

1. احسب طاقة المستويات: الثاني والثالث والرابع، لذرة الهيدروجين.

$$E_2 = -3.4 \text{ eV}$$

$$E_3 = -1.51 \text{ eV}$$

$$E_4 = -0.85 \text{ eV}$$

2. احسب فرق الطاقة بين مستوى الطاقة  $E_3$  ومستوى الطاقة  $E_2$  في ذرة الهيدروجين. **1.89 eV**

3. احسب فرق الطاقة بين مستوى الطاقة  $E_4$  ومستوى الطاقة  $E_2$  في ذرة الهيدروجين. **2.55 eV**

4. النص الآتي يمثل حل المعادلة  $r_n = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 k m q^2}$  عندما  $n = 1$ ، فإن نصف القطر يكون هو الأصغر لمستويات ذرة الهيدروجين. لاحظ أنه - ماعدا  $n^2$  - فإن كل المعطيات الأخرى في المعادلة ثابتة. وقيمة  $r_1$  تساوي  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ ، أو  $0.053 \text{ nm}$ . استخدم هذه المعلومات في حساب أنصاف أقطار مستويات الطاقة الثاني والثالث والرابع في ذرة الهيدروجين.

$$r_2 = 0.21 \text{ nm}$$

$$r_3 = 0.48 \text{ nm}$$

$$r_4 = 0.85 \text{ nm}$$

5. قطر نواة ذرة الهيدروجين  $2.5 \times 10^{-15} \text{ m}$ ، والمسافة بين النواة والإلكترون الأول  $5 \times 10^{-11} \text{ m}$  تقريباً. إذا استخدمت كرة قطرها  $7.5 \text{ cm}$  لتمثل النواة، فكم يكون بُعد الإلكترون؟

$$2 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\lambda_{23} = 658 \text{ nm}$$

$$\lambda_{34} = 488 \text{ nm}$$

6. أوجد الطول الموجي للضوء المنبعث في المسائل 2 و 3. أي الخطوط في الشكل 8-9 ترتبط مع كل عملية انتقال؟

7. في عملية انتقال محدد، تسقط طاقة ذرة الزئبق من مستوى طاقة 8.82 eV إلى مستوى طاقة 6.67 eV.

a. ما مقدار طاقة الفوتون المنبعث من ذرة الزئبق؟ **2.15 eV**

b. ما مقدار الطول الموجي للفوتون المنبعث من ذرة الزئبق؟ **578 nm**

8. انبعث فوتون طوله الموجي 304 nm من أيون الهيليوم، فإذا كانت طاقة أيون الهيليوم في حالة الاستقرار  $-54.4 \text{ eV}$ ،

فما مقدار طاقة الإثارة؟ **-50.3 eV**

9. نموذج راذرفورد النووي: لخص تركيب الذرة بناء على نموذج راذرفورد النووي.

جميع الذرات موجبة الشحنة ومعظم كتلتها في النواة الصغيرة الواقعة في مركز الذرة حيث تدور حولها إلكترونات سالبة الشحنة وفق النموذج النووي لرادرفورد.

10. الأطياف: فيم تختلف أطياف الانبعاث الذرية للمواد الصلبة المتوهجة والغازات، وفيم تتشابه؟  
المواد الصلبة المتوهجة تنتج حزمة متصلة من الألوان، بينما تنتج الغازات مجموعة من الخطوط الطيفية المنفصلة. وتتكون جميع الأطياف نتيجة تحولات في مستوى الطاقة في الذرة.

11. نموذج بور: فسّر كيف تحفظ الطاقة عندما تمتص ذرة فوتون الضوء؟

المجموع الأولي لطاقة الإلكترون في الذرة مضافاً إليه طاقة الفوتون الساقط يساوي الطاقة النهائية للإلكترون في الذرة.

12. نصف قطر المستوى: يسلك أيون الهيليوم سلوك ذرة الهيدروجين، ونصف قطر مستوى طاقة الأيون الأدنى يساوي  $0.0265 \text{ nm}$ . اعتماداً على نموذج بور، ما مقدار نصف قطر مستوى الطاقة الثاني؟

يعتمد نصف قطر مستوى الإلكترون على  $n^2$ ، لذلك فإن  $r_2 = 4r_1 = 0.106 \text{ nm}$ .

13. طيف الامتصاص: وضح كيفية حساب طيف الامتصاص لغاز ما. وضح أسباب ظهور الطيف.

ينفذ ضوء أبيض من خلال عينة من الغاز ثم من خلال جهاز سبكتروسكوب. ولأن الغاز يمتص أطوالاً موجية محددة فإن الطيف المستمر العادي يحتوي على خطوط معتمة.

14. نموذج بور: تم الكشف عن تحوّل ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة 101 إلى مستوى الطاقة 100. ما مقدار الطول الموجي للإشعاع؟ أين يقع هذا الانبعاث في الطيف الكهرومغناطيسي؟ **4.63 cm ميكروويف.**

15. **التفكير الناقد** نصف قطر نواة ذرة الهيدروجين  $1.5 \times 10^{-15} \text{ m}$  تقريبًا. إذا كنت راغبًا في بناء نموذج لذرة الهيدروجين باستخدام كرة بلاستيك  $r = 5 \text{ cm}$  لتمثل النواة فأين تضع إلكترونًا في مستوى  $n = 1$ ؟ هل يكون موقعه في غرفة صفك؟

