,0^\circ\text{C}$ парциальное давление водяного пара в воздухе $p = 1,10$ кПа. Давление насыщенного водяного пара $p = 1,15$ кПа.
3. Определите работу, которую необходимо совершить, чтобы разделить каплю масла радиусом $R = 1,6$ мм на одинаковые капли в количестве $n = 4$. Поверхностное натяжение масла $\sigma = 36 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.

4. Расположенная вертикально проволочная прямоугольная рамка с подвижной пере­кладкой AB затянута мыльной пленкой (рис. 8). Определите модуль ускорения пере­клад­ки, если ее длина $l = 5,0$ см, масса $m = 3,0$ г. На сколько изменится поверх­ност­ная энергия пленки при смещении пере­клад­ки на расстояние $h = 3,0$ см? Поверхностное натяжение мыльного раствора $\sigma = 0,040 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

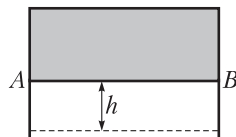


Рис. 8

5. Определите массу водяного пара в воздухе в комнате объемом $V = 80 \text{ м}^3$ при температуре $t = 25^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\phi = 50\%$. При данной температуре плотность насыщенного водяного пара $\rho = 23 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

Вариант 3

1. Единицей поверхностного натяжения в СИ является:

а) Вт; в) Дж; д) Н.

б) $\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$; г) $\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$;

2. В воздухе объемом $V = 4,0 \text{ м}^3$ при температуре $t = 16^\circ\text{C}$ находится водяной пар массой $m = 40$ г. При данной температуре плот-

ность насыщенного водяного пара $\rho = 13,6 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$. Найдите относительную влажность воздуха.

3. При слиянии двух капель воды одинакового радиуса в одну каплю выделилась энергия $W = 140$ мкДж. Определите радиус мелких капель, если поверхностное натяжение воды $\sigma = 73 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.

4. Расположенная вертикально проволочная прямоугольная рамка с подвижной перекладиной AB затянута мыльной пленкой (рис. 9). Мыльная пленка действует на перекладину с силой, модуль которой $F = 2,4$ мН. Найдите длину перекладины. Определите работу, которую необходимо совершить против сил поверхностного натяжения, чтобы переместить перекладину вниз на расстояние $h = 2,0$ см.

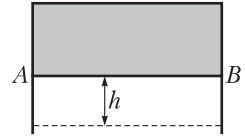


Рис. 9

Поверхностное натяжение мыльного раствора $\sigma = 0,040 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

5. При температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$ относительная влажность воздуха $\phi = 60\%$. При понижении температуры воздуха до $t_2 = 4,0^\circ\text{C}$ выпала роса. Определите массу водяного пара, сконденсировавшегося в воздухе объемом $V = 1,0 \text{ м}^3$. При температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$ плотность насыщенного водяного пара $\rho_1 = 12,8 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$, а при $t_2 = 4,0^\circ\text{C}$ — $\rho_2 = 6,40 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$.

Вариант 4

1. Единицей поверхностного натяжения в СИ является:
- а) $\frac{\text{Н}}{\text{М}^2}$; в) Дж; д) Н.
- б) $\frac{\text{Н}}{\text{М}}$; г) Па;
2. Определите относительную влажность воздуха, если при температуре $t = 15^\circ\text{C}$ его абсолютная влажность $\rho = 6,4 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$, плотность насыщенного водяного пара $\rho = 12,8 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$.

3. Определите работу, которую необходимо совершить, чтобы разделить каплю ртути радиусом $R = 1,0$ мм на одинаковые капли в количестве $n = 16$. Поверхностное натяжение ртути $\sigma = 500 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.
4. Расположенная вертикально проволочная прямоугольная рамка с подвижной перекладиной затянута мыльной пленкой (рис. 10). Под действием сил поверхностного натяжения перекладина AB массой $m = 30$ мг перемещается вверх с ускорением, модуль которого $a = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Найдите длину перекладины. Определите работу, которую необходимо совершить против сил поверхностного натяжения, чтобы переместить перекладину на расстояние $h = 1,5$ см. Поверхностное натяжение мыльного раствора $\sigma = 0,040 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
5. Определите плотность насыщенных паров воды при температуре $t = 24$ °С, если для повышения относительной влажности на $\Delta\phi = 10$ % при этой температуре в помещении объемом $V = 70$ м³ необходимо испарить воду массой $m = 150$ г. При температуре $t = 24$ °С плотность насыщенного водяного пара $\rho = 21,8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

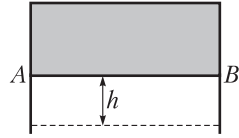


Рис. 10

Вариант 5

1. Абсолютная влажность воздуха определяется по формуле:
- а) $\rho = \frac{m}{V}$; г) $\rho = \frac{p_n}{p} \cdot 100$ %;
- б) $\rho = \frac{V}{V_n} \cdot 100$ %; д) $\rho = \frac{p_n - p}{p} \cdot 100$ %.
- в) $\rho = \frac{p}{p_n} \cdot 100$ %;
2. Найдите относительную влажность воздуха при температуре $t_1 = 18$ °С, если при температуре $t_2 = 10$ °С выпадает роса. При температуре $t_1 = 18$ °С плотность насыщенного водяного пара $\rho_1 = 15,4 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$, а при $t_2 = 10$ °С — $\rho_2 = 9,40 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

3. Определите энергию, выделяющуюся при слиянии четырех мелких водяных капель радиусом $r = 0,50$ мм в одну каплю, если поверхностное натяжение воды $\sigma = 73 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.
4. Расположенная вертикально проволочная прямоугольная рамка с подвижной переключной длиной $l = 8,0$ см затянута мыльной пленкой (рис. 11). Каков должен быть диаметр переключной, чтобы она находилась в равновесии? Определите работу, которую необходимо совершить против сил поверхностного натяжения, чтобы увеличить площадь пленки на $\Delta S = 16 \text{ см}^2$. Поверхностное натяжение мыльного раствора $\sigma = 0,040 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
5. В комнате объемом $V = 50 \text{ м}^3$ относительная влажность воздуха $\varphi_1 = 30 \%$. При испарении дополнительно воды массой $m = 80 \text{ г}$ влажность воздуха станет $\varphi_2 = 50 \%$. Определите плотность паров воды в воздухе, если температура воздуха не изменяется.

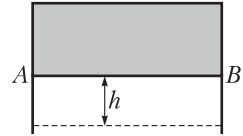


Рис. 11

Вариант 6

1. Относительная влажность воздуха определяется по формуле:
- а) $\varphi = \frac{m}{V}$; г) $\varphi = \frac{p_n}{p} \cdot 100 \%$;
- б) $\varphi = \frac{V}{V_n} \cdot 100 \%$; д) $\varphi = \frac{p_n - p}{p} \cdot 100 \%$.
- в) $\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100 \%$;
2. Вечером при температуре $t_1 = 16 \text{ °C}$ относительная влажность воздуха $\varphi = 55 \%$. Выпадет ли роса, если ночью температура понизится до $t_2 = 8,0 \text{ °C}$? При температуре $t_1 = 16 \text{ °C}$ плотность насыщенного водяного пара $\rho_1 = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$, а при $t_2 = 8,0 \text{ °C}$ — $\rho_2 = 8,30 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.
3. Определите энергию, которая поглощается при разбиении большой капли оливкового масла массой $m = 2,0 \text{ г}$ на мелкие капли

радиусом $r = 1,0 \cdot 10^{-3}$ м, если поверхностное натяжение оливкового масла $\sigma = 34,6 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$. Плотность оливкового масла $\rho = 940 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

4. Расположенная вертикально проволочная прямоугольная рамка с подвижной перекладиной затянута мыльной пленкой (рис. 12) и находится в равновесии. Определите плотность материала перекладины, если ее диаметр $d = 1,2$ мм. На сколько изменится поверхностная энергия пленки при смещении перекладины на расстояние $h = 2,0$ см? Поверхностное натяжение мыльного раствора $\sigma = 0,040 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Длина перекладины $l = 9,0$ см.

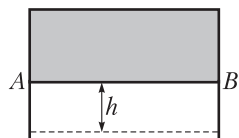


Рис. 12

5. Относительная влажность воздуха, находящегося в сосуде при температуре $t_1 = 10$ °С, составляет $\phi = 60$ %. Определите, на сколько изменится относительная влажность воздуха, если его нагреть до температуры $t_2 = 80$ °С при уменьшении объема в $n = 3$ раза. При температуре $t_1 = 10$ °С плотность насыщенного водяного пара $\rho = 9,40 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

Самостоятельная работа № 3 Закон Кулона. Напряженность электростатического поля

Вариант 1

1. Закон Кулона для взаимодействия точечных зарядов в вакууме записывается следующим образом:

а) $q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$; г) $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$;

б) $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$; д) $F = G \frac{m_1 m_2}{\epsilon r^2}$.

в) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$;

2. Какое число электронов соответствует заряду $q = -1,0 \cdot 10^{-4}$ Кл?
3. Два электрических точечных заряда притягиваются друг к другу в керосине ($\epsilon_1 = 2,1$) с силой, модуль которой $F = 78$ Н. Определите модуль силы притяжения зарядов друг к другу в глицерине ($\epsilon_2 = 39$).
4. Два точечных заряда $q_1 = q_2 = q = 10$ нКл размещены в вакууме в точках A и B (рис. 13). Определите модуль силы электростатического взаимодействия тел.
5. Два точечных заряда $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -20$ нКл размещены в вакууме в точках A и D (рис. 13). Найдите модуль напряженности электростатического поля в точке C .

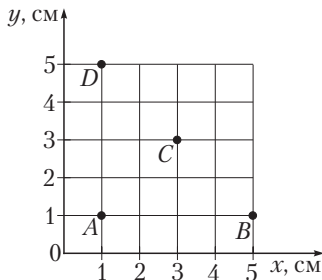


Рис. 13

Вариант 2

1. Закон Кулона для взаимодействия точечных зарядов в однородном изотропном диэлектрике записывается следующим образом:
- а) $q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$; г) $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$;
- б) $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$; д) $F = G \frac{m_1 m_2}{\epsilon r^2}$.
- в) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$;
2. Три одинаковых проводящих шарика имеют заряды $q_1 = +6,0$ нКл, $q_2 = -8,0$ нКл и $q_3 = +14$ нКл. Определите заряды шариков после их одновременного соприкосновения.
3. Точечный заряд $q_1 = 1,3$ мкКл помещен в спирт ($\epsilon = 26$) на расстоянии $r = 5,0$ см от другого заряда. Определите величину другого заряда, если модуль силы взаимодействия зарядов $F = 0,90$ Н.

4. Два точечных заряда $q_1 = -15$ нКл и $q_2 = 20$ нКл размещены в вакууме в точках A и D (рис. 14). Определите модуль силы электростатического взаимодействия тел.
5. Два точечных заряда $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = 40$ нКл размещены в вакууме в точках A и E (рис. 14). Найдите модуль напряженности электростатического поля в точке C .

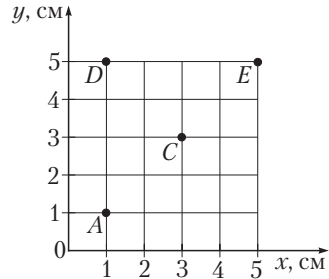


Рис. 14

Вариант 3

1. Модуль напряженности электростатического поля точечного заряда в вакууме определяется по формуле:
- а) $q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$; г) $E = k \frac{q}{r^2}$;
- б) $F = k \frac{q^2}{\epsilon r^2}$; д) $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$.
- в) $E = \frac{U}{d}$;
2. Два одноименных электрических заряда $q_1 = q_2 = q = 1,0 \cdot 10^{-6}$ Кл, находящиеся на расстоянии $r = 1,0$ см, отталкиваются с силой, модуль которой $F = 30$ Н. Определите диэлектрическую проницаемость вещества, в котором находятся заряды.
3. Определите суммарный заряд всех электронов, содержащихся в капле воды массой $m = 2,0$ г.

4. Два точечных заряда $q_1 = 40$ нКл и $q_2 = -20$ нКл размещены в вакууме в точках A и E (рис. 15). Определите модуль силы электростатического взаимодействия тел.
5. Два точечных заряда $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = 40$ нКл размещены в вакууме в точках A и B (рис. 15). Найдите модуль напряженности электростатического поля в точке C .

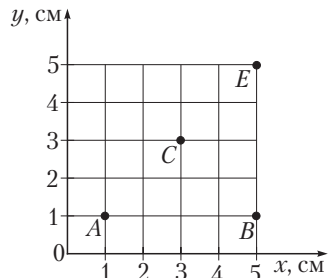


Рис. 15

Вариант 4

1. Модуль напряженности электростатического поля точечного заряда в однородном изотропном диэлектрике определяется по формуле:

а) $q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$; г) $E = k \frac{q}{r^2}$;

б) $E = \frac{U}{d}$; д) $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$.

в) $F = k \frac{q^2}{\epsilon r^2}$;

2. Как изменится сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов, если расстояние между ними увеличить в 4 раза и поместить в среду, относительная диэлектрическая проницаемость которой в 2 раза меньше, чем прежней?
3. Определите модуль силы взаимодействия двух одинаковых точечных зарядов $q_1 = q_2 = 2,0$ нКл, если расстояние между ними $r = 5,0$ мкм.

4. Два точечных заряда $q_1 = 15$ нКл и $q_2 = 30$ нКл размещены в вакууме в точках D и B (рис. 16). Определите модуль силы электростатического взаимодействия тел.

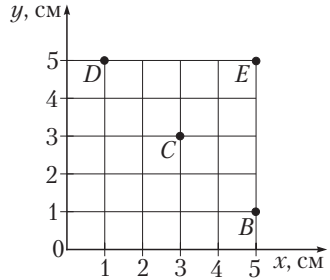


Рис. 16

5. Два точечных заряда $q_1 = -20$ нКл и $q_2 = 60$ нКл размещены в вакууме в точках D и E (рис. 16). Найдите модуль напряженности электростатического поля в точке C .

Вариант 5

1. Закону сохранения электрического заряда соответствует формула:

а) $q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$; г) $q = \frac{Er^2}{k}$;

б) $q = \frac{F}{E}$; д) $q = \frac{\epsilon Er^2}{k}$.

в) $q = I\Delta t$;

2. Какое количество электронов может нейтрализовать положительный заряд $q = 8,0 \cdot 10^{-6}$ Кл?
3. Определите модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов $q_1 = 5,0$ мкКл и $q_2 = -13$ мкКл, если расстояние между ними $r = 15$ мм.
4. Два точечных заряда $q_1 = 40$ нКл и $q_2 = 25$ нКл размещены в вакууме в точках D и E (рис. 17). Определите модуль силы электростатического взаимодействия тел.
5. Два точечных заряда $q_1 = -30$ нКл и $q_2 = 40$ нКл размещены в вакууме в точках B и E (рис. 17). Найдите модуль напряженности электростатического поля в точке C .

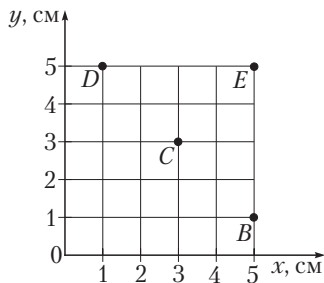


Рис. 17

Вариант 6

1. Напряженность электростатического поля определяется по формуле:

а) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$;	г) $E = k \frac{q}{r^2}$;
б) $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$;	д) $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$.
в) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$;	
2. Два равных положительных точечных заряда находятся в воде ($\epsilon = 81$) на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Определите величину каждого заряда, если они взаимодействуют с силой, модуль которой $F = 1,0 \cdot 10^3$ Н.
3. На каком расстоянии друг от друга точечные заряды $q_1 = 2,0$ мкКл и $q_2 = -3,0$ мкКл взаимодействуют в вакууме с силой, модуль которой $F = 8,0$ мН?

4. Два точечных заряда $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -40$ нКл размещены в вакууме в точках D и C (рис. 18). Определите модуль силы электростатического взаимодействия тел.
5. Два точечных заряда $q_1 = 30$ нКл и $q_2 = 30$ нКл размещены в вакууме в точках A и C (рис. 18). Найдите модуль напряженности электростатического поля в точке E .

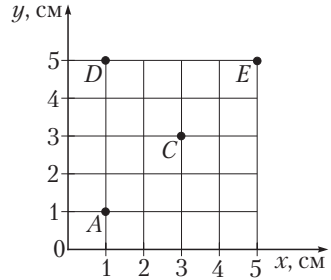


Рис. 18

Самостоятельная работа № 4

Потенциал и разность потенциалов. Принцип суперпозиции

Вариант 1

1. Согласно определению потенциал электростатического поля в некоторой точке пространства находится по формуле:

а) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$; г) $\varphi = k \frac{q}{\epsilon r}$;

б) $\varphi = k \frac{q}{r}$; д) $\varphi = E(d_1 - d_2)$.

в) $\varphi = \frac{W}{q}$;

2. При переносе электрического заряда $q = 4,0 \cdot 10^{-7}$ Кл из бесконечности в некоторую точку силами электростатического поля совершается работа $A = 2,0 \cdot 10^{-4}$ Дж. Найдите потенциал этой точки поля.
3. Определите потенциал электростатического поля точечного заряда $q = 2,5$ нКл в вакууме на расстоянии $r = 6,0$ см от него.

4. Точечный заряд q , помещенный в точку A , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 19). Определите потенциал в точке B при помещении еще одного такого же заряда в точку C .

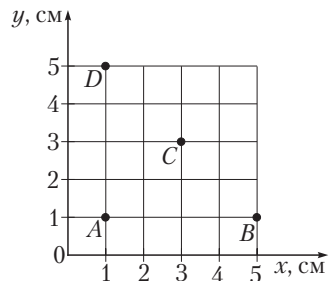


Рис. 19

5. Два точечных заряда $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -60$ нКл размещены в вакууме в точках A и B (рис. 19). Найдите разность потенциалов электростатического поля этих зарядов между точками D и C .

Вариант 2

1. Принципу суперпозиции потенциалов электростатического поля соответствует выражение:

а) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$; в) $\varphi = \frac{W}{q}$; д) $\varphi = E(d_1 - d_2)$.

б) $\varphi = k \frac{q}{r}$; г) $\varphi = k \frac{q}{\epsilon r}$.

2. Электрический заряд $q = 3,0 \cdot 10^{-7}$ Кл переносят из точки электростатического поля с потенциалом $\varphi = 200$ В на бесконечность. Найдите работу, совершенную силами поля при перемещении заряда.

3. Определите потенциал на поверхности заряженного шара радиусом $R = 1,5$ см в вакууме, если его заряд $q = -16$ нКл.

4. Точечный заряд q , помещенный в точку A , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 20). Определите потенциал в точке B при помещении еще одного такого же заряда в точку D .

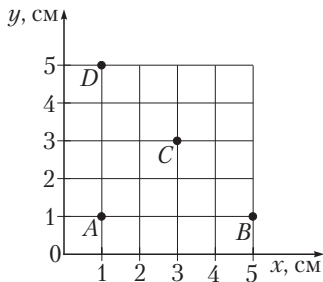


Рис. 20

5. Два точечных заряда $q_1 = 15$ нКл и $q_2 = 45$ нКл размещены в вакууме в точках A и D (рис. 20). Найдите разность потенциалов электростатического поля этих зарядов между точками B и C .

Вариант 3

1. Потенциал электростатического поля, создаваемого точечным зарядом в точке, находящейся на расстоянии r от заряда в вакууме, определяется по формуле:

а) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$; в) $\varphi = \frac{W}{q}$; д) $\varphi = E(d_1 - d_2)$.

б) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$; г) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r}$.

2. Электрический заряд переносят из точки электростатического поля с потенциалом $\varphi = 100 \text{ В}$ на бесконечность. При этом силами поля совершается работа $A = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$. Найдите величину электрического заряда.
3. Определите радиус шара с зарядом $q = 3,5 \text{ нКл}$, если потенциал поля на его поверхности $\varphi = 20 \text{ В}$.
4. Точечный заряд q , помещенный в точку A , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 21). Определите потенциал в точке B при помещении еще одного такого же заряда в точку E .
5. Два точечных заряда $q_1 = -20 \text{ нКл}$ и $q_2 = 30 \text{ нКл}$ размещены в вакууме в точках A и E (рис. 21). Найдите разность потенциалов электростатического поля этих зарядов между точками B и C .

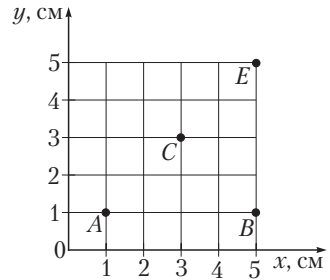


Рис. 21

Вариант 4

1. Потенциал электростатического поля, создаваемого точечным зарядом в точке, находящейся на расстоянии r от заряда в однородном изотропном диэлектрике, вычисляется по формуле:
- а) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$; г) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$;
- б) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$; д) $\Delta\varphi = E(d_1 - d_2)$.
- в) $\varphi = \frac{W}{q}$;
2. Электрический заряд $q = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ переносят из точки электростатического поля с потенциалом $\varphi_1 = 250 \text{ В}$ в точку с потенциалом $\varphi_2 = 150 \text{ В}$. Найдите работу, совершенную силами поля.
3. Проводящая сфера радиусом $R = 35 \text{ см}$ заряжена до потенциала $\varphi = 600 \text{ В}$. На каком расстоянии от центра сферы потенциал $\varphi_1 = 20 \text{ В}$?
4. Точечный заряд q , помещенный в точку D , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 22). Опре-

делите потенциал в точке B при помещении еще одного такого же заряда в точку C .

5. Два точечных заряда $q_1 = 15$ нКл и $q_2 = 60$ нКл размещены в вакууме в точках D и B (рис. 22). Найдите разность потенциалов электростатического поля этих зарядов между точками E и C .

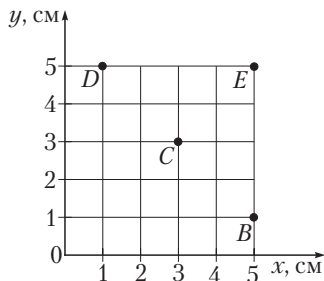


Рис. 22

Вариант 5

1. Разность потенциалов между двумя точками пространства в электростатическом поле определяется по формуле:

а) $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$; в) $\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{A}{q}$; д) $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$.

б) $\varphi = k \frac{q}{r}$; г) $\varphi = k \frac{q}{\epsilon r}$;

2. Электрический заряд $q = 2,0 \cdot 10^{-7}$ Кл переносят из точки электростатического поля с некоторым потенциалом φ_1 в точку с потенциалом $\varphi_2 = 250$ В. При этом силами поля совершается работа $A = 3,0 \cdot 10^{-5}$ Дж. Определите значение потенциала φ_1 .
3. Определите заряд металлического шара радиусом $R = 40$ см, если потенциал поля в его центре $\varphi = 150$ В.

4. Точечный заряд q , помещенный в точку D , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 23). Определите потенциал в точке B при помещении еще одного такого же заряда в точку E .

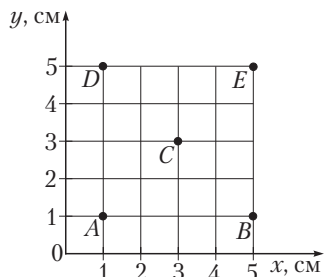


Рис. 23

5. Два точечных заряда $q_1 = -40$ нКл и $q_2 = -10$ нКл размещены в вакууме в точках D и B (рис. 23). Найдите разность потенциалов электростатического поля этих зарядов между точками A и C .

Вариант 6

1. Напряжение между двумя точками в электростатическом поле определяется по формуле:

а) $\Delta\varphi = E(d_1 - d_2)$; в) $\varphi = \frac{kq}{r}$; д) $U = \frac{A}{q}$.

б) $U = k\frac{q}{r}$; г) $\varphi = k\frac{q}{\epsilon r}$;

2. Электрический заряд $q = 4,0 \cdot 10^{-7}$ Кл переносят из точки электростатического поля с потенциалом $\varphi_1 = 350$ В в точку с некоторым потенциалом φ_2 . При этом силами поля совершается работа $A = 6,0 \cdot 10^{-5}$ Дж. Определите значение потенциала φ_2 .

3. Определите радиус шара с зарядом $q = 0,35$ нКл, если потенциал поля на его поверхности $\varphi = 15$ В.

4. Точечный заряд q , помещенный в точку D , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 24). Определите потенциал в точке B при помещении еще одного такого же заряда в точку A .

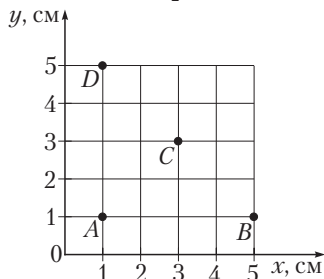


Рис. 24

5. Два точечных заряда $q_1 = 30$ нКл и $q_2 = -60$ нКл размещены в вакууме в точках D и C (рис. 24). Найдите разность потенциалов электростатического поля этих зарядов между точками A и B .

Самостоятельная работа № 5 Закон Ома для полной электрической цепи. КПД источника тока

Вариант 1

1. По закону Джоуля — Ленца количество теплоты, выделяемое в проводнике сопротивлением R , по которому проходит ток силой I , можно рассчитать по формуле:

а) $Q = I\mathcal{E}\Delta t$; в) $Q = IU\Delta t$; д) $Q = \frac{U^2}{R}\Delta t$.

б) $Q = I^2 R\Delta t$; г) $Q = I^2 r\Delta t$;

- Определите силу тока в цепи, содержащей источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 1,0$ Ом, а также резистор сопротивлением $R = 30$ Ом.
- К участку цепи приложено напряжение $U = 12$ В (рис. 25). Определите, какие ключи необходимо замкнуть, чтобы напряжение на лампе L_3 было $U_0 = 12$ В.
- Определите КПД источника постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 40$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,50$ Ом, если при подключении резистора сила тока в цепи $I = 16$ А.
- ЭДС источника тока в цепи $\mathcal{E} = 100$ В. При внешнем сопротивлении цепи $R = 49$ Ом сила тока в ней $I = 2,0$ А. Найдите падение напряжения внутри источника тока и его сопротивление.

