

«Утверждаю»
Первый проректор –
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана



**Варианты заданий теоретической части
предпрофессионального экзамена для инженерных классов**

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Рентгеновское излучение

Учение об атомном строении вещества лежит в основе практически всех разделов современного естествознания. Большой интерес, который проявляется наукой в последние годы к наноразмерным объектам, также способствует развитию методов исследования атомной структуры вещества. Знание атомной структуры кристаллических и некристаллических объектов позволяет в принципе достаточно полно описывать и предсказывать многие физические свойства. Наличие структурной информации является необходимым условием для разработки методов получения материалов с наперед заданными свойствами.

Большинство методов исследования атомного строения вещества основано на явлении дифракции рентгеновских лучей (волн) на упорядоченных атомных структурах (рентгеноструктурные методы). Они позволяют с большой точностью определять взаимное расположения атомов в упорядоченных твердых телах, параметры их тепловых колебаний, дают возможность судить о валентном состоянии атомов и др.

Рентгеновские лучи представляют собой электромагнитное излучение с длинами волн, лежащих приблизительно в интервале 1 - 0,01 нм. Границы рентгеновского диапазона в спектре электромагнитных волн условны. Длинноволновое рентгеновское излучение непосредственно переходит в жесткое ультрафиолетовое, коротковолновое рентгеновское излучение похоже по своим физическим характеристикам на гамма-лучи.

Метод генерирования рентгеновских лучей, разработанный их первооткрывателем В.К.Рентгеном, до сих пор является самым распространенным. В этом методе поток электронов разгоняется в вакууме электрическим полем и полем и направляется на мишень, изготовленную, как правило, из тугоплавкого металла с большим химическим номером. Обычно используется ускоряющая разность потенциалов порядка

нескольких десятков киловольт. Источником электронов является термокатод, ускоряющее напряжение подается на мишень, которая является анодом.

Устройство, где реализуется выше описанный процесс, исторически получило название рентгеновской трубы, принципиальная схема которой изображена на рис. 1.

Высокий вакуум в рентгеновской трубке необходим для того, чтобы все электроны, испущенные катодом, достигали анода. Для поддержания вакуума рентгеновская трубка должна быть герметизирована. Электроны, достигая анода, приобретают кинетическую энергию $T_e = eU$, где e – заряд электрона, U – ускоряющее напряжение (разность потенциалов между анодом и катодом).

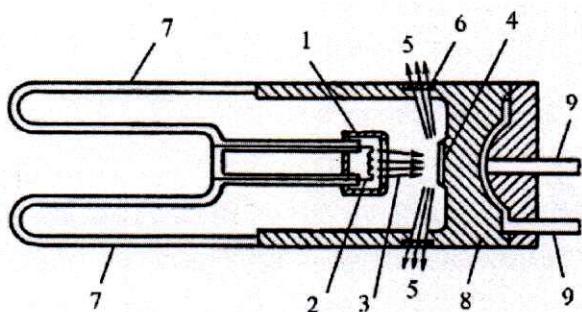


Рис. 1. Схема рентгеновской трубы.

1 – термокатод, 2 – нить накала, 3 – пучки ускоряемых электронов (штрихпунктирные линии), 4 – высоковольтный анод, 5 – потоки рентгеновских лучей, 6 – окна в корпусе трубы для выхода рентгеновских лучей, 7 – стенки вакуумного баллона, 8 – массивное охлаждаемое основание, 9 – трубы системы водяного охлаждения анода.

Попадая в мишень (анод), ускоренные электроны взаимодействуют с электрическим полем атомных ядер и электронов атомов, входящих в состав мишени. Кулоновские силы дают электронам ускорение, что является причиной возникновения тормозное излучение электромагнитных волн. Механизм возникновения можно представить следующим образом. Движущиеся электроны – это некоторый ток, образующий свое магнитное поле. Замедление электронов – снижение силы тока и, соответственно, изменение индукции магнитного поля, которое вызовет возникновение переменного электрического поля, т.е. появление электромагнитной волны. Таким образом, когда заряженная частица влетает в вещество, она тормозится, теряет свою энергию и скорость и излучает электромагнитные волны.

Тормозное излучение обладает непрерывным спектром с характерной коротковолновой границей. Электрон, двигаясь под действием кулоновских сил с ускорением, вообще говоря, может испустить несколько фотонов различной энергии, при этом энергия электрона соответственно уменьшается.

Коротковолновая граница обусловлена предельным случаем, когда вся кинетическая энергия электрона расходуется на излучение единственного фотона. Характерно, что положение коротковолновой границы определяется лишь ускоряющим напряжением и не зависит от материала мишени.

Спектр тормозного излучения может быть представлен в виде функции спектральной интенсивности, значения которой равняются энергии излучения, приходящейся на единичный интервал длины волны. Примеры типичных спектров тормозного излучения, генерируемых рентгеновскими трубками, приведены на рис. 2.

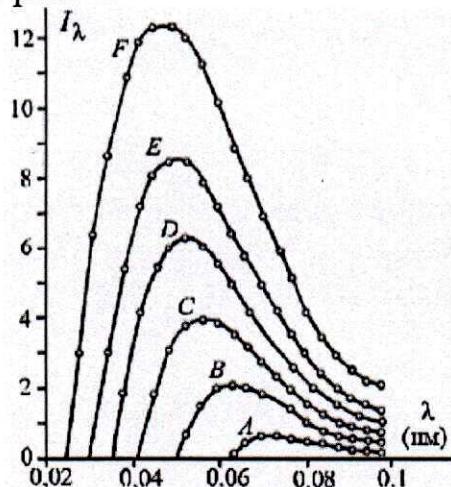


Рис. 2. Спектр тормозного излучения рентгеновской трубы с вольфрамовым анодом при разных ускоряющих напряжениях U .
A) $U = 20$ кВ, B) $U = 25$ кВ, C) $U = 30$ кВ, D) $U = 35$ кВ, E) $U = 40$ кВ,
F) $U = 50$ кВ.

По вертикальной оси отложена спектральная интенсивность излучения в относительных единицах.

Угловое распределение интенсивности тормозного излучения анизотропно и существенно зависит от энергии электронов, т.е. от анодного напряжения рентгеновской трубы. При сравнительно малых энергиях ускоренных электронов большая часть потока рентгеновского излучения испускается в направлениях перпендикулярных импульсам тормозящихся электронов. С увеличением энергии электронов максимум потока излучения постепенно поворачивается к направлению импульсов тормозящихся электронов. Заметим, что ультраквантитативистские электроны дают поток тормозного излучения в основном локализованный внутри узкого конуса, осью которого является вектор импульса электрона. Однако, такой физический процесс может осуществляться с помощью электронных ускорителей большой энергии.

При достаточно высоком анодном напряжении на непрерывный спектр тормозного излучения накладывается линейчатый спектр характеристического рентгеновского излучения (ХРИ). Отдельные спектральные линии ХРИ возникают при радиационных переходах

электронов в вакансии во внутренних электронных оболочках из более внешних. Вакансию образуются ускоренными электронами, если их кинетическая энергия превышает энергию связи данной электронной оболочки. Переходы электронов в образованную вакансию с вышележащих энергетических уровней происходит спонтанно, так как процесс идет с понижением энергии атома. Разность энергий начального и конечного стационарного состояний электрона может излучаться в виде фотона.

Вообще говоря, переходы электронов при заполнении вакансий могут происходить без испускания фотонов.

Если вакансия образовалась в первом электронном слое (с главным квантовым числом $n = 1$), то возможны радиационных переходы электронов из оболочек с главными квантовыми числами $n > 1$ в образованную вакансию. При этом генерируются характеристические линии K-серии. Отдельные спектральные линии образуются переходами с разных энергетических уровней.

Г. Мозли путем обработки результатов измерений длины волн K_α-линий 33-х химических элементов получил приближенную формулу

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_{K_\alpha}}} = C_1 Z + C_2,$$

где C_1 и C_2 – эмпирические коэффициенты, Z – заряд ядра атома.

