كلية العلوم الدقيقة **الموسم الجامعي 2020 /2021**

قسم الفيزياء **السنة الثالثة –فيزياء ذرية و جزيئية**

السلسلة -1-

التمرين الأول

يمكن تمثيل جسيم في حالة حركة بواسطة مجموعة أمواج بحيث أن سرعته v تعادل سرعة المجموعة v_g. إذا كانت سرعة المجموعة تكتب بالشكل التالي:

$$v_g = \frac{d\upsilon}{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)}$$

حيث أن λ و υ هما على طول موجة وتواتر مجموعة الأمواج التوالي.

بين ان:

$$\frac{1}{2} m v^2 = h\upsilon$$

m: كتلة الجسيم.

التمرين الثاني

ليكن فوتون يملك طاقة $E_{ph}=50keV$

1- أوجد طول موجة هذا الفوتون.
2- اذكر مجال أطوال أمواج الأشعة السينية و استنتج اذا كان هذا الفوتون ينتمي إلى هذا المجال أو لا.
3- يعطى قانون الامتصاص لفوتونات الأشعة السينية من اجل معدن معين بالشكل : $I=I_0e^{-ka}$
   - ماذا يمثل كل مقدار من المعادلة.
4- من اجل عنصر الرصاص يعطى : $k= 7910m^{-1}$; $a= 1mm$; $I_0= 100W.m^{-2}$
   - أوجد I
5- اذكر بعض التطبيقات للأشعة السينية.

التمرين الثالث

أوضح طيف ما تحت الأحمر لمزيج من الديتريوم والهيدروجين (D - H) خطين متجاورين بأطوال موجات $\lambda = 1.215664\mu$ و $\lambda' = 1.215334\ \mu$. أمكن إرفاقهما للشاردتين .

- استنتج من خلال هذه الملاحظة قيمة تقريبية للكتلة الذرية للديتريوم D.

تعطى: $M_H= 1.672.10^{-27}\ Kg$; $m_e= 9.1 .10^{-31}Kg$

كلية العلوم الدقيقة **الموسم الجامعي 2021/2020**

قسم الفيزياء **السنة الثالثة –فيزياء ذرية و جزيئية**

السلسلة -2-

التمرين الأول

نعتبر الكترون يقوم بحركة دائرية منتظمة حول بروتون ثابت.

1- أوجد المسافة و السرعة و الطاقة للجملة بدلالة العدد الكمي n

2- احسب المقادير السابقة من اجل المستوى الأول : n=1

نعطي : $e= 1.6 .10^{-19} c$

$m= 9.1 .10^{-31}Kg$

$h = 6.62 .10^{-34} J.s$

$1/4 \pi \varepsilon_0 = 9. 10^9$

التمرين الثاني

نعتبر ذرة هيدروجين مكونة من الكترون يدور حول بروتون معتبر ثابت.

1- احسب طاقة الجملة بدلالة المسافة الكترون – بروتون.

2- يكتب تكميم الفعل بالشكل: $nh = \int p.ds$

3- استنتج العبارة الجديدة للطاقة.

4- أوجد تواتر الفوتونات المنبعثة أو الممتصة من قبل الذرة لحظة الانتقال بين المستويين.

نأخذ: $q^2= e^2/4\pi\varepsilon_0$

التمرين الثالث

لتكن ذرة الهيدرجين متكونة من الكترون يدور حول بروتون معتبر ثابت.

1- بين ان العزم الحركي المداري للإلكترون ثابت بالنسبة للبروتون خلال الزمن. ماذا يمكن ان نستنتج.

2- يصنع الإلكترون حركة دائرية منتظمة حول البروتون. استنتج المسافة الكترون- بروتون باعتبار ان القيمة السلمية للعزم الحركي المداري تعطى بالشكل : $L= hk$

3- باستعمال تكميم الفعل و كدا مجموع القوى المطبقة على الإلكترون. أوجد المسافة الكترون- بروتون.

التمرين الرابع

يعتبر الميون μ^{-1} جسيم مشحون بكتلة : $m_{\mu^{-1}} = 207\, m_e$ (207 مرة كتلة الإلكترون) وشحنة معادلة لشحنة الإلكترون. نبعث حزمة من الميونات على ذرات التيتان (Z=22, A=48). عندما يلتقط ميونا من طرف ذرة التيتان يقوم الميون بالدوران حول نواة التيتان على مسافة اقل بكثير من الإلكترونات الداخلية. و عليه امكننا دراسة مستويات الطاقة للذرة المشكلة بالاستغناء تماما عن الإلكترونات.

1- بين من خلال الرسم أن الجملة المشكلة من جسيم الميون و نواة التيتان شبيهة بذرة الهيدروجين.

2- أحسب ثابت ريدبارغ ($R_{(\mu^{-1})}$) لهذه الجملة بالأخذ بعين الاعتبار كتلة النواة.