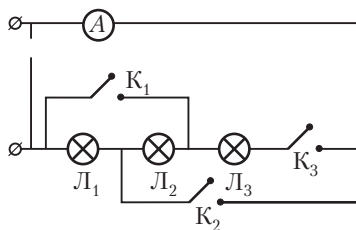


Рис. 25

Вариант 2

- Работу электрического тока на внешнем участке цепи, сила тока в которой I , а напряжение U , можно рассчитать по формуле:
 - $A = I^2 r \Delta t$;
 - $A = IU \Delta t$;
 - $A = I^2 (R + r) \Delta t$.
 - $A = I^2 R \Delta t$;
 - $A = I \mathcal{E} \Delta t$;
- Определите внутреннее сопротивление источника постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 24$ В, если при внешнем сопротивлении цепи $R = 20$ Ом сила тока в ней $I = 0,80$ А.

- К участку цепи приложено напряжение $U = 12$ В (рис. 26). Определите, какие ключи необходимо замкнуть, чтобы напряжение на каждой из двух ламп L_1 и L_2 было $U_0 = 12$ В.

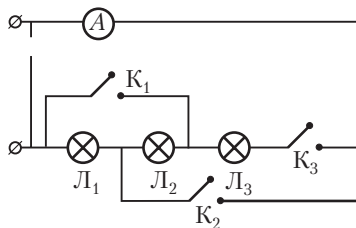


Рис. 26

- Определите мощность, выделяющуюся на резисторе сопротивлением $R = 10$ Ом, если КПД источника постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 80$ В — $\eta = 40\%$.

5. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 3,9 \text{ Ом}$ сила тока в цепи $I_1 = 0,50 \text{ А}$, а при внешнем сопротивлении $R_2 = 1,9 \text{ Ом}$ сила тока $I_2 = 1,0 \text{ А}$.

Вариант 3

1. Силу тока в полной цепи, содержащей источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и резистор сопротивлением R , можно рассчитать по формуле:

$$\text{а) } I = \frac{U}{R}; \quad \text{в) } I = \frac{\mathcal{E}}{r}; \quad \text{д) } I = \frac{\mathcal{E} + \Delta\phi}{R + r}.$$

$$\text{б) } I = \frac{\mathcal{E}}{R}; \quad \text{г) } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r};$$

2. Определите внешнее сопротивление электрической цепи, содержащей аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,50 \text{ Ом}$ и ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, при котором в ней будет проходить ток силой $I = 0,40 \text{ А}$.

3. К участку цепи приложено напряжение $U = 12 \text{ В}$ (рис. 27). Определите, какие ключи необходимо замкнуть, чтобы напряжение на каждой из трех ламп было $U_0 = 12 \text{ В}$.

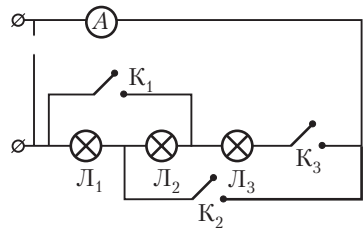


Рис. 27

4. Определите внутреннее сопротивление автомобильного аккумулятора с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, если напряжение на его клеммах падает до $U = 4,0 \text{ В}$ при включении стартера, потребляющего ток силой $I = 40 \text{ А}$.
5. Разность потенциалов на зажимах разомкнутого источника постоянного тока $U_1 = 24 \text{ В}$. При подключении источника в электрическую цепь разность потенциалов на зажимах источника стала $U_2 = 22 \text{ В}$, а сила тока — $I = 4,0 \text{ А}$. Определите внутреннее сопротивление источника тока, сопротивление внешнего участка цепи и полное сопротивление цепи.

Вариант 4

1. Мощность, идущую на нагревание проводника сопротивлением R , нельзя рассчитать по формуле:

а) $P = \frac{A}{\Delta t}$;

в) $P = I^2 R$;

д) $P = \frac{I^2}{R}$.

б) $P = \frac{U^2}{R}$;

г) $P = IU$;

2. Определите напряжение на внешнем участке цепи, если сила тока на нем $I = 0,60$ А, ЭДС источника постоянного тока $\mathcal{E} = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 4,0$ Ом.

3. К участку цепи приложено напряжение $U = 12$ В (рис. 28). Определите, какие ключи необходимо замкнуть, чтобы все лампы номинальным напряжением $U_0 = 12$ В были соединены последовательно.

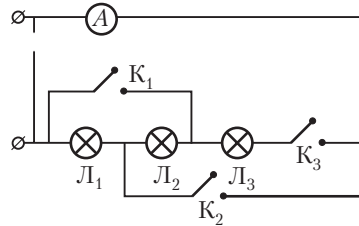


Рис. 28

4. КПД источника тока $\eta = 50\%$. Найдите отношение его внутреннего сопротивления r к сопротивлению R внешнего участка цепи.
5. Определите силу тока $I_{\text{кз}}$ короткого замыкания для источника тока, если при силе тока $I_1 = 6,0$ А напряжение на клеммах источника $U_1 = 16$ В, а при силе тока $I_2 = 8,0$ А — $U_2 = 12$ В.

Вариант 5

1. Тепловую мощность тока на внешнем участке цепи сопротивлением R можно рассчитать по формуле:

а) $P = \frac{A}{\Delta t}$;

в) $P = I\mathcal{E} - I^2 r$;

д) $P = I^2 r$.

б) $P = I^2 R$;

г) $P = Fv$;

2. Определите сопротивление амперметра, если при подсоединении его накоротко к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 36$ В и внутренним сопротивлением $r = 3,0$ Ом он покажет силу тока $I = 8,0$ А.

3. К участку цепи приложено напряжение $U = 12$ В (рис. 29). Определите, какие ключи необходимо замкнуть, чтобы все лампы номинальным напряжением $U_0 = 12$ В были соединены параллельно.

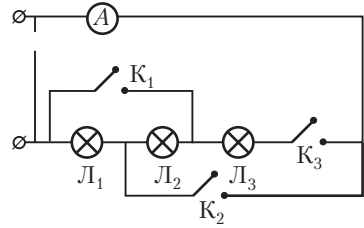


Рис. 29

4. КПД источника тока $\eta = 70\%$, его внутреннее сопротивление $r = 4,0$ Ом. Найдите сопротивление внешнего участка цепи.
5. Напряжение на клеммах батареи $U_1 = 40$ В при силе тока в цепи $I_1 = 5,0$ А и $U_2 = 50$ В — при силе тока $I_2 = 1,2$ А. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Вариант 6

1. Тепловую мощность тока на внутреннем участке цепи сопротивлением r можно рассчитать по формуле:
- а) $P = \frac{A}{\Delta t}$; в) $P = I\varepsilon - I^2r$; д) $P = I^2r$.
- б) $P = I^2R$; г) $P = Fv$;
2. При подключении источника постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 36$ В к резистору напряжение на клеммах источника $U = 12$ В, сила тока в цепи $I = 2,0$ А. Определите внутреннее сопротивление источника.

3. К участку цепи приложено напряжение $U = 12$ В (рис. 30). Определите, какие лампы будут гореть, если замкнуть ключи K_1 и K_3 .

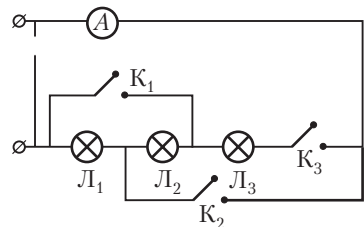


Рис. 30

4. Определите КПД источника тока при силе тока в цепи $I = 0,40$ А, если сила тока короткого замыкания $I_{кз} = 1,0$ А.
5. Внутреннее сопротивление r источника тока в k раз меньше внешнего сопротивления R цепи. Определите, во сколько раз напряжение на клеммах элемента меньше его ЭДС.

Самостоятельная работа № 6

Сила Ампера. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца

Вариант 1

1. Модуль силы Ампера вычисляется по формуле:
 а) $F_A = ma$; в) $F_A = IBl \sin \alpha$; д) $F = vqB \sin \alpha$.
 б) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$; г) $F = qE$;
2. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,50$ м, по которому проходит ток силой $I = 2,0$ А, находится в однородном магнитном поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям индукции. При этом на него действует сила Ампера, модуль которой $F_A = 0,50$ Н. Определите модуль индукции магнитного поля.
3. Прямолинейный проводник длиной $l = 50$ см, по которому проходит ток силой $I = 0,5$ А, перемещается в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,2$ Тл. Определите работу, совершаемую силой Ампера, при перемещении проводника на расстояние $d = 40$ см перпендикулярно линиям индукции.

4. Два прямолинейных проводника большой длины расположены в вакууме в точках A и B параллельно друг другу (рис. 31). В первом проводнике проходит ток силой $I_1 = 4,0$ А, во втором — $I_2 = 3,0$ А. Определите индукцию магнитного поля в точке C . Модуль индукции магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I в вакууме вычисляется по формуле $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

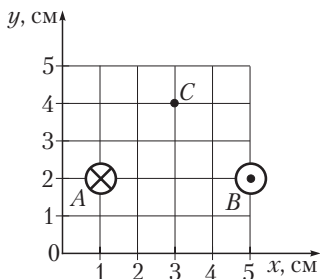


Рис. 31

5. Протон в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 20$ мТл, движется по дуге окружности радиусом $R = 5,0$ см. После вылета из магнитного поля он полностью тормозится однородным электрическим полем. Определите тормозящую

разность потенциалов. Масса протона $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, его заряд $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 2

1. Направление силы Ампера можно определить по правилу:
 - а) буравчика;
 - б) Ленца;
 - в) правой руки;
 - г) левой руки;
 - д) часовой стрелки.
2. Прямолинейный проводник длиной $l = 1,0$ м, по которому проходит ток силой $I = 2,0$ А, находится в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 2,0$ Тл, и расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к вектору индукции \vec{B} . Определите модуль силы Ампера, действующей на проводник со стороны магнитного поля.
3. Прямолинейный проводник длиной $l = 20$ см, по которому проходит ток силой $I = 0,20$ А, перемещается в однородном магнитном поле. Определите индукцию магнитного поля, если при перемещении проводника в направлении, перпендикулярном направлению тока и линиям индукции магнитного поля, на расстояние $d = 60$ см силой Ампера совершается работа $A = 1,2 \cdot 10^{-2}$ Дж.

4. Два прямолинейных проводника большой длины расположены параллельно друг другу в вакууме в точках А и В (рис. 32). В первом проводнике проходит ток силой $I_1 = 0,60$ А, во втором — $I_2 = 0,20$ А. Определите индукцию \vec{B} магнитного поля в точке С. Модуль индукции магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I в вакууме вычисляется по формуле $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

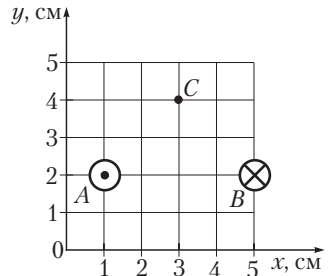


Рис. 32

5. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов, влетает перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, модуль индукции которого $B = 80$ мТл. Определите период вращения электрона в магнитном поле. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, его заряд $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 3

1. Модуль силы Лоренца вычисляется по формуле:

а) $F_A = ma$;

г) $F = qE$;

б) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$;

д) $F = vqB \sin \alpha$.

в) $F_A = IBl \sin \alpha$;

2. На находящийся в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,50$ Тл прямолинейный проводник, по которому проходит ток силой $I = 0,90$ А, действует сила Ампера, модуль которой $F_A = 0,90$ Н. Определите длину активной части проводника, если он расположен под углом $\alpha = 60^\circ$ к вектору индукции \vec{B} .

3. Прямолинейный проводник длиной $l = 20$ см перемещается в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,25$ Тл. Определите силу тока в цепи, если при перемещении проводника в направлении, перпендикулярном направлению тока и линиям индукции магнитного поля, на расстояние $d = 60$ см силой Ампера совершается работа $A = 0,12$ Дж.

4. Два прямолинейных проводника большой длины расположены в вакууме в точках A и B параллельно друг другу (рис. 33). В первом проводнике проходит ток силой $I_1 = 2,0$ А, во втором — $I_2 = 1,6$ А. Определите индукцию магнитного поля в точке C . Модуль индукции магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I в вакууме вычисляется по формуле $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

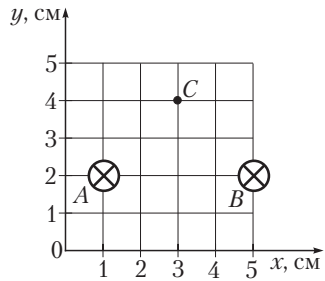


Рис. 33

5. Частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов $\Delta\phi = 1,5$ кВ, влетает в однородное магнитное поле, модуль индукции которого $B = 100$ мкТл, и движется по окружности радиусом $R = 50$ см в плоскости, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля. Определите заряд частицы, если ее масса $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Вариант 4

1. Направление индукции магнитного поля прямолинейного проводника с током можно определить по правилу:
 - а) буравчика;
 - б) Ленца;
 - в) правой руки;
 - г) левой руки;
 - д) часовой стрелки.

2. Прямолинейный проводник длиной $l = 30$ см и массой $m = 1,2$ г, сила тока в котором $I = 4,0$ А, находится в равновесии в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 20$ мТл. Определите угол между направлением тока и горизонтальными линиями индукции.

3. В однородном вертикальном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,80$ Тл, на двух вертикальных нитях покоится прямолинейный горизонтальный проводник длиной $l = 1,0$ м и массой $m = 0,50$ кг. Определите модуль ускорения проводника сразу после включения тока силой $I = 10$ А.

4. Два прямолинейных проводника большой длины расположены в вакууме в точках A и B параллельно друг другу (рис. 34). В первом проводнике проходит ток силой $I_1 = 2,0$ А, во втором — $I_2 = 4,0$ А. Определите модуль индукции магнитного поля в точке C . Модуль индукции магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I в вакууме вычисляется

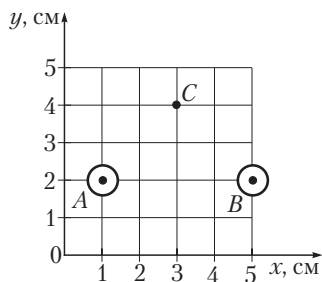


Рис. 34

ся по формуле $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

5. Определите ускоряющую разность потенциалов, которую должна пройти частица массой $m = 100$ мг с зарядом $q = 1,0$ мКл, чтобы в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 10$ мТл, на нее действовала сила, модуль которой $F = 20$ мН. Начальная скорость частицы $\vec{v}_0 = 0$. Линии индукции магнитного поля перпендикулярны скорости частицы.

Вариант 5

1. Принципу суперпозиции магнитных полей соответствует формула:

$$\text{а) } \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n; \quad \text{г) } B = \frac{F_{\text{л}}}{qv \sin \alpha};$$

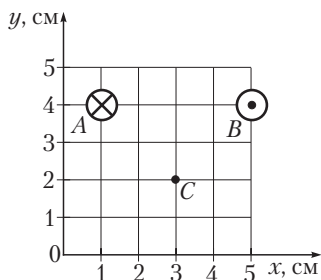
$$\text{б) } \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n; \quad \text{д) } \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n.$$

$$\text{в) } B = \frac{F_{\text{А}}}{Il \sin \alpha};$$

2. Прямолинейный проводник длиной $l = 2,0$ м, по которому проходит ток силой $I = 1,0$ А, находится в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 2,0$ Тл, и расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к вектору индукции \vec{B} . Определите модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

3. Прямолинейный проводник массой $m = 80$ г и длиной $l = 40$ см подвешен на невесомых нитях в горизонтальном положении в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,50$ Тл. Линии индукции магнитного поля расположены вертикально. Определите угол отклонения от вертикали нитей, на которых подвешен проводник, если по нему пропустить ток силой $I = 4,0$ А.

4. Два прямолинейных проводника большой длины расположены в вакууме в точках A и B параллельно друг другу (рис. 35). В первом проводнике проходит ток силой $I_1 = 0,80$ А, во втором — $I_2 = 0,60$ А. Определите модуль индукции магнитного поля в точке C . Модуль индукции магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I в вакууме



вычисляется по формуле $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

5. Частица массой $m = 20$ мг с зарядом $q = 4,0$ мкКл ускоряется однородным электрическим полем, модуль напряженности которого $E = 5,0 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, в течение промежутка времени $\Delta t = 10$ с. Затем

она влетает в однородное магнитное поле, модуль индукции которого $B = 5,0$ мТл. Определите модуль силы, действующей на частицу со стороны магнитного поля, если начальная скорость частицы $\vec{v}_0 = 0$. Угол $\alpha = 30^\circ$.

Вариант 6

1. Модуль индукции магнитного поля вычисляется по формуле:

а) $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_n$; г) $B = \frac{F_{\text{л}}}{qv \sin \alpha}$;

б) $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$; д) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

в) $B = \frac{F_A}{Il \sin \alpha}$;

2. По горизонтальному проводнику длиной $l = 40$ см и массой $m = 4,0$ г проходит ток силой $I = 2,5$ А. Определите модуль индукции магнитного поля, в которое необходимо поместить проводник, чтобы он висел, не падая.
3. Прямолинейный проводник массой $m = 20$ г и длиной $l = 60$ см, по которому проходит ток силой $I = 1,0$ А, подвешен на невесомых нитях в горизонтальном положении в однородном магнитном поле. Линии индукции магнитного поля расположены вертикально. Определите модуль индукции магнитного поля, если угол отклонения от вертикали нитей, на которых подвешен проводник, $\alpha = 30^\circ$.
4. Два прямолинейных проводника большой длины расположены в вакууме в точках A и B параллельно друг другу (рис. 36). В первом проводнике проходит ток силой $I_1 = 1,2$ А, во втором — $I_2 = 1,6$ А. Определите модуль индукции магнитного поля в точке C . Модуль индукции магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I в вакууме вычисляется по формуле $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

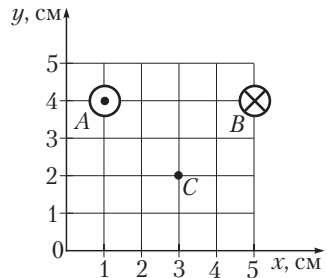


Рис. 36

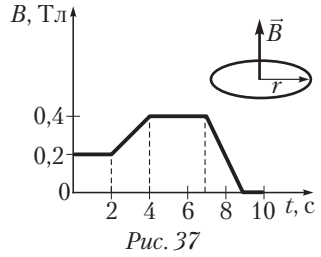
5. Протон ускоряется однородным электрическим полем, модуль напряженности которого $E = 10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, влетает в однородное магнитное поле, модуль индукции которого $B = 4,0 \text{ мТл}$, и движется в нем по окружности радиусом $R = 4,0 \text{ мм}$. Определите путь, пройденный протоном в электрическом поле, если начальная скорость частицы $\vec{v}_0 = 0$. Масса протона $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, его заряд $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

Самостоятельная работа № 7
Магнитное поле.
Явление электромагнитной индукции

Вариант 1

- Магнитный поток через контур площадью S , находящийся в магнитном поле, модуль индукции которого B , а угол между вектором \vec{B} и нормалью \vec{n} к плоскости контура α , определяется по формуле:
а) $\Phi = BS \sin \alpha$; г) $\Phi = BS \operatorname{ctg} \alpha$;
б) $\Phi = BS \cos \alpha$; д) нет правильного ответа.
в) $\Phi = BS \operatorname{tg} \alpha$;
- По катушке индуктивностью $L = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ проходит ток силой $I = 3,5 \text{ А}$. Определите магнитный поток, пронизывающий катушку.
- Магнитный поток, пронизывающий проводящий контур, равномерно увеличивается от $\Phi_1 = 5,0 \text{ Вб}$ до $\Phi_2 = 10 \text{ Вб}$ за промежуток времени $\Delta t = 4,0 \text{ с}$. Определите ЭДС самоиндукции в контуре.
- Виток провода площадью $S = 20 \text{ см}^2$ замкнут на конденсатор емкостью $C = 20 \text{ мкФ}$. Плоскость витка перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля. Определите скорость изменения модуля индукции магнитного поля $\frac{\Delta B}{\Delta t}$, если заряд на конденсаторе $q = 2,0 \text{ мкКл}$.

5. Проводящее кольцо радиусом $r = 2,5$ см и сопротивлением $R = 10$ Ом помещено в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Зависимость модуля индукции магнитного поля от времени приведена на рисунке 37. Найдите силу тока в кольце в момент времени $t = 3,0$ с.



Вариант 2

- Закону электромагнитной индукции Фарадея соответствует формула:

а) $\mathcal{E} = vBl \cos \alpha$; в) $\mathcal{E} = -\frac{\Delta L}{\Delta t}$; д) $\mathcal{E} = I(R+r)$.

б) $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$; г) $\mathcal{E} = IR$;
- Через катушку индуктивности проходит ток силой $I = 1,5$ А. При этом создается магнитный поток $\Phi = 6,4 \cdot 10^{-4}$ Вб. Определите индуктивность катушки.
- Проводящий контур площадью $S = 4,0 \cdot 10^{-3}$ м² находится в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 2,0$ Тл. Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если угол между вектором индукции \vec{B} магнитного поля и нормалью \vec{n} к плоскости контура $\alpha = 30^\circ$.
- Площадь S эластичного проводящего витка увеличивается с постоянной скоростью $\frac{\Delta S}{\Delta t} = 0,50 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$. Виток находится в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,10$ Тл. Определите ЭДС самоиндукции в моменты времени $t_0 = 0$ и $t_1 = 3,0$ с, если линии индукции магнитного поля перпендикулярны плоскости витка.
- Проводящее кольцо радиусом $r = 3,5$ см и сопротивлением $R = 15$ Ом помещено в однородное магнитное поле, линии ин-

дукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Зависимость модуля индукции магнитного поля от времени приведена на рисунке 38. Найдите силу тока в кольце в момент времени $t = 8,0$ с.

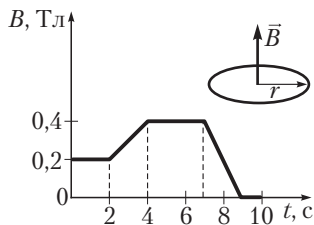


Рис. 38

Вариант 3

1. ЭДС самоиндукции определяется по формуле:

а) $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$;

в) $\mathcal{E} = IR$;

д) $\mathcal{E} = I(R+r)$.

б) $\mathcal{E} = Ir$;

г) $\mathcal{E} = vBl \cos \alpha$;

2. Через катушку индуктивностью $L = 5,2 \cdot 10^{-3}$ Гн проходит ток, который создает магнитный поток $\Phi = 7,2 \cdot 10^{-3}$ Вб. Определите силу тока, проходящего через катушку.

3. Магнитный поток через каждый виток соленоида, содержащего $N = 600$ витков, изменился от $\Phi_1 = 2,0$ мкВб до $\Phi_2 = 8,0$ мкВб за промежуток времени $\Delta t = 0,30$ мс. Определите ЭДС самоиндукции в соленоиде.

4. Виток диаметром $d = 10$ см, изготовленный из медной проволоки диаметром $d_1 = 1,5$ мм, помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витка. Определите заряд, прошедший по нему за время исчезновения поля, если модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшается от $B = 0,70$ Тл до нуля.

5. Проводящее кольцо радиусом $r = 2,5$ см и сопротивлением $R = 5,0$ Ом помещено в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Зависимость модуля индукции магнитного поля от времени приведена на рисунке 39. Найдите силу тока в кольце в момент времени $t = 7,5$ с.

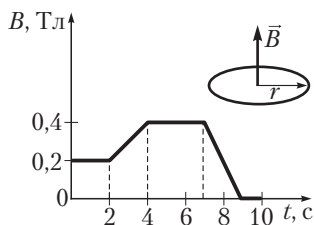


Рис. 39

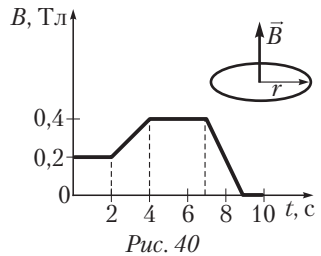
Вариант 4

1. Энергия магнитного поля определяется по формуле:

а) $W = q \frac{L^2}{2}$; в) $W = L \frac{I^2}{2}$; д) $W = \frac{qU}{2}$.

б) $W = L \frac{C^2}{2}$; г) $W = L^2 \frac{I}{2}$;

2. Линии индукции однородного магнитного поля, модуль индукции которого $B = 1,3 \cdot 10^{-3}$ Тл, перпендикулярны плоскости проводящего контура. Определите площадь контура, если магнитный поток, пронизывающий контур, $\Phi = 2,4 \cdot 10^{-3}$ Вб.
3. Определите ЭДС самоиндукции, возникающую в катушке индуктивностью $L = 24$ мГн, если в ней ток силой $I = 1,2$ А равномерно уменьшается до нуля за промежуток времени $\Delta t = 0,016$ с.
4. Прямоугольная проводящая рамка размером $0,20 \times 0,10$ м помещена в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Определите модуль индукции магнитного поля, если при его исчезновении за промежуток времени $\Delta t = 0,40$ с в рамке наводится средняя ЭДС самоиндукции $\langle \mathcal{E} \rangle = 5,0$ мВ.
5. Проводящее кольцо радиусом $r = 4,0$ см и сопротивлением $R = 15$ Ом помещено в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Зависимость модуля индукции магнитного поля от времени приведена на рисунке 40. Найдите силу тока в кольце в момент времени $t = 7,5$ с.



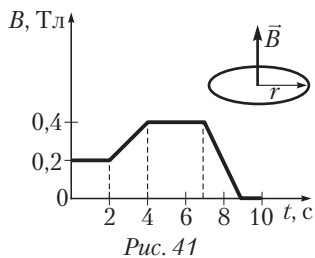
Вариант 5

1. Энергию магнитного поля невозможно определить по формуле:

а) $W = \frac{\Phi^2}{2L}$; в) $W = \frac{\Phi I}{2}$;

б) $W = \frac{L^2 I}{2}$; г) $W = \frac{LI^2}{2}$.