Подводя итог, можно утверждать, что в рентгеновской трубке осуществляются два различных механизма генерации рентгеновских лучей. Тормозное излучение имеет непрерывный спектр. Ионизация внутренних электронных оболочек с последующим заполнением вакансий внутриатомными радиационными переходами электронов формируют ХРИ, с характерным линейчатым спектром. В результате спектр рентгеновских лучей, выходящих из рентгеновской трубы, состоит из узких максимумов, расположенных на «пьедестале» в форме широкого горба (см. рис. 3).

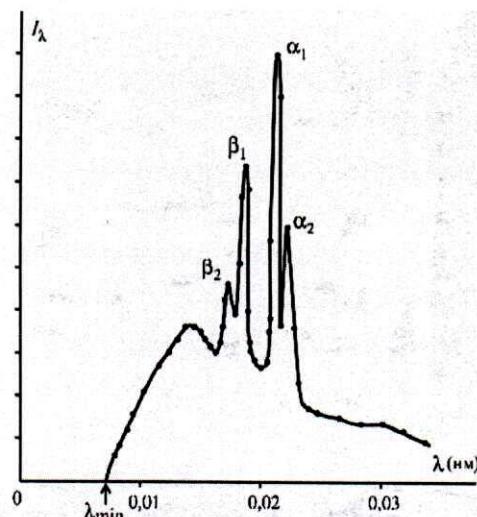


Рис. 3. Рентгеновский спектр.

ЗАДАНИЯ

1

Выберите два верных утверждения:

- 1) гамма-лучи имеют длину волны, большую, чем 1 нм;
- 2) диапазон длин волн рентгеновского излучения на шкале электромагнитных волн расположен между диапазонами ультрафиолетового и гамма-излучений;
- 3) тормозное и характеристическое рентгеновские излучения имеют одинаковый физический механизм генерации;
- 4) коротковолновое рентгеновское излучение близко по своим свойствам к мягкому гамма-излучению.

Ответ: _____

2

Используя закон Мозли, найдите длину волны К_α-линии хрома ($Z = 24$), если известно, что длины волн этих линий для никеля ($Z = 28$) 0,1658 нм и кремния ($Z = 14$) 0,7125 нм.

Ответ: _____ нм

3

Оцените отношение частот коротковолновых границ спектров тормозного излучения рентгеновской трубки с вольфрамовым анодом при анодных напряжениях 25 кВ и 40 кВ.

ОТВЕТ: _____

Часть 2

4 МИ

Некоторое количество беговых роботов соревновалось в беге по кольцевой трассе. Роботов выпускали соревноваться попарно. Каждая пара начинала бег с общего старта одновременно и в одном направлении. Забег считался завершенным в тот момент, когда роботы вновь оказывались рядом. В протоколе фиксировалось время, в течение которого проходил каждый из забегов. Всего в протоколе было сделано 36 записей. Известно, что в ходе забегов каждый робот соревновался с каждым ровно один раз, скорости всех роботов различны. Определите число представленных на соревнованиях роботов.

Ответ: _____.

5 МФ

Рука пространственного робота-манипулятора может совершать манёвры трех типов. Так манёвром первого типа рука робота перемещает объект из точки $A(1; 1; 1)$ в точку $B(-1; 2; 3)$, из точки B манёвром второго типа перемещает объект в точку $C(-2; 4; 4)$, а манёвром третьего типа из точки C в точку $D(-1; 2; 0)$. Найдите модуль перемещения объекта, произведенного рукой робота, последовательно совершившего два манёвра первого типа, манёвр третьего типа и манёвр, противоположный манёвру второго типа.

Ответ: _____

6 МФ

При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ox в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)	
Первая частица	$x_1 = \log_2(2t + 6)$
Вторая частица	$x_2 = 3^{6-5t}$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчета?

Ответ: _____ с

7 М

Фирма выпускает два вида продукции объемами a и b . Эти объемы выпуска могут принимать любые натуральные значения. Какую наибольшую прибыль может получить фирма, если зависимость прибыли от объемов выпуска продукции задается формулой $7-a^2-b^2+4a+6b$?

Ответ: _____

8Ф

Метеорологическая ракета, запущенная вертикально, достигла высоты 10 км. Во время работы двигателей ускорение ракеты 40 м/с^2 . Сколько времени ракета находилась в состоянии невесомости на этапе подъёма? Принять ускорение свободного падения равным 10 м/с^2 . Ответ выразите в секундах в виде целого числа

Ответ: _____ м/с^2 .

9И

Играя в интерактивный квест, команда должна была открыть сейф с цифровым кодовым замком. Найдя подсказки, команда выяснила, что кодом является наибольшее трёхзначное нечётное шестнадцатеричное число, двоичная запись которого содержит ровно 6 единиц. Команда справилась с заданием. Какой код она подобрала? В ответе запишите шестнадцатеричное число (основание системы счисления указывать не нужно).

Ответ: _____

10ИМ

В кибернетике используется понятие информационной энтропии, которая определяется формулой

$$H = -\sum_i p_i \log_2 p_i,$$

где H – информационная энтропия, p_i – вероятность каждого из возможных исходов.

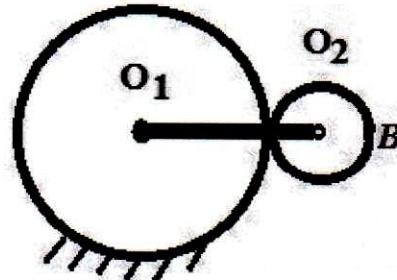
В библиотеке имеется 800 книг, из них 400 по математике, 200 по физике, 100 по информатике и 100 по химии. Какова информационная энтропия сообщения о том, что случайно выбрана 1 книга?

Ответ: _____

11Ф

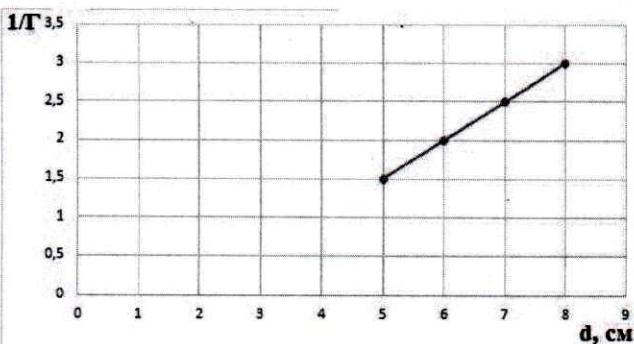
У простой планетарной передачи одно колесо радиусом $R = 0,25$ м закреплено, другое колесо радиусом $r = 0,1$ м катится без проскальзывания по внешней поверхности первого. Центры колес соединены стержнем (водилом) O_1O_2 . Водило вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. Чему равен модуль скорости точки В подвижного колеса относительно центра неподвижного колеса?

Ответ: _____ м/с.



12ФМ

Экспериментально определенная зависимость между величиной, обратной увеличению тонкой собирающей линзы, и расстоянием от линзы до объекта показана на рисунке. Определите фокусное расстояние линзы.



Ответ: _____ см

13МИ

Группа из 200 школьников должна была принять участие в олимпиадах по математике и физике. В результате, 120 школьников участвовали в олимпиаде по математике, 175 школьников участвовали в олимпиаде по физике, 35 школьников не смогли принять участие ни в одной олимпиаде. Сколько школьников участвовало в олимпиадах и по математике, и по физике?

Ответ: _____.

14 ФМ

В электрическом чайнике мощностью 1 кВт кипит вода. С какой скоростью из его носика вырывается струя пара, если площадь отверстия носика $S = 5 \text{ см}^2$, удельная теплота испарения воды $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$, нормальное атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$?

Ответ: _____ м/с

15И

Прибор регистрирует количество людей, прошедших через рамку металлоискателя путем добавления этого количества к величине, хранящейся в памяти сумматора. Каждый час (в момент времени 00 минут 01 секунда) число из сумматора выводится на печать. За 1 января 2018 года распечатка содержит следующий набор данных:

1260	1315	1362	1411	1445	1480	1539	1560
1618	1679	1734	1756	1797	1860	1920	1959
2027	2091	2114	2181	2219	2265	2323	2346

Сколько человек зарегистрировал прибор за период с 9 утра до 6 вечера 1 января 2018 года?

Ответ: _____.

