

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

ПО ФИЗИКЕ

для студентов заочной формы обучения направления подготовки

15.03.02 – Технологические машины и оборудование

15.03.04 – Автоматизация технологических процессов

Составители

С. Ю. Иванова

В. В. Лурье

Санкт-Петербург
2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

ПО ФИЗИКЕ

для студентов заочной формы обучения направления подготовки

15.03.02 – Технологические машины и оборудование

15.03.04 – Автоматизация технологических процессов

Составители

С. Ю. Иванова

В. В. Лурье

Санкт-Петербург
2022

Методические указания к выполнению контрольных работ

1. За время обучения физике студент должен выполнить **шесть** контрольных работ. Во II семестре – к/р №1 и к/р №2, в III семестре – к/р №3 и к/р №4, в IV семестре – к/р №5 и к/р №6.
2. Каждая контрольная работа содержит **две** задачи и **один** вопрос.
3. **Выбор варианта контрольной работы:**
Вариант контрольной работы следует выбирать, согласно номеру зачетной книжки (по двум последним цифрам).
Например: если последние две цифры зачетной книжки заканчиваются от 01 до 30, то вариант соответствует этим двум последним цифрам (номер зачетной книжки 0332126 – вариант № 26). Если две последние цифры больше 30, то номер варианта равен одной последней цифре (номер зачетной книжки 0332186 – вариант № 6). Если последняя цифра зачетной книжки – 0 или две последние цифры зачетной книжки – 00, то выполнять вариант №10.
4. Каждую контрольную работу необходимо выполнять в отдельной тетради, на обложке которой указать наименование дисциплины (физика), фамилию и инициалы студента, номер зачетной книжки, номер группы, номер контрольной работы, номер варианта. Если работа отправляется на проверку преподавателю по электронной почте или выкладывается на сайте вуза в Заочной среде, то необходимо отсканировать все листы контрольной работы (или сфотографировать) и сформировать их в одном файле (word, pdf). Не присылать каждый лист по отдельности!!!!
5. Студент может выполнить контрольную работу в электронном виде в формате Word.
6. Контрольную работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний преподавателя.
7. Условия задач своего варианта переписывать полностью.
8. Для пояснения решения задачи, где это нужно, аккуратно сделать чертеж.
9. Решения задач и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями.
10. Приводить вывод расчетной формулы, которая нужна для решения конкретной задачи.
11. Решение задачи рекомендуется сначала сделать в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях.
12. Вычисления следует проводить путем подстановки заданных величин в расчетную формулу.
13. Проверить размерность полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность.

14. Не забыть все числовые величины при расчетах переводить в систему СИ.

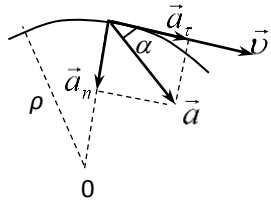
Контрольные работы, представленные без соблюдения вышеперечисленных указаний, зачитываться не будут.

При представлении работы на повторную проверку обязательно предъявлять первоначальную работу с замечаниями преподавателя.

Методические рекомендации студентам при самостоятельной подготовке к экзаменам

1. Сначала необходимо изучить данное определение и аналитическую запись рассматриваемого закона. При этом необходимо знать физический смысл всех входящих в формулу букв и символов, знать их размерность.
2. Запомнить самый простой, пусть даже не совсем корректный вид формулы данного закона, а затем научиться усложнять его до полной точной формулировки в аналитическом виде.
3. Для улучшения запоминания формулы уметь видеть и находить сходство в записи различных законов, например, кинетическая энергия поступательного и вращательного движений и энергия заряженного конденсатора записываются одинаково.
4. На простых, качественных примерах рассмотреть основные положения данного закона, что способствует запоминанию и пониманию его формулировки. Примеры дает лектор, либо необходимо их придумать самому. Подобные задачи составляют систему опорных сигналов, облегчающих понимание и запоминание закона.
5. Не продолжать разбирать лекции, если возник вопрос, на который нет ответа. Искать ответ либо в конспекте (лучше додуматься самостоятельно), либо использовать дополнительную литературу, но обязательно ответить на этот вопрос, даже если на это уйдет много времени. В крайнем случае, задать этот вопрос на консультации перед экзаменом. Не пропускать консультации.
6. При разборе лекции все математические действия должны быть полностью понятными. Уметь задавать себе вопросы, которые содержатся в лекции в неявном виде. И уметь отвечать на эти вопросы.
7. По возможности не пропускать лекции, даже если есть способ иметь потом конспект на руках. На лекции следить за логикой рассуждений, а не записывать автоматически без понимания.
8. Уметь видеть общие положения, с которых всегда начинается рассмотрение нового вопроса или задачи.

Примеры решения задач

Пример 1. Точка движется по дуге радиуса ρ со скоростью, зависящей от дуговой координаты l по закону $v = k\sqrt{l}$, где k – постоянная. Найти угол между векторами полного и тангенциального ускорений как функцию координаты l.	
$v = k\sqrt{l}$ ρ	Решение  Угол α можно найти из условия: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_n}{a_\tau};$ где $a_n = \frac{v^2}{\rho} = \frac{k^2 l}{\rho}$; $a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dl} \frac{dl}{dt} = \frac{dv}{dl} v;$ подставляя $v = k\sqrt{l}$, получим $a_\tau = \frac{k}{2\sqrt{l}} k\sqrt{l} = \frac{k^2}{2}, \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{2l}{\rho}.$ <u>Ответ:</u> $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2l}{\rho}.$
Пример 2. При фотоэффекте с платиновой поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов $U_z = 0,8$ В. Найти длину волны λ используемого облучения.	
Дано: $U_z = 0,8$ В $\lambda = ?$	Решение Из формулы Эйнштейна для фотоэффекта следует $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2} m v_m^2$

	или, с учетом формулы $\frac{1}{2}mv_m^2 = qU_3,$ имеем $\frac{hc}{\lambda} = A + qU_3,$ откуда $\lambda = \frac{hc}{A + qU_3} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,29 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,8} = \frac{19,86 \cdot 10^{-26}}{9,744 \cdot 10^{-19}} = 2,04 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 204 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 204 \text{ нм}.$ (Из справочника мы взяли для платины $A = 5,29$ эВ)
Пример 3. Частица движется со скоростью $\vec{v} = -at\vec{e}_x$, где $a = 1$ м/с². Найти средние значения скорости $\langle \vec{v} \rangle$ и ее модуля $\langle v \rangle$ за промежуток времени от $t_1=1$с до $t_2=3$с.	
Дано: $\vec{v} = -at\vec{e}_x$ $a = 1 \text{ м/с}^2$ $t_1 = 1 \text{ с}$ $t_2 = 3 \text{ с}$	Решение Среднее значение скалярной или векторной величины $a(t)$ за промежуток времени $t_2 - t_1$ находят по формуле $\langle a \rangle = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt, \quad (2.1)$
$\langle \vec{v} \rangle$ - ? $\langle v \rangle$ - ?	где $a(t)$ – зависимость физической величины от времени. Среднее значение скорости найдем по формуле
	$\langle \vec{v} \rangle = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \vec{v}(t) dt, \quad (2.2)$ где $\vec{v}(t)$ - зависимость скорости от времени. По условию задачи $\vec{v} = -at\vec{e}_x$. (2.3) Подставляя выражение (2.3) в соотношение (2.2), находим

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} (-a \cdot t \cdot \vec{e}_x) dt = -\frac{1}{t_2 - t_1} a \vec{e}_x \int_{t_1}^{t_2} t dt = -\frac{1}{t_2 - t_1} a \cdot \vec{e}_x \frac{t^2}{2} \Big|_{t_1}^{t_2} = -$$

$$-\frac{1}{t_2 - t_1} a \cdot \vec{e}_x \frac{1}{2} (t_2^2 - t_1^2) = -a \cdot \vec{e}_x \frac{1}{2} (t_2 + t_1) = -1 \cdot \vec{e}_x \frac{1}{2} (3 + 1) = -2 \cdot \vec{e}_x.$$

Среднее значение модуля скорости $\langle v \rangle$ найдем по формуле (2.1), подставив $v(t) = \sqrt{v_x^2} = \sqrt{(-at)^2} = at$:

$$\langle v \rangle = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt = -\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} at dt = \frac{1}{t_2 - t_1} a \int_{t_1}^{t_2} t dt = \frac{1}{t_2 - t_1} a \frac{t^2}{2} \Big|_{t_1}^{t_2} =$$

$$= -\frac{1}{t_2 - t_1} a \frac{1}{2} (t_2^2 - t_1^2) = -a \frac{1}{2} (t_2 + t_1) = 1 \frac{1}{2} (3 + 1) = 2.$$

Ответ: $\langle \vec{v} \rangle = -2\vec{e}_x$ (м/с), $\langle v \rangle = 2$ м/с.

Пример 4. В баллоне объемом $V = 10$ л находится гелий под давлением $P_1 = 1$ МПа и при температуре $T_1 = 300$ К. После того, как из баллона было выпущено $M = 10$ г гелия, температура в баллоне понизилась до $T_2 = 290$ К. Определить давление P_2 гелия, оставшегося в баллоне.

Дано: $V = 10$ л $P_1 = 1$ МПа $T_1 = 300$ К $M = 10$ г $T_2 = 290$ К	Решение Запишем уравнения состояния идеального газа до выпуска газа $P_1 V = \nu_1 R T_1 = \frac{M_1}{\mu} R T_1 \quad (3.1)$ и после выпуска газа
$P_2 = ?$	$P_2 V = \nu_2 R T_2 = \frac{M_2}{\mu} R T_2, \quad (3.2)$
	где M_1 и M_2 – масса гелия в баллоне до и после выпуска соответственно. Так как по условию задачи $M_2 = M_1 - M$, перепишем уравнение (2.2) в виде $P_2 V = \frac{M_1 - M}{\mu} R T_2. \quad (3.3)$ Решим систему уравнений (3.1) и (3.3) относительно искомого давления P_2. $\frac{P_2 V}{T} = \frac{M_1}{\mu} R - \frac{M}{\mu} R = \frac{P_1 V}{T_1} - \frac{M}{\mu} R.$

	$P_2 = \frac{T_2}{V} \left(\frac{P_1 V}{T_1} - \frac{M}{\mu} R \right) = \frac{290}{10 \cdot 10^{-3}} \left(\frac{1 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{300} - \frac{10 \cdot 10^{-3}}{0,004} 8,31 \right) =$ $= 290 \cdot 10^2 (33,3 - 20,8) = 3625 \cdot 10^2 \text{ Па} = 0,36 \text{ МПа.}$ Ответ: $P_2 = 0,36 \text{ МПа.}$
Пример 5. Два точечных электрических заряда $q_1 = 1$ нКл и $q_2 = -2$ нКл находятся в воздухе на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке, удаленной от заряда q_1 на расстояние $r_1 = 9$ см и от заряда q_2 на $r_2 = 7$ см.	
Дано: $q_1 = 1$ нКл $q_2 = -2$ нКл $d = 10$ см $r_1 = 9$ см $r_2 = 7$ см	Решение Согласно принципу суперпозиции электрических полей напряженность поля, создаваемого зарядами q_1 и q_2 в интересующей нас точке $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2.$ (4.1)
$E - ?$	
	Рис. 4.1 Из рис. 4.1 видно, что по теореме косинусов $E^2 = E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2 \cos \alpha, \quad (4.2)$ $d^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \alpha. \quad (4.3)$ Из выражения (4.3) найдем
	$\cos \alpha = \frac{r_1^2 + r_2^2 - d^2}{2r_1r_2} = \frac{(0,09)^2 + (0,07)^2 - (0,1)^2}{2 \cdot 0,09 \cdot 0,07} =$ $= \frac{0,0081 + 0,0049 - 0,01}{0,0126} = 0,238. \quad (4.4)$

	Кроме того, $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-9}}{0,0081} = 1,111 \cdot 10^3 \text{ В/м},$ (4.5) $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-9}}{0,0049} = 3,673 \cdot 10^3 \text{ В/м}.$ (4.6) Подставляя числовые значения (4.4), (4.5) и (4.6) в соотношение (4.2), получаем $E^2 = 1,234 \cdot 10^6 + 13,491 \cdot 10^6 - 2 \cdot 1,111 \cdot 3,673 \cdot 10^6 \cdot 0,238 = 12,78 \cdot 10^6 \text{ В}^2/\text{м}^2.$ Откуда $E = 3,57 \cdot 10^3 \text{ В/м} = 3,57 \text{ кВ/м}.$ Ответ: $E = 3,57 \text{ кВ/м}$.
Пример 6. Катер массой 200 кг движется по озеру со скоростью 10 м/с. В момент времени $t = 0$ двигатель выключают. Считая силу сопротивления равной $-2v$ (Н), найти путь катера до остановки.	
$m = 200 \text{ кг}$ $F_c = -2v$ $v_0 = 10 \text{ м/с}$	Решение После выключения двигателя единственной силой, действующей на катер, является сила трения, направленная против скорости катера. Из проекции второго закона Ньютона на направление движения: $m \frac{dv}{dt} = -2v, \text{ можно найти } v(t), \text{ а затем}$ проинтегрировать и получить $S = \int_0^t v(t) dt$. Однако проще сразу проинтегрировать уравнение $mdv = -2v dt$ (оно получится из 2-го закона умножением обеих частей на dt): $m \int_{v_0}^0 dv = -2 \int_0^t v dt = -2S, \Rightarrow m(0 - v_0) = -2S, \Rightarrow$ $S = \frac{mv_0}{2} = 1000 \text{ (м)}.$ Ответ: $S = 1 \text{ км}$.

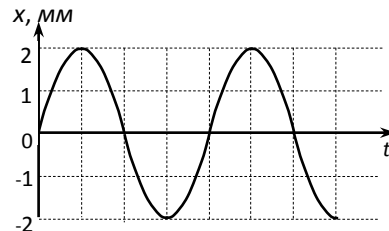
Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Скорость частицы $\vec{v} = at(2t\vec{e}_x + 3t\vec{e}_y + 4\vec{e}_z)$, м/с, $a = 1$ м/с². Найти путь S частицы за время от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 3$ с.
2. Шайбу пустили снизу вверх на горку со скоростью шайбы $v_1 = 10$ м/с. Определить высоту h , на которой скорость шайбы $v_2 = 7$ м/с.
3. Как изменяется амплитуда затухающих колебаний?