2. Линии индукции однородного магнитного поля перпендикулярны плоскости проводящего контура, площадь которого $S = 0,25 \text{ м}^2$. Магнитный поток, пронизывающий контур, $\Phi = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$. Определите модуль индукции магнитного поля.
3. Определите промежуток времени, за который сила тока в катушке индуктивностью $L = 80 \text{ мГн}$ увеличилась от $I_1 = 0$ до $I_2 = 1,8 \text{ А}$, если при этом возникла средняя ЭДС самоиндукции $\langle \mathcal{E} \rangle = 16 \text{ В}$.
4. Из проволоки длиной $l = 4,0 \text{ м}$ и сопротивлением $R = 0,20 \text{ Ом}$ сделан квадрат, который расположен горизонтально. Какой заряд пройдет по контуру, если его потянуть за две противоположные вершины так, чтобы он «сложился»? Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $B = 50 \text{ мкТл}$.
5. Проводящее кольцо радиусом $r = 2,0 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 3,5 \text{ Ом}$ помещено в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Зависимость модуля индукции магнитного поля от времени приведена на рисунке 41. Найдите силу тока в кольце в момент времени $t = 8,0 \text{ с}$.



Вариант 6

1. ЭДС индукции в движущемся проводнике определяется по формуле:

а) $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$;	в) $\mathcal{E} = IR$;	д) $\mathcal{E} = I(R+r)$.
б) $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$;	г) $\mathcal{E} = vBl \sin \alpha$;	
2. Линии индукции однородного магнитного поля перпендикулярны плоскости проводящего контура, площадь которого $S = 0,55 \text{ м}^2$. Модуль индукции магнитного поля $B = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$. Определите магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром.

3. Определите индуктивность катушки, если при уменьшении силы тока в ней на $\Delta I = 1,4 \text{ А}$ за промежуток времени $\Delta t = 42 \text{ мс}$ возникла ЭДС самоиндукции $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$.
4. Проволочный виток площадью $S = 50 \text{ см}^2$ с включенным в него конденсатором емкостью $C = 1,0 \text{ мФ}$ помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витка. Определите заряд конденсатора, если модуль индукции магнитного поля с течением времени убывает равномерно со скоростью $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2,0 \frac{\text{мТл}}{\text{с}}$.
5. Проводящее кольцо радиусом $r = 3,5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 5,5 \text{ Ом}$ помещено в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Зависимость модуля индукции магнитного поля от времени приведена на рисунке 42. Найдите силу тока в кольце в момент времени $t = 2,5 \text{ с}$.

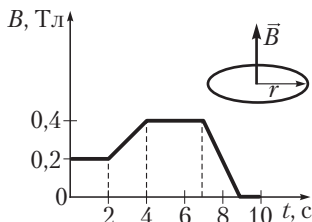


Рис. 42

Контрольная работа № 1

Основы МКТ строения вещества.

Идеальный газ

Вариант 1

1. Диаграмма зависимости объема V идеального газа, количество которого постоянно, от температуры T изображена на рисунке 43. Изохорному охлаждению газа соответствует участок диаграммы:

- а) $1 \rightarrow 2$; г) $2 \rightarrow 3$;
 б) $3 \rightarrow 4$; д) $4 \rightarrow 5$.
 в) $5 \rightarrow 1$;

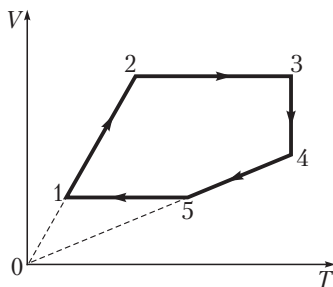


Рис. 43

- При какой температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа $\langle E_k \rangle = 6,21 \cdot 10^{-21}$ Дж?
- Какой объем занимает азот массой $m = 4,6$ кг под давлением $p = 2,0$ атм при температуре $t = 27^\circ\text{C}$?
- Определите массу кислорода, который можно хранить при температуре $t_2 = 27^\circ\text{C}$ в баллоне, имеющем пятикратный запас прочности, если при испытании такой же баллон с азотом массой $m_1 = 1,60$ г разорвался при температуре $t_1 = 527^\circ\text{C}$. Пятикратный запас прочности означает, что давление в баллоне не должно превышать $1/5$ давления, при котором баллон разрушается.
- Определите температуру смеси кислорода массой $m_1 = 2,0$ г и гелия массой $m_2 = 8,0$ г, находящейся в баллоне объемом $V = 10$ л под давлением $p = 4,0$ атм.

Вариант 2

- Диаграмма зависимости объема V идеального газа, количество которого постоянно, от температуры T изображена на рисунке 44. Изохорному нагреванию газа соответствует участок диаграммы:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| а) $1 \rightarrow 2$; | г) $2 \rightarrow 3$; |
| б) $3 \rightarrow 4$; | д) $4 \rightarrow 5$; |
| в) $5 \rightarrow 1$; | |

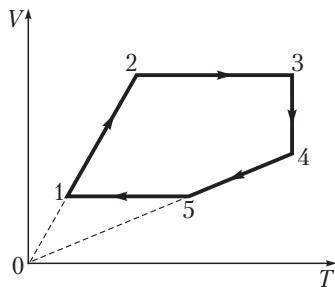


Рис. 44

- При какой температуре средняя кинетическая энергия движения молекул одноатомного газа будет в 2 раза больше, чем при температуре $t = -73,0^\circ\text{C}$?
- Определите давление в баллоне емкостью $V = 50$ л при температуре $t = -23^\circ\text{C}$, если в нем находится кислород массой $m = 715$ г.
- В баллоне находился гелий массой $m = 0,25$ кг. Через некоторое время в результате утечки гелия и понижения его температуры на $k = 10\%$ давление в баллоне уменьшилось на $n = 20\%$. Определите количество вещества гелия, просочившегося из баллона.

5. Открытую с обоих концов трубку длиной $L = 2,0$ м погружают в вертикальном положении на половину ее длины в сосуд с ртутью. В трубку вдвигают поршень. На каком расстоянии от поверхности ртути в сосуде должен находиться поршень, чтобы уровень ртути в трубке опустился на $\Delta h = 1,0$ м? Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Атмосферное давление $p_0 = 0,10$ МПа.

Вариант 3

1. Диаграмма зависимости давления p идеального газа, количество которого постоянно, от температуры T изображена на рисунке 45. Изотермическому сжатию газа соответствует участок диаграммы:
- а) $1 \rightarrow 2$; г) $2 \rightarrow 3$;
 б) $3 \rightarrow 4$; д) $4 \rightarrow 5$.
 в) $5 \rightarrow 1$;

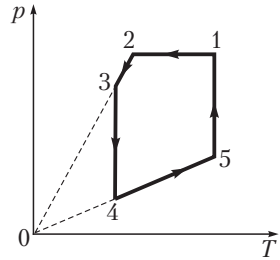


Рис. 45

2. Определите температуру кислорода массой $m = 0,50$ кг, находящегося в баллоне емкостью $V = 40$ л под давлением $p = 7,0$ атм.
3. Метеорологический шар, наполненный водородом, поднялся на высоту, где температура воздуха $t = 0,0$ °С. Определите плотность водорода внутри шара, если его давление $p = 1,5 \cdot 10^5$ Па.
4. На сколько изменится средняя кинетическая энергия молекул одноатомного газа при увеличении его температуры от $t_1 = 7,0$ °С до $t_2 = 37$ °С?
5. Запаянную с одного конца трубку длиной $L = 76$ см погружают в вертикальном положении открытым концом в сосуд с ртутью. На каком расстоянии от поверхности ртути должен находиться запаянный конец трубки, чтобы уровень ртути в ней был ниже уровня ртути в сосуде на величину $\Delta h = 76$ см? Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Атмосферное давление $p_0 = 0,10$ МПа.

Вариант 4

1. Диаграмма зависимости давления p идеального газа, количество которого постоянно, от температуры T изображена на рисунке 46. Изобарному охлаждению газа соответствует участок диаграммы:

- а) $1 \rightarrow 2$; г) $2 \rightarrow 3$;
 б) $3 \rightarrow 4$; д) $4 \rightarrow 5$.
 в) $5 \rightarrow 1$;

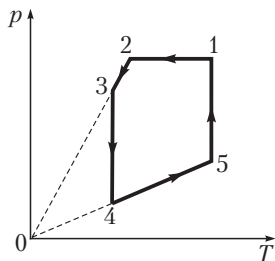


Рис. 46

2. Определите среднюю кинетическую энергию движения молекул одноатомного идеального газа при температуре $T = 290$ К.
3. Определите количество (моль) кислорода, находящегося в баллоне емкостью $V = 50$ л под давлением $p = 6,0$ атм при температуре $t = -13$ °С.
4. Баллон с предохранительным клапаном содержит кислород при температуре $t_1 = 20$ °С под давлением $p = 110$ кПа. При нагревании баллона до температуры $t_2 = 60$ °С через клапан выходит кислород, масса которого $m = 1,8$ кг. Давление газа при этом остается постоянным. Определите объем баллона.
5. Посередине запаянной с обоих концов горизонтально расположенной трубки длиной $L = 1,0$ м, из которой откачан газ, находится столбик ртути высотой $h = 20$ см. Если трубку поставить вертикально, то столбик ртути сместится на расстояние $\Delta h = 10$ см. До какого давления был откачан газ в трубке? Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Вариант 5

1. Диаграмма зависимости объема V идеального газа, количество которого постоянно, от температуры T изображена на рисунке 47. Изотермическому расширению газа соответствует участок диаграммы:

- а) $1 \rightarrow 2$; в) $5 \rightarrow 1$; д) $4 \rightarrow 5$.
 б) $3 \rightarrow 4$; г) $2 \rightarrow 3$;

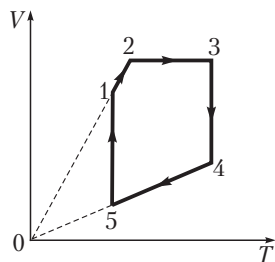


Рис. 47

- Определите температуру газа под давлением $p = 50,0$ кПа, концентрация молекул которого $n = 1,00 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.
- Какой объем занимает азот массой $m = 3,5$ кг под давлением $p = 3,0$ атм при температуре $t = 57$ °С?
- В закрытом сосуде находится идеальный газ под давлением $p = 0,40$ МПа. Определите давление в сосуде, если после открывания крана из сосуда выйдет $k = 3/4$ массы содержащегося в нем газа. Температура газа остается постоянной.
- В сосуде объемом $V = 20$ л находится азот при температуре $t = 15$ °С под давлением $p_1 = 60$ кПа. Определите массу кислорода, которую необходимо добавить в сосуд с азотом при той же температуре, чтобы давление на стенки сосуда возросло до значения $p_2 = 100$ кПа.

Вариант 6

- Диаграмма зависимости давления p идеального газа, количество которого постоянно, от температуры T изображена на рисунке 48. Изотермическому сжатию газа соответствует участок диаграммы:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| а) $1 \rightarrow 2$; | г) $2 \rightarrow 3$; |
| б) $3 \rightarrow 4$; | д) $4 \rightarrow 5$; |
| в) $5 \rightarrow 1$; | |

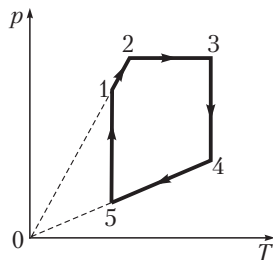


Рис. 48

- Во сколько раз среднеквадратичная скорость движения молекул кислорода меньше среднеквадратичной скорости движения молекул водорода, если температуры этих газов одинаковы?
- Определите давление в баллоне емкостью $V = 60$ л при температуре $t = 0,0$ °С, если в нем находится азот массой $m = 0,60$ кг.
- Вертикально расположенный цилиндр с газом при температуре $t_1 = 10$ °С закрыт подвижным поршнем массой $M = 2,5$ кг и площадью $S = 20 \text{ см}^2$. Газ нагрели до температуры $t_2 = 60$ °С. Определите массу груза, который необходимо положить на поршень, чтобы он вернулся в начальное положение. Атмосферное да-

ление $p_0 = 0,10$ МПа. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

5. Один конец цилиндрической трубки длиной $l = 25$ см и радиусом $r = 1,0$ см закрыт пробкой, а в другой вставлен поршень, который медленно вдвигают в трубку. Пробка вылетает из трубки, когда поршень переместится на расстояние $\Delta l = 8,0$ см. Считая температуру неизменной, найдите модуль силы трения пробки о стенки трубки в момент вылета пробки. Атмосферное давление $p_0 = 0,10$ МПа.

Контрольная работа № 2 Основы термодинамики

Вариант 1

1. Если Q — количество теплоты, отданное газом, A — работа, совершенная силами давления газа, то при изохорном охлаждении идеального газа его внутренняя энергия изменилась согласно соотношению:

а) $\Delta U = A$;	в) $\Delta U > A$;	д) $\Delta U = 0$.
б) $\Delta U = Q$;	г) $\Delta U < Q$;	
2. Тепловая машина получает от нагревателя за цикл количество теплоты $Q_1 = 480$ Дж. Определите работу, совершаемую машиной за цикл, если КПД машины $\eta = 20\%$.
3. При нагревании газа его внутренняя энергия увеличивается на $\Delta U = 500$ Дж, при этом газ совершает работу $A = 100$ Дж. Какое количество теплоты сообщили газу?
4. При изобарном расширении идеального одноатомного газа совершена работа $A = 2,34$ кДж. Определите количество вещества газа, если газ нагрелся на $\Delta t = 200$ °С.
5. Идеальный газ, количество вещества которого ν , переведен из состояния 1 в состояние 3 вначале по изохоре $1 \rightarrow 2$, а затем по изобаре $2 \rightarrow 3$ (рис. 49). При этом си-

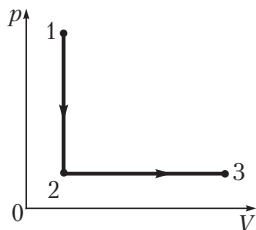


Рис. 49

лами давления газа совершена работа A . Определите отношение давлений газа в состояниях 1 и 2, если температура газа в конечном состоянии 3 равна его температуре в начальном состоянии 1, т. е. $T_3 = T_1 = T$.

Вариант 2

- Если Q — количество теплоты, отданное газом, A — работа, совершенная силами давления газа, то при изобарном охлаждении идеального газа его внутренняя энергия изменилась согласно соотношению:
 - $\Delta U = A$;
 - $\Delta U = Q$;
 - $\Delta U = Q - A$;
 - $\Delta U < Q$;
 - $\Delta U = 0$.
- Тепловая машина совершает за цикл работу $A = 200$ Дж и отдает холодильнику количество теплоты $Q_2 = 200$ Дж. Определите количество теплоты, которое получает тепловая машина за цикл от нагревателя.
- Газу сообщили количество теплоты $Q = 400$ Дж, при этом сила давления газа совершила работу $A = 200$ Дж. Найдите изменение внутренней энергии газа.
- Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого $\nu = 2,0$ моль, сжали изобарно таким образом, что его объем уменьшился в $n = 3$ раза. Определите работу, совершенную внешними силами над газом, если начальная температура газа $t_0 = 77^\circ\text{C}$.
- Идеальный газ, количество вещества которого ν , переведен из состояния 1 в состояние 3 вначале по изобаре $1 \rightarrow 2$, а затем по изохоре $2 \rightarrow 3$ (рис. 50). При этом силой давления газа совершена работа A . Определите температуру в состоянии 1, если известно, что в состояниях 2 и 3 отношение давлений $p_2 / p_3 = k$, а температура в конечном состоянии 3 равна температуре в начальном состоянии 1, т. е. $T_3 = T_1 = T$.

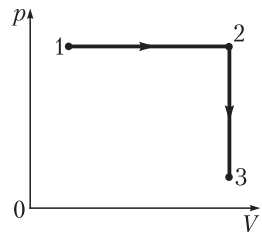


Рис. 50

Вариант 3

- Если Q — количество теплоты, сообщенное газу, A — работа, совершенная силами давления газа, то при изотермическом расширении идеального газа его внутренняя энергия изменилась согласно соотношению:
а) $\Delta U = A$; в) $\Delta U > A$; д) $\Delta U = 0$.
б) $\Delta U = Q$; г) $\Delta U < Q$;
- Определите КПД тепловой машины, если за цикл машина получает от нагревателя количество теплоты $Q_1 = 100$ Дж и отдает холодильнику количество теплоты $Q_2 = 60$ Дж.
- Газу сообщили количество теплоты $Q = 700$ Дж, при этом изменение внутренней энергии газа составило $\Delta U = 400$ Дж. Определите работу, совершенную газом.
- При изобарном расширении идеального одноатомного газа, количество вещества которого $\nu = 4$ моль, совершена работа $A = 10$ кДж. Определите изменение температуры газа, если его объем увеличился в $n = 2$ раза.
- Газ, занимающий объем $V_1 = 10$ дм³ под давлением $p = 100$ кПа, сначала нагревают изохорно от температуры $T_1 = 300$ К до температуры $T_2 = 350$ К, а затем изобарно до температуры $T_3 = 380$ К (рис. 51). Определите работу, совершаемую силой давления газа, при переходе из начального состояния 1 в конечное состояние 3.

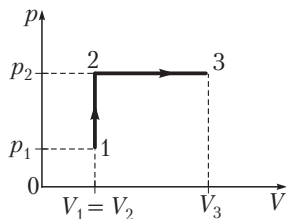


Рис. 51

Вариант 4

- При адиабатном сжатии идеального газа его внутренняя энергия изменяется согласно соотношению:
а) $\Delta U > 0$; в) $\Delta U < 0$; д) $U = 0$.
б) $\Delta U = 0$; г) $\Delta U = -A$;
- Тепловая машина совершает за цикл работу $A = 120$ Дж. Определите количество теплоты, которое машина отдает холодильнику за цикл, если ее КПД $\eta = 30\%$.

3. Над идеальным газом совершена работа $A = 300$ Дж, при этом его внутренняя энергия возросла на $\Delta U = 500$ Дж. Какое количество теплоты сообщили газу в этом процессе?
4. Определите, во сколько раз уменьшился объем идеального одноатомного газа, количество вещества которого $\nu = 10$ моль, если начальная температура газа T_0 и при его изобарном сжатии внешними силами совершена работа $A = 6RT_0$.
5. Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого $\nu = 1,00$ моль, переведен из состояния 1 в состояние 3 вначале по изобаре $1 \rightarrow 2$, а затем по изохоре $2 \rightarrow 3$ (рис. 52). При этом силой давления газа совершена работа $A = 3,50$ кДж. Определите температуру газа в состоянии 1, если известно, что в состояниях 2 и 3 отношение давлений $p_2 / p_3 = 3,00$, а температура в конечном состоянии 3 равна температуре в начальном состоянии 1, т. е. $T_3 = T_1 = T$.

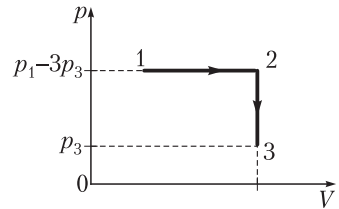


Рис. 52

Вариант 5

1. Если Q — количество теплоты, сообщенное системе, A — работа, совершаемая системой, то при изохорном нагревании идеального газа его внутренняя энергия изменяется согласно соотношению:

а) $\Delta U = A$;	в) $\Delta U > A$;	д) $\Delta U = 0$.
б) $\Delta U = Q$;	г) $\Delta U < Q$;	
2. Тепловая машина совершает за цикл работу $A = 80,0$ Дж. Определите количество теплоты, которое получает машина от нагревателя за цикл, если ее КПД $\eta = 40\%$.
3. Над идеальным газом совершена работа $A = 200$ Дж. При этом ему сообщили количество теплоты $Q = 300$ Дж. Найдите изменение внутренней энергии газа.
4. Определите, во сколько раз внутренняя энергия конечного состояния идеального одноатомного газа больше внутренней энергии начального состояния, если в конечном состоянии его объем уменьшился в $n = 2$ раза, а давление увеличилось в $k = 3$ раза.

5. Идеальный газ, количество вещества которого ν , переведен из состояния 1 в состояние 3 вначале по изохоре $1 \rightarrow 2$, а затем по изобаре $2 \rightarrow 3$ (рис. 53). Определите работу внешних сил над газом при переходе из начального состояния 1 в конечное состояние 3. Температура газа в конечном состоянии 3 равна температуре в начальном состоянии 1, т. е. $T_3 = T_1 = T$. Отношение давлений $p_2/p_1 = k$.

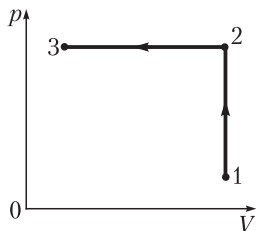


Рис. 53

Вариант 6

- Если Q — количество теплоты, отданное газом, A — работа, совершенная силами давления газа, то при изотермическом сжатии идеального газа его внутренняя энергия изменяется согласно соотношению:

а) $\Delta U < Q$;	в) $\Delta U = 0$;	д) $\Delta U > A$.
б) $\Delta U = Q$;	г) $\Delta U = A$;	
- Тепловая машина совершает за цикл работу $A = 80$ кДж и передает холодильнику количество теплоты $Q_2 = 320$ кДж. Определите КПД цикла.
- Идеальному газу сообщили количество теплоты $Q = 100$ Дж, при этом изменение внутренней энергии газа составило $\Delta U = 300$ Дж. Какую работу совершили над газом?
- Определите количество теплоты, которое необходимо сообщить идеальному одноатомному газу, находящемуся в закрытом герметичном сосуде объемом $V = 10$ л, для повышения давления в нем на $\Delta p = 40$ кПа.

5. Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого $\nu = 1$ моль, переведен из начального состояния 1 в конечное состояние 3 вначале по изобаре $1 \rightarrow 2$, а затем по изохоре $2 \rightarrow 3$ (рис. 54). Определите количество теплоты, необходимое для перевода газа из состояния 1 в состояние 3, если в состоянии 1 температура газа T_1 .

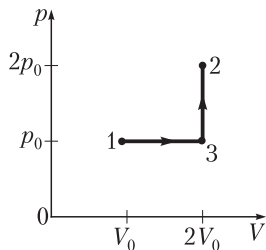


Рис. 54

Контрольная работа № 3 Электростатика

Вариант 1

1. Модуль напряженности электростатического поля в данной точке пространства измеряют, используя пробный заряд q^* . При увеличении пробного заряда в 2 раза модуль напряженности:
а) не изменится; в) уменьшится в 2 раза;
б) увеличится в 2 раза; г) уменьшится в 4 раза.
2. Определите заряд металлического шара, если количество находящихся на нем избыточных электронов $N = 8,0 \cdot 10^{10}$.
3. Определите расстояние между двумя точечными разноименными зарядами $q_1 = 40$ нКл и $q_2 = -80$ нКл, находящимися в керосине ($\epsilon = 2,1$), если модуль силы их электростатического взаимодействия $F = 80$ мкН.

4. Точечный заряд q , помещенный в точку E , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого ϕ_0 (рис. 55). Определите потенциал в точке A в случае, если заряд q поместить в точку C , а заряд $-2q$ — в точку D .

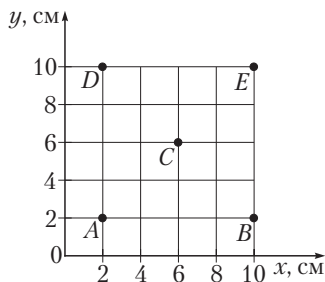


Рис. 55

5. Плоский воздушный конденсатор емкостью C подсоединен к источнику тока, который поддерживает напряжение U между обкладками. Определите заряд, который пройдет через источник тока при заполнении пространства между обкладками конденсатора диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ .

Вариант 2

1. При увеличении заряда конденсатора в 2 раза его емкость:
а) увеличится в 2 раза;
б) не изменится;
в) уменьшится в 2 раза;
г) увеличится в 4 раза.

- Найдите модуль силы взаимодействия двух зарядов величиной $q_1 = q_2 = q = 1,0$ Кл каждый, находящихся в вакууме на расстоянии $r = 1,0$ км друг от друга.
- Определите модуль напряженности однородного электростатического поля, в котором протон движется с ускорением, модуль которого $a = 2,6 \cdot 10^5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.
- Заряд q , помещенный в точку A , создает в точке C электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 56). Определите потенциал в точке B в случае, если заряд $-2q$ поместить в точку E , а заряд $-3q$ — в точку D .
- Конденсатор заряжен до напряжения U и отключен от источника тока. Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика, если при его удалении из конденсатора напряжение между обкладками конденсатора возрастает в $n = 4$ раза.

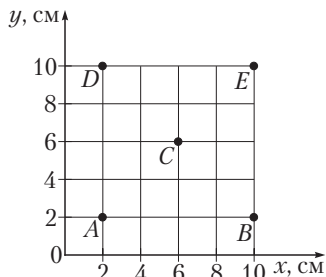


Рис. 56

Вариант 3

- Конденсатор зарядили и отключили от источника тока. При увеличении расстояния между его обкладками в 2 раза заряд конденсатора:
 - увеличится в 2 раза;
 - увеличится в 4 раза;
 - уменьшится в 2 раза;
 - не изменится.
- Заряд $q = 4,0 \cdot 10^{-8}$ Кл помещен в точку поля напряженностью $E = 300 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Определите модуль силы, действующей на заряд.
- Модуль силы электростатического отталкивания двух одноименных точечных зарядов, находящихся в глицерине ($\epsilon = 56$) на расстоянии $r = 20$ см друг от друга, $F = 120$ мкН. Определите первый заряд, если заряд $q_2 = 10$ нКл.
- Заряд $-q$, помещенный в точку A , создает в точке B электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 57). Определите

потенциал в точке D в случае, если заряд $-2q$ поместить в точку C , а заряд $4q$ — в точку E .

5. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $\Delta\phi$ и отключен от источника тока. Определите разность потенциалов между обкладками, если расстояние между ними увеличить в k раз.

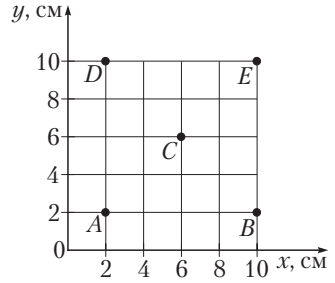


Рис. 57

Вариант 4

1. В конденсатор, подключенный к источнику постоянного тока напряжением U , вводят пластину с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Пластина полностью заполняет пространство между обкладками конденсатора. Напряжение между обкладками конденсатора при этом:
- а) увеличится в 2 раза; в) не изменится;
 б) уменьшится в 2 раза; г) уменьшится в 4 раза.
2. Найдите модуль напряженности электростатического поля заряда $q = 2,5 \cdot 10^{-8}$ Кл на расстоянии $r = 10$ см от него.
3. Определите диэлектрическую проницаемость вещества, в котором на расстоянии $r = 0,12$ м друг от друга находятся два точечных заряда $q_1 = 8,0$ нКл и $q_2 = 16$ нКл, если модуль силы их электростатического взаимодействия $F = 20$ мкН.