Ответы

1	2), 4)	2
2	0,2285	1
3	2	1
4	9	2
5	3	2
6	1	2
7	20	2
8	40	2
9	F81	2
10	1,75	2
11	2,1	2
12	2	2
13	130	2
14	1,5	2
15	435	2

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Рентгеновское излучение

Учение об атомном строении вещества лежит в основе практически всех разделов современного естествознания. Большой интерес, который проявляется наукой в последние годы к наноразмерным объектам, также способствует развитию методов исследования атомной структуры вещества. Знание атомной структуры кристаллических и некристаллических объектов позволяет в принципе достаточно полно описывать и предсказывать многие физические свойства. Наличие структурной информации является необходимым условием для разработки методов получения материалов с наперед заданными свойствами.

Большинство методов исследования атомного строения вещества основано на явлении дифракции рентгеновских лучей (волн) на упорядоченных атомных структурах (рентгеноструктурные методы). Они позволяют с большой точностью определять взаимное расположения атомов в упорядоченных твердых телах, параметры их тепловых колебаний, дают возможность судить о валентном состоянии атомов и др.

Рентгеновские лучи представляют собой электромагнитное излучение с длинами волн, лежащих приблизительно в интервале 1 - 0,01 нм. Границы рентгеновского диапазона в спектре электромагнитных волн условны. Длинноволновое рентгеновское излучение непосредственно переходит в жесткое ультрафиолетовое, коротковолновое рентгеновское излучение похоже по своим физическим характеристикам на гамма-лучи.

Метод генерирования рентгеновских лучей, разработанный их первооткрывателем В.К.Рентгеном, до сих пор является самым распространенным. В этом методе поток электронов разгоняется в вакууме электрическим полем и полем и направляется на мишень, изготовленную, как правило, из тугоплавкого металла с большим химическим номером. Обычно используется ускоряющая разность потенциалов порядка нескольких десятков киловольт. Источником электронов является термокатод, ускоряющее напряжение подается на мишень, которая является анодом.

Устройство, где реализуется выше описанный процесс, исторически получило название рентгеновской трубки, принципиальная схема которой изображена на рис. 1.

Высокий вакуум в рентгеновской трубке необходим для того, чтобы все электроны, испущенные катодом, достигали анода. Для поддержания вакуума рентгеновская трубка должна быть герметизирована. Электроны, достигая анода, приобретают кинетическую энергию $T_e = eU$, где e – заряд электрона, U – ускоряющее напряжение (разность потенциалов между анодом и катодом).

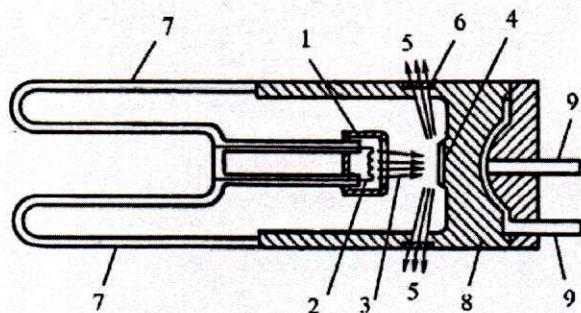


Рис. 1. Схема рентгеновской трубы.

1 – термокатод, 2 – нить накала, 3 – пучки ускоряемых электронов (штрихпунктирные линии), 4 – высоковольтный анод, 5 – потоки рентгеновских лучей, 6 – окна в корпусе трубы для выхода рентгеновских лучей, 7 – стенки вакуумного баллона, 8 – массивное охлаждаемое основание, 9 – трубы системы водяного охлаждения анода.

Попадая в мишень (анод), ускоренные электроны взаимодействуют с электрическим полем атомных ядер и электронов атомов, входящих в состав мишени. Кулоновские силы дают электронам ускорение, что является причиной возникновения тормозное излучение электромагнитных волн. Механизм возникновения можно представить следующим образом. Движущиеся электроны – это некоторый ток, образующий свое магнитное поле. Замедление электронов – снижение силы тока и, соответственно, изменение индукции магнитного поля, которое вызовет возникновение переменного электрического поля, т.е. появление электромагнитной волны. Таким образом, когда заряженная частица влетает в вещество, она тормозится, теряет свою энергию и скорость и излучает электромагнитные волны.

Тормозное излучение обладает непрерывным спектром с характерной коротковолновой границей. Электрон, двигаясь под действием кулоновских сил с ускорением, вообще говоря, может испустить несколько фотонов различной энергии, при этом энергия электрона соответственно уменьшается.

Коротковолновая граница обусловлена предельным случаем, когда вся кинетическая энергия электрона расходуется на излучение единственного фотона. Характерно, что положение коротковолновой границы определяется лишь ускоряющим напряжением и не зависит от материала мишени.

Спектр тормозного излучения может быть представлен в виде функции спектральной интенсивности, значения которой равняются энергии излучения, приходящийся на единичный интервал длины волны. Примеры типичных спектров тормозного излучения, генерируемых рентгеновскими трубками, приведены на рис. 2.

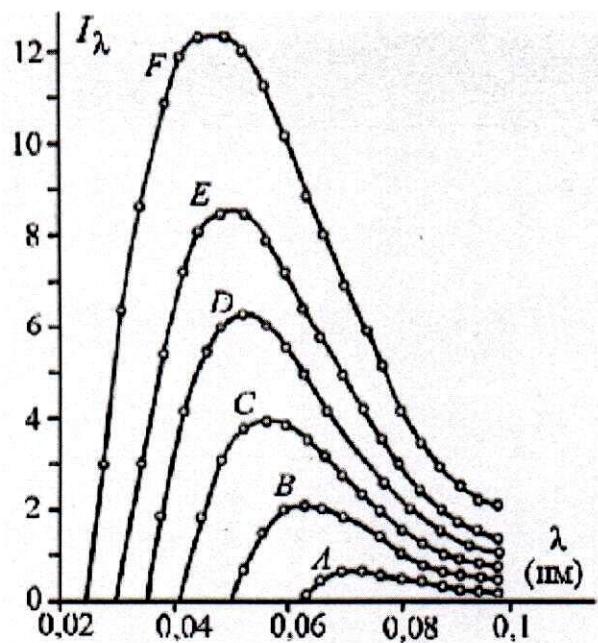


Рис. 2. Спектр тормозного излучения рентгеновской трубки с вольфрамовым анодом при разных ускоряющих напряжениях U .
A) $U = 20$ кВ, B) $U = 25$ кВ, C) $U = 30$ кВ, D) $U = 35$ кВ, E) $U = 40$ кВ,
F) $U = 50$ кВ.

По вертикальной оси отложена спектральная интенсивность излучения в относительных единицах.

Угловое распределение интенсивности тормозного излучения анизотропно и существенно зависит от энергии электронов, т.е. от анодного напряжения рентгеновской трубки. При сравнительно малых энергиях ускоренных электронов большая часть потока рентгеновского излучения испускается в направлениях перпендикулярных импульсам тормозящихся электронов. С увеличением энергии электронов максимум потока излучения постепенно поворачивается к направлению импульсов тормозящихся электронов. Заметим, что ультраквантитативистские электроны дают поток тормозного излучения в основном локализованный внутри узкого конуса, осью которого является вектор импульса электрона. Однако, такой физический процесс может осуществляться с помощью электронных ускорителей большой энергии.

При достаточно высоком анодном напряжении на непрерывный спектр тормозного излучения накладывается линейчатый спектр характеристического рентгеновского излучения (ХРИ). Отдельные спектральные линии ХРИ возникают при радиационных переходах электронов в вакансии во внутренних электронных оболочках из более внешних. Вакансии образуются ускоренными электронами, если их кинетическая энергия превышает энергию связи данной электронной оболочки. Переходы электронов в образовавшуюся вакансию с вышележащих энергетических уровней происходит спонтанно, так как процесс идет с понижением энергии атома. Разность энергий начального и

конечного стационарного состояния электрона может излучаться в виде фотона.

Вообще говоря, переходы электронов при заполнении вакансий могут происходить без испускания фотонов.

Если вакансия образовалась в первом электронном слое (с главным квантовым числом $n = 1$), то возможны радиационных переходы электронов из оболочек с главными квантовыми числами $n > 1$ в образованную вакансию. При этом генерируются характеристические линии K-серии. Отдельные спектральные линии образуются переходами с разных энергетических уровней.

