كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثانية

اسئلة دوراات محلولة

الفيزياء الكمومية

A 2 Z LIBRARY

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم (فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ،علم الحياة)

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app) على الرقم TEL: 0931497960

جامعة طرطوس	أسئلة مقرر الفيزياء الكمومية	الاسم:
كليـــــة العلوم	لطلاب السنة الثانية فيزيـــــاء	الدرجة: 90
قسم الفيزيـــــاء	الدورة الفصلية الأولى2024 - 2025	المدة: ساعتان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (20 درجة)

عيّن مجال الطول الموجي لسلسلة ليمان لذرة الهيدروجينِ، وماذا تستنتج؟.

السؤال الثاني: (25 درجة)

يتحرك جسيم كتلته السكونية m_0 وطاقته السكونية E_0 بسرعة v قريبة من سرعة الضوء c فيكتسب طاقة حركية مقدارها E_k والمطلوب:

1- أثبت أن طول موجة دي بروي المرافقة لحركة الجسيم هو:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0 E_k}}\left(1+\frac{E_k}{2m_0 c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

2- استنتج من العلاقة السابقة طول موجة دي بروي عند الحدود اللانسبية.

3- أحسب سرعة الجسيم v وذلك عندما تكون طاقته الحركية مساوية إلى طاقته السكونية $E_k = E_0$.

السؤال الثالث: (25 درجة)

تسقط حزمة ضوئية وحيدة اللون طول موجتها $\lambda = 400\,nm$ على صفيحة معدنية، وطول موجة عتبة الإصدار لهذه الصفيحة $\lambda_0 = 600\,nm$ والمطلوب:

1- احسب الطاقة الدنيا لنزع الإلكترون (تابع العمل) من سطح الصفيحة مقدرة بالجول J والإلكترون فولط eV.

2- الطاقة التي يحملها أي فوتون ساقط على الصفيحة مقدرة بالجول J والإلكترون فولط eV.

السؤال الرابع: (20 درجة)

لنفرض أنه عندما تزداد درجة حرارة الجسم الأسود المثالي بمقدار مرتين يتناقص طول الموجة الأعظمي λ_{max} بمقدار $600\,nm$. احسب درجة حرارة الجسم الأسود المثالي البدائية والنهائية.

تُعطى الثوابت التالية:

$$c = 3.10^8\,m.s^{-1} \quad ، \quad m_e = 9,11.10^{-31}\,kg \quad ، \quad h = 6,62.10^{-34}\,J.s \quad ، \quad e = 1,6.10^{-19}\,C$$

$$R_\infty = 1,097.10^7\,m^{-1}$$

طرطوس في2025/2/19م

أستاذ المادة

أ. د. أنور الدويري

A to Z

جامعة طرطوس — سلّم تصحيح مقرر الفيزياء الكمومية — الدرجة: 90
كلية العلوم — لطلاب السنة الثالثة - ف -
قسم الفيزياء — الدورة الفصلية الأولى 2024-2025

السؤال الأول: (20 درجة)

1- الخط الطيفي الأول في سلسلة ليمان يوافق القيم $Z=1$ ، $n_f=1$ ، $n_i=2$ (2)

$$\frac{1}{\lambda_1} = R_\infty Z^2 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) = R_\infty (1)^2 \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3R_\infty}{4} \quad (2)$$

$$\lambda_1 = \frac{4}{3R_\infty} = \frac{4}{3 \cdot 1{,}097 \cdot 10^7 m^{-1}} = 1{,}215 \cdot 10^2 nm = 121{,}5nm \quad (2)$$

الخط الطيفي الأخير في سلسلة ليمان يوافق القيم: $Z=1$ ، $n_f=1$ ، $n_i=\infty$ (2)

$$\frac{1}{\lambda_\infty} = R_\infty Z^2 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) = R_\infty (1)^2 \left(1 - \frac{1}{\infty}\right) = R_\infty \quad (2)$$

$$\lambda_\infty = \frac{1}{R_\infty} = \frac{1}{1{,}097 \cdot 10^7 m^{-1}} = 0{,}91 \cdot 10^2 nm = 91nm \quad (2)$$

ويكون مجال الطول الموجي الطيفي هو $91\,nm \rightarrow 121{,}5nm$ (2)

نستنتج أن المجال الطيفي لسلسلة ليمان يقع في مجال الأشعة فوق البنفسجية.