4. Заряд $-q$, помещенный в точку A , создает в точке C электростатическое поле, потенциал которого ϕ_0 (рис. 58). Определите потенциал в точке D в случае, если заряд $4q$ поместить в точку B , а заряд $-2q$ — в точку E .

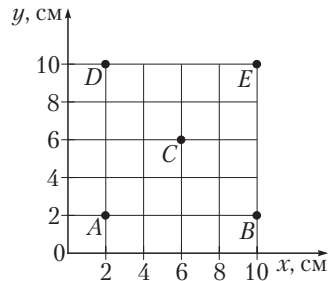


Рис. 58

5. Отключенный от источника тока плоский воздушный конденсатор заряжен до напряжения U_0 . Определите напряжение между обкладками конденсатора, если его заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ .

Вариант 5

1. Электроемкость плоского конденсатора определяется по формуле:

а) $C = \frac{2q}{U}$; в) $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2d}$;

б) $C = \frac{\varepsilon S}{d}$; г) $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$.

2. Определите электроемкость уединенного проводника, потенциал которого изменяется на $\Delta\varphi = 5,0$ кВ при сообщении ему заряда $q = 5,0 \cdot 10^{-9}$ Кл.

3. При прохождении частицы массой $m = 5,0$ г с зарядом $q = 20$ нКл между двумя точками электростатического поля модуль ее скорости возрастает от $v_1 = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ до $v_2 = 90 \frac{\text{см}}{\text{с}}$. Определите напряжение между этими точками.

4. Заряд $2q$, помещенный в точку A , создает в точке E электростатическое поле, потенциал которого φ_0 (рис. 59). Определите потенциал в точке B в случае, если заряд $-4q$ поместить в точку C , а заряд $3q$ – в точку D .

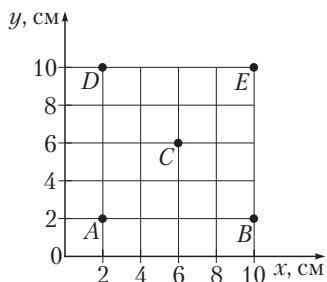


Рис. 59

5. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $\Delta\varphi$ и отключен от источника тока. Определите разность потенциалов между обкладками конденсатора, если расстояние между ними уменьшить в k раз.

Вариант 6

1. Потенциал φ электростатического поля, создаваемого точечным зарядом q в точке, находящейся в вакууме на расстоянии r от заряда, определяется по формуле:

а) $\varphi = E(d_1 - d_2)$; в) $\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$;

б) $\varphi = \frac{kq}{r^2}$; г) $\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$.

- На сколько увеличится потенциал шара, радиус которого $r = 3,0$ см, при сообщении ему заряда $q = 40$ нКл?
- Определите путь, пройденный зарядом $q = 4,0$ нКл, если при его перемещении в однородном электростатическом поле, модуль напряженности которого $E = 60 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, совершается работа $A = 6,0$ мкДж. Перемещение заряда происходит под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению \vec{E} .
- Заряд q , помещенный в точку A , создает в точке D электрическое поле, потенциал которого ϕ_0 (рис. 60). Определите потенциал в точке E в случае, если заряд $-q$ поместить в точку B , а заряд $2q$ — в точку D .
- Конденсатор заряжен до напряжения U и отключен от источника тока. Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика, если при его удалении энергия конденсатора возросла в $n = 3$ раза.

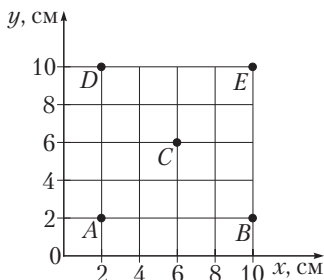


Рис. 60

Контрольная работа № 4

Постоянный ток.

Электрический ток в различных средах

Вариант 1

- В металлах носителями тока являются:
 - электроны и ионы;
 - ионы;
 - электроны и дырки;
 - электроны;
 - электроны и положительные ионы.
- Определите температурный коэффициент сопротивления платины, если при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ сопротивление платиновой проволоки $R = 20$ Ом, а при температуре $t = 500^\circ\text{C}$ — $R = 50$ Ом.
- Определите показания идеальных приборов в электрической цепи (рис. 61), если сопро-

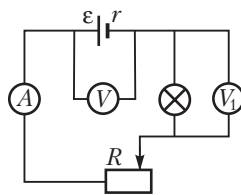


Рис. 61

тивление реостата увеличить от $R_1 = 10 \text{ Ом}$ до $R_2 = 20 \text{ Ом}$. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 2,0 \text{ Ом}$, сопротивление лампочки $R = 10 \text{ Ом}$.

4. Резисторы, сопротивления которых $R_1 = 6,0 \text{ Ом}$ и $R_2 = 24 \text{ Ом}$, подключены поочередно к источнику постоянного тока и потребляют одинаковую мощность. Определите внутреннее сопротивление источника тока и КПД электрической цепи в каждом случае.
5. При никелировании пластины в процессе электролиза толщина слоя никеля увеличивается с постоянной скоростью $\frac{\Delta h}{\Delta t} = 0,045 \frac{\text{мм}}{\text{ч}}$. Определите силу тока в цепи, если площадь поверхности детали $S = 2,5 \cdot 10^2 \text{ см}^2$. Электрохимический эквивалент никеля $k = 0,30 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$, плотность никеля $\rho = 8,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Вариант 2

1. Сопротивление электролитов с повышением температуры:
 - а) повышается;
 - б) не изменяется;
 - в) понижается;
 - г) сначала повышается, затем понижается;
 - д) нет правильного ответа.
2. При температуре $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ сопротивление реостата $R = 15 \text{ Ом}$. Определите, на сколько увеличится его сопротивление при температуре $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. Температурный коэффициент сопротивления материала, из которого изготовлен провод, $\alpha = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$.
3. Определите показания идеальных приборов в электрической цепи (рис. 62), если сопротивление реостата увеличить от $R_1 = 20 \text{ Ом}$ до $R_2 = 30 \text{ Ом}$. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 24 \text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 1,0 \text{ Ом}$, сопротивление лампочки $R = 5,0 \text{ Ом}$.
4. Определите мощность, выделяющуюся на резисторе сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$, если КПД источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 80 \text{ В}$ — $\eta = 40 \%$.

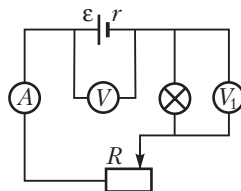


Рис. 62

5. Медь выделяется при электролизе из раствора CuSO_4 при напряжении $U = 12$ В. Определите энергию, необходимую для получения меди массой $m = 1,5$ кг, если КПД установки $\eta = 60$ %.
- Электрохимический эквивалент меди $k = 0,33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

Вариант 3

1. Сопротивление металлов с понижением температуры:
- повышается;
 - не изменяется;
 - понижается;
 - сначала повышается, затем понижается;
 - нет правильного ответа.
2. Определите температуру медного провода, при которой его сопротивление увеличивается в 2 раза по сравнению с его сопротивлением при температуре $t = 0,0$ °С. Температурный коэффициент сопротивления меди $\alpha = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.
3. Определите показания идеальных приборов в электрической цепи (рис. 63), если сопротивление реостата увеличить от $R_1 = 10$ Ом до $R_2 = 30$ Ом. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 6,0$ В, его внутреннее сопротивление $r = 2,0$ Ом, сопротивление лампочки $R = 12$ Ом.
4. Источник постоянного тока замкнут на внешнее сопротивление, величина которого в $n = 4$ раза больше величины внутреннего сопротивления источника. Определите ЭДС источника тока, если на внешнем сопротивлении при силе тока $I = 2,0$ А выделяется мощность $P = 36$ Вт.
5. Определите мощность, которая расходуется на нагревание раствора азотнокислого серебра, если за промежуток времени $t = 5,0$ ч в процессе электролиза из него выделяется серебро массой $m = 80$ г. Напряжение в сети $U = 24$ В. Электрохимический эквивалент серебра $k = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

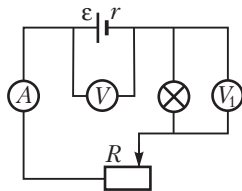


Рис. 63

Вариант 4

1. В растворах и расплавах электролитов носителями электрического тока являются.
 - а) электроны и ионы;
 - б) ионы;
 - в) электроны и дырки;
 - г) электроны;
 - д) электроны и положительные ионы.
2. При температуре $t = 20^\circ\text{C}$ сопротивление нити накала электрической лампы $R = 13\ \text{Ом}$. Определите температуру, до которой нагревается нить, если ее сопротивление в рабочем состоянии $R = 144\ \text{Ом}$. Температурный коэффициент сопротивления материала нити $\alpha = 5,0 \cdot 10^{-3}\ \text{K}^{-1}$.

3. Определите показания идеальных приборов в электрической цепи (рис. 64), если сопротивление реостата увеличить от $R_1 = 2,0\ \text{Ом}$ до $R_2 = 10\ \text{Ом}$. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 12\ \text{В}$, его внутреннее сопротивление $r = 1,0\ \text{Ом}$, сопротивление лампочки $R = 10\ \text{Ом}$.

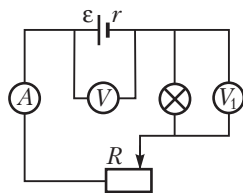


Рис. 64

4. При увеличении внешнего сопротивления от $R_1 = 6,0\ \text{Ом}$ до $R_2 = 12\ \text{Ом}$ КПД источника постоянного тока увеличивается в $n = 1,1$ раза. Определите внутреннее сопротивление источника тока.
5. Шарик радиусом $R = 4,0\ \text{см}$ при электролизе покрывается хромом в течение промежутка времени $\Delta t = 3,0\ \text{ч}$ при силе тока $I = 1,6\ \text{А}$. Определите толщину образовавшегося слоя хрома на шарике, считая, что $h \ll R$. Электрохимический эквивалент хрома $k = 0,18 \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$, плотность хрома $\rho = 7,2 \cdot 10^3\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Вариант 5

1. Сопротивление полупроводников с понижением температуры:
 - а) повышается;
 - б) не изменяется;
 - в) понижается;
 - г) сначала повышается, затем понижается;

- д) нет правильного ответа.
- Определите температуру обмотки генератора во время его работы, если при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ сопротивление медной обмотки якоря генератора $R = 40\text{ мОм}$, а во время работы — $R = 44\text{ мОм}$. Температурный коэффициент сопротивления меди $\alpha = 4,0 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$.
 - Определите показания идеальных приборов в электрической цепи (рис. 65), если сопротивление реостата увеличить от $R_1 = 10\text{ Ом}$ до $R_2 = 20\text{ Ом}$. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 12\text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 3,0\text{ Ом}$, сопротивление лампочки $R = 5,0\text{ Ом}$.
 - Схема, изображенная на рисунке 66, подключена к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 40\text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 2,0\text{ Ом}$. Сопротивления резисторов $R_1 = 10\text{ Ом}$, $R_2 = 40\text{ Ом}$, $R_3 = 40\text{ Ом}$, $R_4 = 60\text{ Ом}$. В каком из резисторов при прохождении тока выделится наибольшая тепловая мощность? Чему она равна?
 - Определите количество вещества, которое осядет на катоде при электролизе из соли двухвалентного металла за промежуток времени $\Delta t = 20\text{ мин}$ при силе тока в цепи $I = 3,0\text{ А}$.

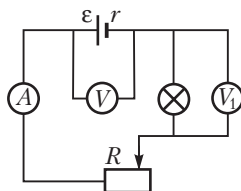


Рис. 65

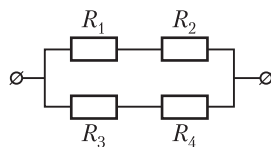


Рис. 66

Вариант 6

- В полупроводниках носителями электрического тока являются:
 - электроны и ионы;
 - ионы;
 - электроны и дырки;
 - электроны;
 - электроны и положительные ионы.
- При температуре $t = -20^\circ\text{C}$ сопротивление телефонной линии передачи $R = 88\text{ Ом}$. Определите ее сопротивление при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, если провода медные. Температурный коэффициент сопротивления меди $\alpha = 4,0 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$.

3. Определите показания идеальных приборов в электрической цепи (рис. 67), если сопротивление реостата увеличить от $R_1 = 20$ Ом до $R_2 = 30$ Ом. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 36$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1,0$ Ом, сопротивление лампочки $R = 5,0$ Ом.

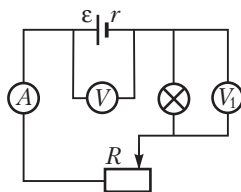


Рис. 67

4. Схема, изображенная на рисунке 68, подключена к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 40$ В и внутренним сопротивлением $r = 2,0$ Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 40$ Ом, $R_4 = 50$ Ом. В каком из резисторов при прохождении тока выделится наименьшая тепловая мощность? Чему она равна?

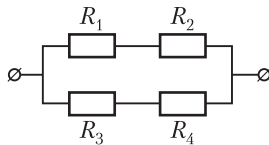


Рис. 68

5. При никелировании пластины в процессе электролиза ее поверхность покрывается слоем никеля толщиной $h = 0,035$ мм. Определите площадь поверхности детали, если время электролиза $\Delta t = 3,5$ ч, сила тока в цепи $I = 0,80$ А. Электрохимический эквивалент никеля $k = 0,30 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$, плотность никеля $\rho = 8,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Ответы

Самостоятельная работа № 1 Основы МКТ строения вещества

Вариант 1. 1. а. 2. б. 3. $\langle E_{\kappa} \rangle = 5,7 \cdot 10^{-21}$ Дж. 4. $m = 1,3$ кг. 5. $p = 1,0 \cdot 10^5$ Па.

Вариант 2. 1. б. 2. а. 3. $V = 275$ л. 4. $M = 16 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$. 5. $V = 10$ л.

Вариант 3. 1. в. 2. г. 3. $M = 2,0 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$. 4. $\nu = 4,00$ моль. 5. $T = 117$ К.

Вариант 4. 1. г. 2. в. 3. $p_0 = 69$ кПа. 4. $m = 6,0$ г. 5. $\nu = 0,28$ моль.

Вариант 5. 1. б. 2. в. 3. $\Delta T = 600$ К. 4. $m_0 = 5,8 \cdot 10^{-26}$ кг. 5. $\nu = 1,4$ моль.

Вариант 6. 1. в. 2. в. 3. $t_1 = -73$ °С. 4. $m_0 = 4,7 \cdot 10^{-26}$ кг. 5. $\nu = 4,6$ моль.

Самостоятельная работа № 2
Поверхностное натяжение. Влажность воздуха

Вариант 1. 1. а. 2. $\rho = 12 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$. 3. $W = 1,5 \text{ мкДж}$. 4. $F = 2,4 \text{ мН}$,
5. $\Delta W = 6,0 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$. 6. $V = 0,12 \text{ м}^3$.

Вариант 2. 1. а. 2. $\varphi = 96 \%$. 3. $A = 0,70 \text{ мкДж}$. 4. $a = 8,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$,
5. $\Delta W = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$. 6. $m = 0,92 \text{ кг}$.

Вариант 3. 1. г. 2. $\varphi = 74 \%$. 3. $r = 1,9 \text{ см}$. 4. $l = 3,0 \text{ см}$, $\Delta A = 9,6 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.
5. $m = 1,3 \text{ г}$.

Вариант 4. 1. б. 2. $\varphi = 50 \%$. 3. $A = 9,5 \text{ мкДж}$. 4. $l = 5,3 \text{ мм}$, $\Delta A = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$.
5. $\rho_n = 21 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$.

Вариант 5. 1. а. 2. $\varphi = 61 \%$. 3. $W = 0,34 \text{ мкДж}$. 4. $d = 1,1 \text{ мм}$,
5. $\Delta A = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$. 6. $\rho = 2,4 \frac{\Gamma}{\text{М}^3}$.

Вариант 6. 1. в. 2. Не выпадет. 3. $W = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$. 4. $\rho = 7,1 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{М}^3}$,
5. $\Delta W = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$. 6. $\Delta \varphi = 54 \%$.

Самостоятельная работа № 3
Закон Кулона
Напряженность электростатического поля

Вариант 1. 1. в. 2. $N = 6,3 \cdot 10^{14}$. 3. $F_1 = 4,2 \text{ Н}$. 4. $F = 0,56 \text{ мН}$.
5. $E = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

Вариант 2. 1. б. 2. $q_1 = q_2 = q_3 = +4,0 \text{ нКл}$. 3. $q_1 = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$. 4. $F = 1,7 \text{ мН}$.
5. $E = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

Вариант 3. 1. г. 2. $\epsilon = 3,0$. 3. $q = -1,1 \cdot 10^4 \text{ Кл}$. 4. $F = 2,3 \text{ мН}$. 5. $E = 4,6 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

Вариант 4. 1. д. 2. Уменьшится в 8 раз. 3. $F = 1,4 \text{ кН}$. 4. $F = 1,3 \text{ мН}$.
5. $E = 7,1 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

Вариант 5. 1. а. 2. $N = 5,0 \cdot 10^{13}$. 3. $F = 2,6 \text{ кН}$. 4. $F = 5,6 \text{ мН}$.
5. $E = 5,6 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

Вариант 6. 1. а. 2. $q = 3,0 \cdot 10^{-4}$ Кл. 3. $r = 2,6$ м. 4. $F = 4,5$ мН.

$$5. E = 4,2 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

Самостоятельная работа № 4
Потенциал и разность потенциалов.
Принцип суперпозиции

Вариант 1. 1. в. 2. $\varphi = -500$ В. 3. $\varphi = 0,38$ кВ. 4. $\varphi = (1 + \sqrt{2})\varphi_0$. 5. $\varphi_1 - \varphi_2 = 8,6$ кВ.

Вариант 2. 1. а. 2. $A = 6,0 \cdot 10^{-5}$ Дж. 3. $\varphi = -9,6$ кВ. 4. $\varphi = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\varphi_0$.

$$5. \varphi_1 - \varphi_2 = -8,6 \text{ кВ.}$$

Вариант 3. 1. б. 2. $q = 5,0 \cdot 10^{-7}$ Кл. 3. $R = 1,6$ м. 4. $\varphi = 2\varphi_0$. 5. $\varphi_1 - \varphi_2 = -923$ В.

Вариант 4. 1. г. 2. $A = 3,0 \cdot 10^{-5}$ Дж. 3. $l = 11$ м. 4. $\varphi = 3\varphi_0$. 5. $\varphi_1 - \varphi_2 = -7,0$ кВ.

Вариант 5. 1. д. 2. $\varphi_1 = 400$ В. 3. $q = 6,7$ нКл. 4. $\varphi = (1 + \sqrt{2})\varphi_0$.

$$5. \varphi_1 - \varphi_2 = 4,6 \text{ кВ.}$$

Вариант 6. 1. д. 2. $\varphi_2 = 200$ В. 3. $R = 21$ см. 4. $\varphi = (1 + \sqrt{2})\varphi_0$. 5. $\varphi_1 - \varphi_2 = 2,0$ кВ.

Самостоятельная работа № 5
Закон Ома для полной электрической цепи.
КПД источника тока

Вариант 1. 1. б. 2. $I = 0,39$ А. 3. K_1, K_3 . 4. $\eta = 80\%$. 5. $U = 2,0$ В, $r = 1,0$ Ом.

Вариант 2. 1. в. 2. $r = 10$ Ом. 3. K_1, K_2 . 4. $P = 102$ Вт. 5. $\mathcal{E} = 2,0$ В, $r = 0,10$ Ом.

Вариант 3. 1. г. 2. $R = 29,5$ Ом. 3. K_1, K_2, K_3 . 4. $r = 0,20$ Ом. 5. $R = 5,5$ Ом,
 $r = 0,5$ Ом, $R_0 = 6,0$ Ом.

Вариант 4. 1. д. 2. $U = 7,6$ В. 3. K_3 . 4. $\frac{r}{R} = 1,0$. 5. $I_{\text{кз}} = 14$ А.

Вариант 5. 1. б. 2. $r = 1,5$ Ом. 3. K_1, K_2, K_3 . 4. $R = 9,3$ Ом. 5. $\mathcal{E} = 53,2$ В, $r = 2,6$ Ом.

Вариант 6. 1. д. 2. $r = 12$ Ом. 3. L_3 . 4. $\eta = 60\%$. 5. $\frac{k+1}{k}$.

Самостоятельная работа № 6
Сила Ампера. Принцип суперпозиции магнитных полей.
Сила Лоренца

Вариант 1. 1. в. 2. $B = 1,0$ Тл. 3. $A = 20$ мДж. 4. $B = 35,5$ мкТл. 5. $\varphi_1 - \varphi_2 = 48$ В.

Вариант 2. 1. г. 2. $F_A = 2,0$ Н. 3. $B = 0,50$ Тл. 4. $B = 4,5$ мкТл. 5. $T = 4,5 \cdot 10^{-10}$ с.

Вариант 3. 1. д. 2. $l = 2,3$ м. 3. $I = 4,0$ А. 4. $B = 18,2$ мкТл. 5. $q = 2,0 \cdot 10^{-15}$ Кл.

Вариант 4. 1. а, в. 2. $\alpha = 29^\circ$. 3. $a = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. 4. $B = 31,7$ мкТл. 5. $U = 2,0 \cdot 10^5$ В.

Вариант 5. 1. б. 2. $F = 2,0$ Н. 3. $\alpha = 45^\circ$. 4. $B = 7,1$ мкТл. 5. $F = 0,20$ мН.

Вариант 6. 1. в. 2. $B = 39$ мТл. 3. $B = 0,19$ Тл. 4. $B = 14,2$ мкТл.

5. $l = 1,2 \cdot 10^{-3}$ мм.

Самостоятельная работа № 7

Магнитное поле. Явление электромагнитной индукции

Вариант 1. 1. б. 2. $\Phi = 8,8 \cdot 10^{-4}$ Вб. 3. $\mathcal{E} = -1,3$ В. 4. $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 50 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$. 5. $I = 20$ мкА.

Вариант 2. 1. б. 2. $L = 4,3 \cdot 10^{-4}$ Гн. 3. $\Phi = 6,9$ мВб. 4. $\mathcal{E} = \text{const} = 50$ мВ.
5. $I = 51$ мкА.

Вариант 3. 1. а. 2. $I = 1,4$ А. 3. $\mathcal{E} = 12$ В. 4. $q = 1,82$ Кл. 5. $I = 79$ мкА.

Вариант 4. 1. в. 2. $S = 1,8$ м². 3. $\mathcal{E} = 1,8$ В. 4. $B = 0,10$ Тл. 5. $I = 67$ мкА.

Вариант 5. 1. б. 2. $B = 2,2 \cdot 10^{-3}$ Тл. 3. $\Delta t = 9,0 \cdot 10^{-3}$ с. 4. $q = 2,5 \cdot 10^{-4}$ Кл.
5. $I = 72$ мкА.

Вариант 6. 1. г. 2. $\Phi = 7,2 \cdot 10^{-4}$ Вб. 3. $L = 0,30$ Гн. 4. $q = 1,0 \cdot 10^{-8}$ Кл.
5. $I = 70$ мкА.

Контрольная работа № 1

Основы МКТ строения вещества. Идеальный газ

Вариант 1. 1. в. 2. $T = 300$ К. 3. $V = 2,0$ м³. 4. $m_2 = 0,98$ г. 5. $T = 233$ К.

Вариант 2. 1. г. 2. $T = 400$ К. 3. $p = 9,3$ атм. 4. $\nu = 6,9$ моль. 5. $l = 57$ см.

Вариант 3. 1. в. 2. $T = 216$ К. 3. $\rho = 0,13 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. 4. $\Delta E = 6,2 \cdot 10^{-22}$ Дж. 5. $l = 38$ см.

Вариант 4. 1. а. 2. $\langle E_{\kappa} \rangle = 6,0 \cdot 10^{-21}$ Дж. 3. $\nu = 14$ моль. 4. $V = 10,4$ м³.
5. $p = 50$ кПа.

Вариант 5. 1. в. 2. $T = 362$ К. 3. $V = 1,1$ м³. 4. $p_1 = 0,10$ МПа. 5. $m_1 = 11$ г.

Вариант 6. 1. в. 2. $n = 4,0$. 3. $p = 8,1$ атм. 4. $m = 4,0$ кг. 5. $F_{\text{тр}} = 14,8$ Н.

Контрольная работа № 2

Основы термодинамики

Вариант 1. 1. б. 2. $A = 96$ Дж. 3. $Q = 600$ Дж. 4. $\nu = \frac{A}{R\Delta T} = 1,41$ моль.

$$5. k = \frac{\nu RT}{\nu RT - A}$$

Вариант 2. 1. в. 2. $Q_1 = 400$ Дж. 3. $\Delta U = 200$ Дж. 4. $A = \frac{2}{3} \nu RT_0 = 3,9$ кДж.

$$5. T_1 = \frac{A}{\nu R(k-1)}.$$

Вариант 3. 1. д. 2. $\eta = 40$ %. 3. $A = 300$ Дж. 4. $\Delta T = \frac{A}{\nu R} = 3,0 \cdot 10^2$ К.

$$5. A = \frac{p_1 V_1}{T_1} (T_3 - T_2) = 100 \text{ Дж.}$$

Вариант 4. 1. г. 2. $Q_2 = 280$ Дж. 3. $Q = 200$ Дж. 4. $k = 2,5$. 5. $T_1 = \frac{A}{2\nu R} = 211$ К.

Вариант 5. 1. б. 2. $Q_1 = 200$ Дж. 3. $\Delta U = 500$ Дж. 4. $\eta = \frac{3}{2}$. 5. $A = \nu RT(k-1)$.

Вариант 6. 1. в. 2. $\eta = 20$ %. 3. $A = 200$ Дж. 4. $Q = 600$ Дж. 5. $Q = \frac{11}{2} \nu RT_1$.