Г. Мозли путем обработки результатов измерений длины волн K_α-линии 33-х химических элементов получил приближенную формулу

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_{K_\alpha}}} = C_1 Z + C_2,$$

где C_1 и C_2 – эмпирические коэффициенты, Z – заряд ядра атома.

Подводя итог, можно утверждать, что в рентгеновской трубке осуществляются два различных механизма генерации рентгеновских лучей. Тормозное излучение имеет непрерывный спектр. Ионизация внутренних электронных оболочек с последующим заполнением вакансий внутриатомными радиационными переходами электронов формируют ХРИ, с характерным линейчатым спектром. В результате спектр рентгеновских лучей, выходящих из рентгеновской трубы, состоит из узких максимумов, расположенных на «пьедестале» в форме широкого горба (см. рис. 3).

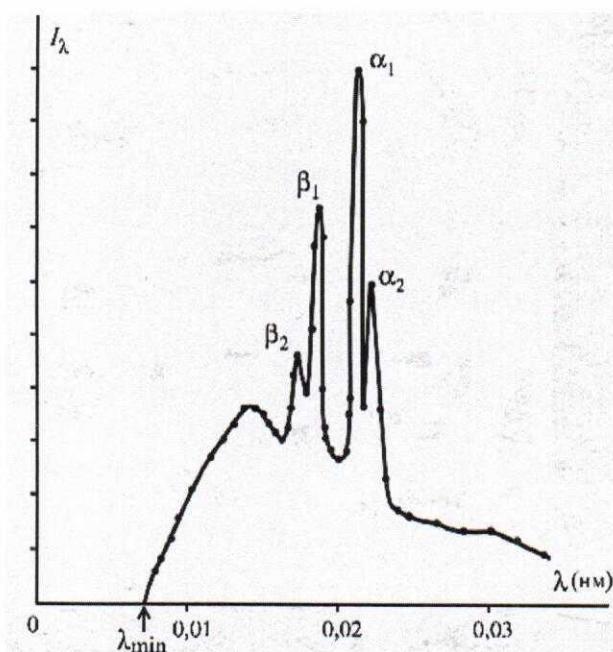


Рис. 3. Рентгеновский спектр.

ЗАДАНИЯ

1

Выберите два верных утверждения:

- 1) гамма-лучи имеют длину волны, меньшую, чем 0,01 нм;
- 2) диапазон длин волн рентгеновского излучения на шкале электромагнитных волн расположен между диапазонами оптического излучения и радиоволн;
- 3) природу физического механизма генерации характеристического излучения невозможно описать в рамках классических представлений;
- 4) длинноволновое рентгеновское излучение близко по своим свойствам к жесткому гамма-излучению.

Ответ: _____

2

Используя закон Мозли, найдите длину волны К_α-линии никеля ($Z = 28$), если известно, что длины волн этих линий для хрома ($Z = 24$) 0,2285 нм и кремния ($Z = 14$) 0,7125 нм.

Ответ: _____ нм

3

Оцените максимальную энергию фотона, спектра тормозного излучения рентгеновской трубки с вольфрамовым анодом при анодном напряжении 25 кВ. Результат выразите в пДж и округлите до целого числа.

ОТВЕТ: _____ пДж

Часть 2

4 МИ

Некоторое количество беговых роботов соревновалось в беге по кольцевой трассе. Роботов выпускали соревноваться попарно. Каждая пара начинала бег с общей линии старта одновременно в противоположных направлениях. Забег считался завершенным в тот момент, когда роботы впервые встречались. В протоколе фиксировалось время, в течение которого проходил каждый из забегов. Всего в протоколе было сделано 10 записей. Известно, что в ходе забегов каждый робот соревновался с каждым ровно один раз. Определите число представленных на соревнованиях роботов.

Ответ: _____.

5 МФ

Студент написал программу, в которой исполнитель **Прыгун** может совершать прыжки двух типов. Так, стартовав из точки $A (1; 0; 1)$ прыжком первого типа, **Прыгун** попадает в точку $B (-1; 2; -3)$, а из точки B прыжком второго типа попадает в точку $C (0; 5; -12)$. Найдите модуль перемещения **Прыгуна**, последовательно совершившего три прыжка первого типа и два прыжка, противоположные прыжку второго типа.

Ответ: _____

6 МФ

При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ox в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)	
Первая частица	$x_1 = \sqrt{18-3t}$
Вторая частица	$x_2 = 3^{2t-5}$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчета?

Ответ: _____ с

7 М

Издержки производства зависят от двух параметров a и b . Эти параметры могут принимать любые неотрицательные значения. Какие наименьшие издержки можно заложить на производство полученного заказа продукции, если зависимость издержек задается формулой $a^2 + 2b^2 - 2a - 4b + 6$?

Ответ: _____

8Ф

Метеорологическая ракета, запущенная вертикально, достигла высоты 10 км. На этапе подъёма ракета находилась в состоянии невесомости 40 с. Каким было ускорение ракеты во время работы двигателей? Принять ускорение свободного падения равным 10 м/с^2 . Ответ выразите в виде целого числа.

Ответ: _____ м/с^2 .

9И

Играя в интерактивный квест, команда должна была открыть сейф с цифровым кодовым замком. Найдя подсказки, команда выяснила, что кодом является наименьшее четырёхзначное чётное шестнадцатеричное число, двоичная запись которого содержит ровно 6 единиц. Команда справилась с заданием. Какой код она подобрала? В ответе запишите шестнадцатеричное число (основание системы счисления указывать не нужно).

Ответ: _____

10ИМ

В кибернетике используется понятие информационной энтропии, которая

$$H = -\sum_i p_i \log_2 p_i$$

определяется формулой ,

где H – информационная энтропия, p_i – вероятность каждого из возможных исходов.

В команде 28 спортсменов, из них 7 штангистов, 14 гимнастов и 7 теннисистов. Какова информационная энтропия сообщения о том, что случайно выбран 1 спортсмен?

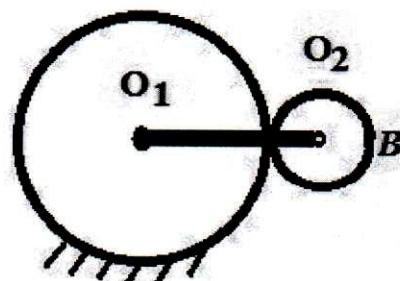
Ответ: _____

11Ф

У простой планетарной передачи одно колесо радиусом $R = 0,25$ м закреплено, другое колесо радиусом $r = 0,1$ м катится без проскальзывания по внешней поверхности первого. Центры колес соединены стержнем (водилом) O_1O_2 . Модуль скорости точки В подвижного колеса относительно центра неподвижного колеса равен 4,2 м/с.

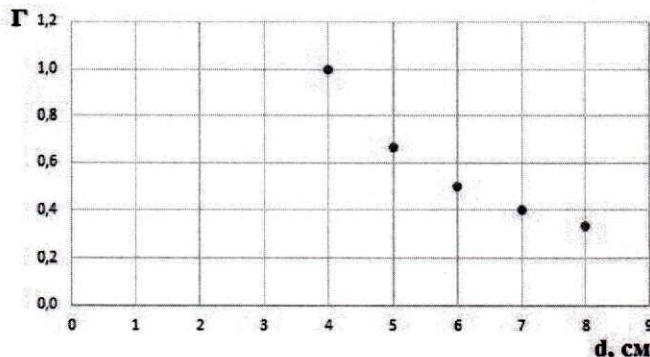
Водило вращается с постоянной угловой скоростью. Чему равна угловая скорость водила?

Ответ: _____ рад/с.



12ФМ

Экспериментально определенная зависимость между увеличением тонкой собирающей линзы, и расстоянием от линзы до объекта показана на рисунке. Определите фокусное расстояние линзы.



