

Атомная физика

Индивидуальное задание №3

Вариант № 1

1. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта 307 нм и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона 1 эВ? [0,8]
2. При облучении металлической пластинки из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов U . Работа выхода электронов из металла 1 эВ, частота фотонов, падающих на пластинку, равна $2,4 \cdot 10^{14}$ Гц. Каково значение U , если энергия ускоренных электронов E_e вдвое больше энергии фотонов, выбивающих их из металла? [2 В]
3. В явлении Комптона энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния 90° . Найдите энергию и импульс рассеянного фотона. [$8,19 \cdot 10^{-16}$ Дж; $14 \cdot 10^{-23}$ кг·м/с]
4. При столкновении с релятивистским электроном фотон рассеялся на угол 60° , а электрон остановился. Найдите комптоновское смещение длины волны рассеянного фотона. [$1,2 \cdot 10^{-12}$ м]

Вариант № 2

1. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор. При длительном освещении светом с частотой 10^{15} Гц фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определите емкость конденсатора. [8000 пФ]
2. При облучении литиевого фотокатода светом с длиной волны 300 нм из него выбиваются электроны, которые, пройдя ускоряющую разность потенциалов, попадают в мишень. Чему равна ускоряющая разность потенциалов, если импульс, передаваемый мишени одним электроном, равен $1,4 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с? [5 В]
3. Рентгеновское излучение с длиной волны 56,3 пм испытывает комптоновское рассеяние. Во сколько раз длина волны излучения, рассеянного под углом 180° к первоначальному направлению, больше длины волны падающего излучения? [1,09]
4. Определите угол рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии равно 3,62 пм. [120° или 240°]

Вариант № 3

1. На уединенный никелевый шарик радиусом $R = 0,5$ см падает свет с длиной волны $\lambda_1 = 250$ нм. Сколько электронов покинет шарик, если на него дополнительно направить свет с длиной волны $\lambda_2 = 200$ нм?

$$[N = \frac{hcR}{4\pi\epsilon_0 e^2} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) = 4,3 \cdot 10^6]$$

2. Фотон, падая на поверхность металла, находящегося в магнитном поле, вырывает электрон, который, двигаясь перпендикулярно линиям магнитной индукции, описывает дугу радиусом 6,1 см. Работа выхода электронов из металла 3 эВ, индукция магнитного поля $9,4 \cdot 10^{-5}$ Тл. Какова длина волны фотона? [211 нм]
3. Фотон испытал рассеяние на покоящемся свободном электроне. Найдите импульс налетающего фотона, если энергия рассеянного фотона равна кинетической энергии электрона отдачи при угле 90° между направлениями их разлета. [$5,46 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с]
4. Энергия рентгеновского кванта равна 0,6 МэВ. Найдите энергию электрона отдачи, если длина волны рентгеновского излучения после комптоновского рассеяния изменилась на 20 %. [0,1 МэВ]

Вариант № 4

1. Фотокатод облучают светом с длиной волны 300 нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода 450 нм. Какое напряжение нужно приложить между катодом и анодом, чтобы фототок прекратился? [1,4 В]
2. Монохроматическое излучение с частотой $2 \cdot 10^{15}$ Гц падает на тонкую металлическую фольгу, покрытую торием и находящуюся в вакууме в однородном магнитном поле. Вылетевшие из фольги, перпендикулярно линиям индукции магнитного поля, электроны движутся по окружности радиусом 15 мм. Чему равен модуль индукции магнитного поля? [$5 \cdot 10^{-4}$ Тл]
3. В результате комптоновского рассеяния длина волны фотона с энергией 0,3 МэВ изменилась на 20 %. Определите энергию электрона отдачи. [0,05 МэВ]
4. Фотон рентгеновских лучей с длиной волны 24 пм при соударении со свободным электроном передал ему 9 % своей энергии. Определите длину волны рассеянного рентгеновского излучения и угол, на который рассеялся фотон. [26,3 пм, $87^{\circ}9'27''$]

Вариант № 5

1. На уединенный никелевый шарик падает свет с длиной волны 250 нм. Если на него дополнительно направить свет с длиной волны 200 нм, то шарик покидает $4,32 \cdot 10^6$ электронов. Каков радиус шарика? [0,5 см]
2. Если поочередно освещать поверхность некоторого металла светом с длинами волн 325 нм и 540 нм, то максимальные скорости фотоэлектронов будут отличаться в полтора раза. Определите работу выхода электронов из этого металла. [4,97 эВ]
3. Фотон с энергией 0,3 МэВ рассеялся под углом 180° на свободном электроне. Определите долю энергии, приходящуюся на рассеянный фотон. [0,461]
4. Рентгеновские лучи с длиной волны 70,8 пм испытывают комптоновское рассеяние на парафине. Найдите длину волны рентгеновских лучей, рассеянных под углом 180° . [73,22 пм]