Вариант 2

1. Радиус – вектор частицы относительно начала координат изменяется со временем по закону $\vec{r} = 4t^2\vec{e}_x + 6t^3\vec{e}_y$. Найти вектор скорости и ускорения и их модули в момент времени 0,5 с.
2. Человек массой $m = 60$ кг находится на неподвижной платформе массой $M = 100$ кг. С какой частотой ω станет вращаться платформа, если человек начнет двигаться по окружности радиусом $r = 5$ м вокруг оси вращения платформы? Скорость движения человека относительно платформы $v = 4$ м/с. Радиус платформы $R = 10$ м. Считать платформу диском, а человека – материальной точкой.
3. Груз совершает гармонические колебания вдоль оси x . Через какое время, груз пройдет расстояние, равное 2 амплитудам?



Вариант 3

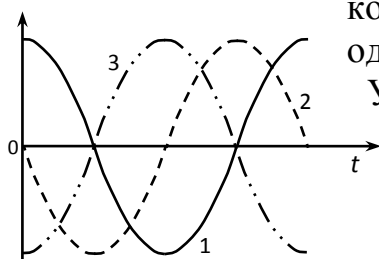
1. Зависимость радиус-вектора частицы от времени дается законом $\vec{r} = bt\vec{e}_x - ct^2\vec{e}_y$, где b и c – положительные постоянные. Найти ускорение $\vec{a}(t)$ частицы.
2. Столб высотой 3 м падает из вертикального положения на горизонтальную поверхность. Найти линейную скорость верхнего конца столба в момент падения.
3. Складываются два однонаправленных гармонических колебания одинаковой частоты и амплитуды a_0 разность фаз между которыми $\frac{3\pi}{2}$. Чему равна амплитуда результирующего колебания?

Вариант 4

1. Частица, находившаяся в состоянии покоя, стала двигаться прямолинейно с ускорением, изменяющимся по закону $a = 8 + 4t + 14t^2$. Какой путь пройдет частица за 6 с?
2. Тело массой 3 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая соударение тел абсолютно неупругим, найти количество теплоты, выделившейся при этом соударении.
3. Простейшим гармоническим осциллятором является пружинный маятник, то есть небольшой груз, подвешенный на легкой упругой пружине. Если масса груза 100 г, а пружина характеризуется жесткостью $k = 10^3$ Н/м, то какому уравнению подчиняется координата x ?

Вариант 5

1. Радиус-вектор частицы определяется выражением $\vec{r} = 3t\vec{e}_x + 4t^2\vec{e}_y + 7\vec{e}_z$, м. Вычислить модуль перемещения за первые 10 с движения, а также скорость частицы в момент времени 3 с.
2. Зависимость угла поворота маховика от времени $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где $A = 2$ рад, $B = 16$ рад/с, $C = -2$ рад/с². Момент инерции маховика $J = 50$ кг·м². Найти мощность P в момент $t = 3$ с.
3. На рисунке изображены графики зависимости от времени



координаты, скорости и ускорения для одномерного гармонического осциллятора. Укажите графики скорости и ускорения, если сплошной линией изображен график координаты.

Вариант 6

1. Тело массой $m = 0,5$ кг движется прямолинейно по закону $x = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$, где $C = 5$ м/с², $D = 1$ м/с³. Найти силу F , действующую на тело в конце первой секунды движения.
2. Платформа в виде диска радиусом $R = 1,5$ м и массой $M = 180$ кг вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $\nu = 10$ мин⁻¹. В центре платформы стоит человек массой $m = 60$ кг.

Какую линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдет из центра на край платформы?

3. Складываются два однонаправленных гармонических колебания $x_1 = a_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$ и $x_2 = a_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{3})$. Чему равна амплитуда результирующего колебания?

Вариант 7

1. Модуль скорости v частицы изменяется со временем t по закону $v = b + ct$, где b и c – положительные постоянные. Модуль ускорения $a = 3$ с. Найти тангенциальное a_τ и нормальное a_n ускорения частицы.
2. Два горизонтально расположенных диска одинакового радиуса вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Первый диск имеет вдвое большую массу и угловую скорость вращения 3 рад/с. Угловая скорость вращения второго диска 4 рад/с. Определить угловую скорость установившегося вращения дисков после падения второго диска на первый.
3. Уравнение поперечной плоской волны, распространяющейся вдоль оси x , имеет вид $y = 0,01 \cos(10^2 t - 4x)$, м. Чему равна фазовая скорость волны (м/с)?

Вариант 8

1. Уравнение движения частицы дано в виде $x = \sin \frac{\pi}{6} t$. Найти скорость и ускорение частицы в момент времени $t = 2$ с.
2. Цилиндр вращается вокруг неподвижной оси. Зависимость его угловой скорости от угла поворота выражается уравнением $\omega = \omega_0 + c \cdot \varphi$, где c и ω_0 – положительные постоянные. Найти зависимость угла поворота от времени.
3. Какие колебания называются вынужденными? Напишите уравнение таких колебаний.

Вариант 9

1. Маховик начал вращаться равноускорено и за промежуток времени $\Delta t = 10$ с достиг частоты вращения $\nu = 300$ мин⁻¹. Определить число N оборотов, которое он сделал за это время.

2. Карандаш длиной $l = 25$ см, поставленный вертикально, падает на пол. Какую угловую и линейную скорости будет иметь в конце падения середина карандаша.
3. Незатухающие колебания гармонического осциллятора можно характеризовать несколькими величинами. Какие из них являются постоянными?

Вариант 10

1. Заданы законы движения частицы вдоль осей x и y : $x = 2t - t^3$ и $y = t^2 + 2t^4$. Найти полное ускорение частицы в момент времени $t = 2$ с.
2. Платформа-диск с человеком массой 70 кг, находящимся на ее краю, вращается с частотой 14 мин^{-1} . При перемещении человека в центр платформы частота ее вращения становится равной 25 мин^{-1} . Какова масса платформы?
3. Как изменится циклическая частота колебаний физического маятника с увеличением его приведенной длины?

Вариант 11

1. В положительном направлении оси x движется частица массы m , скорость которой зависит от координаты по закону $v = \alpha x$, где α - положительная постоянная. Найти зависимость координаты x от времени.
2. Найти момент инерции стержня длиной 1 м и массой 1 кг относительно оси симметрии, перпендикулярной стержню, если площадь поперечного сечения стержня равна 1 см^2 .
3. Как изменится период колебаний математического маятника с увеличением его массы?

Вариант 12

1. Частица движется по окружности с постоянным угловым ускорением 4 рад/с^2 . Через 1,5 с после начала движения нормальная составляющая ускорения частицы стала равной $7,2 \text{ м/с}^2$. Определить тангенциальную составляющую ускорения, а также полное ускорение частицы.
2. Платформа в виде диска радиусом $R = 1,5$ м и массой $M = 180$ кг вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $\nu = 10 \text{ мин}^{-1}$. В центре платформы стоит человек массой $m = 60$ кг. Какую

линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдет из центра на край платформы?

3. Что характеризует логарифмический декремент затухания?

Вариант 13

1. Зависимость радиус-вектора частицы от времени дается законом $\vec{r} = bt\vec{e}_x - ct^2\vec{e}_y$, где b и c – положительные константы. Найти модуль скорости v .
2. Шар массой 1 кг, движущийся со скоростью 40 м/с, догоняет шар массой 4 кг, движущимся со скоростью 12 м/с. Считая удар прямым и абсолютно неупругим, найти скорость шаров после соударения.
3. В чем отличие физического маятника от математического?

Вариант 14

1. Проекция ускорения частицы изменяются со временем по следующим законам: $a_x = 2 + 3t^2$ и $a_y = 4t - 8t^3$. В момент времени $t = 0$ с частица покоилась. Найти скорость частицы через пять секунд после начала движения.
2. Найти изменение кинетической энергии при абсолютно неупругом соударении двух шаров с массами 40 и 60 г соответственно, если до столкновения они двигались навстречу друг другу со скоростями 2 и 4 м/с.
3. От чего зависит скорость звука в газовой среде?

Вариант 15

1. Координата частицы $x = A \cos \frac{2\pi}{T} t$. Найти путь S , пройденный частицей за промежуток времени от $t_1 = \frac{T}{8}$ до $t_2 = \frac{T}{4}$.
2. Шар массой M неподвижен, шар массой m движется. Какая часть η кинетической энергии теряется при центральном абсолютно неупругом соударении шаров, если $m = 0,3 M$?
3. Что такое стоячая волна? Изобразить стоячую волну.

Вариант 16

1. Две частицы движутся вдоль оси x согласно уравнениям: $x_1 = 24 + 12t + 2t^3$ и $x_2 = 8 + 2t^2 + 2t^3$. Найти ускорения частиц в тот момент времени, когда их скорости будут одинаковыми.
2. Платформа-диск с человеком массой 70 кг на ее краю вращается с частотой 14 мин⁻¹. При перемещении человека в центр платформы частота ее вращения становится равной 25 мин⁻¹. Какова масса платформы?
3. При каких условиях возникают затухающие колебания?

Вариант 17

1. Однородный цилиндр радиусом $R = 0,2$ м и массой $m = 5$ кг вращается вокруг своей оси. Зависимость угловой скорости ω вращения цилиндра от времени t дается уравнением $\omega = A + Bt$, где $B = 8$ рад/с². Найти касательную силу F , приложенную к боковой поверхности цилиндра перпендикулярно его оси.
2. Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с, достигло максимальной высоты подъема 4 м. Найти работу силы сопротивления.
3. Незатухающие колебания гармонического осциллятора можно характеризовать несколькими величинами. Какие из них являются постоянными?

Вариант 18

1. Колесо диаметром $D = 60$ см вращается под действием касательной к ее ободу силы $F = 10$ Н. Найти момент инерции J колеса относительно неподвижной оси Z , проходящей через центр колеса перпендикулярно его плоскости, если за промежуток времени от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 7$ с проекция угловой скорости колеса изменилась от 0 до 12 рад/с.
2. Частица массой 1 кг под действием консервативной силы переместилась из точки с координатой $x_1 = 2$ м в точку с координатой $x_2 = 3$ м. Сила зависит от координаты x по закону $F = \frac{2m}{x^2} + 0,5$. Найти работу, произведенную силой по перемещению частицы.
3. Какие колебания описывает уравнение: $\ddot{x} + \frac{r}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0$?

Вариант 19

1. Находясь под действием постоянной силы $\vec{F} = 3\vec{e}_x + 4\vec{e}_y$, Н, частица переместилась из точки 1 с радиусом-вектором $\vec{r}_1 = \vec{e}_x + 2\vec{e}_y$ в точку 2 с радиус вектором $\vec{r}_2 = 3\vec{e}_x + 2\vec{e}_y$. Какая при этом совершается работа?
2. Частица массы m , двигавшаяся со скоростью v , испытала абсолютно неупругое столкновение с покоившейся частицей в два раза большей массы. Найти скорость частиц после столкновения.
3. Складываются два взаимно перпендикулярных гармонических колебания одинакового периода, начальных фаз, но разных амплитуд. Что представляет из себя результирующее движение?

Вариант 20

1. Тело вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла его поворота от времени t описывается законом $\varphi(t) = at^2$, где a – положительная постоянная. Найти среднее значение модуля его угловой скорости за промежуток времени от 0 до τ .
2. Найти импульс полого шара массы m , катящегося без проскальзывания по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Считать массу шара равномерно распределенной по поверхности.
3. Если массу пружинного маятника увеличить в четыре раза, то во сколько раз изменится частота его колебаний?

Вариант 21

1. Сила $\vec{F} = 3\vec{e}_x + 4\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$, Н, приложена к частице с радиусом-вектором $\vec{r} = 4\vec{e}_x + 2\vec{e}_y + 3\vec{e}_z$, м. Найти момент силы M относительно начала координат.
2. Шар массой 1 кг, движущийся со скоростью 40 м/с, догоняет другой шар, движущимся со скоростью 12 м/с. Считая удар прямым и абсолютно упругим, найти скорость второго шара после соударения, если известно, что первый шар в результате соударения остановился.
3. Уравнение поперечной плоской волны, распространяющейся вдоль оси x , имеет вид $y = 0,01\cos(10^2t - 4x)$, м. Чему равна фазовая скорость волны (м/с)?

Вариант 22

1. Шар массой 300 г и радиусом 4 см начинает вращаться относительно оси, проходящей через его центр масс, таким образом, что угол поворота меняется по закону $\varphi = 2t^4 + 0,9$. Какую работу совершает над телом результирующий момент внешних сил за промежуток времени от $t_1 = 3$ с до $t_2 = 4$ с?
2. Частица движется по окружности радиусом 540 м с постоянным тангенциальным ускорением $2,8$ м/с². Определить, через сколько секунд после начала движения нормальное ускорение составит 0,25 от тангенциального.
3. Во сколько раз изменится частота колебаний при увеличении массы физического маятника в 4 раза?

Вариант 23

1. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол φ его поворота зависит от времени как $\varphi(t) = bt^2$, где $b = 0,2$ рад/с². Найти ускорение a частицы на ободе колеса в момент $t = 2,5$ с, если скорость частицы в этот момент $v = 0,65$ м/с.
2. Частица положение которой относительно начала отсчета декартовой системы координат (точка О) дается радиусом-вектором $\vec{r} = 4\vec{e}_x + 2\vec{e}_y + 3\vec{e}_z$, м, имеет импульс $\vec{p} = \vec{e}_x + \vec{e}_y + 2\vec{e}_z$, кг·м/с. Определить момент импульса $\vec{L}$ относительно точки О.
3. Груз массой 100 г, подвешенный на легкой упругой пружине жесткостью $k = 10^3$ Н/м, совершает малые вертикальные колебания. Какому дифференциальному уравнению подчиняется координата центра масс груза x , отсчитанная от положения равновесия:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 10^4 x = 0 \quad \frac{d^2x}{dt^2} - 10^4 x = 0 \quad \frac{d^2x}{dt^2} + 10^{-4} x = 0 \quad \frac{d^2x}{dt^2} - 10^{-4} x = 0$$

Вариант 24

1. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi = t - 3t^3$, где t – время, с. Найти модуль углового ускорения тела в момент его остановки.