Ответ: _____ см

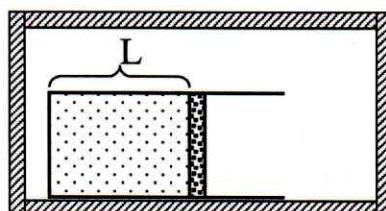
13МИ

Группа из 30 студентов к определенному сроку должна выполнить курсовые работы по двум предметам: методам вычислений и математической статистике. Курсовую работу по методам вычислений к сроку сдали 24 студента, 20 студентов к сроку подготовили курсовую работу по математической статистике, 4 студента не смогли выполнить ни одной курсовой работы вовремя. Сколько студентов выполнили обе курсовые работы к сроку?

Ответ: _____.

14 ФМ

В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный одноатомный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 7,5 \cdot 10^4$ Па. Расстояние от основания цилиндрического сосуда до поршня $L = 40$ см. Площадь поперечного сечения поршня $S = 60$ см². В результате медленного нагревания газа поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок действует сила трения $F_{тр} = 600$ Н. Какое количество теплоты подвели к газу в этом процессе? Сосуд находится в вакууме.



Ответ: _____ Дж

15И

Прибор регистрирует количество людей, прошедших через рамку металлоискателя путем добавления этого количества к величине, хранящейся в памяти сумматора. Каждый час (в момент времени n часов 00 минут 01 секунда) число из сумматора выводится на печать. За 1 января 2018 года распечатка содержит следующий набор данных:

13220	13272	13307	13374	13444	13475	13508	13596
13683	13747	13851	13947	13975	14050	14153	14182
14240	14256	14361	14434	14441	14504	14519	14534

Сколько человек зарегистрировал прибор за период с 6 утра до 8 вечера 1 января 2018 года?

Ответ: _____.

2**Ответы**

1	3), 4)	2
2	0,1658	1
3	4	1
4	5	2
5	10	2
6	3	2
7	3	2
8	40	2
9	103E	2
10	1,5	2
11	6	2
12	2	2
13	18	2
14	420	2
15	933	2

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Плазма

Плазмой называют квазинейтральную систему, содержащую заряженные и, возможно, нейтральные свободные частицы. Условие квазинейтральности означает, во-первых, малость суммарного заряда плазмы по сравнению с суммой зарядов одного знака; во-вторых, подразумевается электрическая нейтральность плазмы в среднем, в достаточно больших объемах или достаточно большие промежутки времени. Величины объемов и промежутков времени, в которых проявляется квазинейтральность, определяются пространственным и временным-масштабами разделения зарядов.

Можно ли описывать плазму в классическом приближении? Так как мы определили плазму как квазинейтральный газ заряженных и нейтральных частиц, движение частиц этого газа должно представлять собой совокупность свободного движения (или движения под воздействием внешних сил) и кратких по времени моментов столкновений. Если учитывать дальнодействующий характер кулоновского взаимодействия, то необходимо учитывать взаимодействие каждой частицы со многими другими. В обоих случаях для применимости классического описания движения частиц плазмы необходима возможность введения понятия траектории, т. е. необходимо, чтобы расстояние между частицами газа было много больше длины волны де-Бройля. Это условие приводит к соотношению

$$T \gg \frac{h^2 n^{\frac{2}{3}}}{m},$$

где h – постоянная Планка, n – концентрация частиц, m – масса частиц.

Электрические поля разделения зарядов будут действовать на заряженные частицы. Полагая, что существенно более тяжелые ионы покоятся, рассматривая движение некоторого выделенного электрона в поле иона, получим, что собственные колебания электрона будут происходить с частотой

$$\omega_L = \sqrt{\frac{ne^2}{\epsilon_0 m}}$$

Эту частоту, являющуюся одной из важнейших характеристик плазмы, называют плазменной или ленгмюровской. Следует подчеркнуть, что она не зависит от температуры.

Ленгмюровская частота определяет поведение плазмы во внешнем переменном электромагнитном поле. При падении на границу плазмы электромагнитной волны с частотой $\omega < \omega_L$ волна полностью отражается от границы, в противном случае – распространяется по пространству, занятому плазмой.

Каждая заряженная частица в плазме взаимодействует с другими заряженными частицами, и распределение потенциала поля зависит от пространственного распределения окружающих её частиц. Рассмотрим пространственный масштаб разделения зарядов. В некотором объеме плазмы с характерным размером r_D , который называется дебаевским радиусом, потенциальная и кинетическая энергия заряженной частицы равны между собой. Из этого условия получается выражение

$$r_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k T}{n e^2}},$$

где k – постоянная Больцмана.

На расстояниях, меньших r_D всегда будут возникать электрические поля; флюктуации неизбежны. А вот разойтись на расстояния, существенно большие чем r_D , частицы не могут. Поэтому плазма и является квазинейтральной – нейтральная в больших объемах, но всегда с электрическими полями на расстояниях масштаба r_D .

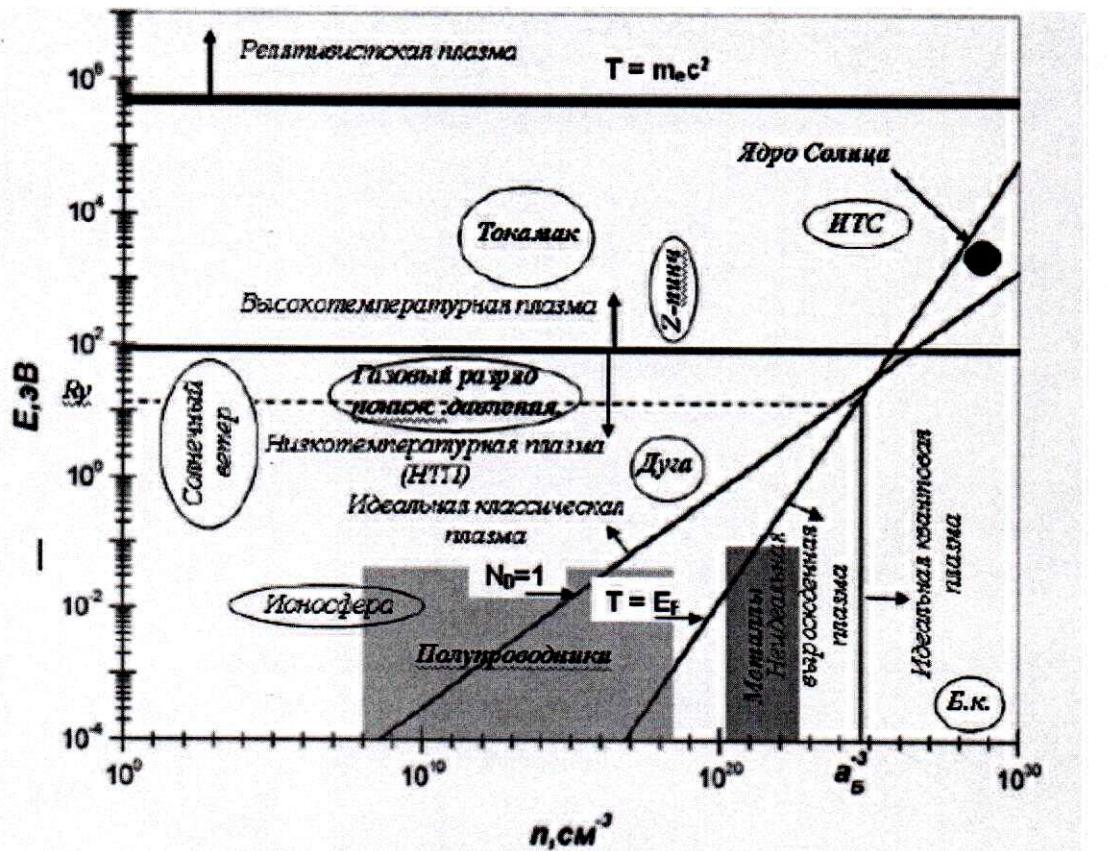
После того, как мы нашли характерное расстояние экранировки зарядов в плазме, можно дать более строгое ее определение: плазма – это квазинейтральный ансамбль заряженных и нейтральных частиц, размеры которого существенно больше радиуса Дебая.

По аналогии с газом плазму считают идеальной, если средняя кинетическая энергия частиц существенно больше потенциальной энергии их взаимодействия. В газе потенциальная энергия взаимодействие частиц обусловлена силами Ван-дер-Ваальса, в плазме – кулоновским взаимодействием.

