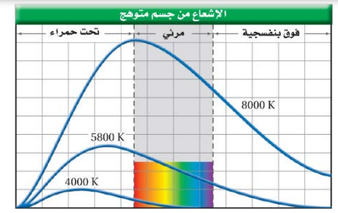
الفصل 4 — نظرية الكم — Quantum Theory

ظواهر وتجارب تدعم جسمية

الضوء

منحنى طيف الانبعاث لجسم متوهج:



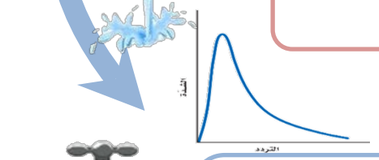
تعريفه: رسم بياني يستند على النتائج التجريبية ليوضح العلاقة بين شدة الإشعاع المنبعث من جسم متوهج وتردده عند درجة حرارة محددة.

مثال: تغير لون المصباح من الأحمر إلى البرتقالي ثم الأصفر وأخيرا إلى اللون الأبيض، وتفسيره: عند كل درجة حرارة يشع الجسم مجموعة من الترددات (مجموعة الاطوال الموجية)، وتردد الجسم المشع عند أقصى شدة يعطي اللون الغالب على الضوء المنبعث من الجسم المتوهج.

تفسير النظرية الكهرومغناطيسية:

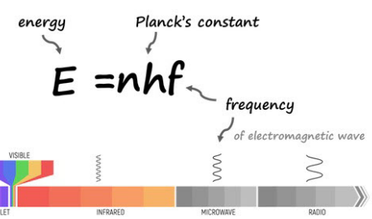
تتغير طاقة اهتزاز الذرات بشكل مستمر، فكلما زاد تردد الجسم المتوهج زادت شدة الإشعاع حتى تصل إلى اللانهاية، وهذا يناقض النتائج التجريبية لمنحنى طيف الانبعاث.

تفسير نظرية الكم:



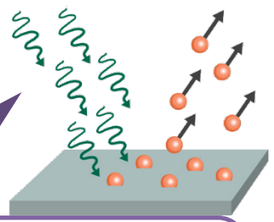
لا تتغير طاقة اهتزاز الذرات بشكل مستمر، بل لها ترددات محددة، وبالتالي لا تبعث الذرات إشعاعات إلا عندما يتغير تردد اهتزازها بفرق يساوي مضاعفات ثابت بلانك h، وهذا يوافق النتائج التجريبية للمنحنى.

طاقة الاهتزاز



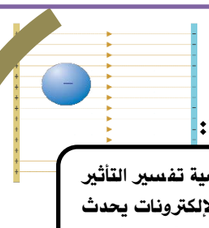
طاقة الذرة المهتزة تساوي حاصل ضرب عدد صحيح في ثابت بلانك في تردد الاهتزاز $E = nhf$ أي أن الطاقة كمومية.

ظاهرة التأثير الكهروضوئي



انبعاث الالكترونات من سطح فلز عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي مناسب، ويمكن دراستها بالخلية الضوئية حيث تتدفق الإلكترونات المتحررة من المهبط إلى المصعد لتكتمل الدائرة الكهربائية ويتولد تيار كهربائي، ومن تطبيقاتها الألواح الشمسيّة، وفاتحات أبواب مواقف السيارات ومصابيح الشوارع.

تفسير النظرية الكهرومغناطيسية:



لم تستطع النظرية الكهرومغناطيسية تفسير التأثير الكهروضوئي، لأنها ترى أن تحرير الإلكترونات يحدث بسبب شدة المجال الكهربائي، المرتبط بشدة الإشعاع، وهذا مخالف لنتائج ظاهرة التأثير الكهروضوئي

تفسير نظرية الكم:

يتكون الضوء من حزم مكمأة ومنفصلة من الطاقة، تسمى فوتون، وتعتمد طاقة الفوتون على تردده.

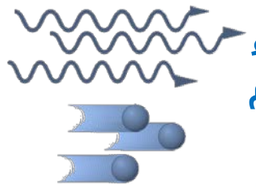
طاقة الفوتون: $E_p = hf$

تردد العتبة

تنبعث (تتحرر) الإلكترونات من المهبط عندما يكون تردد الإشعاع الساقط أكبر من قيمة صغرى معينة، تسمى تردد العتبة fo، وتسمى الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركية بدالة الشغل W

$k.E = E_p - W$

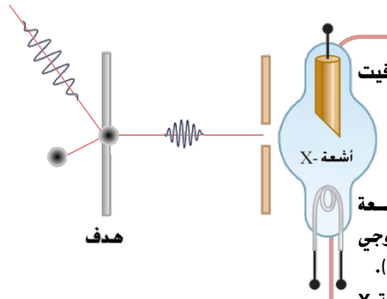
الضوء جسيم أم موجة



تشير الدلائل إلى أن كلا من النموذج الجسيمي والنموذج الموجي يلزمان لتفسير سلوك الضوء.

