

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Российский Государственный Социальный Университет»**

Специальность – Информационные системы (по отраслям)

Дисциплина «**Физика**»

«**Итоговое практическое задание**»

**Выполнил:**

студент 1 курса

группы ИН-К-0-Д-2020-2-11,

Чайковский Н. О.

**Проверил:**

преподаватель

Фомин Е. Ф.

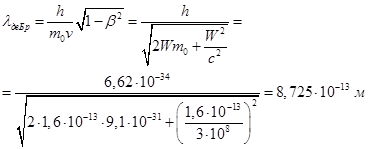
Задача 1

Абсолютно чёрное тело, разогретое до температуры 1000 градусов Кельвина, является источником излучения, которое падает на медный катод в эксперименте по фотоэффекту.

1. Найти энергетическую светимость абсолютно черного тела.
2. Считая, что на катод попадает монохроматическое излучение с длиной волны, соответствующей максимуму излучения абсолютно черного тела, найти энергию кванта, который вызывает фотоэффект в электронвольтах.
3. Внутренний или внешний фотоэффект мы будем наблюдать?
4. Определить максимальную скорость фотоэлектронов и сравнить её со скоростью света.
5. Определить запирающее напряжение.
6. Найти красную границу фотоэффекта.
7. Для нахождения температуры запишем закон смещения Вина:  
   λ=C1T, T=C1λ.  
   С1 = 2,9∙10-3 м∙К.  
   Т = 4834 К.  
     
   Для определения энергетической светимости абсолютно чёрного тела за 1 с, воспользуемся формулой Стефана – Больцмана:  
     
   Rэ = σ∙Т4.  
   Где: σ = 5,67∙10-8 Вт/м2∙К4.  
   Rэ = 3,2∙107 Вт/м2.  
   Ответ: 4834 К, 3,2∙107 Вт/м2.
8. Энергия кванта равна:  
   где v - частота падающего света,  
   h = 6.63 ∙ 10 -34 (Дж/с) - постоянная Планка.
9. Внутренний
10. Зная красную границу фотоэффекта, найдем работу выхода   
    Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта  
    Откуда максимальная кинетическая энергия  
    Максимальная скорость фотоэлектронов  
    Ответ
11. По закону сохранения энергии m\*V^2/2=q\*U  
    U=m\*V^2/2\*q Масса и заряд электрона известны, и находятся в справочных таблицах.  
    U=9,1\*10^-31\*(2\*10^5)^2/2\*1,6\*10^-19 Кл=0,11 B
12. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощенного кванта hν идет на совершение работы выхода Aвых и на сообщение кинетической энергии вылетевшему электрону meυ22.  
    Работа выхода Aвых – это минимальная работа, которую надо совершить, чтобы удалить электрон из металла. Для калия работа выхода Aвых равна 2,26 эВ.  
    Минимальная частота света νmin, при которой ещё возможен фотоэффект, соответствует максимальной длине волны λmax. Эту длину волны λmax называют красной границей фотоэффекта. При этом верно записать:  
    hνmin=Aвых(1)  
    В этой формуле h – это постоянная Планка, равная 6,62·10-34 Дж·с.  
    Частоту колебаний можно выразить через скорость света c, которая равна 3·108 м/с, и длину волны по следующей формуле:  
    νmin=cλmax(2)  
    Подставим выражение (2) в формулу (1), тогда:  
    hcλmax=Aвых  
    Откуда искомая красная граница фотоэффекта λmax равна:  
    λmax=hcAвых  
    Посчитаем численный ответ (напоминаем, что 1 эВ = 1,6·10-19 Дж):  
    λmax=6,62⋅10–34⋅3⋅1082,26⋅1,6⋅10–19=549⋅10–9м=549нм  
    Ответ: 549 нм.

Задача 2

Электрон вращается на 6 энергетическом уровне в водородоподобном атоме.

