

Тема: Практикум з розв'язування задач

Мета: Продовжити формування уявлень учнів про квантову природу світла на основі гіпотези Планка. Навчити учнів визначати енергію та імпульс фотона. Сформувати практичні навички визначення характеристик фотона. Розвивати логічне та критичне мислення, творчу уяву; предметну компетенцію. Виховувати культуру наукового мислення.

Тип уроку. Урок засвоєння нових умінь та навичок.

Хід уроку

I. Організаційний момент.

Перевірка готовності учнів до уроку.

II. Актуалізація опорних знань.

Складання ментальної карти «Властивості фотона»

III. Застосування ЗУН при розв'язуванні задач

Задача 1. Знайдіть енергію фотона інфрачервоного випромінювання, довжина хвилі якого 10 мкм.

Дано:

$$\lambda = 10 \text{ мкм} \\ = 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$E = ?$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \\ E = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^{-6}} \approx 2 \cdot 10^{-20} \text{ (Дж)}$$

Задача 2. Обчислити масу фотона, яка відповідає довжинам хвиль $\lambda_2 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

(видиме світло),
випромінювання).

$\lambda_2 = 10^{-9} \text{ м}$ (рентгенівське
випромінювання) і

$\lambda_3 = 10^{-14} \text{ м}$ (гамма-

Дано:

$$\lambda_1 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 10^{-9} \text{ м},$$

$$\lambda_3 = 10^{-14} \text{ м};$$

$$m = ?$$

Розв'язування:

$$= \frac{h\nu}{c\lambda}$$

$$= \frac{h}{c\lambda}$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$$

у цю формулу і діс-

ід

ст

ав

им

о

зн

ач

ен

ня

та

не

мо

:

$$m_1 = 4,4 \cdot 10^{-36} \text{ кг}; m_2 = 2,2 \cdot 10^{-33} \text{ кг}; m_3 = 2,2 \cdot 10^{-28} \text{ кг}.$$

Порівняємо маси фотонів з масою електрона

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг};$$

$$\frac{m_2}{m_e} \approx 2,4 \cdot 10^{-3};$$

$$\frac{m_3}{m_e} \approx 240 . \quad \text{—}$$

Відповідь: $m_1 = 4,4 \cdot 10^{-36} \text{ кг}$; $m_2 = 2,2 \cdot 10^{-33} \text{ кг}$; $m_3 = 2,2 \cdot 10^{-28} \text{ кг}$.

Таким чином, маса фотона видимого світла в мільйони разів, а рентгенівського проміння в кілька разів менші за масу електрона; маса ж гамма-фотона приблизно в 240 раз більша за масу електрона.

Задача 3. Знайдіть довжину хвилі випромінювання, енергія фотонів якого відповідає енергії протона, що рухається зі швидкістю $4,6 \cdot 10^4 \text{ м/с}$.

<i>Дано:</i> $v = 4,6 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ $\lambda = ?$	$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad E = \frac{m_p v^2}{2}$ $\frac{hc}{\lambda} = \frac{m_p v^2}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2hc}{m_p v^2}$ $\lambda \approx 1,13 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$
--	--

Задача 4. Визначити для фотона з довжиною хвилі $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$: 1) його енергію;

<i>Дано:</i> $\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ $p = ?$ $E = ?$ $m = ?$	<i>Розв'язання</i> Енергія фотона: $E = h \nu = h c / \lambda$ Імпульс: $p_\gamma = h / \lambda$ Маса: $m_\phi = E / c^2$ $E = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}} = 39,78 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$ $p = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}} = 13,3 \cdot 10^{-28} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ $m_\phi = \frac{39,78 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}}{9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2} = 4,42 \cdot 10^{-36} \text{ кг}$
--	--

2) імпульс; 3) масу

Задача 5. Скільки фотонів випромінюється за 1с лампою розжарювання, корисна потужність якої становить 60Вт, якщо середня довжина електромагнітних хвиль 662 нм?

Дано:

$$t = 1\text{с}$$

$$P = 60\text{ Вт}$$

$$\lambda = 662\text{ нм} = 6,62 \cdot 10^{-7}\text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8\text{ м/с}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$n = ?$

Розв'язання

$$\text{Енергія одного кванта: } E = h \nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Енергія, що випромінюється за час t :

$$E = Pt = nE_0 = n \cdot \frac{hc}{\lambda}$$

Кількість фотонів, що переносять таку енергію:

$$Pt = n \cdot \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{Pt\lambda}{hc}$$

$$n = \frac{60 \cdot 1 \cdot 6,62 \cdot 10^{-7}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 2 \cdot 10^{20}$$

Відповідь: $n = 2 \cdot 10^{20}$.

IV. Домашнє завдання

Задача 1. Чому дорівнює імпульс фотона, енергія якого дорівнює 3еВ?

Задача 2. Маса фотона $1,4 \cdot 10^{-32}$ кг. Визначити довжину хвилі цього фотона

