

Федеральное агентство связи
ФГБОУ «СибГУТИ»

Кафедра физики

Расчетно-графическая работа № 2

Колебания и волны.

Выполнил: студент 1 курса
ИВТ, гр. ИП-013
Иванов.Л.Д
Проверил преподаватель:
Лубский.В.В

Измерения сняты:

Отчёт принят:

Защита:

Новосибирск 2021

Задача № 7

Оценить температуру поверхности Солнца, если известно, что расстояние от Земли до Солнца 150 Мкм, радиус Солнца 0,69 Мкм и солнечная постоянная 1,35 кВт/м².

Оценить температуру поверхности Солнца, если известно, что расстояние от Земли до Солнца 150 Мкм, радиус Солнца 0,69 Мкм и солнечная постоянная 1,35 кВт/м².

$$\begin{aligned}r_C &= 150 \text{ Мкм} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м} \\ R_C &= 0,69 \text{ Мкм} = 6,9 \cdot 10^8 \text{ м} \\ C &= 1,35 \text{ кВт/м}^2 = 1,35 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2\end{aligned}$$

T — ?

Закон Стефана-Больцмана

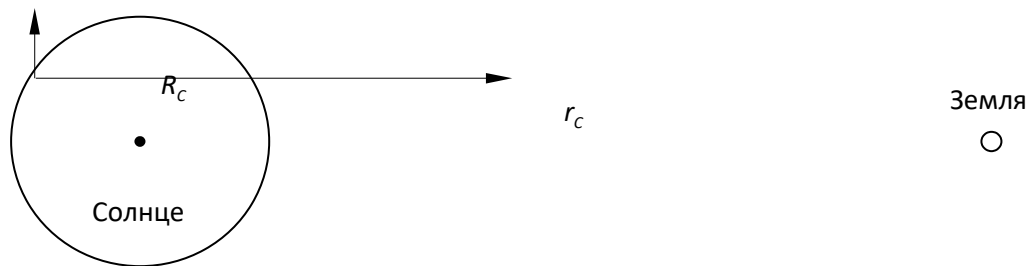
$$R_e = \sigma T^4,$$

где R_e — излучательная способность абсолютно черного тела;

T — термодинамическая температура;

σ — постоянная Стефана-Больцмана

($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$).



Мощность, излученная поверхностью Солнца площадью $S = 4 \pi R_C^2$:

$$P = R_e \cdot S = \sigma T^4 \cdot 4 \pi R_C^2.$$

Эта же мощность достигает сферы радиуса r_C , где r_C — расстояние от Солнца до Земли:

$$P = C \cdot 4 \pi r_C^2.$$

Приравняем выражения для P :

$$\sigma T^4 \cdot 4 \pi R_C^2 = C \cdot 4 \pi r_C^2;$$

$$\sigma T^4 \cdot R_C^2 = C \cdot r_C^2;$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{1,5 \cdot 10^{11}}{6,9 \cdot 10^8} \cdot \frac{1,35 \cdot 10^3}{5,67 \cdot 10^{-8}}} = 5790 \text{ К}.$$

Ответ: $T = 5790 \text{ К}$.

Задача № 8

Уединенный железный шар облучается монохроматическим светом длиной волны 200 нм. До какого максимального потенциала зарядится шарик, теряя фотоэлектроны? Работа выхода для железа равна 4,36 эВ.

$$\lambda = 200 \text{ нм} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$A_{\text{вых}} = 4,36 \text{ эВ} = 6,98 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\varphi_1 = ?$$

Формула Эйнштейна для фотоэффекта

$$\varepsilon = A_{\text{вых}} + T_{\text{max}},$$

где $\varepsilon = hc/\lambda$ — энергия падающего фотона,

$A_{\text{вых}}$ — работа выхода из металла;

T_{max} — максимальная кинетическая энергия электрона.

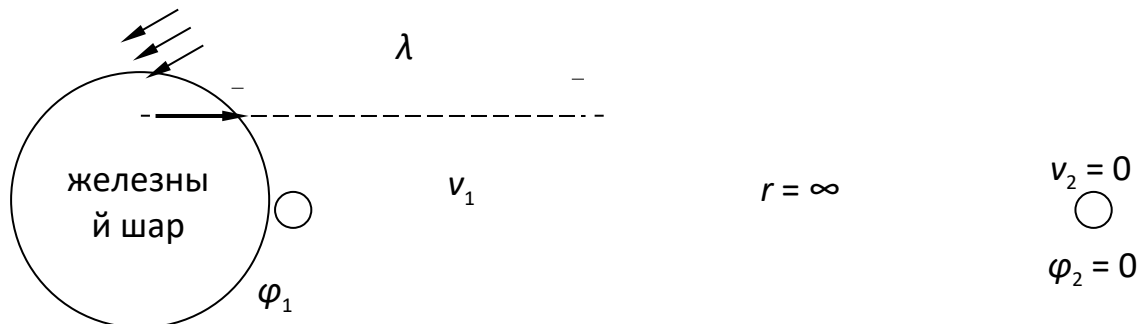
Пока заряд шара небольшой, вырванные фотоэлектроны имеют кинетическую энергию, позволяющую удалиться на бесконечность. При этом положительный заряд шара увеличивается. Когда заряд шара станет таким, что кинетическая энергия вырванного фотоэлектрона сравняется с потенциальной энергией, которую приобретает электрон, удалившись от шара на бесконечность, шар достигнет максимального заряда. Для установившегося режима по теореме об изменении кинетической энергии тела (электрона) запишем