1. Найти радиус орбиты электрона.
2. Сравнить энергию электрона с энергией ионизации атома водорода.
3. Какой длины волны квант света испустит электрон, если он перейдёт на 12 энергетический уровень?
4. Определить момент импульса и скорость электрона.
5. Определить волну де Бройля для электрона.
6. Неопределённость координаты электрона равна 10% первого боровского радиуса, сравнить неопределённость импульса с импульсом электрона.
7. Радиус стационарной орбиты электрона в водородоподобном атоме определяется формулой  
   где k = 1/4πε0 ≈ 9 ⋅ 109 Н ⋅ м2/Кл2; ε0 — электрическая постоянная, ε0 = 8,85 ⋅ 10−12 Ф/м; Z — порядковый номер элемента; e — заряд электрона, e = −1,6 ⋅ 10−19 Кл; m — масса электрона, m = 9,11 ⋅ 10−31 кг; ℏ — приведенная постоянная Планка, ℏ = h/2π ≈ 1,055 ⋅ 10−34 Дж ⋅ с; h — постоянная Планка, h = 6,626 ⋅ 10−34 Дж ⋅ с; n — главное квантовое число.  
   Радиус первой орбиты электрона в атоме водорода (Z = 1 и n = 1) равен *м* и называется первым боровским радиусом.  
   Для упрощения вычислений радиуса n-й орбиты электрона в водородоподобном атоме применяют формулу, где r(Å) — радиус в ангстремах (1 Å = 1,0 ⋅ 10−10 м); Z — порядковый номер химического элемента в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева; n = 1, 2, 3, … — главное квантовое число.
8. Энергия атома водорода с увеличением n возрастает и энергетичес¬кие уровни сближаются к границе, соответствующей значению n = ¥. Атом водорода обладает, таким образом, минимальной энергией (E1 = –13,55 эВ) при n = 1 и мак¬симальной (Е¥ = 0) при n = ¥. Следовательно, значение Е¥ = 0 соответствует ионизации атома (отрыву от него электрона).
9. на третьем уровне энергия равна -1,51 эВ=E1   
   на первом уровне она равна -13,6=E2   
   Согласно постулату Бора, при переходе электрона из одного состояния (с большей энергией) в другое (с меньшей энергией) испускается фотон, частота которого определяется формулой:   
   v=(E1-E2)/h=(-1.51Эв+13.6эВ) /(4,136\*10^-15 эВ\*с) =2,92\*10^15Гц   
   длина волны l=с/v=3\*10^8м/с/2,92\*10^15 Гц=1,03\*10^-7м=103нм
10. Модуль момента импульса:  
    и условие движения электрона по окружности в магнитном поле:  
      
    Длина волны де Бройля  
      
    Скорость электронов найдем, зная их кинетическую энергию  
      
    
    1. 
    2. Если скорость v частиц соизмерима со скоростью света с, то длину волны де Бройля находим по формуле  
         
       Ответ: 
11. дельта Р \* дельта Х = постоянная планка. Р = масса на скорость (скорость невелика по сравнению со светом, в релятивистском случае на гамму умножить) Отсюда имеем искомое отношение = дельта Р / Р = постоянная планка / масса / скорость / дельта Х

Задача 3

Деление изотопа урана-235 может идти по двум сценариям:

1. Рассчитайте энергетический выход всех реакций.
2. Найти энергию связи для всех ядер.
3. Оценить, сколько атомов урана-235 распалось с момента появления человека разумного на Земле до наших дней.

1) Очевидно, что искомая энергия E равна произведению количества атомов (ядер) N урана-235, содержащихся в массе m, на энергию, выделяющуюся при делении одного ядра изотопа урана-235 E0, то есть:

E=NE0(1)

Чтобы определить количество атомов (ядер) изотопа урана-235 N в массе m, запишем две формулы определения количества вещества ν:

ν=NNАν=mM

Здесь NА – постоянная Авогадро, равная 6,022·1023 моль-1, M – молярная масса изотопа урана-235, равная 0,235 кг/моль. Тогда:

NNА=mM

N=mNАM(2)

Подставим выражение (2) в формулу (1), тогда:

E=mNАE0M

Задача решена в общем виде, подставим данные задачи в полученную формулу и посчитаем численный ответ (1 эВ = 1,6·10-19 Дж):

E=10⋅6,022⋅1023⋅200⋅106⋅1,6⋅10–190,235=8,2⋅1014Дж

Ответ: 8,2·1014 Дж.

2) Энергия связи ядер

Для того, чтобы атомные ядра были устойчивыми, протоны и нейтроны должны удерживаться внутри ядер огромными силами, во много раз превосходящими силы кулоновского отталкивания протонов. Силы, удерживающие нуклоны в ядре, называются ядерными. Они представляют собой проявление самого интенсивного из всех известных в физике видов взаимодействия – так называемого сильного взаимодействия. Ядерные силы примерно в 100 раз превосходят электростатические силы и на десятки порядков превосходят силы гравитационного взаимодействия нуклонов. Важной особенностью ядерных сил является их короткодействующий характер. Ядерные силы заметно проявляются, как показали опыты Резерфорда по рассеянию α-частиц, лишь на расстояниях порядка размеров ядра (10–12–10–13 см). На больших расстояниях проявляется действие сравнительно медленно убывающих кулоновских сил.

На основании опытных данных можно заключить, что протоны и нейтроны в ядре в отношении сильного взаимодействия ведут себя одинаково, т. е. ядерные силы не зависят от наличия или отсутствия у частиц электрического заряда.

Важнейшую роль в ядерной физике играет понятие энергии связи ядра.

Энергия связи ядра равна минимальной энергии, которую необходимо затратить для полного расщепления ядра на отдельные частицы. Из закона сохранения энергии следует, что энергия связи равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.