**يمكن أن يوجد الإلكترون في مدار بور  $n=1$  على بعد  $1.8 \text{ km}$  من الكرة اللينة، وهذا يتجاوز الغرفة الصفية ومن المحتمل أن يتجاوز حرم (حدود) المدرسة أيضاً.**

16. أجهزة الليزر أي أجهزة الليزر في الجدول 1-9 تبعث ضوءًا أكثر احمرارًا (ضوءًا مرئيًا ذا طول موجي كبير)، وأيها يبعث ضوءًا أزرق، وأيها يبعث حزمًا ضوئية لا يمكن رؤيتها بالعين؟

**GaAs**

**InGaN و Ar<sup>+</sup>**

**Co<sub>2</sub> و Nd و GaAs و N<sub>2</sub> و KrF**

17. ضخ الذرات وضح ما إذا كان يمكن استخدام الضوء الأخضر لضخ ضوء ليزر أحمر. لماذا لا يستخدم الضوء الأحمر لضخ الضوء الأخضر؟

نعم، للفوتونات الحمراء طاقة أقل من طاقة الفوتونات الخضراء، ليس للفوتونات الحمراء طاقة كافية حتى تنبعث من الذرات.

18. محددات نموذج بور ما أوجه القصور في نموذج بور، على الرغم من توقعه سلوك ذرة الهيدروجين بدقة؟

لأنه يستطيع فقط أن يتوقع سلوك ذرات الهيدروجين، لكن لا يستطيع أن يفسر لماذا لا تطبق القوانين الكهرومغناطيسية.

19. النموذج الكمي وضح لماذا تعارض نموذج بور للذرة مع مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج، بينما لم

وفق مبدأ عدم التحديد لا يمكن أن تحدد موضع الجسيم وزخمه بدقة في الوقت نفسه، مثل مدار بور. النموذج الكمي يتنبأ فقط باحتمالية أن نصف قطر

20. أجهزة الليزر وضح كيف يعمل ليزر الانبعاث المحفز على إنتاج ضوء مترابط.

يستطيع الفوتون أن يحفز ذرة مثارة لبعث فوتون بالطاقة نفسها بالتزامن مع الفوتون المسبب، ويبقى الفوتون المسبب دون تغير. وهكذا تنتج حزمة ضوء مترابط وتزداد أكثر فأكثر في الخطوة نفسها.

21. ضوء الليزر ما الخصائص الأربعة لضوء الليزر التي تجعله مفيداً؟

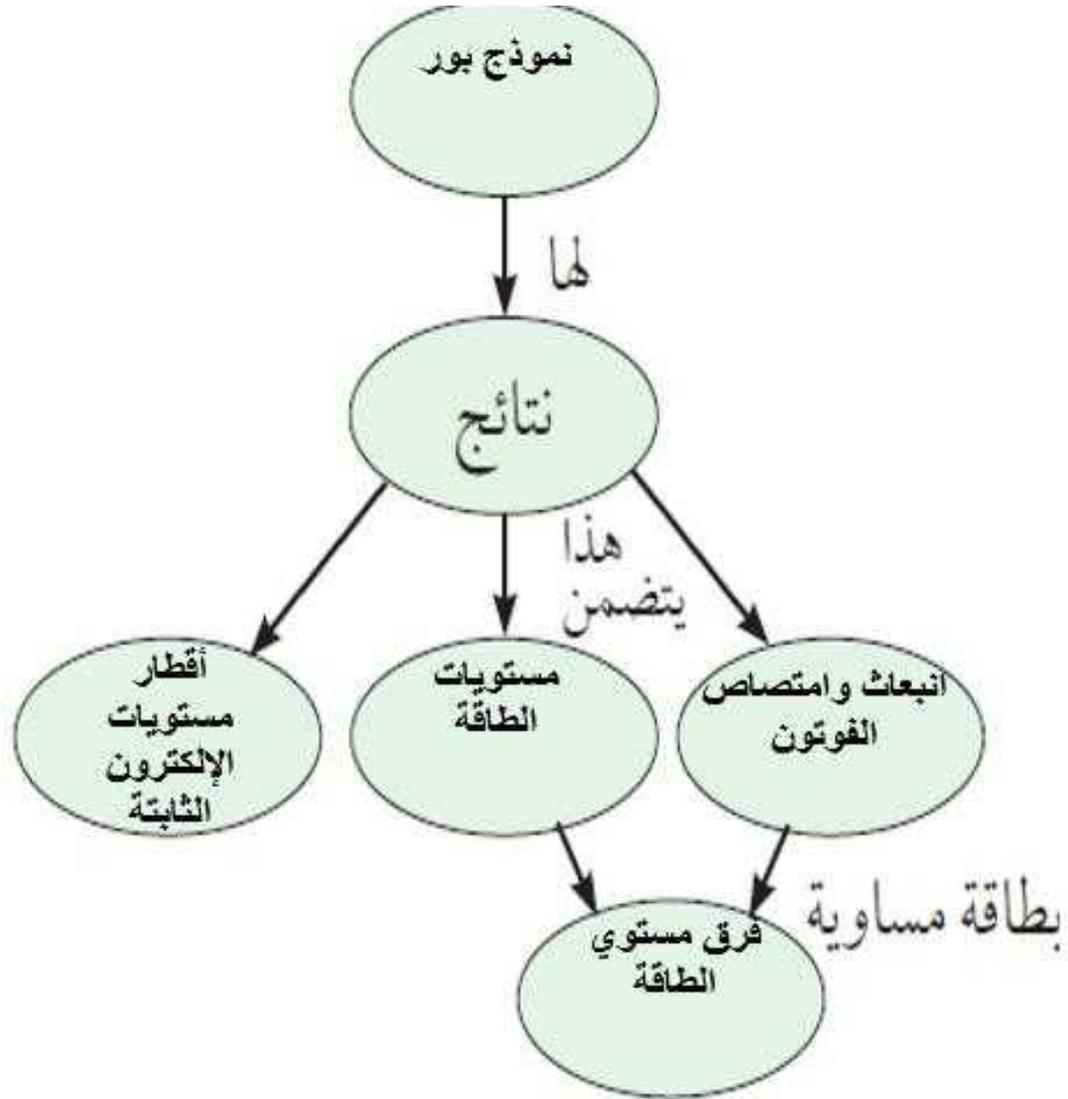
ضوء مركز ذو طاقة كبيرة، وموجه، وذو طول موجي موحد، ومترابط.

