جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي كلية العلوم الدقيقة قسم الفيزياء
سنة أولى ماستر فيزياء التاريخ: 2021/06/08 المدة: ساعة

الإجابة النموذجية لإمتحان الدورة العادية: الأطياف الذرية والإنتقالات الإشعاعية

الجزء الأول (10 نقاط) :

أجب عن الأسئلة التالية بإختصار.

1) تحدث عن العمليات الإشعاعية الثلاثة التي تحدث في الذرات: الإمتصاص والإصدار المستحث والإصدار التلقائي.

ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:

كل هذه العمليات تتطلب فوتون واحد، ففي عملية الإمتصاص يتم إمتصاص فوتون للإنتقال من مستوى طاقة أقل إلى آخر أعلى. عند الإصدار المستحث يحث الفوتون الصادر الذرة على إصدار فوتون آخر من نفس مواصفاته وتحدث هذه العملية في حالة نمط لحقل الإشعاع به عدد كبير من الفوتونات أي حقل كلاسيكي. الإصدار التلقائي هو إصدار فوتون في حالة نمط لحقل الإشعاع ليس به فوتونات أي حقل مكمم وهو عبارة عن إصدار مستحث نتيجة تأرجحات الفراغ.

2) ما علاقة معاملات أينشتاين بمعدلات كل من الإمتصاص والإصدار المستحث والإصدار التلقائي؟

ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:

إن تساوي معاملي أينشتاين للإمتصاص B_{ba} والإصدار المستحث B_{ab} يوافق تساوي معدليهما في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي، أما معامل أينشتاين للإصدار التلقائي A_{ab} فهو يساوي معدل الإصدار التلقائي W_{ab}^{sD} في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي.

3) ماهي أطول مدة حياة ذرية تم قياسها لحد الساعة؟ في أي ذرة؟

ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:

أطول مدة حياة ذرية تم قياسها لحد الساعة هي حوالي 2000s بذرة المغنزيوم.

---

4) لماذا مدة الحياة الذرية لـ 4s أكبر بكثير من 2p ؟
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
لأن الإنتقال المباشر $4s \longrightarrow 1s$ لا يحدث في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي على عكس الإنتقال $2p \longrightarrow 1s$، وبالتالي يسلك الإنتقال من 4s وصولا للحالة الأساسية 1s قنوات أخرى مما يجعل مدة حياة الحالة 4s أطول بكثير من 2p.

5) كم يتطلب الإنتقال $2s \longrightarrow 1s$ من فوتونات؟ علل إجابتك
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
يتطلب الإنتقال $2s \longrightarrow 1s$ فوتونين لأنه غير مسموح في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي وتصفه الرتبة الثانية من نظرية الإضطرابات المتعلقة بالزمن.

6) ما علاقة إستقطاب الفوتون الصادر أو الممتص بقواعد الإصطفاء في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي؟
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
لما $\Delta m = 0$ فإن الفوتون الصادر أو الممتص مستقطب خطيا في كل الحالات ما عدا لما $\vec{k} \parallel \vec{e}_z$.
لما $\Delta m = \pm 1$ فإن الفوتون الصادر أو الممتص مستقطب دائريا لما $\vec{k} \parallel \vec{e}_z$ وخطيا لما $\vec{k} \perp \vec{e}_z$ وإهليليجيا في الحالات الأخرى.

7) ما الفائدة المرجوة من تطبيق قاعدة الجمع TRK خلال دراسة المقطع الفعال للإمتصاص عند التجاوب في الذرات عديدة الإلكترونات؟
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
عند مكاملة المقطع الفعال للإمتصاص بجوار التجاوب نتحصل على عدد الإلكترونات المساهمة في الإنتقال (شدة الهزاز) لأن الجمع على شدة الهزاز (قاعدة الجمع TRK) يعطي العدد الإجمالي للإلكترونات.