Контрольная работа № 3

Электростатика

Вариант 1. 1. а. 2. $q = -13 \cdot 10^{-9}$ Кл. 3. $r = 41$ см. 4. $\varphi = -(2 - \sqrt{2})\varphi_0$.

$$5. q = CU(\varepsilon - 1).$$

Вариант 2. 1. б. 2. $F = 9,0 \cdot 10^3$ Н. 3. $E = 2,7 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$. 4. $\varphi = -\left(\frac{3 + 2\sqrt{2}}{2}\right)\varphi_0$.

$$5. \varepsilon = 4,0.$$

Вариант 3. 1. г. 2. $F = 12$ мкН. 3. $q_1 = 3,0$ мкКл. 4. $\varphi = \left(\frac{4 - 4\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)\varphi_0$.

$$5. \Delta\varphi_1 = k\Delta\varphi.$$

Вариант 4. 1. в. 2. $E = 22,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. 3. $\varepsilon = 4,0$. 4. $\varphi = \left(2 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)\varphi_0$. 5. $U = \frac{U_0}{\varepsilon}$.

Вариант 5. 1. г. 2. $C = 1,0$ пФ. 3. $U = 81$ кВ. 4. $\varphi = -\frac{5}{2}\varphi_0$. 5. $\Delta\varphi_1 = \frac{\Delta\varphi}{k}$.

Вариант 6. 1. г. 2. $\Delta\varphi = 12$ кВ. 3. $l = 5,0$ см. 4. $\varphi = \varphi_0$. 5. $\varepsilon = n = 3,0$.

Контрольная работа № 4

Постоянный ток. Электрический ток в различных средах

Вариант 1. 1. г. 2. $\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$. 3. $I = 0,38$ А, $U = 11$ В, $U_1 = 3,8$ В.

$$4. r = 12 \text{ Ом}, \eta_1 = 33 \%, \eta_2 = 66 \%. 5. I = 9,0 \text{ А.}$$

Вариант 2. 1. В. 2. $\Delta R = 0,48 \text{ Ом}$. 3. $I = 0,67 \text{ А}$, $U = 23,3 \text{ В}$, $U_1 = 3,3 \text{ В}$.

4. $P = 0,10 \text{ кВт}$. 5. $W = 91 \text{ МДж}$.

Вариант 3. 1. В. 2. $\Delta t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$. 3. $I = 0,14 \text{ А}$, $U = 5,7 \text{ В}$, $U_1 = 1,7 \text{ В}$. 4. $\mathcal{E} = 23 \text{ В}$.

5. $P = 95 \text{ Вт}$.

Вариант 4. 1. б. 2. $t_1 = 2437 \text{ }^\circ\text{C}$. 3. $I = 0,57 \text{ А}$, $U = 11 \text{ В}$, $U_1 = 5,7 \text{ В}$.

4. $r = 1,3 \text{ Ом}$. 5. $h = 21 \text{ мкм}$.

Вариант 5. 1. а. 2. $t_1 = 47 \text{ }^\circ\text{C}$. 3. $I = 0,43 \text{ А}$, $U = 10,7 \text{ В}$, $U_1 = 2,1 \text{ В}$. 4. На R_2 ,

$P_{\text{max}} = 26 \text{ Вт}$. 5. $\nu = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ моль}$.

Вариант 6. 1. В. 2. $R_1 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ Ом}$. 3. $I = 1,0 \text{ А}$, $U = 35 \text{ В}$, $U_1 = 5,0 \text{ В}$. 4. На R_3 ,

$P_{\text{min}} = 7,0 \text{ Вт}$. 5. $S = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$.

Контрольно-измерительные материалы

11

класс

(авторы В. В. Дорофейчик,
В. А. Пенязь)

Самостоятельная работа № 1

Пружинный и математический маятники

Вариант 1

1. Зависимость координаты материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид:
 $x(t) = A \cos(Bt + C)$, где $A = 40$ мм, $B = 2\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{\pi}{4}$. Какова амплитуда колебаний материальной точки?
2. Период гармонических колебаний пружинного маятника $T = 0,628$ с. Определите массу груза, если жесткость пружины $k = 30,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
3. Математический маятник за промежуток времени $\Delta t_1 = 20$ с совершил столько же полных колебаний, как и пружинный маятник за промежуток времени $\Delta t_2 = 10$ с. Во сколько раз отличаются частоты колебаний маятников?
4. Математический маятник массой $m = 40$ г и длиной $l = 0,8$ м совершает гармонические колебания с амплитудой $x_{\max} = 2$ см. Определите максимальную кинетическую энергию маятника. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.
5. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки, колеблющейся вдоль оси Ox , $x_{\max} = 4$ см. В начальный момент времени проекция скорости положительна, координата $x_0 = 2$ см. Через какой минимальный промежуток времени координата точки вновь станет $x = 2$ см, если период колебаний $T = 1,8$ с?

Вариант 2

1. Зависимость координаты материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид:
 $x(t) = A \sin(Bt + C)$, где $A = 2,5$ см, $B = 1,5\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{3\pi}{4}$. Какова начальная фаза колебаний материальной точки?

2. Определите частоту гармонических колебаний пружинного маятника, если масса $m = 75$ г, жесткость пружины $k = 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
3. За один и тот же промежуток времени математический маятник совершил $N_1 = 30$ полных колебаний, а пружинный маятник – $N_2 = 12$ полных колебаний. Во сколько раз период колебаний пружинного маятника больше периода колебаний математического маятника?
4. Математический маятник массой $m = 500$ г и длиной $l = 1,5$ м совершает гармонические колебания. Определите амплитуду колебаний, если модуль максимальной возвращающей силы, действующей на маятник, $F_{\text{max}} = 0,16$ Н. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
5. Через какой минимальный промежуток времени проекция скорости движения точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , будет равна половине проекции максимальной скорости ее движения, если в начальный момент времени точка находится в положении равновесия? Период колебаний $T = 5,4$ с.

Вариант 3

1. Зависимость координаты материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид: $x(t) = A \cos(Bt + C)$, где $A = 22$ мм, $B = 1,3\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{\pi}{9}$. Какова циклическая частота колебаний материальной точки?
2. Период гармонических колебаний пружинного маятника $T = 0,942$ с. Определите жесткость пружины, если масса груза $m = 675$ г.
3. Математический маятник за промежуток времени $\Delta t_1 = 27$ с совершил $N_1 = 15$ полных колебаний. За какой промежуток времени пружинный маятник совершит $N_2 = 20$ полных колебаний, если их периоды колебаний совпадают?

4. Шарик массой $m = 80$ г, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, совершает гармонические колебания с амплитудой $x_{\max} = 12$ см. Определите длину нити, если модуль максимального импульса шарика $p_{\max} = 0,024 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
5. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки, колеблющейся вдоль оси Ox , $x_{\max} = 6$ см. В начальный момент времени проекция скорости положительна, а координата точки $x_0 = 3$ см. Через какой минимальный промежуток времени координата точки станет $x = -3$ см, если период колебаний $T = 1,2$ с?

Вариант 4

1. Зависимость координаты материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид: $x(t) = A \sin(Bt + C)$, где $A = 15$ см, $B = 0,9\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{\pi}{6}$. Какова амплитуда колебаний материальной точки?
2. Частота гармонических колебаний пружинного маятника $\nu = 0,80$ Гц. Определите массу груза, если жесткость пружины $k = 60 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
3. Математический маятник совершил $N_1 = 45$ полных колебаний, а пружинный маятник за такой же промежуток времени — $N_2 = 30$ полных колебаний. Во сколько раз частота колебаний математического маятника больше частоты колебаний пружинного маятника?
4. Математический маятник длиной $l = 2$ м совершает гармонические колебания с амплитудой $x_{\max} = 1,6$ см. Определите массу маятника, если модуль максимальной возвращающей силы, действующей на него, $F_{\max} = 4$ мН. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

5. Через какой минимальный промежуток времени модуль скорости движения точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , будет равен половине модуля максимальной скорости ее движения, если в начальный момент времени точка находится в положении с максимальной координатой? Период колебаний $T = 3,6$ с.

Вариант 5

1. Зависимость координаты материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид: $x(t) = A \cos(Bt + C)$, где $A = 80$ мм, $B = 1,2\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{\pi}{8}$. Какова начальная фаза колебаний материальной точки?
2. Определите период гармонических колебаний пружинного маятника, если масса груза $m = 600$ г, жесткость пружины $k = 60,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
3. Математический маятник за промежуток времени $\Delta t_1 = 50$ с совершил $N_1 = 25$ полных колебаний. Определите промежуток времени, за который пружинный маятник совершит $N_2 = 14$ полных колебаний, если частоты колебаний маятников совпадают.
4. Шарик массой $m = 400$ г, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 1,6$ м, совершает гармонические колебания. Определите амплитуду колебаний, если модуль максимального импульса шарика $p_{\text{max}} = 0,025 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
5. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки, колеблющейся вдоль оси Ox , $x_{\text{max}} = 2,0$ см. В начальный момент времени проекция скорости отрицательна, а координата $x_0 = 1,0$ см. Через какой минимальный промежуток времени координата точки вновь станет $x = 1,0$ см, если период колебаний $T = 0,96$ с?

Вариант 6

1. Зависимость координаты материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид:
 $x(t) = A \sin(Bt + C)$, где $A = 13$ мм, $B = 1,6\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{\pi}{5}$. Какова циклическая частота колебаний материальной точки?
2. Частота гармонических колебаний пружинного маятника $\nu = 3,20$ Гц. Определите жесткость пружины, если масса груза $m = 300$ г.
3. Математический маятник за промежуток времени $\Delta t_1 = 72$ с совершил столько же полных колебаний, как и пружинный маятник за промежуток времени $\Delta t_2 = 48$ с. Во сколько раз период колебаний математического маятника больше периода колебаний пружинного маятника?
4. Математический маятник массой $m = 20$ г совершает гармонические колебания с амплитудой $x_{\text{max}} = 1,8$ см. Определите длину нити маятника, если его максимальная кинетическая энергия $(W_k)_{\text{max}} = 36$ мкДж. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
5. Через какой минимальный промежуток времени модуль ускорения материальной точки, совершающей гармонические колебания вдоль оси Ox , будет равен половине модуля ее максимального ускорения, если в начальный момент времени точка находится в положении равновесия? Период колебаний $T = 4,8$ с.

Самостоятельная работа № 2 Электромагнитные колебания

Вариант 1

1. Если сила тока в цепи переменного тока изменяется с течением времени по закону $I = A \sin Bt$, где $A = 5,0$ А, $B = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то амплитудное значение силы тока равно:
а) $\frac{5,0}{\sqrt{2}}$ А; б) 5,0 А; в) 10 А; г) 50 А.

2. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 100$ пФ и катушки индуктивностью $L = 10$ мГн. Определите период свободных электромагнитных колебаний в контуре.
3. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью $L = 5,0$ мГн. Определите емкость конденсатора, если амплитудное значение силы тока в катушке $I_0 = 40$ мА, амплитудное значение напряжения на конденсаторе $U_0 = 200$ В.
4. Найдите количество теплоты, которое выделяется за промежуток времени $\Delta t = 10,0$ мин в кипятильнике сопротивлением $R = 110$ Ом, включенном в сеть переменного тока. Напряжение в сети изменяется по закону $U = A \sin Bt$, где $A = 311$ В, $B = 314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
5. Определите отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора идеального колебательного контура в момент времени, когда мгновенное значение напряжения на конденсаторе в 2 раза меньше его максимального значения.

Вариант 2

1. Если заряд конденсатора идеального колебательного контура изменяется с течением времени по закону $q = A \cos Bt$, где $A = 10$ мкКл, $B = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то максимальный заряд на конденсаторе равен:

а) 20 мкКл;	в) 10 мкКл;
б) $20\sqrt{2}$ мкКл;	г) $10\sqrt{2}$ мкКл.
2. Период свободных электромагнитных колебаний в контуре $T = 0,10$ мс. Определите циклическую частоту электромагнитных колебаний в данном контуре.
3. Определите индуктивность катушки колебательного контура, если амплитудное значение силы тока в катушке $I_0 = 20$ мА, амплитудное значение напряжения на конденсаторе $U_0 = 400$ В. Электроемкость конденсатора контура $C = 50$ пФ.

4. Сила тока в резисторе сопротивлением $R = 18$ Ом изменяется по закону $I = A \sin Bt$, где $A = 8,6$ А, $B = 314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите количество теплоты, выделившееся на резисторе за промежуток времени, равный периоду переменного тока.
5. Определите отношение энергии электрического поля конденсатора к энергии магнитного поля катушки идеального колебательного контура в момент времени, когда мгновенное значение силы тока в катушке в 2 раза меньше максимального.

Вариант 3

1. Если сила тока в цепи переменного тока изменяется с течением времени по закону $I = A \sin Bt$, где $A = 5,0$ А, $B = 31,4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то циклическая частота колебаний тока равна:

а) $5\sqrt{2} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;	в) $3,14 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;
б) $5,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;	г) $31,4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
2. За промежуток времени $\Delta t = 2,0$ с в идеальном колебательном контуре было совершено $N = 100$ полных электромагнитных колебаний. Определите частоту свободных электромагнитных колебаний в контуре.
3. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 200$ пФ и катушки индуктивностью $L = 5,0$ мГн. Определите амплитудное значение силы тока в катушке, если амплитудное значение напряжения на конденсаторе $U_0 = 400$ В.
4. Количество теплоты, выделившееся за промежуток времени $\Delta t = 1,0$ мин в нагревательном элементе электрической плитки сопротивлением $R = 70$ Ом, включенной в сеть переменного тока, $Q = 16,8$ кДж. Определите действующее и амплитудное значения силы тока в цепи.
5. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 0,20$ Гн и конденсатора емкостью $C = 10$ мкФ. Максимальное значение напряжения на конденсаторе $U_0 = 4,0$ В. Определите силу тока в момент времени, когда энергии электрического и магнитного полей контура будут одинаковыми.

Вариант 4

1. Если напряжение в цепи переменного тока изменяется с течением времени по закону $U = A \cos Bt$, где $A = 10$ В, $B = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то амплитудное значение напряжения равно:
а) 20 В; б) 10 В; в) $\frac{10}{\sqrt{2}}$ В; г) $10\sqrt{2}$ В.
2. Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре $T = 0,2$ мс. Определите число полных колебаний за промежутки времени $\Delta t = 1$ с.
3. Найдите амплитудное значение напряжения в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора емкостью $C = 100$ нФ и катушки индуктивностью $L = 1,0$ мГн, если амплитудное значение силы тока в катушке $I_0 = 0,080$ А.
4. В нагревательном элементе электрической плитки сопротивлением $R = 120$ Ом, включенной в цепь переменного тока, выделилось количество теплоты $Q = 121$ кДж. Определите промежуток времени, в течение которого выделилось данное количество теплоты, если амплитудное значение напряжения $U_0 = 311$ В.
5. Определите отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора идеального колебательного контура в момент времени, когда мгновенное значение напряжения равно его действующему значению.

Вариант 5

1. Если заряд конденсатора идеального колебательного контура изменяется с течением времени по закону $q = A \sin Bt$, где $A = 20$ мкКл, $B = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то циклическая частота электромагнитных колебаний в контуре равна:
а) $10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; в) $20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;
б) $10\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; г) $20\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
2. Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре $T = 0,20$ мс. Чему равна частота этих колебаний?

3. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 16 \text{ мкФ}$ и катушки индуктивностью $L = 40 \text{ мГн}$. Найдите отношение амплитудных значений напряжения на конденсаторе и силы тока в катушке.
4. Определите количество теплоты, которое выделяется за промежуток времени $\Delta t = 1,0 \text{ мин}$ в нагревательном элементе электрической плитки сопротивлением $R = 40 \text{ Ом}$, если плитка включена в сеть переменного тока, напряжение в которой изменяется по закону $U = A \cos Bt$, где $A = 311 \text{ В}$, $B = 100\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
5. Конденсатор сначала подключили к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10,0 \text{ В}$. Затем его отсоединили от источника и подключили к идеальной катушке, индуктивность которой $L = 20 \text{ мГн}$. В образовавшемся колебательном контуре возникли электромагнитные колебания с частотой $\nu = 660 \text{ Гц}$. Найдите максимальное значение силы тока в колебательном контуре.

Вариант 6

1. Если напряжение в цепи переменного тока изменяется с течением времени по закону $U = A \sin Bt$, где $A = 311 \text{ В}$, $B = 314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то циклическая частота колебаний напряжения в цепи равна:

а) $157 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;	в) $314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;
б) $311 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;	г) $628 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
2. Частота свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре $\nu = 50 \text{ кГц}$. Определите число полных колебаний за промежуток времени $\Delta t = 0,40 \text{ мс}$.
3. Найдите отношение индуктивности катушки и емкости конденсатора, из которых состоит идеальный колебательный контур, если амплитудное значение силы тока в катушке $I_0 = 5,0 \text{ мА}$, амплитудное значение напряжения на конденсаторе $U_0 = 10 \text{ мВ}$.
4. Сила переменного тока в цепи, содержащей нагревательный элемент, изменяется по закону $I = A \sin Bt$, где $A = 2,0 \text{ А}$, $B = 314 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Най-

дите сопротивление нагревательного элемента, если за промежуток времени, равный периоду колебаний переменного тока, на нем выделилось количество теплоты $Q = 3,2$ Дж.

5. Энергия электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре $W = 0,50$ мДж, частота колебаний $\nu = 400$ кГц. Найдите индуктивность катушки, включенной в контур, если максимальный заряд на конденсаторе $q_0 = 50$ нКл.

Самостоятельная работа № 3 Интерференция и дифракция света

Вариант 1

1. Наибольшей длиной волны обладают электромагнитные волны, соответствующие области спектра:
а) желтого цвета; в) красного цвета;
б) зеленого цвета; г) фиолетового цвета.
2. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Во сколько раз период решетки больше длины волны, если максимум второго порядка наблюдается под углом $\varphi = 30^\circ$?
3. Две когерентные волны сходятся в одной точке. Усиление или ослабление света наблюдается в этой точке, если оптическая разность хода волн $\Delta d = 2 \cdot 10^{-6}$ м, а длина волны $\lambda = 0,4$ мкм?
4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 625$ нм. Определите количество штрихов, нанесенных на длину $l = 1,0$ см дифракционной решетки, если дифракционному максимуму четвертого порядка соответствует отклонение от первоначального направления на угол $\alpha = 30^\circ$.
5. Расстояние между двумя когерентными источниками света, излучающими волны равной длины, $l = 1,0$ мм, расстояние от каждого источника до плоского экрана $L = 3,0$ м. Определите длину световой волны, если расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране $\Delta x = 1,5$ мм.

Вариант 2

1. Наименьшей частотой обладают электромагнитные волны, соответствующие области спектра:
а) красного цвета; в) синего цвета;
б) желтого цвета; г) фиолетового цвета.
2. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет, длина волны которого $\lambda = 600$ нм. Определите период решетки, если максимум третьего порядка наблюдается под углом $\varphi = 30^\circ$.
3. Две когерентные волны сходятся в одной точке. Усиление или ослабление света наблюдается в этой точке, если оптическая разность хода волн $\Delta d = 0,9 \cdot 10^{-6}$ м, а частота колебаний $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц? Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. При освещении дифракционной решетки белым светом, направленным перпендикулярно решетке, спектры второго и третьего порядков частично перекрываются друг другом. Какова длина волны в спектре второго порядка, которая совпадает с длиной волны $\lambda_3 = 400$ нм в спектре третьего порядка?
5. Каждый из двух когерентных источников света, излучающих волны равной длины, находится на расстоянии $L = 4$ м от плоского экрана. Определите, во сколько раз расстояние между источниками света больше длины волны, если расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране $\Delta x = 2$ мм.

Вариант 3

1. Наибольшим периодом обладают электромагнитные волны, соответствующие области спектра:
а) желтого цвета; в) оранжевого цвета;
б) зеленого цвета; г) фиолетового цвета.
2. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет, длина волны которого $\lambda = 450$ нм. Определите угол, под которым наблюдается четвертый максимум, если период решетки $d = 3,6$ мкм.

3. Две когерентные волны сходятся в одной точке. Усиление или ослабление света наблюдается в этой точке, если оптическая разность хода волн $\Delta d = 1,8$ мкм, а длина волны $\lambda = 600$ нм?
4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Определите количество штрихов, нанесенных на длину $l = 1,0$ мм дифракционной решетки, если расстояние от решетки до экрана $L = 2,0$ м, а расстояние между центральным и первым максимумами $\Delta x = 11$ см.
5. Каждый из двух когерентных источников света, излучающих волны равной длины $\lambda = 500$ нм, находится на равном расстоянии от плоского экрана. Определите, во сколько раз расстояние от источников света до экрана больше расстояния между источниками света, если расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране $\Delta x = 2$ мм.

Вариант 4

1. Наименьшей длиной волны обладают электромагнитные волны, соответствующие области спектра:

а) фиолетового цвета;	в) синего цвета;
б) желтого цвета;	г) оранжевого цвета.
2. На дифракционную решетку, период которой $d = 2$ мкм, нормально падает монохроматический свет. Определите длину волны света, если максимум второго порядка наблюдается под углом $\varphi = 30^\circ$.
3. Две когерентные волны сходятся в одной точке. Усиление или ослабление света наблюдается в этой точке, если оптическая разность хода волн $\Delta d = 6,0 \cdot 10^{-6}$ м, а период колебаний $T = 2,0 \cdot 10^{-15}$ с? Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. При освещении дифракционной решетки белым светом, направленным перпендикулярно решетке, спектры третьего и четвертого порядков частично перекрываются друг другом. Какова длина волны в спектре третьего порядка, которая совпадает с длиной волны $\lambda_4 = 450$ нм в спектре четвертого порядка?
5. Расстояние между двумя когерентными источниками света, излучающими волны равной длины, $l = 1,0$ мм, расстояние от каж-

дого источника до плоского экрана $L = 4,0$ м. Определите расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране, если длина волны $\lambda = 550$ нм.

Вариант 5

1. Наибольшей частотой обладают электромагнитные волны, соответствующие области спектра:
а) зеленого цвета; в) синего цвета;
б) желтого цвета; г) фиолетового цвета.
2. На дифракционную решетку, период которой $d = 5,2$ мкм, нормально падает монохроматический свет. Определите номер максимума, который наблюдается под углом $\varphi = 30^\circ$. Длина волны $\lambda = 650$ нм.
3. Две когерентные волны сходятся в одной точке. Усиление или ослабление света наблюдается в этой точке, если оптическая разность хода волн $\Delta d = 1,5 \cdot 10^{-6}$ м, а длина волны $\lambda = 0,6$ мкм?
4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Максимум второго порядка наблюдается под углом $\alpha = 30^\circ$ к нормали. Каков максимальный порядок дифракционного спектра?
5. Расстояние между двумя когерентными источниками света, излучающими волны равной длины $\lambda = 440$ нм, $l = 1,0$ мм. Определите расстояние от источников света до экрана, если расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране $\Delta x = 2,2$ мм.

Вариант 6

1. Наименьшим периодом обладают электромагнитные волны, соответствующие области спектра:
а) красного цвета; в) синего цвета;
б) желтого цвета; г) фиолетового цвета.
2. Ширина каждой щели дифракционной решетки $b = 1,1$ мкм. Определите период решетки, если ширина непрозрачной части между щелями $a = 1,3$ мкм.

- Две когерентные волны сходятся в одной точке. Усиление или ослабление света наблюдается в этой точке, если оптическая разность хода волн $\Delta d = 1,8 \cdot 10^{-6}$ м, а частота колебаний $\nu = 7,5 \cdot 10^{14}$ Гц? Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- При освещении дифракционной решетки белым светом, падающим перпендикулярно решетке, спектры четвертого и пятого порядков перекрываются друг другом. Какова длина волны спектра четвертого порядка, совпадающая с длиной волны $\lambda_5 = 400$ нм спектра пятого порядка?
- Расстояние от каждого из двух когерентных источников света до плоского экрана $L = 5$ м. Определите расстояние между источниками света, если расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране $\Delta x = 3$ мм, а длина волны $\lambda = 600$ нм.

Самостоятельная работа № 4

Закон преломления света. Формула тонкой линзы

Вариант 1

- Углом падения луча света на границу MN раздела двух сред (рис. 1) является угол:
 - α ;
 - β ;
 - γ ;
 - δ .

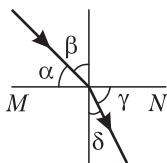


Рис. 1

- Оптическая сила тонкой рассеивающей линзы $D = -5,0$ дптр. Определите фокусное расстояние линзы.
- Постройте ход луча в тонкой линзе (рис. 2).

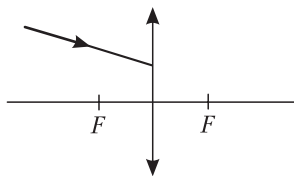


Рис. 2

- С помощью линзы на экране получено изображение предмета в 4 раза большее, чем сам предмет. Найдите фокусное расстояние линзы, если предмет расположен на расстоянии $d = 30$ см от линзы.

5. На поверхности озера глубиной $H = 2,0$ м находится круглый плот радиусом $R = 8,0$ м. Найдите радиус полной тени от пловца на дне озера при освещении воды рассеянным светом. Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Вариант 2

1. Углом преломления луча света на границе MN раздела двух сред (рис. 3) является угол:
- α ;
 - β ;
 - γ ;
 - δ .

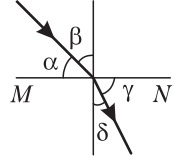


Рис. 3

2. Определите оптическую силу тонкой собирающей линзы, если ее фокусное расстояние $F = 40$ см.
3. Постройте ход луча в тонкой линзе (рис. 4).

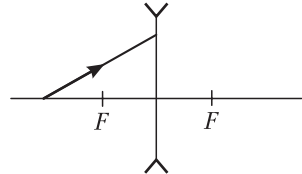


Рис. 4

4. Точечный источник света расположен на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии $d = 20$ см от нее. Определите фокусное расстояние линзы F , если действительное изображение источника получено на расстоянии $4F$ от линзы.
5. Из центра круглого пловца на глубину h опущен точечный источник света. При каком минимальном радиусе пловца свет от источника не выйдет из воды? Показатель преломления воды равен n .

Вариант 3

1. На рисунке 5 изображено преломление луча на границе раздела двух сред. Правильным соотношением между абсолютными показателями преломления веществ данных сред является:
- $n_1 > n_2$;
 - $n_1 < n_2$;
 - $n_1 = n_2$;
 - $\sqrt{n_1} > \sqrt{n_2}$.

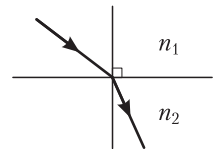


Рис. 5

- Оптическая сила тонкой собирающей линзы $D = 2$ дптр. Определите фокусное расстояние линзы.
- Постройте ход луча в тонкой линзе (рис. 6).