3- ليكن الانتقال $1S \rightarrow 2P$

3-1- ماهي طاقة هذا الانتقال

3-2- ما هو نصف قطر المدار 1S

3-3- ماهي سرعة الميون على هذا المدار

يعطى: $R_\infty = 109737.303\ cm^{-1}$

: $M= A.m_p= A. 1836= 9.1 .10^{-31}Kg$

كلية العلوم الدقيقة **الموسم الجامعي 2021/2020**

قسم الفيزياء **السنة الثالثة –فيزياء ذرية و جزيئية**

السلسلة -3-

1 ـ ذرة هيدروجين مثارة إلى المستوى العاشر. احسب الطول الموجي وطاقة الفوتون المنبعث إذا عادت الذرة إلى المستوى الأرضي.

- كم يحتاج الإلكترون من طاقة حتى تتأين الذرة ؟

2 ـ إذا كانت كمية الحركة الزاوية لإلكترون ذرة الهيدروجين تساوي **$3.15\ 10^{-34}$ j/s**

- ففي أي مدار يوجد هذا الإلكترون وكم تبلغ طاقته ؟.

3 - اصطدم فوتون بإلكترون ذرة الهيدروجين في الحالة الأرضية . فاذا كانت طاقة الفوتون **12.0889** ev ***4***

- احسب الأطوال الموجية الممكنة لطيف الانبعاث.

4 ـ أثبت أن طاقة تأيين ذرة الهيدروجين تساوي طاقة الإلكترون بالمستوى الأول.

5 ـ إذا كانت كتلة أيون الهيليوم أحادي التكافؤ **He^{+} تساوي $6.645 * 10^{-27}$ Kg**.

- فما هي قيمة الطول الموجي للخط الأول من سلسلة ليمان من طيف هذا الأيون ؟

6 – احسب طاقة الفوتون الذي اذا اصطدم مع ذرة الهيدروجين في الحالة الأرضية حصلنا على اقصر الأطوال الموجية التي يمكن ان نرصدها في طيف الهيدروجين.

7 – حدد العدد الذري للذرات شبيهة بالهيدروجين التي تتساوى فيها طاقة المستوى الرابع مع طاقة المستوى الثاني في ذرة الهيدروجين.

كلية العلوم الدقيقة **الموسم الجامعي 2020 /2021**

قسم الفيزياء **السنة الثالثة –فيزياء ذرية و جزيئية**

السلسلة -4-

التمرين الأول :

1 . أكتب معادلات القيم الخاصة للعزم الحركي لإلكترون ذرة الهيدروجين. نسمي l و m_l الأعداد الكمية المرافقة.

2 . أكتب معادلات القيم الخاصة لسبين الإلكترون مع أخذ نتائج نموذج السؤال 1. نسمي S^2 و S_z بالمؤثرات و s و m_s لأعداد الكمية المرافقة. ماذا يمكن أن نقول عن m_s .

3 . نعتبر الأعداد الكمية $n; l; m$ ثابتة. أوجد قيمة العدد الكمي الذي يمكننا من مضاعفة عدد الحلول. إستنتج درجة إنحلال المستوى n عند الأخذ بعين الإعتبار السبين .

التمرين الثاني

لتكن ذرة الهيدروجين في الحالة المثارة n

الإلكترون مرفق بالعزم الحركي $\vec{L}$ و العزم السبيني $\vec{S}$. نعرف العزم الزاوي الكلي : $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$

1 . أكتب معادلات القيم الخاصة للعزم الزاوي الكلي. نسمي J^2 و J_z بالمؤثرات و j و m_j الأعداد الكمية. ماهو مجال تغير m_j ؟.

2 . ما هي العلاقة التي تربط m_s, m_l, m_j ؟.

3 . إنطلاقا من العلاقة الشعاعية الكلاسيكية: $\overrightarrow{J_c} = \overrightarrow{L_c} + \overrightarrow{S_c}$

. أوجد مجال تغير القيمة المطلقة J_c بدلالة c و S_c

. استنتج مجال تغير العدد الكمي j المرافق بدلالة l و s

4 . أوجد عدد القيم الممكنة لـ m_j بالنسبة لأي مستوى طاقة.

التمرين الثالث :

نعتبر مستوى طاقة n لذرة هيدروجين.

1 . أكتب معادلة القيم الخاصة للعزم الحركي ولسبين الإلكترون. استنتج درجة إنحلال هذا المستوى انطلاقا من الأعداد الكمية m_l l, s, m_s .

2 . أكتب معادلة القيم الخاصة للعزم الزاوي الكلي. استنتج درجة إنحلال هذا المستوى إنطلاقا من الأعداد الكمية j l, s, m_j .