8) لماذا طاقة الحالة 4s أقل من 3d ؟
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
لأن الإلكترون في الحالة 4s أقرب للنواة وبالتالي يحس بشحنتها كاملة، أما في الحالة 3d ($l = 2$) يكون بعيدا عنها بفعل كمون الطرد المركزي وبالتالي لا يحس بشحنة النواة كاملة ويخضع أكثر لكمون كولوم الصرف عند ذرة الهيدروجين.

9) تحدث عن تطبيق نظرية تابعي الكثافة في تحديد طاقة الحالة الأساسية لذرة عديدة الإلكترونات.
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
نبحث عن كثافة الجسيم الواحد للحالة الأساسية في غياب التفاعل $\rho_{KS}(\vec{r})$ المساوية للكثافة في وجود التفاعل $\rho(\vec{r})$، عندها يمكن حل معادلة شرودنغر إذا عرف الكمون $v_{KS}(\vec{r}) = v(\vec{r}) + v_H[\rho(\vec{r})] + v_{xc}[\rho(\vec{r})]$ حيث $v(\vec{r})$ الكمون الخارجي و $v_H[\rho(\vec{r})]$ كمون هارتري و $v_{xc}[\rho(\vec{r})]$ كمون التبادل والترابط وهذا الأخير غير معروف ويلزم إعتماد تقريبات لتحديده. إذا تحقق ذلك فإن مسألة الإلكترونات العديدة ستتبسط أبعادها من $3N$ إلى 3 حيث N هو عدد الإلكترونات.

10) تحدث عن إيجابيات وسلبيات نموذج توماس-فيرمي في دراسة الذرات عديدة الإلكترونات.
ينبغي أن تشمل الإجابة ما يلي:
إيجابيات نموذج توماس-فيرمي أن يقترح معادلة تفاضلية غير خطيةواحدة لكل الذرات حلولها تقريبا تحليلية ولا حاجة لإستعمال دوال الموجة فيه. من سلبيات هذا النموذج أنه لا يظهر تفاصيل بنية الطبقات ولا يتنبأ بإرتباط الذرات لتكوين الجزيئات ولا يصف الأيونات السالبة.

الجزء الثاني (10 نقاط) :

ضع علامة (√) مكان الإجابة الصحيحة. ننبه بأن (+1) نقطة للإجابة الصحيحة و (−1) نقطة للإجابة الخاطئة.

1) ص □ خ ☑ : يتعلق معدل الإصدار التلقائي للإنتقال في الذرات الهيدروجينية بدلالة مربع العدد الشحني Z^2.

2) ص □ خ ☑ : يتعلق معدل الإصدار التلقائي للإنتقال في الذرات الهيدروجينية بدلالة مربع تواتر الإنتقال ω_{ba}^2.

3) ص ☑ خ □ : رتبة مدة الحياة الذرية هي النانوثانية.

4) ص ☑ خ □ : شدة الإنتقالات الذرية في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي تفوق بكثير شدتها في تقريب ثنائي الأقطاب المغناطيسي ورباعي الأقطاب الكهربائي.

5) ص ☑ خ □ : يتعلق المقطع الفعال الكلي للإمتصاص بمربع عنصر مصفوفة الإنتقال.

6) ص ☑ خ □ : تحفظ الإنتقالات الذرية في تقريب ثنائي الأقطاب الكهربائي اللف.

7) ص □ خ ☑ : يصف نموذج تواس-فيرمي الأيونات السالبة.

8) ص ☑ خ □ : نستعمل الترميز الطيفي $^{2S+1}L_J$ عندما يهيمن الإرتباط لف-مدار عن تفاعل كولوم بين الإلكترونات.

9) ص ☑ خ □ : نستعمل الترميز الطيفي ^{2S+1}L عندما يهيمن تفاعل كولوم بين الإلكترونات عن الإرتباط لف-مدار.

10) ص □ خ ☑ : يحدث الإرتباط $j-j$ في الأيونات السالبة ذات العدد الشحني Z الصغير.