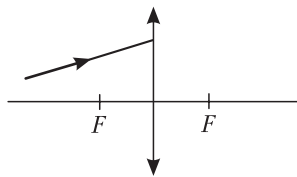


Рис. 6

- Определите фокусное расстояние собирающей линзы, если расстояние между мнимым изображением предмета и линзой $f = 90$ см. Известно, что линза дает увеличение $\Gamma = 4,0$.
- На дне водоема стоит водолаз и видит отраженными от поверхности воды те части горизонтального дна, которые расположены от него на расстоянии $l = 10$ м и более. Определите глубину водоема. Рост водолаза $h_0 = 1,8$ м. Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Вариант 4

- На рисунке 7 изображено преломление луча света на границе раздела двух сред. Правильным соотношением между абсолютными показателями преломления данных сред является:

- $n_1 < n_2$;
- $n_1 > n_2$;
- $n_1 = n_2$;
- $\sqrt{n_1} < \sqrt{n_2}$.

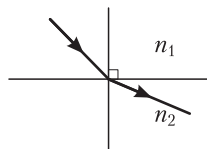


Рис. 7

- Определите оптическую силу тонкой рассеивающей линзы, если ее фокусное расстояние $F = 20$ см.
- Постройте ход луча в тонкой линзе (рис. 8).

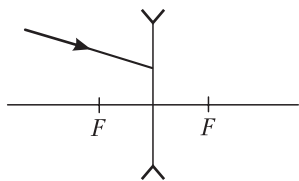


Рис. 8

- Расстояние от предмета до собирающей линзы в 5 раз больше фокусного расстояния линзы. Найдите увеличение линзы.
- Угол преломления луча света на границе первой и второй сред $\beta_1 = 45^\circ$. При переходе луча света из первой среды в третью, при том же угле падения, угол преломления $\beta_2 = 30^\circ$. Чему равен предельный угол полного отражения луча на границе третьей и второй сред?

Вариант 5

1. Ход преломленного луча при падении на границу стекло — воздух правильно показан на рисунке 9 в случае:

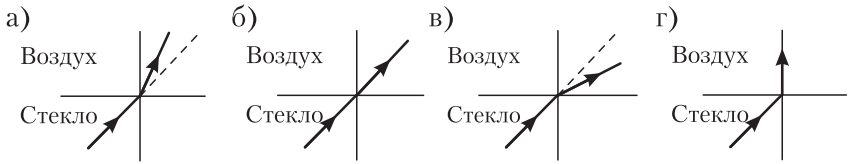


Рис. 9

2. Определите абсолютный показатель преломления вещества, если скорость распространения света в нем $v = 2,2 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. Постройте изображение точечного источника света S в тонкой линзе (рис. 10).

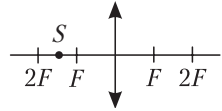


Рис. 10

4. Предмет высотой $H = 9,9$ см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой линзы на расстоянии $d = 60$ см от нее. Определите высоту изображения, если оптическая сила линзы $D = -2,0$ дптр.
5. В жидкость с абсолютным показателем преломления $n = 1,8$ помещен точечный источник света. На каком максимальном расстоянии над источником следует поместить горизонтальный непрозрачный диск диаметром $d = 4,0$ см, чтобы свет не вышел из жидкости в воздух?

Вариант 6

1. Ход преломленного луча при падении на границу вода — воздух правильно показан на рисунке 11 в случае:

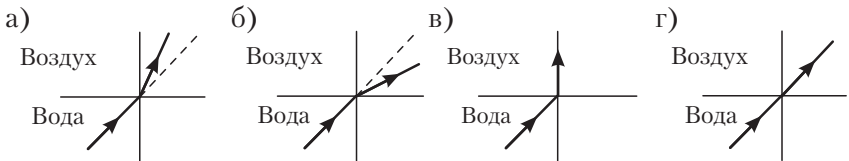


Рис. 11

- Определите скорость распространения света в прозрачной среде, абсолютный показатель преломления которой $n = 1,8$. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- Постройте изображение точечного источника света S в тонкой линзе (рис. 12).
- На каком расстоянии от собирающей линзы с оптической силой $D = 4$ дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось в $\Gamma = 5$ раз больше самого предмета?
- В жидкости с абсолютным показателем преломления $n = 1,8$ удерживается горизонтальный непрозрачный диск радиусом $R = 2,0$ см. В центре под диском находится точечный источник света. Через какой минимальный промежуток времени свет начнет выходить из жидкости в воздух, если диск будут равномерно перемещать вертикально вверх со скоростью $v = 5,0 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$? Источник света неподвижно закреплен в жидкости.

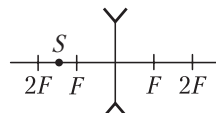


Рис. 12

Самостоятельная работа № 5 Фотоэффект. Действие света

Вариант 1

- Максимальное число фотоэлектронов, вырываемых с катода за единицу времени (фототок насыщения), прямо пропорционально:
 - напряжению между анодом и катодом;
 - интенсивности падающего излучения;
 - длине волны падающего излучения;
 - частоте падающего излучения.
- Найдите энергию фотона, соответствующего электромагнитной волне с частотой $\nu = 1,0 \cdot 10^{15}$ Гц.
- Определите длину волны света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют максимальную кинетическую энергию $E_k = 4,5 \cdot 10^{-20}$ Дж, а работа выхода электрона из металла $A_{\text{вых}} = 7,5 \cdot 10^{-19}$ Дж.

4. Определите работу выхода электронов из металла, если при его облучении фотонами с энергией $E = 10$ эВ задерживающая разность потенциалов $U_3 = 8,0$ В.
5. Источник света мощностью $P = 0,10$ кВт испускает свет с длиной волны $\lambda = 580$ нм. Какое количество фотонов испускается за время $\Delta t = 1,0$ с, если $\eta = 5,0\%$ мощности источника идет на излучение?

Приложение.

Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 2

1. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при вылете из металла зависит от:
 - а) напряжения между катодом и анодом;
 - б) интенсивности падающего излучения;
 - в) частоты падающего излучения;
 - г) фототока насыщения.
2. Найдите энергию фотона, соответствующего электромагнитному излучению с длиной волны $\lambda = 7,0 \cdot 10^{-5}$ см.
3. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона, вылетевшего из цезиевого фотокатода при освещении его светом с длиной волны $\lambda = 400$ нм. Работа выхода электрона из цезия $A_{\text{вых}} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
4. Энергия фотона, поглощенного фотокатодом, $E = 8,0 \cdot 10^{-19}$ Дж. Работа выхода электрона с поверхности катода $A_{\text{вых}} = 2,0$ эВ. Определите величину задерживающего напряжения, при котором прекратится фототок.
5. Источник света, работающий при напряжении $U = 5,0$ кВ и потребляющий ток $I = 1,0$ мА, излучает в секунду $n = 2,1 \cdot 10^{18}$ фотонов, соответствующих электромагнитному излучению со средней длиной волны $\langle \lambda \rangle = 400$ нм. Определите коэффициент полезного действия источника света.

Приложение.

Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 3

1. Красная граница фотоэффекта — это:
 - а) максимальная частота, при которой еще наблюдается фотоэффект;
 - б) минимальная частота излучения, начиная с которой наблюдается фотоэффект;
 - в) минимальная длина волны, при которой наблюдается фотоэффект;
 - г) минимальная интенсивность света, вызывающая фотоэффект.
2. Найдите модуль импульса фотонов, соответствующих электромагнитному излучению с длиной волны $\lambda = 1,6 \cdot 10^{-10}$ см.
3. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов в 2 раза меньше работы выхода электронов из металла. Работа выхода $A_{\text{вых}} = 9,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите энергию фотона, вызывающего фотоэффект в этом случае. Ответ запишите в электрон-вольтах.
4. Для некоторого металла красная граница фотоэффекта равна $\lambda_{\text{кр}}$, а задерживающее напряжение U_3 . Чему равен модуль импульса фотона излучения, вызывающего фотоэффект?
5. Электрическая лампочка, работающая при напряжении $U = 220$ В и потребляющая ток $I = 0,27$ А, излучает в секунду $n = 1,0 \cdot 10^{19}$ фотонов. На излучение лампочки затрачивается $\eta = 7,0\%$ ее мощности. Определите длину волны излучения, соответствующую средней энергии фотона.

Приложение.

Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 4

1. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с:
 - а) уменьшением частоты падающего света;
 - б) увеличением частоты падающего света;
 - в) увеличением интенсивности падающего света;
 - г) уменьшением интенсивности падающего света.
2. Найдите модуль импульса фотона, соответствующего электромагнитной волне с частотой $\nu = 5,5 \cdot 10^{14}$ Гц.
3. Работа выхода электронов из металла $A_{\text{вых}} = 6,0$ эВ. Определите энергию фотона, соответствующего электромагнитному излучению, падающему на металл, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов $(E_{\text{к}})_{\text{max}} = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж.
4. Работа выхода электронов из цезия $A_{\text{вых}} = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Для прекращения фототока потребовалось приложить задерживающую разность потенциалов $U_3 = 1,5$ В. Определите длину световой волны, которой облучали в этом случае цезиевый катод.
5. На каплю воды массой $m = 0,40$ г каждую секунду падает $n = 2,4 \cdot 10^{18}$ фотонов, соответствующих электромагнитному излучению с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Определите изменение температуры воды за время $\Delta t = 12$ с, если потерями энергии пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Приложение.

Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с.

Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 5

1. Скорость фотоэлектронов зависит:
 - а) только от химической природы металлов;
 - б) только от частоты падающего излучения;
 - в) от интенсивности падающего излучения;
 - г) от частоты падающего излучения и химической природы металлов.

2. Фотоэффект прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3 = 8,0$ В. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов.
3. Работа выхода электрона из кадмия $A_{\text{вых}} = 4,1 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите максимальную кинетическую энергию электронов, вырываемых из кадмия под действием света, импульс фотона которого $p = 2,1 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.
4. Для некоторого металла частота, соответствующая красной границе фотоэффекта, в $k = 1,2$ раза меньше частоты падающего излучения. Определите работу выхода электронов из данного металла, если максимальная скорость фотоэлектронов $v_{\text{max}} = 6,0 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Ответ запишите в электрон-вольтах. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
5. Каплю воды массой $m = 0,80$ г нагревают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Ежесекундно вода поглощает $n = 1,0 \cdot 10^{18}$ фотонов. За какой промежуток времени вода нагревается на $\Delta T = 10$ К, если потерями энергии пренебречь? Удельная теплоемкость воды $c_v = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Приложение.

Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с.

Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 6

1. Задерживающее напряжение U_3 — это:
 - а) наименьшее отрицательное напряжение, при котором фотоэлектроны движутся равномерно;
 - б) наименьшее отрицательное напряжение, при котором фототок прекращается;
 - в) положительное напряжение, при котором фотоэлектроны движутся равномерно;
 - г) наименьшее положительное напряжение, соответствующее фототоку насыщения.

2. Определите работу выхода электрона из цинка, если длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, $\lambda_{\text{кр}} = 0,34$ мкм.
3. Поверхность фотокатода освещается светом с длиной волны $\lambda = 210$ нм. Определите задерживающую разность потенциалов, если работа выхода электрона из металла $A_{\text{вых}} = 4,1$ эВ.
4. Определите, во сколько раз частота излучения, вызывающего фотоэффект с поверхности некоторого металла, больше частоты, соответствующей красной границе фотоэффекта, если работа выхода из этого металла в $k = 2,5$ раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов.
5. На водяную каплю падает пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Ежесекундно вода поглощает $n = 2,5 \cdot 10^{17}$ фотонов. За промежуток времени $\Delta t = 30$ с капля нагревается на $\Delta T = 2,0$ К. Определите массу капли. Считайте, что вся полученная энергия идет на нагревание капли. Удельная теплоемкость воды $c_v = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Приложение.

Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Самостоятельная работа № 6 Энергия связи ядра. Радиоактивность

Вариант 1

1. Сколько протонов содержится в радиоактивном ядре изотопа урана ${}_{92}^{235}\text{U}$?
2. Ядро протактиния ${}_{91}^{234}\text{Pa}$ испытывает β^- -распад, а образовавшееся ядро — α -распад. Какое радиоактивное ядро образуется в результате двух распадов?

3. На рисунке 13 представлен график зависимости числа N радиоактивных ядер изотопа актиния ${}^{225}_{89}\text{Ac}$ от времени t . Определите период полураспада актиния ${}^{225}_{89}\text{Ac}$. Сколько ядер актиния распадется за промежуток времени $\Delta t = 40$ сут?

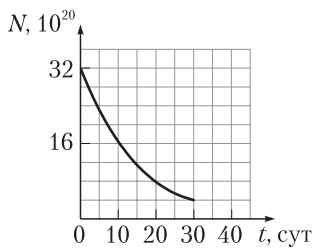


Рис. 13

4. Определите энергию связи ядра железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$. Массы нейтрона, протона, электрона и нейтрального атома железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ соответственно $m_n = 1,00866$ а. е. м., $m_p = 1,00728$ а. е. м., $m_e = 5,4868 \cdot 10^{-4}$ а. е. м. и $m_a = 55,93494$ а. е. м.
5. При распаде изотопа полония ${}^{210}_{84}\text{Po}$, период полураспада которого $T = 138$ сут, образуются ядра стабильного свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какая масса свинца образуется за промежуток времени $\Delta t = 276$ сут, если начальная масса полония $m_0 = 1,40$ мг?

Вариант 2

1. Каково массовое число радиоактивного ядра изотопа плутония ${}^{239}_{94}\text{Pu}$?
2. Ядро полония ${}^{215}_{84}\text{Po}$ испытывает β^- -распад, а образовавшееся ядро — α -распад. Какое радиоактивное ядро образуется в результате двух распадов?

3. На рисунке 14 представлен график зависимости числа N радиоактивных ядер изотопа натрия ${}^{22}_{11}\text{Na}$ от времени t . Определите период полураспада натрия ${}^{22}_{11}\text{Na}$. Сколько ядер натрия распадется за промежуток времени $\Delta t = 45$ ч?

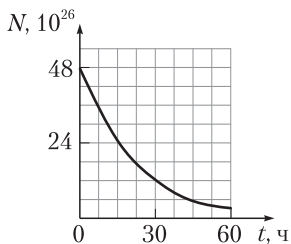


Рис. 14

4. Определите удельную энергию связи ядра изотопа бериллия ${}^9_4\text{Be}$. Массы нейтрона, протона и ядра атома бериллия ${}^9_4\text{Be}$ соответственно $m_n = 1,00866$ а. е. м., $m_p = 1,00728$ а. е. м. и $m_a = 9,00999$ а. е. м.

5. Изотоп цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$, период полураспада которого $T = 30$ лет, испытывает β^- -распад. Определите суммарный заряд электронов, испущенных изотопами цезия за промежуток времени $\Delta t = 60$ лет, если начальная масса цезия $m_0 = 6,85$ г. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$, заряд электрона $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 3

1. Сколько протонов содержится в радиоактивном ядре изотопа висмута ${}^{210}_{83}\text{Bi}$?
2. Ядро радия ${}^{225}_{88}\text{Ra}$ испытывает β^- -распад, а образовавшееся ядро — α -распад. Какое радиоактивное ядро образуется в результате двух распадов?
3. На рисунке 15 представлен график зависимости числа N радиоактивных ядер изотопа йода ${}^{131}_{53}\text{I}$ от времени t . Определите период полураспада йода ${}^{131}_{53}\text{I}$. Сколько ядер йода распадется за промежуток времени $\Delta t = 24$ сут?
4. Определите энергию связи ядра изотопа азота ${}^{15}_7\text{N}$. Массы нейтрона, протона, электрона и нейтрального атома азота ${}^{15}_7\text{N}$ соответственно $m_n = 1,00866$ а. е. м., $m_p = 1,00728$ а. е. м., $m_e = 5,4868 \cdot 10^{-4}$ а. е. м. и $m_a = 15,00011$ а. е. м.
5. При α -распаде изотопа радона ${}^{220}_{86}\text{Rn}$, период полураспада которого $T = 54,0$ с, образуются ядра изотопа полония ${}^{216}_{84}\text{Po}$. Определите массу полония через промежуток времени $\Delta t = 162$ с после начала распада, если исходная масса радона $m_0 = 6,60$ мг.

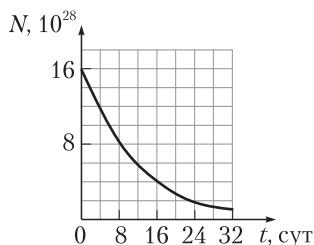


Рис. 15

Вариант 4

1. Каково массовое число радиоактивного ядра изотопа полония ${}^{218}_{84}\text{Po}$?
2. Ядро актиния ${}^{227}_{89}\text{Ac}$ испытывает α -распад, а образовавшееся ядро — β^- -распад. Какое радиоактивное ядро образуется в результате двух распадов?

3. На рисунке 16 представлен график зависимости числа N радиоактивных ядер трития ${}^3_1\text{H}$ от времени t . Определите период полураспада трития. Сколько ядер трития распадется за промежуток времени $\Delta t = 24,6$ года?

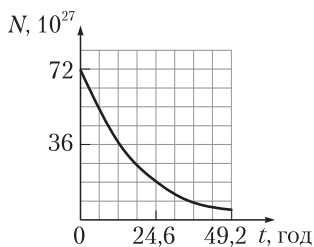


Рис. 16

4. Определите удельную энергию связи ядра изотопа алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$. Массы нейтрона, протона и ядра атома алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ соответственно $m_n = 1,00866$ а. е. м., $m_p = 1,00728$ а. е. м. и $m_{\text{я}} = 26,9743$ а. е. м.
5. Изотоп висмута ${}^{210}_{83}\text{Bi}$, период полураспада которого $T = 5,0$ дней, испытывает α -распад. Определите суммарный заряд ядер гелия, испущенных изотопом висмута за промежуток времени $\Delta t = 15,0$ дней, если начальная масса висмута $m_0 = 105$ мг. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$, заряд протона $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 5

1. Сколько протонов содержится в радиоактивном ядре изотопа радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$?
2. Ядро висмута ${}^{213}_{83}\text{Bi}$ испытывает β^- -распад, а образовавшееся ядро — α -распад. Какое радиоактивное ядро образуется в результате двух распадов?

3. На рисунке 17 представлен график зависимости числа N радиоактивных ядер изотопа полония ${}^{218}_{84}\text{Po}$ от времени t . Определите период полураспада полония. Сколько ядер полония распадется за промежуток времени $\Delta t = 12$ мин?

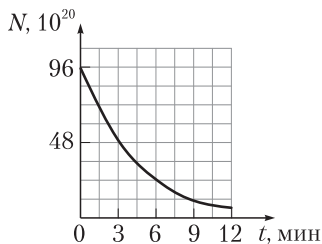


Рис. 17

4. Определите энергию связи ядра кремния ${}^{30}_{14}\text{Si}$. Массы нейтрона, протона, электрона и нейтрального атома кремния ${}^{30}_{14}\text{Si}$ соответствен-

но $m_n = 1,00866$ а. е. м., $m_p = 1,00728$ а. е. м., $m_e = 5,4868 \cdot 10^{-4}$ а. е. м. и $m_a = 29,97376$ а. е. м.

- При распаде изотопа радия ${}^{224}_{88}\text{Ra}$, период полураспада которого $T = 3,6$ сут, образуются ядра радона ${}^{220}_{86}\text{Rn}$. Определите массу радона за промежуток времени $\Delta t = 7,2$ сут, если начальная масса радия $m_0 = 4,48$ мг.

Вариант 6

- Каково массовое число радиоактивного ядра изотопа тория ${}^{234}_{90}\text{Th}$?
- Ядро протактиния ${}^{233}_{91}\text{Pa}$ испытывает β^- -распад, а образовавшееся ядро — α -распад. Какое радиоактивное ядро образуется в результате двух распадов?

- На рисунке 18 представлен график зависимости числа N радиоактивных ядер изотопа кобальта ${}^{58}_{27}\text{Co}$ от времени t . Определите период полураспада кобальта. Сколько ядер кобальта распадется за промежуток времени $\Delta t = 213$ сут?

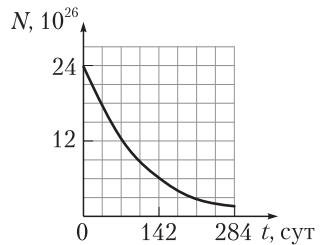


Рис. 18

- Определите удельную энергию связи ядра кислорода ${}^{17}_8\text{O}$. Массы нейтрона, протона и ядра атома кислорода ${}^{17}_8\text{O}$ соответственно $m_n = 1,00866$ а. е. м., $m_p = 1,00728$ а. е. м. и $m_a = 16,99474$ а. е. м.
- Изотоп свинца ${}^{214}_{82}\text{Pb}$, период полураспада которого $T = 27$ мин, испытывает β^- -распад. Определите суммарный заряд электронов, испущенных изотопом свинца за промежуток времени $\Delta t = 108$ мин, если начальная масса свинца $m_0 = 4,28$ мг. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$, заряд электрона $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Самостоятельная работа № 7 Ядерные реакции

Вариант 1

1. Какая частица испускается в результате ядерной реакции ${}_{25}^{55}\text{Mn} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{26}^{56}\text{Fe} + {}_0^1n$?
2. Изотоп бора ${}_{5}^{11}\text{B}$ бомбардируется α -частицами, в результате ядерной реакции образуется изотоп азота ${}_{7}^{14}\text{N}$ и выбрасывается неизвестная частица ${}_{Z}^AX$. Запишите ядерную реакцию и определите частицу ${}_{Z}^AX$.
3. По ядерной реакции ${}_{92}^AU + {}_0^1n \rightarrow {}_{57}^{145}\text{La} + {}_{Z}^{88}\text{Br} + 3{}_0^1n$ определите, сколько нейтронов содержится в ядре изотопа урана ${}_{92}^AU$ и ядре изотопа брома ${}_{Z}^{88}\text{Br}$.
4. Какое количество теплоты (Дж) выделится в результате $N = 2,6 \cdot 10^{13}$ термоядерных реакций ${}_{1}^2\text{H} + {}_{1}^2\text{H} \rightarrow {}_{2}^4\text{He}$? Масса атома дейтерия $m_{{}_{1}^2\text{H}} = 2,01410$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}_{2}^4\text{He}} = 4,00260$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
5. Ядра изотопа азота ${}_{7}^{14}\text{N}$ облучаются в течение промежутка времени $\Delta t = 1,0$ ч пучком α -частиц. В результате образуются ядра изотопа кислорода ${}_{8}^{17}\text{O}$. Известно, что сила тока в пучке $I = 0,32$ мА, а ядерные реакции превращения азота в кислород вызывают $\eta = 0,001\%$ α -частиц, находящихся в пучке. Заряд ядра гелия $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. Определите количество теплоты, которое поглощается в ходе ядерных реакций. Масса атома азота $m_{{}_{7}^{14}\text{N}} = 14,00307$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}_{2}^4\text{He}} = 4,00260$ а. е. м., масса атома кислорода $m_{{}_{8}^{17}\text{O}} = 16,99913$ а. е. м., масса атома водорода $m_{{}_{1}^1\text{H}} = 1,00783$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 2

1. Какой частицей облучается ядро в ядерной реакции ${}_{29}^{63}\text{Cu} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{30}^{63}\text{Zn} + {}_0^1n$?
2. Изотоп бериллия ${}_4^9\text{Be}$ облучается γ -квантами, в результате ядерной реакции образуются два ядра атома гелия ${}_2^4\text{He}$ и выбрасывается неизвестная частица ${}_Z^AX$. Запишите ядерную реакцию и определите частицу ${}_Z^AX$.
3. По ядерной реакции ${}_3^4\text{Li} + {}_1^1p \rightarrow {}_2^7\text{Be} + {}_0^1n$ определите, сколько нейтронов содержится в ядре лития ${}_3^4\text{Li}$ и ядре бериллия ${}_2^7\text{Be}$.
4. Какое количество теплоты (Дж) выделится в $N = 1,6 \cdot 10^{13}$ термоядерных реакций ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1n$? Масса атома дейтерия $m_{{}_1^2\text{H}} = 2,01410$ а. е. м., масса атома трития $m_{{}_1^3\text{H}} = 3,01605$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}_2^4\text{He}} = 4,00260$ а. е. м., масса нейтрона $m_n = 1,00866$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
5. Какое количество теплоты выделится в результате ядерных реакций ${}_5^{11}\text{B} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + {}_0^1n$, в которых будет использовано $m_0 = 1$ г атомов гелия ${}_2^4\text{He}$? Масса атома бора $m_{{}_5^{11}\text{B}} = 11,00931$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}_2^4\text{He}} = 4,00260$ а. е. м., масса атома азота $m_{{}_7^{14}\text{N}} = 14,00307$ а. е. м., масса нейтрона $m_n = 1,00866$ а. е. м. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 3

1. Какое ядро облучается нейтронами в ядерной реакции ${}_7^{14}\text{N} + {}_0^1n \rightarrow {}_5^{11}\text{B} + {}_2^4\text{He}$?
2. Изотоп лития ${}_3^7\text{Li}$ бомбардируется протонами, в результате ядерной реакции выбрасывается нейтрон и образуется изотоп ${}_Z^AX$ некоторого химического элемента. Запишите ядерную реакцию и определите изотоп ${}_Z^AX$.

- Определите, сколько нейтронов содержится в ядре изотопа криптона ${}_{36}^A\text{Kr}$ и ядре изотопа ${}_{90}^{232}\text{Th}$ в ядерной реакции ${}_{90}^{232}\text{Th} + {}_0^1n \rightarrow {}_{36}^A\text{Kr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + 3{}_0^1n$.
- Какое количество теплоты (Дж) выделится в $N = 3,4 \cdot 10^{13}$ термоядерных реакций ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0n$. Масса атома дейтерия $m_{{}^2_1\text{H}} = 2,01410$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}^3_2\text{He}} = 3,01605$ а. е. м., масса нейтрона $m_n = 1,00866$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- Мощность атомной установки подводной лодки $P = 15$ МВт. Ядерным топливом служит обогащенный уран ${}_{92}^{235}\text{U}$. Определите запас топлива (массу топлива), необходимого для месячного (30 дней) плавания лодки, если при делении одного ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ выделяется энергия $E_1 = 3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж. КПД установки $\eta = 30\%$. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

Вариант 4

- Какой частицей бомбардируется ядро в ядерной реакции ${}_{9}^{19}\text{F} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_8^{16}\text{O} + {}_2^4\text{He}$?
- При бомбардировке изотопа алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ α -частицами образуется ядро, из которого, в свою очередь, выбрасывается нейтрон. Запишите ядерные реакции и определите, какой конечный изотоп ядра образуется в результате этих реакций.
- Определите, сколько нейтронов содержится в ядре изотопа циркония ${}_{40}^{99}\text{Zr}$ и сколько нейтронов N вылетает в ядерной реакции ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{40}^{99}\text{Zr} + {}_{52}^{135}\text{Te} + (N){}_0^1n$.
- Какое количество теплоты (Дж) выделится в $N = 2,9 \cdot 10^{13}$ термоядерных реакций ${}^3_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}_0^1n$? Масса атома трития $m_{{}^3_1\text{H}} = 3,01605$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260$ а. е. м., масса нейтрона $m_n = 1,00866$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- Определите КПД атомной электростанции, мощность которой $P = 5,0 \cdot 10^6$ Вт. В сутки (24 ч) расходуется $m = 30$ г урана ${}_{92}^{235}\text{U}$.

Вследствие деления одного ядра урана выделяется $E_1 = 200$ МэВ энергии. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 5

1. Какой частицей бомбардируется ядро в ядерной реакции ${}_{11}^{11}\text{B} + {}_0^1n \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_3^8\text{Li}$?
2. При бомбардировке ядер изотопа лития ${}^6_3\text{Li}$ некоторыми частицами ${}_Z^AX$ происходит ядерная реакция, в результате которой образуются α -частица и ядро трития ${}^3_1\text{H}$. Запишите ядерную реакцию и определите частицу ${}_Z^AX$.
3. Определите, сколько нейтронов содержится в ядре изотопа молибдена ${}^{42}_{42}\text{Mo}$ и ядре изотопа олова ${}^{132}_{50}\text{Sn}$ в ядерной реакции ${}^{238}_{92}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}^{42}_{42}\text{Mo} + {}^{132}_{50}\text{Sn} + 3{}_0^1n$.
4. Какое количество теплоты (Дж) выделится в $N = 1,4 \cdot 10^{13}$ термоядерных реакций ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{H}$? Масса атома дейтерия $m_{{}^2_1\text{H}} = 2,01410$ а. е. м., масса атома трития $m_{{}^3_1\text{H}} = 3,01605$ а. е. м., масса атома водорода $m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
5. Какое количество теплоты выделится в ходе ядерных реакций ${}^{10}_5\text{B} + {}_0^1n \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$, в которых будет получено $m_0 = 1$ мг атомов гелия ${}^4_2\text{He}$? Масса атома бора $m_{{}^{10}_5\text{B}} = 10,01294$ а. е. м., масса атома гелия $m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260$ а. е. м., масса атома лития $m_{{}^7_3\text{Li}} = 7,01601$ а. е. м., масса нейтрона $m_n = 1,00866$ а. е. м. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 6

1. Какая частица выбрасывается в результате ядерной реакции ${}^{41}_{19}\text{K} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{44}_{20}\text{Ca} + {}^1_1\text{H}$?

- При бомбардировке изотопа серы ${}_{16}^{32}\text{S}$ нейтронами вылетает протон и образуется новое ядро ${}^A_Z\text{X}$. Запишите ядерную реакцию и определите ядро ${}^A_Z\text{X}$.
- Определите, сколько нейтронов содержится в ядре изотопа плутония ${}^Z_{239}\text{Pu}$ и ядре изотопа кюрия ${}^A_{96}\text{Cm}$ в ядерной реакции ${}^Z_{239}\text{Pu} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_{96}\text{Cm} + {}^1_0n$.
- Какое количество теплоты (Дж) выделится в $N = 4,4 \cdot 10^{13}$ термоядерных реакций ${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + \gamma$? Масса атома дейтерия $m_{{}^2_1\text{H}} = 2,01410$ а. е. м., масса атома трития $m_{{}^3_1\text{H}} = 3,01605$ а. е. м., масса атома водорода $m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783$ а. е. м. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- Какова мощность атомной электростанции, расходующей за сутки $m = 220$ г изотопа урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ и имеющей КПД $\eta = 25\%$? При делении одного ядра урана выделяется энергия $E_1 = 3,2 \cdot 10^{-11}$ Дж. Постоянная Авогадро $N_A = 6,0 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

Контрольная работа № 1

Механические колебания и волны

Вариант 1

- На рисунке 19 изображен график зависимости координаты тела, совершающего гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени. Амплитуда колебаний равна:

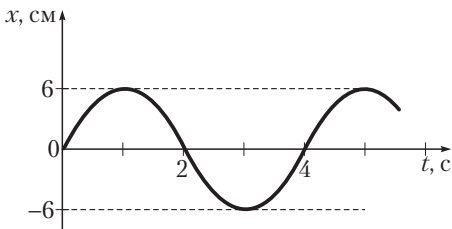


Рис. 19

- 2 см;
- 4 см;
- 6 см;
- 12 см.

2. Ультразвуковой эхолот работает на частоте $\nu = 50$ Гц. Определите длину звуковой волны в воде, если модуль скорости звука в воде $v = 1,45 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.
3. Частота колебаний пружинного маятника массой $m = 120$ г в $n = 3,0$ раза больше частоты колебаний математического маятника длиной $l = 1,8$ м. Определите жесткость пружины. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
4. Период гармонических колебаний материальной точки, колеблющейся вдоль оси Ox , $T = 2,4$ с. Через какой минимальный промежуток времени смещение точки из положения равновесия будет равно половине амплитуды?
5. В воде плавает в вертикальном положении частично погруженный деревянный цилиндр. Цилиндр погрузили немного глубже в воду и отпустили. После этого он начал колебаться вдоль своей оси симметрии с амплитудой $x_{\text{max}} = 1,0$ см. Определите максимальную кинетическую энергию колебаний цилиндра, если площадь его основания $S = 76 \text{ см}^2$. Соппротивлением воды пренебречь. Плотность воды $\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Вариант 2

1. Кинематический закон гармонических колебаний материальной точки имеет вид: $x = A \cos(Bt)$, где $A = 20$ см, $B = 6,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Амплитуда колебаний материальной точки равна:
а) 20 см; б) 10 см; в) 6,0 см; г) 3,0 см.
2. Звуковая волна распространяется в воздухе со скоростью, модуль которой $v = 336 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите период колебаний источника волны, если длина волны $\lambda = 4,20$ см.
3. Период колебаний математического маятника в $n = 2,0$ раза больше периода колебаний пружинного маятника массой $m = 180$ г.

Определите длину нити математического маятника, если жесткость пружины $k = 15 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Модуль ускорения свободного падения

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

4. Период гармонических колебаний материальной точки, колеблющейся вдоль оси Ox , $T = 1,8 \text{ с}$. Через какой минимальный промежуток времени точка проходит из крайнего положения до середины амплитуды?
5. На пружине, жесткость которой $k = 25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, неподвижно висит кубик из воска. В некоторый момент от него отделяется часть воска массой $\Delta m = 60 \text{ г}$. Оставшаяся часть кубика начинает колебаться на пружине. Определите максимальную потенциальную энергию гармонических колебаний оставшейся части кубика, прикрепленного к пружине. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Вариант 3

1. На рисунке 20 изображен график зависимости координаты тела, совершающего гармонические колебания вдоль оси Ox , от времени. Период колебаний равен:

- а) 8 с;
- б) 6 с;
- в) 4 с;
- г) 2 с.

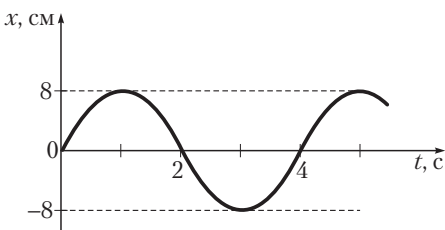


Рис. 20

2. Период колебаний источника звуковой волны $T = 5,0 \text{ мс}$. Определите длину волны в жидкости, в которой модуль скорости распространения звука $v = 1,36 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.
3. Циклическая частота колебаний пружинного маятника в $n = 2,5$ раза больше циклической частоты колебаний математического маятника длиной $l = 1,25 \text{ м}$. Определите массу пружинного маятника,

если жесткость пружины $k = 25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

4. Период гармонических колебаний материальной точки вдоль оси Ox $T = 1,2$ с. Через какой минимальный промежуток времени точка проходит из крайнего положения путь, равный $3/2$ амплитуды?
5. В воде плавает в вертикальном положении частично погруженный деревянный цилиндр. Цилиндр погрузили немного глубже в воду и отпустили. После этого он начал колебаться вдоль своей оси симметрии. Определите амплитуду колебаний, если максимальная кинетическая энергия его колебаний $(W_k)_{\text{max}} = 9,0$ мДж. Площадь основания цилиндра $S = 80$ см². Сопротивлением воды пренебречь. Плотность воды $\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

Вариант 4

1. Кинематический закон гармонических колебаний материальной точки имеет вид: $x = A \cos(Bt)$, где $A = 12$ см, $B = 3,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Циклическая частота колебаний равна:
а) 12 см; б) 24 см; в) $3,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; г) $6,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
2. Длина звуковой волны в воздухе $\lambda = 40,0$ см. Определите модуль скорости распространения звука в воздухе, если частота колебаний источника звуковой волны $\nu = 845$ Гц.
3. Период колебаний пружинного маятника совпадает с периодом колебаний математического маятника длиной $l = 50$ см. Определите массу груза пружинного маятника, если жесткость пружины $k = 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.
4. Какую часть периода груз пружинного маятника находится не далее расстояния $l = 1$ см от положения равновесия, если амплитуда его колебаний $x_{\text{max}} = 2$ см?

5. На пружине, жесткость которой $k = 64 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, неподвижно висит кусок глины. В некоторый момент от него отделяется часть глины. Оставшаяся часть начинает колебаться на пружине, при этом ее максимальная кинетическая энергия гармонических колебаний $(W_k)_{\text{max}} = 5,0$ мДж. Определите массу отделившейся части глины. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Вариант 5

- Амплитудой гармонических колебаний называется:
 - промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание;
 - координата тела в данный момент времени;
 - число полных колебаний, совершаемых телом за промежуток времени Δt , равный 2π с;
 - максимальное смещение тела из положения равновесия.
- Частота колебаний источника звуковой волны $\nu = 400$ Гц. Определите модуль скорости распространения звуковой волны, если ее длина $\lambda = 8,50$ дм.
- К легкой пружине подвешен груз. При этом удлинение пружины $\Delta l = 6,4$ см. Груз выводят из положения равновесия и отпускают. Найдите период колебаний груза на пружине. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
- За промежуток времени $\Delta t_1 = 32$ с один из математических маятников совершил столько же полных колебаний, как другой за промежуток времени $\Delta t_2 = 64$ с. Найдите длины маятников, если один из них короче другого на $\Delta l = 33$ см.
- В сообщающиеся сосуды U -образной формы налита ртуть. Жидкость вывели из состояния равновесия так, что она стала совершать гармонические колебания. Определите период колебаний ртути, если площадь поперечного сечения каждого сосуда $S = 0,16 \text{ см}^2$, масса ртути $m = 272$ г, плотность ртути $\rho = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Объемом ртути, находящейся в трубке, соединяющей сосуда, пренебречь. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

Вариант 6

- Периодом гармонических колебаний называется:
 - а) промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание;
 - б) число полных колебаний, совершаемых в единицу времени;
 - в) минимальный промежуток времени, в течение которого колеблющееся тело смещается с крайнего положения до положения равновесия;
 - г) число полных колебаний, совершаемых телом за промежуток времени Δt , равный 2π с.
- Модуль скорости звука в воде $v = 1,45 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Определите частоту колебаний, если длина звуковой волны в воде $\lambda = 2,00$ м.
- Груз колеблется в вертикальной плоскости на резиновом шнуре. Во сколько раз изменится период колебаний, если груз подвесить на том же шнуре, сложенном вдвое?
- За один и тот же промежуток времени один математический маятник совершает $N_1 = 30$ колебаний, а другой — $N_2 = 36$ колебаний. Найдите их длины, если один из них короче другого на $\Delta l = 22$ см.
- В воде плавает в вертикальном положении частично погруженный деревянный цилиндр. Цилиндр погрузили немного глубже в воду и отпустили. После этого он начал колебаться вдоль своей оси симметрии с амплитудой $x_{\text{max}} = 1,0$ см. Определите площадь основания цилиндра, если максимальная кинетическая энергия его колебаний $(W_k)_{\text{max}} = 2,4$ мДж. Сопротивлением воды пренебречь. Плотность воды $\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

Контрольная работа № 2

Электромагнитные колебания и волны

Вариант 1

1. Если сила тока в идеальном колебательном контуре изменяется с течением времени по закону $I = A \sin Bt$, где $A = 10$ мА, $B = 20\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то амплитудное значение силы тока равно:
а) 20 мА; б) 10 мА; в) 20π мА; г) 10 А.
2. На рисунке 21 приведен график зависимости силы тока в идеальном колебательном контуре от времени. Чему равна частота электромагнитных колебаний в этом контуре?

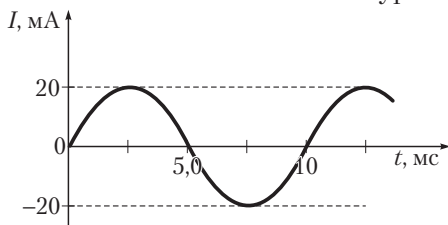


Рис. 21

3. Число полных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре $N = 1,5 \cdot 10^7$ за промежуток времени $\Delta t = 10$ с. На прием какой длины электромагнитной волны настроен данный контур? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. В идеальном колебательном контуре емкость конденсатора $C = 2,0$ мкФ, максимальное напряжение на его обкладках $U_0 = 5,0$ В. Найдите энергию магнитного поля катушки в тот момент, когда мгновенное напряжение на конденсаторе $U = 3,0$ В.
5. Первичная обмотка трансформатора, содержащая $N_1 = 2200$ витков, включена в сеть переменного тока с напряжением $U_1 = 220$ В. Напряжение на зажимах вторичной обмотки $U_2 = 3,5$ В, сила тока, проходящего в ней, $I_2 = 1,0$ А. Определите количество витков вторичной обмотки, если ее сопротивление $R_2 = 0,50$ Ом.

Вариант 2

1. Если напряжение на конденсаторе идеального колебательного контура изменяется с течением времени по закону $U = A \sin Bt$, где $A = 20$ мВ, $B = 50\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то циклическая частота электромагнитных колебаний равна:
- а) $20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; в) $50\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$;
б) $50 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; г) $25 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
2. На рисунке 22 приведен график зависимости напряжения на обкладках идеального колебательного контура от времени. Чему равна частота колебаний в этом контуре?

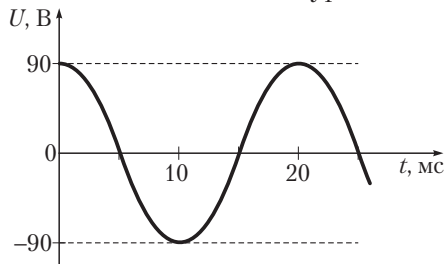


Рис. 22

3. Колебательный контур настроен на прием электромагнитной волны длиной $\lambda = 0,20$ км. Найдите циклическую частоту электромагнитных колебаний, возникающих в контуре. Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. В идеальном колебательном контуре индуктивность катушки $L = 0,20$ Гн, амплитуда колебаний силы тока $I_0 = 30$ мА. Найдите энергию электрического поля конденсатора в тот момент времени, когда мгновенное значение силы тока в 3 раза меньше его амплитудного значения.
5. Первичная обмотка понижающего трансформатора с коэффициентом трансформации $k = 10$ включена в сеть переменного тока с напряжением $U_1 = 120$ В. Сопротивление вторичной обмотки $R_2 = 1,2$ Ом, сила тока в ней $I_2 = 5,0$ А. Найдите сопротивление нагрузки, подключенной ко вторичной обмотке трансформатора.

Вариант 3

1. Если электрический заряд конденсатора идеального колебательного контура изменяется с течением времени по закону $q = A \sin(Bt + C)$, где $A = 40$ мкКл, $B = 100\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $C = \frac{\pi}{3}$ рад, то частота электромагнитных колебаний в контуре равна:

- а) 50 Гц; в) 100 Гц;
 б) 100π Гц; г) $\frac{\pi}{3}$ Гц.

2. На рисунке 23 приведен график зависимости заряда конденсатора идеального колебательного контура от времени. Чему равна циклическая частота таких колебаний?

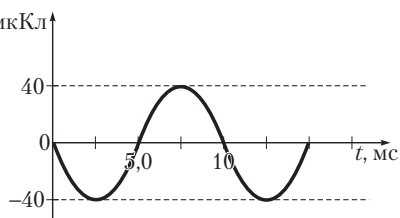


Рис. 23

3. Колебательный контур настроен на прием электромагнитной волны длиной $\lambda = 20$ см. За какой промежуток времени в нем будет совершено $N = 9,0 \cdot 10^5$ полных колебаний? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. Напряжение на конденсаторе емкостью $C = 15$ пФ в начальный момент времени $U_0 = 3,0$ В. Определите силу тока, проходящего в катушке индуктивностью $L = 7,5$ мкГн, в тот момент времени, когда энергия электрического поля будет равна энергии магнитного поля.
5. При включении первичной обмотки трансформатора в сеть переменного тока напряжение на клеммах вторичной обмотки $U_2 = 30$ В. При включении в эту же сеть вторичной обмотки напряжение на клеммах первичной обмотки $U_1 = 120$ В. Во сколько раз число витков первичной обмотки трансформатора больше числа витков вторичной обмотки?

Вариант 4

1. Единицей измерения частоты электромагнитных колебаний в СИ является:
а) 1 с; б) 1 Гн; в) 1 Гц; г) 1 Тл.
2. На рисунке 24 приведен график зависимости напряжения на конденсаторе идеального колебательного контура от времени. Чему равна циклическая частота этих колебаний?

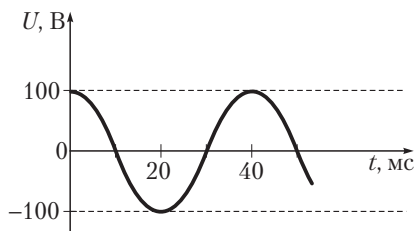


Рис. 24

3. Приемный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 1,0$ мкГн. Какова емкость конденсатора этого контура, если приемник настроен на длину волны $\lambda = 100$ м? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 0,40$ Гн и конденсатора емкостью $C = 20$ мкФ. Амплитудное значение силы тока в контуре $I_0 = 0,10$ А. Определите напряжение на конденсаторе в тот момент, когда энергия электрического поля равна энергии магнитного поля.
5. Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации $k = 10$ включен в сеть с напряжением $U_1 = 220$ В. Каково напряжение на клеммах вторичной обмотки трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки $R_2 = 0,20$ Ом, а сопротивление нагрузки, подключенной к трансформатору, $R = 2,0$ Ом?

Вариант 5

1. Из перечисленных электромагнитных излучений (1 – радиоизлучение, 2 – ультрафиолетовое, 3 – видимый свет, 4 – рентгеновское) наибольшую частоту колебаний имеет:
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

2. На рисунке 25 представлена зависимость напряжения в цепи переменного тока от времени. Чему равно действующее значение напряжения?

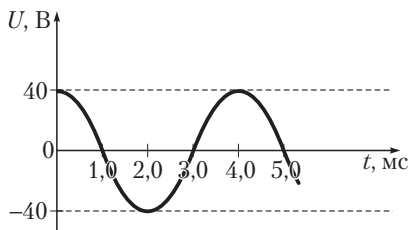


Рис. 25

3. В колебательном контуре возбуждаются электромагнитные колебания, циклическая частота которых $\omega = 6,28 \cdot 10^6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите длину электромагнитной волны, на прием которой настроен данный контур. Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. В идеальном колебательном контуре индуктивность катушки $L = 4,0$ мГн, максимальная сила тока в ней $I_0 = 100$ мА. Найдите энергию электрического поля конденсатора в тот момент времени, когда сила тока в катушке $I = 50$ мА.
5. Трансформатор с коэффициентом трансформации $k = 10$ понижает напряжение от $U_1 = 10$ кВ до $U_2 = 800$ В. Определите сопротивление вторичной обмотки, если действующее значение силы тока в ней $I_2 = 2$ А.

Вариант 6

1. Частота колебаний — это число колебаний за:
- π с;
 - единицу времени;
 - все время колебательного процесса;
 - период колебаний.
2. На рисунке 26 представлена зависимость силы переменного тока от времени. Найдите действующее значение силы тока.

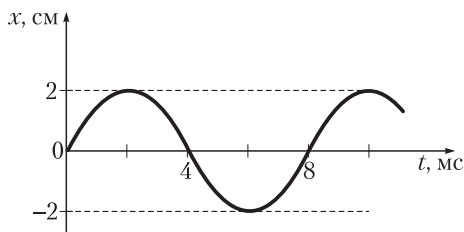


Рис. 26

3. Колебательный контур настроен на прием электромагнитной волны, длина которой $\lambda = 0,15$ км. Определите число полных колебаний, возбуждаемых в контуре за промежуток времени $\Delta t = 0,3$ мс. Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
4. В идеальном колебательном контуре индуктивностью $L = 10$ мГн и емкостью $C = 100$ мкФ конденсатор заряжен до максимального напряжения $U_0 = 100$ В. Определите силу тока в катушке в тот момент, когда напряжение на конденсаторе уменьшится в 2 раза.
5. Трансформатор понижает напряжение от $U_1 = 220$ В до $U_2 = 42$ В. Дополнительная обмотка, состоящая из пяти витков, замкнута на вольтметр. Сколько витков содержит вторичная обмотка трансформатора, если вольтметр показывает напряжение $U_3 = 2,5$ В?

Контрольная работа № 3 Оптика

Вариант 1

1. При падении света под углом α ($\alpha \neq 0^\circ$) на границу раздела двух прозрачных сред и переходе из одной среды в другую не изменяется:
 - а) скорость распространения световых волн;
 - б) частота волны;
 - в) длина волны;
 - г) направление распространения волны.
2. В некоторую точку пространства приходят когерентные волны с оптической разностью хода $\Delta l = 2,1$ мкм. Усиление или осла-

бление световых волн произойдет в этой точке, если длины волн $\lambda_0 = 600$ нм?

3. На дифракционную решетку с периодом $d = 4,2$ мкм нормально падает монохроматический свет. Определите длину волны света, если максимуму третьего порядка соответствует угол дифракции $\varphi_3 = 30^\circ$.
4. Глубина бассейна $H = 2,4$ м. Определите кажущуюся глубину бассейна, если его дно рассматривать, глядя вертикально вниз. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$. Для малых углов считайте $\text{tg } \alpha = \sin \alpha$.
5. Используя тонкую линзу на экране, получили увеличенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Расстояние между предметом и экраном в 4,5 раза больше фокусного расстояния линзы. С каким увеличением изображается предмет?

Вариант 2

1. При падении света под углом α ($\alpha \neq 0^\circ$) на границу раздела двух прозрачных сред и переходе из менее оптически плотной среды в более оптически плотную среду угол преломления:
 - а) меньше угла падения;
 - б) больше угла падения;
 - в) равен углу падения;
 - г) равен углу отражения от границы раздела сред.
2. Две когерентные световые волны приходят в некоторую точку O пространства с оптической разностью хода $\Delta l = 1,8$ мкм. Усиление или ослабление световых волн будет наблюдаться в точке O , если длины волн $\lambda = 600$ нм?
3. Определите период дифракционной решетки, на которую нормально падает свет с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Известно, что максимум пятого порядка наблюдается под углом $\alpha = 30^\circ$.
4. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред с показателями преломления n_1 и n_2 ($n_2 > n_1$) луч света частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен преломленному лучу?

5. Изображение предмета, помещенного перед собирающей линзой на расстоянии $d = 60$ см, получено по другую сторону линзы. При этом увеличение линзы $\Gamma = 1$. Во сколько раз увеличится высота изображения, если предмет передвинуть ближе к линзе на $\Delta d = 20$ см?

Вариант 3

1. При падении света под углом α ($\alpha \neq 0^\circ$) на границу раздела двух оптически прозрачных сред и переходе из среды с показателем преломления n_1 в среду с показателем преломления n_2 ($n_1 > n_2$) угол преломления:
- а) меньше угла падения;
 - б) равен углу падения;
 - в) равен углу отражения от границы раздела сред;
 - г) больше угла падения.
2. В некоторую точку пространства приходят когерентные волны с оптической разностью хода $\Delta l = 2$ мкм. Усиление или ослабление световых волн произойдет в этой точке, если длина волны $\lambda = 400$ нм?
3. На дифракционную решетку, которая имеет $N = 250$ штрихов на отрезке длиной $l = 1,00$ мм, падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Определите длину волны падающего света, если угол дифракции пятого порядка $\varphi = 30,0^\circ$.
4. На дне реки лежит камень. Человеку, смотрящему вертикально вниз, камень кажется расположенным на глубине $h = 1,00$ м. Какова истинная глубина реки? Показатель преломления воды $n = 1,33$. Для малых углов считайте $\text{tg} \alpha \approx \sin \alpha$.
5. С помощью тонкой линзы получают увеличенное в $\Gamma = 2$ раза действительное изображение предмета. Затем линзу передвигают на расстояние $l = 8$ см и получают мнимое изображение такой же высоты. Определите фокусное расстояние линзы.

Вариант 4

1. Показатель преломления вещества зависит от:
- а) длины (частоты) световой волны;
 - б) плотности среды;

- в) объема среды;
г) направления распространения света в среде.
2. В некоторую точку пространства приходят когерентные лучи с оптической разностью хода $\Delta l = 6,0$ мкм. Определите, произойдет усиление или ослабление света в этой точке, если длина волны $\lambda = 500$ нм.
 3. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определите отношение периода решетки к длине волны падающего света, если угол дифракции для максимума второго порядка $\varphi_2 = 30^\circ$.
 4. В некотором оптически прозрачном веществе свет распространяется со скоростью, вдвое меньшей скорости света в вакууме. Определите предельный угол полного отражения для луча, падающего из этого вещества в вакуум.
 5. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы и находится от нее на расстоянии $d = 2F$, где F — фокусное расстояние линзы. Во сколько раз изменится увеличение предмета, если расстояние от предмета до линзы увеличить в $k = 2$ раза?

Вариант 5

1. Скорость распространения световых волн зависит от:
 - а) длины волны;
 - б) показателя преломления среды, в которой распространяется волна;
 - в) энергии волны;
 - г) направления распространения света.
2. В некоторую точку пространства приходят когерентные волны с оптической разностью хода $\Delta l = 2,7$ мкм. Определите, усилится или ослабится свет в этой точке, если длина волны $\lambda = 450$ нм.
3. На дифракционную решетку, которая имеет $N = 250$ штрихов на отрезке длиной $l = 1,00$ мм, падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Максимум какого порядка наблюдается под углом дифракции $\varphi = 30^\circ$? Длина волны $\lambda = 500$ нм.

4. В бассейне на поверхности воды плавает непрозрачный круг радиусом $R = 1,2$ м. В центре нижней части круга находится точечный источник света, который в некоторый момент отрывается и падает вертикально вниз с ускорением, модуль которого $a = 10 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$. Показатель преломления воды $n = 1,33$. Через какой минимальный промежуток времени лучи света от источника начнут выходить из воды в воздух?
5. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 45$ мм расположена между двумя точечными источниками света так, что их изображения совпадают. Определите расстояние между источниками света, если расстояния от источников света до линзы различаются в 3 раза.

Вариант 6

1. При переходе из вакуума в прозрачную среду с показателем преломления $n = 2$ частота света:
- уменьшится в 2 раза;
 - увеличится 2 раза;
 - не изменится;
 - уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.
2. Два когерентных луча с длинами волн $\lambda = 560$ нм сходятся в одной точке на экране. Что наблюдается в этой точке — усиление или ослабление света, если оптическая разность хода лучей $\Delta l = 21$ мкм?
3. При нормальном падении монохроматического света на дифракционную решетку с периодом $d = 1,25$ мкм угол дифракции между максимумами первого порядка $\varphi = 60^\circ$. Определите длину волны падающего света.
4. Точечный источник света расположен на дне водоема глубиной $h = 0,6$ м. В некоторой точке поверхности воды вышедший в воздух преломленный луч оказался перпендикулярным лучу, отраженному от поверхности воды обратно в воду. На каком расстоянии от источника отраженный луч достигнет дна водоема? Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

5. Тонкая собирающая линза создает мнимое изображение предмета с некоторым увеличением. Оказалось, что для получения изображения с двукратным увеличением предмет нужно либо придвинуть к линзе на расстояние $l_1 = 3$ см, либо отодвинуть от нее на $l_2 = 6$ см. С каким увеличением изображался предмет вначале?

Контрольная работа № 4

Квантовая физика

Вариант 1

1. Энергия фотона, излученного при переходе электрона в атоме водорода из возбужденного состояния с энергией E_1 в основное состояние с энергией E_0 , равна:
- а) $E_1 + E_0$; б) $E_1 - E_0$; в) E_1 ; г) E_0 .
2. Энергия фотона $E = 6,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны, которая ему соответствует. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
3. Определите длину волны излучения атома водорода при переходе электрона с пятого энергетического уровня на четвертый. Постоянная Ридберга $R = 1,0977 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
4. На платиновую пластинку, являющуюся катодом в опыте по изучению фотоэффекта, падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта между катодом и анодом нужно приложить задерживающее напряжение $U_1 = 3,7$ В. Если платиновую пластинку заменить пластинкой из другого металла, то задерживающее напряжение нужно увеличить до $U_2 = 6,0$ В. Определите работу выхода электронов из этого металла. Работа выхода электронов из платины $A_{\text{вых1}} = 8,5 \cdot 10^{-19}$ Дж. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
5. Металлическая пластинка освещается светом с длиной волны $\lambda = 180$ нм. Красная граница фотоэффекта для этого металла $\lambda_{\text{max}} = 360$ нм. Непосредственно у поверхности пластинки создано однородное магнитное поле, модуль индукции которого

$B = 1,0$ мТл. Линии индукции магнитного поля параллельны поверхности пластинки. На какое максимальное расстояние от пластинки смогут удалиться фотоэлектроны, если начальная скорость электронов направлена перпендикулярно пластинке? Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Вариант 2

- Слово «лазер» означает:
 - усиление света с помощью самопроизвольного излучения;
 - ослабление света с помощью самопроизвольного излучения;
 - усиление света с помощью вынужденного излучения;
 - ослабление света с помощью вынужденного излучения.
- Определите энергию фотона с длиной волны $\lambda = 5,0 \cdot 10^{-7}$ м. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- Электрон в атоме водорода перешел с шестого энергетического уровня на второй. Чему равна частота излучения при таком переходе? Постоянная Ридберга $R = 1,0977 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- Катод фотоэлемента освещался светом частотой $\nu = 1,5 \cdot 10^{15}$ Гц. При увеличении частоты света на 30 % задерживающее напряжение увеличилось на 50 %. Определите работу выхода электронов из катода. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.
- Плоская алюминиевая пластинка освещается ультрафиолетовыми лучами с длиной волны $\lambda = 83$ нм. На какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если вне пластинки создано перпендикулярное ей задерживающее однородное электрическое поле, модуль напряженности которого $E = 7,5 \frac{\text{В}}{\text{см}}$? Красная граница фотоэффекта для

алюминия $\lambda_{\max} = 330$ нм. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Вариант 3

1. Частота фотона, излученного при переходе электрона в атоме водорода из возбужденного состояния E_1 в основное состояние E_0 , равна:
а) $\frac{E_0}{h}$; б) $\frac{E_1}{h}$; в) $\frac{E_1 - E_0}{h}$; г) $\frac{E_0 + E_1}{h}$.
2. Определите импульс фотона с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.
3. Электрон в атоме водорода переходит из основного состояния с энергией $E_0 = -13,6$ эВ в возбужденное с энергией $E_2 = -1,51$ эВ. Определите массу фотона, поглощенного при этом переходе. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
4. При длине волны $\lambda = 600$ нм фототок в вакуумном фотоэлементе прекращается, если между катодом и анодом создать некоторое задерживающее напряжение. При увеличении длины волны на 25 % задерживающее напряжение оказывается меньше на $\Delta U = 0,415$ В. Определите по этим данным постоянную Планка. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
5. На поверхность металла падает поток излучения с длиной волны $\lambda = 600$ мкм, мощность которого $P = 5,0$ мкВт. Определите силу фототока насыщения, если 5 % всех падающих фотонов выбивают из металла электроны. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Вариант 4

- Одним из преимуществ лазера как источника света является:
 - когерентность испускаемых фотонов;
 - испускание фотонов различных энергий;
 - испускание фотонов различной длины;
 - испускание фотонов различной частоты.
- Модуль импульса фотона $p = 9,2 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Определите частоту колебаний световой волны. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.
Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- На сколько (%) следует уменьшить длину волны фотона, чтобы его модуль импульса увеличился в 4 раза?
- Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если работа их выхода из металла $A_{\text{вых}} = 5,0 \text{ эВ}$. Известно, что при уменьшении длины волны падающего на металл излучения в 2 раза задерживающее напряжение увеличивается в 3 раза.
- Фотон, которому соответствует длина волны $\lambda = 400 \text{ нм}$, вырывает с поверхности металла фотоэлектрон. Этот фотоэлектрон, попав в однородное магнитное поле, модуль индукции которого $B = 1,0 \text{ мТл}$, описывает окружность радиусом $R = 3,1 \text{ мм}$. Определите работу выхода электрона из металла. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Вариант 5

- Для наблюдения спектров испускания исследуемый свет надо пропустить через:
 - собирающую линзу;
 - рассеивающую линзу;
 - плоскопараллельную пластинку;
 - призму.

2. Определите массу фотона с частотой $\nu = 4,0 \cdot 10^{14}$ Гц. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.
3. Определите модуль скорости, с которой должен двигаться электрон, чтобы его модуль импульса был равен модулю импульса фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
4. Красная граница фотоэффекта для металла фотокатода $\lambda_{\text{max}} = 700$ нм. Фотокатод освещают сначала монохроматическим светом с длиной волны λ_1 , а затем — с длиной волны λ_2 . При этом отношение максимальных скоростей вылетающих электронов равно $3/4$. Определите λ_2 , если $\lambda_1 = 600$ нм.
5. Работа выхода электронов из цинковой пластинки $A_{\text{вых}} = 6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Пластинку освещают монохроматическим светом с длиной волны, которая соответствует фотону, поглощенному атомом водорода при его переходе из стационарного состояния с энергией $E_0 = -13,6$ эВ в состояние с энергией $E = -3,4$ эВ. Вне пластинки существует задерживающее однородное электростатическое поле, модуль напряженности которого $E = 3,1 \frac{\text{В}}{\text{см}}$. Определите максимальное расстояние, на которое фотоэлектрон может удалиться от пластинки. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вариант 6

1. Линейчатый спектр испускания создают:
 - а) раскаленные твердые тела;
 - б) раскаленные газы, находящиеся в атомарном состоянии;
 - в) раскаленные газы, содержащие сложные молекулы;
 - г) нагретые пары жидкостей.
2. Протон движется со скоростью, модуль которой $v = 4,0 \cdot 10^5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите соответствующую ему длину волны де Бройля. Масса протона $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27}$ кг. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

3. Электрон в атоме водорода переходит из возбужденного состояния с энергией $E_1 = -3,4$ эВ в основное состояние с энергией $E_0 = -13,6$ эВ. Найдите модуль импульса испущенного фотона. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
4. Когда длину волны излучения, падающего на катод фотоэлемента, уменьшили от $\lambda_1 = 500$ нм до $\lambda_2 = 400$ нм, максимальная скорость фотоэлектронов увеличилась в 2 раза. Определите длину волны, соответствующую красной границе фотоэффекта для данного металла.
5. Электрон, вылетевший с максимальной скоростью с поверхности металла при освещении его ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 210$ нм, попадает в область пространства, где созданы взаимно-перпендикулярные однородные электростатическое и магнитное поля, и движется в них прямолинейно. Определите работу выхода электрона из металла, если модуль напряженности электростатического поля $E = 12 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, модуль индукции магнитного поля $B = 20$ мТл. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Итоговая контрольная работа

Вариант 1

1. Идеальный колебательный контур состоит из:
 - а) конденсатора и трансформатора;
 - б) конденсатора и катушки;
 - в) конденсатора и резистора;
 - г) трансформатора и катушки.
2. Циклическая частота свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре $\omega = 1,0 \cdot 10^6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите индуктивность катушки, если емкость конденсатора $C = 25$ пФ.

3. Во сколько раз отличаются периоды колебаний математических маятников, если длина нити одного из них $l_1 = 1,28$ м, а другого — $l_2 = 32$ см?
4. На платиновую пластинку падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающее напряжение $U_1 = 3,7$ В. Если платиновую пластинку заменить пластинкой из другого металла, то задерживающее напряжение нужно увеличить до $U_2 = 6,0$ В. Определите работу выхода электронов из этого металла. Работа выхода электронов из платины $A_1 = 8,5 \cdot 10^{-19}$ Дж. Ответ запишите в электрон-вольтах.
5. С помощью тонкой линзы на экране получено увеличенное изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Расстояние между предметом и экраном в 4,5 раза больше фокусного расстояния линзы. С каким увеличением изображается предмет?

Вариант 2

1. Кинематический закон гармонических колебаний материальной точки имеет вид $x = A \cos Bt$, где $A = 0,2$ м, $B = 6,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Чему равна амплитуда колебаний?
2. Определите период колебаний колебательного контура, состоящего из конденсатора емкостью $C = 8,0$ нФ и катушки индуктивностью $L = 2,0$ мГн.
3. Во сколько раз изменится период колебаний пружинного маятника, если его массу уменьшить в 2 раза, а жесткость пружины увеличить в 2 раза?
4. Катод фотоэлемента освещался светом частотой $\nu = 1,5 \cdot 10^{15}$ Гц. При увеличении частоты света на 30 % от первоначального значения задерживающее напряжение изменилось на 50 %. Определите работу выхода электронов из катода. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.
5. Изображение предмета, помещенного перед собирающей линзой на расстоянии $d = 60$ см, получено по другую сторону линзы в натуральную величину. Во сколько раз увеличится размер изображения, если предмет передвинуть в сторону линзы на $\Delta d = 20$ см?

Вариант 3

1. Период колебаний колебательного контура зависит от индуктивности катушки и емкости конденсатора и определяется по формуле:

а) $T = 2\pi\sqrt{LC}$;

в) $T = \frac{1}{\nu}$;

б) $T = \frac{\lambda}{v}$;

г) $T = 2\pi \frac{q_m}{I_m}$.

2. Циклическая частота свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре $\omega = 5,0 \cdot 10^6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите емкость конденсатора, если индуктивность катушки $L = 20$ мГн.
3. Длина одного математического маятника в 4 раза больше длины другого. Во сколько раз отличаются частоты колебаний маятников?
4. При длине волны $\lambda = 600$ нм ток фотоэлектронов в вакуумном фотоэлементе прекращается, если между катодом и анодом подать некоторое задерживающее напряжение. При увеличении длины волны на 25 % задерживающее напряжение оказывается меньше на $\Delta U = 0,415$ В. Определите по этим данным постоянную Планка. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Скорость света в вакууме $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
5. С помощью тонкой линзы получают увеличенное в $\Gamma = 2$ раза действительное изображение предмета. Затем линзу передвигают на расстояние $l = 8$ см и получают мнимое изображение такого же размера. Определите фокусное расстояние линзы.

Вариант 4

1. Кинематический закон гармонических колебаний материальной точки имеет вид $x = A \sin Bt$, где $A = 0,12$ м, $B = 3,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Чему равна амплитуда колебаний?
2. Определите частоту колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора емкостью $C = 4,0$ мкФ и катушки индуктивностью $L = 4,9$ мГн.

3. Период колебаний пружинного маятника совпадает с периодом колебаний математического маятника длиной $l = 50$ см. Определите массу груза пружинного маятника, если жесткость пружины $k = 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Модуль ускорения свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
4. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если работа их выхода из металла $A_{\text{вых}} = 5,0$ эВ. Известно, что при уменьшении длины волны падающего на металл излучения в 2 раза задерживающее напряжение увеличивается в 3 раза.
5. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы и находится от нее на расстоянии $d = 2F$, где F — фокусное расстояние линзы. Во сколько раз изменится увеличение предмета линзой, если расстояние от предмета до линзы увеличить в $k = 2$ раза?

Вариант 5

1. Частота в СИ измеряется в:

а) секундах;	в) герцах;
б) генри;	г) теслах.
2. Определите индуктивность катушки в колебательном контуре, если емкость конденсатора $C = 6,0$ нФ, а период колебаний $T = 8,0$ мкс.
3. Циклическая частота колебаний математического маятника на некоторой планете $\omega = 5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите модуль ускорения силы тяжести на этой планете, если длина маятника $l = 40$ см.
4. Красная граница фотоэффекта для металла фотокатода $\lambda_{\text{max}} = 700$ нм. Фотокатод освещают сначала монохроматическим светом с длиной волны λ_1 , а затем — с длиной волны λ_2 . При этом отношение максимальных скоростей вылетающих электронов равно $3/4$. Определите длину волны λ_2 , если $\lambda_1 = 600$ нм.
5. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 45$ мм расположена между двумя точечными источниками света так, что их изображения совпадают. Определите расстояние между источниками света, если расстояния от источников света до линзы различаются в 3 раза.

Вариант 6

1. Альфа-излучение — это:
 - а) поток ядер водорода;
 - б) поток электронов;
 - в) поток нейтронов;
 - г) поток ядер гелия.
2. Определите емкость конденсатора колебательного контура, если индуктивность катушки $L = 3,0$ мГн, а частота колебаний в контуре $\nu = 2,0$ МГц.
3. За один и тот же промежуток времени один из математических маятников совершил 80 полных колебаний, а другой — 40. Определите отношение длин маятников.
4. Когда длину волны излучения, падающего на катод фотоэлемента, уменьшили от $\lambda_1 = 500$ нм до $\lambda_2 = 400$ нм, максимальная скорость фотоэлектронов увеличилась в 2 раза. Определите длину волны, соответствующую красной границе фотоэффекта для данного металла.
5. Тонкая собирающая линза создает мнимое изображение предмета с некоторым увеличением. Оказалось, что для получения изображения с двукратным увеличением предмет нужно либо придвинуть к линзе на расстояние $l_1 = 3$ см, либо отодвинуть от нее на $l_2 = 6$ см. С каким увеличением изображался предмет вначале?

Ответы

Самостоятельная работа № 1

Пружинный и математический маятники

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	40 мм	$\frac{3\pi}{4}$	$1,3\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	15 см	$\frac{\pi}{8}$	$1,6\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$
2	300 г	3,2 Гц	$30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	2,4 кг	0,628 с	$121 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
3	В 2 раза	В 2,5 раза	36 с	В 1,5 раза	28 с	В 1,5 раза
4	0,1 мДж	4,8 см	1,6 м	0,05 кг	2,5 см	90 см
5	0,6 с	0,9 с	0,6 с	0,30 с	0,64 с	0,40 с

Самостоятельная работа № 2
Электромагнитные колебания

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	б	в	г	б	а	в
2	$6,3 \cdot 10^{-6}$ с	$6,3 \cdot 10^4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	50 Гц	$5 \cdot 10^3$	5,0 кГц	20
3	0,20 нФ	20 мГн	80 мА	8,0 В	$50 \frac{\text{В}}{\text{А}}$	$4 \cdot 10^6 \frac{\text{Гн}}{\text{Ф}}$
4	264 кДж	13 Дж	2,0 А; 2,8 А	300 с	73 кДж	80 Ом
5	3	3	20 мА	1	0,12 А	63 мГн

Самостоятельная работа № 3
Интерференция и дифракция света

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	в	а	в	а	г	г
2	В 4 раза	3,6 мкм	30°	0,5 мкм	4	2,4 мкм
3	Усиление	Ослабление	Усиление	Усиление	Ослабление	Ослабление
4	$2,0 \cdot 10^3$	600 нм	100	600 нм	4	500 нм
5	0,50 мкм	$В 2,0 \cdot 10^3$ раза	$В 4,0 \cdot 10^3$ раза	2,2 мм	5 м	1 мм

Самостоятельная работа № 4
Закон преломления света.
Формула тонкой линзы

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	б	г	б	в	в	б
2	-20 см	2,5 дптр	0,5 м	-5 дптр	1,4	$1,7 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
3	—	—	—	—	—	—
4	24 см	15 см	30 см	0,25	4,5 см	0,2 м
5	5,7 м	$\frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}}$	5,3 м	45°	3,0 см	6,0 с

Самостоятельная работа № 5
Фотоэффект. Действие света

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	б	в	б
2	$6,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	$2,8 \cdot 10^{-19}$ Дж	$4,1 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
3	0,25 мкм	$3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж	9,0 эВ
4	2,0 эВ	3,0 В	$p = \frac{eU_a}{c} + \frac{h}{\lambda_{\text{кр}}}$
5	$1,5 \cdot 10^{19}$	21 %	0,48 мкм
Номер задачи	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	б	г	б
2	$1,2 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	$1,3 \cdot 10^{-18}$ Дж	$5,9 \cdot 10^{-19}$ Дж
3	8,0 эВ	$2,2 \cdot 10^{-19}$ Дж	1,8 В
4	0,36 мкм	5,1 эВ	В 1,4 раза
5	6,2 К	84 с	0,32 г

Самостоятельная работа № 6
Энергия связи ядра.
Радиоактивность

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	92	239	83
2	${}_{90}^{230}\text{Th}$	${}_{83}^{211}\text{Bi}$	${}_{87}^{221}\text{Fr}$
3	$T = 10$ сут, $N = 3 \cdot 10^{21}$	$T = 15$ ч, $N = 4,2 \cdot 10^{27}$	$T = 8$ сут, $N = 1,4 \cdot 10^{29}$
4	492 МэВ	$6,46 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$	115 МэВ
5	1,03 мг	$-3,6 \cdot 10^3$ Кл	5,67 мг

Номер задачи	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	218	88	234
2	${}^{223}_{88}\text{Ra}$	${}^{209}_{82}\text{Pb}$	${}^{229}_{90}\text{Th}$
3	$T = 12,3$ года, $N = 5,4 \cdot 10^{28}$	$T = 3$ мин, $N = 9 \cdot 10^{21}$	$T = 71$ сут, $N = 2,1 \cdot 10^{27}$
4	$8,3 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$	256 МэВ	$7,8 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$
5	84 Кл	3,3 мг	-1,8 Кл

Самостоятельная работа № 7 Ядерные реакции

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	Нейтрон	Протон	Азот ${}^{14}_7\text{N}$	Протон	Нейтрон	Протон
2	${}^A_Z\text{X} = {}^1_0n$	${}^A_Z\text{X} = {}^1_0n$	${}^7_4\text{Be}$	${}^{30}_{15}\text{P}$	${}^A_Z\text{X} = {}^1_0n$	${}^A_Z\text{X} = {}^{32}_{15}\text{P}$
3	$N_{\text{U}} = 143,$ $N_{\text{Br}} = 53$	$N_{\text{Li}} = 4,$ $N_{\text{Be}} = 3$	$N_{\text{Th}} = 142,$ $N_{\text{Kr}} = 54$	$N_{\text{Zr}} = 59,$ $N = 2$	$N_{\text{Mo}} = 62,$ $N_{\text{Sn}} = 82$	$N_{\text{Pu}} = 145,$ $N_{\text{Cm}} = 146$
4	99 Дж	45 Дж	18 Дж	53 Дж	9,0 Дж	39 Дж
5	6,9 Дж	$4 \cdot 10^9$ Дж	1,6 кг	18 %	$6,7 \cdot 10^7$ Дж	52 МВт

Контрольная работа № 1 Механические колебания и волны

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	в	а	в	в	г	а
2	29 м	125 мкс	6,8 м	338 м/с	340 м/с	725 Гц
3	$6,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$	48 см	0,50 кг	0,50 кг	0,50 с	Уменьшится в 2 раза
4	0,20 с	0,30 с	0,50 с	1/3	11 см; 44 см	72 см; 50 см
5	3,8 мДж	7,2 мДж	15 мм	80 г	1,6 с	48 см^2

Контрольная работа № 2
Электромагнитные колебания и волны

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	б	в	а	в	г	б
2	0,10 кГц	50 Гц	$6,3 \cdot 10^2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	$1,6 \cdot 10^2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	28 В	1,4 А
3	0,20 км	$9,4 \cdot 10^6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	0,60 мс	2,8 нкФ	0,30 км	$6,0 \cdot 10^2$
4	16 мкДж	80 мкДж	3,0 мА	10 В	15 мкДж	8,7 А
5	40 витков	1,2 Ом	В 2,0 раза	20 В	0,1 кОм	84 витка

Контрольная работа № 3
Оптика

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	б	а	г	а	б	в
2	Ослабление	Усиление	Усиление	Усиление	Усиление	Ослабление
3	0,70 мкм	5,5 мкм	400 нм	4	4	0,63 мкм
4	1,8 м	$\arctg \frac{n_2}{n_1}$	1,33 м	30°	4,6 с	0,9 м
5	2	В 3 раза	8 см	Уменьшится в 3 раза	24 см	6

Контрольная работа № 4
Квантовая физика

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	б	в	в
2	$3,0 \cdot 10^{-7}$ м	$4,0 \cdot 10^{-19}$ Дж	$1,11 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
3	$4,0 \cdot 10^{-6}$ м	$7,3 \cdot 10^{14}$ Гц	$2,1 \cdot 10^{-35}$ кг
4	$4,8 \cdot 10^{-19}$ Дж	2,5 эВ	$6,64 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
5	6,3 мм	15 мм	0,12 мкА

Номер задачи	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	а	г	б
2	$4,2 \cdot 10^{15}$ Гц	$2,9 \cdot 10^{-36}$ кг	$1,0 \cdot 10^{-12}$ м
3	75 %	$1,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$	$5,4 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
4	5,0 эВ	540 нм	545 нм
5	$3,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	20 мм	$7,8 \cdot 10^{-19}$ Дж

Итоговая контрольная работа

Номер задачи	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	б	0,2 м	а
2	40 мГц	25 мкс	2,0 пФ
3	В 2 раза	Уменьшится в 2 раза	В 2 раза
4	3,0 эВ	$4,0 \cdot 10^{-19}$ Дж	$6,64 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
5	2	В 3 раза	8 см
Номер задачи	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	0,12 м	в	г
2	1,1 кГц	0,27 мГц	2,1 пФ
3	0,50 кг	10 м/с^2	4
4	5,0 эВ	540 нм	545 нм
5	Уменьшится в 3 раза	24 см	6

Содержание

Предисловие	3
-------------------	---

10 класс

Самостоятельная работа № 1. Основы МКТ строения вещества	6
Самостоятельная работа № 2. Поверхностное натяжение. Влажность воздуха.....	10
Самостоятельная работа № 3. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля	15
Самостоятельная работа № 4. Потенциал и разность потенциалов. Принцип суперпозиции.....	20
Самостоятельная работа № 5. Закон Ома для полной электрической цепи. КПД источника тока.....	24
Самостоятельная работа № 6. Сила Ампера. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца.....	29
Самостоятельная работа № 7. Магнитное поле. Явление электромагнитной индукции.....	35
Контрольная работа № 1. Основы МКТ строения вещества. Идеальный газ	40
Контрольная работа № 2. Основы термодинамики	45
Контрольная работа № 3. Электростатика	50
Контрольная работа № 4. Постоянный ток. Электрический ток в различных средах	54
Ответы	59

11 класс

Самостоятельная работа № 1. Пружинный и математический маятники ..	66
Самостоятельная работа № 2. Электромагнитные колебания.....	70
Самостоятельная работа № 3. Интерференция и дифракция света	75
Самостоятельная работа № 4. Закон преломления света. Формула тонкой линзы	79
Самостоятельная работа № 5. Фотоэффект. Действие света	83
Самостоятельная работа № 6. Энергия связи ядра. Радиоактивность	88
Самостоятельная работа № 7. Ядерные реакции.....	93
Контрольная работа № 1. Механические колебания и волны	97
Контрольная работа № 2. Электромагнитные колебания и волны.....	103
Контрольная работа № 3. Оптика	108
Контрольная работа № 4. Квантовая физика.....	113
Итоговая контрольная работа	118
Ответы	122