

задачи к практическим занятиям по фотонике

Тепловое излучение

1. Белая кафельная плитка фотокомнаты при проявлении пленки освещается фонарем со светофильтром пропускающим $\lambda = 0,64\text{мкм}$. Какого цвета будет плитка и какой длине волны соответствует тах спектральной плотности энергетической светимости кафеля?
2. Имеются два АЧ источника теплового излучения. Температура одного из них $T_1 = 2500\text{К}$. Найти температуру другого источника, если длина волны, отвечающая максимуму его излучательной способности на $d\lambda = 0,5\text{мкм}$ больше длины волны, соответствующей максимуму излучательной способности первого источника.
3. На какую длину волны приходится максимум испускательной способности абсолютно черного тела, имеющего температуру Равную температуре человеческого тела $t = 37^\circ\text{C}$?
4. Вычислить энергию излучаемую за $t = 1$ мин с площади $S = 1\text{ см}^2$ абсолютно черного тела, температура которого $T = 1000\text{ К}$.
5. Температура абсолютно черного тела увеличилась в 2 раза, в результате чего длина волны соответствующая максимуму испускательной способности излучения уменьшилась на $\Delta\lambda = 0,6\text{мкм}$. Определить начальную и конечную температуры тела.
6. Имеется два абсолютно черных источника теплового излучения. Температура одного из них $T_1 = 2500\text{К}$. Найти температуру другого источника, если длина волны, соответствующая максимуму испускательной способности на $\Delta\lambda = 0,5\text{мкм}$ больше длины волны, соответствующей максимуму испускательной способности первого источника.
7. Какое количество энергии излучает в течение суток каменное здание с общей площадью поверхности $S = 1000\text{ м}^2$, если поглощательная способность при этом равна $a_{\omega, T} = 0,8$ и температура поверхности здания $t = 0^\circ\text{C}$.
8. В спектре излучения абсолютно черного тела, поверхность которого $S = 25\text{ см}^2$, максимум энергии приходится на длину волны $\lambda_m = 6,8 \cdot 10^{-7}\text{ м}$. Сколько энергии излучает данное тело за секунду?
9. Определить T температуру и энергетическую светимость R абсолютно черного тела, если максимум испускательной способности приходится на длину волны $\lambda_m = 600\text{ нм}$.
10. Из смотрового окошка печи излучается поток $\Phi = 4\text{ кДж/мин}$. Определить температуру T печи, если площадь окошка $S = 8\text{ см}^2$.

11. Максимальное значение спектральной плотности излучения абсолютно черного тела равно $4.16 \cdot 10^{11} \frac{Вт}{м^3}$. На какую длину волны оно приходится? Чему равна при этом энергетическая светимость?

12. Найти площадь излучающей поверхности лампы мощностью $P = 25$ Вт, если температура нити $T = 2450$ К. Излучение нити составляет 30% излучения абсолютно черного тела при данной температуре.

13. При остывании абсолютно черного тела вследствие излучения, длина волны соответствующая максимуму испускательной способности сместилась на $\Delta\lambda = 5 \cdot 10^{-8}$ м. Определить на сколько градусов остыло тело, если его начальная температура была $T_1 = 2000$ К.

14. При работе лампы накаливания вольфрамовая нить нагрелась, в результате чего длина волны на которую приходится максимум испускательной способности изменяется от 1.4 до 1.1 мкм. На сколько изменилась температура нити?

15. Поток излучения абсолютно черного тела $\Phi = 10$ кВт. Максимум испускательной способности приходится на $\lambda_m = 0.8$ мкм. Определить площадь излучающей поверхности.

16. Как и во сколько раз изменится поток излучения абсолютно черного тела, если максимум излучательной способности переместится с красной границы видимого спектра $\lambda_{m1} = 780$ нм на фиолетовую $\lambda_{m2} = 390$ нм.

17. Черное тело имеет температуру $T_1 = 500$ К. Какой будет температура T_2 , если в результате нагревания поток излучения увеличится в $\eta = 5$ раз?

ДАВЛЕНИЕ СВЕТА

1. Монохроматический ($\lambda = 0,662$ мкм) пучок света падает нормально к поверхности с коэффициентом отражения $\rho = 0,8$. Определить количество фотонов, ежесекундно падающих на $S = 1$ см² поверхности, если давление света $p = 1$ мкПа.

