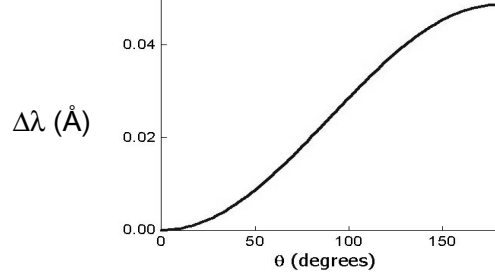


أثر كومبتون $\Delta\lambda = \lambda_C (1 - \cos\theta)$

يبين الشكل 13 العلاقة بين إزاحة كومبتون والزاوية θ .



الشكل 13: $\Delta\lambda = \lambda_C (1 - \cos\theta)$

© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006



الجزء الثالث الطبيعة الموجية للجسيمات المادية

61

الجسيم والموجة

في عام 1924 اقترح دي بروي (Louis De Broglie) فكرة أنه إذا كان للموجات طبيعة جسيمية، فلم لا تكن هناك طبيعة موجية للجسيمات المادية؟

عرّف أينشتاين الزخم الخطي للفوتون $p = \frac{h}{\lambda}$ (جسيم الضوء) بالعلاقة التالية:

أو أن طول موجة الفوتون (جسيم الضوء) الذي يمتلك زخمًا خطيًا p هو: $\lambda = \frac{h}{p}$

© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006

62

موجة دي بروي

كانت فكرة دي بروي هي أن جسيماً متحركاً بزخم خطي p مصحوب بموجة طول موجتها يُعطى بعلاقة مُماثلة للعلاقة السابقة، ويسمى طول الموجة في هذه العلاقة طول موجة دي بروي.

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

© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006

التماثل و $\lambda = h/p$

إنَّ اقتراح دي بروي يبدو منطقيًا لأنَّه يجعل من الطبيعة الموجية للجسيمات تصرفًا متجانسًا في الطبيعة، وبُساهم في التماثل الذي يحبه الفيزيائيون!

سرعة موجة دي بروي

تُعطى سرعة موجة دي بروي (w) بالعلاقة التالية:

$$w = \lambda v = \frac{h}{p} v = \frac{h}{m v} v = \frac{E}{m v} = \frac{m c^2}{m v} = \frac{c^2}{v}$$

وبما أنَّ سرعة الجسيم (v) أقل دوماً من سرعة الضوء في الفراغ فإنَّ هذا يعني أنَّ موجة دي بروي تسير بسرعة أكبر من سرعة الضوء!

من حيثُ المبدأ، فإنَّنا نتوقع أنَّ تكون سرعة موجة دي بروي مساوية لسرعة الجسيم الذي تُصاحبه!

موجة دي بروي موجة احتمال!

موجة دي بروي مُصاحبة لجسيم حر يسير بسرعة v وتُعطينا (سعتها) فكرة عن احتمالية وجود الجسيم في نقطة ما في الفراغ في لحظة ما. وبالتالي فهي تختلف تماماً عن الموجة المستوية (الحرّة) التي نعرفها، والتي تصف رتلاً من الموجات متساوية السعة (A).

إدَّا موجة دي بروي موجة من نوع جديد ونقول عنها أنَّها موجة احتمال.

موجة دي بروي

The De Broglie Wave

67

رزمة الموجة – موجة احتمال!

يُمكن (ويجب) النظر إلى موجة دي بروي، وكأنّها عبارة عن حزمة موجية (wave packet) أو مجموعة موجية (wave group) أي حزمة من الأمواج مختلفة السعات. إن هذه الرزمة (المجموعة) محصورة في الفراغ الذي يتواجد فيه الجسم الذي تصاحبه لأنها مرتبطة باحتمالية وجود الجسم والتي هي نفسها محصورة في الفراغ الملازم للجسيم!

© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006

68

سرعة المجموعة وسرعة الطور

تسير رزمة الموجة بسرعة تُسمى سرعة المجموعة وتساوي بالضبط سرعة الجسم، وهي التي نقيسها مخبرياً.

أما السرعة w التي رأيناها فتُمثّل سرعة الطور لهذه الموجة والتي تترجم حقيقة أن الرزمة عبارة عن "عدد كبير" من الموجات مختلفة الطور (والسعة).

© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006

69

تجربة دافيسون-جيرمر – موجات دي بروي موجودة!

في عام 1927، استخدم دافيسون وجيرمر البلورات لإثبات وجود الموجات الديبرولية. فاكتملت حلقة الطبيعة المزدوجة.



© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006

70

الطبيعة المزدوجة للضوء

يملك الضوء طبيعة موجية وطبيعة جسيمية فتارة يتصرف الضوء وكأنّه عبارة عن موجات كهرمغناطيسية، كما هو الحال عند دراسة تداخل الضوء وحيوده. وتارة يتصرف وكأنّه عبارة عن جسيمات، كما هو الحال في اشعاع الجسم الأسود والأثر الكهروضوئي وأثر كومبتون.

© Dr. N. Ershaidat

محاضرة في الكلية العلمية الإسلامية - عمان شباط 2006

الطبيعة المزدوجة

الطبيعة المزدوجة الجسيمية والموجية خاصة عامة في الطبيعة.

الفيزياء الحديثة =

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

شكراً لحسن استماعكم

سوف تُوضع هذه المحاضرة
على الانترنت

<http://ctaps.yu.edu.jo/physics>

زوروا موقع قسم الفيزياء في
جامعة اليرموك على الانترنت

الأسئلة

1- أسئلة تتعلق بالمحاضرة

السؤال الأول: كيف تُفسر النظرية الموجية انعكاس وانكسار الضوء؟

الجواب: انظر الملحق 4

السؤال الثاني: تفرض الطبيعة الجسيمية للأمواج وجود كتلة، فلماذا كتلة الفوتون تساوي صفراً؟

الجواب: انظر <http://ctaps.yu.edu.jo/physics/Courses/Phys251>

1- أسئلة في الفيزياء

السؤال الأول: لا يؤثر الضوء المرئي على العين في حين أن الليزر يؤثر عليها وقد يُسبب العمى، لماذا؟

الجواب: لسببين أساسيين :

الأول هو طاقة فوتونات ضوء الليزر العالية مقارنة بطاقة فوتونات الضوء المرئي مما يجعلها أكثر تأيماً لجزيئات الخلايا في العين.

الثاني هو أن شعاع الليزر يكون متجانساً ويحتل حيزاً مُحدداً من الفراغ، في حين أن الضوء العادي ليس "مُركّزاً".

2- أسئلة في الفيزياء

السؤال الثاني: كيف يجذب المغناطيس برادة الحديد؟

الجواب: انظر <http://ctaps.yu.edu.jo/physics/Courses/Phys102>