السؤال الثاني: (25 درجة)

1- العلاقة التي تربط بين كمية حركة الجسيم p وطاقته الكلية E والسكونية E_0 هي:

$$p^2 = \frac{E^2 - E_0^2}{c^2} \quad (3)$$

نبدل في العلاقة السابقة $E_0 = m_0 c^2$ و $E = E_k + m_0 c^2$ (3)، نجد:

$$p^2 = \frac{E_k^2 + 2m_0 c^2}{c^2} = 2m_0 E_k \left(1 + \frac{E_k}{2m_0 c^2}\right)$$

ومنه:

$$p = \sqrt{2m_0 E_k \left(1 + \frac{E_k}{2m_0 c^2}\right)} \quad (3)$$

بتعويض العلاقة السابقة في علاقة دي برولي $\lambda = \frac{h}{p}$، نجد:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0E_k\left(1+\frac{E_k}{2m_0c^2}\right)}} \quad (3)$$

أ/ :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0E_k}}\left(1+\frac{E_k}{2m_0c^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

2- عند الحدود اللانسبية يكون $v \ll c$ أي $\frac{v}{c} \ll 1$ وتكون الطاقة الحركية للجسم هي $E_k = \frac{1}{2}m_0v^2$ (2) وبالتالي تأخذ العلاقة السابقة الشكل:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0\cdot\frac{1}{2}m_0v^2}}\left(1+\frac{\frac{1}{2}m_0v^2}{2m_0c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} = \frac{h}{m_0v}\left(1+\frac{v^2}{4c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

وبإهمال الحد $v^2/4c^2$ لصغره نجد: $\lambda = \frac{h}{m_0v}$ (2)

3- $E_k = E_0$ ، $E = E_k + E_0$ (2) $\Rightarrow E = 2E_0 \Rightarrow mc^2 = 2m_0c^2$

$m = 2m_0$ (2) $\Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2m_0 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ (2)

السؤال الثالث: (25 درجة)

1- $W_0 = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,62\cdot10^{-34}\,J\cdot s\cdot 3\cdot10^{8}\,m\cdot s^{-1}}{600\cdot10^{-9}\,m} = 3,3\cdot10^{-19}\,J$ (3)(3)(3)

$= \frac{3,3\cdot10^{-19}}{1,6\cdot10^{-19}}\,eV = 2\,eV$ (3)

2- $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62\cdot10^{-34}\,J\cdot s\cdot 3\cdot10^{8}\,m\cdot s^{-1}}{400\cdot10^{-9}\,m} = 5\cdot10^{-19}\,J$ (3)(3)(3)

$= \frac{5\cdot10^{-19}}{1,6\cdot10^{-19}}\,eV \simeq 3eV$ (1)

السؤال الرابع: (20 درجة)

لنفرض أن T_1 درجة حرارة الجسم الأسود المثالي البدائية و λ_1 طول موجة الإشعاع المنبعث عنه في هذه الحالة تكون $\lambda_1 \cdot T_1 = B$ (4)

ولنفرض أن T_2 درجة حرارة الجسم الثانية فتكون $T_2 = 2T_1$ (4)

وبالتالي

$$\lambda_1 = \frac{B}{T_1} \quad , \quad \lambda_2 = \frac{B}{T_2} = \frac{B}{2T_1} \Rightarrow$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{B}{T_1} - \frac{B}{2T_1} = \frac{B}{2T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{B}{2(\lambda_1 - \lambda_2)} \quad (6)$$

وبالتعويض بالقيم العددية نجد:

$$T_1 = \frac{2,88 \cdot 10^{-3}\ m.K}{2.600 \cdot 10^{-9}\ m} = 2400K \quad (3)$$

$$T_2 = 2T_1 = 2(2400K) = 4800K$$

حيث (3)

$$\lambda \cdot T = \frac{hc}{5k} = 2,88 \cdot 10^{-3}\ m.K = B$$

اللاذقية في 2025/2/19م

أستاذة المادة

أ.د. أنور الدوري

A to Z

جامعة طرطوس
كليـــــة العلوم
قسم الفيزيـــاء

أسئلة مقرر الفيزياء الكمومية
لطلاب السنة الثانية فيزيـــــاء
الدورة الفصلية الثانية 2023 - 2024

الاسم:
الدرجة: 90
المدة: ساعتان

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (20 درجة)

تسقط حزمة ضوئية وحيدة اللون طول موجتها $\lambda = 400\,nm$ على صفيحة معدنية، وطول موجة عتبة الإصدار لهذه الصفيحة $\lambda_0 = 600\,nm$ والمطلوب:

1- هل تنبعث الإلكترونات من سطح الصفيحة، ولماذا؟.

2- احسب الطاقة الدنيا لنزع الإلكترون (تابع العمل) من سطح الصفيحة.

3- الطاقة التي يحملها أي فوتون ساقط على الصفيحة.

السؤال الثاني: (25 درجة)

يتحرك جسيم كتلته السكونية m_0 وطاقته السكونية E_0 بسرعة v قريبة من سرعة الضوء c فيكتسب طاقة حركية مقدارها E_k والمطلوب:

1- أثبت أن طول موجة دي بروي المرافقة لحركة الجسيم هو:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0 E_k}}\left(1+\frac{E_k}{2m_0 c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

2- استنتج من العلاقة السابقة طول موجة دي بروي عند الحدود اللانسبية.