Условие идеальности плазмы можно сформулировать следующим образом:

$$T \gg e^2 n^{\frac{2}{3}}$$

На рисунке в координатах температуры и концентрации показаны области, для которых выполняются приведенные выше соотношения. Там же обозначены области значений n и T , характерных для различных плазменных объектов.



ЗАДАНИЯ

1

Установите соответствие между понятиями

A) Идеальная плазма	1) пространственный масштаб разделения зарядов
Б) Дебаевский радиус	2) квазинейтральный ансамбль заряженных и нейтральных частиц, размеры которого существенно больше радиуса Дебая 3) плазма, в которой средняя кинетическая энергия частиц существенно больше потенциальной энергии их взаимодействия 4) частота собственных колебаний в плазме

Ответ: _____

2

Для плазмы с электронной температурой $T = 10^4$ К и ленгмюровской частотой $\omega_L = 10^8$ рад/с рассчитайте дебаевский радиус. Результат выразите в миллиметрах и округлите до двух значащих цифр. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Ответ: _____ мм

3

Пользуясь данными, приведенными на рисунке, определите минимально возможную циклическую частоту электромагнитной волны, которая будет распространяться в ионосфере с максимально возможной концентрацией частиц. Результат выразите в Гигарадианах в секунду и округлите до двух значащих цифр. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Ответ: _____ Град/с

Часть 2

4 МИ

Некоторое количество беговых роботов соревновалось в беге по кольцевой трассе. Роботов выпускали соревноваться попарно. Каждая пара начинала бег с общего старта одновременно и в одном направлении. Забег считался завершенным в тот момент, когда роботы вновь оказывались рядом. В протоколе фиксировалось время, в течение которого проходил каждый из забегов. Всего в протоколе было сделано 28 записей. Известно, что в ходе забегов каждый робот соревновался с каждым ровно один раз, скорости всех роботов различны. Определите число представленных на соревнованиях роботов.

Ответ: _____.

5 МФ

Рука пространственного робота-манипулятора может совершать манёвры трех типов. Так манёвром первого типа рука робота перемещает объект из точки $A(1; 1; 0)$ в точку $B(-1; 2; 0)$, из точки B манёвром второго типа перемещает объект в точку $C(-1; 5; 3)$, а манёвром третьего типа из точки C в точку $D(1; 4; 1)$. Найдите модуль перемещения объекта, произведенного рукой робота, последовательно совершившего манёвр первого типа, два манёвра второго типа и манёвр, противоположный манёвру третьего типа.

Ответ: _____

6 МФ

При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ox в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

	Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)
Первая частица	$x_1 = 2 \log_2(5t-6)$
Вторая частица	$x_2 = \sqrt{18-t}$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчета?

Ответ: _____ с

7 М

Фирма реализует автомобили двумя способами: через оптовую и розничную торговлю. При реализации a ($a \geq 1$) автомобилей в розницу расходы на реализацию составляют $3a^2 - 6a + 6$ у. е., а при продаже b ($b \geq 2$) автомобилей оптом расходы составляют $2b^2 - 12b + 19$ у. е. Какие наименьшие суммарные расходы можно заложить на реализацию автомобилей?

Ответ: _____ у. е.

8Ф

Пружина жесткостью 100 Н/м и длиной 30 см стоит вертикально на столе. С некоторой высоты над столом на нее с нулевой начальной скоростью падает шарик массой 2 кг, развивая при своем движении вниз максимальную скорость 6 м/с. Определите высоту, с которой упал шарик. Массой пружины и трением пренебречь. Результат округлите до целого числа.

Ответ: _____ м.

9И

Играя в интерактивный квест, команда должна была открыть сейф с цифровым кодовым замком. Найдя подсказки, команда выяснила, что кодом является наибольшее трёхзначное нечётное шестнадцатеричное число, двоичная запись которого содержит ровно 9 нулей. Команда справилась с заданием. Какой код она подобрала? В ответе запишите шестнадцатеричное число (основание системы счисления указывать не нужно).

Ответ: _____

10ИМ

В кибернетике используется понятие информационной энтропии, которая

$$H = -\sum_i p_i \log_2 p_i,$$

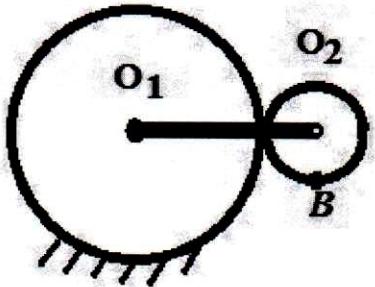
где H – информационная энтропия, p_i – вероятность каждого из возможных исходов.

В коробке лежат 32 елочных шара, из них 4 красных, 16 желтых, 8 голубых и 4 зеленых. Какова информационная энтропия сообщения о том, что случайно выбран 1 шар?

Ответ: _____

11Ф

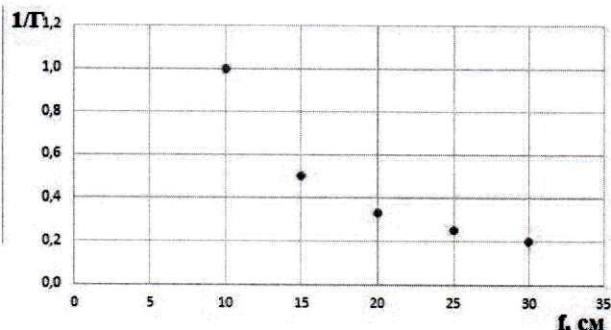
У простой планетарной передачи одно колесо радиусом $R = 0,25$ м закреплено, другое колесо радиусом $r = 0,1$ м катится без проскальзывания по внешней поверхности первого. Центры колес соединены стержнем (водилом) O_1O_2 . Водило вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с. Чему равен модуль скорости точки В подвижного колеса относительно центра неподвижного колеса? Результат округлите до целого числа



Ответ: _____ м/с.

12ФМ

Экспериментально определенная зависимость между величиной, обратной увеличению тонкой собирающей линзы и расстоянием от линзы до изображения показана на рисунке. Определите фокусное расстояние линзы.



Ответ: _____ см

13МИ

Группа студентов из 29 человек писала контрольную работу, включающую один теоретический вопрос и одну задачу. На теоретический вопрос правильно ответили 16 студентов, задачу верно решили 22 студента, не выполнили правильно ни одного задания контрольной работы 4 студента. Сколько студентов правильно ответили на оба задания контрольной работы?

Ответ: _____.

14 ФМ

Запаянный горизонтальный цилиндрический сосуд длиной $l = 90$ см разделен на две части подвижной перегородкой. С одной стороны от перегородки содержится 2 моль кислорода и 3 моль гелия, с другой – 3 моль азота и 1 моль гелия, а перегородка находится в равновесии. В некоторый момент времени перегородка становится проницаемой для гелия и остается непроницаемой для кислорода и азота. Найти перемещение перегородки. Температуры газов одинаковы и не меняются в течение процесса.

Ответ: _____ см

15И

Прибор регистрирует количество людей, прошедших через рамку металлоискателя путем добавления этого количества к величине, хранящейся в памяти сумматора. Каждый час (в момент времени nn часов 00 минут 01 секунда) число из сумматора выводится на печать. За 1 января 2018 года распечатка содержит следующий набор данных:

37420	37453	37463	37498	37541	37576	37676	37779
37824	37857	37878	37899	37969	38015	38061	38137
38175	38243	38269	38293	38356	38369	38420	38516

Сколько человек зарегистрировал прибор за период с 8 утра до 9 вечера 1 января 2018 года?

Ответ: _____.

Ответы

1	A-3; Б-1	2
2	3,9	1
3	5,6	1
4	8	2
5	12	2
6	2	2
7	4	2
8	2	2
9	C01	2
10	1,75	2
11	3	2
12	5	2
13	13	2
14	14	2
15	545	2

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Плазма

Плазмой называют квазинейтральную систему, содержащую заряженные и, возможно, нейтральные свободные частицы. Условие квазинейтральности означает, во-первых, малость суммарного заряда плазмы по сравнению с суммой зарядов одного знака; во-вторых, подразумевается электрическая нейтральность плазмы в среднем, в достаточно больших объемах или достаточно большие промежутки времени. Величины объемов и промежутков времени, в которых проявляется квазинейтральность, определяются пространственным и временным-масштабами разделения зарядов.