3 . أوجد درجة إنحلال مستوى الطاقة n =2 إعتمادا على الطريقتين السابقتين.

التمرين الرابع :

1. ماهي كمية الحركة الزاوية الكلية j و مركباتها J_z لالكترون ذرة الهيدروجين و هو في الحالة الاساسية.

2. **ماهي القيم المحتملة لكمية الحركة الزاوية الكلية j و مركباتها J_z من اجل الكترون في الحالة.**

التمرين الخامس :

اذا كانت θ هي الزاوية التي يصنعها المتجه $\vec{L}$ مع محور التكميم. فماهي القيم التي يمكن للزاوية ان تأخذها اذا كانت ذرة الهيدروجين موجودة في الحلات ψ_{n1} ، ψ_{n2} ؛ ψ_{n3} .

كلية العلوم الدقيقة **الموسم الجامعي 2020 /2021**

قسم الفيزياء **السنة الثالثة –فيزياء ذرية و جزيئية**

السلسلة -5-

التمرين الأول :

لتكن ذرة الهيدروجين. نريد معرفة الأعداد الكمية التي تسمح بتمثيل الرموز الطيفية:

1- ماهي القيم الممكنة لكل من العزم المداري و العزم الذاتي و كذا العزم الزاوي الكلي من اجل مستوى طاقة n.

2- أعطي الحالات أو الرموز الطيفية الممكنة الموافقة للحالة n=2.

التمرين الثاني

لتكن ذرة ذات Z=5 الكترون. نبحث عن التمثيل أو التوزيع الإلكتروني للإلكترونات على مختلف المستويات.

1- كم هو عدد الإلكترونات التي يمكن وضعها على الطبقة.

2- كم هو عدد الإلكترونات التي يمكن وضعها على ما تحت الطبقة.

3- نعتبر ذرة ذات Z=5. أعطي التوزيع الإلكتروني (عن طريق السبين) لهذه الذرة مع تبيين مختلف الحالات الكمية الممكنة.

التمرين الثالث :

بين الحالات الأساسية للعناصر التالية :

élément	H	He	Li	Be	B
Z	1	2	3	4	5

التمرين الرابع :

قاعدة هوند تنص على انه بالنسبة لتوزيع الإلكتروني معطى فان الطاقة الدنيا تنتج من القيم العظمى لكل من L و S

1-اعطي التمثيل البياني للتوزيع الإلكتروني على مختلف المستويات من اجل ذرة الكربون (Z =6). ندرس كل التوافقات الممكنة و ذلك بتبيين القيم الموافقة للعزم السبيني الكلي S و الإحداثية الكلية للعزم المداري M_L.

2-استنتج من خلال قاعدة هوند الحالة الأساسية لذرة الكربون.

3. التمرين الخامس :

لتكن طبقة ذرية غير مملوءة. اذا كان N هو العدد الكلي للإلكترونات الموجودة في ما تحت الطبقة. نعرف العزم الزاوي الكلي بالشكل:

$$\text{Si } N \leq N_m/2 \qquad J = |L - S|$$

$$\text{Si } N > N_m/2 \qquad J = L + S$$

أين: N_m. هو العدد الأعظمي الذي يمكن وضعه على ما تحت الطبقة.

1- أوجد N_m.

2- استنتج من خلال قاعدة هوند الحالات الأساسية للعناصر التالية:

élément	N	O	F	Ne
Z	7	8	9	10

كلية العلوم الدقيقة **الموسم الجامعي 2021/2020**

قسم الفيزياء **السنة الثالثة –فيزياء ذرية و جزيئية**

السلسلة -6-

التمرين الأول :

ليكن إلكترون يدور حول نواة. المستوى الذي يشمل مسار الإلكترون يميل بزاوية غير معينة عن المحورz.

نطبق حقل مغناطيسي $\overrightarrow{\ }$ منطبق على Z .

. مفعول زمان العادي لا يأخذ بعين الاعتبار سبين الإلكترون، أكتب عبارة طاقة تفاعل الإلكترون مع الحقل المغناطيسي الخارجي.

1 . أعطي العبارة العامة لـ : ΔE_I بدلالة m_l

. نضع: $\mu_\beta = \frac{e\hbar}{2}$: magnéton de Bohr

2 . أحسب التصحيحات الطاقوية من أجل الحالات التالية:

. المستوى الأول لذرة الهيدروجين.

. المستوى الثاني لذرة الهيدروجين.

. أعطي تمثيل بياني لمستويات الطاقة في وجود أو عدم وجود الحقل $\vec{B}$. أعطي بدقة إنحلالية كُل مستوى.

التمرين الثاني

ليكن إلكترون يدور حول النواة. المستوي الذي يشمل مسار الإلكترون يميل بزاوية غير معينة عن المحور z .

نطبق حقل مغناطيسي $\overrightarrow{\ }$ منطبق على z.