3- احسب سرعة الجسيم v وذلك عندما تكون طاقته الحركية مساوية إلى طاقته السكونية $E_k = E_0$.

السؤال الثالث: (25 درجة)

1- اذكر الفرضية الثانية لبور حول ذرة الهيدروجين، ثم اذكر قيم عدد الكم الرئيسي (n_i, n_f) حيث $n_i > n_f$ من أجل كل سلسلة من السلاسل الطيفية الخمس (ليمان، بالمر، باشن، براكيت، بفوند).

2- عيّن مجال الطول الموجي لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين، وماذا تستنتج؟.

السؤال الرابع: (20 درجة)

لنفرض أنه عندما تزداد درجة حرارة الجسم الأسود المثالي بمقدار مرتين، فإن طول الموجة الأعظمي λ_{max} للإشعاع المنبعث عنه يتناقص بمقدار $100\,nm$. احسب درجة حرارة الجسم الأسود المثالي البدائية والنهائية.

تُعطى الثوابت التالية:

$$c = 3.10^8\,m.s^{-1} \quad ، \quad m_e = 9,11.10^{-31}\,kg \quad ، \quad h = 6,62.10^{-34}\,J.s \quad ، \quad B = 2,88.10^{-3}\,m.K$$

$$R_\infty = 1,097.10^7\,m^{-1}$$

طرطوس في2024/8/3م

أستاذ المادة
أ. د. أنور الدويري

مكتبة A to Z

جامعة طرطوس
كلية العلوم
قسم الفيزياء

سلّم تصحيح مقرر الفيزياء الكمومية
لطلاب السنة الثانية فيزياء
الفصل الدراسي الثاني ٢٠٢٣-٢٠٢٤م

السؤال الأول (١٠ درجة)

شرط انبعاث الإلكترونات هو: $\nu > \nu_0 \Leftrightarrow \lambda < \lambda_0$ (2)

ولدينا: $\lambda = 400nm < \lambda = 600nm$ (2)

وبالتالي الشرط محقق وتنبعث الإلكترونات الضوئية من سطح الصفيحة.

2) $W = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34} J.s \cdot 3.10^8 m.s^{-1}}{600 \cdot 10^{-9} m} = 3.3 \cdot 10^{-19} J$ (3) (5)

3) $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} J.s \cdot 3.10^8 m.s^{-1}}{400 \cdot 10^{-9} m} = 5 \cdot 10^{-19} J$ (3) (5)

السؤال الثاني: (١٥ درجة)

العلاقة التي تربط بين كمية حركة الجسيم p وطاقته E هي:

1) $p^2 = \frac{E^2 - E_0^2}{c^2} = \frac{(E_k + E_0)^2 - E_0^2}{c^2}$ (3)

$$= \frac{E_k^2 + 2E_0E_k}{c^2} = \frac{E_k^2 + 2m_0c^2E_k}{c^2} = 2m_0E_k\left(1 + \frac{E_k}{2m_0c^2}\right)$$ (3)

$$\Rightarrow p = \sqrt{2m_0E_k\left(1 + \frac{E_k}{2m_0c^2}\right)}$$ (2)

بتعويض العلاقة السابقة في العلاقة $\lambda = \frac{h}{p}$ نجد:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0E_k\left(1 + \frac{E_k}{2m_0c^2}\right)}} = \frac{h}{\sqrt{2m_0E_k}}\left(1 + \frac{E_k}{2m_0c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$ (2)

وهو عبارة عن طول موجة دي برولي المرافقة لحركة الجسيم الذي كتلته السكونية m_0 وطاقة الحركية E_k.

2) عند الحدود اللانسبية يكون $v \ll c$ أي $(v/c) \ll 1$ ويكون الطاقة الحركية للجسيم هي $E_k = \frac{1}{2}m_0v^2$ (2) وبالتالي يكون λ:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0 \cdot \frac{1}{2}m_0v^2}}\left(1 + \frac{\frac{1}{2}m_0v^2}{2m_0c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} = \frac{h}{m_0v}\left(1 + \frac{v^2}{4c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$ (2)

A to Z

وبما أن $(v/c)^2 \ll 1$ يمكن إهمال الحد $v^2/4c^2$ ونأخذ العلاقة السابقة بالشكل:

$$\lambda = \frac{h}{m_0 v} \quad (2)$$

3) لدينا حسب الفرض $E_k = E_0$ ، وبما أن $E = E_k + E_0$ ينتج مباشرة $E = 2E_0$ (2)

$$E = 2E_0 \Rightarrow mc^2 = 2m_0c^2 \Rightarrow m = 2m_0 \Rightarrow$$

$$\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2m_0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \quad (2) \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} c \quad (1) \Rightarrow v = 2{,}6 \cdot 10^8 \, m \cdot s^{-1}$$ أي:

مكتبة A to Z

السؤال الثالث: (5 نقاط)

1) يتواجد الإلكترون في مسارات دائرية فقط بحيث يكون عزم كمية الحركة

$$L = mvr = n\hbar \quad (3)$$

حيث $n = 1, 2, 3, \ldots$ ، m كتلة الجسم، v سرعة الجسم، و r نصف قطر مسار الإلكترون حول النواة.