2. Тело массой 1 кг начинает двигаться под действием силы $\vec{F} = 3t^2\vec{e}_x + 6t^2\vec{e}_y$, Н. Найти зависимость мощности, развиваемой этой силой от времени.
3. Что такое пучности и узлы стоячей волны? Изобразить.

Вариант 25

1. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол его поворота зависит от времени как $\varphi(t) = 2bt^3$, где $b = 0,5$ рад/с². Найти полное ускорение частицы на ободе колеса в момент $t = 2$ с, если линейная скорость частицы в этот момент $v = 4$ м/с.
2. Горизонтальная платформа массой $M = 80$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы с частотой $0,5$ с⁻¹. Человек массой $m = 55$ кг стоит при этом на краю платформы. Какую работу A совершает человек при переходе от края платформы к ее центру? Считать платформу однородным диском радиусом $R = 2$ м, а человека частицей.
3. Во сколько раз скорость электромагнитных волн в вакууме больше, чем в среде с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 4$?

Вариант 26

1. Под действием силы $F = 10$ Н частица движется вдоль оси x по закону $x(t) = A - Bt + Ct^2$, где $C = 1$ м/с². Найти массу частицы.
2. Шар и полый цилиндр, имеющие одинаковые массы, катятся без скольжения с одинаковыми скоростями. Найти отношение их кинетических энергий.
3. Чему равна частота колебаний груза пружинного маятника массой 100 г и жесткости пружины $k = 10^3$ Н/м?

Вариант 27

1. Зависимость радиуса-вектора $\vec{r}$ частицы от времени t описывается законом $\vec{r} = A(\cos \omega t \vec{e}_x + \sin \omega t \vec{e}_y)$, где A и ω – положительные постоянные. Считая известной массу m частицы, найти силу $\vec{F}$, действующую на частицу.
2. Уравнение движения частицы: $x = 70e^{-0,7t} \cdot \sin \frac{\pi t}{4}$, м. Найти кинетическую энергию частицы массой $0,5$ мг через время, равное четверти периода от начала колебаний.

3. Как изменится период колебаний математического маятника с увеличением его массы в 2 раза?

Вариант 28

1. Колесо радиусом $R = 0,1$ м вращается так, что зависимость угла поворота колеса от времени дается уравнением $\varphi = 3 + 4t + 2t^3$. Найти линейную скорость частиц, лежащих на ободе колеса в момент времени $t = 2$ с после начала движения.
2. Определить скорость v_c центра масс шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $h = 2$ м. Трением пренебречь.
3. За одно и тоже время один математический маятник совершает 300, а другой 100 колебаний. Чему равно отношение длины первого маятника к длине второго?

Вариант 29

1. Радиус – вектор частицы относительно начала координат изменяется со временем по закону $\vec{r} = 2t^2\vec{e}_x + 2t^2\vec{e}_y + 3\vec{e}_z$. Найти вектор скорости и ускорения и их модули в момент времени 1 с.
2. К ободу однородного диска радиусом $R = 0,2$ м приложена касательная сила $F = 98,1$ Н. При вращении на диск действует момент сил трения $M_{тр} = 4,9$ Н·м. Найти массу m диска, если известно, что диск вращается с угловым ускорением $\beta = 100$ рад/с².
3. Как изменится период колебаний физического маятника с увеличением его приведенной длины?

Вариант 30

1. Однородный цилиндр радиусом $R = 0,3$ м и массой $m = 2$ кг вращается вокруг своей оси. Зависимость угловой скорости ω вращения цилиндра от времени t дается уравнением $\omega = A + Bt$, где $B = 4$ рад/с². Найти касательную силу F , приложенную к боковой поверхности цилиндра перпендикулярно его оси.
2. Платформа-диск с человеком массой 50 кг на ее краю вращается с частотой 10 мин⁻¹. При перемещении человека в центр платформы

частота ее вращения становится равной 20 мин^{-1} . Какова масса платформы?

3. Какие колебания называются гармоническими? Напишите уравнение таких колебаний.

Контрольная работа №2

Вариант 1

1. Сосуд объемом $V = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ заполнен смесью кислорода и криптона. Смесь находится под давлением $p = 10 \cdot 10^5 \text{ Па}$ при температуре 400 К . Масса криптона 35 г . Найти массу кислорода.
2. При адиабатическом расширении водорода массой $m = 12 \text{ г}$ его объем увеличился в $n_1 = 3,5$ раза, а температура уменьшилась до значения $T = 200 \text{ К}$. Затем было произведено изотермическое сжатие газа и оказалось, что полная работа, совершенная газом, равна 3000 Дж . Во сколько раз уменьшился объем газа при изотермическом сжатии?
3. Какой газ называется идеальным?

Вариант 2

1. В сосуде находится смесь азота и углекислого газа, причем процентное содержание равно 20. Найти плотность этой смеси при температуре $T = 450 \text{ К}$ и давлении $p = 7 \cdot 10^5 \text{ Па}$.
2. Найти приращение энтропии при переходе льда массой $m = 2000 \text{ г}$, находящегося при температуре $t_1 = -20^\circ\text{C}$, в воду, температура которой $t_2 = 26^\circ\text{C}$.
3. Чему равна внутренняя энергия идеального газа?

Вариант 3

1. Работа, совершаемая газом массой $m = 45 \text{ г}$ при постоянной температуре, равна 2998 Дж . Средняя квадратичная скорость молекул газа при этой температуре $v_{\text{кв}} = 690 \text{ м/с}$. Во сколько раз увеличился объем газа?
2. Вычислить концентрацию молекул жидкого азота, если плотность азота $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$.
3. Какая функция называется функцией состояния?

Вариант 4

1. Газ находится под давлением $p = 20 \cdot 10^4$ Па при температуре 290 К. Чему равна средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы?
2. При получении некоторого количества теплоты водород при постоянном давлении переходит из состояния I в состояние II так, что его температура увеличивается от $T_1 = 400$ К до $T_2 = 650$ К. Приращение энтропии при этом $\Delta S = 802,9$ Дж/К. Определить массу водорода.
3. Нарисуйте в координатах PV график замкнутого процесса. Покажите графически работу.

Вариант 5

1. Сосуд объемом $V = 0,7$ м³ заполнен смесью гелия и кислорода. Масса гелия $m_1 = 10$ г, масса кислорода $m_2 = 20$ г. Смесью находится под давлением $p = 10$ кПа. Найти температуру смеси.
2. При сообщении некоторого количества теплоты углекислый газ массой $m = 15,6$ г при постоянном давлении переходит из одного состояния в другое так, что его температура меняется с $T_1 = 445$ К до $T_2 = 625$ К. Чему равно приращение энтропии в этом процессе?
3. Чему равна работа при изохорном процессе?

Вариант 6

1. Газ находится под давлением $p = 6,5 \cdot 10^5$ Па. Средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы $\bar{E}_k = 7,2 \cdot 10^{-21}$ Дж. Найти концентрацию молекул газа.
2. Газ, находившийся при температуре $T = 475$ К, адиабатически расширился так, что его объем увеличился в 1,8 раза, а температура уменьшилась на $\Delta T = 56,5$ К. Сколько степеней свободы имеют молекулы газа?
3. Какое количество молекул находится в 2 молях любого вещества?

Вариант 7

1. В сосуде находится смесь водорода и неона под давлением $p = 6$ кПа при температуре $T = 300$ К. Масса водорода $m_1 = 12$ г, масса неона $m_2 = 18$ г. Вычислить объем сосуда.
2. Гелий массой $m = 3,65$ г, находившийся под давлением $p = 3,7 \cdot 10^5$ Па и занимавший объем $V_1 = 8,5 \cdot 10^{-3}$ м³, изотермически расширился,

причем работа, совершенная газом при расширении, составила 840 Дж. Во сколько раз уменьшилось давление газа?

3. Что называется теплоемкостью тела?

Вариант 8

1. При изотермическом расширении некоторого газа массой $m = 28$ г объем увеличился в $n = 2,1$ раза, а работа газа составила 847 Дж. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа при этом процессе.
2. Пар массой $m_1 = 0,15$ кг при температуре $t_1 = 165$ °С охлаждается при постоянном объеме в воду при температуре $t_2 = 27$ °С. Определить приращение энтропии.
3. Запишите первый закон термодинамики для изотермического процесса.

Вариант 9

1. Углекислый газ массой $m = 48$ г, находившийся под давлением $p_1 = 327$ кПа и занимавший объем $V = 2,2 \cdot 10^{-2}$ м³, изотермически расширился, причем работа, совершаемая газом при расширении, равна 4000 Дж. Во сколько раз при этом уменьшилось давление газа?
2. Чему равно приращение энтропии при изотермическом расширении кислорода массой $m = 18$ г от объема $V_1 = 38$ л до объема $V_2 = 128$ л?
3. Сколько степеней свободы у двухатомной упругой молекулы? Какие?

Вариант 10

1. Кислород находится в закрытом сосуде объемом $V = 4,8 \cdot 10^{-3}$ м³, при температуре $T_1 = 340$ К. какое количество теплоты было передано газу, если его температура увеличилась до $T_2 = 420$ К, а давление стало $p = 11$ кПа.
2. Газ, находившийся при температуре $T = 398$ К, адиабатически расширился так, что его объем увеличился в $n = 3,2$ раза. На сколько при этом уменьшилась температура газа? Молекулы газа имеют 6 степеней свободы.
3. Определите среднюю энергию аргона при температуре 280 К. Газ считать идеальным.

Вариант 11

1. Найти молярную массу газа, если известны его удельные теплоемкости: $C_v = 0,825 \text{ Дж}/(\text{г} \cdot \text{К})$ и $C_p = 0,95 \text{ Дж}/(\text{г} \cdot \text{К})$.
2. К азоту массой $m = 20 \text{ г}$ подводится некоторое количество теплоты, при этом газ изотермически переходит из состояния 1 в состояние 2. Приращение энтропии при этом оказалось равным $9,25 \text{ Дж}/\text{К}$. Найти начальный объем газа V , если конечный объем его равен $0,48 \text{ м}^3$.
3. Какой процесс называется адиабатическим? Изобразите графически.

Вариант 12

1. Азот массой $m = 8,2 \text{ г}$ изобарически расширяется в $1,95$ раза за счет притока извне некоторого количества теплоты. Приращение внутренней энергии газа равно 1000 Дж . Определить начальную температуру газа.
2. Найти приращение энтропии при нагревании воды массой $m = 140 \text{ г}$ от температуры $t_1 = 0^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 120^\circ\text{C}$ и последующем превращении в пар той же температуры.
3. Что такое показатель адиабаты? Может он быть меньше или равен 1? Почему?

Вариант 13

1. Определить, под каким давлением находится в сосуде объемом $V = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ смесь аргона и водорода при температуре $T = 380 \text{ К}$, если масса аргона $m_1 = 29 \text{ г}$, масса водорода $m_2 = 14 \text{ г}$.
2. Углекислый газ массой $m = 16 \text{ г}$, находившийся при температуре $T = 420 \text{ К}$, адиабатически расширился, причем объем увеличился в $1,9$ раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в $1,5$ раза. Определить полную работу, совершенную газом.
3. Определить показатель адиабаты для жесткой молекулы кислорода.

Вариант 14

1. Молекулы некоторого газа имеют 6 степеней свободы. Для нагревания на $\Delta T = 115 \text{ К}$ при постоянном давлении необходимо затратить количество теплоты $Q_1 = 29,2 \text{ Дж}$. На сколько градусов нужно охладить газ при постоянном объеме, чтобы выделилось количество теплоты $Q_2 = 35 \text{ Дж}$?

2. Найти приращение энтропии при переходе олова в твердом состоянии при температуре $t = 0^\circ\text{C}$ в расплав при температуре плавления. Масса олова $m = 0,9$ кг.
3. Является ли изотермический процесс частным случаем адиабатического процесса? Почему?

Вариант 15

1. Вычислить концентрацию молекул воды. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³.
2. При нагревании некоторого количества газа на $\Delta T_1 = 140$ К при постоянном давлении необходимо количество теплоты $Q_1 = 2,45$ Дж. Если это же количество газа охладить на $\Delta T_2 = 160$ К при постоянном объеме, то выделится количество теплоты $Q_2 = 2$ Дж. Сколько степеней свободы имеют молекулы газа?
3. Какой процесс называется политропическим?

Вариант 16

1. В закрытом сосуде находится смесь азота и кислорода. При возрастании температуры смеси на $\Delta T = 44$ К внутренняя энергия ее увеличилась на $\Delta U = 390$ Дж. Масса азота $m = 16$ г. Найти массу кислорода.
2. Кислород при температуре $T = 350$ К адиабатически расширился, причем его объем увеличился в 2,8 раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в 2,1 раза. Определить массу кислорода, если полная работа, совершенная газом, равна 15 Дж.
3. Для какого процесса показатель политропы равен 0? Бесконечности? Единице?

Вариант 17

1. Один моль кислорода, находившегося при температуре $T_0 = 299$ К, адиабатически сжали так, что его давление возросло в 12 раз. Определить температуру газа после сжатия.
2. Газ с молярной теплоемкостью $C_V = 29,9$ Дж/(моль·К), находящийся под давлением $p_1 = 500$ кПа в закрытом сосуде, получил извне некоторое количество теплоты. Температура газа при этом возросла в $n = 1,45$ раза, а внутренняя энергия увеличилась на $\Delta U = 1530$ Дж. Найти объем сосуда.
3. В каком случае энтропия в замкнутой системе имеет максимальное значение?