Вариант № 6

1. До какого максимального заряда можно зарядить покрытый селеном шар радиусом 10 см, облучая его светом с длиной волны 110 нм? [$6,3 \cdot 10^{-11}$ Кл]
2. При освещении фотокатода (работа выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж) светом вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности максимального радиуса 10 мм. Какова частота падающего света? [10^{15} Гц]
3. Фотон при столкновении с покоящимся электроном рассеялся под углом 60° . Найдите энергию фотона после рассеяния, если до столкновения он обладал энергией 0,51 МэВ. [0,25 МэВ]
4. Фотон, испытав столкновение со свободным релятивистским электроном, рассеялся под углом 60° , а электрон остановился. Найдите комптоновское смещение длины волны рассеянного фотона. [1,2 пм]

Вариант № 7

1. Определите красную границу фотоэффекта для цезия, если при облучении его поверхности фиолетовым светом длиной волны 400 нм максимальная скорость фотоэлектронов равна 0,65 Мм/с. [651 нм]
2. При облучении литиевого фотокатода светом с длиной волны 300 нм вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности радиусом 2 см. Какова работа выхода электронов для вещества фотокатода? [2,75 эВ]
3. Рентгеновское излучение с длиной волны 24 пм испытывает комптоновское рассеяние. Во сколько раз длина волны излучения, рассеянного под углом 120° к первоначальному направлению, больше длины волны падающего излучения? [1,6]
4. Фотон, длина волны которого 1 пм, сталкивается с покоящимся электроном и рассеивается на угол 90° . Какова энергия электрона отдачи? [870 кэВ]

Вариант № 8

1. При какой температуре газа средняя энергия теплового движения частиц будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлической пластинки с работой выхода, равной 2 эВ, при облучении монохроматическим светом с длиной волны 300 нм? [16425 К]
2. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны 83 нм. Чему равна напряженность задерживающего электрического поля вне электрода, если максимальное расстояние от поверхности электрода, на которое может удалиться фотоэлектрон, равно 1,5 см? [750 В/см]
3. Фотон рассеялся под углом $\vartheta = 120^\circ$ на покоившемся свободном электроне, в результате чего электрон получил кинетическую энергию $T = 0,45$ МэВ. Найдите энергию фотона до рассеяния.

$$[\hbar \frac{T}{2} \left(+ \sqrt{2mc^2 / \left(T \sin^2 \frac{\vartheta}{2} \right)} \right)] \text{ МэВ}$$

4. Какую энергию приобретает электрон отдачи при рассеянии кванта с длиной волны 0,1 нм на угол 90° ? [12,4 кэВ]

Вариант № 9

1. Плоский вольфрамовый электрод, покрытый некоторым металлом, освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны 86 нм. Напряженность однородного электрического поля вне электрода равна 500 В/м. Скорость фотоэлектрона, вылетевшего из электрода перпендикулярно его поверхности, на расстоянии 10 мм увеличилась в 1,2 раза. Чему равна красная граница фотоэффекта для материала электрода? [326 нм]
2. При освещении одной из пластин плоского воздушного конденсатора светом между обкладками конденсатора возникает разность потенциалов, равная 2,2 В. Найдите частоту света, если работа выхода электронов из материала пластины 3,2 эВ. [$1,31 \cdot 10^{15}$ Гц]
3. Какую энергию приобретает комптоновский электрон отдачи при рассеянии фотона под углом 60° , если длина волны падающего фотона 3 пм? [187,5 кэВ]
4. Рассеяние рентгеновского излучения с длиной волны 0,24 нм наблюдается под углом 60° . Найдите длину волны рассеянных под этим углом фотонов и угол рассеяния электронов отдачи. [0,36 нм; $40,9^\circ$]

Вариант № 10

1. Определите красную границу фотоэффекта для цинка, если электроны, вырванные из цинка при облучении его ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм, получают скорость $9,3 \cdot 10^5$ м/с. [332 нм]
2. Фотон, импульс которого $3,36 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с, падая на поверхность металла, находящегося в магнитном поле с индукцией 10^{-4} Тл, вырывает электрон, который, двигаясь перпендикулярно линиям магнитной индукции, описывает дугу, радиус которой 6,1 см. Найдите работу выхода электронов из металла. [3 эВ]
3. Фотон при столкновении с покоящимся электроном рассеялся под углом 60° . Найдите энергию фотона до столкновения, если после рассеяния он обладал энергией 0,25 МэВ. [0,51 МэВ]
4. Определите максимальное комптоновское изменение длины волны при рассеянии фотонов на свободных, первоначально покоящихся электронах и ядрах атомов водорода. [0,048 Å и $2,6 \cdot 10^{-5}$ Å]