وقد قادت نظرية الكم والطبيعة المزدوجة للإشعاع الكهرومغناطيسي إلى مبادئ علمية وتطبيقات.

تأثير كومبتون:



التجربة: تسليط أشعة X على هدف من الجرافيت وقياس الأشعة المشتتة

الملاحظة: بعض الأشعة لم يتغير طولها الموجي، بينما بعضها الآخر زاد طولها الموجي.

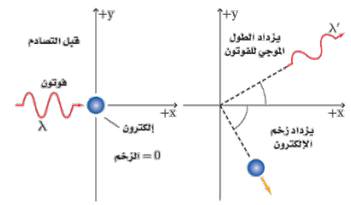
الاستنتاج: عدم تغير الطول الموجي لبعض الأشعة دليل أنها لم تفقد طاقة (تصادم مرن)، زيادة الطول الموجي لبعض الأشعة يعني أنها فقدت طاقة (تصادم غير مرن).

النتائج (نظرية الكم): تصرفت اشعة X (الفوتونات) تصرف الجسيمات لتشتتها من المادة وإنتاج فوتون له طاقة وزخم أقل، مما يدعم النموذج الجسيمي.

مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج:

لتحديد موقع الإلكترون يلزم تسليط فوتونات ذات طاقة عالية عليه، وباستقبال الفوتونات المنعكسة يمكن تحديد الموقع بدقة، ولكن وفق تأثير كومبتون فإن سقوط الفوتونات يكسب الإلكترون زخما مما يؤثر على تحديد الزخم والموقع في نفس الوقت.

وبالتالي من غير الممكن قياس زخم جسيم وتحديد موقعه بدقة في الوقت نفسه.



نظريات وتجارب تدعم جسمية

المادة

فرضية دي برولي:

تظهر الجسيمات مثل الإلكترونات والفوتونات خصائص موجية، أي أن لكل جسم موجة مصاحبة له.

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

تجارب:

تجربة العالم جورج تومسون: سلط إلكترونات على بلورة رقيقة، ولاحظ حيود الإلكترونات بنمط مشابه لحيود أشعة X

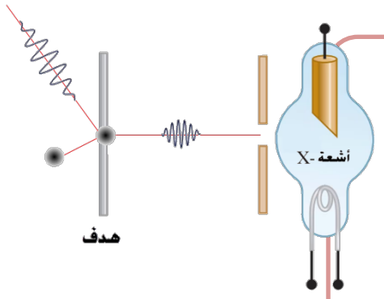
تجربة العالم كلينتون ولاستر: استخدما إلكترونات منعكسة ومحادة عن بلورات سميكة، أثبتت التجربتان أن للجسيمات المادية خصائص موجية

الفصل 4 — نظرية الكم — Quantum Theory

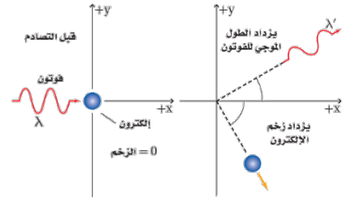
ظواهر وتجارب تدعم جسمية

الضوء

تأثير كومبتون:



مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج:



الضوء جسيم أم موجة

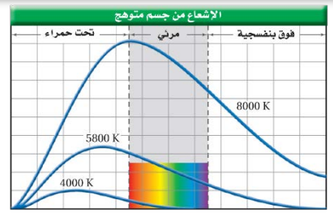
ظاهرة التأثير الكهروضوئي

تفسير النظرية الكهرومغناطيسية:

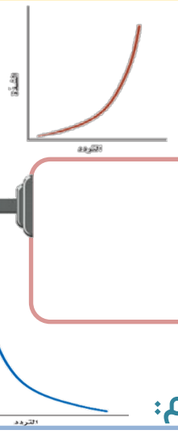
تفسير نظرية الكم:

ترددالعتبة

منحنى طيف الانبعاث لجسم متوهج:

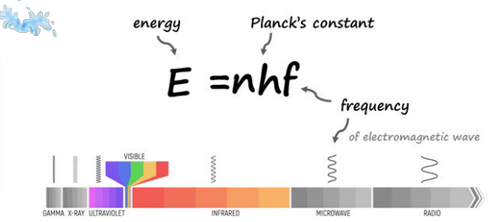


تفسير النظرية الكهرومغناطيسية:



تفسير نظرية الكم:

طاقة الاهتزاز



نظريات وتجارب تدعم جسمية

المادة

تجارب:

فرضية دي برولي:

#تدريس_الفيزياء @N_Allehyani