22. **التفكير الناقد** افترض أنه تم الحصول على سحابة صغيرة جداً من الإلكترونات، بحيث تكون الذرة بحجم النواة تقريباً. استخدم مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج لتوضيح لماذا تستهلك كمية هائلة من الطاقة في هذه الحالة.

السحابة الأصغر تعني معرفتنا بدقة أكبر لموقع الإلكترون. إذا كان موقع الجسم محددًا بدقة فإن زخمه الخطي يكون غير محدد بدقة. قد يكون عدم تحديد الزخم الخطي كبيراً فقط إذا كان الزخم الخطي كبيراً، لذلك فإن الطاقة الحركية للإلكترون يجب أن تكون كبيرة أيضاً، مما يتطلب طاقة كبيرة.

## خريطة المفاهيم

23. أكمل خريطة المفاهيم التالية مستخدمًا ما يلي:  
مستويات الطاقة، أقطار الإلكترون الثابتة، نموذج بور، انبعاث وامتصاص الفوتون، فرق مستوى الطاقة.



24. وضح كيف حدد راذرفورد أن الشحنة الموجبة في الذرة متركزة في منطقة صغيرة جدًا، وليست منتشرة في الذرة.

وجه شعاع جسيمات ألفا في اتجاه صحيفة رقيقة من الذهب وقاس عدد الجسيمات المنحرفة. العدد الصغير المنحرف بزوايا كبيرة يدل على نواة مركزة.

25. كيف فسر نموذج بور سبب تضمن طيف الامتصاص للهيدروجين نفس ترددات طيف الانبعاث؟

إن طاقة الفوتون المنبعث أو الفوتون الممتص تساوي التغير في الطاقة والتي يمكن فقط أن يكون لها قيم محددة.

26. راجع النموذج النووي (نموذج الكواكب) للذرة.  
ما المشكلات المتعلقة بهذا النموذج؟

عندما تخضع الإلكترونات لتسارع مركزي، فإنها سوف تخسر طاقة فتتخذ مساراً حلزونياً نحو النواة، وتشتع عند جميع الأطوال الموجية.

27. حلل وانتقد نموذج بور للذرة. ما الافتراضات الثلاثة التي قدمها بور لتطوير نموذجه؟

الحالات المستقرة (مستويات الطاقة المكتملة)، وتبعث الذرة أو تمتص الإشعاع فقط عندما تغير حالاتها، والزخم الزاوي مكمم.

28. أنابيب الغاز المفرغة وضح كيف تنتج الأطياف الخطية في أنابيب الغاز المفرغة؟

تنتقل الطاقة إلى الغاز، مما يسبب إثارة الإلكترونات، فتنقل إلى مستويات طاقة أعلى. ثم تتخلص الإلكترونات من فرق الطاقة بين مستويات الطاقة عندما تسقط عائداً إلى المستوي الأقل إثارة. ترتبط فروق الطاقة بين المستويات مع الخطوط الطيفية.

29. كيف قدّم نموذج بور تفسيرًا للطيف المنبعث من الذرات؟

تحدد الأطوال الموجية للفوتون بواسطة الفروق في طاقات المستويات المسموح بها.

30. فسّر لماذا تختلف الأطياف الخطية الناتجة عن أنابيب التفريغ لغاز الهيدروجين عن تلك الأطياف الناتجة عن أنابيب التفريغ لغاز الهيليوم.

كل عنصر له تكوين مختلف من الإلكترونات ومستويات الطاقة.

31. الليزر إن مصدر قدرة جهاز الليزر المختبري  $0.8 \text{ mW}$  ( $8 \times 10^{-4} \text{ W}$ ) فقط. لماذا يبدو أنه أكثر قدرة من ضوء مصباح كهربائي  $100 \text{ W}$ ؟

يتركز الضوء في حزمة ضيقة، بدلاً من أن ينتشر على مساحة واسعة.

32. جهاز مشابه لليزر يبعث إشعاع موجات ميكروويف يسمى الميزر. ما الكلمات المرجعية التي تكوّن هذا الاختصار؟

**تضخيم الموجات الميكروية باستعمال الانبعاث المحفز بالإشعاع.**

33. ما خصائص ضوء الليزر التي أدت إلى استخدامه في أجهزة العرض الضوئية؟

**الليزر موجات ضوئية موجهة ومركزة وذات أطوال موجية موحدة وأحادية اللون.**

### **تطبيق المفاهيم**

34. يختلف مستوى التعقيد لمستويات الطاقة من ذرة إلى أخرى. كيف تتوقع أن يؤثر ذلك في الأطياف التي تنتجها؟

**تصبح الأطياف أكثر تعقيداً.**

35. **الأضواء الشمالية** تحدث الأضواء الشمالية بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية قادمة من الشمس عندما تصطدم بذرات في الغلاف الغازي للأرض. إذا نظرت إلى هذه الأضواء بمنظار طيفي فهل تشاهد طيفاً متصلاً، أم طيفاً خطياً؟ فسر.