2. Определить диаметр D шарообразного спутника, движущегося вокруг Земли, если сила давления солнечного света на спутник $F = 11,2$ мН, коэффициент отражения света от поверхности спутника $\rho = 1$. Плотность потока солнечного излучения $E = 1,4$ кВт/м².

3. Определить диаметр D шарообразного спутника, движущегося вокруг Земли, если сила давления солнечного света на спутник $F = 11,2$ мН, коэффициент отражения света от поверхности спутника $\rho = 1$. Плотность потока солнечного излучения $E = 1,4$ кВт/м².

4. Плоская световая волна с плотностью потока $E = 0,7$ Вт/см² освещает шар с зеркальной поверхностью радиусом $R = 5$ см. Коэффициент отражения $\rho = 1$. Определить силу, действующую на шар.

5. Параллельный пучок света с интенсивностью $E = 0,2 \text{ Вт/см}^2$ падает нормально к поверхности зеркала с коэффициентом отражения $\rho=0,9$. Определить давление света на зеркало.
6. Параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,663 \text{ мкм}$ падает на зачерненную поверхность и производит на нее давление $p=0,3 \text{ мкПа}$. Определить концентрацию фотонов в световом пучке.
7. Чему равна плотность потока энергии излучения, падающего перпендикулярно на зеркальную поверхность, если световое давление равно $P = 9.8 \text{ мкПа}$?
8. Чему равна плотность потока энергии излучения, падающего перпендикулярно на зеркальную поверхность, если световое давление равно $P = 9.8 \text{ мкПа}$?
9. Чему равна плотность потока энергии излучения, падающего перпендикулярно на зеркальную поверхность, если световое давление равно $P = 9.8 \text{ мкПа}$?
10. Давление света с длиной волны $\lambda=40 \text{ нм}$, падающего нормально на поверхность, коэффициент поглощения которой равен 1, равно 2 нПа . Определить число фотонов, падающих за время $t=10 \text{ секунд}$ на площадь $S=1 \text{ мм}^2$.
11. Поток энергии, излучаемый электрической лампочкой, $\Phi= 600 \text{ Вт}$. На расстоянии $r= 1 \text{ м}$ от лампы перпендикулярно падающим лучам расположено круглое зеркало. Определить силу светового давления на зеркало. Лампу рассматривать как точечный источник.
12. Монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda=500\text{nm}$ падает нормально на плоскую зеркальную поверхность. Сила давления на поверхность при этом равна $F=10^{-8} \text{ Н}$. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.
13. На зеркальную поверхность площадью $S= 6\text{см}^2$ падает нормально поток излучения $\Phi=0.8 \text{ Вт}$. Определить давление и силу, действующую на эту поверхность.
14. Точечный источник монохроматического излучения с длиной волны $\lambda=1 \text{ нм}$ находится в центре зачерненной сферы радиусом $R = 10 \text{ см}$. Определить световое давление на внутреннюю поверхность сферы. Если мощность источника $P= 1 \text{ кВт}$.
15. Свет с длиной волны $\lambda=600 \text{ нм}$ падает нормально на зеркальную поверхность и производит на нее давление $P=4 \text{ мкПа}$. Определить число фотонов, падающих за $t=10 \text{ с}$ на площадь $S= 1 \text{ мм}^2$.
16. Свет с длиной волны $\lambda=600 \text{ нм}$ падает нормально на зеркальную поверхность и производит на нее давление $P=4 \text{ мкПа}$. Определить число фотонов, падающих за $t=10 \text{ с}$ на площадь $S= 1 \text{ мм}^2$.
17. Свет падает нормально на зеркальную поверхность, находящуюся на расстоянии $r= 10 \text{ см}$ от точечного источника. При какой мощности излучателя P давление на зеркальную поверхность будет равно 1 мПа .

18. На зеркальную поверхность под углом $\alpha=60^\circ$ к нормали падает пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda=590$ нм. Плотность потока энергии светового пучка равна $\varphi=1 \text{ кВт} / \text{м}^2$. Определить давление света.

19. На расстоянии $r=5$ м от точечного монохроматического источника с длиной волны $\lambda=0.5$ мкм перпендикулярно радиусу расположена площадка $S=8 \text{ мм}^2$. Определить число фотонов падающих на площадку в течение одной секунды. Мощность излучения 100 Вт.