Вариант 18

1. Сосуд объемом 30 л содержит смесь водорода и гелия при температуре $t = 30^\circ\text{C}$ и давлении $p = 3$ атм. Масса смеси $m = 7$ г. Найти отношение массы водорода к массе гелия в данной смеси.
2. Гелий находится в закрытом сосуде при температуре $T_1 = 442$ К. После увеличения температуры до $T_2 = 540$ К давление газа в сосуде стало $p_2 = 290$ кПа. При этом газу было передано количество теплоты $Q = 295$ Дж. Найти объем сосуда.
3. При каких условиях энтропия системы минимальна? Каков при этом характер движения молекул?

Вариант 19

1. В баллоне находится смесь идеальных газов: $\nu_1 = 0,3$ моля кислорода, $\nu_2 = 0,5$ моля азота, $\nu_3 = 0,7$ моля углекислого газа. Считая газы идеальными, найти молярную массу μ данной смеси.
2. В закрытом сосуде находится смесь кислорода и углекислого газа. Масса кислорода $m_1 = 3,9$ г, масса углекислого газа $m_2 = 4,8$ г. На сколько увеличилась температура смеси газов, если внутренняя энергия возросла на $\Delta U = 263,5$ Дж?
3. Как изменяется энтропия при таянии льда? Система замкнута.

Вариант 20

1. После сообщения некоторого количества теплоты водороду массой $m = 9,5$ г, находящемуся в закрытом сосуде, газ перешел из состояния 1 в состояние 2 так, что приращение энтропии составило $\Delta S = 38$ Дж/К. Начальная температура газа $T = 245$ К. Найти конечную температуру.
2. Газ расширяется адиабатически, причем объем его увеличивается вдвое, а термодинамическая температура падает в 1,32 раза. Какое число степеней свободы имеют молекулы газа?
3. Какой является система, если ее энтропия постоянна?

Вариант 21

1. В сосуде находится смесь $m_1 = 7,8$ г азота и $m_2 = 13$ г углекислого газа при температуре $T = 325$ К и давлении $p = 1,8$ атм. Найти плотность этой смеси, считая газы идеальными.

2. Найти приращение энтропии при переходе расплавленного свинца массой $m = 100$ г при температуре плавления в твердое состояние при температуре $t_2 = 20^\circ\text{C}$.
3. Что происходит с энтропией неравновесной замкнутой системы?

Вариант 22

1. Определить, под каким давлением находится в сосуде объемом $V = 12 \cdot 10^{-2}$ м³ смесь азота и водорода при температуре $T = 285$ К, если масса азота $m_1 = 19$ г, масса водорода $m_2 = 10$ г.
2. Один моль кислорода, находившегося при температуре $T = 220$ К, адиабатически сжали так, что его давление возросло в 5,8 раз. Найти работу, которая была совершена над газом.
3. Построить график зависимости атмосферного давления от высоты для двух различных температур.

Вариант 23

1. Газ находится под давлением $p = 3$ кПа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы $\bar{E}_k = 5,2 \cdot 10^{-21}$ Дж. Найти концентрацию молекул газа.
2. Чему равно приращение энтропии при изотермическом расширении аргона массой $m = 28$ г от объема $V_1 = 49$ л до объема $V_2 = 115$ л?
3. Построить график распределения молекул по скоростям для двух различных температур.

Вариант 24

1. Три моля кислорода находятся при температуре 32°C . Найти его внутреннюю энергию.
2. Найти приращение энтропии 1 моля углекислого газа при увеличении его температуры в $n = 3,5$ раза при изобарическом процессе.
3. Как зависит от температуры наиболее вероятное значение скорости газа?

Вариант 25

1. Один моль некоторого идеального газа изобарически нагрели на $\Delta T = 80$ К, сообщив ему количество теплоты $Q = 2,9$ кДж. Найти приращение его внутренней энергии и показатель адиабаты $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$.
2. Определить плотность смеси водорода массой $m_1 = 9$ г и кислорода массой $m_2 = 74$ г при температуре $T = 280$ К и давлении $0,15$ МПа.
3. Чему равна вероятность того, что молекула газа имеет скорость в диапазоне от 0 до ∞ ?

Вариант 26

1. При адиабатическом расширении кислорода массой $m = 11$ г его объем увеличился в $n_1 = 2,7$ раза, а температура уменьшилась до значения $T = 220$ К. Затем было произведено изотермическое сжатие газа и оказалось, что полная работа, совершенная газом, равна 3000 Дж. Во сколько раз уменьшился объем газа при изотермическом сжатии?
2. Один моль кислорода изохорически нагревается от температуры T_1 до температуры $T_2 = 2T_1$. Найти приращение энтропии.
3. Чему равна вероятность того, что молекула газа имеет скорость меньше v_1 ? Покажите на графике.

Вариант 27

1. Сосуд объемом 22 л содержит смесь водорода и кислорода при температуре $t = 22^\circ\text{C}$ и давлении $p = 3,5$ атм. Масса смеси $m = 16$ г. Найти отношение массы водорода к массе кислорода в данной смеси.
2. Один моль водорода изохорически нагревается от температуры T_1 до температуры $T_2 = 3T_1$. Найти приращение энтропии.
3. Чем отличается идеальный газ от реального газа?

Вариант 28

1. При адиабатическом расширении азота массой $m = 18$ г его объем увеличился в $n_1 = 2,5$ раза, а температура уменьшилась до значения $T = 120$ К. Затем было произведено изотермическое сжатие газа и оказалось, что полная работа, совершенная газом, равна 2000 Дж. Во сколько раз уменьшился объем газа при изотермическом сжатии?

2. В баллоне находится смесь идеальных газов: $\nu_1 = 0,3$ моля кислорода, $\nu_2 = 0,5$ моля азота, $\nu_3 = 0,7$ моля углекислого газа. Считая газы идеальными, найти молярную массу μ данной смеси.
3. Чем отличается величина эффективного диаметра для идеального газа от реального газа?

Вариант 29

1. Гелий при температуре $T = 300$ К адиабатически расширился, причем его объем увеличился в 2 раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в 1,5 раза. Определить массу гелия, если полная работа, совершенная газом, равна 25 Дж.
2. Найти приращение энтропии при переходе олова в твердом состоянии при температуре $t = 10$ °С в расплав при температуре плавления. Масса олова $m = 1,2$ кг.
3. Объясните понятие градиента температуры.

Вариант 30

1. Один моль кислорода, находившегося при температуре $T_0 = 200$ К, адиабатически сжат так, что его давление возросло в 6 раз. Определить температуру газа после сжатия.
2. К азоту массой $m = 15$ г подводится некоторое количество теплоты, при этом газ изотермически переходит из состояния 1 в состояние 2. Приращение энтропии при этом оказалось равным 15 Дж/К. Найти начальный объем газа V , если конечный объем его равен $1,5$ м³.
3. Как изменяется энтропия при явлениях переноса?

Контрольная работа №3

Вариант 1

1. Два точечных электрических заряда $q_1 = 3 \text{ нКл}$ и $q_2 = -4 \text{ нКл}$ находятся в воздухе на расстоянии $d = 15 \text{ см}$ друг от друга. Определить напряженность электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке, удаленной от заряда q_1 на расстоянии $r_1 = 10 \text{ см}$ и от заряда q_2 на $r_2 = 6 \text{ см}$.
2. На концах медного провода длиной 7 м поддерживается напряжение $U = 3 \text{ В}$. Определить плотность тока j в проводе.
3. Как изменится сила взаимодействия между двумя положительными зарядами, если один из них увеличить вдвое?

Вариант 2

1. Длинный цилиндр радиуса 1 м равномерно заряжен по поверхности с линейной плотностью 5 нКл/см. Найти зависимость напряженности поля от расстояния от оси цилиндра.
2. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = 2t + 3t^2$. Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника за промежуток времени от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 6 \text{ с}$.
3. Шарик радиусом 10 см заряжен отрицательно. Можно ли считать его точечным на расстоянии 15 см от центра шара?

Вариант 3

1. По тонкому полукольцу радиусом 5 м равномерно распределен заряд с линейной плотностью 0,5 Кл/м. Определить напряженность электрического поля в центре полукольца.
2. Найти плотность тока j , текущего по проводнику длиной 5 м, если на его концах поддерживается разность потенциалов 2 В. Удельное сопротивление материала проводника $\rho = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
3. Как изменится сила взаимодействия между двумя зарядами, если расстояние между ними уменьшить втрое?

Вариант 4

1. Потенциал электрического поля зависит от координат по закону $\varphi = 4x^2 - 3xy$. Определить вектор напряженности этого поля.
2. Две параллельные бесконечные плоскости заряжены – одна с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 0,8$ мкКл/м², другая – с поверхностной плотностью $\sigma_2 = -0,9$ мкКл/м². Используя теорему Гаусса, определить напряженность поля в точке, расположенной между плоскостями.
3. Как направлен вектор напряженности электрического поля положительного точечного заряда? Отрицательного точечного заряда? Положительно заряженной полый сферы? Отрицательно заряженного шара? Положительно заряженного цилиндра? Положительно заряженной нити?

Вариант 5

1. Внутри сферы радиусом 2 м расположен точечный заряд 0,5 Кл. Чему равен поток вектора напряженности электрического поля через поверхность сферы?
2. В медном проводнике объемом $V = 10$ см³ при прохождении по нему постоянного тока за время $t = 1,5$ мин, выделилось количество теплоты $Q = 300$ Дж. Вычислить напряженность электрического поля в проводнике.
3. Чем отличаются принципы суперпозиции напряженности электрического поля для точечных зарядов и протяженных?

Вариант 6

1. Определить вектор напряженности электрического поля, потенциал которого зависит от координат по закону $\varphi = 4(x^2 + y^2) + z^2$.
2. На поверхности бесконечно протяженного цилиндра радиусом 9 см распределен заряд с поверхностной плотностью 0,003 Кл/см². Какова величина напряженности электрического поля на расстоянии 10 см от центра цилиндра?
3. Заряд находится в центре сферической поверхности. Как изменится поток вектора напряженности, если заряд вынести за её пределы?

Вариант 7

1. Вычислить поток вектора напряженности электрического поля через прямоугольник со сторонами 10 см и 20 см, который расположен в поле под углом 60° к силовым линиям однородного поля напряженностью 5 В/м.
2. Под действием поля бесконечно заряженной плоскости точечный заряд $q = 1,5$ нКл переместился на расстояние $l = 10$ см. При этом совершена работа $A = 20$ мкДж. Найти поверхностную плотность заряда на плоскости.
3. Заряд находится в центре сферической поверхности. Как изменится поток вектора напряженности электрического поля, если радиус сферической поверхности увеличить вдвое?

Вариант 8

1. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью $\sigma = 8$ нКл/см². Найти разность потенциалов φ двух точек этого поля, находящихся на расстояниях 1 м и 2 м от плоскости.
2. В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды $q = 2$ нКл. Определить напряженность электростатического поля: 1) в центре квадрата, 2) в середине одной из сторон квадрата.
3. Заряд находится в центре сферической поверхности. Как изменится поток вектора напряженности электрического поля, если заряд передвинуть на расстояния половины радиуса?

Вариант 9

1. Тонкий прямой стержень длиной $3l$ (где $l = 20$ см) равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\lambda = 0,2$ мкКл/м. Найти напряженность электрического поля на продолжении стержня, вне его на расстоянии $a = 40$ см от центра стержня.
2. Найти разность потенциалов между точками, находящимися на расстояниях 4 м и 2 м от равномерно заряженной плоскости. Поверхностная плотность заряда плоскости равна 1 мкКл/м².
3. В чем заключается физический смысл теоремы Гаусса для электростатического поля в вакууме?

Вариант 10

1. Две концентрические проводящие сферы радиусами $R_1 = 10$ см и $R_2 = 15$ см несут заряды, равные соответственно $q_1 = -1$ нКл и $q_2 = 2$ нКл. Используя теорему Гаусса, определить напряженность поля в точке, отстоящей от центра сфер на расстояние $r = 25$ см.
2. В однородном электрическом поле электрон получает ускорение $a = 3 \cdot 10^{12}$ м/с². Найти разность потенциалов $\Delta\varphi$, ускоряющую этот электрон, если известно, что электрон ускорился в течение времени $t = 2$ мкс.
3. Является ли электростатическое поле потенциальным? Почему?

Вариант 11

1. Сила тока в проводнике линейно нарастает за время 7 с от $I_0 = 0$ А до $I_{max} = 15$ А. Сопротивление проводника 15 Ом. Определить количество теплоты, выделившееся за первые 2 с.
2. Шар радиуса 1 м равномерно заряжен по объему с плотностью 10 нКл/см³. Найти зависимость величины потока напряженности этого поля от расстояния.
3. Чему равна работа электростатического поля по замкнутому контуру? Объяснить.

Вариант 12

1. Две параллельные плоскости находятся на расстоянии $d = 0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 0,2$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -0,3$ мкКл/м². Определить разность потенциалов между пластинами.
2. Какой заряд пройдет по проводнику, если сила тока в нем равномерно убывает от 10 А до 2 А в течение 4 с?
3. Как направлен вектор электрического дипольного момента?

Вариант 13

1. Тонкое кольцо радиуса 10 см равномерно заряжено зарядом 0,10 нКл. Найти напряженность электрического поля в точке на оси кольца, находящейся на расстоянии 10 см от его центра.
2. Ток в проводнике сопротивлением 20 Ом равномерно убывает от 2 А до нуля в течение 2 с. Найти заряд, прошедший по проводнику за 2-ю секунду.
3. Каково поведение диполя в однородном электрическом поле?

Вариант 14

1. В медном проводнике объемом $V = 10 \text{ см}^3$ при прохождении по нему постоянного тока за время $t = 1,5 \text{ мин}$, выделилось количество теплоты $Q = 300 \text{ Дж}$. Вычислить напряженность электрического поля в проводнике.
2. Два точечных электрических заряда $q_1 = 6 \text{ нКл}$ и $q_2 = -2 \text{ нКл}$ находятся в воздухе на расстоянии $d = 10 \text{ см}$ друг от друга. Определить напряженность электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке, удаленной от заряда q_1 на расстоянии $r_1 = 5 \text{ см}$ и от заряда q_2 на $r_2 = 8 \text{ см}$.
3. Чем отличается поляризация неполярных молекул и полярных?