Можно ли описывать плазму в классическом приближении? Так как мы определили плазму как квазинейтральный газ заряженных и нейтральных частиц, движение частиц этого газа должно представлять собой совокупность свободного движения (или движения под воздействием внешних сил) и кратких по времени моментов столкновений. Если учитывать дальнодействующий характер кулоновского взаимодействия, то необходимо учитывать взаимодействие каждой частицы со многими другими. В обоих случаях для применимости классического описания движения частиц плазмы необходима возможность введения понятия траектории, т. е. необходимо, чтобы расстояние между частицами газа было много больше длины волны де-Бройля. Это условие приводит к соотношению

$$T \gg \frac{h^2 n^{\frac{2}{3}}}{m},$$

где h – постоянная Планка, n – концентрация частиц; m – масса частиц.

Электрические поля разделения зарядов будут действовать на заряженные частицы. Полагая, что существенно более тяжелые ионы покоятся, рассматривая движение некоторого выделенного электрона в поле иона, получим, что электрон будет колебаться с частотой

$$\omega = \sqrt{\frac{ne^2}{\epsilon_0 m}}$$

Эту частоту, являющуюся одной из важнейших характеристик плазмы, называют плазменной или ленгмюровской. Следует подчеркнуть, что она не зависит от температуры.

Каждая заряженная частица в плазме взаимодействует с другими заряженными частицами, и распределение потенциала поля зависит от пространственного распределения окружающих её частиц. Рассмотрим пространственный масштаб разделения зарядов. В некотором объеме плазмы с характерным размером r_D , который называется дебаевским

радиусом, потенциальная и кинетическая энергия заряженной частицы равны между собой. Из этого условия получается выражение

$$r_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k T}{n e^2}},$$

где k – постоянная Больцмана.

На расстояниях, меньших r_D всегда будут возникать электрические поля; флюктуации неизбежны. А вот разойтись на расстояния, существенно большие чем r_D , частицы не могут. Поэтому плазма и является квазинейтральной – нейтральная в больших объемах, но всегда с электрическими полями на расстояниях масштаба r_D .

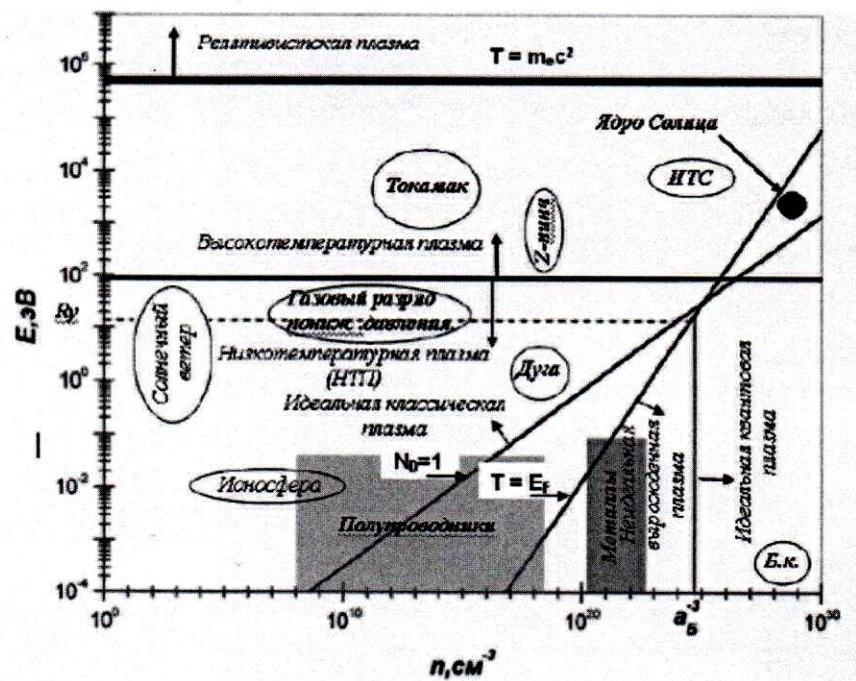
После того, как мы нашли характерное расстояние экранировки зарядов в плазме, можно дать более строгое ее определение: плазма – это квазинейтральный ансамбль заряженных и нейтральных частиц, размеры которого существенно больше радиуса Дебая.

По аналогии с газом плазму считают идеальной, если средняя кинетическая энергия частиц существенно больше потенциальной энергии их взаимодействия. В газе потенциальная энергия взаимодействие частиц обусловлена силами Ван-дер-Ваальса, в плазме – кулоновским взаимодействием.

Условие идеальности плазмы можно сформулировать следующим образом:

$$T \gg e^2 n^{\frac{2}{3}}$$

На рисунке в координатах температуры и концентрации показаны области, для которых выполняются приведенные выше соотношения. Там же обозначены области значений n и T , характерных для различных плазменных объектов.



ЗАДАНИЯ

1

Установите соответствие между понятиями

A) Плазма	1) пространственный масштаб разделения зарядов
B) Плазменная частота	2) квазинейтральный ансамбль заряженных и нейтральных частиц, размеры которого существенно больше радиуса Дебая 3) плазма, в которой средняя кинетическая энергия частиц существенно больше потенциальной энергии их взаимодействия 4) частота собственных колебаний в плазме 5) частота электромагнитной волны, падающей на границу плазмы

Ответ: _____

2

Для плазмы с электронной температурой $T = 10^4$ К и дебаевским радиусом $r_D = 3,9$ мм рассчитайте ленгмюровскую частоту. Результат выразите в Мрад/с и округлите до двух значащих цифр. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Ответ: _____ Мрад/с

3

Пользуясь данными, приведенными на рисунке, определите минимально возможную циклическую частоту электромагнитной волны, которая будет распространяться в полупроводнике с минимально возможной концентрацией частиц, допуская, что эффективная масса электрона в полупроводнике равна массе свободного электрона. Результат выразите в Гигарадианах в секунду и округлите до двух значащих цифр. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Ответ: _____ Град/с

Часть 2

4 МИ

Некоторое количество беговых роботов соревновалось в беге по кольцевой трассе. Роботов выпускали соревноваться попарно. Каждая пара начинала бег с общей линии старта одновременно в противоположных направлениях. Забег считался завершенным в тот момент, когда роботы впервые встречались. В протоколе фиксировалось время, в течение которого проходил каждый из забегов. Всего в протоколе было сделано 45 записей. Известно, что в ходе забегов каждый робот соревновался с каждым ровно один раз. Определите число представленных на соревнованиях роботов.

Ответ: _____.

5 МФ

Студент написал программу, в которой исполнитель **Прыгун** может совершать прыжки двух типов. Так, стартовав из точки $A(1; -3; 1)$ прыжком первого типа, **Прыгун** попадает в точку $B(-1; -1; 0)$, а из точки B прыжком второго типа попадает в точку $C(-5; 1; -1)$. Найдите модуль перемещения **Прыгуна**, последовательно совершившего три прыжка, противоположные прыжку первого типа, и два прыжка второго типа.

Ответ: _____

6 МФ

При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ox в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

	Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)
Первая частица	$x_1 = 4 + \log_{0,5}(t + 4)$
Вторая частица	$x_2 = (t-3)^3$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчета?

Ответ: _____ с

7 М

Завод изготавливает и продает полупроводниковые приборы. Удельные расходы в расчете на один прибор складываются из издержек производства и затрат на продажу, которые соответственно определяются факторами a и b . Эти факторы могут принимать любые неотрицательные значения. Какие наименьшие удельные расходы может нести завод по производству и реализации продукции, если зависимость этих расходов задается формулой $4a^2 + 2b^2 - 8a - 8b + 16$?

Ответ: _____

8Ф

Пружина жесткостью 100 Н/м стоит вертикально на столе. С высоты 2 м над столом на нее с нулевой начальной скоростью падает шарик массой 2 кг. При своем движении вниз он развивает максимальную скорость 6 м/с. Определите длину пружины в недеформированном состоянии. Массой пружины и трением пренебречь. Результат округлите до десятых долей.