2)
- سلسلة ليمان: $n_f = 1$ ، $n_i = 2, 3, 4, \ldots$ (2)
- سلسلة بالمر: $n_f = 2$ ، $n_i = 3, 4, 5, \ldots$ (2)
- سلسلة باشن: $n_f = 3$ ، $n_i = 4, 5, 6, \ldots$ (2)
- سلسلة براكيت: $n_f = 4$ ، $n_i = 5, 6, 7, \ldots$ (2)
- سلسلة بفوند: $n_f = 5$ ، $n_i = 6, 7, 8, \ldots$ (2)

3) $$\frac{1}{\lambda} = R_\infty \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad (2) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = R_\infty \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \quad (2)$$

$$\lambda_1 = \frac{36}{9} R_\infty = 6{,}56 \cdot 10^{-7} \, m = 656 \, nm \quad (2)$$

$$\frac{1}{\lambda_\infty} = R_\infty \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \quad (2) \Rightarrow \lambda_\infty = \frac{4}{R_\infty} = 3{,}64 \cdot 10^{-7} \, m$$

$\Rightarrow \lambda_\infty = 364nm$ (2) $\Rightarrow$ ($\lambda_\infty = 364nm$ (2) $\Rightarrow \lambda_1 = 656nm$)

وهو المجال للطول الموجي الطيفي المطلوب.

السؤال الرابع: (٢٠ درجة)

لدينا حسب قانون الانزياح لفين:

$\lambda_1 \cdot T_1 = B$ (2) $\Rightarrow \lambda_1 = \frac{B}{T_1}$

$\lambda_2 \cdot T_2 = B_2$ (2) $\Rightarrow \lambda_2 = \frac{B}{T_2} = \frac{B}{2T_1}$

$T_2 > T_1 \Leftrightarrow \lambda_2 < \lambda_1 \Rightarrow$ (2)

$\lambda_1 = \lambda_2 + 100nm \Rightarrow \lambda_1 - \lambda_2 = 100nm$ (3)

$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{B}{T_1} - \frac{B}{2T_1} = \frac{B}{2T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{B}{2(\lambda_1 - \lambda_2)}$ (4)

$T_1 = \frac{2,88 \cdot 10^{-3}\ m.K}{2 \cdot 100 \cdot 10^{-9}\ m} = 1,44 \cdot 10^4\ K$ (5)

$T_2 = 2T_1 = 2,88 \cdot 10^4\ K$ (2)

مكتبة أثر

طرطوس في ٢٠٢٤/٨/١٢م

أ.د. أنور الدوري

جامعة طرطوس	أسئلة مقرر الفيزياء الكمومية	الاسم:
كليـــــة العلوم	لطلاب السنة الثانية فيزيـــــاء	الدرجة: 90
قسم الفيزيـــــاء	الدورة الفصلية الأولى 2023 - 2024	المدة: ساعتان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (15 درجة)

تسقط حزمة فوتونات طول موجتها $\lambda = 0,01\mathring{A}$ على إلكترون حر وساكن والمطلوب:

1- احسب طول موجة الفوتون المتشتت بزاوية $\theta = 60^\circ$ بالنسبة لاتجاه الحزمة الضوئية الواردة .

2- احسب طاقة الفوتون الوارد E وطاقة الفوتون المتشتت E' واستنتج من ذلك الطاقة الحركية التي يكتسبها الإلكترون المتشتت T.

السؤال الثاني: (30 درجة)

يتحرك جسيم كتلته السكونية m_0 وطاقته السكونية E_0 بسرعة v قريبة من سرعة الضوء c فيكتسب طاقة حركية مقدارها E_k والمطلوب:

1- أثبت أن طول موجة دي بروي المرافقة لحركة الجسيم هو:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0 E_k}}\left(1+\frac{E_k}{2m_0 c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

2- استنتج من العلاقة السابقة طول موجة دي بروي عند الحدود اللانسبية.

3- أحسب سرعة الجسيم v وذلك عندما تكون طاقته الحركية مساوية إلى طاقته السكونية $E_k = E_0$.