Вариант 15

1. Под действием поля бесконечно заряженной плоскости точечный заряд $q = 0,9 \text{ нКл}$ переместился на расстояние $l = 5 \text{ см}$. При этом совершена работа $A = 10 \text{ мкДж}$. Найти поверхностную плотность σ заряда на плоскости.
2. Найти разность потенциалов между центром равномерно заряженной сферы точкой, находящейся от центра на расстоянии трех радиусов сферы.
3. Почему поле в вакууме всегда больше поля в веществе?

Вариант 16

1. В электростатическом поле, образованном системой распределенных зарядов, потенциал меняется по закону $\varphi = a(x^2+y^2)+bz^2$, где $a = 2 \text{ В/м}$, $b = 5 \text{ В/м}$. Найти напряженность поля в точке А (2,3,4).
2. Электрон и α -частица влетели перпендикулярно магнитному полю ($B = 0,3 \text{ Тл}$) со скоростями 200 м/с . Найти отношение радиусов кривизны их траекторий.
3. Может ли величина диэлектрической проницаемости быть меньше 1? Отрицательной?

Вариант 17

1. Заряд на поверхности сферы радиусом 2 м равен 5 Кл. Чему равна напряженность электрического поля на расстоянии 1,5 м и 3 м от центра сферы?
2. Доказать, что поле бесконечной равномерно заряженной плоскости потенциально.
3. Равномерно заряженная проволока образует окружность. Чему равна напряженность электрического поля в центре окружности? Объяснить.

Вариант 18

1. Квадрат со стороной 12 см расположен в однородном электростатическом поле под углом 60° к его силовым линиям. Вычислить поток вектора E через этот квадрат.
2. Два одинаковых шарика подвешены на одинаковых нитях. Поверхности шариков соприкасаются. После сообщения шарикам заряда 6 Кл нити разошлись на угол в 60° . Найти вес одного шарика, если длина нити подвеса 20 см.
3. Является ли поляризация диэлектриков обратимым процессом?

Вариант 19

1. Определить поток вектора напряженности однородного электростатического поля через тонкую непроводящую пластинку в форме квадрата со стороной 5 см, расположенную в поле перпендикулярно силовым линиям. Величина напряженности поля $E = 10 \text{ В/м}$.
2. Вычислить отношение электростатической и гравитационной сил взаимодействия между двумя протонами.
3. Электрический диполь помещен внутрь замкнутой поверхности. Каков поток Φ_E сквозь эту поверхность?

Вариант 20

1. На двух концентрических сферах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями соответственно σ_1 и σ_2 . Используя теорему Гаусса, определить модуль и направление напряженности электрического поля в точке, удаленной от центра сфер на расстояние r . Принять $\sigma_1 = -8\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, $r = 3R$.

2. Суммарный заряд всех электронов в двух медных шариках, массой по 0,1 г каждый, отличается на 4% от суммарного заряда всех ядер. Вычислить отношение электростатической и гравитационной сил взаимодействия между ними ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг с}^2$).
3. На пылинке недостает 16000 электронов. Чему равен заряд пылинки?

Вариант 21

1. Четверть тонкого кольца радиусом $R = 20$ см несет равномерно распределенный заряд $q = 4$ мкКл. Определить напряженность электростатического поля в точке, совпадающей с центром кольца.
2. Определить скорость электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 10 В.
3. Что такое поляризованность? Что показывает диэлектрическая проницаемость среды?

Вариант 22

1. Определить напряженность электростатического поля в точке А, расположенной вдоль прямой, соединяющей заряды $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -8$ нКл и находящейся на расстоянии $r_1 = 8$ см от отрицательного заряда. Расстояние между зарядами $l = 20$ см.
2. С какой силой на единицу длины равномерно заряженной длинной нити с линейной плотностью заряда $3 \cdot 10^{-6}$ Кл/см действует поле равномерно заряженной бесконечной плоскости? Поверхностная плотность заряда на плоскости $2 \cdot 10^{-6}$ Кл/см.
3. Как определяется вектор электрического смещения? Что он характеризует?

Вариант 23

1. На тонком прямом отрезке проводника линейная плотность заряда $\lambda = 15$ нКл/м. Найти потенциал поля на продолжении отрезка в точке, удаленной от его ближайшего конца на расстояние, равное длине самого отрезка.
2. Вычислить поток вектора напряженности электрического поля через квадрат со стороной 6 м, если он расположен перпендикулярно силовым линиям однородного поля напряженностью 5 В/м.
3. Почему напряжение является обобщенным понятием разности потенциалов?

Вариант 24

1. Две параллельные бесконечные плоскости заряжены – одна с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 0,8$ мкКл/м², другая – с поверхностной плотностью $\sigma_2 = -0,9$ мкКл/м². Используя теорему Гаусса, определить напряженность поля в точке, расположенной между плоскостями.
2. Сила взаимодействия двух точечных зарядов величиной по 4 Кл равна 15 Н. На каком расстоянии друг от друга они находятся?
3. Проанализируйте обобщенный закон Ома. Какие частные законы можно из него получить?

Вариант 25

1. Круг расположен перпендикулярно силовым линиям однородного электрического поля. Во сколько раз изменится поток этого поля через площадь круга, если его радиус увеличить в два раза?
2. Тонкое полукольцо радиусом 30 см заряжено равномерно зарядом 1,5 нКл. Найти напряженность поля в центре полукольца.
3. Поясните физический смысл электродвижущей силы, разности потенциалов и напряжения на участке электрической цепи. Что является источником ЭДС?

Вариант 26

1. Два точечных заряда $q_1 = 4$ нКл и $q_2 = -2$ нКл находятся друг от друга на расстоянии 60 см. Определить напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность электрического поля, если второй заряд положительный.
2. Элемент с ЭДС 2 В имеет внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Найти падение потенциала внутри элемента при токе в цепи 0,25 А. Каково внешнее сопротивление цепи при этих условиях.
3. Что такое линейная линейная, поверхностная и объемная плотности заряда?

Вариант 27

1. Сила тока в цепи изменяется по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Найти количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом за время, равное четверти периода, если период $T = 10$ с, а $I_0 = 10$ А.
2. Найти напряженность электрического поля бесконечно протяженной заряженной цилиндрической поверхности радиусом 10

см внутри и вне ее. Поверхностная плотность заряда на поверхности $0,001 \text{ Кл/см}^2$.

3. Два одинаковых точечных положительных заряда расположены на расстоянии r друг от друга. Чему будет равна напряженность электрического поля на расстоянии $r/2$ от первого заряда?

Вариант 28

1. В вершинах квадрата со стороной 40 см расположены одинаковые положительные заряды по 5 нКл каждый. Найти напряженность электрического поля в четвертой вершине.
2. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов 220 В. Какую скорость он приобрел?
3. Что такое потенциал поля? Куда направлен градиент потенциала? Показать на рисунке.

Вариант 29

1. На поверхности бесконечно протяженного цилиндра радиусом $0,9 \text{ см}$ распределен заряд с поверхностной плотностью $0,003 \text{ Кл/см}^2$. Какова величина напряженности электрического поля на расстоянии 10 см от центра цилиндра?
2. С какой силой притягиваются друг к другу точечные заряды величиной $+2 \text{ Кл}$ и -5 Кл на расстоянии 3 м в вакууме и в жидкости с диэлектрической проницаемостью равной 2?
3. Что такое поток вектора напряженности электрического поля? Как графически можно изобразить электрическое поле?

Вариант 30

1. Внутри сферы радиусом 40 см, заряженной зарядом 8 Кл, находится концентрическая с ней сфера радиусом 10 см, заряженная зарядом 5 Кл. Определить напряженность электрического поля в точке на расстоянии 15 см от общего центра сфер.
4. Потенциал некоторого электрического поля зависит от координат по закону: $\varphi = a(x^3 + y^2) + bz^3$, где $a = 2 \text{ В/м}$, $b = 3 \text{ В/м}$. Найти напряженность поля в точке А (2,3,4).
5. В чем отличие между постоянным и переменным током? Что такое электростатическая защита?

Контрольная работа №4

Вариант 1

1. Найти поток вектора B однородного магнитного поля через полусферу радиуса R , если этот вектор параллелен оси симметрии полусферы.
2. По тонкому проводящему кольцу радиусом $R = 5$ см течет ток силой $I = 2$ А. определить индукцию B магнитного поля на оси кольца на расстоянии $x = 3$ см от центра. Чему будет равна индукция B магнитного поля в центре кольца.
3. Что такое плоская электромагнитная волна? Что является источниками электромагнитных волн?

Вариант 2

1. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, течет ток, силой $I = 70$ А. Длины сторон прямоугольника равны - $a = 40$ см и $b = 50$ см. Определить индукцию магнитного поля в точке пересечения диагоналей.
2. Электрон влетает в магнитное поле со скоростью 200 м/с под углом 90° к линиям однородного магнитного поля с индукцией 10 мТл. Найти радиус траектории электрона.
3. Какая электромагнитная волна называется поляризованной?

Вариант 3

1. Рядом с длинным прямым проводом, по которому течет ток силой $I_1 = 60$ А, расположена квадратная рамка с током силой $I_2 = 10$ А. Рамка и провод лежат в одной плоскости. Проходящая через середину противоположных сторон ось рамки параллельна проводу и отстоит от него на расстоянии $b = 40$ мм. Сторона рамки $a = 20$ мм. Найти силу, действующую на рамку.
2. Найти магнитную индукцию B поля, создаваемого отрезком прямолинейного провода с током в точке А, расположенной на перпендикуляре к середине этого отрезка на расстоянии $d = 10$ см от него. По проводу течет ток с силой $I = 40$ А. Отрезок провода виден из точки А под углом 60° .
3. Чем поляризатор отличается от анализатора?

Вариант 4

1. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи силой $I = 2\text{кА}$. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине 10см .
2. По двум бесконечно длинным параллельным проводам текут токи силой $I_1 = 65\text{ А}$ и $I_2 = 115\text{ А}$ в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами 30 см . Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной от первого провода на расстояние $r_1 = 0,35\text{ м}$ и на расстояние $r_2 = 0,5\text{ м}$ от второго провода.
3. Как поляризованы отраженная и преломленная световые волны при падении естественного света на поверхность диэлектрика?

Вариант 5

1. Найти поток вектора B однородного магнитного поля через сферу радиуса R .
2. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов $\Delta\varphi = 4\text{ кВ}$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 20\text{ мТл}$ по окружности радиусом $R = 2\text{ см}$. Определить скорость частицы.
3. Что колеблется в электромагнитной волне? Изобразить графически.

Вариант 6

1. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводу течет ток силой $I = 50\text{ А}$. Вычислить магнитную индукцию B в точке, лежащей на биссектрисе угла и удаленной от вершины угла на расстояние $l = 200\text{ см}$.
2. По проводу длиной 10 см , расположенному в однородном магнитном поле с индукцией $B = 50\text{ мТл}$, проходит количество электричества, определяемое законом $q = t^3 + 2t^2$, где $t = 8\text{ с}$. При этом на провод действует сила $F = 4\text{ мН}$. Под каким углом к линиям индукции расположен провод.
3. Что такое угол Брюстера? Сформулируйте закон Брюстера.

Вариант 7

1. По проводу длиной 5 см, расположенному в однородном магнитном поле под углом 30° к линиям магнитной индукции, проходит количество электричества, определяемое законом $q = 2,5t^3 - 0,5t^2$, где $t = 3$ с. При этом на провод действует сила $F = 2$ мН. Определить индукцию магнитного поля.
2. Два круговых витка с током лежат в одной плоскости и имеют общий центр. Радиус большого витка $R_1 = 14$ см, меньшего $R_2 = 10$ см. Магнитная индукция в центре витков равна $B = 75$ мкТл, если токи текут в одном направлении, и $B = 0$, если токи текут в противоположном направлении. Определить силу тока в обоих витках.
3. Какие бывают электромагнитные волны? Какие из них самые опасные?

Вариант 8

1. α -частица влетает в магнитное поле с индукцией 40 мТл со скоростью 300 м/с под углом 90° к силовым линиям. Найти радиус кривизны ее траектории.
2. Заряженная частица с кинетической энергией $E_k = 0,5$ кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $R = 1$ мм. Найти магнитную силу, действующую на частицу со стороны поля.
3. Радиостанция работает на частоте 10 МГц. Какова длина излучаемых радиоволн?

Вариант 9

1. Магнитный поток однородного магнитного поля через квадрат радиуса 1 см равен 7 мВб. Найти индукцию магнитного поля, если плоскость квадрата составляет угол 45° с вектором магнитной индукции.
2. Два одинаковых круговых витка, по которым проходят токи силой $I_1 = 2,5$ А и силой $I_2 = 4,5$ А, расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что их центры совпадают. Индукция магнитного поля в общем центре витков $B = 45$ мкТл. Определить радиус витков.
3. Как определить длину электромагнитных волн в воздухе, излучаемых колебательным контуром с емкостью 2 нФ и индуктивностью 0,02 Гн. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

Вариант 10

1. Два круговых витка радиусами $R_1 = 0,3$ м и $R_2 = 0,4$ м, оси которых совпадают, расположены на расстоянии $l = 0,15$ м. По виткам проходят токи одинаковой силой $I = 6$ А и одинакового направления. Найти индукцию магнитного поля в точке, расположенной между витками на оси, на расстоянии $0,2$ м от плоскости первого витка.
2. По проводу, расположенному в однородном магнитном поле с индукцией $B = 40$ мТл под углом 60° к линиям индукции, проходит количество электричества, определяемое законом $q = t^3 + 2t^2$, где $t = 4$ с. Сила, действующая при этом на проводник, равна 150 мкН. Определить длину провода.
3. Можно ли увидеть электромагнитную волну? Дайте подробное объяснение.

Вариант 11

1. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток силой $I = 5,5$ А. Длина стороны треугольника, равна 6 см. Найти магнитную индукцию B в точке пересечения высот.
2. Электрон и α -частица влетели перпендикулярно магнитному полю ($B = 0,3$ Тл) со скоростями 200 м/с. Найти отношение радиусов кривизны их траекторий.
3. Где могут распространяться электромагнитные волны? Чему равна скорость распространения волны?

