أسئلة المحتوى وإجاباتها

الطبيعة الجسيمية للضوء

أتأمل الصورة صفحة (59):

الفيزياء والطاقة

تحول الخلايا الشمسية الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، والشكل أعلاه يبين محطة شمس معان للطاقة الشمسية، التي أنشئت في مدينة معان عام 2016، وهي من أكبر مشروعات الطاقة الشمسية في الأردن، وفي المرتبة الثانية على مستوى الشرق الأوسط من حيث إنتاج الطاقة بقدرة 52.2 ميغاواط، واستخدم في تصميمها 600 ألف لوح من الخلايا الشمسية.

هل يوجد شروط يجب توافرها في المناطق التي تبنى فيها محطات الطاقة الشمسية؟ وما القوانين الفيزيائية التي ترتبط بهذه التكنولوجيا؟

أهم الشروط الواجب توافرها في المناطق التي تبنى فيها محطات الطاقة الشمسية تشمل صفاء السماء وخلوها من الغيوم وسطوع الشمس فيها معظم أيام السنة. ويرتبط بهذه التكنولوجيا عدة قوانين، مثل؛ قوانين الظاهرة الكهرضوئية وقوانين ميكانيكاً الكم وأشباه الموصلات والقوانين المتعلقة بنقل الطاقة الكهربائية.

تجربة استهلالية صفحة (61):

استقصاء إشعاع الجسم الأسود

التحليل والاستنتاج:

(1) ما ألوان الوهج الصادرة عن السلك التي شاهدتها؟

يبدأ السلك بالتوهج باللون الأحمر ثم الأصفر ثم الأزرق، وإذا ارتفعت درجة حرارة السلك أكثر سيتوهج باللون الأبيض.

(2) أحلل البيانات وأفسّرها: لماذا تغير لون الوهج مع مرور الزمن؟ وهل لذلك علاقة بدرجة حرارة الجسم؟

تغير لون توهج السلك بسبب ارتفاع درجة حرارته مع مرور الزمن.

(3) أناقش مع أفراد مجموعتي صحة نموذج رايلي - جينز حيث يتوقع انبعاث ضوء مرئي، بالإضافة إلى الأشعة تحت الحمراء عند درجة حرارة الغرفة.

يصدر عن الأجسام أشعة كهرمغناطيسية في منطقة الأشعة تحت الحمراء عندما تكون درجة حرارتها أكبر من الصفر المطلق (0 K). لكن عند درجة حرارة الغرفة لا تبعث الأجسام أشعة كهرمغناطيسية في منطقة الضوء المرئي بخلاف ما يتنبأ به نموذج رايلي - جينز.

أتحقق صفحة (63):

في أي مناطق الطيف نجح نموذج رايلي - جينز في تفسير إشعاع الجسم الأسود؟

نجح نموذج - رايلي جينز في تفسير إشعاع الجسم الأسود في ما منطقة الأطوال الموجية الكبيرة.

أتحقق صفحة (64):

أذكر فرضية ماكس بلانك في تكمية الطاقة.

افترض بلانك أن الأشعة الصادرة عن الأجسام ناتجة عن متذبذبات وأن هذه المتذبذبات تشع الطاقة او تمتصها بكميات محددة وغير متصلة.

أفكر صفحة (64):
في التجربة الاستهلالية؛ مع زيادة درجة حرارة السلك بدأ يشع باللون الأحمر، ثم الأصفر، ثم الأبيض. فلماذا تغير لون التوهج إلى الأبيض؟

امتصاص الجسم للطاقة يرفع درجة حرارته ونتيجة لذلك يزداد تردد المتذبذبات، فتنبعث أشعة كهرمغناطيسية بترددات أكبر وبشدة أعلى. وباستمرار ارتفاع درجة حرارة الجسم تستمر الزيادة في ترددات الأشعة المنبعثة وشدتها فتبدأ ألوان الطيف المرئي بالظهور تباعاً بدءاً من أقل تردد والذي يقابل الضوء الأحمر، ثم البرتقالي ثم الأصفر وهكذا حتى يشع الجسم كافة ألوان الطيف المرئي وعندها يظهر الإشعاع الصادر عن الجسم باللون الأبيض الذي هو مزيج من ألوان الطيف المرئي.

تمرين صفحة (65):
إذا كان تردد موجة الضوء الأحمر يساوي (1014Hz×4.6)، أجد طاقة الكمة الواحدة له.

$$E=hf=6.63\times10-34\times4.6\times1014=3.1\times10-19J$$

تجربة (1) صفحة (66):

الظاهرة الكهروضوئية

التحليل والاستنتاج:

(1) أدون ما حدث لورقتي الكشاف باستخدام المصدر الأول للضوء الأحمر.