**طيف خطي – الضوء القادم من الغاز مكون من عناصر محددة.**

36. إذا انبعث ضوء أبيض من سطح الأرض وشاهده شخص من الفضاء، فهل يظهر الطيف بحيث يكون متصلاً؟ فسر.

**لا، طاقات معينة سوف تمتص بواسطة الغازات في الغلاف الغازي، لذلك سوف يحتوي الطيف على خطوط امتصاص.**

37. هل تعدّ قطع النقود مثلاً جيداً للتكمية؟ هل يعدّ الماء كذلك؟ فسر. نعم، النقود تأتي بقيم محددة.

**لا، يأتي الماء في أي كمية محتملة.**

38. ذرة لها أربعة مستويات للطاقة،  $E_4$  مستوى الطاقة الأعلى، و  $E_1$  مستوى الطاقة الأدنى. إذا حدثت انتقالات بين أي مستويين للطاقة، فما الأطوال الموجية المختلفة التي تستطيع الذرة أن تبعثها؟ وما الانتقال الذي يبعث فوتوناً بأعلى طاقة؟

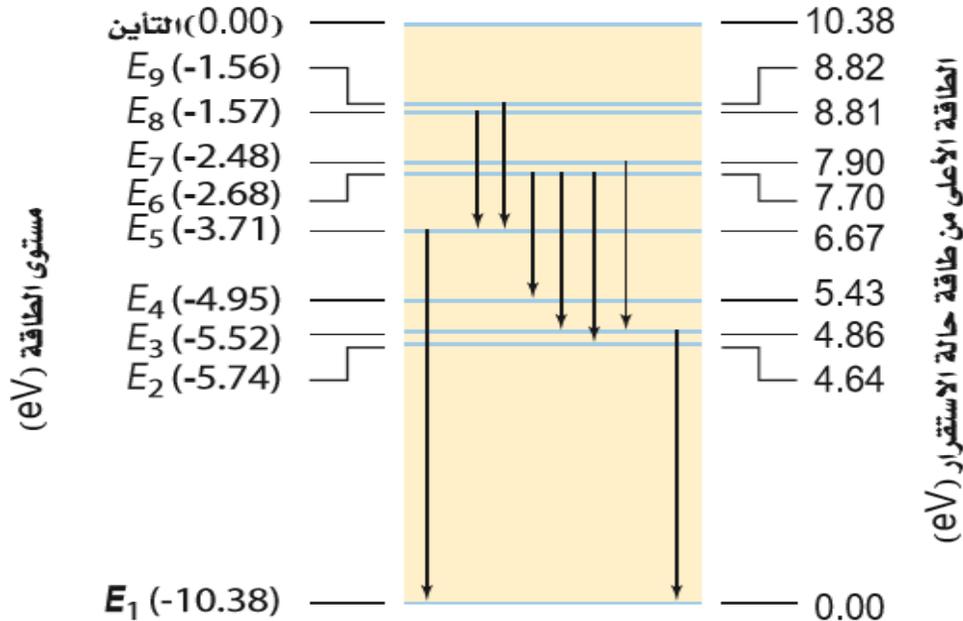
سته خطوط محتملة والفوتون ذو الطاقة الأعلى ينتج فقط بين المستويين

$$.E_4 \rightarrow E_1$$

39. من الشكل 5-21، يدخل فوتون طاقته 6.2 eV ذرة زئبق في حالة استقرار. هل تمتصه الذرة؟ فسر.

لا، لأنها تحتاج إلى طاقة 5.43 eV لنقل الإلكترون إلى مستوى الطاقة  $E_4$ .  
و 6.67 eV لنقل الإلكترون إلى مستوى الطاقة  $E_5$ . تمتص الذرة فقط الفوتونات التي لها طاقة محددة فقط.

شكل مستوى الطاقة لذرة الزئبق



الشكل 5-21

40. ينبعث فوتون عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين المثارة خلال مستويات طاقة أدنى. ما مقدار الطاقة العظمى التي يمكن أن تكون للفوتون؟ وإذا مُنحت كمية الطاقة هذه لذرة في حالة الاستقرار، فما الذي يحدث؟

الطاقة العظمى  $13.6 \text{ eV}$  وهذه أيضاً طاقة التأين لذرة الهيدروجين. سوف يغادر الإلكترون النواة.

41. قارن بين نظرية الكم الميكانيكية للذرة ونموذج بور. لنموذج بور أقطار مدارية ثابتة ويسمح بالحسابات فقط لذرات الهيدروجين. يعطي النموذج الحالي احتمالية وجود إلكترون في موقع ما، ويمكن أن يستخدم لجميع الذرات.

