Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации СибГУТИ

Кафедра физики

Расчетно-графическое задание по физике №2

Вариант 18

Выполнил: студент гр. ТТ-21 Ланин В. Р.

Преподаватель : Гулидов А.И.

Новосибирск 2023г.

Задача 7

Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на рассеивающее вещество. При этом длины волн излучения, рассеянного под углами 60° и 120°, отличаются друг от друга в два раза. Найти длину волны падающего излучения.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *θ*1 = 60°  *θ*2 = 120°  *k* = λ2/λ1 = 2 | |  | | --- | | (1) | | (2) |   Изменение длины волны фотона при рассеянии (эффект Комптона):    где *m* ― масса частицы отдачи; λ, λ1 и λ2 ― длины волн; *c* ― скорость света в вакууме; *h* ― постоянная Планка. |
|  |

Отсюда

|  |
| --- |
| (3) |
| (4) |



|  |
| --- |
| (5) |
| (6) |





В качестве рассеивающего вещества обычно используют электроны. Масса электрона *m* = 9,11∙10–31 кг.

|  |
| --- |
| (7) |
|  |



Ответ: λ = 1,21 пм.

Задача 8

Какую мощность надо подводить к зачерненному металлическому шарику радиусом 2 см, чтобы поддерживать его температуру на 20 К выше температуры окружающей среды? Температура окружающей среды 300 К. Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.

|  |  |
| --- | --- |
| *R* = 2 см = 0,02 м  Δ*t* = 20°C  *T* = 300 К | Согласно закону Стефана-Больцмана излучательность черного шара равна  (1)  где *R*e ― излучательная способность абсолютно черного тела;  *Т* + Δ*t* ― термодинамическая температура шара; (2)  *σ* = 5,67∙10−8 Вт/(м2∙К4) ― постоянная Стефана-Больцмана. (3) |
| *P* — ? |

Обратный поток тепла шар получает от среды, которая излучает как серое тело:

 (4)

В условиях теплового равновесия излучаемое шаром тепло равно получаемому:

 (5)

где *S* = 4*πR*2 — площадь поверхности шара.

 (6)

Ответ: *P* = 0,68 Вт.

Задача 9

Кинетическая энергия протона равна его энергии покоя. Как изменится длина волны де Бройля этого протона, если его кинетическая энергия уменьшится в 10 раз?

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *T*1/*T*2 = 10 | Длина волны де Бройля в релятивистском случае:  (1)  где *h* = 6,63∙10−34 Дж∙с ― постоянная Планка,  *с* = 3∙108 м/с ― скорость света в вакууме,  *λ* ― длина волны.  По условию задачи *Т*1 = *Е*0, *Т*2 = *T*1/10 = *Е*0/10, где *Е*0 = 1,50∙10–10Дж ― энергия покоя протона.   |  | | --- | | (2) | | (3) | |  | | (4) | |
| *λ*2/*λ*1 ― ? |

Ответ: увеличится в 3,78 раза.

Задача 10

Постройте в масштабе первые 6 энергетических уровней атома двукратно ионизированного атома лития Li++. Укажите стрелками переходы, соответствующие линиям серии Бальмера и Лаймана. Вычислите энергии фотонов, соответствующие этим линиям.

|  |  |
| --- | --- |
| *k* = 6  Li++  *n* = 1 (Лайман)  *n* = 2 (Бальмер) | Сериальная формула, определяющая длину волны *λ* света, излучаемого или поглощаемого водородоподобным атомом при переходе электрона с одной орбиты на другую,  (1)  где *R* = 1,097∙107 м−1 ― постоянная Ридберга,  *Z* ― число протонов в ядре. |
| *ε* — ?  схема уровней энергий  показать переходы в сериях |

Для серии Лаймана *n* = 1, *k* = 2, 3, 4, …

Энергия фотона

|  |
| --- |
| (2) |
| (3) |
| (4) |
| (5) |
| (6) |
| (7) |
| (8) |
|  |



Для серии Бальмера *n* = 2, *k* = 3, 4, 5, …

Энергия фотона

|  |
| --- |
| (9) |
| (10) |



|  |
| --- |
| (11) |
| (12) |



Для построения энергетичеких уровней в масштабе нужно вычислить энергию первого уровня. Энергия *Еn* электрона, находящегося в водородоподобном атоме на стационарном электронном уровне с главным квантовым числом *п*

 (13)

где *m*0 ― масса покоя электрона; *Z* — число протонов в ядре; *е ―* заряд электрона; ε0 ― электрическая постоянная, *h* — постоянная Планка. Энергия состоит из кинетической *Е*ки потенциальной *Е*пэнергии (энергии связи).

При *n* = 1 получим

(14)

Тогда следующие энергетические уровни вычислим, используя значения энергий фотонов серии Лаймана:

|  |
| --- |
| (15) |
| (16) |
| (17) |
| (18) |
| (19) |
|  |
|  |
|  |



Схема энергетических уровней в атоме лития Li++:

*E*∙1017, Дж

0

–0,2

–0,4

–0,6

–0,8

–1,0

–1,2

–1,4

–1,6

–1,8

–2,0

1

2

3

4

5

6

серия Лаймана

серия Бальмера

Ответ: серия Лаймана: *ε* = 1,47∙10–17 Дж; 1,75∙10–17 Дж; 1,84∙10–17 Дж; 1,89∙10–17 Дж; 1,91∙10–17 Дж; серия Бальмера: *ε* = 2,73∙10–18 Дж; 3,68∙10–18 Дж; 4,12∙10–18 Дж; 4,36∙10–18 Д

Задача 11

Исследования полупроводниковой пластинки показали, что ее сопротивление при температуре –10°С равно 1344 Ом,а при температуре 50°С оно равно 4 Ом. Каким будет сопротивление этой пластинки при температуре 20°С?

|  |  |
| --- | --- |
| *t*1 = –10°С  *r*1 = 1344 Ом  *t*2 = 50°С  *r*2 = 4 Ом  *t*3 = 20°C | Концентрация электронов и дырок при температуре *T* равна    Удельная проводимость собственных проводников равна    где *μn*, *μp* ― подвижности электронов и дырок соответственно. |
| *r*3 — ? |

Удельное сопротивление



Отношение сопротивлений при температурах *t*2 и *t*1:

|  |
| --- |
|  |
|  |



Отношение сопротивлений при температурах *t*3 и *t*1:



Разделим почленно уравнение (2) на уравнение (1):





Ответ: *r*3 = 54,4 Ом.

Задача 12

Определить активность A фосфора 32Р массой m = 1 мг.

|  |  |
| --- | --- |
| *n* = 1 мг = 10–6 кг | Период полураспада фосфора  14,3 суток.  . (1)  Постоянная радиоактивного распада фосфора:  (2)  Активность фосфора:  , (3)  где *N* – число нераспавшихся ядер.  (4)  Тогда активность равна:  (5)  *М* = 0,032 кг/моль – молярная масса фосфора;  *NA* = 6,02·1023 моль–1 — число Авогадро.  (6) |
| *А* — ? |

Ответ: *A* = 1,055·1013 с–1.