$$T_2 - T_1 = A,$$

где T_1 и T_2 — начальная и конечная кинетическая энергия электрона,

A — работа внешних сил.

$$T_1 = T_{\text{max}}, T_2 = 0.$$



Работа, совершаемая электрическим полем при перемещении точечного заряда e из одной точки поля, имеющей потенциал φ_1 , в другую, имеющую потенциал φ_2 , равна

$$A = e(\varphi_1 - \varphi_2).$$

На поверхности шара потенциал φ_1 , на бесконечном удалении от шара $\varphi_2 = 0$; заряд электрона $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

В результате

$$0 - T_{\max} = e\phi_1;$$

$$\phi_1 = -\frac{T_{\max}}{e} = -\frac{\varepsilon - A_{\text{ВЫХ}}}{e} = -\frac{\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{ВЫХ}}}{e} =$$

$$\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 6,98 \cdot 10^{-19} = 1,85 \text{ В.}$$

Ответ: $\phi_1 = 1,85 \text{ В.}$

Задача № 9

Электрон прошёл ускоряющую разность потенциалов 10 кВ. Найдите длину волны де Бройля этого электрона. Какую энергию нужно дополнительно сообщить этому электрону, чтобы его длина волны де Бройля уменьшилась в 5 раз?

$$U_1 = 10 \text{ кВ} = 10^4 \text{ В}$$

$$\lambda_2 = \lambda_1/5$$

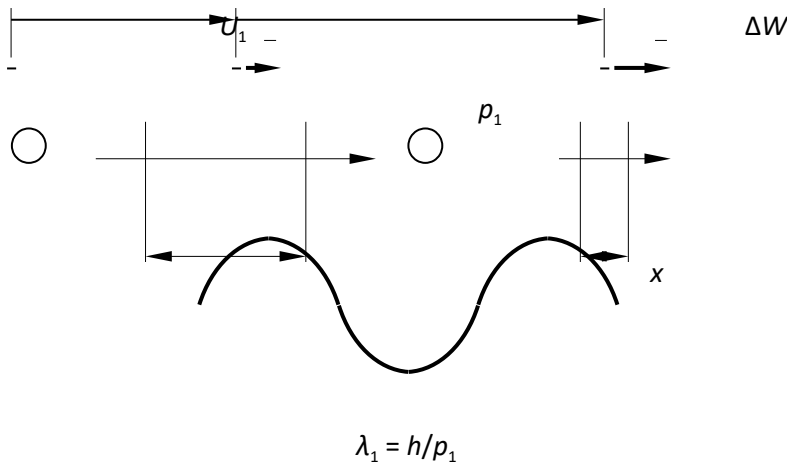
$$\lambda_1 = ?$$

$$\Delta W = ?$$

Длина волны де Бройля для движущейся частицы в нерелятивистском случае

$$\lambda_1 = \frac{h}{\sqrt{2m_0 T}},$$

где h — постоянная Планка;
 m_0 — масса покоя частицы;
 T — кинетическая энергия частицы.



По закону сохранения энергии

$$T = eU_1.$$

$$\lambda_1 = \frac{h}{\sqrt{2m_0 eU_1}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^4}} = 1,23 \cdot 10^{-11} \text{ м.}$$

Если энергию электрону сообщить дополнительно энергию ΔW , длина волны де Бройля станет равной

$$\lambda_2 = \frac{h}{\sqrt{2m_0(eU_1 + \Delta W)}},$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sqrt{2m_0(eU_1 + \Delta W)}}{\sqrt{2m_0eU_1}} = \frac{\sqrt{eU_1 + \Delta W}}{\sqrt{eU_1}} \sqrt{1 + \frac{\Delta W}{eU_1}};$$

$$\lambda_1^2 = \lambda_2^2 \cdot \left(1 + \frac{\Delta W}{eU_1}\right),$$

$$\Delta W = \left(\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^2 - 1 \right) \cdot eU_1 = (5^2 - 1) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^4 = 3,84 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} =$$

$$0,0024 \text{ эВ}.$$

Ответ: $\lambda_1 = 1,23 \cdot 10^{-11} \text{ м}$; $\Delta W = 0,0024 \text{ эВ}$.