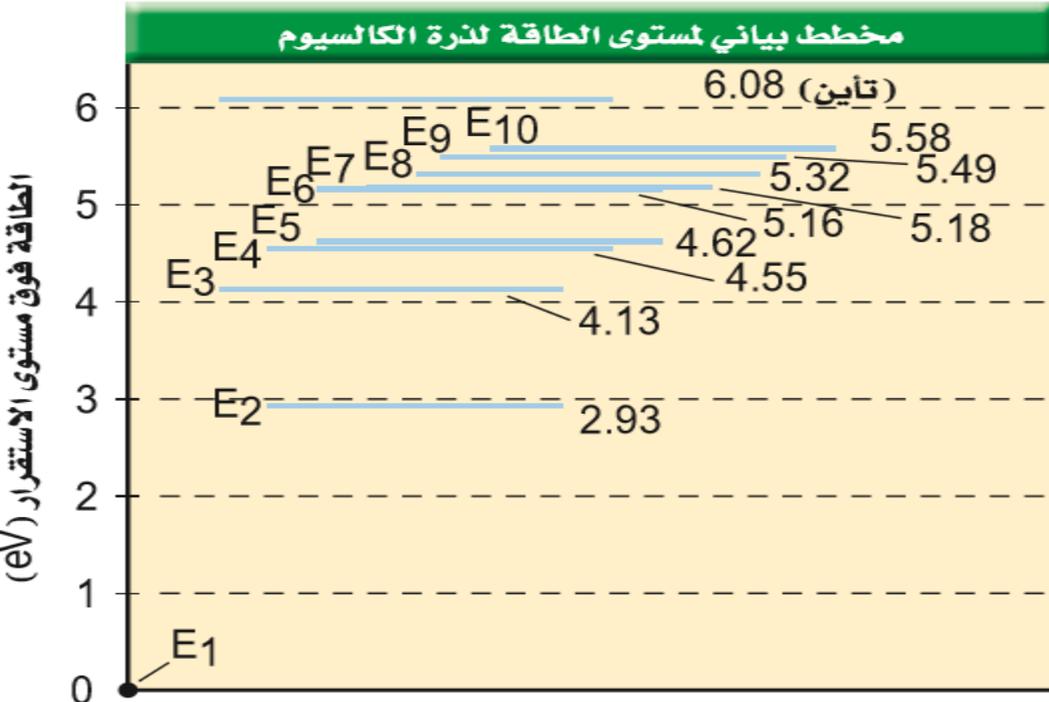
42. أي الليزر - الأحمر أو الأخضر أو الأزرق - ينتج فوتونات طاقتها أكبر؟ الضوء الأزرق.

### 5-1 نموذج بور الذري

43. ينتقل إلكترون ذرة كالسيوم من مستوى طاقة  $5.16 \text{ eV}$  فوق مستوى الاستقرار إلى مستوى طاقته  $2.93 \text{ eV}$  فوق مستوى الاستقرار. ما الطول الموجي للفوتون المنبعث؟  **$556 \text{ nm}$**

44. إذا دخل فوتون ضوء برتقالي طول له الموجي  $6.00 \times 10^2 \text{ nm}$  في ذرة كالسيوم مثارة عند مستوى الطاقة  $E_6$  فتأينت الذرة، ففما مقدار طاقة حركة الإلكترون المنبعث من الذرة؟ ارجع للشكل 5-22  **$1.15 \text{ eV}$**

45. ذرة كالسيوم مثارة إلى مستوى طاقة  $E_2$  طاقته  $2.93 \text{ eV}$  فوق مستوى الاستقرار. اصطدم بها فوتون طاقته  $1.20 \text{ eV}$  فامتصته. إلى أي مستوى طاقة تنتقل ذرة الكالسيوم؟ ارجع إلى الشكل 5-22.  **$E_3$**



46. ذرة كالسيوم مثارة عند مستوى طاقة  $E_6$ . ما مقدار الطاقة المنبعثة عندما تسقط الذرة إلى مستوى الطاقة  $E_2$ ؟ ارجع إلى الشكل 22-5.

$$2.23 \text{ eV}$$

47. احسب الطاقة المرتبطة بمستويات الطاقة  $E_2$  و  $E_7$  لذرة الهيدروجين.  $E_7 = -0.278 \text{ eV}$

$$E_2 = -3.4 \text{ eV}$$

48. احسب الفرق في مستويات الطاقة في المسألة السابقة.

ارجع إلى الشكل 21-5 لحل المسألتين 49 و 50.  $3.12 \text{ eV}$

49. ذرة زئبق مثارة عند مستوى طاقة  $E_6$ .

a. ما مقدار الطاقة اللازمة لتأيين الذرة؟  $2.68 \text{ eV}$

b. ما مقدار الطاقة المتحررة عندما تسقط الذرة إلى

مستوى الطاقة  $E_2$ ؟  $3.06 \text{ eV}$

50. ذرة زئبق مثارة طاقاتها  $-4.95 \text{ eV}$ ، امتصت فوتوناً فأصبحت في مستوى الطاقة الأعلى التالي. ما مقدار طاقة الفوتون؟ وما مقدار تردده؟

$$1.24 \text{ eV}$$

$$2.99 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

51. ما الطاقات المرتبطة مع مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين  $E_2, E_3, E_4, E_5$  و  $E_6$ ؟

$$E_2 = -3.4 \text{ eV}$$

$$E_3 = -1.51 \text{ eV}$$

$$E_4 = -0.85 \text{ eV}$$

$$E_5 = -0.54 \text{ eV}$$

$$E_6 = -0.378 \text{ eV}$$

52. باستخدام القيم المحسوبة في المسألة 51، احسب فروق الطاقة بين مستويات الطاقة التالية:

**0.166 eV**  $E_6 - E_5$  **.a**

**1.13 eV**  $E_6 - E_3$  **.b**

**2.55 eV**  $E_4 - E_2$  **.c**

**2.86 eV**  $E_5 - E_2$  **.d**

**0.97 eV**  $E_5 - E_3$  **.e**

53. استخدم القيم في المسألة 52 لحساب تردد الفوتونات

(a)  $4.01 \times 10^{13}$  Hz المنبعثة عندما ينجز إلكترون ذرة الهيدروجين

(b)  $2.73 \times 10^{14}$  Hz تغيرات في مستويات الطاقة المذكورة أعلاه.