1 ـ مفعول باشن باك يأخذ بعين الاعتبار سبين إلكترون، أكتب طاقة تفاعل الإلكترون مع الحقل الخارجي $\vec{B}$.

- **عبر عن النتيجة بدلالة $\vec{B}.\ \vec{L}.\vec{S}$**

2- نفترض أن تأثير الحقل الخارجي قوي مما يجعل تواتر لارمور كبير أمام التواتر الداخلي. في هذه الحالة نستبدل العزوم الزاوية $\vec{L}$ و $\vec{S}$ بمساقطها على $\vec{B}$ عند حساب ΔE_I

- **استنتج العبارة الجديدة H_I بدلالة L_Z و S_Z . نأخذ $g_s=2$**

3- أعطي العبارة العامة ΔE_I بدلالة m_l و m_S. ـ نضع: $\mu_\beta = \frac{e\hbar}{2m}$: مغنطون بور

4- أحسب التصحيحات الطاقوية في الحالات التالية :

*** ـ المستوى الأول لذرة الهيدروجين .**

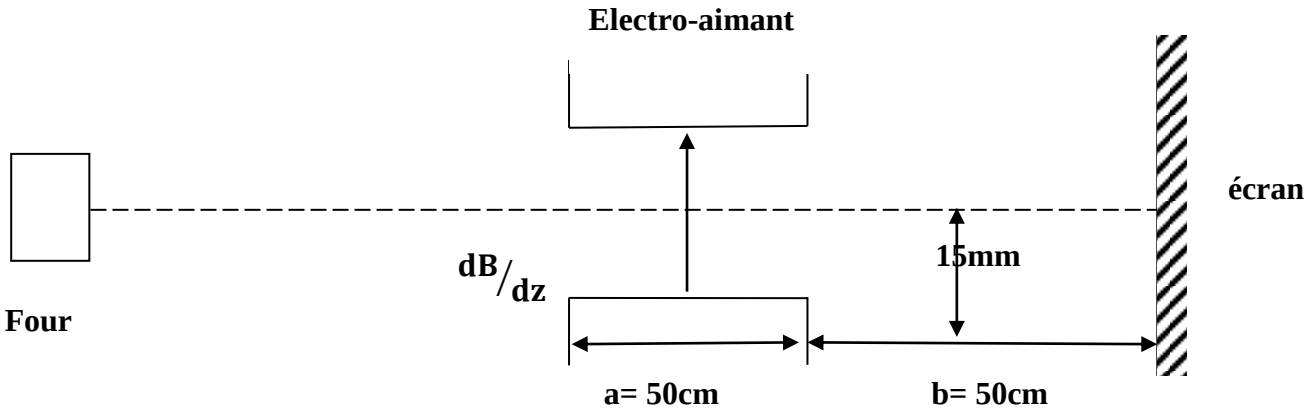
***- المستوى الثاني لذرة الهيدروجين .**

***- أعطي تمثيل بياني لمستويات الطاقة في وجود أو عدم وجود الحقل $\vec{B}$. أعطي بدقة إنحلالية كُل مستوى.**

تابع السلسلة 6

التمرين الثالث

الشكل المبين أدناه يمثل جهاز يستعمل في تجارب شبيهة بتلك المجراة من قبل ستارن وجرلاش.



نقوم بالتجربة التالية :

نعتبرذرات السلسيوم التي تحمل التشكيل الإلكتروني $3P^2$ (...)

1- ماهي القيم الممكنة للأعداد الكمية s و l ؟

- بتطبيق مبدأ باولي لتشكيل يحوي إلكترونين متكافئين (أين المجموع $l + s$ يجب أن يكُون زوجي). ماهي المستويات الناتجة عن التشكيل الأساسي؟.

- ما هو المستوى الأساسي من بين هذه المستويات ؟.

2 - بالأخذ بعين الاعتبار تفاعل سبين - مدار للمستوى الأساسي. ماهي مستويات الطاقة الناتجة عن التفاعل؟.

- مع العلم أن الفارق الطاقوي بين المستويات الحدية السابقة (مستويات البنية الدقيقة للمستوى الأساسي) تساوي إلى $225\ cm^{-1}$. أحسب ثابت البنية الدقيقة A.

3- ذرات السلسيوم الناتجة من الفرن لديها سرعة متوسطة $v = 1200\ m/s$. ما هو عدد البقع المشاهدة على الشاشة ؟ حدد الأعداد الكمية j, m_j لكل بقعة. أحسب المسافة الفاصلة بين البقع الحدية.

4 - نضاعف قيمة تدرج الحقل المغناطيسي $\frac{d}{dz}$. ماهو عدد البقع المشاهدة على الشاشة. حدد الأعداد الكمية j, m_j لكل بقعة. أحسب المسافة الفاصلة بين البقع الحدية.