الطبيعة المزدوجة للضوء

Dual nature of light

أجرى العالمان ماكس بلانك وألبرت أينشتاين تجارب عديدة لدراسة طبيعة الضوء، وأثبتا أن للضوء طبيعة مزدوجة (موجية-مادية)، كما توصلا إلى نتيجة مفادها أن الضوء ينبعث بترددات محددة تسمى الكم، وتُعرف باسم الفوتونات، وأن كل فوتون يحمل مقداراً محدداً من الطاقة يتناسب طردياً مع تردده، ويعبر عن ذلك بعلاقة بلانك الآتية:

$$E = hv$$

حيثُ:

E: طاقةُ الفوتونِ.

h: ثابتُ بلانك، ويساوي (6.63×10^{-34} j.s).

V: تردُّدُ الضوءِ.

أثبتَتِ الدراساتُ الفيزيائيةُ أنَّ تردُّدَ الضوءِ يتناسبُ عكسيًّا معَ طولُ موجتهِ، وأنَّهُ يُمكِنُ التعبيرُ عنْ ذلكَ بالعلاقةِ الآتيةِ:

$$c = \lambda v$$

حيثُ:

C: سرعةُ الضوءِ، وتساوي (3×10^{8} m\s).

تطبيقات رياضية

مثال (1):

أحسب طاقة الفوتون الذي تردده (3) $\times 10^{15}$ Hz، إذا علمت أن ثابت بلانك = 6.63×10^{-34} j.s

الحل:

نستخدم علاقة بلانك:

$$E = h\,v$$

$$E = 6.63 \times 10^{-34}\ j.s \times 3 \times 10^{15}\ Hz$$

$$E = 19.89 \times 10^{-19} J$$

مثال (2):

أحسب طول موجة ضوء تردده (4) $\times 10^{14}$ Hz، وأحدد ما إذا كان هذا الضوء يقع في المنطقة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي أم في المنطقة غير المرئية، إذا علمت أن سرعة الضوء ($c = 3 \times 10^8$ m/s)، وأن المتر الواحد يعادل (10^9) نانومتر ($1m = 10^9$ nm).

الحل:

نستخدم العلاقة:

$$c = \lambda \nu$$

$$3 \times 10^8 = \lambda \times 4 \times 10^{14}$$

$$\lambda = 0.75 \times 10^{-6} \text{ m}$$

وبتحويل الطول الموجي من متر إلى نانومتر:

$$\lambda = 0.75 \times 10^{-6} \times 10^9$$

$$\lambda = 0.75 \times 10^3 = 750 \text{ nm}$$

وبما أن الطول الموجي المحسوب أكبر من 350 نانومتر، وأقل من 800 نانومتر، فالضوء يقع في المنطقة المرئية.