(c)  $6.9 \times 10^{14}$  Hz

(d)  $2.3 \times 10^{14}$  Hz

54. احسب الطول الموجي للفوتونات ذات الترددات

التي قيمت بحسابها في المسألة 53. (a) 748 nm

(b)  $1.1 \times 10^3$  m

(c) 488 nm

(d) 435 nm

(e)  $1.3 \times 10^3$  Hz nm

55. تبعث ذرة هيدروجين فوتونًا طولُه الموجي

94.3 nm عندما تصل إلى حالة الاستقرار. من أي

مستوى طاقة انتقل إلكترونها؟ 6

56. ذرة هيدروجين مشارة إلى  $n = 3$ . وفق نموذج بور،

أوجد كلاً مما يلي:

a. نصف قطر المستوى.  $4.77 \times 10^{-10}$  m

b. القوة الكهربائية بين البروتون والإلكترون.  $1.01 \times 10^{-9} \text{ N}$

c. التسارع المركزي للإلكترون.  $1.11 \times 10^{21} \text{ m/s}^2$

d. السرعة الدورانية للإلكترون (قارن بين هذه

السرعة وسرعة الضوء).  $0.24\% = 7.28 \times 10^5 \text{ m/s}$

## 5-2 نموذج الذرة الكمي

57. مشغل القرص المدمج CD تستخدم ليزرات زرنبيخات

الجالسيوم كثيرًا في مشغلات القرص المدمج. إذا بعث

مثل هذا الليزر عند طول موجي  $840 \text{ nm}$ ، فما

مقدار الفرق بوحدة eV بين مستويات الطاقة؟  $1.5 \text{ eV}$

58. أدخل ليزر GaInNi بين مستويات طاقة مفصولة

بطاقة مقدارها  $2.90 \text{ eV}$ .

a. ما الطول الموجي للضوء المنبعث من الليزر؟  $428 \text{ nm}$

b. في أي جزء من الطيف يقع هذا الضوء؟ أزرق

59. ينبعث ليزر ثاني أكسيد الكربون بفوتون أشعة تحت حمراء طاقته عالية جدًا. ما مقدار فرق الطاقة بوحدّة eV بين مستويات الطاقة الليزرية؟ ارجع إلى

الجدول 1-5. **0.117 eV**

60. طاقة حزمة ليزر تساوي حاصل ضرب طاقة كل فوتون منبعث في عدد الفوتونات لكل ثانية.

a. إذا أردت الحصول على ليزر عند طول موجي 840 nm بحيث يكون له القدرة نفسها لليزر طول موجته 427 nm، فكم مرة يتضاعف عدد الفوتونات في كل ثانية؟ **1.97**

b. أوجد عدد الفوتونات لكل ثانية في ليزر قدرته

5.0 m W وطوله الموجي 840 nm.  **$2.1 \times 10^{16}$  فوتون / ثانية**

61. **ليزرات HeNe** يمكن صنع الليزرات HeNe

المستخدمة بوصفها مؤشرات يستخدمها المحاضرون، بحيث تنتج ليزراً عند الأطوال الموجية الثلاثة: 632.8 nm، 543.4 nm، 1152.3 nm.

a. أوجد فرق الطاقة بين كل وضعين متضمنين في حزمة كل طول موجي.

**1.69 eV**

**2.28 eV**

**1.98 eV**

b. حدد لون كل طول موجي.

**على التوالي: تحت الأحمر، أخضر، أحمر.**

62. يدخل فوتون طاقته  $14.0 \text{ eV}$  ذرة هيدروجين في حالة الاستقرار فيؤينها. ما مقدار الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر من الذرة؟  $0.4 \text{ eV}$

63. احسب نصف قطر المستوى لكل من مستويي الطاقة  $E_5$  و  $E_6$  لذرة الهيدروجين.  
 $r_5 = 1.33 \times 10^{-9} \text{ m}$   
 $r_6 = 1.91 \times 10^{-9} \text{ m}$

64. ذرة هيدروجين في المستوى  $n = 2$ :

a. إذا اصطدم فوتون طول له الموجي  $332 \text{ nm}$  بهذه

الذرة فهل تتأين؟ وضح ذلك. **اللازمة  $3.4 \text{ eV}$**

b. عندما تتأين الذرة، افترض أن إلكتروننا يكتسب

الطاقة الزائدة عن التأين، فكم تكون الطاقة

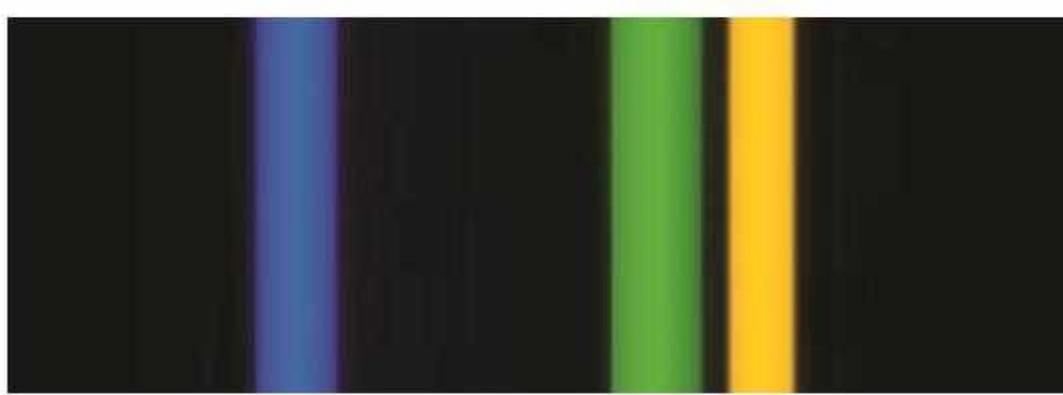
الحركية للإلكترون بوحدة الجول؟  **$E = 3.74 \text{ eV}$**