السؤال الثالث: (15 درجة)

عندما ينتقل الإلكترون في ذرة الهيدروجين (نموذج بور) من السوية الطاقية المثارة الأولى E_2 للذرة إلى السوية الأرضية غير المثارة E_1 ينطلق فوتون معين والمطلوب:

1- احسب طاقة وتواتر وطول موجة الفوتون المنبعث.

2- احسب طاقة تشرد ذرة الهيدروجين.

السؤال الرابع: (30 درجة)

1-استنتج قانون الإنزياح لفين (Wien)، $\lambda_{\max}.T = \frac{hc}{5k}$ ، لإشعاع الجسم الأسود المثالي الذي درجة حرارته المطلقة T ، $\lambda_{\max}$ طول موجة الإشعاع الموافق للطاقة الإشعاعية العظمى للجسم الأسود المثالي، k ثابت بولتزمان، h ثابت بلانك و c سرعة الضوء في الخلاء.

2- أكتب ناتج كل من المؤثرات التالية: $\hat{P}_x$ مؤثر مركبة كمية الحركة لجسيم وفق المحور x ، $\hat{E}$ مؤثر الطاقة الكلية لجسيم ، $\hat{P}$ مؤثر كمية الحركة لجسيم، ثمَّ اكتب ناتج كل من المبادلات التالية $\left[\hat{A},\hat{B}.\hat{C}\right]$، $\left[\hat{P}_x,\hat{x}\right]$، $\left[\hat{E},\hat{t}\right]$ حيث $\hat{x}$ مؤثر الموضع ، $\hat{t}$ مؤثر الزمن.

تُعطى الثوابت التالية:

$$c = 3.10^8 m.s^{-1} \quad ، \quad m_e = 9,11.10^{-31} kg \quad ، \quad h = 6,62.10^{-34} J.s \quad ، \quad e = 1,6.10^{-19} C$$

$$\lambda_c = 0,024\mathring{A}$$

طرطوس في2024/2/7م

أستاذ المادة

أ.د. أنور الدويري

مكتبة A to Z

جامعة طرطوس
كليـــة العلوم
قسم الفيزياء

سلّم تصحيح مقرر الفيزياء الكمومية
لطلاب السنة الثانية ـ فـــ ـ
الدورة الفصلية الأولى 2023- 2024

الدرجة: 90

السؤال الأول: (15 درجة)

1- يُعطى طول موجة الفوتون المتشتت بالعلاقة التالية:

$$\Delta\lambda = \lambda_c(1-\cos\theta) = 0,024\,\mathring{A}(1-\cos 60^\circ) = 0,024\,\mathring{A}.0.5 = 0,012\,\mathring{A}$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda \Rightarrow \lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 0,01\,\mathring{A} + 0,012\,\mathring{A} = 0,022\,\mathring{A}$$

2- طاقة الفوتون الوارد E:

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6,62.10^{-34}J.s.3.10^{8}m.s^{-1}}{0,01.10^{-10}m} = 1986.10^{-16}J$$

طاقة الفوتون المتشتت E':

$$E' = h\upsilon' = h\frac{c}{\lambda'} = \frac{6,62.10^{-34}J.s.3.10^{8}m.s^{-1}}{0,022.10^{-10}m} = 903.10^{-16}J$$

طاقة الإلكترون المتشتت T:

$$T = E - E' = (1983-903).10^{-16}J = 1083.10^{-16}J$$

السؤال الثاني: (30 درجة)

1- العلاقة التي تربط بين كمية حركة الجسيم p وطاقته الكلية E هي: $p^2 = \frac{E^2 - E_0^2}{c^2}$

نبدل $E_0 = m_0c^2$ و $E = E_k + m_0c^2$ في العلاقة السابقة، فنجد:

$$p^2 = \frac{E_k^2 + 2m_0E_k.c^2}{c^2} = 2m_0E_k\left(1+\frac{E_k}{2m_0c^2}\right) \Rightarrow p = \sqrt{2m_0E_k\left(1+\frac{E_k}{2m_0c^2}\right)}$$

بتعويض العلاقة السابقة في العلاقة $\lambda = \frac{h}{p}$ نجد:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0E_k\left(1+\frac{E_k}{2m_0c^2}\right)}} = \frac{h}{\sqrt{2m_0E_k}}\left(1+\frac{E_k}{2m_0c^2}\right)^{-(1/2)}$$

وهو عبارة عن طول موجة دي بروي المرافقة لحركة الجسيم الذي كتلته السكونية m_0 وطاقته الحركية E_k.