Фотоэффект

1. Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с фотокатода, если поверхность его освещается светом с $\lambda=0,4$ мкм и красная граница фотоэффекта для катодов данного типа лежит при $\lambda=0,67$ мкм.

2. Вакуумный фотоэлемент состоит из центрального катода - вольфрамового шарика и анода - внутренней поверхности посеребренной изнутри колбы. Контактная разность потенциалов между электродами, численно равная $U_0=0,6$ В, ускоряет вылетающие электроны. Фотоэлемент освещается светом с $\lambda=230$ нм. Какую задерживающую разность потенциалов надо приложить между электродами, чтобы фототок упал до нуля? Какую скорость получают фотоэлектроны, когда они долетают до анода, если не прикладывать между катодом и анодом внешней разности потенциалов?

3. На фотоэлемент с катодом из лития падает свет с длиной волны $\lambda=200$ нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов U_3 , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок. Работа выхода из лития равна $A_{\text{вых}}=2.4$ эВ.

4. На металлическую пластинку направлен пучок ультрафиолетового излучения ($\lambda=0.25$ мкм). Фототок прекращается при минимальной задерживающей разности потенциалов $U_{\text{min}}=0.96$ В. Определить работу выхода электронов из металла.

5. Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна 275 нм. Найти величину запирающего напряжения, если вольфрам облучается фотонами масса которых равна $1.2 \cdot 10^{-35}$ кг.

6. На цинковую пластину направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U_3=1.5$ В. Определить длину волны света, падающего на пластину. Работа выхода из цинка равна $A_{\text{вых}}=3.74$ эВ.

7. На платиновую пластинку падают ультрафиолетовые лучи. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающую разность потенциалов

$U_3 = 3.7$ В. Если платиновую пластину заменить пластиной из другого металла, то задерживающую разность потенциалов надо увеличить до $U_3 = 6$ В. Определить работу выхода для материала этой пластины. Работа выхода для платины $A_{\text{вых}} = 6.3$ эВ.

ЭФФЕКТ КОМПТОНА

1. Угол рассеяния фотона в результате эффекта Комптона равен $\varphi = 180^\circ$. Определить кинетическую энергию электрона отдачи, если до рассеяния энергия фотона была равна $\mathcal{E} = 0.51$ МэВ. Начертить схему рассеяния.
2. Определить величину комптоновского смещения $\Delta\lambda$, если известно, что длина волны падающего излучения равна $\lambda = 3 \cdot 10^{-12}$ м, а скорость электрона отдачи равна $v = 0.6$ с.
3. При эффекте Комптона фотон с энергией \mathcal{E} , равной половине энергии покоя электрона, рассеивается под углом $\varphi = 150^\circ$. Определить энергию, импульс и скорость электрона отдачи.
4. Фотон рентгеновского излучения при рассеянии на свободном электроне передал ему 25% своей энергии. Рассеяние происходит под углом $\varphi = 90^\circ$ к первоначальному направлению излучения. Определить длину волны падающего излучения.
5. Определить угол рассеяния φ фотона на свободном электроне, если изменение длины волны при рассеянии $\Delta\lambda = 3.63$ нм.
6. Фотон с энергией, равной энергии покоя электрона $\mathcal{E}_1 = 0.51$ МэВ, рассеялся на свободном электроне под углом $\varphi = 120^\circ$. Определить энергию рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.
7. Фотон с энергией $\mathcal{E} = 0.255$ МэВ рассеивается на свободном электроне под углом $\varphi = 60^\circ$. Определить длину волны рассеянного фотона и скорость электрона отдачи.
8. Определить энергию, полученную электроном при рассеянии на нем фотона излучения с длиной волны $\lambda = 0.1$ нм. Рассеяние происходит под углом 180° .
9. На слабо связанный электрон падает рентгеновский фотон с энергией $\mathcal{E} = 0.75$ МэВ и рассеивается под прямым углом. Определить изменение длины волны и энергию рассеянного фотона.

10. Изменение длины волны при комптоновском рассеянии рентгеновских лучей равно $\Delta\lambda = 2.4$ пм. Вычислить угол рассеяния и величину энергии, переданной электрону отдачи. Длина волны падающих рентгеновских лучей $\lambda = 10$ пм.