لذا فهي تتأين.

65. وُجهت حزمة من الإلكترونات إلى عينة من غاز الهيدروجين الذري. ما أقل طاقة للإلكترونات تلزم لينبعث ضوء أحمر ينتج عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة  $n = 3$  إلى مستوى الطاقة  $n = 2$ ؟ **12.1 eV**

66. تُستخدم أكثر تجارب المطياف دقة تقنيات (فوتونين)؛ حيث يوجّه فوتونان بأطوال موجية متكافئة على ذرات الهدف من اتجاهين متعاكسين. كل فوتون له نصف الطاقة اللازمة لإثارة الذرات من حالة الاستقرار إلى مستوى الطاقة اللازم. ما طول موجة الليزر الذي يلزم لإنجاز دراسة دقيقة لفرق الطاقة بين  $n = 1$  و  $n = 2$  في الهيدروجين؟

**243 nm**



436 nm

546 nm 579 nm

الشكل 5-23

67. تطبيق المفاهيم يوضح الشكل 5-23 نتيجة إسقاط طيف مصباح غاز الزئبق ذي الضغط العالي على حائط في غرفة مظلمة. ما فروق الطاقة لكل من الخطوط المرئية الثلاثة؟

من E6 إلى E3: 436 nm

2.84 eV

من E6 إلى E4: 546 nm

2.27 eV

من E8 إلى E5: 579 nm

2.14 eV

68. تفسير الرسوم التوضيحية بعد انبعث الفوتونات المرئية التي تم وصفها في المسألة 67، تستمر ذرة الزئبق في بعث فوتونات حتى تصل إلى حالة الاستقرار. من خلال اختبار الشكل 22-5 حدد ما إذا كانت هذه الفوتونات مرئية أم لا. فسر ذلك.

لا، الخطوط الطيفية الثلاثة الأعلى طاقة تغادر الذرة في الحالات فوق حالة الاستقرار (فوق البنفسجية). التغير من  $E_4$  إلى  $E_2$  تنتج فوتوناً تحت الحمراء.

69. التحليل والاستنتاج: تتكون ذرة البوزوترونيوم من إلكترون وضديد مادتها النسبي (بوزترون) يرتبطان معاً. وعلى الرغم من أن فترة الحياة لهذه الذرة قصيرة جداً (معدل فترة حياتها  $\frac{1}{7} \mu s$ ) فإنه يمكن قياس مستويات طاقتها. يمكن استخدام نموذج بور لحساب الطاقات مع استبدال كتلة الإلكترون بمقدار نصف كتلتها. صف كيف تتأثر أقطار المستويات والطاقة لكل مستوى. كم يكون الطول الموجي عند الانتقال من  $E_2$  إلى  $E_1$ ؟

الأقطار: ضعف الأكبر، الطاقات: نصف الكبيرة، الأطوال الموجية. مثلي

النصف، الضوء المنبعث من  $E_2$  إلى  $E_1$  سوف يكون 242.

## الكتابة في الفيزياء

70. اكتب بحثاً عن تاريخ تطور نماذج الذرة. واصفياً كل نموذج باختصار، ومحددًا أوجه القوة والضعف فيه.

يجب أن يتضمن البحث نموذج ثومسون (فطيرة البرقوق) والنموذج المداري الكلاسيكس نموذج بور والنموذج الكمي.

71. بعث مؤشر ليزر أخضر ضوءاً طوله الموجي  $532 \text{ nm}$ . اكتب بحثاً في نوع الليزر الذي استخدم في هذا النوع من المؤشرات، وصف طريقة عمله، وحدد ما إذا كان الليزر على شكل نبضات أم مستمرًا.

يستخدم نبضات ليزر Nd عند  $1064 \text{ nm}$  توضع IR داخل بلورة مضاعف التردد. ينتج الضوء بنصف ذلك الطول الموجي أو  $532 \text{ nm}$ .

72. فكّر في التعديلات التي يحتاج إليها تومسون ليجعل أنبوبة يسارع بروتونات بالإضافة إلى الإلكترونات، ثم أجب عن الأسئلة التالية:

a. لتحديد جسيمات لها السرعة نفسها، هل ستتغير النسبة  $\frac{E}{B}$ ؟ فسر ذلك.

لا،  $V = \frac{E}{B}$  لذلك فإن النسبة هي نفسها القيمة  $v$  المعطاة.

b. للمحافظة على الانحراف نفسه الذي يسببه المجال المغناطيسي، هل يجب أن يكون المجال المغناطيسي أكبر أم أقل؟ فسر ذلك.

للكتلة الأكبر، يجب أن تكون  $B$  كبيرة لتبقي  $r$  ثابتة.