2- عند الحدود اللانسبية يكون $v << c$ أي $(v/c) << 1$ وتكون الطاقة الحركية للجسيم هي $E_k = \frac{1}{2}m_0v^2$، وبالتالي تأخذ العلاقة السابقة الشكل:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0.\frac{1}{2}m_0v^2}}\left(1+\frac{\frac{1}{2}m_0v^2}{2m_0c^2}\right)^{-(1/2)} = \frac{h}{m_0v}\left(1+\frac{v^2}{4c^2}\right)^{-(1/2)}$$

وبما أن $(v/c) << 1$، لذلك يمكن إهمال الحد $v^2/4c^2$ وتأخذ عندها العلاقة السابقة الشكل: $\lambda = \frac{h}{m_0v}$

A to Z مكتبة

3- لدينا حسب الفرض $E_k = E_0$ ، وبما أن $E = E_k + E_0$ ينتج (1)

من ذلك أن:

$$E = 2E_0 \Rightarrow mc^2 = 2m_0c^2 \Rightarrow m = 2m_0 \Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c}}} = 2m_0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 2$$

(2) (1) (2)

أو:

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{3}{4} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2}c \Rightarrow v = 2,6.10^8\ m.s^{-1}$$

(1)

السؤال الثالث: (15 درجة)

تُعطى طاقة ذرة الهيدروجين في السويات المختلفة (نموذج بور) بالعلاقة التالية:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}eV$$ (2)

طاقة السوية الأرضية E_1:

$$E_1 = -\frac{13,6}{1^2}eV = -13,6eV$$ (2)

طاقة السوية المثارة الأولى E_2:

$$E_2 = -\frac{13,6}{2^2}eV = -3,4eV$$ (2)

طاقة الفوتون المنبعث:

$$E = E_2 - E_1 = -3,4eV - (-13,6eV) = 10,2eV$$ (2)

تواتر الفوتون المنبعث υ :

$$E = h\upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{h} = \frac{10,2eV}{6,62.10^{-34}J.s} = \frac{10,2eV.1,6.10^{-19}J}{6,62.10^{-34}J.s} = 2,5.10^{15}s^{-1}$$ (2)

طول موجة الفوتون المنبعث λ :

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{3.10^8 m.s^{-1}}{2,5.10^{15}s^{-1}} = 1,2.10^{-7}m$$ (2)

طاقة تشرد ذرة الهيدروجين:

$$E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6eV) = 13,6eV$$ (3)

السؤال الرابع: (30 درجة)

1- انطلاقاً من علاقة فين (Wien) لإشعاع الجسم الأسود المثالي، نجد:

$$\rho(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hC/\lambda kT}}$$ (3)

وهو عبارة عن قانون فين (Wien) في التوزع الطيفي لإشعاع الجسم الأسود المثالي وذلك من أجل أمواج

مكتبة A to Z

أطوالها قصيرة جداً.

إن كثافة الطاقة الإشعاعية $\rho(\lambda)$ يمكن أن تُكتب بالشكل التالي:

$$\rho(\lambda) = 8\pi hc\,(\lambda^{5}.e^{-hc/\lambda kT}) \quad (3)$$

ونستطيع من هذه العلاقة حساب النهاية الحدية لهذا التابع رياضياً، لذلك نحسب المشتق الأول له بدلالة طول الموجة λ ونجعل هذا المشتق يساوي الصفر، أي:

$$\frac{d\rho(\lambda)}{d\lambda} = 8\pi hc\left[-5\lambda^{-6}.e^{-hc/\lambda kT} + \frac{kT\,hc}{k^{2}T^{2}\lambda^{2}}e^{-hc/\lambda kT}\lambda^{-5}\right] \quad (2)$$

$$= 8\pi hc\left[-5\lambda^{-6}.e^{-hc/\lambda kT} + \frac{hc}{kT}\lambda^{-7}.e^{-hc/\lambda kT}\right] \quad (2)$$

$$= 8\pi hc\,e^{-hc/\lambda kT}.\lambda^{-6}\left[\frac{hc}{kT\lambda} - 5\right] \quad (2)$$

نجعل الآن $\frac{d\rho(\lambda)}{d\lambda} = 0$ ، وبالتالي نجد: (1)

$$\left[\frac{hc}{kT\lambda} - 5\right] = 0 \Rightarrow \lambda_{\max}.T = \frac{hc}{5k} \quad (2)$$

-2

$$\hat{\vec{P}} = -i\hbar.\vec{\nabla} \quad (2) \quad ، \quad \hat{E} = i\hbar.\partial/\partial t \quad (2) \quad ، \quad \hat{P}_x = -i\hbar.\partial/\partial x \quad (2)$$

$$\left[\hat{A},\hat{B}.\hat{C}\right] = \left[\hat{A},\hat{B}\right]\hat{C} + \hat{B}\left[\hat{A},\hat{C}\right] \quad (2)$$

$$\left[\hat{P}_x,\hat{x}\right] = -i\hbar \quad (2)$$

$$\left[\hat{E},\hat{t}\right] = i\hbar \quad (2)$$

طرطوس في 2024/2/7م

أستاذ المادة

أ. د. أنور الدويري

A to Z مكتبة

جامعة طرطوس	أسئلة مقرر الفيزياء الكمومية	الاسم:
كليـــــة العلوم	لطلاب السنة الثانية فيزيـــــاء	الدرجة: 90
قسم الفيزيـــاء	الدورة الفصلية الثانية 2022- 2023	المدة: ساعتان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (15 درجة)

تسقط حزمة فوتونات طول موجتها $\lambda = 0,01\mathring{A}$ على إلكترون حر وساكن والمطلوب:

1- احسب طول موجة الفوتون المتشتت بزاوية 60° بالنسبة لاتجاه الحزمة الضوئية الواردة .