لم يحدث تغيير على انفراج ورقتي الكشاف.

(2) أدون ما حدث لورقتي الكشاف عند زيادة كمية الضوء (شدته) عند استخدام مصدري الضوء الأحمر معاً.

لم يحدث تغيير على انفراج ورقتي الكشاف عند زيادة شدة الضوء الأحمر.

(3) أدون ما حدث لورقتي الكشاف عند زيادة تردد الإشعاع الساقط (استخدام مصدر الأشعة فوق البنفسجية).

قل انفراج ورقتي الكشاف عند استخدام الأشعة فوق البنفسجية.

(4) أبحث عن تردد الأشعة فوق البنفسجية وتردد الضوء الأحمر، باستخدام مصادر التعلم المختلفة الموثوق فيها.

تردد الضوء الأحمر (4×1014Hz−4.8×1014Hz)، وتردد الأشعة فوق البنفسجية (7.5×1014Hz−30×1014Hz)

(5) أستنتج لماذا لم يقل انفراج ورقتي الكشاف عند سقوط الضوء الأحمر، حتى عند زيادة شدته؟

عند زيادة شدة الضوء الأحمر لم تتحرر إلكترونات من قرص الكشاف، ما يدل على أن طاقة الضوء لم تزداد بزيادة شدته.

(6) أستنتج لماذا قل انفراج ورقتي الكشاف عند استخدام الأشعة فوق البنفسجية؟

لأن إلكترونات تحررت من قرص الكشاف، ما يدل على أن طاقة الإشعاع زادت بزيادة تردده.

أفكر صفحة (68):

هل يمكن أن تكون الطاقة الحركية لجسم سالبة؟ ولماذا؟

لا يمكن أن تكون الطاقة الحركية سالبة فهي تعتمد على الكتلة وعلى مربع السرعة، وكل من الكميتين دائماً موجبة.

أتحقق صفحة (68):

أذكر أسباب فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير نتائج الظاهرة الكهرضوئية.

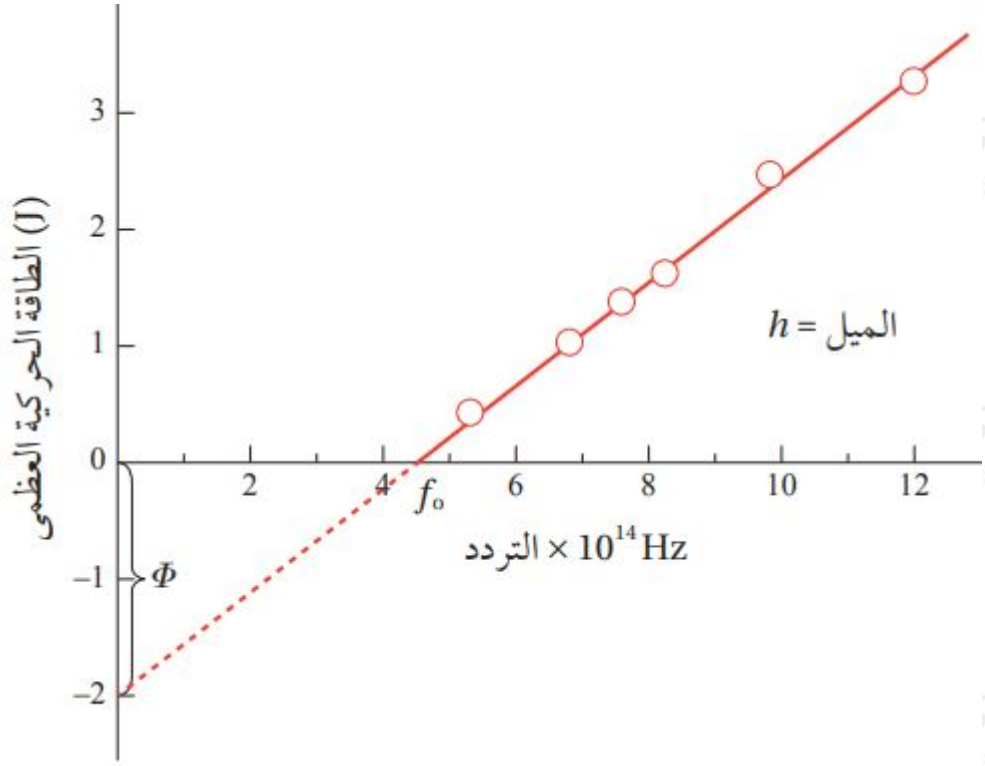
الفيزياء الكلاسيكية تعامل الاشعة الكهرمغناطيسية على أنها موجات ذات طاقة متصلة، وهذا أدى الى عدم توافق تنبؤات الفيزياء الكلاسيكية مع النتائج التجريبية للظاهرة الكهرضوئية. وتتلخص تنبؤات الفيزياء الكلاسيكية فيما يخص الظاهرة الكهرضوئية بما يلي:

(1) تنبعث الإلكترونات عند أي تردد للإشعاع الساقط، لأن امتصاص الطاقة مستمر وسقوط الإشعاع على سطح الفلز لفترة زمنية مناسبة سيمكن الإلكترونات من امتصاص الطاقة الكافية لتحريرها من سطح الفلز.

(2) لا تنبعث الإلكترونات الضوئية بشكل فوري حيث أنه يلزم وقت معين للإلكترون حتى يمتص طاقة كافية من الإشعاع الساقط ليتحرر من سطح الفلز.

(3) زيادة شدة الإشعاع تزيد من الطاقة الحركية العظمي للإلكترونات الضوئية المتحررة.

الشكل (7) صفحة (70):



الشكل (7): العلاقة بين الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية، وتردد الأشعة الكهرمغناطيسية في الظاهرة الكهرضوئية.

الطاقة لماذا امتداد الخط البياني عند قيم الطاقة السالبة متقطعاً ولم يرسم خطاً متصلاً؟

لأن انبعاث الإلكترونات لا يحدث إذا كان تردد الأشعة الساقطة على الفلز أقل من تريد العتبة.

وبالتالي لا وجود لقيم طاقة حركية سالبة.

أتحقق صفحة (71):

أذكر فرضية أينشتين التي استخدمها في تفسير نتائج الظاهرة الكهر ضوئية.

لتفسير نتائج الظاهرة الكهرضوئية افترض العالم أينشتين أن الضوء يتكون من جسيمات (فوتونات) وطاقة كل فوتون (E=hf)، وعندما يسقط الفوتون على إلكترونات الفلز فإن الإلكترون الواحد منها إما أن يمتص طاقة الفوتون كاملة أو لا يمتصها نهائياً. وحتى يتمكن الفوتون من سطح الفلز يجب أن تكون طاقته مساوية لاقتران الشغل للفلز أو أكبر منه.

تمرين صفحة (73):

أرادت سارة قياس تردد العتبة لفلز في تجربة الظاهرة الكهر ضوئية، فاستخدمت

أشعة كهرمغناطيسية طول موجتها (300nm)، ووجدت أن التيار الكهرضوئي يصبح صفراً عند فرق جهد (2.1V)، أجد تردد العتبة للفلز.

$$f=c\lambda=3\times108300\times10-9=1.0\times1015HzKEmax=eVs=1.6\times10-19\times2.1=3.4\times10-19)\phi=hf-KEmax=6.63\times10-34\times1.0\times1015-3.4\times10-19=3.2\times10-19Jf0=\phi h=3.2\times10-196.63\times10-34=4.9\times1014Hz$$

أتحقق صفحة (74):

في تجربة كومبتون، أقارن بيـن الأشعة الساقطة والأشعة المشتتة من حيث الطول الموجي والتردد والسرعة.

لأن طاقة أي من ألوان طيف الضوء المرئي أقل من طاقة الأشعة السينية وقريبة من طاقة الإلكترونات في الغرافيت؛ وبالتالي لا يمكن إهمال طاقة الإلكترون (واعتباره ساكناً) مقارنة بطاقة الضوء المرئي.

أفكر صفحة (74):

لماذا لم يستخدم كومبتون الضـوء المرئي في تجربته؟

يزداد الطول الموجي للأشعة المشتتة ويقل ترددها وتبقى سرعة الأشعة الكهرمغناطيسية ثابتة.

تمرين صفحة (76:

أجد مقدار الزخم الخطي لكل مما يأتي:

(أ) فوتون أشعة مرئية طاقته (3.00×10−19J).

$$p=Ec=3.0\times10-193\times108=1.0\times10-27kgm/s$$

(ب) فوتون أشعة فوق بنفسجية تردده (5.4×1015Hz).

$$p=Ec=hfc=6.63\times10-34\times5.4\times10153\times108=3.5\times10-183\times108=1.2\times10-26kgm/s$$

(جـ) فوتون أشعة سينية طول موجته (2.00nm).

$$p=h\lambda=6.63\times10-342.00\times10-9=33.2\times10-26kgm/s$$