

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Поволжский Государственный Университет телекоммуникаций и информатики»

### **Контрольная работа**

по учебной дисциплине: «Физика»  
по специальности: ПИу, 2у курс, 1 семестр

Выполнила: Карцева Ирина Александровна  
Зачётная книжка № 123941

Проверила: Головкина М.В.

## Контрольная работа

### Задачи для самостоятельного решения

#### 1. Что такое дифракция света?

**Дифракцией света** называется явление отклонения света от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий. Как показывает опыт, свет при определенных условиях может заходить в область геометрической тени. Если на пути параллельного светового пучка расположено круглое препятствие (круглый диск, шарик или круглое отверстие в непрозрачном экране), то на экране, расположенном на достаточно большом расстоянии от препятствия, появляется дифракционная картина – система чередующихся светлых и темных колец. Если препятствие имеет линейный характер (щель, нить, край экрана), то на экране возникает система параллельных дифракционных полос

2. Что такое корпускулярно-волновой дуализм? Электрон – это частица или волна? Может ли электрон проявлять свойства волны? Может ли электрон испытывать дифракцию? (приведите примеры).

**Корпускулярно-волновой дуализм** (или Квантово-волновой дуализм) — это принцип, согласно которому любой объект может проявлять как волновые, так и корпускулярные свойства. Был введен при разработке квантовой механики для интерпретации явлений, наблюдаемых в микромире, с точки зрения классических концепций

**Электрон** в процессе движения проявляет корпускулярно-волновые свойства - является одновременно *и волной, и частицей*. Подобное состояние называется квантовой суперпозицией. Значит, дебройлевская волна характеризует электрон, а электрон - дебройлевскую волну: волну нельзя локализовать в пространстве, но ее импульс можно рассчитать; координата частицы известна, но скорость рассчитать точно нельзя. Отсюда и принцип неопределенностей, а от него - волновая функция.

**Дифракция электронов** — процесс рассеяния электронов на совокупности частиц вещества, при котором электрон проявляет свойства, аналогичные свойствам волны. При выполнении некоторых условий, пропуская пучок электронов через материал можно зафиксировать дифракционную картину, соответствующую структуре материала. Процесс дифракции электронов получил широкое применение в аналитических исследованиях кристаллических структур металлов, сплавов, полупроводниковых материалов.

3. Определить волну де Бройля для электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 300 кВ.

Дано:  
 $U=300\text{кВ}=$   
 $=300\cdot 10^3\text{В}$

$\lambda = ?$

Решение:

Длина волны де Бройля выражается формулой

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

где  $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж\*с — постоянная Планка,

$p$  — импульс частицы

Импульс электрона можно выразить через кинетическую энергию электронов. Связь импульса с кинетической энергией различна для классического случая (когда кинетическая энергия частицы много меньше ее энергии покоя) и для релятивистского случая (когда кинетическая энергия частицы сравнима с ее энергией покоя).

В классическом случае

$$p = \sqrt{2mT} \rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mT}} \quad (1)$$

где  $m$  — масса покоя частицы, для электрона  $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$  кг

Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U$ , приобретает кинетическую энергию

$$T = e \cdot U \quad (2)$$

где  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл — заряд электрона

Подставляем формулу (2) в (1) и получаем:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$$
$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 300 \cdot 10^3}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{874,56 \cdot 10^{-46}}} = 2,2 \cdot 10^{-12} \text{ (м)}$$

Ответ:  $\lambda = 2,2 \cdot 10^{-12}$  м

4. Кратко поясните, как устроен атом водорода в соответствии с теорией Бора. По какой формуле рассчитывается энергия электрона в атоме водорода?

**Боровская модель атома (Модель Бора)** — полуклассическая модель атома, предложенная Нильсом Бором в 1913 г. За основу он взял планетарную модель атома, выдвинутую Резерфордом. Однако, с точки зрения классической электродинамики, электрон в модели Резерфорда, двигаясь вокруг ядра, должен был бы излучать непрерывно и очень быстро, потеряв энергию, упасть на ядро. Чтобы преодолеть эту проблему Бор ввел допущение, суть которого заключается в том, что электроны в атоме могут двигаться только по определенным (стационарным) орбитам, находясь на которых они не излучают, а излучение или поглощение происходит только в момент перехода с одной орбиты на другую. Причем стационарными являются лишь те орбиты, при движении по которым момент количества движения электрона равен целому числу постоянных планка.