73. جهد الإيقاف اللازم لاستعادة جميع الإلكترونات المنبعثة من فلز  $V = 7.3$ . ما مقدار الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات بوحدة الجول؟

$$1.2 \times 10^{-18} \text{ J}$$

# اختبار مقنن

## أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي نماذج الذرة الآتية تعتمد على تجربة صفيحة الذهب الرقيقة لراذرفورد؟

(A) نموذج بور

(B) النموذج النووي

(C) نموذج فطيرة الخوخ

(D) النموذج الكمي الميكانيكي

2. تبعث ذرة زئبق ضوءاً طول موجته  $405\text{ nm}$ . ما مقدار فرق الطاقة بين مستويي الطاقة في هذا الانبعاث؟

(C)  $3.06\text{ eV}$

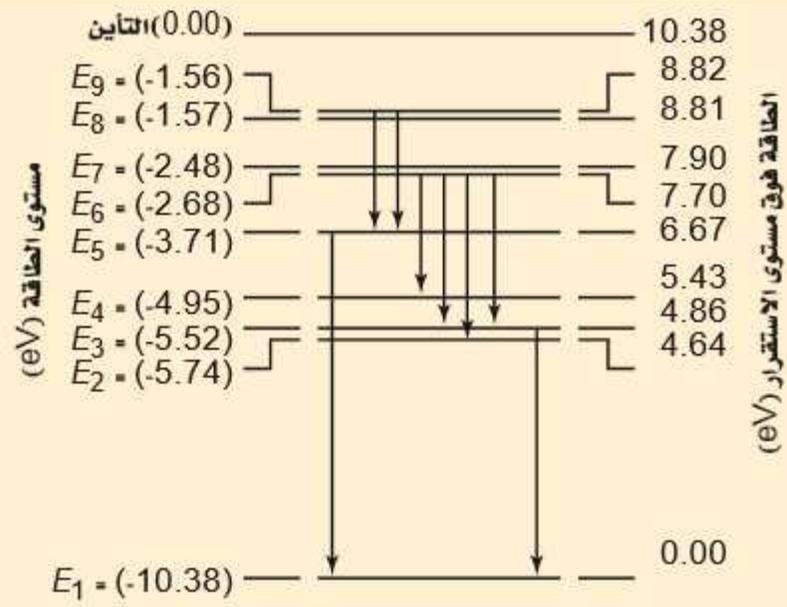
(A)  $0.22\text{ eV}$

(D)  $4.05\text{ eV}$

(B)  $2.14\text{ eV}$

B

C



**D**

3. يبين الرسم أدناه مستويات طاقة ذرة الزئبق. ما طول موجة الضوء المنبعث عندما تحدث تحولات في الذرة من مستوى الطاقة  $E_7$  إلى المستوى  $E_4$ ؟

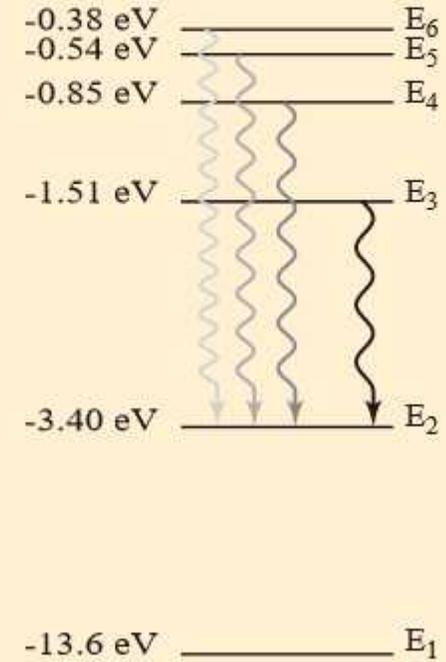
500 nm (C)                      167 nm (A)  
 502 nm (D)                      251 nm (B)

**B**

4. أي الجمل الآتية عن النموذج الكمي للذرة غير صحيحة؟

(A) مستويات الطاقة المسموح بها للذرة مكماة.  
 (B) مواقع الإلكترونات حول النواة معروفة بدقة.  
 (C) تحدد سحابة الإلكترون المساحة التي يحتمل أن يوجد فيها الإلكترون.  
 (D) ترتبط مستويات الإلكترون المستقرة مع طول موجة دي برولي.

حل المسألتين 5 و 6 ارجع إلى الرسم التوضيحي الذي يبين سلسلة بالمر لانتقال الإلكترون في ذرة الهيدروجين.



5. أي تحوّل مسؤول عن انبعاث ضوء بأكبر تردد؟

(C)  $E_6$  إلى  $E_3$

(A)  $E_5$  إلى  $E_2$

(D)  $E_2$  إلى  $E_6$

(B)  $E_2$  إلى  $E_3$

**D**

6. ما مقدار تردد خط سلسلة بالمر المرتبط بتحول

مستوى الطاقة من  $E_4$  إلى  $E_2$ ؟

(لاحظ أن  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )

$6.15 \times 10^{14} \text{ Hz}$  (C)

$2.55 \times 10^{14} \text{ Hz}$  (A)

$1.08 \times 10^{15} \text{ Hz}$  (D)

$4.32 \times 10^{14} \text{ Hz}$  (B)

C

### الأسئلة الممتدة

7. حدد الطول الموجي للضوء المنبعث عندما تنجز

ذرة الهيدروجين تحوُّلاً من مستوى طاقة  $n = 5$  إلى

مستوى طاقة  $n = 2$ ؟

**435 nm**