Вариант 12

1. По проводу длиной 5 см, расположенному в однородном магнитном поле под углом 30° к линиям магнитной индукции, проходит количество электричества, определяемое законом $q = t^3 - 0,5t^2$, где $t = 6$ с. При этом на провод действует сила $F = 3$ мН. Определить индукцию магнитного поля
2. Бесконечно длинный провод образует круговой виток, касательный к проводу. По проводу течет ток силой $I = 8$ А. Найти радиус витка, если магнитная индукция в центре витка $B = 70$ мкТл.
3. Что называется вектором Умова-Пойнтинга электромагнитной волны? Дать определение и записать формулу.

Вариант 13

1. Два круговых витка с током лежат в одной плоскости и имеют общий центр. Радиус большого витка $R_1 = 10$ см, меньшего $R_2 = 6$ см. Магнитная индукция в центре витков равна $B = 60$ мкТл, если токи текут в одном направлении, и $B = 0$, если токи текут в противоположном направлении. Определить силу тока в обоих витках.
2. По контуру в виде квадрата со стороной $l = 20$ см течет ток силой $I = 6$ А. Определить магнитную индукцию B в точке пересечения диагоналей.
3. При каких условиях возникают интерференционные явления? Что такое когерентные источники и разность хода?

Вариант 14

1. Найти поток магнитного поля соленоида радиусом 10 мм и длиной 100 см, с обмоткой из 1000 витков и током 1 А через сферу радиуса 1 мм.
2. Два круговых витка радиусами $R_1 = 0,5$ м и $R_2 = 0,3$ м, оси которых совпадают, расположены на расстоянии $l = 0,3$ м. По виткам проходят токи одинаковой силой $I = 3$ А и одинакового направления. Найти индукцию магнитного поля в точке, расположенной между витками на оси, на расстоянии 0,4 м от плоскости первого витка.
3. Приведите примеры опытов по наблюдению интерференции света на основе принципа разделения фронта волны.

Вариант 15

1. Найти индукцию магнитного поля соленоида радиусом 10 мм и длиной 100 см, если его обмотка имеет 1000 витков, а ток в ней равен 1 А.
2. Кольцо радиуса 20 см находится в однородном магнитном поле ($B = 0,5$ Тл) под углом 30° к силовым линиям. Вычислить поток вектора магнитной индукции через площадь круга, ограниченного кольцом.
3. Что такое явление дифракции? Дифракционная решетка?

Вариант 16

1. Найти циркуляцию вдоль окружности радиуса 1 м вектора напряженности магнитного поля прямого тонкого длинного провода, по которому течет ток силой 0,1 А. Провод проходит снаружи от контура.
2. Электрон влетел в однородное магнитное поле со скоростью 2 мм/с перпендикулярно линиям электромагнитной индукции, которая равна $B = 0,4$ Тл. Найти нормальное и тангенциальное ускорение электрона.
3. Оценить, как изменится интенсивность прошедшего света через стеклянную пластинку при увеличении толщины этой пластины вдвое и втрое?

Вариант 17

1. Определить частоту обращения электрона, движущегося по окружности в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл.
2. По двум бесконечным параллельным проводам, находящимся на расстоянии 50 мм, проходят токи силой 5 А в противоположных направлениях. Найти индукцию магнитного поля на середине расстояния между проводами.
3. Какие оптические явления могут быть объяснены с микроскопической квантовой и макроскопической волновой точек зрения?

Вариант 18

1. Электрон влетел в однородное магнитное поле со скоростью 5 мм/с перпендикулярно линиям электромагнитной индукции, которая равна $B = 0,6$ Тл. Найти нормальное и тангенциальное ускорение электрона.
2. Тонкий провод с током 2 А согнут в квадрат со стороной 0,5 м. Найти индукцию магнитного поля в центре квадрата.
3. Что такое поляризация света и с помощью каких приемов можно наблюдать такую поляризацию?

Вариант 19

1. Бесконечно длинный провод образует круговой виток, касательный к проводу. По проводу течет ток силой $I = 2$ А. Найти радиус витка, если магнитная индукция в центре витка $B = 40$ мкТл.

2. Найти индукцию магнитного поля на середине расстояния между двумя параллельными длинными проводами по которым в противоположные стороны течет ток $0,5\text{ А}$. Расстояние между проводами 5 м .
3. О чем говорит закон Малюса?

Вариант 20

1. По квадрату из тонкого провода со стороной 20 см течет ток $0,5\text{ А}$. Найти индукцию магнитного поля в центре квадрата.
2. Электрон влетает в магнитное поле со скоростью 100 м/с под углом 90° к линиям однородного магнитного поля с индукцией 30 мТл . Найти радиус траектории электрона.
3. Что такое интерференция волн? Напишите условия интерференционных максимумов и минимумов.

Вариант 21

1. Круг расположен перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля. Во сколько раз изменится поток этого поля через площадь круга, если его радиус увеличить в два раза?
2. Ток равномерно распределен по сечению провода радиуса R с плотностью j . Найти индукцию магнитного поля $B(r)$ как функцию расстояния от оси провода. Построить график.
3. Каким методом можно получить когерентные пучки? Дайте подробное объяснение.

Вариант 22

1. В магнитное поле с индукцией 30 мТл влетает α -частица со скоростью 300 м/с под углом 30° к силовым линиям. Найти работу сил поля за один период ее обращения.
2. Найти индукцию магнитного поля соленоида радиусом 20 мм и длиной 150 см , если его обмотка имеет 1000 витков, а ток в ней равен 2 А .
3. Каким образом по наблюдению интерференции можно проверить качество полировки поверхности зеркал или металлических деталей?

Вариант 23

1. По проводу длиной 20 см, расположенному в однородном магнитном поле под углом 60° к линиям магнитной индукции, проходит количество электричества, определяемое законом $q = t^2 - 0,5t^3$, где $t = 2$ с. При этом на провод действует сила $F = 2$ мН. Определить индукцию магнитного поля
2. Заряженная частица с кинетической энергией $E_k = 0,8$ кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $R = 10$ мм. Найти магнитную силу, действующую на частицу со стороны поля.
3. При каких условиях может наблюдаться двойное лучепреломление?

Вариант 24

1. Прямоугольная рамка со сторонами $a = 5$ см и $b = 10$ см, состоящая из $N = 20$ витков, помещена во внешнее однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Нормаль к рамке составляет с направлением магнитного поля угол $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Определите вращающий момент сил, действующих на рамку, если по ней течет ток $I = 2$ А.
2. Определите магнитную индукцию на оси кругового контура на расстоянии $d = 3$ см от его плоскости, если радиус контура $R = 4$ см, а сила тока I в контуре равна 5 А.
3. Объясните метод построения зон Френеля.

Вариант 25

1. Используя закон Био-Савара-Лапласа, определите в вакууме магнитную индукцию B поля в центре кругового проводника радиусом $R = 10$ см, если сила тока I в проводнике равна 5 А.
2. По двум параллельным прямым проводникам длиной $l = 2$ м каждый, находящимся в вакууме на расстоянии $d = 10$ см друг от друга, в противоположных направлениях текут токи $I_1 = 50$ А и $I_2 = 100$ А. Определите силу взаимодействия токов.
3. Как влияет ширина щели на дифракционную картину?

Вариант 26

1. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам, находящимся в вакууме на расстоянии $R = 30$ см, текут одинаковые токи одного направления. Определите магнитную индукцию B поля, создаваемого токами в точке А, лежащей на прямой, соединяющей

проводники и лежащей на расстоянии $r = 20$ см правее правого провода. Сила тока в проводниках равна 20 А.

2. Определите угловую скорость ω вращения протона по окружности, которую он описывает в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,03$ Тл.
3. Нарисуйте схему дифракции на щели.

Вариант 27

1. Электрон в вакууме движется прямолинейно с постоянной скоростью 5 км/с. Определите напряженность H магнитного поля, создаваемого электроном в точке, находящейся на расстоянии 16 нм от электрона и лежащей на прямой, проходящей через мгновенное положение электрона, под углом $\alpha = 30^\circ$ к вектору скорости электрона.
2. В одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом, по которому течет ток $I = 10$ А, расположена квадратная рамка со стороной $a = 15$ см. Определите магнитный поток Φ , пронизывающий рамку, если две стороны рамки параллельны проводу, а расстояние d от провода до ближайшей стороны рамки составляет 2 см.
3. Чем естественный свет отличается от поляризованного?

Вариант 28

1. Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов $U = 1$ кВ, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 3$ мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите: 1) силу, действующую на электрон; 2) радиус окружности, по которой электрон движется; 3) период обращения электрона.
2. Как и во сколько раз отличаются радиусы кривизны траекторий протона и электрона, если они влетают в однородное магнитное поле с одинаковой скоростью перпендикулярно линиям магнитной индукции?
3. Как получить плоскополяризованный свет?

Вариант 29

1. Определите магнитную индукцию B на оси тонкого проволочного кольца радиусом $R = 10$ см в точке, расположенной на расстоянии $d = 25$ см от центра кольца, если сила тока I , текущего по кольцу, равна 10 А.
1. На прямолинейный проводник с током $I = 10$ А в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл действует сила $F = 1,5$ Н. Определите длину проводника, если он расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям магнитной индукции.
2. От чего зависит вращение плоскости поляризации?

Вариант 30

1. Электрон, обладая скоростью 6 км/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1$ мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите нормальное a_n и тангенциальное a_τ ускорения электрона.
2. Определите напряженность H магнитного поля, если его магнитная индукция в вакууме равна $B = 3,14$ мТл.
3. Перечислите свойства электромагнитной волны. Напишите уравнения электромагнитной волны.

Контрольная работа №5

Вариант 1

1. Абсолютно черное тело имеет температуру $T_1 = 500$ К. Какова будет температура T_2 тела, если в результате его нагревания поток излучения увеличится в $n = 5$ раз?
2. Электрон находится в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l . Найти вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n=4$), находится на расстоянии $0,4 l$ от левого края ямы в интервале шириной $0,01 l$.
3. При какой температуре тела возникает тепловое излучение?

Вариант 2

1. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цинка излучением с длиной волны 250 нм.
2. Электрон находится в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l . Найти вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии ($n=3$), находится на расстоянии $0,3 l$ от левого края ямы в интервале шириной $0,02 l$.
3. При какой температуре тепловое излучение отсутствует?

Вариант 3

1. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности меди излучением с длиной волны 350 нм.
2. При движении электрона вдоль оси x скорость оказывается определенной с точностью $\Delta v = 1$ см/с. Найти неопределенность Δx координаты.
3. За счет какой энергии возникает тепловое излучение?

Вариант 4

1. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра излучением с длиной волны 80 нм.
2. Энергия рентгеновских квантов равна 0,8 Мэв. Найти энергию электрона отдачи, если длина волны в результате комтоновского рассеяния изменилась на 10 %.
3. Как зависит интенсивность теплового излучения от температуры тела?

Вариант 5

1. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 100$ В. Найти длину волны де Бройля.
2. При увеличении температуры абсолютно черного тела в два раза длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности этого тела, уменьшилась на 400 нм. Определить конечную температуру тела.
3. Чему равна поглощательная способность абсолютно черного тела?

Вариант 6

1. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния $\theta = \frac{\pi}{2}$. Найти импульс рассеянного фотона.
2. Из смотрового окошка печи излучается поток $\Phi = 4$ кДж/мин. Определить температуру печи, если площадь окошка $S = 8 \text{ см}^2$.
3. Чему равна поглощательная способность идеального зеркала?

Вариант 7

1. Длина волны де Бройля для частицы, прошедшей ускоряющую разность потенциалов $U = 100 \text{ В}$, оказалась равна $2,86 \text{ пм}$. Определить, какая это частица.
2. Фотон рассеялся под углом 120° на покоящемся свободном электроны, в результате этого электрон получил кинетическую энергию $0,5 \text{ МэВ}$. Найти энергию падающего фотона.
3. Температура абсолютно черного тела уменьшилась в 3 раза. Как изменится энергетическая светимость этого тела?

Вариант 8

1. При переходе от температуры T_1 к температуре T_2 площадь под кривой $\varphi(\lambda, T)$, представляющей спектральный состав излучения, увеличилась в 9 раз. Как изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум излучательной способности?
2. Найти частоту света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов $U_z = 3 \text{ В}$. Фотоэффект начинается при частоте света $6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.
3. Нарисуйте график зависимости излучательной способности абсолютно черного тела от длины волны для двух различных температур.

Вариант 9

1. Фотоэлектрический порог для некоторого металла равен 275 нм . Найти максимальную скорость фотоэлектронов, вырванных с его поверхности светом с длиной волны 200 нм .

2. Фотон с импульсом $p = 1,2 \cdot 10^6$ эВ/с рассеялся на свободном покоящемся электроны, в результате чего его импульс стал равным $p' = 0,4 \cdot 10^6$ эВ/с (c - скорость света). Найти угол θ рассеяния фотона.
3. Нарисуйте график зависимости испускательной способности абсолютно черного тела от частоты излучения для двух различных температур.

Вариант 10

1. Вычислить энергию W , излучаемую за время $t = 1$ мин с площади $S = 1 \text{ см}^2$ черного тела, температура которого $T = 1000 \text{ К}$.
2. Найти частоту света, вырывающего электроны из металла, если они полностью задерживаются разностью потенциалов 4 В. Красная граница фотоэффекта 185 нм.
3. Испускательная способность тела уменьшилась, а поглощательная увеличилась. Как изменится отношение испускательной способности к поглощательной?

Вариант 11

1. Энергия рентгеновских квантов равна 0,9 МэВ. Найти изменение энергии рассеянного электрона, если длина волны в результате комптоновского рассеяния изменилась на 20 %.
2. Микрочастица находится в возбужденном состоянии ($n = 3$) в потенциальном ящике шириной l . Найти вероятность P , с которой микрочастица может быть обнаружена в области $0 \leq x \leq l/3$.
3. Температура абсолютно черного тела увеличилась вдвое. Как изменится энергетическая светимость этого тела?