2- احسب طاقة الفوتون الوارد E وطاقة الفوتون المتشتت E' واستنتج من ذلك الطاقة الحركية التي يكتسبها الإلكترون المتشتت T.

السؤال الثاني: (15 درجة)

عند تفاعل الفوتون مع المادة (النواة) يتولد الزوج إلكترون - بوزيترون، فإذا كانت الطاقة الحركية لأحدهما $0,60MeV$ وللآخر $0,38MeV$ والمطلوب:

1- حدد الطاقة الحركية لكل من الإلكترون والبوزيترون مع التعليل.

2- احسب طاقة وطول موجة الفوتون الذي خلق هذا الزوج.

السؤال الثالث: (30 درجة)

عندما ينتقل الإلكترون في ذرة الهيدروجين (نموذج بور) من السوية الطاقية المثارة الأولى E_2 للذرة إلى السوية الأرضية غير المثارة E_1 ينطلق فوتون معين والمطلوب:

1- احسب طاقة وتواتر وطول موجة وكمية حركة وكتلة الفوتون المنبعث.

2- احسب طاقة تشرد ذرة الهيدروجين.

السؤال الرابع: (30 درجة)

1- إذا كانت درجة حرارة سطح الشمس تساوي $T = 5700K$ احسب اعتماداً على قانون ستيفان بولتزمان الكتلة التي تفقدها الشمس في الثانية الواحدة نتيجة الإشعاع، إذا علمت أن قطر الشمس يساوي $d = 1,4.10^9 m$ وأن سطح الشمس يعامل كجسم أسود مثالي.

2- أوجد قيمة المبادل $[\hat{E},\hat{t}]$، حيث $\hat{E}$ مؤثر الطاقة الكلية لجسيم و $\hat{t}$ مؤثر الزمن. واستنتج من ذلك قيمة المبادل $[\hat{E},\hat{t}.\hat{E}]$ والمبادل $[\hat{t}.\hat{E},\hat{E}]$.

تُعطى الثوابت التالية:

$c = 3.10^8 m.s^{-1}$ ، $m_\circ = 9,11.10^{-31} kg$ ، $h = 6,62.10^{-34} J.s$ ، $e = 1,6.10^{-19} C$

$\lambda_c = 0,024\mathring{A}$ ، $E_0 = 0,51MeV$ ، $\sigma = 5,67.10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$

ملاحظة: يُسمح باستخدام الآلة الحاسبة

طرطوس في 2023/8/9م

أستاذ المادة

أ. د. أنور الدويري

A to Z

جامعة طرطوس
كليـــة العلوم
قسم الفيزياء

سلّم تصحيح مقرر الفيزياء الكمومية
لطلاب السنة الثانية - فـــ -
الدورة الفصلية الثانية 2022- 2023

الدرجة: 90

السؤال الأول: (15 درجة)

1- يُعطى طول موجة الفوتون المتشتت بالعلاقة التالية:

$$\Delta\lambda = \lambda_c(1-\cos\theta) = 0,024\,\mathring{A}(1-\cos 30^\circ) = 0,024\,\mathring{A}\,.0.5 = 0,012\,\mathring{A}$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda \Rightarrow \lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 0,01\mathring{A} + 0,012\,\mathring{A} = 0,022\,\mathring{A}$$

2- طاقة الفوتون الوارد E:

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6,62.10^{-34}J\,s\,.3.10^{8}m\,s^{-1}}{0,01.10^{-10}m} = 1986.10^{-16}J$$

طاقة الفوتون المتشتت E':

$$E' = h\upsilon' = h\frac{c}{\lambda'} = \frac{6,62.10^{-34}J\,s\,.3.10^{8}m\,s^{-1}}{0,022.10^{-10}m} = 903.10^{-16}J$$

طاقة الإلكترون المتشتت T:

$$T = E - E' = (1983-903).10^{-16}J = 1183.10^{-16}J$$

السؤال الثاني: (15درجة)

1- الطاقة الإلكترون للإلكترون $T_- = 0,38\,MeV$ والطاقة الحركية للبوزيترون $T_+ = 0,60\,MeV$

نتيجة تنافر البوزيترون مع النواة (قانون كولون) وتجاذب الإلكترون مع النواة.