Ответ: _____ м.

9И

Играя в интерактивный квест, команда должна была открыть сейф с цифровым кодовым замком. Найдя подсказки, команда выяснила, что кодом является наименьшее чётное четырёхзначное шестнадцатеричное число, двоичная запись которого содержит ровно 5 нулей. Команда справилась с заданием. Какой код она подобрала? В ответе запишите шестнадцатеричное число (основание системы счисления указывать не нужно).

Ответ: _____

10ИМ

В кибернетике используется понятие информационной энтропии, которая

$$H = - \sum_i p_i \log_2 p_i,$$

определяется формулой

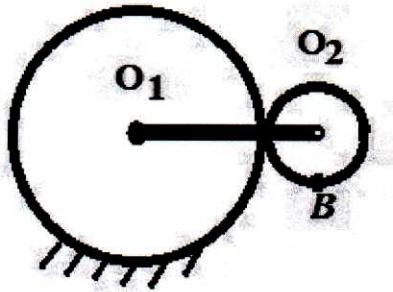
где H – информационная энтропия, p_i – вероятность каждого из возможных исходов.

В урне лежат 40 шаров, из них 5 черных, 20 красных, 10 белых и 5 синих. Какова информационная энтропия сообщения о том, что случайно выбран 1 шар?

Ответ: _____

11Ф

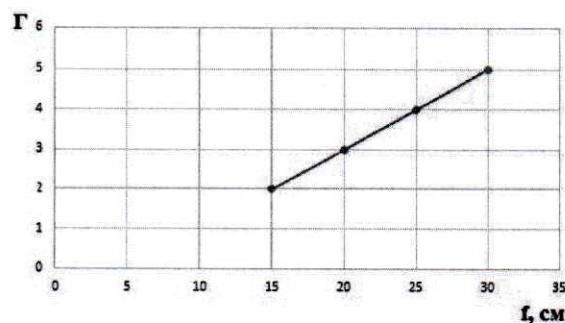
У простой планетарной передачи одно колесо радиусом $R = 0,25$ м закреплено, другое колесо радиусом $r = 0,1$ м катится без проскальзывания по внешней поверхности первого. Центры колес соединены стержнем (водилом) O_1O_2 . Модуль скорости точки В подвижного колеса относительно центра неподвижного колеса равен 6 м/с. Водило вращается с постоянной угловой скоростью. Чему равна угловая скорость водила? Ответ округлите до целого числа.



Ответ: _____ рад/с.

12ФМ

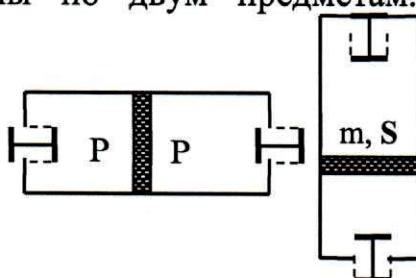
Экспериментально определенная зависимость между увеличением тонкой собирающей линзы и расстоянием от линзы до изображения показана на рисунке. Определите фокусное расстояние линзы.



Ответ: _____ см

13МИ

Поток из 60 студентов сдавал экзамены по двум предметам. По математическому анализу сдали экзамен 52 студента, по аналитической геометрии сдали экзамен 47 студентов, 4 студента не сдали ни одного экзамена. Какое количество студентов сдало экзамены и по математическому анализу, и по аналитической геометрии?



Ответ: _____.

14 ФМ

Поршень массы $m = 20$ кг и сечения $S = 100 \text{ см}^2$ в исходном горизонтальном положении цилиндра находится посередине. Слева и справа воздух при атмосферном давлении $P = 10^5 \text{ Па}$. Клапан в торце цилиндра открыт только тогда, когда торец обращен строго вниз. Цилиндр поворачивают на 90° , приведя его в вертикальное положение. При какой массе поршня он опустится на нижний торец? Трения нет. Температура неизменна. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ответ: _____ кг

15И

Прибор регистрирует количество людей, прошедших через рамку металлоискателя путем добавления этого количества к величине, хранящейся в памяти сумматора. Каждый час (в момент времени nn часов 00 минут 01 секунда) число из сумматора выводится на печать. За 1 января 2018 года распечатка содержит следующий набор данных:

15623	15707	15750	15784	15881	15949	16017	16065
16080	16141	16215	16311	16399	16406	16465	16562
16610	16683	16738	16794	16845	16885	16930	16962

Сколько человек зарегистрировал прибор за период с 5 утра до 8 вечера 1 января 2018 года?

Ответ: _____.

Ответы

1	A-2; Б-4	2
2	100	1
3	0,56	1
4	10	2
5	3	2
6	4	2
7	4	2
8	0,3	2
9	10FE	2
10	1,75	2
11	6	2
12	5	2
13	43	2
14	50	2
15	896	2

Теоретическая часть предпрофессионального экзамена для выпускников, обучавшихся в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе»

1. Назначение экзаменационных материалов

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначаются для определения уровня освоения выпускниками инженерных классов знаний, умений, ключевых компетенций образовательных программ профильных предметов и элективных курсов.

2. Условия проведения теоретической части экзаменационной работы

Теоретическая часть предпрофессионального экзамена проводится в форме компьютерного тестирования.

При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения экзамена. Обучающиеся могут пользоваться непрограммируемым калькулятором, таблицей физических величин и периодической таблицей химических элементов Д.И. Менделеева.

3. Время выполнения теоретической части экзаменационной работы

На выполнение теоретической части экзаменационной работы отводится **90 минут**. В процессе выполнения заданий предусмотрено 2 автоматические паузы продолжительностью по 5 минут в соответствии с нормами СанПин через каждые 35 минут работы.

4. Содержание и структура экзаменационной работы

Задания экзаменационной работы разработаны специалистами высших учебных заведений, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе», и направлены на проверку освоения базовых умений и практических навыков при решении межпредметных и метапредметных задач.

В работу включены расчетные задачи и межпредметные задания на анализ текстовой, знакосимвольной и графической информации, базирующиеся на элементах содержания курсов физики, информатики, химии, биологии и математики базового, повышенного и высокого уровней сложности различной направленности.

Вариант экзаменационной работы, представляемый каждому обучающемуся, автоматически формируется из базы проверочных заданий в соответствии с планом экзаменационной работы и состоит из 23 заданий.

Вариант состоит из двух частей. Часть 1 включает текст по естествознанию и 3 задания к нему. Она является обязательной для выполнения каждым экзаменуемым. Часть 2 включает 20 заданий, из которых экзаменуемый должен выбрать и выполнить только 8 заданий в соответствии с выбранным профилем подготовки. При выборе заданий можно ориентироваться на индексы, указанные в приложении 1 и в варианте рядом с номером задания. Индексы представляют собой коды из одной или нескольких букв, обозначающих дисциплины, содержанию которых соответствует данное задание (Б – биология, И – информатика, М – математика, Ф – физика, Х – химия).

5. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом

За выполнение задания 1 выставляется 2 балла, если ответ обучающегося совпал с эталоном; 1 балл, если неверно указан 1 символ; или 0 баллов в других случаях. За верное выполнение каждого из заданий 2-3 – 1 балл. Выполнение каждого из заданий части 2 оценивается в 2 балла. Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Таким образом, за часть 1 экзаменуемый может получить максимально 4 балла, за часть 2 – 16 баллов. Максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

План варианта теоретической части экзаменационной работы для инженерных классов

№ задания	Индекс задания	Умения, проверяемые на основе нижеприведённого межпредметного содержания
1	текст	Использование явно заданной в тексте информации для анализа
2	текст	Использование неявно заданной в тексте информации для расчетов
3	текст	Анализ информации, заданной графически
4	МИ	Проведение логических рассуждений для нахождения характеристик событий
5	МФ	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
6	МФ	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
7	М	Проведение экстремальных оценок
8	Ф	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
9	И	Преобразование модели из одной системы представления в другую
10	ИМ	Использование явно заданной информации для проведения расчетов
11	Ф	Проведение расчётов параметров кинематического устройства
12	ФМ	Анализ графической информации
13	МИ	Решение задач на индукционное представление информации
14	ФМ	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
15	И	Использование явно заданной информации для проведения расчетов