Главное квантовое число  $n = 1, 2, 3, \dots$  определяет энергию электрона в атоме водорода

$$E_n = - \frac{m * e^4}{32 \pi^2 \epsilon_0^2 * h^2 n^2} = - \frac{hcR}{n^2} = - \frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$$

5. Найти энергию электрона в атоме водорода, находящегося на второй боровской орбите. Найти скорость электронов на второй боровской орбите.

Вращаясь по стационарным орбитам, электрон в атоме не излучает и не поглощает энергию, а излучает или поглощает энергию при переходе с одной стационарной орбиты на другую.

Электрон в атоме водорода движется по круговым стационарным орбитам с постоянной скоростью, под действием кулоновской силы в соответствии со вторым законом Ньютона

6. Что такое идеальный газ? Можно ли считать воздух при атмосферном давлении идеальным газом?

**Идеальный газ** — математическая модель газа

**Идеальный газ** — газ, в котором взаимодействие между молекулами сводится к парным столкновениям, причём время межмолекулярного столкновения много меньше среднего времени между столкновениями. Идеальный газ является простейшим модельным объектом молекулярной физики

Модель широко применяется для решения задач термодинамики газов и задач аэрогазодинамики. Например, воздух при атмосферном давлении и комнатной температуре с большой точностью описывается данной моделью. В случае экстремальных температур или давлений требуется применение более точной модели, например модели газа Ван-дер-Ваальса, в котором учитывается притяжение между молекулами.

7. Какой процесс называется изотермическим? Если давление газа при изотермическом процессе увеличится в 2 раза, как изменится его объём?

**Изотермический процесс** - это процесс, который происходит с определенной массой газа при постоянной температуре.

Если давление газа при изотермическом процессе увеличится в 2 раза, его объём уменьшится в 2 раза.

8. Запишите формулу, связывающую температуры по шкале Кельвина и по шкале Цельсия. Каков физический смысл абсолютного нуля?

**Шкала Цельсия**

В 1742 году шведский астроном Андерс Цельсий предложил шкалу, в которой за нуль принималась температура смеси воды и льда, а температура кипения воды приравнивалась к  $100^\circ$ . За градус принимается сотая часть

интервала между этими реперными точками. Эта шкала более рациональна, чем шкалы Фаренгейта и Реомюра, и широко используется в науке.

### Шкала Кельвина

Была предложена в 1848 году английским ученым Уильямом Томсоном (он же лорд Кельвин) как более точный способ измерения температуры. По этой шкале нулевая точка, или абсолютный нуль, представляет собой самую низкую температуру, какая только возможна, т. е. некое теоретическое состояние вещества, при котором его молекулы полностью перестают двигаться. Это значение было получено путём теоретического изучения свойств газа, находящегося под нулевым давлением. По стоградусной шкале абсолютный нуль, или нуль Кельвина, соответствует  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

Следовательно на практике  $0^{\circ}\text{C}$  может быть приравнен к  $273\text{K}$ . До 1968 года единица измерения кельвин (K) именовалась как градус Кельвина ( $^{\circ}\text{K}$ ).

Формула перевода шкалы Кельвина в шкалу Цельсия

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15^{\circ}$$

9. При нагревании идеального газа на  $\Delta T = 1\text{ K}$  при постоянном давлении его объем увеличился на 1% от первоначального объема. Найти начальную температуру газа.

Дано:	Решение:
$\Delta T = 1\text{ K}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow T_1 = \frac{V_1 T_2}{V_2}$
$p = \text{const}$	$T_2 = T_1 + \Delta T$
$V_2 = 1,01 V_1$	$T_1 = \frac{V_1 (T_1 + \Delta T)}{1,01 V_1} = \frac{(T_1 + \Delta T)}{1,01}$
$T_1 = ?$	$1,01 * T_1 = T_1 + \Delta T$
	$0,01 * T_1 = \Delta T$
	$T_1 = \frac{\Delta T}{0,01} = \frac{1}{0,01} = 100\text{ K}$

Ответ:  $T_1 = 100\text{ K}$