طاقة الفوتون الذي خلق هذا الزوج E :

$$E = T_+ + T_- + 2m_0C^2 = 0,60\,MeV + 0,38\,MeV + 2.0,51MeV = 2MeV$$
$$= 2.10^{6}.1,6.10^{-19}J = 3,2.10^{-13}J$$

طول موجة الفوتون λ:

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,62.10^{-34}J\,s\,.3.10^{8}m\,s^{-1}}{3,2.10^{-13}J} = 6,2.10^{-13}m$$

السؤال الثالث: (30درجة)

تُعطى طاقة ذرة الهيدروجين في السويات المختلفة (نموذج بور) بالعلاقة التالية:

A to Z

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV$$ (4)

طاقة السوية الأرضية E_1:

$$E_n = -\frac{13,6}{1^2} eV = -13,6eV$$ (3)

طاقة السوية المثارة الأولى E_2:

$$E_n = -\frac{13,6}{2^2} eV = -3,4eV$$ (3)

A to Z

طاقة الفوتون المنبعث:

$$E = E_2 - E_1 = -3,4eV - (-13,6eV) = 10,2eV$$ (3)

تواتر الفوتون المنبعث υ :

$$E = h\upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{h} = \frac{10,2eV}{6,62.10^{-34} J.s} = \frac{10,2eV.1,6.10^{-19} J}{6,62.10^{-34} J.s} = 2,5.10^{15} s^{-1}$$ (3)

طول موجة الفوتون المنبعث λ :

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{3.10^8 m.s^{-1}}{2,5.10^{15} s^{-1}} = 1,2.10^{-7} m$$ (3)

كمية حركة الفوتون المنبعث υ :

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,62.10^{-34} J.s}{1,2.10^{-7} m} = 5,5.10^{-27} kg.m.s^{-1}$$ (3)

كتلة الفوتون المنبعث m :

$$m = \frac{p}{c} = \frac{5,5.10^{-27} kg.m.s^{-1}}{3.10^8 m.s^{-1}} = 1,8.10^{-35} kg$$ (3)

طاقة تشرد ذرة الهيدروجين:

$$E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6eV) = 13,6eV$$ (5)

السؤال الرابع: (30 درجة)

1- الطاقة الكلية الإشعاعية المنبعثة عن واحدة سطح الشمس خلال واحدة الزمن:

$$R_T = \sigma T^4 \Rightarrow R_T = \left(5,67.10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}\right)\left(5600K\right)^4 = 6.10^7 W.m^{-2}$$ (3)

مساحة سطح الشمس تساوي:

$$S = 4\pi r^2 = 6,16.10^{18}\, m^2$$ (3)

وتكون الطاقة الكلية المنبعثة عن سطح الشمس خلال واحدة الزمن:

$$R'_T = 6.10^7 W.m^{-2}.6,16.10^{18} m^2 = 3,696.10^{26} W = 3,696.10^{26} J.s^{-1}$$ (3)

وبالتالي الطاقة الإشعاعية المصروفة بالثانية الواحدة تساوي:

$$E = 3,696.10^{26}\, J$$ (3)

والكتلة m المفقودة من الشمس:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{3,696.10^{26} J}{9.10^{16} m^2.s^{-2}} = 4,1.10^9 kg$$ (3)

-2

$$\left[\hat{E},\hat{t}\right]\psi = (\hat{E}\hat{t} - \hat{t}\hat{E})\psi = \hat{E}(\hat{t}\psi) - \hat{t}(\hat{E}\psi)$$ (3)

$$= i\hbar\frac{\partial}{\partial t}(t\psi) - t(i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t})$$

$$= i\hbar\psi + i\hbar t\frac{\partial\psi}{\partial t} - i\hbar t\frac{\partial\psi}{\partial t} = i\hbar\psi$$ (2)

وبالتالي:

$$\left[\hat{E},\hat{t}\right] = i\hbar$$ (2)

وحسب الخاصة $\left[\hat{A},\hat{B}.\hat{C}\right] = \left[\hat{A},\hat{B}\right]\hat{C} + \hat{B}\left[\hat{A},\hat{C}\right]$ نجد:

$$\left[\hat{E},\hat{t}.\hat{E}\right] = \left[\hat{E},\hat{t}\right]\hat{E} + \hat{t}\left[\hat{E},\hat{E}\right]$$ (3)

$$= i\hbar(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}) + t(0)$$

$$= -\hbar^2\frac{\partial}{\partial t}$$ (3)

وبالتالي:

$$\left[\hat{t}.\hat{E},\hat{E}\right] = +\hbar^2\frac{\partial}{\partial t}$$ (2)

طرطوس في 2023/8/9م

أستاذ المادة

أ. د. أنور الدويري

A to Z

مكتبة A to Z