Энергию связи любого ядра можно определить с помощью точного измерения его массы. В настоящее время физики научились измерять массы частиц – электронов, протонов, нейтронов, ядер и др. – с очень высокой точностью. Эти измерения показывают, что масса любого ядра Mя всегда меньше суммы масс входящих в его состав протонов и нейтронов:

Mя < Zmp + Nmn.

Разность масс

ΔM = Zmp + Nmn – Mя.

называется дефектом массы.

По дефекту массы с помощью формулы Эйнштейна E = mc2 можно определить энергию, выделившуюся при образовании данного ядра, т. е. энергию связи ядра Eсв:

Eсв = ΔMc2 = (Zmp + Nmn – Mя)c2.

Эта энергия выделяется при образовании ядра в виде излучения γ-квантов.

В качестве примера рассчитаем энергию связи ядра гелия например, энергия ионизации равна 13,6 эВ.

В таблицах принято указывать удельную энергию связи, т. е. энергию связи на один нуклон. Для ядра гелия удельная энергия связи приблизительно равна 7,1 МэВ/нуклон. На рис. 6.6.1 приведен график зависимости удельной энергии связи от массового числа A. Как видно из графика, удельная энергия связи нуклонов у разных атомных ядер неодинакова. Для легких ядер удельная энергия связи сначала круто возрастает от 1,1 МэВ/нуклон у дейтерия до 7,1 МэВ/нуклон у гелия . Затем, претерпев ряд скачков, удельная энергия медленно возрастает до максимальной величины 8,7 МэВ/нуклон у элементов с массовым числом A = 50–60, а потом сравнительно медленно снижается у тяжелых элементов. Например, у урана она составляет 7,6 МэВ/нуклон.

Удельная энергия связи ядер

Уменьшение удельной энергии связи при переходе к тяжелым элементам объясняется увеличением энергии кулоновского отталкивания протонов. В тяжелых ядрах связь между нуклонами ослабевает, а сами ядра становятся менее прочными.

В случае стабильных легких ядер, где роль кулоновского взаимодействия невелика, числа протонов и нейтронов Z и N оказываются одинаковыми ( , , ). Под действием ядерных сил как бы образуются протон-нейтронные пары. Но у тяжелых ядер, содержащих большое число протонов, из-за возрастания энергии кулоновского отталкивания для обеспечения устойчивости требуются дополнительные нейтроны. На рис. 6.6.2 приведена диаграмма, показывающая число протонов и нейтронов в стабильных ядрах. У ядер, следующих за висмутом (Z > 83), из-за большого числа протонов полная стабильность оказывается вообще невозможной.

Числа протонов и нейтронов в стабильных ядрах

Наиболее устойчивыми с энергетической точки зрения являются ядра элементов средней части системы Менделеева. Это означает, что существуют две возможности получения положительного энергетического выхода при ядерных превращениях:

1. деление тяжелых ядер на более легкие;

2. слияние легких ядер в более тяжелые.

В обоих этих процессах выделяется огромное количество энергии. В настоящее время оба процесса осуществлены практически: реакции деления и термоядерные реакции.

Выполним некоторые оценки. Пусть, например, ядро урана делится на два одинаковых ядра с массовыми числами 119. У этих ядер, как видно из рис. 6.6.1, удельная энергия связи порядка 8,5 МэВ/нуклон. Удельная энергия связи ядра урана 7,6 МэВ/нуклон. Следовательно, при делении ядра урана выделяется энергия, равная 0,9 МэВ/нуклон или более 200МэВ на один атом урана.

Рассмотрим теперь другой процесс. Пусть при некоторых условиях два ядра дейтерия сливаются в одно ядро гелия. Удельная энергия связи ядер дейтерия равна 1,1 МэВ/нуклон, а удельная энергия связи ядра гелия равна 7,1 МэВ/нуклон. Следовательно, при синтезе одного ядра гелия из двух ядер дейтерия выделится энергия, равная 6 МэВ/нуклон или 24 МэВ на атом гелия.

Следует обратить внимание на то, что синтез легких ядер по сравнению с делением тяжелых сопровождается примерно в 6 раз большим выделением энергии на один нуклон.

3) Природный уран состоит из смеси трёх изотопов: 238U (изотопная распространённость 99,2745 %, период полураспада T1/2 = 4,468×109 лет) , 235U (0,7200 %, T1/2 = 7,04×108 лет) и 234U (0,0055 %, T1/2 = 2,455×105 лет) [7]. Последний изотоп является не первичным, а радиогенным, он входит в состав радиоактивного ряда 238U. Радиоактивность природного урана обусловлена в основном изотопами 238U и 234U, в равновесии их удельные активности равны. Удельная активность изотопа 235U в природном уране в 21 раз меньше активности 238U. На данный момент известно 23 искусственных радиоактивных изотопа урана с массовыми числами от 217 до 242. Наиболее долгоживущий из них — 233U (T1/2 = 1,59×105лет)