Вариант 12

1. Мощность излучения электрической лампы составляет 25 Вт. Температура нити накала равна 2365 К, а коэффициент теплового излучения нити составляет 0,3. Определить площадь излучающей поверхности лампы. Потерями тепла, связанными с теплопроводностью, пренебречь.
2. Максимальная кинетическая энергия фотона составляет 0,764 эВ. На работу вырывания фотоэлектрона фотон израсходовал 75 % энергии. Определить красную границу фотоэффекта.
3. Два шарика нагреты до одинаковой температуры. Во сколько раз мощность теплового излучения первого шарика больше, чем второго, если радиус первого в 4 раза больше, чем второго? Считать шарики абсолютно черным телом.

Вариант 13

1. Поток энергии, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 18,7 Вт. Площадь смотрового окошка равна 5 см^2 . Определить длину волны, на которую приходится максимум испускательной способности смотрового окошка.
2. Электрон с кинетической энергией 4 эВ локализован в области размером 1 мкм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.
3. Один из двух одинаковых шариков излучает за одну минуту тепловой энергии в 16 раз больше, чем второй. Найти отношение температур шариков. Считать шарики абсолютно черным телом.

Вариант 14

1. Максимальная кинетическая энергия фотона составляет 0,764 эВ. На работу вырывания фотоэлектрона фотон израсходовал 75 % энергии. Определить красную границу фотоэффекта.
2. α -частица, начальной скоростью которой можно пренебречь, прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 100 \text{ В}$. Найти длину волны де Бройля.
3. Длина волны, соответствующая максимуму испускательной способности абсолютно черного тела, переместилась из синей области спектра (400 нм) в красную (800 нм). Как и во сколько раз изменилась температура тела?

Вариант 15

1. Пренебрегая потерями тепла на теплопроводность, подсчитать мощность Φ электрического тока, необходимую для накаливания нити диаметром 1 мм и длиной 20 см до температуры 3500 К. Считать, что нить излучает, подчиняясь закону Стефана-Больцмана.
2. До какого максимального потенциала зарядится цинковая пластина при облучении ее монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 320 \text{ нм}$?
3. Почему электрическая спираль при сильном нагревании становится красной?

Вариант 16

1. Фотон с длиной волны 2 пм рассеялся на свободном электроне под углом 60° . Определить кинетическую энергию электрона отдачи.
2. Найти неопределенность Δx (в нм) координаты электрона в атоме водорода, если его скорость $v = 1,5 \cdot 10^6$ м/с, а допустимая относительная погрешность в определении скорости $\frac{\Delta v}{v} = 0,1$.
3. Как изменяется скорость фотона при переходе из вакуума в среду?

Вариант 17

1. При фотоэффекте с поверхности металла, освещаемого излучением с длиной волны $\lambda = 0,4$ мкм, вырываются электроны, работа выхода которых из металла $A_{\text{вых}} = 5,7$ эВ. Определить задерживающую разность потенциалов.
2. Электрон с кинетической энергией 15 эВ находится в пылинке диаметром 1 мкм. Вычислить в процентах относительную неопределенность его скорости.
3. Показатель преломления стекла 1,5. Как изменится скорость движения фотона при переходе из стекла в вакуум?

Вариант 18

1. Вычислить длину волны де Бройля для протона, движущегося со скоростью $v = 0,9c$ (c - скорость света в вакууме).
2. Испускательная способность черного тела имеет вид:
$$r_{\omega,T} = A\omega^3 e^{-\alpha\omega/T}$$
 Найти частоту, на которую приходится максимум испускательной способности этого тела.
3. Чем отличается внутренний фотоэффект от внешнего?

Вариант 19

1. Определить относительную неопределенность $\Delta p/p$ импульса движущейся частицы, если неопределенность ее координаты равна длине волны де Бройля.
2. Во сколько n раз увеличится поток Φ излучения черного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости переместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_{m1} = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_{m2} = 390$ нм)?
3. От каких параметров зависит работа выхода фотоэффекта?

Вариант 20

1. Раскаленная металлическая поверхность площадью в 10 см^2 излучает в одну минуту 10^4 Дж. Найти коэффициент серости этой поверхности, если ее температура равна 2500°C .
2. Красная граница фотоэффекта равна $0,6 \text{ мкм}$, максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона составляет $0,054 \text{ эВ}$. Определить долю энергии фотона, израсходованную на вырывание электрона.
3. Каким образом явление фотоэффекта доказывает квантовую природу света?

Вариант 21

1. При увеличении температуры T_1 черного тела в два раза длина волны λ_m , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, уменьшилась, причем $\lambda_{m1} - \lambda_{m2} = 400 \text{ нм}$. Найти первоначальную температуру T_1 ?
2. Неопределенность координаты фотона, излученного атомом, $\Delta x = 0,8 \text{ см}$, а длина волны излучения $\lambda = 450 \text{ нм}$. Оценить неопределенность энергии фотона.
3. Взаимодействие фотонов с электронами вещества при фотоэффекте является упругим или неупругим взаимодействием? Объясните.

Вариант 22

1. Определить, под каким углом фотон с энергией $0,4 \text{ МэВ}$ рассеялся на свободном покоящемся электроны, если энергия рассеянного фотона $0,2757 \text{ МэВ}$?
2. Фотоэффект у данного металла начинается при частоте падающего света $8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Найти частоту света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов.
3. Какие явления доказывают волновую природу света, а какие корпускулярную?

Вариант 23

1. Найти частоту света, вырывающего из металла электроны, если задерживающее напряжение $U_z = 3 \text{ В}$. Фотоэлектрический порог $6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.

2. Пучок моноэнергетических электронов ($E_k = 10$ эВ) падает на щель шириной $a = 10$ нм. Оценить относительную неопределенность в определении импульса электрона.
3. Если скорость микрочастицы определена абсолютно точно, что можно сказать о ее координате?

Вариант 24

1. На поверхность металла падает свет с длиной волны $\lambda = 310$ нм. Чтобы прекратить фотоэффект, нужно приложить задерживающее напряжение $U_z = 1,7$ В. Определить работу выхода A (в эВ) электронов из этого металла.
2. Фотон, излученный возбужденным атомом, имеет длину волны $\lambda = 650$ нм. Ширина спектральной линии $0,01$ нм. Найти неопределенность координаты фотона.
3. Если неопределенность в определении координаты микрочастицы растет, что можно сказать о неопределенности ее скорости?

Вариант 25

1. Фотон с энергией 2 МэВ рассеялся на свободном покоящемся электроне. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась на $\eta = 25\%$.
2. Какой энергией должны обладать фотоны, чтобы при комптоновском рассеянии на свободных покоящихся электронах под углом $\pi/2$ длина волны отвечающего им излучения испытывала удвоение?
3. От чего зависит величина задерживающего напряжения при фотоэффекте?

Вариант 26

1. Время жизни возбужденного состояния атома $\Delta t = 10^{-8}$ с. Энергия излучения фотона $E = 1,5$ эВ. Найти ширину соответствующей спектральной линии.
2. Какую мощность надо подводить к черному шарик радиусом 3 см, чтобы поддерживать его температуру на 27°C выше температуры окружающей среды, имеющей температуру 20°C ?
3. Какова физическая природа волн де-Бройля?

Вариант 27

1. Неопределенность координаты фотона, излученного атомом, $\Delta x = 0,4$ см, а длина волны излучения 450 нм. Оценить неопределенность энергии фотона.
2. При переходе в основное состояние ион He^+ испустил фотон с длиной волны 30,2 нм. Найти квантовое число n , соответствующее возбужденному состоянию иона.
3. В каких случаях можно говорить о траектории движения микрочастицы, а в каких нет?

Вариант 28

1. При каком значении кинетической энергии дебройлевская длина волны электрона равна его комптоновской длине волны?
2. Микрочастица находится в основном состоянии ($n = 1$) в потенциальном ящике шириной l . Найти вероятность P нахождения микрочастицы в области $0 \leq x \leq l/3$.
3. Что можно определить, зная пси-функцию?

Вариант 29

1. При переходе от температуры T_1 к температуре T_2 площадь под кривой, представляющей спектральный состав излучения, увеличилась в 81 раз. Как изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности?
2. Определить энергию E , эВ, и импульс p фотона с длиной волны $\lambda = 555$ нм (видимый свет).
3. Решением какого уравнения является пси-функция? Написать это уравнение.

Вариант 30

1. Температура абсолютно черного источника теплового излучения $T_1 = 3000$ К. Найти температуру другого такого источника, если длина волны, отвечающая максимуму его испускательной способности на 0,7 мкм больше длины волны, соответствующей максимуму испускательной способности первого источника.
2. Спектральная плотность энергетической светимости некоторого тела задана законом $r_\lambda = r_0 e^{-\alpha\lambda}$. Определить его температуру.
3. В каком случае нестационарное уравнение Шредингера можно заменить стационарным?

Контрольная работа №6

Вариант 1

1. Рассчитать наибольшую длину волны в серии Бальмера. Постоянную Ридберга считать равной $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Сколько атомов полония распадется за время $\Delta t = 1$ сут из $N = 10^6$ атомов?
3. Какие положения боровской теории строения атома имеют классическую природу, а какие квантовую?

Вариант 2

1. Вычислить для атома водорода кинетическую энергию и энергию связи электрона в основном состоянии.
2. Сколько атомов радона распадется за время $\Delta t = 1$ сут из $N = 10^6$ атомов?
3. Каков смысл главного квантового числа n для атома водорода? Какие значения оно может принимать?

Вариант 3

1. Вычислить наименьшую длину волны в серии Бальмера. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти постоянную распада λ радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за время $t = 1$ сут на 18,2 %.
3. Какое количество электронных орбит может быть у атома водорода?

Вариант 4

1. Найти круговую частоту обращения электрона на второй боровской орбите атома водорода.
2. Некоторый радиоактивный изотоп имеет постоянную распада $\lambda = 4 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$. Через какое время t распадается 75 % первоначальной массы m атомов?
3. Объясните с точки зрения теории Бора, почему атом излучает или поглощает фотоны только определенных длин волн?

Вариант 5

1. Рассчитать наибольшую длину волны в серии Лаймана. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти активность a массы $m = 1$ г радия?
3. Почему каждое вещество имеет строго определенные спектры поглощения и испускания?

Вариант 6

1. Вычислить наименьшую длину волны в серии Лаймана. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти массу m радона, активность которого $a = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.
3. Чем отличается решение уравнения Шредингера для атома водорода с решением, исходящим из постулатов Бора?

Вариант 7

1. Вычислить длину волны второй линии в серии Лаймана. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти массу m полония $^{210}_{84}\text{Po}$, активность которого $a = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.
3. Перечислите квантовые числа. Что квантует каждое из них?

Вариант 8

1. Вычислить расстояние между второй и третьей линиями в серии Лаймана. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти удельную активность a_m : а) урана $^{235}_{92}\text{U}$, б) радона $^{222}_{86}\text{Rn}$.
3. Объясните периодичность свойств элементов в таблице Менделеева.

Вариант 9

1. Вычислить расстояние между второй и четвертой линиями в серии Бальмера. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти активность a радона, образовавшегося из массы $m = 1$ г радия за время $t = 1$ ч.
3. Какое количество электронов с данным набором квантовых чисел может находиться в атоме?

Вариант 10

1. В атоме водорода электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Какова энергия испущенного при этом фотона?
2. В результате распада массы $m_0 = 1$ г радия за время $t = 1$ год образовалась некоторая масса гелия, занимающего при нормальных условиях объем $V = 43$ мм³. Найти из этих данных постоянную Авогадро N_A .
3. Какие частицы входят в состав атомного ядра?

Вариант 11

1. Вычислить расстояние между первой и четвертой линиями в серии Бальмера. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. В ампулу помещен препарат, содержащий массу $m_0 = 1,5$ г радия. Какая масса m радона накопится в этой ампуле по истечении времени $t = T_{1/2}$, где $T_{1/2}$ – период полураспада радона?
3. Как определить количество протонов в ядре?

Вариант 12

1. Вычислить энергию излучаемого кванта при переходе с четвертого уровня на третий в серии Бальмера. Постоянная Ридберга равна $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Газообразный водород возбуждается так, что его атомы переходят в состояние с $m=4$. Сколько линий может появиться в спектре испускания этого газа?
3. Как определить количество нейтронов в ядре?

Вариант 13

1. Вычислить энергию излучаемого кванта при переходе с четвертого уровня на третий в серии Лаймана. Постоянная Ридберга $= 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. В ампулу помещен радон, активность которого $a_0 = 14,8 \cdot 10^9$ Бк. Через какое время после наполнения ампулы активность радона будет равна $a = 2,22 \cdot 10^9$ Бк.
3. Почему протоны ядра не отталкиваются по закону Кулона?

Вариант 14

1. Найти энергию основного состояния (в электрон-вольтах) и потенциал ионизации иона Li^{++} .
2. Найти удельную активность a_m искусственно полученного радиоактивного изотопа стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$.
3. Почему существует дефект масс?

Вариант 15

1. Вычислить энергию излучаемого кванта при переходе со второго уровня на первый в серии Лаймана. Постоянная Ридберга равна $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Найти число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер трех изотопов магния: а) $^{24}_{12}\text{Mg}$, б) $^{25}_{12}\text{Mg}$, в) $^{26}_{12}\text{Mg}$.
3. Ядерные силы сильнее между протоном и нейтроном или между протоном и протоном?

Вариант 16

1. При переходе в основное состояние ион He^+ испустил фотон с длиной волны 30,2 нм. Найти квантовое число n , соответствующее возбужденному состоянию иона.
2. Найти энергию связи W ядра изотопа лития ^7_3Li .
3. Как зависят ядерные силы от расстояния?

Вариант 17

1. Длина волны головной линии серии Лаймана атома водорода равна 0,122 нм. Найти длину волны головной линии той же серии для иона He^+ .
2. Найти энергию связи W ядра атома гелия ^4_2He .
3. Нарисуйте график зависимости числа нераспавшихся ядер от времени.

Вариант 18

1. Покоящийся ион Li^{++} испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Этот фотон вырвал фотоэлектрон из покоящегося иона He^{++} , который находился в основном состоянии. Найти скорость фотоэлектрона.
2. Найти энергию связи W ядра атома алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$.
3. Чему равна постоянная распада вещества, если период полураспада равен 10^{-5} с

Вариант 19

1. Вычислить разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана для ионов He^{+} .
2. Найти энергию связи W ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$.
3. Чему равно среднее время жизни радиоактивного ядра, если период полураспада равен 10^{-7} с.

Вариант 20

1. Покоящийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Какую скорость приобрел при этом атом?
2. Какой изотоп образуется из ${}_{90}^{232}\text{Th}$ после четырех α – распадов и двух β – распадов?
3. Почему энергетически возможными являются ядерная и термоядерная реакции?

Вариант 21

1. Вычислить энергию излучаемого кванта при переходе с четвертого уровня на третий в серии Бальмера. Постоянная Ридберга равна $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
2. Какой изотоп образуется из ${}_{92}^{238}\text{U}$ после трех α – распадов и двух β – распадов?
3. Какое количество нейтронов находится в ядре атома кислорода?

Вариант 22

1. Вычислить для атома водорода кинетическую энергию и энергию связи электрона в основном состоянии.
2. Какой изотоп образуется из ${}_{92}^{239}\text{U}$ после одного α – распада и двух β – распадов?

3. Почему летящий протон оставляет в камере Вильсона видимый след, а летящий нейтрон не оставляет?

Вариант 23

1. На какой из боровских орбит, первой или второй, электрон в соответствии с законами классической электродинамики излучал бы сильнее? Во сколько раз?
2. Какой изотоп образуется из ${}^8_3\text{Li}$ после одного α – распада и одного β – распада?
3. Какие изотопы имеются у водорода? Есть ли среди них радиоактивные изотопы? Если есть, то как они распадаются?

Вариант 24

1. Найти круговую частоту обращения электрона на второй боровской орбите атома водорода.
2. Какой изотоп образуется из ${}^{133}_{51}\text{Sb}$ после четырех β – распадов?
3. Как можно осуществить цепную ядерную реакцию?

Вариант 25

1. Электрон находится на первой боровской орбите иона He^+ . Найти круговую частоту обращения электрона и магнитную индукцию в центре иона.
2. Найти энергию Q , выделяющуюся при реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$.
3. Чем характеризуется быстрота распада радиоактивного вещества?

Вариант 26

1. Найти наименьшую $\lambda_{\min}$ и наибольшую $\lambda_{\max}$ длины волн спектральных линий водорода в видимой области спектра.
2. Найти энергию Q , поглощенную при реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O}$.
3. На что указывают «вилки», образующиеся на фотографиях, полученных в камере Вильсона?

Вариант 27

1. Вычислить энергию кванта, соответствующего четвертой линии в серии Лаймана. Постоянная Ридберга = $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

2. При бомбардировке изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$ протонами образуются две α – частицы. Энергия каждой α – частицы в момент их образования $W_2 = 9,15$ МэВ. Какова энергия W_1 , бомбардирующих протонов?
3. Изменяется ли химическая природа элемента при испускании γ – излучения его ядрами?

Вариант 28

1. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны $\lambda = 486$ нм?
2. Найти энергию Q , выделяющуюся при реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$.
3. Как по теории Бора объясняется совпадение спектров поглощения и спектров испускания паров и газов?

Вариант 29

1. Найти наибольшую λ_{max} длину волны в ультрафиолетовой области спектра водорода. Какую наименьшую скорость v_{min} должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами электронов появилась эта линия?
2. Какое количество теплоты Q выделяется при распаде радона активностью $a = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк за время $t = 1$ ч? Кинетическая энергия вылетающей из радона α – частицы $W = 5,5$ МэВ.
3. Какие состояния атома называются возбужденными? Чем они отличаются от нормального состояния?

Вариант 30

1. Найти период T обращения электрона на первой боровской орбите атома водорода и его угловую скорость ω .
2. Какую энергию W (в киловатт-часах) можно получить от деления массы $m = 1$ г урана ${}^{235}_{92}\text{U}$, если при каждом акте распада выделяется энергия $Q = 200$ МэВ.
3. Чему равен потенциал ионизации атома водорода, находящегося в нормальном состоянии?

Перечень вопросов к экзамену (зачету)

№ вопроса	Формулировки теоретических вопросов
Семестр № 2	
1	Кинематика поступательного движения материальной точки
2	Кинематика вращательного движения материальной точки и твердого тела
3	Связь между линейными и угловыми характеристиками движения.
4	Динамика поступательного движения. Понятие центра инерции. Законы Ньютона
5	Понятие об импульсе, моменте импульса, моменте силы
6	Момент инерции твердого тела
7	Динамика вращательного движения твердого тела. Второй закон Ньютона для вращательного движения
8	Представление о механической энергии. Кинетическая, потенциальная энергия. Работа силы
9	Закон сохранения механической энергии
10	Закон сохранения импульса
11	Закон сохранения момента импульса
12	Свойства пространства и времени: однородность пространства, изотропия пространства, однородность времени. Связь с законами сохранения
13	Преобразования координат и времени в классической физике. Принцип относительности Галилея
14	Постулаты Эйнштейна
15	Преобразования координат и времени Лоренца
16	Следствия из преобразований Лоренца
17	Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика
18	Взаимосвязь массы и энергии. Формула Эйнштейна
19	Понятие об общей теории относительности
20	Колебательное движение. Гармонические линейные колебания
21	Сложение однонаправленных и взаимно перпендикулярных колебаний
22	Затухающие колебания
23	Вынужденные колебания. Резонанс
24	Волны в упругой среде
25	Уравнение плоской волны
26	Волновое уравнение
27	Основные положения МКТ газов. Идеальный газ
28	Основное уравнение МКТ. Законы Авогадро, Дальтона
29	Параметры макросостояния системы. Термодинамическая температура и давление. Уравнение Менделеева-Клапейрона
30	Число степеней свободы молекул идеального газа. Работа и внутренняя энергия идеального газа
31	Первое начало термодинамики
32	Изопроцессы
33	Теплоемкость идеального газа
34	Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты
35	Понятие об энтропии по Клаузиусу. Качество энергии
36	Статистический вес. Энтропия по Больцману

№ вопроса	Формулировки теоретических вопросов
37	Второе начало термодинамики
38	Распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла)
39	Барометрическая формула.
40	Распределение молекул по энергиям (распределение Больцмана)
41	Физическая кинетика. Средняя длина свободного пробега и эффективный диаметр молекул
42	Явления переноса
43	Агрегатное состояние вещества. Кристаллические и аморфные тела
44	Уравнение состояния реального газа. Изотермы реального газа
45	Фазовые переходы. Тройная точка
46	Модели строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления
Семестр № 3	
47	Электрические заряды. Модель точечного заряда и модели с непрерывным распределением заряда
48	Закон Кулона. Напряженность электростатического поля.
49	Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса для вектора E
50	Расчет электрического поля сферы с помощью теоремы Гаусса
51	Расчет электрического поля бесконечной плоскости с помощью теоремы Гаусса
52	Расчет электрического поля заряженного шара с помощью теоремы Гаусса
53	Расчет электрического поля заряженного цилиндра с помощью теоремы Гаусса
54	Потенциал электростатического поля.
55	Потенциал поля заряженной сферы
56	Взаимосвязь между напряженностью и потенциалом
57	Циркуляция вектора E . Теорема о циркуляции вектора E
58	Постоянный электрический ток. Сила тока. Вектор плотности тока
59	Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.
60	Электродвижущая сила источника тока
61	Закон Джоуля Ленца в интегральной и дифференциальной формах
62	Электрическое поле в веществе. Полярные и неполярные диэлектрики
63	Диэлектрики во внешнем электрическом поле. Вектор поляризованности. Диэлектрическая проницаемость
64	Магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции
65	Индукция магнитного поля прямолинейного проводника с током. Закон Био Савара Лапласа
66	Поле кругового тока
67	Закон Ампера. Рамка с током в магнитном поле
68	Сила Лоренца
69	Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля
70	Теорема о циркуляции индукции магнитного поля по замкнутому контуру. Закон полного тока.
71	Магнитное поле соленоида. Магнитное поле тороида

№ вопроса	Формулировки теоретических вопросов
72	Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея Ленца
73	Явление самоиндукции. Индуктивность контура
74	Взаимная индукция. Трансформатор
75	Энергия электрического и магнитного поля. Вектор Пойнтинга
76	Уравнения Максвелла в интегральной форме для вакуума
77	Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость
78	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме
79	Виды магнетиков. Диамагнетики и парамагнетики
80	Ферромагнетики
81	Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн
82	Интерференция света
83	Интерференция в тонких пленках
84	Принцип Гюйгенса Френеля
85	Дифракция света. Метод зон Френеля
86	Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка
87	Поляризация света. Виды поляризации
88	Поляризаторы. Закон Малюса
89	Поляризация при отражении и преломлении света. Закон Брюстера
90	Двойное лучепреломление в кристаллах. Дихроизм
91	Искусственное двойное лучепреломление. Эффект Керра
92	Оптическая активность веществ. Эффект Фарадея
93	Рассеяние света. Закон Рэлея
94	Поглощение света. Закон Бугера
Семестр № 4	
95	Тепловое излучение. Понятие об абсолютно черном теле
96	Законы теплового излучения
97	Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа
98	Гипотеза Планка. Энергия фотона
99	Формула Планка для излучения абсолютно черного тела
100	Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта
101	Формула Эйнштейна для фотоэффекта
102	Эффект Комптона
103	Корпускулярно волновой дуализм микрообъектов
104	Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля
105	Особые свойства микрообъектов
106	Соотношения неопределенностей Гейзенберга
107	Следствия соотношения неопределенностей Гейзенберга
108	Волновая функция. Принцип суперпозиции в квантовой механике
109	Уравнение Шредингера для свободной частицы
110	Частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Квантование энергии
111	Строение атома. Опыты Резерфорда
112	Постулаты Бора
113	Опыт Франка и Герца
114	Теория Бора атома водорода и водородоподобных ионов

№ вопроса	Формулировки теоретических вопросов
115	Закономерности в атомных спектрах
116	Недостатки теории Бора
117	Уравнение Шредингера для атома водорода
118	Квантовые числа. Пространственное квантование
119	Принцип Паули
120	Многоэлектронные атомы. Периодический закон Менделеева
121	Зонная теория твердых тел. Металлы, диэлектрики
122	Полупроводники. Проводимости р и n типов
123	Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы
124	Статистика Ферми-Дирака. Уровень Ферми
125	Контактная разность потенциалов
126	Термоэлектричество. Термопара
127	р-n переход
128	Полупроводниковые триод
129	Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры
130	Трехуровневая схема лазерной генерации. Метастабильный уровень
131	Четырехуровневая схема лазерной генерации
132	Некоторые применения лазерного излучения
133	Строение атомного ядра. Энергия связи нуклонов в ядре. Изотопы
134	Дефект массы. Удельная энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы
135	Модели ядра
136	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада
137	Виды радиоактивного распада
138	Ядерные реакции. Цепная реакция на медленных нейтронах
139	Ядерный реактор
140	Термоядерная реакция
141	Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом. Биологическое действие радиоактивного излучения
142	Классификация элементарных частиц. Понятие о стандартной модели
143	Кварковая модель ядра

Список литературы

Автор	Заглавие	Издательство	Год	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Дмитриева, Е. И.	Физика	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2019	http://www.iprbooks.ru/op.ru/79822.html
Волков, А. Г., Повзнер, А. А., Мелких, А. В.	Курс физики. Квантовая физика	Екатеринбург: Уральский федеральный	2017	http://www.iprbooks.ru/op.ru/106401.html
Краснов, П. О., Кудрявцева, О. А., Маркова, О. Ю., Юшкова, Е. Ю.	Физика. В 2 частях. Ч.1	Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий	2020	http://www.iprbooks.ru/op.ru/107230.html
Волков, А. Ф., Лумпиева, Т. П.	Курс физики. В 2 томах. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика. Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм	Донецк: Донецкий национальный технический университет	2019	http://www.iprbooks.ru/op.ru/105812.html
Экономова, Л. Н., Мудрецова, Л. В., Логачёв, И. И., Муратов, Р. З., Хасанов, М. Б.	Физика: электричество и магнетизм. Ч. 2	Москва: Издательский Дом МИСиС	2015	http://www.iprbooks.ru/op.ru/98087.html
Перминов, А. В., Барков, Ю. А.	Общая физика. Задачи с решениями	Саратов: Вузовское образование	2020	http://www.iprbooks.ru/op.ru/95156.html
Каблукова Н.С.	Физика. Основные законы механики и молекулярной физики	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019125
Степанова, В. А., Уварова, И. Ф., Капуткина, Д. Е.	Физика. Ч.2. Электричество и магнетизм. Оптика	Москва: Издательский Дом МИСиС	2014	http://www.iprbooks.ru/op.ru/98109.html

Сабылинский, А. В.	Физика в задачах Ч.2. Электростатика, постоянный ток, электромагнетизм	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2019	http://www.iprbooks.ru/op.ru/106207.html
Степанова, В. А., Уварова, И. Ф.	Физика. Механика и молекулярная физика	Москва: Издательский Дом МИСиС	2020	http://www.iprbooks.ru/op.ru/106744.html
Насонов, А. Д., Новичихина, Т. И., Денисова, Н. Н.	Физика в примерах и задачах	Барнаул: Алтайский государственный педагогический университет	2017	http://www.iprbooks.ru/op.ru/102878.html
Зюзин, А. В., Московский, С. Б., Туров, В. Е.	Физика. Ч.1. Механика	Москва: Академический проект	2020	http://www.iprbooks.ru/op.ru/110169.html

Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

- 1.Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
- 2.Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
- 3.Учебно-образовательная физико-математическая библиотека [Электронный ресурс]. URL:<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm/>
- 4.Физический информационный портал. [Электронный ресурс]. URL:<http://phys-portal.ru/>
- 5.Вся физика. Познавательный портал. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.all-fizika.com/>
- 6.Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения