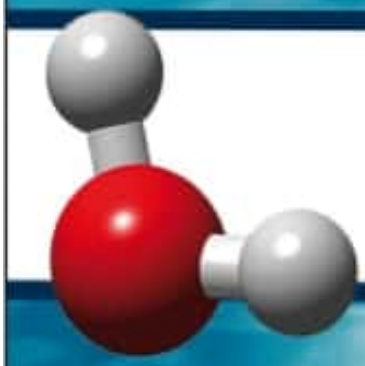
حسين عبد الرحيم
سارة بوهلال

بنيـــة المـــادة



ملخصات للدروس ومسائل محلولة

ديوان المطبوعات الجامعية

Scanné avec CamScanner

د. حسين عبد الرحيم سارة بوهلال

بنيـــة المـــادة

ملخصـــات للدروس
ومسائـــل محلولة

ديوان المطبوعات الجامعية

Scanné avec CamScanner

© ديوان المطبوعات الجامعية:11-2013
رقم النشر: 1.03. 5472
رقم ر.د.م.ك (ISBN): 978.9961.0.1720.3
رقم الإيداع القانوني: 6171 - 2013

Scanné avec CamScanner

مقدمة الكتاب

يأتي تأليف هذا الكتاب لسد حاجة طلاب وطالبات السنة الأولى من مختلف التخصصات العلمية بالجامعات الجزائرية.

يحتوي الكتاب على ستة فصول تغطي بشكل كامل البرنامج المقرر في مادة الكيمياء البنيوية، حيث يحتوي كل فصل على ملخص نظري للدروس المقررة فيه، متبوعا بمجموعة كبيرة ومتنوعة من التمارين المحلولة تساعد الطالب على فهم واستيعاب ما جاء في المحاضرات النظرية.

يحتوي الفصل الأول على عموميات ومفاهيم أساسية في الكيمياء العامة مثل المادة والطاقة، القوانين الوزنية، الصيغ الكيميائية،... الخ

أما الفصل الثاني فيتطرق إلى البنية الذرية (اكتشاف الإلكترون، مختلف التجارب التي أدت إلى التعرف على مكونات الذرة، النشاط الإشعاعي.. الخ)

ويتطرق الفصل الثالث إلى النماذج التقليدية للبنية الذرية، وخاصة النموذج الذري لبور وتطبيقه على حالة الهيدروجين وأشباهه.

أما الفصل الرابع فقد ركز على النماذج التي ترتكز على الميكانيك الموجي وتطبيقاتها على ذرة الهيدروجين. وتطرق كذلك إلى مفهوم الأفلاك (المدارات) الذرية، ومسألة الأعداد الكمية، وشكل المدارات الذرية، والبنية الإلكترونية للذرة، وكذا القواعد التي تتحكم في التوزع الإلكتروني للذرات.

وخصص الفصل الخامس إلى شرح جدول التصنيف الدوري للعناصر، وكل ما يتعلق بمسألة التوزع الإلكتروني للعناصر، وكذا دورية خواص العناصر.

أما الفصل السادس والأخير، فقد خصص لشرح الرابطة الكيميائية، حيث تطرقنا بإسهاب لمختلف أنواع الروابط الكيميائية، وكذا مسألة التهجين وأنواعه، وأخيرا نظرية الحظات (الأفلاك الجزيئية).

Scanné avec CamScanner

نتمنى أن نكون قد وفقنا في معالجة مختلف مواضيع هذا الكتاب، وتقديمها بالصورة المناسبة لجمهور طلابنا. وكلنا أمل في أن نكون قد ساهمنا ولو بجزء بسيط في الجهود الجبارة التي تبذلها بلادنا في مجال التكوين العالي وتحسينه، قصد خلق جيل من الشباب الجزائري ذي تكوين متميز، قادر على رفع التحديات، والسير ببلادنا نحو الأفضل.

الجزائر في 23 سبتمبر 2012.

الأستاذان: د. حسين عبد الرحيم سارة بوهلال

Scanné avec CamScanner

الفصل الأول

عموميات ومفاهيم أساسية

Scanné avec CamScanner

الفصل الأول
عموميات ومفاهيم أساسية
ملخص الدرس

1. مقدمة

كان يعتقد قديما أن العناصر الوحيدة الموجودة في الكون هي التراب، النار، الهواء، والماء. لكن بعد ظهور قانوني انحفاظ الكتلة والنسب الثابتة، ثم النظرية الذرية، تغيرت مفاهيم الكيمياء، وأصبحت تدرس بنية وتركيب وخواص وتحولات المواد، وكذلك أسباب التحولات الكيميائية والقوانين التي تخضع لها.

2. المادة والطاقة

يتكون العالم المادي أو الكون الذي يحيط بنا من أجسام مادية وإشعاعات.

1.2. الأجسام المادية: المادة هي كل ما يتميز بكتلة ويشغل حيزا في الفضاء. وتتميز المادة بخواص فيزيائية مقاسة في ظروف معينة، كما تتميز بخواص كيميائية فتتحول من جسم إلى آخر.

1.1.2. تصنيف الأجسام المادية:

يمكن تصنيف الأجسام المادية إلى مواد متجانسة وأخرى غير متجانسة.

المادة المتجانسة: تتكون من طور واحد، وتكون خواص جميع نقاطها متماثلة حيث لا يمكن تمييز مكوناتها بالعين المجردة. قد تكون المادة المتجانسة مادة نقية، (إما بسيطة (Cl, N, O..) أو مركبة (NO_2, H_2O)) أو محلول متجانس.

Scanné avec CamScanner

المادة الغير متجانسة:

تتكون المادة الغير متجانسة من عدة أطوار مختلفة الخواص، حيث يمكن فصل مكوناتها بطرق ميكانيكية معينة.

2.1.2. تحولات المادة: تميز نوعين من التحولات التي يمكن أن تطرأ على المادة:

- **تحولات فيزيائية:** التحول الفيزيائي هو تحول المادة من حالة فيزيائية إلى أخرى، نتيجة لتغير الظروف الخارجية من ضغط أو درجة حرارة، حيث تحافظ المادة على طبيعتها وإمكانية العودة إلى حالتها الابتدائية.
- **تحولات كيميائية:** التحول الكيميائي هو التحول الذي تختلف فيه المركبات الناتجة عن المركبات الابتدائية من حيث الخواص المميزة لها. يكون الرجوع إلى الحالة الابتدائية في أغلب التحولات الكيميائية غير ممكن.

3.1.2. حالات المادة: تكون المواد غالبا على ثلاثة أشكال:

الحالة الغازية: تتكون المادة في الحالة الغازية من دقائق صغيرة متباعدة جدا، تكون هذه الدقائق في حالة حركة مستمرة وعشوائية، هذا ما يجعل حجم وشكل الغاز غير محددين. وتكون القوى المتبادلة بين هذه الدقائق ضعيفة.

الحالة السائلة: تكون كثافة المواد السائلة مرتفعة، وتتخذ شكل الإناء الذي يحويها. تنتشر السوائل بسرعة وتترتب جسيماتها بشكل متوسط الانتظام، وتكون المسافة بين الجسيمات قصيرة. أما قوى التجاذب بينها فتكون أعلى من قوى التجاذب في الحالة الغازية.

الحالة الصلبة: تكون كثافة المواد الصلبة عالية. تترتب جسيماتها بدرجة انتظام عالية في شكل بلوري، وتكون المسافة بينها قصيرة جدا، هذا ما يجعل قوى التجاذب مرتفعة، ويساعد على الحفاظ على شكل المواد الصلبة الثابت.

2.2. الطاقة: الطاقة هي عبارة عن إشعاعات تأخذ عدة أشكال، منها طاقة ضوئية، طاقة حرارية، طاقة ميكانيكية، طاقة كهربائية، طاقة نووية أو ذرية...

Scanné avec CamScanner

تحسب طاقة الإشعاع من علاقة الفيزيائي الألماني بلانك (Planck) $E=h\nu$

حيث h ثابت بلانك ويساوي $h=6,6261x10^{-34}\,j.s$ ،

ν هو تواتر الإشعاع يقدر بالهرتز Hz.

تحسب الطاقة بدلالة طول موجة الإشعاع λ وسرعة الضوء في الخلاء c من علاقة بلانك:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

تحسب الطاقة الحركية E_c لجسيم مادي كتلته m يتحرك بسرعة v من العلاقة:

$$E_c = {}^1/_2\, mv^2$$

3.2. التحول كتلة–طاقة: بين الفيزيائي السويسري آنشتاين (Einstein) أن هناك علاقة بين الكتلة والطاقة عبر عنها بمعادلته المشهورة والتي سميت باسمه:

$$E=mc^2$$

3. القوانين الكتلية:

1.3. قانون انحفاظ الكتلة والطاقة: قانون لافوازييه Lavoisier; 1774

قانون انحفاظ الكتلة أو قانون لوموتوصوف Lomonosov 1748م ولافوازيي 1774م: لا تحدث أثناء التفاعل الكيميائي خسارة ولا اكتساب للكتلة، بمعنى آخر أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث وإنما يمكن تحويلها من شكل لآخر. أي أن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة.

Scanné avec CamScanner

قانون انحفاظ الطاقة: دلت التجارب على أن الطاقة المتبادلة عند اتحاد المواد تبقى محفوظة، أي أن الطاقة التي تستهلك عند تكوين مادة ما، يمكن استعادتها عند تفكيك هذه المادة.

2.3. قانون النسب الثابتة: قانون بروست Proust; 1801

عندما يحدث تفاعل كيميائي بين عدة عناصر فإنه يتم بنسب ثابتة، حيث أن التركيب الكيميائي للمركب النقي الناتج لا يتعلق بالطريقة التي حضر بها.

3.3. قانون الأعداد المكافئة (المكافئات): قانون ريشتر Richter; 1801

تتحد العناصر فيما بينها، أو يحل الواحد منها مكان الآخر في المركبات الكيميائية، بكميات معينة تتناسب مع مكافئاتها، أي أن:

$$m_1/m_2 = \epsilon_1/\epsilon_2$$

حيث m_1 , m_2 كتل العناصر المتحدة أو المتبادلة، و C_1 , C_2 كتلها المكافئة.

4.3. قانون النسب المضاعفة (المضاعفات): قانون دالتون Dalton; 1803

عندما يتحد العنصران A و B لتشكيل عدة مركبات، فإن كمية أحد العنصرين التي تتحد مع كمية ثابت من العنصر الآخر، توجد في هذه المركبات بنسب عددية بسيطة وصحيحة.

5.3. قانون آفوغادرو Avogadro; 1811

يحتوي حجم معين من أي غاز تحت نفس الشروط الخارجية من ضغط ودرجة حرارة على نفس العدد من الجزيئات. يسمى هذا الحجم في الحالة المعيارية بالحجم المولي ويساوي V=22,4 L.

Scanné avec CamScanner

مفهوم الكتلة الذرية: اتفق على اعتبار واحدة الكتلة الذرية (unité de masse atomique) تساوي 1/12 من كتلة نظير الكربون ^{12}C.

$$m_{uma} = \frac{1}{12} m_a(^{12}C) = \frac{1}{12}\frac{12}{N_A} = \frac{1}{N_A} = \frac{1}{6{,}023.10^{23}}$$
$$= 1{,}6605.10^{-24} g$$

الكتلة المكافئة لمركب كيميائي

- **الكتلة المكافئة للأحماض:** هي الكتلة التي تحوي 1,008ج.ك. من الهيدروجين القابلة للاستبدال.

$$\epsilon_{\text{الحمض}} = \frac{M_{\text{الحمض}}}{\text{عدد ذرات الهيدروجين القابلة للاستبدال}}$$

- **الكتلة المكافئة للأسس:** هي الكتلة التي لها القدرة على اكتساب 1,008ج.ك. من الهيدروجين أو تحرير 17ج.ك. من شاردة الهيدروكسيد (الماءات) OH.

$$\epsilon_{\text{الاساس}} = \frac{M_{\text{الأساس}}}{\text{عدد شوارد الماءات المستبدلة}}$$

- **الكتلة المكافئة للأملاح:** هي الكتلة التي تعطي مكافئا من المعدن أو 18,04ج.ك. من مجموعة الأمونيوم في أملاح الأمونيوم:

$$\epsilon_{\text{الملح}} = \frac{M_{\text{الملح}}}{y.B}$$

Scanné avec CamScanner

y: عدد ذرات المعدن في الملح. B: تكافؤ المعدن

- **الكتلة المكافئة في تفاعلات الأكسدة الإرجاعية:**
- **المؤكسدات:** تعرف الكتلة المكافئة للمؤكسدات بالعلاقة:

$$\epsilon_{Ox} = \frac{M_{Ox}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

- **المرجعات:** تعرف الكتلة المكافئة للمرجعات بالعلاقة:

$$\epsilon_{Red} = \frac{M_{Red}}{\text{عدد الالكترونات المحررة}}$$

4. الذرة والجزيء ومفهوم العنصر

تتألف الذرة من نواة مركزية موجبة الشحنة تتركز فيها معظم كتلة الذرة، تحتوي على النكليونات والتي هي مجموع البروتونات الموجبة والنيوترونات.

ويوجد حول النواة فراغ هائل تدور فيه الإلكترونات بصورة مستمرة في مجالات فراغية مختلفة الأشكال والأحجام. وتكون كتلة الذرة مساوية تقريبا لكتلة النواة، لإمكانية إهمال كتلة الإلكترونات مقارنة بكتلة النواة.

تتحد الذرات فيما بينها لتشكل الجزيئات، التي يمكن أن تكون بسيطة في حالة تماثل الذرات، أو مركبة في حالة عدم تماثلها. يسمى كل نوع من الذرات المتماثلة بالعنصر الكيميائي، ويوجد إلى حد اليوم 118 عنصرا معروفا. يحدد كل عنصر بمقدارين رئيسيين:

- **العدد الذري Z** (عدد الشحنة): هو عدد البروتونات في نواة الذرة.
  العدد الذري = عدد البروتونات (P^+) = عدد الإلكترونات (e^-)

Scanné avec CamScanner

- **العدد الكتلي A** (رقم الكتلة) :هو عدد النكليونات أي مجموع البروتونات والنترونات:

عدد الكتلة = عدد (P^+) + عدد (n)

يكتب العدد الكتلي كلاحقة علوية لرمز العنصر والعدد الذري كلاحقة سفلية.

5. الصيغ الكيميائية

هي طرق رمزية توضح التركيب العنصري وأعداد الذرات في المركب.

- **الصيغة الأولية (الوضعية، البسيطة)**: تعطي أبسط نسبة بين الذرات الموجودة في المركب. يمكن تعيينها بمعرفة النسب الكتلية والكتل الذرية للمكونات.
- **الصيغة الجزيئية (الحقيقية)**: تعطي الصيغة الجزيئية للمركب العدد الحقيقي للذرات في المركب، يمكن تعيينها بمعرفة كتلته الجزيئية.

Scanné avec CamScanner

نصوص تمارين الفصل الأول مع الحلول المقترحة

التمرين 1

ما الفرق بين المادة المتجانسة والمادة غير المتجانسة؟ حدد المواد المتجانسة من بين المواد التالية: التربة، الهواء، مشروب غازي، وقود السيارة، الذهب، محلول من الإيثانول والماء.

الحـــــل

تتكون المادة المتجانسة من طور واحد، وتكون خواص جميع نقاطها متماثلة، إذ لا نميز مكوناتها بالعين المجردة. قد تكون مادة نقية، إما بسيطة (Cl, N, O..) أو مركبة (NO_2, H_2O)، أو محلول متجانس. أما المادة غير المتجانسة فتتكون من عدة أطوار مختلفة الخواص يمكن تمييزها بالعين المجردة.

المواد المتجانسة من ضمن المواد المقترحة هي: وقود السيارة، الذهب، محلول من الإيثانول والماء.

التمرين 2

تتعلق خصائص المزيج بخصائص مكوناته، أما خصائص المركب فقد تكون جد مختلفة عن خصائص العناصر التي تكونه. حدد من أجل العمليات التالية نوع المادة المستعملة (مزيج أو مركب) ونوع العملية (تحول فيزيائي أو كيميائي):

- يعطي تقطير سائل برتقالي اللون سائلا أصفرا ومادة صلبة حمراء اللون.
- يعطي تفكيك مادة صلبة عديمة اللون غازا أصفرا مخضرا ومعدنا لينا لامعا.
- انحلال قطعة سكر في كأس من الشاي.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

- يتم خلال عملية التقطير فصل مكونات المزيج، فالسائل البرتقالي إذن عبارة عن مزيج بين سائل أصفر ومادة صلبة حمراء. يعتمد التقطير على اختلاف درجة غليان مكونات المزيج لفصلها وهي عملية فيزيائية، لأن مكونات المزيج لا تتغير.
- التفكيك هو عملية كيميائية، حيث يمكن الحصول على مواد جديدة في النواتج. المادة الصلبة البلورية هي إذن عبارة عن مركب.
- الشاي هو عبارة عن مزيج لعدة عناصر منحلة في الماء. انحلال قطعة سكر فيه هو تحول فيزيائي، لأن السكر لا يتفاعل مع مكونات الشاي بل يزيد من حلاوة المحلول.

التمرين 3

يحتوي مول واحد من الهيليوم على $6{,}023.10^{23}$ ذرة هيليوم. ماهو عدد ذرات الهيليوم في ميلي مول واحد و كيلومول واحد من الهيليوم؟

الحـــــل

$$N(1mmole) = N(1mole).10^{-3} = 6{,}023.10^{20}\ atomes$$

$$N(1kilomole) = N(1mole).10^{+3} = 6{,}023.10^{26}\ atomes$$

التمرين 4

أحسب n_1, n_2, n_3 ، عدد المولات في العينات التالية: 100 جزيء ماء، 100 غرام ماء، 150 جزيء O_2 على الترتيب.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

$$n_1 = \frac{N}{N_A} = \frac{100}{6{,}023.10^{23}} = 1{,}66.10^{-22}\ mole$$

$$n_2 = \frac{m}{M} = \frac{100}{18} = 5{,}55\ mole$$

$$n_3 = \frac{N}{N_A} = \frac{150}{6{,}023.10^{23}} = 2{,}49.10^{-22}\ mole$$

التمرين 5

1. ماهو عدد المولات والذرات والجزيئات في 2 غرام من جزيء الهيدروجين؟
2. ماهو عدد المولات والجزيئات، وعدد ذرات النحاس والأكسجين في عينة من أكسيد النحاس كتلتها 1,59g؟
3. ماهو عدد المولات والجزيئات، وعدد ذرات الكربون والهيدروجين في عينة من الميثان كتلتها 0,32g؟

الحـــــل

1. لدينا:

$$n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{2}{2x1} = 1mole\ de\ H_2 \equiv N_A de\ H_2 \equiv 2N_A de\ H$$

2. لدينا:

$$n_{CuO} = \frac{m}{M} = \frac{1{,}59}{63{,}54+16} = 0{,}01999\ moles$$

$$N_{CuO} = n_{CuO}.N_A = 0{,}12.10^{23}\ molecules$$

$$N_{Cu} = N_O = N_{CuO} = 0{,}12.10^{23}\ atomes$$

Scanné avec CamScanner

3. لدينا:

$$n_{CH_4} = \frac{m}{M} = \frac{0,32}{16} = 0,02\ moles$$

$$N_{CH_4} = n_{CH_4}.N_A = 0,12.10^{23}\ molecules$$

$$N_C = N_{CH_4} = 0,12.10^{23}\ atomes$$

$$N_H = 4.N_{CH_4} = 0,12x4.10^{23} = 0,48.10^{23}\ atomes$$

التمرين 6

الأسبارتام هو مُحَلي صناعي غير سكري، وهو أكثر حلاوة بـــ 200 مرة تقريباً من السكروز، ولكن بسعرات حرارية أقل بكثير. صيغته الجزيئية هي: $C_{14}H_{18}N_2O_5$.

1. أحسب الكتلة المولية للأسبارتام.
2. ماهو عدد المولات في 10 غ من الأسبارتام؟
3. ماهي كتلة 1,56 مول من الأسبارتام؟
4. ماهو عدد الجزيئات في 5 مغ من الأسبارتام؟
5. ماهو عدد ذرات الآزوت في 1,2 غ من الأسبارتام؟
6. أحسب كتلة 1.10^9 جزيء من الأسبرتام بالغرام.
7. ماهي كتلة جزيء واحد من الأسبارتام؟

الحـــــل

1. أحسب الكتلة المولية للأسبارتام:

$$M_A = 14x12 + 18x1 + 2x14 + 5x16 = 294\ g/mole$$

Scanné avec CamScanner

2. حساب عدد المولات في 10 غ من الأسبارتام:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10}{294} = 0{,}034\ mole$$

3. حساب كتلة 1.56 مول من الأسبارتام:

$$m = n.M = 1{,}56x294 = 458{,}64\ g$$

4. حساب عدد الجزيئات في 5 مغ من الأسبارتام:

$$N = n.N_A = \frac{m}{M}N_A = \frac{5.10^{-3}}{294}6{,}023.10^{23} = 1{,}02.10^{19}\ molecules$$

5. حساب عدد ذرات الآزوت في 1,2 غ من الأسبارتام:

$$\begin{cases} N_A \longrightarrow M_{Aspartame} \\ N \longrightarrow 1{,}2g \end{cases}$$

N هو عدد الجزيئات في 1,2 غ من المركب الذي يحتوي على ذرتين آزوت:

$$N_N = 2N = \frac{2x1{,}2xN_A}{M_{Aspartame}} = 4{,}91.10^{21}\ atomes$$

6. حساب كتلة 1.10^9 جزيء من الأسبرتام بالغرام:

$$m = n.M = \frac{N}{N_A}M = \frac{10^9}{6{,}023.10^{23}}x294 = 4{,}88.10^{-13}\ g$$

7. كتلة جزيء من الأسبارتام: يحتوي 1مول على N_A من الجزيئات، إذن:

$$m = \frac{M}{N_A} = \frac{294}{6{,}023.10^{23}} = 4{,}88.10^{-22}\ g$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 7

نريد تحديد الكتلة المولية الذرية للفاناديوم V بطريقة كيميائية، نخضع من أجل ذلك 2,893g من المركب $VOCl_3$ الصافي إلى سلسلة من التحولات، من شأنها أن تحول كل Cl إلى AgCl. إذا كانت كتلة AgCl المحصلة تساوي 7,1801g، احسب من هذه التجربة الكتلة المولية الذرية للفاناديوم. نعطي الكتل الذرية لكل من O, Cl, Ag كما يلي على التوالي: 107,870، 35,453، 15,999.

الحـــــل

نحسب عدد مولات AgCl في 7,1801g فنجد $\frac{7,1801}{143,323} = 0,05mole$

أي أن 7,1801g من AgCl تحتوي على 0,05mole من Cl.

إذن 2,893g من $VOCl_3$ هي كتلة 0,05/3 مول من هذا المركب. إذن كتلته المولية تساوي: $\frac{2,893x3}{0,05} = 173,58\ g$

وتكون الكتلة المولية للفاناديوم: M=173,58-15,999-(3x35,453)=51,222g

التمرين 8

ماهو وزن كمية كلوريد الأمونيوم المتشكلة عند مزج 7,3g من حمض كلور الماء مع 4g من النشادر؟

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

عند حل أي تمرين مرتبط بحساب الكمية الوزنية للمركبات المتفاعلة يجب أولا كتابة معادلة التفاعل الكيميائي. معادلة التفاعل هي كالتالي:

$$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$$

لنحدد الآن كميات NH_3 و HCl الداخلة في التفاعل:

$$HCl \quad + \quad NH_3 \longrightarrow \quad NH_4Cl$$

$$\begin{cases} 1mole & 1mole & 1mole \\ 36{,}5g & 17g & 53{,}5g \end{cases}$$

$$x(g) \qquad 4g \qquad\qquad x = \frac{36{,}5x4}{17} = 8{,}6\ g$$

وهي كمية HCl المتفاعلة مع 4g من NH_3

لكن من معطيات التمرين لدينا 7,3g من HCl فقط، ويجب حساب كمية NH_4Cl المتشكلة اعتمادا على كمية HCl المتوفرة.

$$HCl \qquad \longrightarrow \qquad NH_4Cl$$

$$\begin{cases} 1mole & 1mole \\ 36{,}5g & 53{,}5g \end{cases}$$

$$7{,}3 \qquad x(g) \qquad x = \frac{7{,}3x53{,}5}{36{,}5} = 10{,}7\ g$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 9

1. كيف نحضر 6 لترات من محلول 0,3N من حمض الكبريت H_2SO_4 ابتداء من H_2SO_4 الصافي؟ نعطي الكتلة الحجمية للحمض الصافي $1,88g.cm^{-3}$.
2. ماهي نظامية محلول من H_2SO_4 نسبته المئوية الكتلية 97%؟ حيث كتلته الحجمية $1,84g.cm^{-3}$.
3. كيف نحضر لتر واحد من محلول الصودا 1N؟

نعطي الكتل المولية: H=1, O=16, Na=23.

الحـــــل

1. تساوي نظامية محلول مولي من حمض الكبريت 2N. يحتوي هذا المحلول على 98g من H_2SO_4 في اللتر. ويحتوي محلول 0,3N إذن على كتلة في اللتر قدرها:

$$\frac{98x0,3}{2} = 14,7\ g$$

لتحضير 6 ل من المحلول يلزمنا 14,7x6، أي كمية من حمض الآزوت حجمها:

$$V = \frac{14,7x6}{1,88} = 46,9\ cm^3$$

إذن نمزج $46,9cm^3$ من حمض الكبريت الصافي مع كمية من الماء المقطر ثم نتمم بالماء المقطر حتى الحصول على حجم قدره 6 لترات، نشير إلى أن العملية يجب أن تجرى بحذر شديد لأن التفاعل ناشر للحرارة.

Scanné avec CamScanner

2. يزن لتر واحد من المحلول 1840g ويحتوي على:1840x0,97=1784,8g من الحمض أي 18,2mole من H_2SO_4. وتكون نظامية المحلول مساوية 18,2x2=36,4N

3. نذوب 40g من NaOH في كمية من الماء المقطر ثم نكمل إلى لتر واحد فنحصل على لتر من محلول الصودا نظاميته 1N.

التمرين 10

ماهو الملح الناتج من تفاعل 44,8 لتر من النشادر مع 98g من حمض الفوسفور في الشروط النظامية وما هو وزنه؟

الحـــــل

لنحسب أولا عدد مولات النشادر وحمض الفوسفور الداخلة في التفاعل.

نعرف أن حجم مول واحد من الغاز في الشروط النظامية يساوي 22,4 لتر.

وأن كتلة مول واحد من حمض الفوسفور هي 98g، إذن عدد مولات النشادر هو 2، وعدد مولات حمض الفوسفور هو 1، نكتب معادلة التفاعل كما يلي:

$$2NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$$

حيث يتشكل مول واحد من ثاني فوسفات الأمونيوم أي 132g.

التمرين 11

لدينا التفاعل التالي: $CaH_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2$

1. كم مولا من CaH_2 يوجد في 50g من CaH_2؟

Scanné avec CamScanner

2. ماهو حجم الهيدروجين المنطلق إذا كانت كمية CaH_2 مساوية 50g؟

الحـــــل

1. معادلة التفاعل: $CaH_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2$

الكتلة المولية لـــ CaH_2 تساوي: $M_{CaH2}=40,08+2=42,08$ g/mole

$$40,08 \longrightarrow CaH_2$$

$$50g \longrightarrow x \qquad \Rightarrow \quad x = \frac{1x50}{42,08} = 1,19\ mole$$

2. حجم الهيدروجين المنطلق:

$$\begin{cases} H_2 \text{ مولات من} & \leftarrow CaH_2 \text{ مول واحد من} \\ H_2 \text{ لتر من } 2x22,4 & \leftarrow CaH_2 \text{ مول واحد من} \end{cases}$$

إذن 1,19 مول من CaH_2 $\leftarrow$ $53,31 = 1,19x2x22,4$ لتر من H_2

النتيجة: حجم H_2 المنطلق إذا كانت كمية CaH_2 مساوية 50g هو 53,31 لتر.

التمرين 12

ليكن التفاعل التالي: $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$

1. ماهو حجم الأكسجين اللازم لأكسدة 100g من الحديد؟
2. ماهو عدد مولات Fe_2O_3 الناتج من أكسدة 100g من الحديد؟

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. لأكسدة 4x55,85g من Fe يلزم 3 مول من O_2 أي: 3x22,4 لترا من O_2:

$$4x55,85g \longrightarrow 3x22,4l$$

$$100g \longrightarrow x \Longrightarrow x = \frac{3x22,4x100}{4x55,85} = 30,08\,l$$

إذن يلزم لأكسدة 100g من الحديد 30,08 لترا من الأكسجين.

2. 4 مولات من الحديد تنتج مولين من Fe_2O_3 (حسب معادلة التفاعل)، إذن:

$$4x55,85g \text{ حديد} \longrightarrow Fe_2O_3 \text{ مولان من}$$

$$100g \text{ حديد} \longrightarrow x \Longrightarrow x = \frac{2x100}{4x55,85} = 0,895$$

إذن عدد مولات Fe_2O_3 الناتج عن أكسدة 100g من الحديد هو 0,895 مول.

التمرين 13

أحسب نسب تواجد الفوسفور في المركبات التالية: Na_3PO_4 , PH_3 , P_4O_{10} , $(NPCl_2)_3$

الحـــــل

$$M_{(NPCl_2)_3} \longrightarrow 100\%$$

$$M_{3P} \longrightarrow P\%, \quad P\% = \frac{M_{3P}.100}{M_{(NPCl_2)_3}} = \frac{3x31x100}{3(14+31+(35,5x2))} = 26,72\%$$

$$M_{P_4O_{10}} \longrightarrow 100\%$$

Scanné avec CamScanner

$$M_{4P} \longrightarrow P\% \qquad P\% = \frac{M_{4P}.100}{M_{P_4O_{10}}} = \frac{4x31x100}{31x4+16x10} = 43{,}66\%$$

$$M_{PH_3} \longrightarrow 100\%$$

$$M_P \longrightarrow P\% \qquad P\% = \frac{M_P.100}{M_{PH_3}} = \frac{31x100}{31+1x3} = 91{,}17\%$$

$$M_{Na_3PO_4} \longrightarrow 100\%$$

$$M_P \longrightarrow P\% \quad P\% = \frac{M_P.100}{M_{Na_3PO_4}} = \frac{31x100}{23x3+31+16x4} = 18{,}90\%$$

التمرين 14

عند تفاعل أحد أكاسيد الآزوت مع الكربون نحصل على ثاني أكسيد الكربون والآزوت، حيث تكون حجوم أكسيد الآزوت وثاني أكسيد الكربون والآزوت مرتبطة مع بعضها بعضا بالنسبة 1:0,5:1. أوجد صيغة أكسيد الآزوت.

الحـــــل

علاقة حجوم المركبات الغازية هي علاقة مرتبطة مع عدد جزيئاتها الغرامية، عندئذ نحدد عدد الذرات الغرامية للأكسجين والآزوت في أكسيد الآزوت. نجد إذن من معطيات التمرين أن:

$$N_xO_y : CO_2 : N_2 \quad = \quad 1 : 0{,}5 : 1 \quad = \quad 2 : 1 : 2$$

وحسب النسب السابقة الموجودة لعدد الجزيئات الغرامية (المعاملات في معادلة التفاعل) تكتب معادلة التفاعل كالتالي:

$$2N_xO_y + C \longrightarrow CO_2 + 2N_2$$

Scanné avec CamScanner

ومن هذه المعادلة نرى بوضوح أن x=2 و y=1 أي أن صيغة أكسيد الآزوت هي N_2O وتكون معادلة التفاعل بالشكل:

$$2N_2O + C \longrightarrow CO_2 + 2N_2$$

التمرين 15

يتكون مركب كيميائي غازي من عنصري الآزوت والأكسجين، عين صيغة هذا المركب إذا علمت أن غراما واحدا منه يشغل حجما قدره $561cm^3$ عند درجة حرارة $28C^\circ$ وضغط 1جو.

الحـــــل

تعيين صيغة المركب: PV=nRT

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1x0,561}{0,082x301} = 0,0227\ mole$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{1}{0,0227} = 44\ g/mole$$

$$N_xO_y \Longrightarrow 14x + 16y = 144 \Longrightarrow N_2O$$

التمرين 16

أوجد صيغة مركب ما إذا كانت النسب المئوية لعناصره كالتالي:

O: 48%, C: 12%, Ca: 40%

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

لنحدد أولا عدد الذرات الغرامية للعناصر المكونة للمركب ثم نحاول إيجاد العلاقة بينهما.

واضح أنه يوجد في 100g من المركب 40g من Ca، 12g من C، 48g من O. أي أن عدد الذرات الغرامية (المولات) يساوي:

$$\text{عدد الذرات الغرامية (المولات)} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الذري الغرامي}}$$

$$Ca: 40/40 = 1, \qquad C: 12/12 = 1, \qquad O: 48/16 = 3$$

وتكون العلاقة بين عدد الذرات الغرامية كمايلي: Ca : C : O = 1 : 1 : 3
وتكون صيغة المركب هي $CaCO_3$.

التمرين 17

يتكون مركب من الحديد والكربون، مع العلم أنه يلزم لـــ 14 جزء كتلي من الحديد جزءا كتليا واحدا من الكربون. أوجد صيغة هذا المركب.

الحـــــل

يوجد في 15 جزء كتلي من المركب مقدار 14 جزءا كتليا من Fe وجزء كتلي واحد من C، ويكون حينئذ عدد الذرات الغرامية لـــFe في 15 غراما من المركب مساويا 14/56 أو 1/4، أما عدد الذرات الغرامية لـــC فتساوي 1/12:

$$Fe : C = \frac{1}{4} : \frac{1}{12} = 3:1$$

تكون صيغة المركب هي Fe_3C.

Scanné avec CamScanner

التمرين 18

حدد صيغة المركب المكون من الصوديوم، الكلور والأكسجين، حيث أنه يتسخين غرام واحد من هذا المركب ينطلق 0,45g أكسجين ويتشكل ناتج صلب هو ملح الطعام.

الحل

بمعرفة وزن المركب والأكسجين المنطلق يمكن تحديد العلاقة بين عدد الذرات الغرامية للأكسجين. يساوي عدد الجزيئات الغرامية لـــ NaCl عدد الذرات الغرامية للأكسجين الموجودة في غرام واحد من المركب 0,45/16 ، أما وزن NaCl في غرام واحد من المركب فيساوي 1-0,45=0,55g.

تساوي الكتلة المولية لـــ NaCl 23+35,5=58,5، ومنه يكون عدد مولات NaCl في غرام واحد من المركب 0,55/58,5. العلاقة بين عدد مولات الأكسجين وعدد مولات NaCl هي:

$$O : NaCl = \frac{0,45}{16} : \frac{0,55}{58,5} = \frac{45}{16} : \frac{55}{58,5} = 2,81 : 0,94 = 3 : 1$$

ومنه تكون الصيغة الكيميائية للمركب $NaClO_3$.

التمرين 19

تحتوي عينة من غاز على 2,34g من N و 5,34g من O. ماهي أبسط صيغة له؟

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

نحسب عدد مولات كل عنصر:

$1\ mole\ N \longrightarrow 14g\ N$

$n_N \longrightarrow 2{,}34g\ N \qquad n_N = \frac{1x2{,}34}{14} = 0{,}167\ mole$

$1\ mole\ O \longrightarrow 16g\ O$

$n_O \longrightarrow 5{,}34g\ O \qquad n_N = \frac{1x5{,}34}{16} = 0{,}334\ mole$

نقسم هذه القيم على أصغرها فنجد: NO_2

التمرين 20

ماهي الصيغة الأولية لمركب يتكون من 43,7% فوسفور و 56,3% أكسجين؟ (نسب كتلية)

الحـــــل

نحتوي عينة من المركب كتلتها 100 غرام على 43,7g من P و 56,3g من O:

$1\ mole\ P \longrightarrow 31g\ P$

$n_P \longrightarrow 43{,}7g\ P \qquad n_P = \frac{1x43{,}7}{31} = 1{,}41\ mole$

$1\ mole\ O \longrightarrow 16g\ O$

$n_O \longrightarrow 56{,}3g\ O \qquad n_O = \frac{1x56{,}3}{16} = 3{,}52\ mole$

نقسم هذه القيم على أصغرها فنجد: P_2O_5

Scanné avec CamScanner

التمرين 21

عين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لمركب كتلته المولية تساوي 283,88 g/mole. وتركيبه المئوي الكتلي هو: .O% : 56,36% , P% : 43,64%.

ما الفرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية للمركب الكيميائي؟ هل يمكن أن تتساوى الصيغتان؟

الحـــل

تحتوي عينة من المركب كتلتها 100 غرام على 43,64g من الفوسفور و56,36g من الأكسجين. نحسب عدد المولات لكل عنصر:

$1\ mole\ P \longrightarrow 31g\ P$

$n_P \longrightarrow 43{,}64g\ P \qquad n_P = \frac{1x43{,}64}{31} = 1{,}408\ mole$

$1\ mole\ O \longrightarrow 16g\ 0$

$n_O \longrightarrow 56{,}36g\ O \qquad n_O = \frac{1x56{,}36}{16} = 3{,}523\ mole$

نقسم هذه القيم على أصغرها فنجد: $PO_{2,5}$ يكون عدد الذرات في أي مركب دوما عددا صحيحا إذن الصيغة الأولية الصحيحة هي: P_2O_5 . نقارن كتلة الصيغة الأولية مع الكتلة المولية للمركب.

$M_{الأولية}(P_2O_5) = 31x2 + 16x5 = 142\ g/mole$

$M_{reelle} = 283{,}88\ g/mole$

$\frac{M_{reelle}}{M_{الأولية}} = 2$

Scanné avec CamScanner

إذن الصيغة الجزيئية هي: $(P_2O_5)_2 \equiv P_4O_{10}$

تعطي الصيغة الجزيئية العدد الحقيقي لذرات كل عنصر في جزيء ما. أما الصيغة الأولية فلا تعطي سوى أبسط نسبة بين عدد ذرات كل عنصر. أي أن الصيغة الجزيئية هي صيغة مضاعفة للصيغة الأولية ويمكن أن تساويها.

التمرين 22

تفاعلت كتلة من الكحول الإثيلي مقدارها 0,1g تفاعلا تاما مع الأكسجين، فنتج عن ذلك 0,191g من CO_2 و 0,1172g من H_2O. ما هي الصيغة الأولية لهذا المركب؟

الحـــــل

$m_{CO_2} = 0{,}191g \longrightarrow 44g$

$m_C \longrightarrow 12g \qquad m_C = \frac{0{,}191x12}{44} = 0{,}0521\ g$

$m_{H_2O} = 0{,}1172g \longrightarrow 18g$

$m_{H_2} \longrightarrow 2g \qquad m_H = \frac{0{,}1172x2}{18} = 0{,}0130\ g$

$m_O = m_{tot} - (m_C + m_H) = 0{,}1 - (0{,}0651) = 0{,}0349\ g$

$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{0{,}0521}{12} = 4{,}34.10^{-3}\ mole$

$n_H = \frac{m_H}{M_H} = \frac{0{,}0131}{1} = 1{,}30.10^{-2}\ mole$

$n_O = \frac{m_O}{M_O} = \frac{0{,}0349}{16} = 2{,}18.10^{-3}\ mole$

Scanné avec CamScanner

نقسم هذه القيم على أصغرها فنجد: C_2H_4O

التمرين 23

عين الصيغة الأولية الجزيئية لمركب كتلته المولية تساوي 98,96 g/mole ، وتركيبه المئوي الكتلي: .H% : 4,07% , C% : 24,27%, Cl% : 71,65%.

الحل

تحتوي عينة من المركب كتلتها 100 غرام على 71,65g من الكلور و24,27g من الكربون و 4,07g من الهيدروجين.

نحسب عدد المولات لكل عنصر:

$$1\ mole\ Cl \longrightarrow 35{,}5g\ Cl$$

$$n_{Cl} \longrightarrow 71{,}65g\ Cl \qquad n_{Cl} = \frac{1x71{,}65}{35{,}5} = 2{,}018\ mole$$

$$1\ mole\ C \longrightarrow 12g\ C$$

$$n_C \longrightarrow 24{,}27g\ C \qquad n_C = \frac{1x24{,}27}{12} = 2{,}022\ mole$$

$$1\ mole\ H \longrightarrow 1g\ H$$

$$n_H \longrightarrow 4{,}07g\ H \qquad n_H = \frac{1x4{,}07}{1} = 4{,}07\ mole$$

نقسم هذه القيم على أصغرها فنجد: CH_2Cl

لتعيين الصيغة الجزيئية، نقارن كتلة الصيغة الأولية مع الكتلة المولية للمركب.

Scanné avec CamScanner

$$M_{(CH_2Cl)} = 12 + 2 + 35{,}5 = 49{,}5\ g/mole$$

$$M_{reelle} = 98{,}96\ g/mole \qquad \Rightarrow \frac{M_{reelle}}{M_{(CH_2Cl)}} = 2$$

إذن الصيغة الجزيئية هي $(CH_2Cl)_2 = C_2H_4Cl_2$

التمرين 24

لا تتعلق تركيبة الماء الناتج في عملية احتراق الهيدروجين بوجود الأكسجين بكمية الأكسجين المتوفرة. فسر هذه الظاهرة اعتمادا على قانون النسب الثابتة.

الحـــل

تكون تركيبة نفس المركب دوما ثابتة، إذ تتفاعل كمية معينة من الهيدروجين مع كمية محددة من الأكسجين فقط. الكمية الفائضة من الأكسجين لا تدخل في التفاعل.

التمرين 25

عند مزج غازي الهيدروجين والكلور لا تتغير خصائص الناتج مهما كانت الكميات الممزوجة. فسر هذه النتائج اعتمادا على قانون النسب الثابتة.

Scanné avec CamScanner

ماهو حجم غاز كلور الهيدروجين الناتج إذا تفاعل حجمان متساويان من غازي الهيدروجين والكلور عند نفس الحرارة والضغط؟

الحـــــل

يحتوي نفس المركب دائما على نفس العدد من الذرات.

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

يكون حجم غاز كلور الهيدروجين الناتج ضعف حجم غاز الهيدروجين المستعمل.

التمرين 26

ليكن الجدول التالي حيث لا تحتوي المركبات أ، ب، و ج إلا على الآزوت والأكسجين. كيف تحقق المعطيات السابقة قانون النسب المضاعفة؟

المركب	كتلة الآزوت المتحدة مع 1 غ من الأكسجين
أ	1,750g
ب	0,8750g
ج	0,4375g

الحـــــل

لتحقق قانون النسب المضاعفة، يجب كون النسبة بين كتل الآزوت التي تتحد مع 1 غرام من الأكسجين في كل مركب عبارة عن عدد صحيح وبسيط.

$$\frac{\text{أ}}{\text{ب}} = \frac{1,750}{0,8750} = 2\,, \qquad \frac{\text{ب}}{\text{ج}} = \frac{0,8750}{0,4375} = 2\,, \qquad \frac{\text{أ}}{\text{ج}} = \frac{1,750}{0,4375} = 4$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 27

لتكن المركبات التالية، والتي لا تحتوي إلا على عنصري الكبريت والفلور:

المركب	كتلة الفلور	كتلة الكبريت
أ	1,1888g	1,000g
ب	2,375g	1,000g
ج	3,563g	1,000g

بين أن المعطيات السابقة تحقق قانون النسب المضاعفة.

الحـــــل

لنحسب نسب كتل الفلور إلى الكبريت: $\frac{1,1888}{1,000} = 1,1888$

$$\frac{2,375}{1,000} = 2,3750$$

$$\frac{3,563}{1,000} = 3,5630$$

$$1,1888 : 2,3750 : 3,5630 \quad = \quad 1 : 2 : 3$$

التمرين 28

يتحد عنصران A و B ليشكلا مركبين أ و ب. يتحد في المركب الأول 14 غ من A مع 3 غ من B، وفي المركب الثاني 7 غ من A مع 4.5 غ من B. بين كيف تحقق هذه المعطيات قانون النسب المضاعفة.

Scanné avec CamScanner

الحـــل

النسبة الكتلية من A التي تتحد مع 1 غ من B هي:

$$\frac{14}{3} = 4{,}66 \quad , \quad \frac{7}{4{,}50} = 1{,}55$$

$$4{,}66 : 1{,}55 = 3 : 1$$

Scanné avec CamScanner

الفصل الثاني

البنية الذرية والنشاط الإشعاعي

Scanné avec CamScanner

الفصل الثاني

البنية الذرية

ملخص الدرس

1. مقدمة

لقد ظل الاعتقاد سائدا حتى أواخر القرن التاسع عشر أن الذرة غير قابلة للانقسام، أي أنها تمثل أصغر جزء مادي. ثم تبين عدم صحة ذلك الاعتقاد بعد إجراء تجارب عديدة، مثل أعمال العالم فاراداي على تمرير التيار الكهربائي في المحاليل، حيث تم اكتشاف دقائق عنصرية أخرى في الذرة.

سنبين في هذا الفصل بعض التجارب التي تؤدي إلى إيضاح الطبيعة الكهربائية للذرة ومكوناتها.

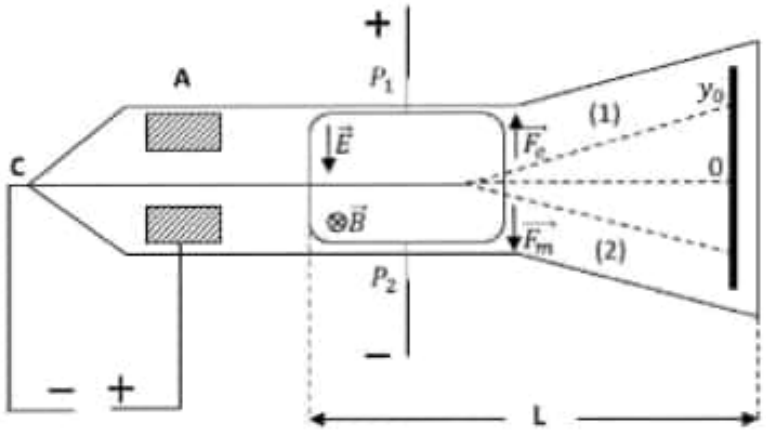
2. اكتشاف الإلكترون

1.2. تجربة بلوكر وكروكس Plücker et Crookes ; 1875 (الأشعة المهبطية)

كشف الكيميائي البريطاني كروكس عن وجود إشعاعات تنطلق من القطب السالب نحو القطب الموجب، أطلق عليها الفيزيائي الألماني غولدشاتين (Goldstein) اسم الأشعة المهبطية، وهي الإلكترونات. تسير الأشعة المهبطية في خطوط مستقيمة عمودية على المهبط، يمكن للمادة أن تمتصها وتوقفها، كما تتميز هذه الأشعة المهبطية بكتلة وتنحرف في المجال الكهربائي نحو القطب الموجب.

Scanné avec CamScanner

2.2. تجربة تومسون Thomson; 1897 (قياس الشحنة النوعية)



أخضع الفيزيائي البريطاني تومسون الأشعة المهبطية إلى تأثير حقل كهربائي $\vec{E}$، فانحرفت بفعل القوة الكهربائية $\vec{F_e}$ لتسقط على أعلى الشاشة (y_0)، تمكن تومسون من إزالة هذا الانحراف بتطبيقه حقل مغناطيسي تحريضه $\vec{B}$ موجه بشكل عمودي على الحقل الكهربائي $\vec{E}$. فتسقط الحزمة بفعل القوة المغناطيسية $\vec{F_m}$ على أسفل الشاشة، وبتشغيل الحقلين معا وضبط قيمتيهما بدقة فإن البقعة الضوئية تعود إلى وضعها الأول.

$$F_e = eE = m_e.\gamma \Longrightarrow \gamma = eE/m_e$$

$$\overrightarrow{F_m} = q.(\vec{v}\Lambda\vec{B}) \Longrightarrow |F_m| = |q|.v.B.\sin\alpha = |e|.v.B$$

$$F_e = F_m \Longrightarrow eE = B.e.v \Longrightarrow v = E/B$$

$$y_0 = \frac{1}{2}\gamma t^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{eE}{m_e}\right)\frac{L^2}{v_0^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{eE}{m_e}\right)\frac{L^2}{E^2/B^2}$$

$$\frac{e}{m_e} = \frac{2y_0E}{B^2L^2}$$

Scanné avec CamScanner

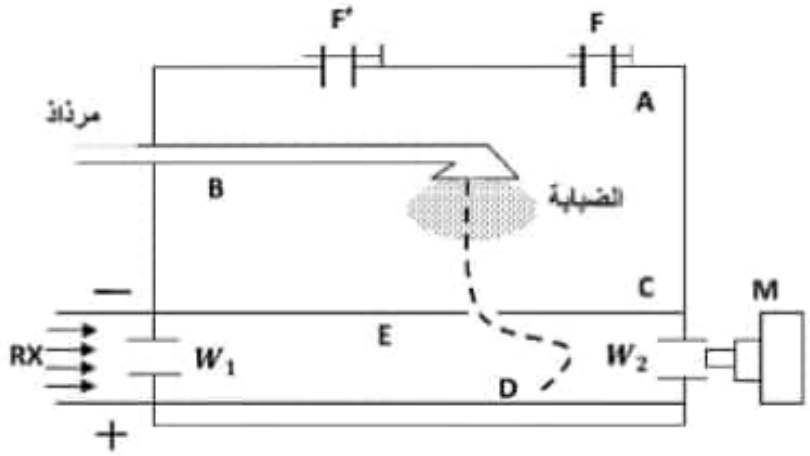
y_0 : الإنحراف الذي تعانيه حزمة الإلكترونات تحت تأثير فعل الحقل $\vec{E}$.

L : طول مجال التأثير المشترك بين الحقلين.

تمكن تومسون من تحديد قيمة الشحنة النوعية e/m:

$$e/m = 1{,}758.10^{9}\ coulombs/gr$$

3.2. تجربة ميليكان Millikan ; 1911 (قياس شحنة الإلكترون)



يتكون جهاز الفيزيائي الأميركي ميليكان من غرفة تحتوي على مكثفة، يوجد في صفيحتها العلوية C عدد من الثقوب E. يقذف الزيت من المرذاذ B وتمر إحدى قطيراته من الثقب E، ثم تمرر حزمة من الأشعة السينية عبر الفتحة W_1 فتتأين جزيئات الغاز الموجودة بين صفيحتي المكثفة وتلتصق إحداها بقطيرة الزيت فتشحن، وعندما نطبق حقلا كهربائيا بين الصفيحتين تتغير حركة القطيرة وفقا للقوى المؤثرة عليها.

Scanné avec CamScanner

القوى المؤثرة على القطيرة

- **قوة ستوكس R:** $R=6\pi\eta v$. حيث v سرعة القطيرة، r نصف قطرها، η معامل لزوجة الهواء.
- **قوة الثقل P:** $P=4/3\ \pi r^3\rho g$ حيث ρ الكتلة الحجمية للزيت، g تسارع الجاذبية.
- **دافعة أرخميدس A:** $A=4/3\ \pi r^3\rho' g$. حيث ρ' الكتلة الحجمية للهواء، g تسارع الجاذبية
- **القوة الكهربائية F:** $F=qE$. حيث q شحنة القطيرة.E شدة الحقل الكهربائي.

$\vec{E} = \mathbf{0}$: $\vec{P} + \vec{A} + \vec{R} = 0 \Longrightarrow P = A + R$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho' g + 6\pi r \eta v_0$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_0}{2g(\rho - \rho')}}$$

$\vec{E} \neq \mathbf{0}$: $\vec{P} + \vec{A} + \vec{R} + \vec{F} = 0 \Longrightarrow P + R = A + F$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g + 6\pi r \eta v_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho' g + qE$$

$$qE - \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho - \rho') - 6\pi r \eta v_1 = 0$$

$$qE - 6\pi r \eta v_0 - 6\pi r \eta v_1 = 0$$

$$q = \frac{6\pi \eta r (v_1 + v_0)}{E}$$

Scanné avec CamScanner

تكون قيم الشحنة q مضاعفات تامة لواحدة الشحنة الكهربائية e وتساوي:

$$e = 1{,}602.10^{-19}\ \text{Coulomb (SI)}$$

$$m_e = \frac{e}{e/m_e} = \frac{1{,}602.10^{-19}\ Cb}{1{,}758.10^{11} coulomb/Kg} = 9{,}1.10^{-31}\ Kg$$

3. اكتشاف النواة

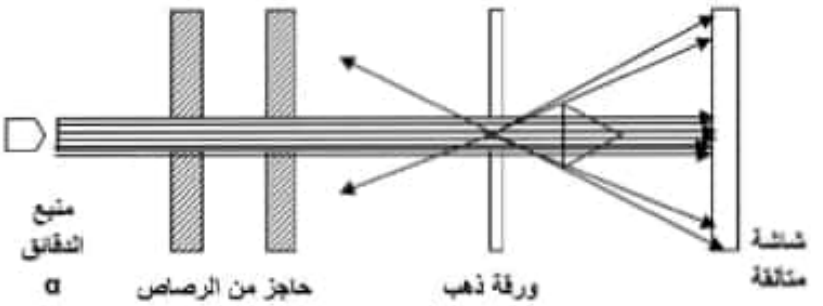
1.3. تجربة غولدشتاين Goldstein; 1886 (الأشعة القنوية)

اكتشف الفيزيائي الألماني غولدشتاين وجود الأشعة القنوية الموجبة في أنبوب الفراغ، حيث تنحرف هذه الأشعة في الحقول الكهربائية والمغناطيسية عكس جهة انحراف الأشعة المهبطية، وتوقفها المادة بصورة سريعة جدا. وجد أن قيمة النسبة e/m لهذه الجسيمات الموجبة أقل بآلاف المرات من قيمتها للجسيمات السالبة.

نموذج تومسون الذري: اقترح تومسون نموذجا ذريا تكون فيه الذرة معتدلة كهربائيا، وتنتشر الإلكترونات السالبة الشحنة حسب هذا النموذج حول النواة الموجبة، وتكون معظم كتلة الذرة ناتجة عن الجسيمات الموجبة.

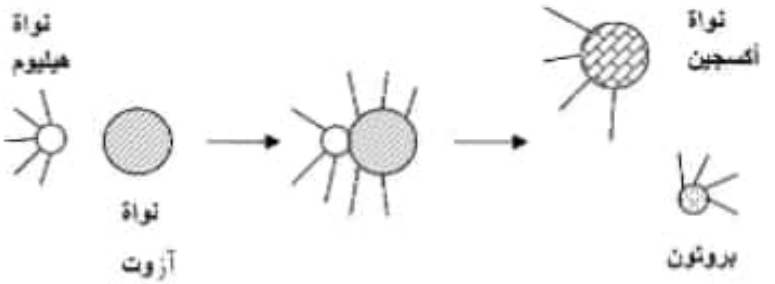
Scanné avec CamScanner

2.3. تجربة جيجر ومارسدن Geiger et Marsden; 1909 (اكتشاف النواة)



اهتم طلبة الكيميائي البريطاني روذرفورد بظاهرة إصدار العناصر المشعة لدقائق α، فقاما بقذف ورقة رقيعة من الذهب بهذه الدقائق، فلاحظا أن معظمها تعبر الورقة دون أن تنحرف، مع انحراف عدد قليل من الدقائق بعد عبور الورقة، كما يرتد عدد قليل جدا من الدقائق إلى الخلف دون أن يعبر ورقة الذهب.

3.3. تجربة روذرفورد Rutherford; 1919 (اكتشاف البروتون)



Scanné avec CamScanner

قذف روذرفورذ عددا من الغازات بدقائق α، فلاحظ في حالة الآزوت أن نواة واحدة من بين 10000 نواة آزوت تتحول إلى نواة أكسجين مرفوقة بظهور بروتون.

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

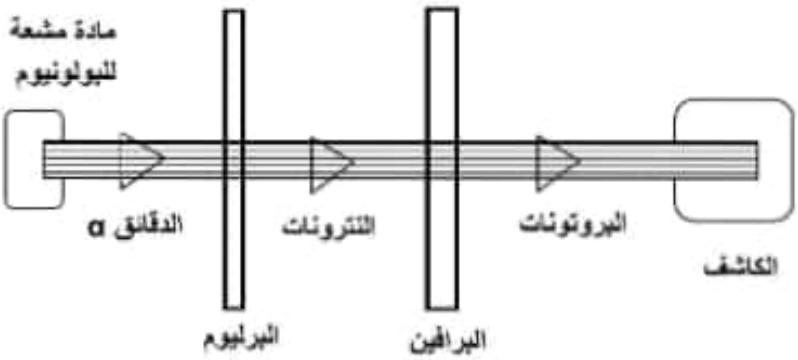
$$q_P = +e = 1{,}602.10^{-19}C$$

$$m_P = 1{,}67252.10^{-27}\,Kg = 1{,}00727\,u.m.a$$

4.3. تجربة شادويك Chadwick; 1932 (اكتشاف النترون)

تعذر تعليل كتل الذرات المختلفة على أساس تكون النواة من الكترونات فقط، فواصل الفيزيائي البريطاني شادويك أعمال روذرفورذ بقذف ذرات البريليوم بدقائق α، وتحصل على إشعاع عالي النفوذ.

$$^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$



Scanné avec CamScanner

استنتج شادويك أن الإشعاع الشديد النفوذ هو إشعاع مادي متكون من جسيمات كتلها قريبة من كتلة البروتون، لكن شحنتها معدومة، وهكذا اكتشف النترون.

$$m_n=1,67482.10^{-27}\ kg = 1,00866\ uma = 1838,6\ m_e$$

4. النظائر

تختلف الكتل الذرية لبعض العناصر رغم تقارب خواصها الفيزيائية والكيميائية، إذ يمكن أن تتساوى أعدادها الذرية وتختلف أعدادها الكتلية. تسمى هذه الذرات بالنظائر. تشكل النظائر نسبا مئوية مختلفة لنفس العنصر، وتشغل نفس المكان في الجدول الدوري، حيث يمثل النظير الأعلى نسبة.

حساب الكتلة الوسطية للنظائر: ليكن العنصر y الذي له 3 نظائر، كتلها الذرية على الترتيب هي A_1، A_2، و A_3. نسبها المئوية هي G_1، G_2، و G_3. تحسب الكتلة الوسطية كما يلي:

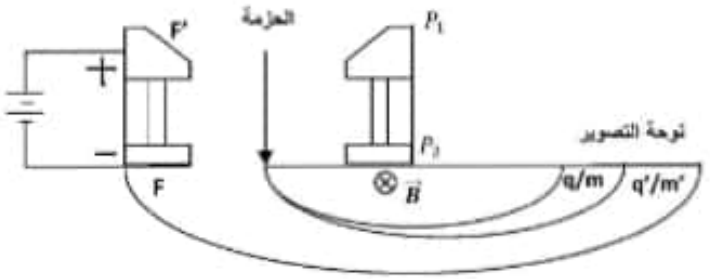
$$A = A_1G_1/100 + A_2G_2/100 + A_3G_3/100$$

5. تعيين الكتلة الذرية

لقياس الكتلة الذرية للنظائر تعتمد على قياس النسبة q/M لذرة متشردة.

Scanné avec CamScanner

1.5. مطياف دامبستر الكتلي (Dempster)



يتكون مطياف الفيزيائي الكندي-الأمريكي دامبستر من منبع للشوارد متبوع بفتحتين F و'F، متعاكستي الشحنة، فرق الكمون بينهما V. تسرع الشوارد الموجبة الصادرة من المنبع بواسطة V، وتصل إلى الفتحة F بسرعة v_0. بعد اجتيازها الفتحة F تتعرض الشوارد لتأثير حقل مغناطيسي تحريضه $\vec{B}$ عمودي على السرعة v_0 ، تعبر الشوارد عبر مسارات نصف دائرية وتسقط على الشاشة.

إذا كانت حزمة الشوارد تحتوي على عدة نظائر، فسوف نحصل على بقع متقاربة، تسمح المسافة بينها وبين F بحساب الكتل الذرية للنظائر.

$$\Delta E_c = \Sigma w \Longrightarrow E_{c_f} - E_{c_i} = qV = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$v^2 = 2q\frac{V}{m} \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

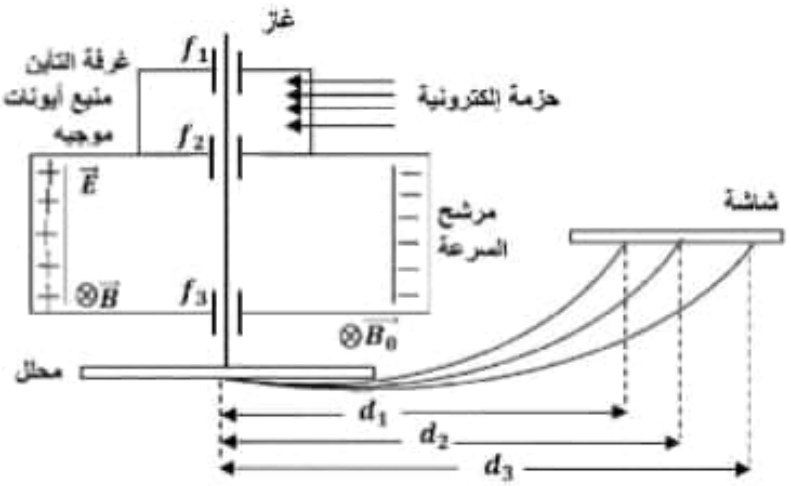
$$mv = m\sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{2qmV}$$

Scanné avec CamScanner

$$\sum F = m\vec{a} = F_m \Rightarrow m\frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow mv = qBR \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

$$qBR = \sqrt{2qVm} \Rightarrow qB^2R^2 = 2Vm \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2R^2}$$

2.5. مطياف باندبريدج الكتلي (Bainbridge)



يتكون مطياف الفيزيائي الأمريكي بانبريدج من أربعة أجزاء: منبع الأيونات الموجبة، مرشح السرعة، المحلل، والكاشف.

يعتمد المطياف على مرور جزيئات أو ذرات غاز عبر الفتحة f_1 حيث تتعرض إلى حزمة الكترونية فتتأين وتتحول إلى ايونات موجبة وأخرى سالبة، يتم الفصل بينها بواسطة الحقل الكهربائي، حيث تسرع الشوارد الموجبة باتجاهه والشوارد السالبة عكسه وتلتقط من طرف مصعد موجود في غرفة التأين.

Scanné avec CamScanner

تدخل الأيونات الموجبة إلى مرشح السرعة بسرع مختلفة عبر الفتحة f_2 فتخضع هناك إلى التأثير المشترك لحقلين مغناطيسي B وكهربائي متعامدين. ثم تمر إلى المحلل عبر الفتحة f_3 الشوارد التي تحقق الشرط التالي:

$$\|F_e\| = \|F_m\| \Rightarrow qE = qvB \Rightarrow v = E/B$$

تخضع الشوارد المارة إلى المحلل إلى حقل مغناطيسي آخر ثابت تحريضه B_0، فتنحرف الشاردة وترسم مسارا دائريا نصف قطره R حيث يكون:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = \vec{F}_m \Rightarrow qvB_0 = m\,v^2/R$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{B_0.R} = \frac{E}{R.B.B_0}$$

تسقط الأيونات المنحرفة على الكاشف مشكلة بقعا بأنصاف أقطار مختلفة وذلك بواسطة إلكترود يوصل براسم الطيف يلعب دور مجمع للأيونات.

6. النشاط الإشعاعي

1.6. النشاط الإشعاعي الطبيعي

توجد في الطبيعة نوى مستقرة وأخرى مشعة تتفكك تلقائيا. يرافق عادة هذا التفكك تغيرا في العددين الذري والكتلي. اكتشف هذه الظاهرة الفيزيائي الفرنسي بكريل هنري كنتيجة لاكتشاف الأشعة السينية.

2.6. طبيعة الإشعاع

وجد روذرفورد أن طبيعة الإشعاعات المنبعثة من المواد المشعة مختلفة وصنفها إلى:

Scanné avec CamScanner

1.2.6. إشعاعات α: إشعاعات α هي عبارة عن نوى الهيليوم $^{4}_{2}He$.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow \alpha + ^{A-4}_{Z-2}Y$$

2.2.6. إشعاعات β: يتميز إشعاع β بإصدار الكترونات تكون إما سالبة "نغاتونات" $^{0}_{-1}e$ $(^{0}_{-1}\beta^{-})$، أو موجبة "بوزيتونات" $^{0}_{+1}e$ $(^{0}_{+1}\beta)$.

يتشكل النغاتون عند تحول نترون في النواة إلى بروتون مع إصدار نترينو:

$$^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}P + ^{0}_{-1}e(\beta^{-}) + ^{0}_{0}\nu$$

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}{}^{A}Y + (\beta^{-})$$

ويتشكل البوزيتون عند تحول بروتون إلى نترون مع إصدار نترينو معاكس:

$$^{1}_{1}P \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{0}_{+1}e(\beta^{+}) + \overline{^{0}_{0}\nu}$$

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-1}{}^{A}Y + (\beta^{+})$$

3.2.6. إشعاعات γ: تصاحب الأشعة γ التحولات α و β بسبب حدوث هيجان داخلي في النواة. وهي فوتونات كتلتها معدومة وطاقتها تساوي:

$$\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad , \quad h = 6{,}62.10^{-34} j.s$$

h ثابت بلانك، c سرعة الضوء، ν تواتر الإشعاع، λ طول موجة الإشعاع.

Scanné avec CamScanner

تصدر إشعاعات γ على شكل إشعاعات كهرومغناطيسية لها طبيعة الضوء (فوتونات)، ذات طول موجي قصير جدا من 1 إلى 10^{-4} Å، تصدرها النواة عند انتقالها من حالة مثارة إلى حالة أقل إثارة.

ملاحظة: يمكن كتابة التفاعلات النووية بالطريقة المختصرة كالتالي:

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{30}_{15}\mathrm{P} + ^{1}_{0}\mathrm{n}$$

$$^{27}_{13}Al(\alpha, n)^{30}_{15}P$$

3.6. العائلات الإشعاعية

يمكن أن تكون النواة الناتجة من تفكك ما بدورها نواة مشعة، فينتج عنها نواة مشعة أخرى.. وهكذا إلى غاية الوصول إلى العنصر غير المشع أي المستقر. تشكل هذه النكليدات عائلة مشعة. توجد 3 عائلات إشعاعية ناتجة من ثلاثة نظائر مشعة طبيعية. وعائلة رابعة ناتجة من نظير مشع اصطناعي.

أ. **عائلة اليورانيوم:** $^{238}_{92}U$. يحدد الرقم الكتلي لأفراد هذه العائلة من العلاقة 4n+2 (nCN).

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} ^{234}_{90}\mathrm{Th} \xrightarrow{\beta^-} ^{234}_{91}\mathrm{Pa} \xrightarrow{\beta^-} ^{234}_{92}\mathrm{U} \xrightarrow{5\alpha} ^{214}_{82}\mathrm{Pb} \xrightarrow{2\alpha,4\beta^-} ^{206}_{82}\mathrm{Pb}$$

ب. **عائلة الأكتنيوم:** $^{228}_{89}Ac$. يحدد الرقم الكتلي من العلاقة 4n+3.

$$^{235}_{92}\mathrm{U} \xrightarrow{7\alpha,4\beta^-} ^{207}_{82}\mathrm{Pb}$$

ت. **عائلة الثوريوم** $^{232}_{90}Th$. يحدد الرقم الكتلي من العلاقة 4n.

$$^{232}_{90}\mathrm{Th} \xrightarrow{6\alpha,4\beta^-} ^{208}_{82}\mathrm{Pb}$$

Scanné avec CamScanner

ث. عائلة النبتونيوم: $^{237}_{93}Np$. هو نظير مشع اصطناعي. يحدد الرقم الكتلي من العلاقة 4n+1. الحد الأخير المستقر في هذه العائلة هو عنصر bismuth.

$$^{237}_{93}\mathrm{Np} \xrightarrow{7\alpha,4\beta^-} {}^{209}_{83}\mathrm{Bi}$$

4.6. قوانين النشاط الإشعاعي

1.4.6. قانون التهافت (التفكك) الإشعاعي

تدرس حركة النشاط الإشعاعي سرعة تحول تفكك النكليد المشع، أي عدد النوكليدات المتحولة في وحدة الزمن. يساوي عدد النوى المشعة:

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

تسمى سرعة التفكك خلال الزمن بالإشعاعية A، و λ هو الثابت الإشعاعي أو ثابت التهافت.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \Leftrightarrow \int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{0}^{t} dt$$

$$t = 0 \Longrightarrow N = N_0$$

N_0 : العدد الابتدائي للنوى غير المستقرة.

$$lnN]_{N_0}^{N} = -\lambda t \Longrightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Longrightarrow N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Scanné avec CamScanner

2.4.6. الفعالية الإشعاعية A

هي عدد التهافتات في واحدة الزمن، لا تتعلق بطبيعة أو طاقة الدقائق الصادرة.

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

نعبر عن الإشعاعية بالوحدات التالية:

dpm: désintégration par minute: قذفا في الدقيقة.

dps: désintégration par seconde: قذفا في الثانية.

Ci: الكوري: $1Ci = 3{,}7.10^{10} dps$ (عدد التهافتات الناتجة عن 1غرام من اليورانيوم خلال 1 ثانية)

Bq: البكريل: 1Bq=1dsp/s

Rd: 1Rd=10^6 Bq

3.4.6. دور النشاط الإشعاعي (زمن نصف العمر)

هو الزمن اللازم لتهافت (تفكك) نصف العدد الابتدائي من النوكليدات المشعة. يرمز له بـ $t_{1/2}$ أو $t_{1/2}$.

$$N_{t_{1/2}} = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_{t_{1/2}}}{N_0} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N_{t_{1/2}}}{N_0} = e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \frac{\frac{N_0}{2}}{N_0} = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \ln\frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2} \Rightarrow \ln 2 = \lambda t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}69}{\lambda}$$

Scanné avec CamScanner

5.6. الإشعاعات الاصطناعية

تتم التفاعلات النووية الاصطناعية نتيجة قذف نواة الذرة بدقيقة عنصرية أو بنواة ذرة أخف منها تملك طاقة كافية لاختراق النواة. يرمز للقذائف كالتالي:

$$_1^1H \equiv P, \quad _1^2H \equiv _1^2D \equiv D, \quad _1^3H \equiv _1^3T \equiv T, \quad _2^4He \equiv \alpha$$

$$_{-1}^0e \equiv \beta^-, \quad _1^0e \equiv \beta^+, \quad \gamma \equiv h\nu$$

أول تفاعل سمح باكتشاف الإشعاعات الإصطناعية هو:

$$_{13}^{27}Al + _2^4\text{He} \rightarrow _{15}^{30}\text{P}^* + _0^1\text{n}$$

- **النقص الكتلي وطاقة الربط**

يكون عادة مجموع كتل الدقائق المتفاعلة غير مساو لمجموع كتل الدقائق الناتجة. يدعى هذا التغير في الكتلة Δm (النقص الكتلي défaut de masse) ويكافئ كمية من الطاقة ΔE تسمى طاقة الربط، وتساوي: $\Delta E=mc^2$

يعبر عن النقص الكتلي إما بواحدة الكتلة الذرية (u.m.a.) أو بالطاقة المكافئة لها.

Scanné avec CamScanner

نصوص تمارين الفصل الثاني مع الحلول المقترحة

التمرين 1 (تشكيل النواة)

عرف كلا من العددان الكتلي والذري ثم حدد عدد البروتونات، النترونات، الإلكترونات، النكليونات والعددين الكتلي والذري للذرات والشوارد التالية:

$^{79}_{35}Br$, $^{81}_{35}Br$, $^{81}_{35}Br^{-}$, $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$, $^{1}_{1}H^{+}$

$^{35}_{17}Cl$, $^{35}_{17}Cl^{-}$, $^{70}_{31}Ga^{3+}$, $^{235}_{92}U$, $^{238}_{92}U$

$^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$, $^{18}_{8}O$, $^{16}_{8}O^{2-}$

$^{27}_{13}Al^{3+}$, $^{32}_{16}S^{2-}$, $^{40}_{20}Ca^{2+}$, $^{56}_{26}Fe^{3+}$, $^{59}_{28}Ni$

لماذا يعرف العدد الذري للعنصر الكيميائي بعدد البروتونات وليس بعدد الإلكترونات؟

ماهو الفرق بين العدد الذري والعدد الكتلي؟ وبين العدد الكتلي والكتلة الذرية؟

الحـــــــل

يعرف العدد الذري بأنه عدد البروتونات في النواة. وهو يساوي عدد الإلكترونات بسبب كون الذرة معتدلة كهربائيا، ويعرف العدد الكتلي بأنه عدد النكليونات أي مجموع البروتونات والنترونات في النواة.

Scanné avec CamScanner

الذرة/الشاردة	العدد الكتلي	العدد الذري	النكليونات	عدد البروتونات	عدد النترونات	عدد الإلكترونات
$^{79}_{35}Br$	79	35	79	35	44	35
$^{81}_{35}Br$	81	35	81	35	46	35
$^{81}_{35}Br^{-}$	81	35	81	35	46	36
$^{1}_{1}H$	1	1	1	1	0	1
$^{2}_{1}H$	2	1	2	1	1	1
$^{3}_{1}H$	3	1	3	1	2	1
$^{1}_{1}H^{+}$	1	1	1	1	0	0
$^{35}_{17}Cl$	35	17	35	17	18	17
$^{35}_{17}Cl^{-}$	35	17	35	17	18	18
$^{70}_{31}Ga^{3+}$	70	31	70	31	39	28
$^{235}_{92}U$	235	92	235	92	143	92
$^{238}_{92}U$	238	92	238	92	146	92
$^{12}_{6}C$	12	6	12	6	6	6
$^{13}_{6}C$	13	6	13	6	7	6
$^{14}_{6}C$	14	6	14	6	8	6
$^{18}_{8}O$	18	8	18	8	10	8
$^{16}_{8}O^{2-}$	16	8	16	8	8	10
$^{27}_{13}Al^{3+}$	27	13	27	13	14	10
$^{32}_{16}S^{2-}$	32	16	32	16	16	18
$^{40}_{20}Ca^{2+}$	40	20	40	20	20	18
$^{56}_{26}Fe^{3+}$	56	26	56	26	30	23
$^{59}_{28}Ni$	59	28	59	28	31	28

يعرف العدد الذري للعنصر الكيميائي بعدد البروتونات وليس بعدد الإلكترونات لأن عدد البروتونات ثابت ولا يتغير عكس عدد النترونات أو الإلكترونات.

Scanné avec CamScanner

يساوي العدد الذري عدد البروتونات في نواة عنصر ما، بينما يمثل العدد الكتلي مجموع البروتونات والنترونات في النواة. أما الكتلة الذرية فهي كتلة نظير معين، يعطي الجدول الدوري الكتلة الذرية المتوسطة لنظائر نفس العنصر.

التمرين 2

ليكن رمز العنصر التالي: ${}^{A}_{Z}X^{q}$

1. عرف كلا من X, A, Z, q.
2. ماهو عدد البروتونات، النترونات، والإلكترونات في كل من الذرات والشوارد التالية:

$${}^{79}_{34}Se^{2-}, \quad {}^{24}_{12}Mg^{2+}, \quad {}^{19}_{9}F$$

3. لتكن التكليدات التالية A, B, C, D:

	A	B	C	D
عدد البروتونات	21	22	22	20
عدد النترونات	26	25	27	27
العدد الكتلي	47	47	49	47

هل بعض التكليدات السابقة نظائر؟

4. عين من بين العناصر التالية مجموعات النظائر:

$${}^{48}_{21}X, \quad {}^{207}_{82}X, \quad {}^{45}_{21}X, \quad {}^{238}_{92}X, \quad {}^{206}_{82}X$$

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. X هو رمز التكليد أو العنصر.

A هو العدد الكتلي للعنصر ويساوي مجموع عدد البروتونات Z زائد عدد النترونات N بوحدة واحدة الكتلة الذرية.

Z هو العدد الذري أي شحنة النواة ويساوي عدد البروتونات أو عدد الإلكترونات.

q هو العدد الشحني ويساوي عدد البروتونات Z ناقص عدد الإلكترونات.

2. عدد البروتونات، النترونات، والإلكترونات في الذرات والشوارد:

	$^{19}_{9}F$	$^{24}_{12}Mg^{2+}$	$^{79}_{34}Se^{2-}$
العدد الكتلي	19	24	79
عدد البروتونات	9	12	34
عدد النترونات	10	12	45
عدد الإلكترونات	9	10	36

3. التكليدان B و C نظيران لأنهما يملكان نفس العدد من البروتونات، لكن عددي كتلتيهما مختلف.

4. من بين العناصر المقترحة، النظائر هي:

$$(^{48}_{21}X,\quad ^{45}_{21}X) \quad \text{و} \quad (^{207}_{82}X,\quad ^{206}_{82}X)$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 3

1. أحسب بوحدة الـــ uma كتلة نواة وذرة الفوسفور P حيث A=31, Z=15.
2. هل كتلة الذرة متمركزة في النواة؟ أحسب الكتلة الذرية المولية لهذا العنصر.
3. القيمة الحقيقية هي 30,9738g/mole، ماذا تستنتج؟

نعطي: m_p=1,007277uma , m_n=1,008665 uma, m_e=0,000549uma
1uma=1,660302.10^{-24}g

الحـــــــل

1. حساب الكتلة:

$$m_{noyau} = Zm_p + Nm_n = 15m_p + 16m_n = 31{,}247795\ uma$$
$$= 5{,}1880782.10^{-23}\ g$$

$$m_{atome} = Zm_p + Nm_n + Zm_{e^-} = 15m_p + 16m_n + 15m_{e^-}$$
$$= 31{,}256025\ uma = 5{,}18944463.10^{-23}\ g$$

2. نعم كتلة الذرة متمركزة في النواة لأن: $m_e << m_p + m_n$

$$M = m_{atome}.N_A = 5{,}18944463.10^{-23} x 6{,}023.10^{23}$$
$$= 31{,}256025\ g/mole$$

3. الاستنتاج:

$$\Delta m = m_{theo} - m_{reelle} = 31{,}2560 - 30{,}9738 = 0{,}2822\ g/mole$$

يسمى Δm النقص الكتلي. يتحول جزء من الكتلة إلى طاقة عند تشكل النواة حسب علاقة انشتاين: $\Delta E = \Delta m.c^2$

Scanné avec CamScanner

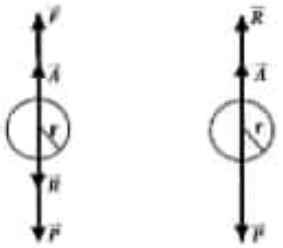
التمرين 4

تتواجد قطيرة من الزيت بين صفيحتي مكثفة، نصف قطرها $6,5.10^{-6}m$ ومشحونة بـــ 100 إلكترون.

1. مثل بيانيا القوى المؤثرة على هذه القطيرة عندما تكون حركتها نحو الأعلى ونحو الأسفل تحت تأثير حقل كهربائي E بين صفيحتي المكثفة.
2. ماهي خصائص قوة ستوكس؟
3. أحسب شدة الحقل الكهربائي اللازم لتوقيف القطيرة إذا أهملنا دافعة أرخميدس.

الحـــــل

1. تمثيل القوى:



2. خصائص قوة ستوكس: هي قوة مقاومة المائع، وتتناسب طردياً مع معامل لزوجة هذا المائع وقطر الكرة وسرعتها الحدية.
3. عندما تكون القطيرة في حالة توازن ومتوقفة، تنعدم قوة ستوكس بسبب انعدام السرعة.

Scanné avec CamScanner

$$\sum \vec{F} = m\vec{\gamma} = 0$$

$$\overrightarrow{F_e} + \vec{P} = 0 \Longrightarrow F_e = P \Longrightarrow qE = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$$

$$E = \frac{4\pi r^3 \rho g}{3q} = \frac{4\pi(6{,}5.10^{-6})^3 x963x9{,}81}{3x100x1{,}6.10^{-19}} = 6{,}792.10^5\, V/m$$

تمرين 5

1. تسقط قطيرة زيت كروية الشكل في تجربة ميليكان بسرعة قدرها 6,32 mm/s.

أ- أحسب نصف قطر وكتلة هذه القطيرة.

ب- تصل القطيرة إلى مكان ما بين صفيحتي مكثفة مستوية حيث تأخذ شحنة قدرها q وتتابع سقوطها بسرعة قدرها 6,54 mm/s. علما أن فرق الكمون بين الصفيحتين العليا والسفلى يساوي 59300 v وأن المسافة الفاصلة بينهما تساوي 5cm. أحسب الشحنة q.

المعطيات:

$$\rho_{huile} = 0{,}9\, g/cm^3, \quad g = 9{,}8\, m/s^2, \quad R = 6\pi\eta r v, \quad \eta = 1{,}8.10^{-5}\, Kg.s/m$$

الحـــــل

أ- في غياب الحقل الكهربائي نكتب المساواة بين قوة ستوكس وقوة الثقل: $6\pi r\eta v_1 = mg$

Scanné avec CamScanner

تساوي كتلة القطيرة ونصف قطرها : $m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$

$$r = \frac{mg}{6\pi\eta v_1} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho}{6\pi\eta v_1} \Rightarrow 6\eta v_1 = \frac{4}{3} r^2 \rho g$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_1}{2\rho g}} = \sqrt{\frac{9x(1{,}8.10^{-5})x(6{,}32.10^{-3})}{2x(0{,}9.10^{3})x9{,}8}} = 7{,}62.10^{-6}\, m$$

$$m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho = \frac{4}{3}x3{,}14x(7{,}62.10^{-6})^3 x0{,}9.10^{3} = 1{,}67.10^{-12}\, Kg$$

ب- بوجود الحقل الكهربائي تضاف القوة الكهربائية إلى قوة الثقل و يكون اتجاهها نحو الأسفل.

$$6\pi r\eta v_2 = mg + qE$$

$$q = \frac{1}{E}(6\pi r\eta v_2 - mg)$$

$$= \frac{1}{59300/0{,}05}(6x3{,}14x1{,}8.10^{-5}x7{,}62.10^{-6}x6{,}54.10^{-3} - 1{,}67.10^{-12}x9{,}8) = 4{,}8.10^{-19}\, C$$

إذن الشحنة موجبة وتساوي ثلاث مرات الشحنة العنصرية.

تمرين 6

تخضع حزمة من الإلكترونات في الطول L من الأنبوب الكاثودي في تجربة ج ج تومسون إلى تأثير حقل كهربائي E.

Scanné avec CamScanner

أ- استنتج علاقة الانحراف y_0 الذي تخضع له الحزمة عند خروجها من الطول L (y_0 يوازي خطوط الحقل)

$$y_0 = eEL^2/mv^2$$

ب- احسب قيمة الشحنة النوعية (الكتلية) للإلكترون إذا علمت أنه يمكن إلغاء الانحراف السابق للحزمة بتأثير حقل تحريض مغناطيسي $\vec{B}$ في نفس مجال تأثير الحقل الكهربائي.

المعطيات: $B=10^{-3}T,\ y_0=4,4cm,\ L=10cm,\ E=2.10^4V/m$

الحـــــــل

أ- تخضع الالكترونات ابتداء من النقطة o إلى قوة كهربائية شدتها:

$$F_e = eE = m_e.\gamma \Rightarrow \gamma = eE/m_e$$

تكون حركة الالكترونات بين صفيحتي المكثفة منتظمة وفق المحور ox ومتسارعة بانتظام وفق المحور oy ونكتب:

$$x = v_0 t \Rightarrow \quad t = \frac{x}{v_0}, \quad y = \frac{1}{2}\gamma t^2$$

ويكون مسار الالكترونات بين صفيحتي المكثفة عبارة عن قطع مكافئ ويكون:

$$y_0 = \frac{1}{2}\frac{e}{m_e}\frac{E}{v_0^2}x^2$$

Scanné avec CamScanner

بعد التعويض عن كل من y و t عند الخروج من المكثفة يكون $x=L$ و $y=y_0$:

$$y_0 = \frac{1}{2}\left(\frac{eE}{m_e}\right)\frac{L^2}{v_0^2}$$

ب- تدخل الالكترونات بسرعة v_0 عمودية على حقل التحريض المغناطيسي فتخضع ابتداء من النقطة o إلى قوة مغناطيسية شدتها:

$$|\overrightarrow{F_m}| = q.(\overrightarrow{v_0} \Lambda \vec{B}) \Rightarrow |F_m| = e.v_0.B$$

وذلك باعتبار أن السرعة عمودية على الحقل المغناطيسي.

يعطى اتجاه هذه القوة حسب قاعدة الأصابع الثلاثة لليد اليمنى: الإبهام، السبابة والوسطى، والتي تمثل على التوالي اتجاهات الحقل المغناطيسي، السرعة، القوة المغناطيسية. ويكون مسار الإلكترون دائريا. يعطى نصف قطره بالعلاقة:

$$r = m_e v_0 / eB$$

تستنتج العلاقة التالية من المساواة بين القوة المغناطيسية والقوة النابذة:

$$\overrightarrow{|F_e|} = m_e {v_0}^2 / r$$

إذن عند التأثير المزدوج للحقلين الكهربائي والمغناطيسي معا يمكن التحكم في شدتيهما حيث ينعدم الانحراف لكون القوتين متساويتين ومتعاكستين بالاتجاه:

$$\overrightarrow{|F_e|} = |\overrightarrow{F_m}| \Rightarrow qE = B.q.v_0 \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$$

Scanné avec CamScanner

نعوض v_0 بقيمتها هذه في علاقة y_0 (انحراف الإلكترون الناتج عن القوة F):

$$y_0 = \frac{1}{2}\left(\frac{eE}{m_e}\right)\frac{L^2}{v_0^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{eE}{m_e}\right)\frac{L^2}{E^2/B^2}$$

$$\frac{e}{m_e} = \frac{2y_0E}{B^2L^2} = 2\frac{2.10^4x0{,}044}{(10^{-3})^2x(10.10^{-2})^2} = 1{,}76.10^{11}\ C/Kg$$

تمرين 7

عند تحليل عنصر X بواسطة مطياف باندبريدج الكتلي تحصلنا على ثلاثة نظائر كونت على لوحة التصوير ثلاث بقع على مسافات 37,35 cm, 41,50 cm, 45,65 cm من نقطة اصطدام أيونات الكربون $^{12}C^+$. طبقنا في مرشح السرع حقلا كهربائيا قدره 5.10^4 V/m.

أ- احسب قيمة حقل التحريض المغناطيسي B الذي يجب تطبيقه لكي تجتاز الأيونات ذات السرعة 2.10^5 m/s المرشح بدون أن تنحرف.

ب- احسب قيمة حقل التحريض المغناطيسي في المحلل علما أن المسافة بين شق مخرج مرشح السرع ونقطة اصطدام أيونات الكربون $^{12}C^+$ تساوي 49,8 cm.

ت- ماهو العنصر X وماهي النظائر الثلاثة علما بأنها أخف من الكربون؟

ث- أحد هذه النظائر مشع، كيف يكون تفككه؟

نعطي: $N=6{,}023.10^{23}$, $e=1{,}6.10^{-19}C$

Scanné avec CamScanner

الحـــــــل

أ- لكي تجتاز الأيونات مرشح السرع بدون انحراف يجب أن تتحقق المساواة: $\overrightarrow{|F_e|} = \overrightarrow{|F_m|}$ أي تتساوى القوتان الكهربائية والمغناطيسية في القيمة المطلقة وتتعاكسان في الاتجاه.

$$qE = B.q.v_0 \Rightarrow B = \frac{E}{v_0} = \frac{5.10^4}{2.10^5} = 0{,}25\,T$$

ب- نطبق في المحلل العلاقة التالية:

$$qv_0B' = m\frac{{v_0}^2}{r} = \frac{2m{v_0}^2}{d} \Rightarrow B' = \frac{2mv_0}{qd}$$

من أجل $^{12}C^+$ يكون $q=1{,}6.10^{-19}$ C, d=0,498 m, $m=12/6{,}022.10^{23}$

$$B' = \frac{2mv_0}{qd} = \frac{2x12x10^{-3}x2.10^5}{6{,}022.10^{23}x1{,}6.10^{-19}x0{,}498} = 0{,}1\,T$$

ت- نلاحظ أن كتلة العنصر (أي الكتلة المولية) تكون متناسبة مع القطر d . إذا رمزنا بـــ: M_1, M_2, M_3 للكتل المولية للنظائر الثلاثة للعنصر X يكون لدينا:

$$\frac{M_1}{12} = \frac{49{,}8 - 37{,}35}{49{,}8} = 0{,}25 \Rightarrow M_1 = 3$$
$$\frac{M_2}{12} = \frac{49{,}8 - 41{,}5}{49{,}8} = 0{,}167 \Rightarrow M_2 = 2$$
$$\frac{M_3}{12} = \frac{49{,}8 - 45{,}65}{49{,}8} = 0{,}0833 \Rightarrow M_3 = 1$$

Scanné avec CamScanner

إذن العنصر X هو الهيدروجين والنظائر الثلاثة هي $^{1}H, ^{2}H, ^{3}H$ على التوالي.

ث- العنصر المشع هو التريتيوم $^{3}_{1}H$: تكون نسبة عدد النترونات إلى عدد البروتونات كبيرة، ويكون التفكك بتحول نترون إلى بروتون أي تفكك β، وتتشكل نواة هيليوم.

$$^{3}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}H + ^{0}_{-1}e$$

تمرين 8

يصدر منبع لمطياف بانبريدج الكتلي أيونات $^{6}Li^{2+}$ و $^{7}Li^{2+}$. تدخل الأيونات بعد ذلك في مرشح سرع يسود فيه حقل تحريض مغناطيسي B_1 وحقل كهربائي متعامدان. تخضع الأيونات بعد ذلك في المحلل إلى حقل تحريض مغناطيسي B_2 شدته تساوي B_1.

1- ماهي خاصية الأيونات التي تدخل إلى المحلل؟

2- أحسب أنصاف أقطار مسارات الأيونات في المحلل.

3- أحسب المسافة الفاصلة بين نقطتي اصطدام الأيونات على اللوح.

المعطيات: $N_A=6,022.10^{23}$، $e=1,6.10^{-19}C$، $E=2408V/m$، $B_1=5.10^{-3}T$

الحـــــل

1. تكون القوتان F_e و F_m في مرشح السرع متساويتين ومتعاكستين:

$$\overrightarrow{|F_e|} = \overrightarrow{|F_m|} \Rightarrow qE = B_1.q.v_0 \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B_1}$$

Scanné avec CamScanner

حيث يكون لجميع الأيونات التي تدخل إلى المخلل نفس السرعة v_0.

2. تكون مسارات الأيونات في المخلل دائرية ونكتب:

$$qv_0B_2 = m\frac{{v_0}^2}{r} \Longrightarrow r = \frac{mv_0}{qB_2}$$

$$q = 2e, \qquad B_1 = B_2, \qquad v_0 = E/B_1, \qquad M = m.N_A$$

$$B_1 = B_2 \Longrightarrow r = \frac{mv_0}{qB_2} = \frac{m\,E/B_1}{qB_2} = \frac{mE}{2e{B_1}^2N_A}$$

وبالتالي يكون نصف مسار الأيون $^6Li^{2+}$ مساويا:

$$r_1 = \frac{M_1E}{2e{B_1}^2N_A} = \frac{6.10^{-3}x2408}{2x1{,}6.10^{-19}x(0{,}05)^2x6{,}022.10^{23}} = 3.10^{-2}\,m$$

وللأيون $^7Li^{2+}$

$$r_2 = \frac{M_2E}{2e{B_1}^2N_A} = \frac{7.10^{-3}x2408}{2x1{,}6.10^{-19}(0{,}05)^2x6{,}022.10^{23}} = 3{,}5.10^{-2}\,m$$

3. وتكون المسافة الفاصلة بين نقاط الاصطدام (نرمز لها بـ d) مساوية:

$$d = 2r_1 - 2r_2 = 2(3{,}5.10^{-2} - 3.10^{-2}) = 10^{-2}\,m$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 9

ماهي الكتلة المتوسطة لذرة الأرغون $_{18}Ar$ علما أنها تتواجد في الطبيعة على شكل ثلاثة نظائر وفرائها:

$$^{36}Ar : 0,33\% \quad , \quad ^{40}Ar : 99,607\% \quad , \quad ^{38}Ar : 0,063\%$$

الحـــــــل

$$M_{Ar} = \frac{38x0,63 + 40x99,607 + 36x0,33}{100} = 39,98\ g$$

التمرين 10

يتواجد عنصر البور $_5B$ في الطبيعة على شكل نظيرين ^{10}B, ^{11}B (Z=5).
أما الكتلة المتوسطة فتساوي 10,811g. ماهي النسبة المئوية لتواجد كل نظير؟

الحـــــــل

لتكن G_1 , G_2 نسب تواجد النظيرين ^{10}B, ^{11}B (Z=5) على الترتيب:

$$\begin{cases} M = 10,811 = (10G_1 + 11G_2)/100 \\ G_1 + G_2 = 100 \end{cases}$$

بحل جملة معادلتين ذات مجهولين نجد: G_1:18,9% , G_2:81,1%

Scanné avec CamScanner

التمرين 11

السيليسيوم الطبيعي هو مزيج من 3 نظائر مستقرة: ^{28}Si, ^{29}Si, ^{30}Si. الوفرة الطبيعية للنظير الأوفر تساوي 92,23%. الكتلة المولية الذرية للسيليسيوم الطبيعي تساوي 28,085 g/mole.

1. أي النظائر السابقة هو النظير الأوفر؟
2. أحسب وفرة النظيرين المتبقيين.

الحـــــل

1. الكتلة المولية للسيليسيوم الطبيعي تساوي بالتقريب 28g/mol، إذن النظير الأوفر هو ^{28}Si.
2. حساب وفرة النظيرين المتبقيين:

نعلم أن الكتلة المولية والعدد الكتلي متساويان بالتقريب:

$$\begin{cases} x_{28} + x_{29} + x_{30} = 1 \\ 28{,}085 = 28x_{28} + 29x_{29} + 30x_{30} \end{cases}$$

بعد حل جملة معادلتين ذات مجهولين، نجد: $x_{30}=0{,}0073$ ، $x_{29}=0{,}0704$.

التمرين 12

يتواجد المغنزيوم (Z=12) على شكل 3 نظائر أعدادها الكتلية 24، 25، 26. وتكون الكسور المولية للمغنزيوم الطبيعي مساوية على التوالي: 0.101 بالنسبة للنظير ^{25}Mg و 0.113 بالنسبة للنظير ^{26}Mg.

Scanné avec CamScanner

1. أحسب القيمة التقريبية للكتلة المولية الذرية للمغنزيوم الطبيعي.
2. لماذا لا يمكن أن تكون القيمة المحسوبة إلا تقريبية ؟

الحـــــــل

1. حساب الكتلة المولية الذرية للمغنزيوم الطبيعي:

$$\sum x_i = 1, \qquad x_i = \frac{n_i}{n_{tot}}$$

بالنسبة لـــ ^{25}Mg لدينا $x_i=0,101$، و لـــ ^{26}Mg لدينا $x_i=0,113$.

إذن يكون الكسر المولي لـــ ^{24}Mg مساويا:

$$x_{24} = 1 - (x_{25} + x_{26}) = 0,786$$

وتكون الكتلة المولية الذرية للمغنزيوم الطبيعي مساوية:

$$M_{Mg} = x_{24}M_{24} + x_{25}M_{25} + x_{26}M_{26} = 24,33\ g/mole$$

2. لا تكون القيمة المحسوبة دقيقة بل تقريبية لأننا أخذنا بعين الاعتبار التقريبات التالية: $m_n = m_p = 1uma,\ m_{e^-} \approx 0,\ \Delta m \approx 0$

تبين المقارنة مع الجداول أن هذه التقريبات مشروعة وأن الرقم الأول بعد الفاصلة يبقى صحيحا (أنظر جدول التصنيف الدوري للعناصر).

Scanné avec CamScanner

تمريـــن 13

يعتبر الكلور الطبيعي عبارة عن مزيج من النظيرين ^{35}Cl ،^{37}Cl نسبتاهما المئوية على التوالي هي 75% ،25%.

أ- أحسب الكتلة المولية الذرية للكلور الطبيعي.

ب- كم نوعا من جزيئات ثنائي الكلور يوجد في ثنائي الكلور الطبيعي؟

ت- ماهي كتلها المولية ونسبها المئوية في الكلور الطبيعي؟

الحـــــــل

تساوي الكتلة المولية الذرية للكلور الطبيعي:

$$M_{Cl} = 0{,}75x35 + 0{,}25x37 = 35{,}5\ g/mole$$

يمكن تلخيص الجواب عن السؤالين ب و ت في الجدول التالي:

الجزيء	الكتلة المولية (M_i)	الوفرة النسبية (x_i)
^{35}Cl-^{35}Cl	70	0,75x0,75=0,5625
^{37}Cl-^{37}Cl	74	0,25x0,25=0,0625
^{37}Cl-^{35}Cl أو ^{35}Cl-^{37}Cl	72	2x0,25x0,75=0,375

يمكن التحقق من النتائج أن: $\sum x_i = 1$

$$M_{Cl} = 2x35{,}5 = 71 = \sum(x_i M_i)$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 14

لا يمتلك عنصر البريليوم إلا نظيرا مستقرا واحدا يستعمل كمولد للنترونات في الصناعة النووية، حيث يثبت دقيقة α ويحرر نترون فتتشكل نواة أخرى.

1. أكتب معادلة التفاعل النووي.
2. ماهو نوع هذا التفاعل؟
3. للبريليوم ثلاثة نظائر أخرى مشعة، ^{7}Be, ^{8}Be, ^{10}Be، فسر عدم استقرار هذه النظائر.

الحـــــل

1. معادلة التفاعل: $^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{12}_{6}C$
2. التفاعل هو التحام نووي لنواتين خفيفتين لإعطاء نواة أثقل.
3. يشع النظير ^{8}Be الدقائق α، بينما يشع النظيران الآخران الدقائق β.

النظير المشع ^{7}Be يحتوي على نقص في النترونات، نكتب إذن:

$$^{7}_{4}Be \rightarrow ^{7}_{3}Li + ^{0}_{1}e$$

يتحول بروتون ^{7}Be إلى نترون مع إصدار بوزيترون، ينقص العدد Z بوحدة، وتتشكل نواة الليثيوم.بينما يحتوي النظير ^{10}Be على زيادة في النترونات:

$$^{10}_{4}Be \rightarrow ^{10}_{5}Be + ^{0}_{-1}e$$

Scanné avec CamScanner

يتحول نترون ^{10}Be إلى بروتون مع إصدار الكترون، يتزايد العدد Z بوحدة، وتتشكل نواة البور.

التمرين 15 (طاقة التحام الهيليوم)

1. عرف واحدة الكتل الذرية uma.
2. أعط قيم كتل البروتون، النترون والإلكترون بواحدة الـ uma.
3. عبر بالـ MeV عن المكافىء الطاقي لواحدة الكتل الذرية uma.
4. استنتج مجموع كتل نكليونات الهليوم ^4He بواحدة الـuma.
5. تساوي كتلة دقيقة α: 4,0015uma، أحسب طاقة التحام نواة الهيليوم بـ MeV/nucleon.

المعطيات:

$$C = 2{,}99793.10^{8}\, m.s^{-1},\ 1uma = 1{,}66.10^{-27}\, kg$$

$$1eV = 1{,}6.10^{-19}\, j, \qquad m_{e^-} = 9{,}109534.10^{-28}\, g$$

$$m_p = 1{,}6723842.10^{-24}\, g, \qquad m_n = 1{,}6746887.10^{-24}\, g$$

الحـــل

1. بإهمال كتلة الإلكترونات نستطيع اعتبار كتلة الذرة مساوية لكتلة النواة، والتي تساوي بدورها مجموع كتل النكليونات. واحدة الكتل الذرية هي 1/12 من كتلة ذرة واحدة لنظير الكربون 12 .

Scanné avec CamScanner

تساوي واحدة الكتل الذرية uma كتلة مول واحد من ^{12}C (12g) ،
إذن كتلة ذرة من ^{12}C تساوي (12/N)g حيث N هو عدد أفوغادرو.

$$M_C = 12{,}0000\,\frac{g}{mole}.(masse\ de\ N_A atomes), \qquad m_C = \frac{12{,}0000}{N_A}$$

$$1uma = \frac{1}{12}12\ \text{كتلة ذرة كربون} = \frac{1}{12}x\frac{12}{6{,}02.10^{23}} = 1{,}6606.10^{-24}\ g$$
$$= 1{,}6606.10^{-27}\ Kg$$

2. قيم كتل البروتون والنترون بواحدة الـ uma:

$$m_p = \frac{1{,}6726.10^{-27}}{1{,}66054.10^{-27}} = 1{,}00726\ u$$

$$m_n = \frac{1{,}6749.10^{-27}}{1{,}66054.10^{-27}} = 1{,}00864\ u$$

$$m_e = \frac{9{,}109534.10^{-31}}{1{,}66054.10^{-27}} = 0{,}000549\ u$$

3. يعطى المكافئ الطاقي لواحدة الكتل الذرية *uma* بعلاقة اينشتاين:

$$\Delta E = mc^2 = 1{,}66.10^{-27}.(2{,}99793.10^{8})^2 = 14{,}92.10^{-11}\ j$$

$$\Delta E = \frac{14{,}92.10^{-11}}{1{,}6.10^{-13}} = 932{,}5\ MeV$$

يساوي إذن المكافئ الطاقي لواحدة الكتل الذرية uma: 932,5 MeV.

4. مجموع كتل نكليونات الهليوم ^4He بواحدة الـــuma :

$$m_{He} = 2m_p + 2m_n = 2x1{,}0073 + 2x1{,}0087 = 4{,}032\ u$$

Scanné avec CamScanner

5. حساب طاقة التحام نواة الهيليوم بواحدة MeV/nucleon

$$\Delta E = \Delta m.c^2$$

$$\Delta m = m_{He_{the}} - m_{He_{reelle}} = 4{,}032 - 4{,}0015 = 0{,}0305u$$

$$\Delta E(eV) = \frac{\Delta E(j)}{1{,}6.10^{-19}} = \frac{0{,}0305x(3.10^{8})^{2}x1{,}66054.10^{-27}}{1{,}6.10^{-19}} = 2{,}84.10^{7}\ eV$$

$$\Delta E\left(\frac{eV}{nucleon}\right) = \frac{\Delta E}{m} = \frac{\Delta E}{A} = \frac{2{,}84.10^{7}}{4} = 7{,}1.10^{6}\ \frac{eV}{nucleon} = 7{,}1\ \frac{MeV}{nucleon}$$

تمرين 16

يوجد البوتاسيوم (Z=19) في شكل ثلاثة نظائر ^{41}K, ^{40}K, ^{39}K كتلها الذرية على التوالي 40,9618, 39,9640, 38,9637 وحدة كتل ذرية.

يعتبر النظير ^{40}K هو أكثرها ندرة حيث تساوي الوفرة الطبيعية له 0,012%.

1. قدر الكتلة المولية الذرية لكل نظير.
2. علما أن الكتلة المولية للبوتاسيوم الطبيعي تساوي 39,102 u، أحسب الوفرة الطبيعية لكل من النظيرين ^{39}K, ^{41}K في البوتاسيوم الطبيعي.
3. أحسب طاقة ارتباط نواة النظير 39 بـ J/noyau، MeV/noyau و بـ MeV/nucleon.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. تساوي الكتلة المولية (بـــ g/mol أو uma) بالتقريب العدد الكتلي. لأن كلا من كتلة البروتون وكتلة النترون تساويان بالتقريب 1uma وتستطيع إهمال كتلة الإلكترونات مقارنة بكتلة النواة، كما يمكن إهمال النقص الكتلي الذي يوافق طاقة التحام النواة.
2. البوتاسيوم K:

النظير	الكتلة المولية	الوفرة
النظير 1: ^{39}K	M_1=38,9677	X_1
النظير 2: ^{40}K	M_2=39,9640	X_2=0,00012
النظير 3: ^{41}K	M_3=40,9618	X_3

$$M = \sum x_i M_i$$

$$M_K = x_1 M_1 + x_2 M_2 + x_3 M_3$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$x_2 = 0{,}00012$$

$$M_K = x_1 M_1 + 0{,}00012 M_2 + (0{,}99988 - x_1) M_3$$
$$= x_1 M_1 + 0{,}00012 M_2 + 0{,}99988 M_3 - x_1 M_3$$

$$M_K - 0{,}00012 M_2 - 0{,}99988 M_3 = x_1 (M_1 - M_3)$$

$$x_1 = \frac{(M_K - 0{,}00012x39{,}4640 - 0{,}99988x40{,}9618)}{38{,}9637 - 40{,}9618} = 0{,}9372$$

$$x_3 = 0{,}09616$$

Scanné avec CamScanner

نتيجة

$$^{41}K: 6{,}916\%, \qquad ^{40}K: 0{,}012\%, \qquad ^{39}K: 93{,}072\%$$

يحدد النظير الأوفر (39) الكتلة المولية للمزيج. تكون عادة قيمة الكتلة المولية لعنصر قريبة جدا من قيمة الكتلة المولية (أي العدد الكتلي) للنظير الأوفر.

3. النظير 39: Z=19: N=39-19=20

$$M_{theo} = 19x1{,}00727 + 20x1{,}00866 = 39{,}311uma$$

$$M_{reelle} = 38{,}9637\ uma$$

$$\Delta m = 39{,}311 - 38{,}9637 = 0{,}348\ \frac{uma}{noyau}$$

$$= 0{,}348\ \frac{g}{mole\ de\ noyau}$$

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = 0{,}348x1{,}66.10^{-27}(3.10^8)^2 = 5{,}1991.10^{-11}\frac{j}{noyau}$$

$$= \frac{5{,}1991.10^{-11}}{1{,}6.10^{-19}} = 3{,}2494.10^8\ \frac{eV}{noyau} = 324{,}94\frac{MeV}{noyau} = \frac{324{,}94}{39}$$

$$= 8{,}33\ \frac{MeV}{nucleon}$$

التمرين 17

تتكون نواة عنصر الآزوت (Z=7) من 7 نترونات و7 بروتونات.

1. أحسب بوحدة الـــ uma الكتلة النظرية لهذه النواة، قارنها بالقيمة الحقيقية والتي تساوي 14,007515uma.

Scanné avec CamScanner

2. أحسب طاقة التحام هذه النواة بوحدتي الجول والـ MeV.

3. أحسب الكتلة الذرية للآزوت الطبيعي إذا علمت أن كتلة النظير ^{14}N هي 14,007515uma، ووفرته 99,635%، وأن كتلة النظير ^{15}N هي 15,004863uma، ووفرته 0,365%.

نعطي:

$$m_p = 1{,}007277\ uma, \qquad m_n = 1{,}008665\ uma,$$
$$m_{e^-} = 9{,}109534.10^{-31}\ Kg, \qquad c = 3.10^8\ m/s$$
$$N_A = 6{,}023.10^{23}, R_H = 1{,}097.10^7\ m^{-1}, h = 6{,}62.10^{-34}\ j.s$$

الحـــــل

1. حساب الكتلة النظرية:

$$m_{theo} = 7m_n + 7m_p = 14{,}111594\ uma$$
$$= 14{,}111594x1{,}66.10^{-27}\ Kg$$
$$= 2{,}34295.10^{-26}\ Kg$$

الكتلة الحقيقية للنواة أقل من قيمتها النظرية، يدعى Δm النقص الكتلي ويوافق طاقة التحام النواة.

2. حساب طاقة التحام هذه النواة بوحدتي الجول والـ MeV

$$E = \Delta m.c^2$$

$$\Delta m = m_{theo} - m_{reelle} = 0{,}104079\ uma/noyau$$

$$= 1{,}72802589.10^{-28}\ \frac{Kg}{noyau} = 0{,}104079\ \frac{g}{mole\ de\ noyau}$$

$$E = 1{,}728025.10^{-28}x(3.10^8)^2 = 15{,}552.10^{-12}\ j/noyau$$
$$= 9{,}72.10^7\ eV/noyau$$

Scanné avec CamScanner

3. حساب الكتلة الذرية للآزوت الطبيعي:

$$M_N = \left(\frac{99,635}{100} x 14,007515\right) + \left(\frac{0,365}{100} x 15,004863\right)$$
$$= 14,01\ g/mole$$

تمرين 18

تتكون نواة ذرة الليثيوم من أربعة نترونات وثلاثة بروتونات. أحسب بواحدة uma الكتلة النظرية لهذه النواة وقارنها بقيمتها الحقيقية 7,01601 uma. أحسب طاقة ارتباط هذه النواة بوحدتي الجول والميغا إلكترون فولط (MeV).

تعطى:

$$m_p = 1,00727\ uma, \qquad m_n = 1,00866\ uma,$$
$$c = 3.10^8\ m.s^{-1}, \qquad N_A = 6,022.10^{23}$$

الحـــل

$$M_{theo} = 3m_p + 4m_n = 7,05645\ uma$$

تكون دائما الكتلة الحقيقية أقل من الكتلة النظرية، ويكون الفرق بين الكتلتين Δm مساويا:

$$\Delta m = m_{theo} - m_{reelle} = 7,05645 - 7,01601 = 0,04044\ uma$$

يتحول Δm إلى طاقة يطلق عليها طاقة ارتباط النواة وتحسب من علاقة انشتاين.

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = 6,71521.10^{-29} x (3.10^8)^2 = 6,0436.10^{-12}\ j$$
$$= 37,77\ MeV$$

Scanné avec CamScanner

تمـــرين 19

ليكن لدينا التفاعل التالي:

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H\ (\text{ديتريوم}) \rightarrow ^{3}_{1}H\ (\text{تريتيوم}) + ^{1}_{1}H$$

$$M(^{1}_{1}H) = 1{,}00783\ uma, \qquad M(^{2}_{1}H) = 2{,}01410\ uma,$$
$$M(^{3}_{1}H) = 3{,}01605\ uma$$

أ- ماهي كمية الطاقة المتحررة من اتحاد كيلوغرام واحد من الديتريوم؟

ب- إذا كانت الطاقة الحرارية للفحم مساوية لـــ $33400\ KJ.kg^{-1}$، فاحسب كتلة الفحم التي يجب حرقها للحصول على طاقة مكافئة لتلك الناتجة عن اتحاد كيلوغرام واحد من الديتريوم.

الحـــــــل

تكتب تفاعل اتحاد نوى الديتريوم لتشكيل التريتيوم بالشكل:

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{1}H + ^{1}_{1}H$$

$$\Delta m = 3{,}01605 + 1{,}00783 - (2x2{,}0141) = -0{,}00432\ uma$$

$$= -0{,}00432\ uma/2atomes = -0{,}00432\ g/2moles$$

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = -3{,}89.10^{14}\ j/2moles$$

تدل الإشارة السالبة على أن الطاقة منتشرة من هذا التفاعل، أي أنه تفاعل ناشر للحرارة. كتلة الفحم المكافئة:

$$\Delta E = -1{,}94.10^{14}\ j/moles = -1{,}94.10^{14}\ j/2{,}0141g$$
$$= -9{,}65.10^{16}\ j/Kg$$

$$M_C = 9{,}65.10^{16}/33400.10^{3} = 3000000\ tonnes$$

Scanné avec CamScanner

الطاقة المنتشرة من العملية النووية أكبر بحوالي $3x10^6$ مرة من تلك المنتشرة من العملية الكيميائية العادية. وهذا ما يفسر استعمال الطاقة النووية بالرغم من مخاطرها الكبيرة.

التمرين 20

دراسة تفاعل تشكل الهيليوم انطلاقا من الديتيريوم والتريتيوم مع تحرير نترون.

1. أكتب معادلة التفاعل. ماهو نوع هذا التفاعل؟
2. كيف تسمى أنوية الديتيريوم، التريتيوم، والهيدروجين؟
3. بين أن جملة (الهيليوم+النترون) أكثر استقرار من (الديتيريوم+التريتيوم).
4. أحسب الطاقة المتحررة من هذا التفاعل.
5. أحسب الطاقة المتحررة من تفاعل كيلوغرام واحد.
6. ماذا تمثل γ؟
7. أحسب تواتر وطول الموجة المرافقة للطاقة المتحررة من هذا التفاعل.

نعطي:

$$m(^2_1H) = 2{,}01355\ uma\,, \qquad m(^3_1H) = 3{,}01550\ uma\,,$$
$$m(^4_2He) = 4{,}00150\ uma, m(^1_0n) = 1{,}00866\ uma$$

$$c = 3.10^8\ m/s\,, \qquad 1uma = 1{,}66054.10^{-27}\ Kg,$$
$$N_A = 6{,}023.10^{23}\ mole^{-1}, \quad h = 6{,}62.10^{-34}\ j.s$$

الحـــل

1. كتابة معادلة التفاعل:

$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n + \gamma$$

Scanné avec CamScanner

التفاعل هو التحام نووي، التحام نواتين خفيفتين إلى نواة أثقل.

2. تسمى أنوية الديتيريوم، التريتيوم، والهيدروجين نظائر لأن أعدادها الذرية متساوية.

3. حساب النقص الكتلي:

$$\Delta m = 4{,}00150 + 1{,}00866 - 2{,}01355 - 3{,}01550$$
$$= -0{,}01889 uma = 3{,}13676.10^{-29}\ Kg$$

النقص الكتلي سالب إذن جملة النواتج أكثر استقرارا من جملة المتفاعلات أي أن التفاعل يحرر طاقة.

4. حساب الطاقة المتحررة:

$$E = \Delta m.c^2 = 3{,}13676.10^{-29} x (3.10^8)^2 = 2{,}823.10^{-12}\ j$$
$$= 17{,}643\ Mev$$

5. حساب الطاقة المتحررة من تفاعل كيلوغرام واحد:

$$E' = \frac{E}{M_D + M_T} = \frac{2{,}823.10^{-12}}{(2{,}01355 + 3{,}01550) x 1{,}66054.10^{-27}}$$
$$= \frac{2{,}823.10^{-12}}{8{,}35094.10^{-27}} = 3{,}3756.10^{14}\ j.Kg^{-1}$$

6. γ هي فوتون أو إشعاع كهرومغناطيسي طاقته عالية جدا.

7. حساب تواتر وطول الموجة المرافقة للطاقة المتحررة من هذا التفاعل:

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{2{,}823.10^{-12}}{6{,}62.10^{-34}} = 4{,}264.10^{21}\ Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3.10^8}{4{,}264.10^{21}} = 70{,}35.10^{-14}\ m = 70{,}35\ fm$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 21

ليكن التفاعل التالي: $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$

يمتص التفاعل طاقة قدرها 0,85MeV . أحسب كتلة ذرة He بـــ uma.

تعطي الكتل بـــ uma:

$^{1}_{1}H: 1,00783$, $^{17}_{8}O: 17,0045$, $^{14}_{7}N: 14,00754$

الحـــــل

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

$$\Delta m = \sum m_{\text{نواتج}} - \sum m_{\text{متفاعلات}} = (m_O + m_H) - (m_N + m_{He})$$

$$m_{He} = (m_O + m_H) - (m_N + \Delta m)$$

$$\Delta E = \Delta m . c^2$$

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{0,85.10^6 x 1,6.10^{-19}}{(3.10^8)^2} = 15,111.10^{-31}\ kg$$

$$= \frac{15,106.10^{-31}}{1,66.10^{-27}} = 9,103.10^{-4}\ uma$$

$$m_{He} = (17,0045 + 1,00783) - (14,00754 + 0,0009103)$$
$$= 4,00388\ uma$$

التمرين 22

ينتج عن إحدى مراحل انشطار نظير اليورانيوم $^{235}_{92}U$ خلال تعرضه إلى تيار من نترونات نواتي الإيتريوم $^{95}_{39}Y$ واليود $^{139}_{53}I$.

Scanné avec CamScanner

1. أكتب معادلة التفاعل النووي.

2. أحسب طاقة انشطار نواة $^{235}_{92}U$ بـــ MeV، ثم الطاقة المحررة عند انشطار غرام واحد منه بالجول.

3. أحسب في هذه الحالة كمية الماء التي يمكن لهذه الطاقة أن ترفع درجة حرارتها من 0 إلى 100 درجة مئوية تحت ضغط 1جو.

معطيات:

$$m(^{235}_{92}U) = 235{,}044\ uma, \qquad m(^{95}_{39}Y) = 94{,}915\ uma$$

$$m(^{139}_{53}I) = 138{,}910\ uma, \qquad C_P(eau)[0-100]C^\circ = 4{,}18\ j/g.k$$

الحـــــل

1. معادلة التفاعل النووي: $^{235}_{32}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{95}_{39}Y + ^{139}_{53}I + 2^{1}_{0}n$

2. حساب طاقة انشطار نواة اليورانيوم 235 بـــ MeV

$$\begin{aligned}\Delta m &= m^{235}_{92}U + m_n - m^{95}_{39}Y - m^{139}_{92}I - 2m_n \\ &= 235{,}044 - 94{,}915 - 138{,}910 - 1{,}0087 \\ &= 0{,}2103\ uma\end{aligned}$$

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = 0{,}2103x1{,}66054.10^{-27}(3.10^8)^2 = 3{,}143.10^{-11}j$$

$$= \frac{3{,}143.10^{-11}}{1{,}6.10^{-19}}\ eV = 1{,}964.10^8\ eV = 196{,}4\ MeV$$

طاقة غرام واحد من اليورانيوم 235:

$$\Delta E_{1g} = \frac{\Delta E}{m(g)} = \frac{3{,}143.10^{-11}}{235{,}044x1{,}66054.10^{-27}}$$

$$= 8{,}0527.10^{10}\ j/g\ de\ ^{235}U$$

Scanné avec CamScanner

3. حساب كمية الماء التي يمكن لهذه الطاقة أن ترفع درجة حرارتها من 0 إلى 100 درجة تحت ضغط 1جو:

$$Q = m_{eau} C_s \Delta T$$

$$m_{eau} = \frac{Q}{C_s \Delta T} = \frac{8{,}0527.10^{10}}{4{,}18x100} = 1{,}9264.10^{8}\ g$$

لأن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء بـــ $100C^{\circ}$ هي نفسها الطاقة المتحررة من انشطار غرام واحد من اليورانيوم 235.

تمرين 23

1. أحسب طاقة الربط لمول واحد من نوى اليورانيوم 235 (Z=92) علما أن كتلة النواة تساوي 235,044 u.
2. يمكن لهذه الذرة أن تقوم بتفاعل انشطار لإعطاء اللانتان 146 *(Z=57)* والبروم 87 (Z=35).

أ- أكتب معادلة تفاعل الانشطار.

ب- أحسب الطاقة المحررة بـــ ^{235}U J/Kg.

3. تساوي الكفاءة الحرارية للفحم 33400 KJ/Kg. ماهي كتلة الفحم التي يجب حرقها لإنتاج الطاقة المكافئة لتلك المحررة من انشطار 1كغ من ^{235}U ؟

نعطي:

$$^{146}La = 145{,}943\ u, \quad ^{235}_{92}U = 235{,}044\ u, \quad ^{87}Br = 86{,}912\ u,$$
$$m_p = 1{,}00727\ u, \quad m_n = 1{,}00866\ u$$

Scanné avec CamScanner

الحـــل

1. طاقة الربط لمول واحد من نوى اليورانيوم 235: حيث Z=92:

m=235-92=143

$$M_{theo} = 92x1{,}00727 + 143x1{,}00866 = 236{,}907\ u$$

$$\Delta m = 236{,}907 - 235{,}044 = 1{,}863\ u/noyau$$
$$= 1{,}863.10^{-3}\ kg/mole\ de\ noyau$$

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = 1{,}863.10^{-3}x(3.10^8)^2$$
$$= 1{,}6767.10^{14}\ j/mole\ de\ noyau$$

$$= 1{,}0479.10^{33}\ eV/mole\ de\ noyau$$
$$= 1{,}0479.10^{27}\ MeV/mole\ de\ noyau$$

$$= \frac{1{,}0479.10^{27}}{6{,}022.10^{23}} = 1739{,}8\ \frac{MeV}{noyau} = \frac{1739{,}8}{235}\ \frac{MeV}{nucleon}$$
$$= 7{,}4034\ \frac{MeV}{nucleon}$$

2.- تفاعل الانشطار: $^{235}_{92}U \rightarrow {}^{146}_{57}\mathrm{La} + {}^{87}_{35}\mathrm{Br} + 2{}^{1}_{0}n$

ب- نقص الكتلة:

$$\Delta m = 235{,}044 - 145{,}943 - 86{,}912 - (2x1{,}00866) = 0{,}1717\ u$$
$$= 0{,}1717.10^{-3}\ kg/mole$$

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = 0{,}1717.10^{-3}x(3.10^8)^2 = 1{,}5453.10^{13}\ j/mole$$
$$= 1{,}5453.10^{13}\ \frac{j}{235g\ de^{235}U}$$

$$= \frac{1{,}5453.10^{13}}{235}\ \frac{j}{g\ de^{235}U} = 6{,}5757.10^{10}\ \frac{j}{g\ de^{235}U}$$
$$= 6{,}5757.10^{13}\ \frac{j}{Kg\ de^{235}U}$$

Scanné avec CamScanner

3. كتلة الفحم المكافئة:

$$M_C = \frac{6{,}5757.10^{13}}{33400.10^3} = 1968772\ kg = 2000\ Kg$$

إذن يحرر انشطار غرام واحد من اليورانيوم طاقة تعادل ما يحرره احتراق طنين من الفحم.

التمرين 24

نعطي:

.1uma=931,5MeV/c^2, N_A=6,023.10^{23}mol^{-1}, Δm(C)=0,11uma

1. أحسب طاقة ربط نكليون واحد من نظير الكربون 14.
2. لتكن معادلة انشطار اليورانيوم 235 التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{148}_{57}La + ^{85}_{x}Br + y\,^{1}_{0}n$$

عين x و y . إذا علمت أن النقص الكتلي لليورانيوم يساوي 0,18uma:

3. أحسب الطاقة المتحررة من انشطار مول واحد من اليورانيوم.

الحل

1. طاقة ربط نكليون واحد من نظير الكربون 14:

$$E = \frac{\Delta mc^2}{A} = \frac{0{,}11x931{,}5}{14} = 7{,}319\ MeV$$

Scanné avec CamScanner

2. تعيين x و y: من انحفاظ الأعداد الذرية والأعداد الكتلية لدينا:

$$92 + 0 = 57 + x \Rightarrow x = 35$$

$$235 + 1 = 148 + 85 + y \Rightarrow y = 3$$

3. حساب الطاقة المتحررة من انشطار مول واحد من اليورانيوم:

$$E_{1mole} = E_{1atome} . N_A = 0{,}18x931{,}5x6{,}023.10^{23} = 10^{26}\ MeV$$

التمرين 25

تعطي الجدول التالي:

النواة	^{235}U	^{146}La	^{87}Br
كتلة النواة	235,044uma	145,943uma	86,912uma
العدد الذري	92	57	35

1. أحسب الكتلة النظرية لنواة اليورانيوم 235.
2. أحسب طاقة التحام النواة السابقة.
3. ينشطر اليورانيوم 235 معطيا اللانثان 146 والبروم 87. أكتب معادلة الانشطار.
4. أحسب النقص الكتلي.
5. أحسب الطاقة المحررة من انشطار مول واحد من اليورانيوم 235 بـــ j/mole.
6. استنتج الطاقة المحررة من انشطار كيلوغرام واحد من اليورانيوم 235 بوحدة j/kg.

Scanné avec CamScanner

الحـــل

1. حساب الكتلة النظرية لنواة اليورانيوم 235:

$$m_{noyau} = Zm_p + Nm_n = 92m_p + 143m_n$$
$$= 92(1{,}00718) + 143(1{,}00850) = 236{,}876\ uma$$

2. طاقة التحام النواة: $\Delta E = \Delta m.c^2$

$$\Delta m = m_{Be_{the}} - m_{Be_{reelle}} = 236{,}876 - 235{,}044 = 1{,}832\ u$$

$$\Delta E\left(\frac{eV}{noyau}\right) = \frac{\Delta E(j)}{1{,}6.10^{-19}} = \frac{1{,}832x(3.10^8)^2x1{,}66054.10^{-27}}{1{,}6.10^{-19}}$$

$$= 1711{,}18.10^6\ eV/noyau = 1711{,}18\ MeV/noyau$$

$$\Delta E\left(\frac{MeV}{nucleon}\right) = \frac{\Delta E}{m} = \frac{\Delta E}{A} = \frac{1711{,}18}{235} = 7{,}28\ \frac{MeV}{nucleon}$$

3. معادلة انشطار اليورانيوم 235 معطيا اللانثان 146 والبروم 87:

$$^{235}_{92}U \rightarrow {}^{146}_{57}La + {}^{87}_{35}Br + 2{}^{1}_{0}n$$

4. حساب النقص الكتلي:

$$\Delta m = 235{,}044 - 145{,}943 - 86{,}912 - (2x1{,}00850)$$
$$= 0{,}172\ uma = 0{,}172\ g/mole = 0{,}172.10^{-3}\ Kg/mole.$$

5. حساب الطاقة المحررة من انشطار مول واحد من اليورانيوم 235 :

$$E = \Delta m.c^2 = 0{,}172.10^{-3}x(3.10^8)^2 = 1{,}548.10^{13}\ j/mole$$

Scanné avec CamScanner

6. استنتاج الطاقة المحررة من انشطار كيلوغرام واحد من اليورانيوم 235:

$$E = 1{,}548.10^{13}\ \frac{j}{mole} = \frac{1{,}548.10^{13}}{235}\ \frac{j}{g} = 6{,}59.10^{10}\ \frac{j}{g}$$
$$= 6{,}59.10^{13}\ \frac{j}{Kg}$$

التمرين 26

ينشطر اليورانيوم 235 وفق المعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + X + 2^{1}_{0}n$$

النقص الكتلي يساوي 0,2uma، 1uma=1,66.10^{-27}Kg.
1eV=1,6.10^{-19}j

1. هل الانشطار النووي تفاعل تلقائي أو محرض؟
2. ماهي النواة X؟
3. أحسب الطاقة المحررة من انشطار نواة يورانيوم 235.

الحـــل

1. الانشطار النووي تفاعل محرض وليس تلقائي، بسبب ضرورة وجود نترون مسبب.
2. من موازنة العدد الشحني نجد: Z=92-54=38، ومن موازنة العدد الكتلي نجد: A=235+1-140-2x1=94. إذن النواة X هي النظير 94 للسترونيوم.
3. حساب الطاقة المحررة من انشطار نواة يورانيوم 235:

$$E = \Delta m.c^2 = 0{,}2x1{,}66.10^{-27}x(3.10^8)^2 = 2{,}9889.10^{-11}\ j$$
$$= 186{,}8\ MeV$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 27

يتفاعل عنصر البلوتونيوم مع نترون حسب المعادلة التالية:

$$^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{135}_{52}Te + ^{102}_{42}Mo + 3^{1}_{0}n$$

نعطي كتل النكليدات بوحدة MeV/c^2

$$m(^{239}_{94}Pu) = 222{,}655.10^3\,, \quad m(^{135}_{52}Te) = 125{,}662.10^3,$$
$$m(^{102}_{42}Mo) = 94{,}920.10^3\,, \quad m(^{1}_{0}n) = 932$$

$$M(^{239}_{94}Pu) = 239\ g/mole, \quad N_A = 6{,}023.10^{23}\ mole^{-1},$$
$$1\frac{MeV}{c^2} = 1{,}6.10^{-13}\ j$$

1. ماهو نوع هذا التفاعل؟
2. أحسب النقص الكتلي.
3. هل هذا التفاعل ماص أم ناشر للطاقة؟
4. أحسب قيمة هذه الطاقة المحررة من أجل مول من البلوتونيوم.

الحـــل

1. التفاعل عبارة عن انشطار نووي، تنشطر على إثره نواة ثقيلة إلى نواتين خفيفتين، عدداهما الذريان متقاربان.
2. حساب النقص الكتلي:

$$\Delta m = 3M_n + M_{Mo} + M_{Te} - (M_n + M_{Pu})$$
$$= 2x932 + 94920 + 125662 - 222655 = -209\ MeV/c^2$$

Scanné avec CamScanner

3. بما أن النقص الكتلي سالب، أي أن طاقة النواتج أصغر من طاقة المتفاعلات، إذن هناك ضياع للطاقة. أي أن التفاعل يحرر طاقة.

4. حساب قيمة الطاقة المحررة من أجل مول من البلوتونيوم:

$$E = -N_A \Delta m c^2 = 6{,}023.10^{23} x(-209) x 1{,}6.10^{-13} = 2{,}01.10^{13}\, j$$

التمرين 28

للبريليوم (Z=4) نظير واحد مستقر هو ^{9}Be .

1. ماهو تركيب نواة هذا النظير؟
2. أحسب قيمة الكتلة النظرية لنواة هذا النظير بـــ uma.
3. استنتج قيمة كتلته المولية النظرية بوحدة g/mole.
4. قارنها بقيمتها الحقيقية والتي تساوي 9,012 g/mole.
5. فسر الفرق الملاحظ.
6. أحسب طاقة التحام هذا النظير المستقر بـــ MeV/noyau ثم بـــ MeV/nucléon.
7. يستعمل هذا النظير في الصناعة النووية كمولد للنترونات. حيث يثبت دقيقة α وينتج نترون وتتشكل نواة جديدة. أكتب معادلة التحول.
8. للبريليوم 3 نظائر مشعة ^{7}Be, ^{8}Be, ^{10}Be يشع النظير ^{8}Be الدقائق α، أكتب المعادلة.
9. ماهو تركيب نواة النظير ^{7}Be ؟
10. قارنه مع تركيب نواة النظير ^{9}Be.
11. ما الذي يجعل ^{7}Be غير مستقر؟

Scanné avec CamScanner

12. كيف يصبح ^{7}Be مستقرا؟
13. هل هو مشع للدقائق β^{+} أم β^{-} ؟
14. أكتب معادلة التفاعل النووي الموافقة.
15. أجب على نفس الأسئلة بالنسبة للنظير ^{10}Be.

الحـــل

1. تحتوي نواة ^{9}Be على 4 بروتونات و5 نترونات، أي 9 نكليونات.
2. تركيب النواة:

$$m_{noyau} = Zm_p + Nm_n = 4m_p + 5m_n$$
$$= 4(1{,}00718) + 5(1{,}00850) = 9{,}0712\ uma$$
$$= 9{,}0712x1{,}66.10^{-27}\ Kg$$
$$= 1{,}5063510^{-26}\ Kg$$

3. تساوي الكتلة المولية بـــ g/mole كتلة الذرة بـ M=9,0712 g/mole.uma.
4. الكتلة الحقيقية للنواة أصغر بقليل من قيمتها النظرية.
5. عند تشكيل النواة انطلاقا من مكوناتها (بروتونات ونترونات) يتم تحول جزء من الكتلة إلى طاقة تستعمل في التحام النواة فتكون أكثر استقرارا، تسمى الكتلة الضائعة بالنقص الكتلي.
6. حساب طاقة التحام النظير المستقر:

$$\Delta E = \Delta m.c^2$$

$$\Delta m = m_{Be_{the}} - m_{Be_{reelle}} = 9{,}0712 - 9{,}012 = 0{,}0592\ u$$

$$\Delta E\left(\frac{eV}{noyau}\right) = \frac{\Delta E(j)}{1{,}6.10^{-19}} = \frac{0{,}0592x(3.10^{8})^2x1{,}66054.10^{-27}}{1{,}6.10^{-19}}$$

$$= 5{,}529.10^{7}\ {}^{eV}/_{noyau} = 55{,}29\ {}^{MeV}/_{noyau}$$

$$\Delta E\left(\frac{MeV}{nucleon}\right) = \frac{\Delta E}{m} = \frac{\Delta E}{A} = \frac{55{,}29}{9} = 6{,}14\ \frac{MeV}{nucleon}$$

Scanné avec CamScanner

تسمى هذه القيمة الأخيرة بالطاقة المتوسطة لالتحام النواة.

7. معادلة التحول: $^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{12}_{6}C$

8. معادلة التفكك:

$$^{8}_{4}Be \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$$

9. تركيب نواة النظير ^{7}Be : 4 بروتونات و 3 نترونات.

10. تركيب نواة النظير ^{9}Be : 4 بروتونات و 5 نترونات.

11. النظير ^{7}Be غير مستقر لأنه يحتوي على عدد غير كاف من النترونات.

12. يصبح ^{7}Be مستقرا إذا اكتسب نترونات.

13. يحول بروتون إلى نترون عن طريق تحرير طاقة موجبة (بوزيتون) إذن نوع الإشعاع هو β^{+}. إذن تتشكل نواة الليثيوم 7.

14. معادلة التحول: $^{7}_{4}Be \rightarrow ^{7}_{3}Li + ^{0}_{1}e$

15. تركيب نواة النظير ^{10}Be : 4 بروتونات و 6 نترونات.

تركيب نواة النظير ^{9}Be : 4 بروتونات و 5 نترونات.

النظير ^{10}Be غير مستقر لأنه يحتوي على نترون إضافي مقارنة بالنظير المستقر.

يصبح ^{10}Be مستقرا إذا فقد نترونا.

يحول نترون إلى بروتون عن طريق تحرير طاقة سالبة (نيغاترون، الكترون) إذن نوع الإشعاع هو β^{-}. إذن تتشكل نواة الليثيوم 10.

$$^{10}_{4}Be \rightarrow ^{10}_{3}Li + ^{0}_{-1}e$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 29

الفرانسيوم هو أثقل معدن أساسي. وهو معدن مشع وليس له نظائر مشعة. يمكن الحصول على أحد نظائره ^{223}Fr بتفكك α لنظير مشع للأكتينيوم $(Z=89)$.

1. ماهو تركيب نواة الدقيقة α؟
2. كيف يتغير عدد البروتونات و النترونات خلال تفكك مشع من النوع α؟
3. أكتب شكل المعادلة النووية الموافقة؟
4. تتحول نواة الفرانسيوم الناتجة إلى نواة راديوم عن طريق اشعاع β^-، ماهي الدقيقة β^-؟
5. كيف يتغير عدد البروتونات والنترونات خلال تفكك مشع من النوع β^-؟
6. أكتب شكل المعادلة النووية الموافقة؟
7. لتكن معادلة التفاعلين المتسلسلين التالية: $^{x}_{89}Ac \xrightarrow{\alpha} {}^{223}_{y}Fr \xrightarrow{\beta^-} {}^{t}_{u}Ra$

أحسب x، y، u و t.

الحـــــل

1. الدقيقة α هي نواة نظير الهيليوم ^4_2He ، تتكون من بروتونين ونترونين.
2. إصدار نواة عنصر ما لدقيقة α يجعلها تفقد بروتونين ونترونين، ينقص إذن العدد الذري بوحدتين والعدد الكتلي بأربع وحدات.
3. المعادلة:

$$^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}X + {}^4_2He$$

4. الدقيقة β^- هي الإلكترون.

Scanné avec CamScanner

5. إصدار نواة عنصر ما لدقيقة β^- يجعلها تصدر إلكترونا سالبا عن طريق تحول نترون إلى بروتون داخل النواة. يزداد إذن عدد البروتونات (العدد الذري Z) بوحدة، ويتناقص عدد النترونات بوحدة كذلك، وهذا ما يجعل عدد النكليونات A لا يتغير.

6. المعادلة:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}{}^{A}Y + {}^{0}_{-1}e$$

7. لتعيين x، y ، u و t نوازن المعادلة من حيث الأعداد الذرية والأعداد الكتلية.

$$x = 223 + 4 = 227, y = 89 - 2 = 97, t = 223, u = y + 1 = 88$$

$$^{227}_{89}Ac \xrightarrow{\alpha} {}^{223}_{87}Fr \xrightarrow{\beta^-} {}^{223}_{88}Ra$$

التمرين 30 (التفاعلات النووية)

1. أكمل معادلات التفاعلات النووية التالية، مع تحديد طبيعة الدقائق الممثلة بنقاط:

$^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{17}_{8}O + \cdots$	$^{3}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + \cdots$
$^{7}_{4}Be \rightarrow {}^{7}_{3}Li + \cdots$	$^{239}_{94}Pu + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow \cdots + {}^{1}_{1}\mathrm{H} + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n}$
$^{6}_{3}Li + \cdots \rightarrow 2{}^{4}_{2}He$	$^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow \cdots + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$
$^{63}_{29}Cu + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{63}_{30}Zn + \cdots$	$^{61}_{28}Ni + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow \cdots \rightarrow \cdots + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$
$^{31}_{14}Si \rightarrow {}^{31}_{15}P + \cdots$	$^{40}_{19}K + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} \rightarrow \cdots + \mathrm{h}\nu$
$^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{1}_{0}n + \cdots$	$^{58}_{26}Fe + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow \cdots + {}^{60}_{27}\mathrm{Co}$
$^{55}_{25}Mn + \cdots \rightarrow \cdots + {}^{55}_{26}\mathrm{Fe}$	$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow \cdots + {}^{142}_{56}\mathrm{Ba} + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n}$
$^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{228}_{88}\mathrm{Ra} + \cdots$	$^{214}_{82}Pb \rightarrow \cdots + {}^{214}_{83}\mathrm{Bi}$

Scanné avec CamScanner

2. أكمل المعادلات النووية التالية:

${}^{35}_{17}Cl(\dots,p){}^{35}_{16}S$	${}^{2}_{1}H(\dots,n){}^{1}_{1}H$
${}^{64}_{30}Zn(n,p)\dots$	${}^{235}_{92}U(n,\dots){}^{139}_{56}Ba,{}^{86}_{36}Kr$
${}^{58}_{28}Ni(n,\dots){}^{58}_{27}Co$	${}^{24}_{12}Mg\ (d,\alpha)\dots$
${}^{238}_{92}U(n,\dots){}^{235}_{92}U$	${}^{26}Mg\ (d,p)\dots$
${}^{239}_{92}U \longrightarrow {}^{239}_{93}Np + \cdots$	${}^{40}Ar\ (\alpha,p)\dots$
${}^{239}_{94}Pu \longrightarrow {}^{235}_{92}U + \cdots$	${}^{12}C\ (d,n)\dots$
${}^{35}_{17}Cl(n,\alpha)\dots$	${}^{130}Te\ (d,2n)\dots$
${}^{35}_{17}Cl(\dots,\gamma){}^{36}_{17}Cl$	${}^{55}Mn\ (n,\gamma)\dots$

تعطي : ${}_{18}Ar$ ، ${}_{52}Te$ ، ${}_{6}C$ ، ${}_{25}Mn$ ، ${}_{12}Mg$

الحـــل

1. توازن المعادلات السابقة بتساوي الأعداد الكتلية والأعداد الذرية والشحنات بين طرفي المعادلة.

${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$	${}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$
${}^{7}_{4}Be \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\nu$	${}^{239}_{94}Pu + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{240}_{95}Am + {}^{1}_{1}\mathrm{H} + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n}$
${}^{6}_{3}Li + {}^{2}_{1}H \longrightarrow 2{}^{4}_{2}He$	${}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$
${}^{63}_{29}Cu + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{63}_{30}Zn + {}^{1}_{0}n$	${}^{61}_{28}Ni + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{62}_{29}Cu \longrightarrow {}^{61}_{29}Cu + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$
${}^{31}_{14}Si \longrightarrow {}^{31}_{15}P + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$	${}^{40}_{19}K + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + \mathrm{h}\nu$
${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{4}_{2}He$	${}^{58}_{26}Fe + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{60}_{27}\mathrm{Co}$
${}^{55}_{25}Mn + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{55}_{26}\mathrm{Fe}$	${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + {}^{142}_{56}\mathrm{Ba} + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n}$
${}^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{228}_{88}\mathrm{Ra} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$	${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{214}_{83}\mathrm{Bi}$

Scanné avec CamScanner

2. إكمال المعادلات النووية

${}^{35}_{17}Cl(n,p){}^{35}_{16}S$	${}^{2}_{1}H(\gamma,n){}^{1}_{1}H$
${}^{64}_{30}Zn(n,p){}^{64}_{29}X$	${}^{235}_{92}U(n,11n){}^{139}_{56}Ba,{}^{86}_{36}Kr$
${}^{58}_{28}Ni(n,p){}^{58}_{27}Co$	${}^{24}_{12}Mg\ (d,\alpha){}^{22}_{11}Na$
${}^{238}_{92}U(n,4n){}^{235}_{92}U$	${}^{26}_{12}Mg\ (d,p){}^{27}_{12}Mg$
${}^{239}_{92}U \longrightarrow {}^{239}_{93}Np + \beta^-$	${}^{40}_{18}Ar\ (\alpha,p){}^{43}_{19}K$
${}^{239}_{94}Pu \longrightarrow {}^{235}_{92}U + \alpha$	${}^{12}_{6}C\ (d,n){}^{13}_{7}N$
${}^{35}_{17}Cl(n,\alpha){}^{32}_{15}P$	${}^{130}_{52}Te\ (d,2n){}^{130}_{53}I$
${}^{35}_{17}Cl(n,\gamma){}^{36}_{17}Cl$	${}^{55}_{25}Mn\ (n,\gamma){}^{56}_{25}Mn$

التمرين 31 (Nucléosynthèse)

أكمل معادلات الالتحام التسلسلية التالية وأكتب معادلة التحول الإجمالية:

${}^{12}_{6}C + {}^{1}_{1}H \longrightarrow \cdots$

${}^{13}_{7}N \longrightarrow \cdots + {}^{0}_{1}e + \cdots$

${}^{13}_{6}C + \cdots \longrightarrow {}^{14}_{7}N$

${}^{14}_{7}N + \cdots \longrightarrow {}^{15}_{8}O$

${}^{15}_{8}O \longrightarrow {}^{15}_{7}N + \cdots$

${}^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{12}_{6}C + \cdots$

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

$$^{12}_{6}C + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{13}_{7}N$$

$$^{13}_{7}N \longrightarrow ^{13}_{6}C + ^{0}_{1}e + ^{0}_{0}\nu$$

$$^{13}_{6}C + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{14}_{7}N$$

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{15}_{8}O$$

$$^{15}_{8}O \longrightarrow ^{15}_{7}N + ^{0}_{1}e + ^{0}_{0}\nu$$

$$\underline{^{15}_{7}N + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{4}_{2}He}$$

$$4^{1}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + 2^{0}_{1}e + 2^{0}_{0}\nu$$

التمرين 32

تحتوي عينة مشعة على كمية من نظير اليود 131 دورها 8 أيام، وعلى كمية من نظير السيزيوم 137 دورها 30 سنة. تساوي فعالية العينة الجزئية الخاصة باليود 200KBq، وتساوي فعالية العينة الجزئية الخاصة بالسيزيوم 50KBq. كم ستكون فعالية العينة بعد شهر؟

الحـــــل

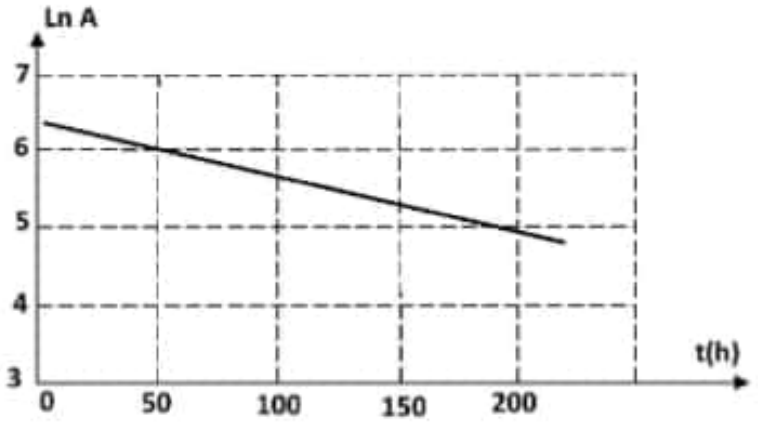
حساب فعالية العينة بعد شهر:

$$A_{TOT} = A_I + A_{Cs} = A_{0_I} e^{-\lambda_I t} + A_{0_{Cs}} e^{-\lambda_{Cs} t}$$
$$= 200.e^{-\frac{ln2}{8}30} + 50.e^{-\frac{ln2}{30.365}30} = 64{,}8\ KBq$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 33

لتعيين دور (نصف عمر) نظير الرادون 222 نقيس فعالية هذا العنصر عند أزمنة مختلفة، ونرسم المنحنى : $\ln(A)=f(t)$. نشير أن أقل قيمة يمكن أن يعطيها جهاز كشف الرادون هي $\ln A=3,2$.



1. هل يوافق شكل المنحنى قانون التهافت الإشعاعي؟
2. أحسب قيمة الثابت الإشعاعي و الدور.
3. عند أي زمن تتوقف حساسية الجهاز؟

الحـــــل

1. نعم يوافق شكل المنحنى قانون التهافت الإشعاعي $\ln A=-\lambda t+\ln A_0$، لأنه مستقيم ميله سالب.
2. حساب قيمة الثابت الإشعاعي والدور.

Scanné avec CamScanner

$$tg\alpha = -\lambda = \frac{4{,}95 - 6{,}45}{200 - 0} = -7{,}5.10^{-3}\, h^{-1} \Longrightarrow \lambda = 7{,}5.10^{-3}\, h^{-1}$$

$$T = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{ln2}{7{,}5.10^{-3}} = 92{,}42\, h = 3jours, 20h\ et\ 42min$$

3. تتوقف حساسية الجهاز عندما يكون lnA=3,2

$$lnA = -\lambda t + lnA_0$$

$$t = \frac{lnA_0 - lnA}{\lambda} = \frac{6{,}45 - 3{,}2}{7{,}5.10^{-3}} = 433{,}33\, h$$

التمرين 34

تحتوي عينة مشعة على نظائر السترونيوم 85 و 90، حيث يساوي Z=38.

1. ماهو عدد بروتونات، نترونات والكترونات كل نظير؟
2. إذا علمت أن العينة تحتوي على مول واحد من النظير 85 الذي دوره 64 يوم، ومول واحد من النظير 90 الذي دوره 28.5 ساعة، أحسب الزمن اللازم لتساوي نشاطي النظيرين، وأحسب عند هذه اللحظة فعالية غرام واحد من العينة.

الحـــــل

1. حساب عدد بروتونات، نترونات والكترونات كل نظير

$$\begin{cases} {}^{85}_{38}Sr:\ 38p, 47n, 38e^- \\ {}^{90}_{38}Sr:\ 38p, 52n, 38e^- \end{cases}$$

Scanné avec CamScanner

2. حساب الزمن اللازم لتساوي نشاطي النظيرين:

$$A_1(85) = A_2(90)$$

$$\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2$$

$$\lambda_1 N_0 e^{-\lambda_1 t} = \lambda_2 N_0 e^{-\lambda_2 t}$$

$$t = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} ln \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{\frac{ln2}{T_1} - \frac{ln2}{T_2}} ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$= \frac{1}{\frac{ln2}{64} - \frac{ln2}{28{,}5x365}} ln \frac{28{,}5x365}{64} = 473\ j$$

حساب الفعالية الكتلية: بإهمال النقص الكتلي للتفككات، تكون كتلة العينة:

$$m = 85 + 90 = 175g.$$

$$A = A_1 + A_2 = \lambda_1 N_1 + \lambda_2 N_2 = 2\lambda_1 N_1 = 2\lambda_1 N_0 e^{-\lambda_1 t}$$

$$= \frac{2ln2}{T_1} N_0 e^{-\frac{ln2}{T_1} t}$$

$$= \frac{2ln2}{64x24x3600} . 6{,}023.10^{23} . e^{-\frac{ln2}{64} 473} = 9.10^{14} Bq$$

$$\Lambda_m = \frac{A}{m} = \frac{9.10^{14}}{175} = 5{,}1.10^{12}\ {}^{Bq}/_{g}$$

التمرين 35

تقوم عينة من العنصر المشع ^{211}X كتلتها 10^{-5} g بإصدار $2{,}7.10^{15}$ دقيقة α في أول ساعة من التهافت. أكتب معادلة التفكك وأحسب دور العنصر X.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

$$^{211}_{Z}X \longrightarrow ^{207}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$$

لدينا $T=\ln 2/\lambda$ لنحسب λ:

$$N_t = N_0 - 2{,}7.10^{15}$$

حيث $t=1h$ و $N_0 = N_A.m/M$

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 - 2{,}7.10^{15}$$

$$t = 1 \Longrightarrow e^{-\lambda} = \frac{N_0 - 2{,}7.10^{15}}{N_0} = 1 - \frac{2{,}7.10^{15}}{N_0}$$

$$-\lambda = \ln\left(1 - \frac{2{,}7.10^{15}}{N_0}\right)$$

$$\lambda = -\ln\left(1 - \frac{2{,}7.10^{15}}{N_0}\right) = -\ln\left(1 - \frac{2{,}7.10^{15}}{\frac{N_A.m}{M}}\right)$$

$$= -\ln\left(1 - \frac{2{,}7.10^{15}}{\frac{6{,}023.10^{23} x 10^{-5}}{211}}\right) = 0{,}0995\ h^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{ln2}{0{,}0995} = 6{,}9663\ h = 417{,}9\ min = 25078{,}69\ s$$

التمرين 36

يتهافت الثوريوم $^{230}_{90}Th$ عبر سلسلة من التهافتات α و β^- ليعطي في الأخير نظير الرصاص $^{206}_{82}Pb$ المستقر.

Scanné avec CamScanner

يساوي ثابت هذا التهافت الإشعاعي $\lambda=8,7.10^{-6}\ an^{-1}$.

1. أكتب معادلة التهافت الإجمالية للثوريوم.
2. أحسب دور الثوريوم.
3. تحتوي عينة على 0,25 mmole من $^{230}_{90}Th$ و 0,75 mmole من $^{206}_{82}Pb$.
   أحسب عمر العينة.

الحـــل

1. معادلة التهافت الإجمالية للثوريوم:

$$^{230}_{-90}Th \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 6^{4}_{2}He + 4_^{0}_{1}e$$

2. حساب دور الثوريوم:

$$T = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{ln2}{8,7.10^{-6}} = 7,967.10^{4}\ ans$$

3. يبين تركيب العينة المعطاة أن كمية الثوريوم الابتدائية كانت 1mmole ثم تفككت ثلاثة أرباع هذه الكمية، تبقى إذن ربع الكمية:

$$\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t}$$

$$t = \frac{-1}{\lambda} ln\frac{A}{A_0} = \frac{-1}{\lambda} ln\frac{1}{4} = \frac{ln4}{\lambda} = \frac{ln4}{8,7.10^{-6}} = 16.10^{4}\ ans$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 37

يمثل المخطط التالي المراحل الثلاث الأولى من سلسلة التهافت الطبيعي لنظير اليورانيوم 238:

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{T_1=4,47.10^9 ans} {}^{234}_{90}Th \xrightarrow{T_2=24,1j} {}^{234}_{91}Pa \xrightarrow{T_3=6,75h} {}^{234}_{92}U$$

1. اشرح المخطط.

2. إذا كانت الكمية الابتدائية لليورانيوم 238 هي مول واحد، وإذا اعتبرنا أن الوصول إلى حد التوازن النووي يتم بعد مليوني سنة، حيث تبقى بعدها كميتا الثوريوم والبروتاكتنيوم ثابتة. أحسب عدد أنوية الثوريوم والبروتاكتنيوم عندها؟

3. أحسب فعالية غرام واحد من اليورانيوم 238 بوحدة Bq/g. ماذا تستنتج؟

الحـــــل

1. يتم المخطط المعطى عبر 3 مراحل:

1). $^{238}_{92}U \xrightarrow{\lambda_1} {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

2). $^{234}_{90}Th \xrightarrow{\lambda_2} {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$

3). $^{234}_{91}Pa \xrightarrow{\lambda_3} {}^{234}_{92}U + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$

$T_1 \gg T_2 > T_3 \Rightarrow \lambda_1 \ll \lambda_2 < \lambda_3$

Scanné avec CamScanner

2. نضع N_3, N_2, N_1 هي عدد أنوية ^{238}U ، ^{234}Th، ^{234}Pa على الترتيب.

عند الوصول إلى حد التوازن النووي، تكون إذن الحالة مستقرة. بما أن

$$N_2 = cte \Rightarrow \frac{dN_2}{dt} = 0$$

وهي سرعة تراكم ^{234}Th . و تمثل الفرق بين سرعة إنتاج أنوية ^{234}Th في المرحلة 1 (A_1) وسرعة تفاعل هذه الأنوية في المرحلة 2 (A_2).

$$dN_2/dt = A_1 - A_2 = 0$$

$$N_{1_0} = 6{,}023.10^{23}\ atomes$$

$$N_1/N_{1_0} = e^{-\frac{ln2}{T_1}t} = e^{-\frac{ln2}{4{,}47.10^9 x 2.10^6}} = 0{,}9997$$

$$N_1 \approx N_{1_0}$$

لدينا: $N_1\lambda_1 = N_2\lambda_2$

$$N_2 = N_1\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = N_{1_0}\frac{T_2}{T_1} = 6{,}023.10^{23}.\frac{24{,}1}{4{,}47x10^9x365} = 8{,}89.10^{12}\ noyau$$

$$N_2\lambda_2 = N_3\lambda_3$$

$$N_3 = N_2\frac{\lambda_2}{\lambda_3} = N_2\frac{T_3}{T_2} = 8{,}89.10^{12}.\frac{6{,}75}{24{,}1x24} = 1{,}038.10^{11}\ noyau$$

$$N_2 \ll N_1 \quad , \quad N_3 \ll N_1$$

3. حساب فعالية غرام واحد من اليورانيوم 238

$$A_1 = \lambda_1.N_1 = \frac{ln2}{T_1}N_{1_0}$$

Scanné avec CamScanner

$$= \frac{ln2}{4{,}47.10^9 x365x24x3600}.6{,}023.10^{23} = 2{,}96.10^6\ Bq$$

$$A_{1m} = \frac{A_1}{m} = \frac{2{,}96.10^6}{238} = 12{,}4.10^3\ {}^{Bq}/_{g}$$

حسب قيمة T_1 الكبيرة جدا وتناقص N_1، يبقى النشاط الإشعاعي لليورانيوم 238 وللأتوية المكونة لعائلة اليورانيوم ثابتا مع الزمن.

التمرين 38 (العائلات المشعة الطبيعية)

يوجد هناك ثلاث عائلات مشعة وهي: عائلة اليورانيوم 238، عائلة اليورانيوم 235، وعائلة الثوريوم 232. ينتمي عنصر الراديوم $^{226}_{86}Ra$ إلى عائلة اليورانيوم 238، ويعطي بعد سلسلة من التفككات α أو β^- المتتالية نواة $^{206}_{82}Pb$ المستقر.

1. ماهو عدد التفككات α و β^- خلال هذا التحول؟
2. أكمل المخطط التالي:

$$^{226}_{88}Ra \xrightarrow{?} {}^{?}_{86}Rn \xrightarrow{\alpha} {}^{218}_{?}Po \xrightarrow{?} {}^{?}_{82}Pb \xrightarrow{?} {}^{?}_{83}Bi \xrightarrow{\beta^-} {}^{214}_{?}Po \xrightarrow{?} {}^{?}_{82}Pb$$

الحـــــل

1. حساب عدد التفككات α و β^- خلال هذا التحول

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow x\,{}^{0}_{-1}e + y\,{}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$$

Scanné avec CamScanner

بموازنة الأعداد الكتلية والذرية بين طرفي المعادلة نجد:

$$226 = x(0) + y(4) = 206$$

$$88 = x(-1) + y(2) + 82$$

$$x = 4, \qquad y = 5$$

إذن ينتج من هذا التحول النووي 4 دقائق β^- و5 دقائق α.

2. إكمال المخطط المعطى:

$$^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}Rn \xrightarrow{\alpha} {}^{218}_{84}Po \xrightarrow{\alpha} {}^{214}_{82}Pb \xrightarrow{\beta^-} {}^{214}_{83}Bi \xrightarrow{\beta^-} {}^{214}_{84}Po \xrightarrow{\alpha} {}^{210}_{82}Pb$$

ملاحظة: نظير ^{210}Pb ليس مستقرا، تتواصل التهافتات حتى الوصول إلى النظير المستقر ^{206}Pb.

التمرين 39

من بين أول التجارب في مجال النشاط الإشعاعي تجربة قذف نواة الألمنيوم $^{27}_{13}Al$ بدقائق α.

1. أكتب معادلة هذا التفاعل النووي ومعادلة انشطار نواة العنصر الناتج.
2. ينتمي نظير الراديوم 226 إلى عائلة اليورانيوم 238 الإشعاعية، دوره 1600 سنة، ويتهافت بإصدار دقائق α. هل يبقى نظير اليورانيوم 238 بعد سلسلة التهافتات؟
3. هل يتهافت نظير الراديوم 226؟

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. معادلة التفاعل النووي:

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

معادلة انشطار نواة العنصر الناتج:

$$^{30}_{15}P \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{0}_{1}e$$

2. نعم يبقى نظير اليورانيوم 238 بعد سلسلة التهافتات لأن دوره (حوالي 10^9 سنة) من نفس رتبة دور الأرض (يبلغ عمر الأرض حوالي 4.5 مليار سنة).
3. دور الراديوم 1600 سنة، إذن ثابت إشعاعه يساوي: $\lambda = \frac{ln2}{\tau} = 4{,}3.10^{-4} ans$ أي أن احتمال تفاعله هو 4 بالعشرة آلاف.

التمرين 40

يتكون جهاز تنظيم ضربات القلب (pacemaker cardiaque, stimulateur cardiaque) من عينة كتلتها 119mg من نظير البلوتونيوم 238 المشع لدقائق α والذي دوره يساوي 84 سنة. ينتج هذا الجهاز طاقة كهربائية نتيجة للطاقة الصادرة عن كل تفاعل. نعطي:

$_{90}Th$, $_{91}Pa$, $_{93}Np$, $_{94}Pu$. الكتلة المولية للبلوتونيوم تساوي 238 g/mole.

1. أكتب معادلة التهافت.
2. أحسب عدد الأنوية الابتدائية الموجودة في الجهاز.
3. أحسب الفعالية الابتدائية للجهاز.

Scanné avec CamScanner

4. يعمل الجهاز بشكل صحيح إلى غاية تناقص فعاليته إلى 40%، ما يوافق 40 سنة. أحسب عدد أنوية البلوتونيوم 238 المتبقية.

الحـــــل

1. كتابة معادلة التهافت:

$$^{238}_{94}Pu \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{234}_{92}U$$

2. حساب عدد الأنوية الابتدائية الموجودة في الجهاز:

$$N_0 = n.N_A = \frac{m.N_A}{M} = \frac{0{,}119x6{,}023.10^{23}}{238} = 3.10^{20}\ noyau$$

3. حساب الفعالية الابتدائية للجهاز:

$$A_0 = \lambda.N_0 = \frac{ln2}{T}N_0 = \frac{ln2}{84x365x24x3600}.3.10^{20} = 7{,}9.10^{10}Bq$$

4. حساب عدد أنوية البلوتونيوم 238 المتبقية بعد 40 سنة:

$$N = N_0e^{-\lambda t} = N_0e^{\frac{ln2}{T}t} = 3.10^{20}.e^{\frac{ln2}{84}40} = 2{,}15.10^{20}\ noyau$$

التمرين 41 (التريتيوم)

يتواجد التريتيوم في الطبيعة وفي الأنسجة الحية على شكل ماء معالج بالتريتيوم ^3H_2O. ينتج طبيعيا بفعل تأثير الأشعة الكونية على الآزوت والأكسجين والأرغون المتواجدة في الهواء.

Scanné avec CamScanner

1. أكتب معادلة التفكك النووي للتريتيوم إذا علمت أنه مشع للدقائق β^- .
2. أعطى تحليل عينة من الماء أن هذا الماء يحتوي على نواة تريتيوم لكل 10^9 نواة هيدروجين، إذا علمت أن دور التريتيوم هو 12,3 ans، كم ستصبح نسبة التريتيوم بعد 50 و100 سنة من أخذ العينة.
3. في حالة حدوث ثلوث نتيجة لارتفاع نسبة التريتيوم في الماء، ماهو الزمن اللازم لانخفاض نشاط التريتيوم إلى 1/1000 من نشاطه الابتدائي.

الحـــــل

1. كتابة معادلة التفكك النووي للتريتيوم: $^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$
2. حساب P_0 نسبة التريتيوم إلى الهيدروجين :

$$P_0 = 1/10^{19}.100 = 10^{-17}\%$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$P = P_0 e^{-\lambda t}$$

$$P_{50} = \frac{10^{-17}}{100}.e^{-\frac{ln2}{12,3}.50} = 6.10^{-19}\%$$

$$P_{100} = \frac{10^{-17}}{100}.e^{-\frac{ln2}{12,3}.100} = 3,6.10^{-20}\%$$

3. حساب الزمن اللازم لانخفاض نشاط التريتيوم إلى 1/1000 من نشاطه الابتدائي:

$$A/A_0 = N/N_0 = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{ln2}{T}t}$$

$$t = \frac{-T}{ln2} ln\frac{A}{A_0} = \frac{-12,3}{ln2} ln\frac{1}{1000} = 122,6\ ans$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 42

1. تصدر دقيقة α عن منبع مشع لنظير البولونيوم $^{210}_{84}Po$ موجود في مجال مغناطيسي تحريضه 1Tesla، عمودي على اتجاه الدقيقة α التي يكون مسارها دائريا نصف قطره 33,2cm.

أ. أعط العدد الكتلي والعدد الذري للنواة المتشكلة.

ب. أحسب سرعة الدقيقة α وطاقتها الحركية بالجول وبالـــ MeV.

2. نفرض أن الطاقة الحركية للدقيقة α مساوية بالتقريب لطاقتها النووية.

أ. أحسب النقص الكتلي الذي يوافق قذافت غرام واحد من نواة $^{210}_{84}Po$.

ب. استنتج الكتلة الذرية للنواة المتشكلة.

3. قارن استقرار الأنوية $^{3}_{1}H,\ ^{2}_{1}H,\ ^{4}_{2}He$ انطلاقا من طاقة ربط النكليون الواحد.

4. أحسب نشاط غرام واحد من البولونيوم النقي بوحدة الكوري إذا علمت أن دوره 140 يوم.

الحـــــل

1. ا. يكون العددان الكتلي والذري للنواة المتشكلة:

$$^{210}_{84}Po \longrightarrow ^{206}_{82}X + \alpha$$

A=206 ، Z=82

Scanné avec CamScanner

ب.في حقـــل مغناطيسي تكون الحركة دائرية وتخضع للتسارع الناظمي:

$$\sum \vec{F} = m\overrightarrow{\gamma_N}$$

$$\overrightarrow{F_m} = m\,v^2/R$$

$$qvB\sin\alpha = m\,v^2/R$$

$$\alpha = \pi/2 \Longrightarrow \sin\alpha = 1$$

$$qB = m\,v/R$$

$$v = \frac{qBR}{m} = \frac{2x1{,}6.10^{-19}x1x33{,}2.10^{-2}}{4{,}0026x1{,}66.10^{-27}} = 15{,}98.10^{6}\ {}^{m}/_{s}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}4{,}0026x1{,}66.10^{-27}x(15{,}98.10^{6})^2$$
$$= 8{,}48.10^{-13}\,j = 5{,}312\ MeV$$

2. حساب النقص الكتلي الذي يوافق لهافت غرام واحد من نواة $^{210}_{84}Po$.

$$E_c = E$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \Delta mc^2$$

$$\Delta m = \frac{mv^2}{2c^2} = \frac{E_c}{c^2} = \frac{8{,}48.10^{-13}}{(3.10^{8})^2} = 0{,}942.10^{-29}\ kg$$
$$= 0{,}00567\ uma$$

من أجل ذرة غرامية واحدة نضرب في N:

$$\Delta m = 0{,}00567xNx\frac{1}{N} = 0{,}00567\ g$$

Scanné avec CamScanner

3. مقارنة استقرار الأنوية $^{4}_{2}He$ ، $^{2}_{1}H$ ، $^{3}_{1}H$ انطلاقا من طاقة ربط النكليون الواحد:

$$n + p \longrightarrow {}^{2}_{1}H:$$

$$\Delta m = 0{,}00202\ u, \qquad E = 1{,}886\ MeV, \qquad E/A = 0{,}94MeV$$

$$2n + p \longrightarrow {}^{3}_{1}H:$$

$$\Delta m = 0{,}008764\ u, \qquad E = 8{,}173MeV, \qquad E/A = 2{,}72MeV$$

$$2n + 2p \longrightarrow {}^{4}_{2}He:$$

$$\Delta m = 0{,}0298\ u, \qquad E = 27{,}803\ MeV, \qquad E/A = 6{,}95MeV$$

$$\Longrightarrow \alpha > {}^{3}_{1}H > {}^{2}_{1}H$$

4. فعالية غرام واحد من Po:

$$A = N\lambda = N\frac{ln2}{T} = \frac{mN_A}{A}.\frac{ln2}{T} = \frac{1x6{,}023.10^{23}xln2}{210x140x24x3600}$$
$$= 1{,}64.10^{14} = \frac{1{,}6.10^{14}}{3{,}7.10^{10}} = 4432{,}43\ Ci$$

التمرين 43

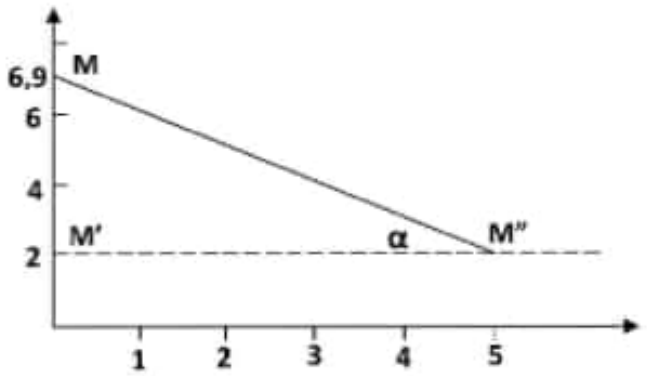
1. يعطي البولونيوم $^{210}_{84}Po$ الذرات التالية كنتيجة لتفاعلات نووية مختلفة:

$_{81}$Ti, $_{82}$Pb, $_{83}$Bi, $_{84}$Po, $_{85}$At

حدد الأعداد الكتلية للعناصر السابقة وطبيعة الإشعاع.

Scanné avec CamScanner

2. ليكن ΔN عدد التهافتات خلال الزمن Δt. أعط عبارة الفعالية A بدلالة A_0، λ و t. نعطي المنحنى التالي $\ln A=f(t)$



أعط عبارة $\ln A$ بدلالة A_0، λ و t. وعين قيمة الثابت الإشعاعي λ بيانيا وكذلك الدور.

3. لتكن عينة من Po كتلتها عند $t=0$ هي $m_0=10g$.

أحسب الكتلة المتفككة m بعد ساعة واحدة.

الحـــل

1. الأعداد الكتلية للعناصر السابقة وطبيعة الإشعاع:

$^{210}_{81}Ti$	$^{206}_{82}Pb$	$^{210}_{83}Bi$	$^{210}_{84}Po$	$^{210}_{85}At$
β^+	α	β^+	γ	β^-

Scanné avec CamScanner

2. عبارة الفعالية A و lnA

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$lnA = \ln\left(A_0 e^{-\lambda t}\right) = lnA_0 - \lambda t$$

من البيان: $\lambda = tg\alpha = \frac{dlnA}{dt}$

$$\lambda = tg\alpha = \frac{M'M''}{M'M} = \frac{5}{4,9} = 1,0204\ h^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{ln2}{1,0204} = 0,6792\ h$$

3. حساب الكتلة المتفككة m بعد ساعة واحدة:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$t = 1\ h$$

$$N_0 = \frac{10N_A}{M} = \frac{10x6,023.10^{23}}{210} = 2,8681.10^{22}$$

$$N_1 = 2,86809.10^{22} e^{-1,0204x1} = 1,0338.10^{22}$$

$$m = \frac{M.N_1}{N_A} = \frac{210x1,0338.10^{22}}{6,023.10^{23}} = 3,6045g$$

التمرين 44

تبلغ قيمة الفعالية الابتدائية لعينة من نظير الكادميوم $^{107}_{40}Cd$ القيمة $1,8.10^7$ Bq. يكون العنصر المتشكل من هذا التهافت هو نظير الإنديوم $^{107}_{49}In$

Scanné avec CamScanner

1. هل الكادميوم والإنديوم متماكبان؟
2. ماهي طبيعة إشعاع نواة ذرة الكادميوم؟

الحـــــل

1. تعرف الأنوية المتساوية في العدد الكتلي بالإيزوبارات. المتماكبات هي مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية، لكنها تختلف في الصيغة المفصلة.
2. بما أن الأنوية متساوية في العدد الكتلي، فسيكون إذن العدد الكتلي للدقيقة الناتجة معدوما. موازنة العدد الذري يبين أن هذه الدقيقة هي عبارة عن إلكترون، أي أن إشعاع نواة ذرة الكادميوم طبيعته β^-.

التمرين 45 (التأريخ بالكربون 14 واليورانيوم 238)

1. التأريخ بالكربون 14: اشرح باختصار تقنية التأريخ بالكربون 14.
2. اكتب معادلة التفكك الإشعاعي للكربون 14، علما أنه يشع دقائق β^- .
3. ماهو عمر عينة فحم خشبي قديمة نشاطها 232dpm، إذا علمت أن نشاط نفس الكتلة من عينة جديدة من الفحم الخشبي هو 1500dpm، وأن دور الكربون14 يساوي 5730 سنة.
4. التأريخ باليورانيوم 238: إذا علمت أن عائلة اليورانيوم 238 الإشعاعية تبدأ بنظير اليورانيوم ^{238}U وتنتهي بنظير الرصاص ^{206}Pb ، اشرح كيف تمكننا النسبة $^{206}Pb/^{238}U$ من تعيين عمر الصخور المحتوية على عنصر اليورانيوم، إذا علمت أن دور أول مرحلة من سلسلة التفككات المتتالية في عائلة اليورانيوم 238 أكبر بكثير من دور المراحل الأخرى، ويساوي $4.5.10^9$

Scanné avec CamScanner

ans، ويمكننا بالتالي إهمال المراحل الأخرى (نعلم أن المرحلة المحددة في سلسلة التفاعلات هي المرحلة الأبطأ).

استنتج إذن عمر عينة من filon uranifié إذا كانت النسبة $^{206}Pb/^{238}U$ فيها تساوي 0,75.

الحـــــل

1. التأريخ بالكربون 14: الكربون المشع أو الكربون 14 هو نظير مشع من نظائر الكربون، يستخدم لتحديد عمر الأحافير القديمة. يتكون الكربون المشع في الطبيعة حينما تندفع الجسيمات الذرية العالية الطاقة والتي تسمى الأشعة الكونية إلى جو الأرض. وتسبب هذه الأشعة الكونية في الجو تفتت الذرات إلى إلكترونات ونترونات وبروتونات وجسيمات أخرى، وترتطم بعض النترونات بأنوية ذرات النتروجين في الجو، وتمتص كل من هذه الأنوية نترونات ومن ثم تفقد بروتونا وتتحول ذرة نتروجين بهذه الطريقة إلى ذرة كربون مشع نصف عمره 5700 سنة.

يعتبر التأريخ بالكربون المشع عملية تستخدم لتحديد عمر الأشياء القديمة عن طريق قياس محتواها من الكربون المشع. يتناقص الكربون المشع في أنسجة الكائن باستمرار ما دام الكائن يعيش، وبعد أن يموت الكائن، فإنه لا يتناول الغذاء أو الهواء وبالتالي لا يمتص الكربون المشع. ويستمر الكربون المشع الموجود فعلاً في الجسم في النقصان بمعدل ثابت. ويساعد هذا الاضمحلال الثابت، (الذي يسير بمعدل معروف) العلماء على تحديد عمر الأشياء.

2. معادلة التفكك الإشعاعي للكربون 14:

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$$

Scanné avec CamScanner

3. ليكن A_0 النشاط الابتدائي لعينة حديثة تحتوي على N_0 نواة كربون 14، وليكن A نشاط نفس الكتلة من العينة المطلوب حساب عمرها، وتحتوي على N نواة كربون 14. إذن:

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$A = \lambda N$$

$$\frac{A_0}{A} = \frac{N_0}{N} \Rightarrow ln\frac{A_0}{A} = ln\frac{N_0}{N} = \ln\left(e^{-\lambda t}\right) = -\lambda t = -\frac{ln2}{T}t$$

$$t = \frac{T}{ln2} ln\frac{A}{A_0} = \frac{5730}{ln2} ln\frac{1500}{232} = 15430\, ans$$

4. التأريخ باليورانيوم 238: يتم الانتقال من ^{238}U إلى ^{206}Pb عبر عدة مراحل من التهافت، يسمح كون أول مرحلة هي المرحلة المحددة بإهمال المراحل المتبقية، ونكتب إذن:

$$^{238}U \quad \xrightarrow{T} \quad ^{206}Pb$$

$$t = 0 \quad N_0 \qquad 0$$

$$t \qquad N \qquad N_0 - N$$

$$N = N_0.e^{-\lambda t}$$

$$ln\, N/N_0 = -\lambda t = -tln2/T \Rightarrow ln\, N_0/N = tln2/T$$

$$R = \frac{^{206}Pb}{^{238}U} = \frac{N_0 - N}{N} = \frac{N_0}{N} - 1$$

$$N_0/N = R + 1 \Rightarrow ln\, N_0/N = \ln(R+1) = t\, ln2/T$$

$$t = T\frac{\ln(R+1)}{ln2} = 4{,}5.10^9.\frac{\ln(0{,}75+1)}{ln2} = 3{,}63.10^9\, ans$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 46

يمكن أن يتم تحول نواة الهيدروجين إلى نواة هيليوم بطريقتين: تسمى الطريقة الأولى "السلسلة بروتون-بروتون"، وتبدأ بالتحام بروتونين لتشكل نواة الديتيريوم.

1. أكتب المعادلة الموافقة لهذه المرحلة.

يتم بعدها التحام نواة الديتيريوم مع بروتون ثالث، فتتشكل نواة هيليوم3.

2. أكتب المعادلة الموافقة.

تشكل نواتي نظير الهيليوم 3 نواة X المتكونة من بروتونين ونترونين مع تحرير بروتونين زائدين.

3. ماهي النواة X المتشكلة؟

وتسمى الطريقة الثانية "دورة الكربون"، تبدأ بتصادم بروتون مع نواة كربون 12، فتتشكل نواة آزوت 13، الذي يتحول بدوره إلى كربون 13.

4. أكتب المعادلة الموافقة لهاتين المرحلتين.

يلتحم الكربون 13 مع بروتون ثان ليعطي نواة آزوت 14، ثم مع بروتون ثالث ليعطي نواة أكسجين 15، الذي يتحول مجددا إلى آزوت 15.

5. ماهي نواة الأكسجين 15؟

6. ماهو تركيب نواة الآزوت 15؟

7. ماهو تركيب نواة الآزوت 14؟

تتفكك النواة إلى نواة هيليوم 4 وكربون 12 بعد تفاعلها مع بروتون رابع، أي تظهر نواة الكربون 12 الأصلي ، و4 بروتونات التحمت إلى نواة هيليوم.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. المعادلة: $2{}_1^1H \longrightarrow {}_1^2H + {}_1^0e$
2. المعادلة: ${}_1^2H + {}_1^1H \longrightarrow {}_2^3He$
3. X هو جسيمة α.
4. المعادلة: ${}_6^{12}C + {}_1^1H \longrightarrow {}_7^{13}N \xrightarrow{\beta^+} {}_6^{13}C$
5. ^{15}O هو نظير غير مستقر.
6. ^{15}N يتكون من 8 نترونات و7بروتونات.
7. ^{14}N يتكون من 7 نترونات و7 بروتونات.

Scanné avec CamScanner

الفصل الثالث

النماذج التقليدية للذرة

Scanné avec CamScanner

الفصل الثالث

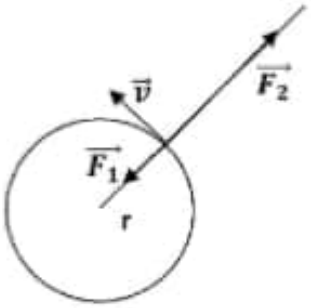
النماذج التقليدية للذرة

ملخص الدرس

1. مقدمة

لقد توافقت النتائج التجريبية مع التوقعات النظرية التي تصف حركة الأجسام لعدة قرون. لكن التزايد المستمر في الاكتشافات العلمية، وظهور المكونات الدقيقة للمادة أدى إلى ظهور بعض التناقضات، فبينت مثلا تجربة التداخل الالكتروني في جهاز شقي يونغ أن الضوء يسلك سلوكا موجيا، بينما بينت تجربتي المفعول الكهروضوئي وظاهرة كومتون، أن الضوء يسلك سلوكا جسيميا. ولقد تم التحقق فيما بعد من ازدواجية طبيعة الضوء.

- **دراسة تجريبية للذرة الهيدروجين:** درس روذرفورد أبسط الذرات (الهيدروجين)، حيث يدور الإلكترون حول النواة بسرعة v ويرسم مسارا دائريا نصف قطره r ويخضع إلى قوتين متعاكستين.



القوة الجاذبة الكهربائية: قوة جذب الإلكترون نحو النواة:

$$F_1 = \frac{K.q_1.q_2}{r^2} = \frac{K.Z.e^2}{r^2}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9\ S.I$$

Scanné avec CamScanner

القوة النابذة: وهي القوة التي تدفع الإلكترون خارج النواة:

$$F_2 = m\gamma = m\frac{v^2}{r}$$

يحافظ الإلكترون على مساره عند تساوي القوتين، أي أن:

$$F_1 = F_2 \Longrightarrow k\frac{Z.e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \Longrightarrow k\frac{Z.e^2}{r} = mv^2$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Longrightarrow E_c = \frac{k.Z.e^2}{2r}$$

$$E_p = \int_{\infty}^{r} F_1 dr = \int_{\infty}^{r} \frac{kZ.e^2}{r^2} dr = kZe^2 \int_{\infty}^{r} \frac{dr}{r^2} = kZe^2 \left[\frac{-1}{r}\right]_{\infty}^{r}$$

$$= -kZ\frac{e^2}{r}$$

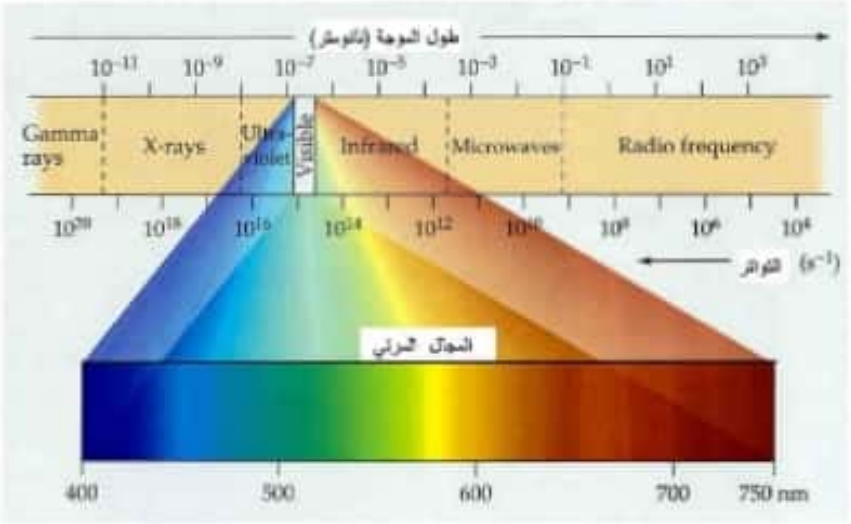
$$E_T = E_C + E_P = \frac{kZe^2}{2r} - \frac{kZe^2}{r} \Longrightarrow E_T = \frac{-kZe^2}{2r}$$

ملاحظة:

تتناقص حسب نموذج روذفورد طاقة الإلكترون أثناء دورانه حول النواة مما يجعل حركته تتخامد، ويقترب شيئا فشيئا من النواة إلى أن يقع عليها أي يصبح r=0 ، وهذا تكون النواة غير مستقرة. غير أن الحقيقة هي أن الذرة معتدلة كهربائيا ومستقرة ميكانيكيا وطاقيا. لم يستطع روذفورد إذن تفسير استقرار النواة وبذلك اعتبر نموذجه للبنية الذرية نموذجا غير تام.

Scanné avec CamScanner

2. الطيف الضوئي



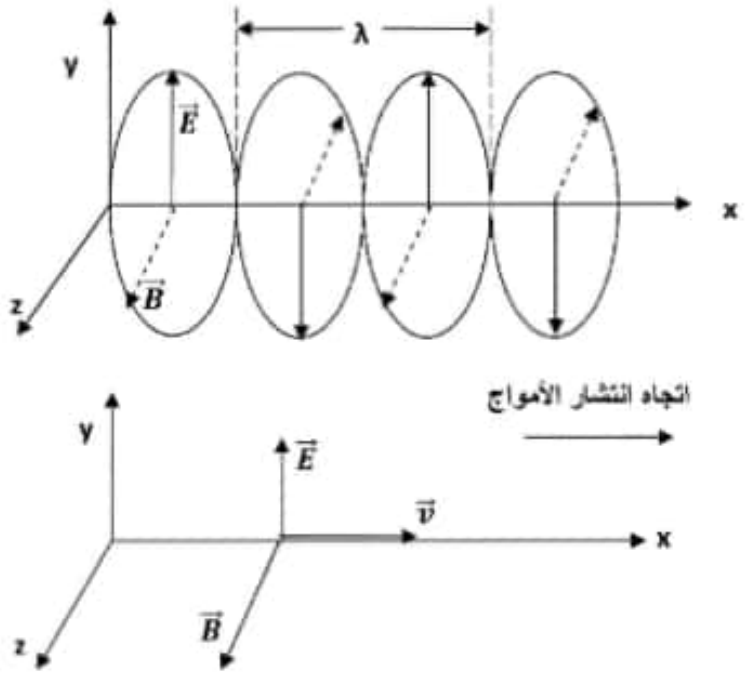
• خواص الإشعاعات الكهرومغناطيسية

الإشعاع الكهرومغناطيسي هو شكل من أشكال الطاقة التي تنتشر بسرعة عالية، يتكون من موجات كهربائية مغناطيسية، وقد يكون على شكل ضوء مرئي، إشعاع γ، إشعاع X، UV، IR، أمواج راديو.. تتميز الإشعاعات الكهرومغناطيسية بخاصيتين: الخاصية الموجية والخاصية الجسيمية.

1.2. الخواص الموجية للإشعاعات الكهرومغناطيسية

تظهر الخواص الموجية للإشعاعات الكهرومغناطيسية على شكل مجالين، مجال كهربائي ومجال مغناطيسي، يمتدان في وسط ما، ويكونان مستويين وعموديين على منحنى سرعة انتشار الموجة.

Scanné avec CamScanner



2.2. الخواص الجسيمية للإشعاعات الكهرومغناطيسية

ظهرت الخواص الجسيمية للإشعاع الكهرومغناطيسي بعد دراسة الفيزيائي الألماني ماكس بلانك سنة 1900 للنظرية الكوانتية والتي نصها: "تبادل الطاقة (أي إصدار وامتصاص المادة للإشعاع) لا يحدث بشكل مستمر كما تقتضيه النظرية الكهرومغناطيسية، بل يكون متقطعا على شكل كمات، تحمل كل واحدة منها مقدارا محددا من الطاقة يكون عبارة عن مضاعفات لكمية ثابتة سميت بـــ الكوانتا quanta.

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

Scanné avec CamScanner

حيث h ثابت بلانك $h=6,62.10^{-34}$ j.s

λ طول الموجة، c سرعة الضوء في الخلاء $c = 3.10^8$ m/s، ν التواتر، σ العدد الموجي، حيث $\sigma = \frac{1}{\lambda} = \bar{\nu}$

ملاحظة: وضعت العلاقة التي تدل على الازدواجية (جسيم–موجة) من طرف الفيزيائي السويسري اينشتاين: $h\nu = mc^2$

m كتلة الفوتون أثناء الحركة ، m_0 كتلته عند السكون، ν سرعة الفوتون.

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

$$h\nu = h\frac{c}{\lambda} = mc^2 \Longrightarrow \frac{h}{\lambda} = mc$$

وهي العلاقة بين m و λ

- **فرضية دوبروي De Broglie; 1924**

عمم الفيزيائي الفرنسي دوبروي سنة 1924 الخاصيتين الموجية والجسمية للفوتونات على كل الدقائق المادية المتحركة، فافترض أن لكل دقيقة كتلتها m وتتحرك بسرعة ν موجة مواكبة طولها :

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad , \quad \Delta E = h\nu = mc^2$$

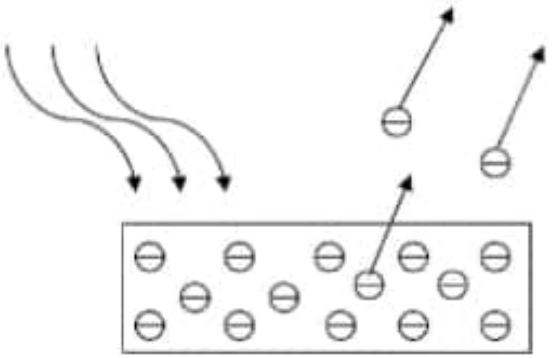
$$P = mv = mc = \frac{h}{\lambda} \Longrightarrow \lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mc} = \frac{h}{mv}$$

Scanné avec CamScanner

3. المفعول الكهروضوئي (ظاهرة إصدار الكترونات من طرف ذرات معدنية)

اكتشفت الظاهرة من قبل الفيزيائي الألماني هرتز والفيزيائي البريطاني ج.ج.تومسون. تكون بعض الإشعاعات الكهرومغناطيسية قادرة على قلع إلكترونات عندما تسلط على صفيحة معدنية، حيث وجد أن الطاقة الحركية للالكترونات الصادرة تعتمد على تواتر الإشعاع وليس على شدته.

يتميز كل معدن بتواتر ν_0 يوافق أقل قيمة يمكن أن تودي إلى حدوث الظاهرة، يدعى تواتر عتبة الإصدار، ويتعلق بطبيعة المعدن المضاء وليس بشدة الضوء.



فسر الفيزيائي السويسري اينشتاين سنة 1905 هذه الظاهرة على أساس أن الإشعاعات الكهرومغناطيسية، بالإضافة إلى طبيعتها الموجية تكون ذات طبيعة جسيمية. واعتبر أنها تتكون من دقائق وجسيمات سميت بالفوتونات، يحمل كل منها طاقة قدرها كوانتوم واحد (hν) وتتحرك في الفراغ بسرعة الضوء.

$$h\nu = h\nu_0 + E_c$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = h(\nu - \nu_0)$$

Scanné avec CamScanner

$h\nu$ طاقة الفوتون الوارد.

$h\nu_0$ الطاقة اللازمة لقلع إلكترون من المعدن.

E_c الطاقة الحركية للإلكترون.

$\nu<\nu_0$: لا يحدث إصدار للالكترونات مهما كانت شدة الإشعاع الساقط عليه.

$\nu>\nu_0$: يحدث إصدار حتى وان كان مصدر الإشعاع ضعيفا جدا.

لا يمكن حساب ν سرعة الإلكترون المنطلق مباشرة ولكن يمكن حساب الطاقة الحركية، ولقد تمكن ميليكان من تحقيق تجربة اينشتاين وحساب الطاقة الحركية بواسطة قياس فرق الكمون اللازم تطبيقه لإيقاف الإلكترون الكهروضوئي.

4. الطيف المرئي لذرة الهيدروجين

يسمى المنحنى الذي يمثل شدة الإشعاع بدلالة طول الموجة أو التواتر بـــ "منحنى الطيف". ويكون هذا الطيف بسيطا في حالة عنصر خفيف مثل الهيدروجين.

عند وضع غاز الهيدروجين في أنبوب زجاجي مقاوم وتطبيق فرق كمون عال، نلاحظ إصدار إشعاعات كهرومغناطيسية بأطوال أمواج مختلفة، عند تحليلها باستعمال ألواح تحتوي على شقوق وموشور زجاجي، نتحصل على تسجيل فوتوغرافي في صورة خطوط سوداء عند أطوال أمواج معينة.

وضع الفيزيائي السويسري بالمر سنة 1885 علاقة تعطي أطوال أمواج خطوط الطيف المرئي لذرة الهيدروجين. وتسمى هذه الخطوط بمجموعة سلسلة

Scanné avec CamScanner

بالمر. ثم توصل الفيزيائي السويدي ريدبرغ إلى وضع العلاقة العامة لكل السلاسل:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2})$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = c.R_H(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2})$$

R_H ثابت ريدبرغ . $R_H = 1{,}097373.10^7\ m^{-1}$

n_2	n_1	المنطقة الطيفية	السلسلة
2, 3, ...∞	1	الأشعة فوق البنفسجية	Lyman
3, 4, ...∞	2	الضوء المرئي	Palmer
4, 5, ...∞	3	الأشعة تحت الحمراء	Paschen
5, 6, ...∞	4	الأشعة تحت الحمراء البعيدة	Bracket
6, 7, ...∞	5	الأشعة تحت الحمراء القريبة	Pfund

توجد في كل منطقة من طيف الهيدروجين حزمة أو سلسلة خطوط معينة.

تواصل اكتشاف مجموعات خطوط طيفية أخرى لذرة الهيدروجين تحقق جميعها العلاقة العامة السابقة.

Scanné avec CamScanner

5. النموذج الذري لبور

1.5. فرضيات بور

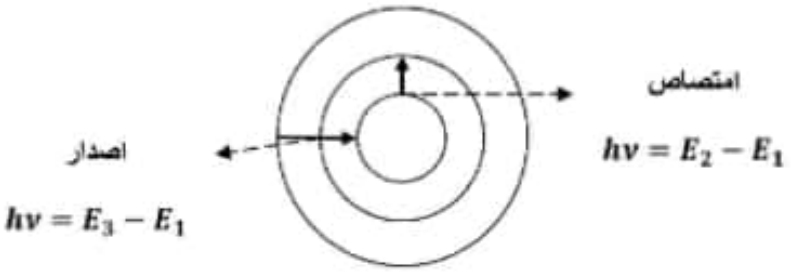
اعتمد الفيزيائي الدنماركي بور في دراسته لذرة الهيدروجين على ميكانيك الكم واستطاع أن يحسب نظريا تردد خطوط طيف ذرة الهيدروجين بعدما وضع الفرضيات التالية:

- لا تتحرك الإلكترونات في الذرة بجميع الحركات الممكنة (أي على كل المدارات الممكنة) كما يقتضيه الميكانيك الكلاسيكي، بل على مدارات مفضلة تدعى المدارات المستقرة، تتابع هذه المدارات بصورة متقطعة منفصلة، ويوافق كل منها مستوى طاقوي محدد يمكن تعيينه وفقا لنظرية الكم.
- تكون طاقة الإلكترون مكممة أي يمكنها أن تأخذ بعض القيم فقط، تدعى هذه القيم مستويات الطاقة. ويوافق كل مقدار من الطاقة المسموحة مسارا دائريا ثابتا يسمى المدار.
- يبقى الإلكترون في الحالة العادية في المستوى الطاقوي بأقل طاقة وتسمى الحالة الأساسية، ولا تتغير طاقته ما لم يغير المدار، فهو لا يشع ولا يمتص طاقة إلا إذا انتقل من مدار إلى آخر.
- عندما تثار الذرة يغادر الإلكترون المستوى الأساسي إلى مستوى أعلى، فتتغير طاقته بمقدار ΔE، ويتحول هذا المقدار إلى إشعاع كهرومغناطيسي تردده ν يحسب كالتالي:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

Scanné avec CamScanner

عندما يشغل الإلكترون مستويات أعلى، أي انتقاله مثلا من المستوى الأساسي n=1 إلى المستوى n=3، فإنه يمتص طاقة. أما عند انتقال الإلكترون من مستوى أعلى إلى مستوى أقل فإنه يصدر إشعاعا.



- يوافق انتقال الإلكترون عزم حركي زاوي مكمم:

$$L = Pr = mvr = n\hbar = n\,h/2\pi \Longrightarrow mvr = n\,h/2\pi$$

وهو الشرط الميكانيكي لبور.

m كتلة الإلكترون، v سرعته، r نصف قطر المدار، n المستوى الطاقوي.

h ثابت بلانك $h = 6{,}62.10^{-34}$ j.s

2.5. حساب نصف قطر مدارات بور

يعبر عن قوة التجاذب (قوة جذب الإلكترون من طرف النواة) وفق قانون كولومب Coulomb بالمعادلة التالية:

$$F_1 = kZ.e^{-}.e^{-}/r^2 = kZ\,e^2/r^2$$

Scanné avec CamScanner

علما أن الإلكترون لا يسقط على النواة، حيث تتعادل القوة F_1 بالقوة F_2، القوة النابذة المركزية (قوة التنافر).

$$F_2 = m\,v^2/r \Longrightarrow kZ\frac{e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \Longrightarrow r = kZ\frac{e^2}{mv^2}$$

بتطبيق الشرط الميكانيكي لبور:

$$mvr = n\frac{h}{2\pi} \Longrightarrow v = n\frac{h}{2\pi mr} \Longrightarrow r = \frac{4\pi^2 kZe^2m^2r^2}{mn^2h^2}$$

$$r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mkZe^2} = a_0n^2$$

$$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 me^2kZ} = \frac{(6{,}62.10^{-34})^2}{4\pi^2 x9{,}1.10^{-31}x(1{,}6.10^{-19})^2x9.10^9x1}$$
$$= 0{,}53.10^{-10}\,m = 0{,}53\,A^{\circ}$$

3.5. حساب طاقة الإلكترون

$$E_T = E_c + E_p$$

حيث E_c هي الطاقة الحركية للإلكترون، و E_p هي طاقته الكامنة.

$$E_T = \frac{1}{2}mv^2 - k\frac{Ze^2}{r}$$

$$r = kZ\frac{e^2}{mv^2} \Longrightarrow mv^2 = kZ\frac{e^2}{r}$$

$$E_T = \frac{1}{2}kZ\frac{e^2}{r} - kZ\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2}kZ\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2}kZ\frac{e^2}{\frac{n^2h^2}{4\pi^2 mkZe^2}}$$
$$= \frac{-2\pi^2e^4k^2Z^2m}{n^2h^2}$$

Scanné avec CamScanner

عندما ينتقل الإلكترون من مستوى n_2 إلى مستوى n_1 حيث $n_2 > n_1$ فإنه يفقد طاقة بشكل إشعاع hv:

$$h\nu = E_{n_2} - E_{n_1} = \Delta E$$

$$\nu = \frac{1}{h}(E_{n_2} - E_{n_1}) = \frac{1}{h}\left(-\frac{2\pi^2 m k^2 Z^2 e^4}{n_2{}^2 h^2} + \frac{2\pi^2 m k^2 Z^2 e^4}{n_1{}^2 h^2}\right)$$

$$\nu = \frac{2\pi^2 m k^2 Z^2 e^4}{h^3}\left(-\frac{1}{n_2{}^2} + \frac{1}{n_1{}^2}\right)$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} \; et \; \nu = \frac{c}{\lambda} = c\bar{\nu} \Longrightarrow \bar{\nu} = \frac{\nu}{c} = \frac{2\pi^2 m Z^2 k^2 e^4}{ch^3}\left(-\frac{1}{n_2{}^2} + \frac{1}{n_1{}^2}\right)$$

$$\bar{\nu} = R_H\left(\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right)$$

$$R_H = \frac{2\pi^2 m Z^2 k^2 e^4}{ch^3} = \frac{2.\pi^2 x 9{,}1.10^{-31} x (9.10^9)^2 x (1{,}6.10^{-19})^4}{3.10^8 x (6{,}62.10^{-34})^3}$$

$$R_{the} = 109677{,}7\ cm^{-1} = 1{,}1.10^7\ m^{-1}$$

$$R_{exp} = 109737{,}309\ cm^{-1} = 1{,}09737\ 10^7\ m^{-1}$$

يدل تطابق القيمتين النظرية والتجريبية على كون فرضية بور مقبولة في هذا المستوى من الطاقة المسموحة لذرة الهيدروجين.

$$E_n = -\frac{2\pi^2 m Z^2 k^2 e^4}{n^2 h^2}$$

$$n = 1 \Longrightarrow E_1 = -13{,}6\ eV$$

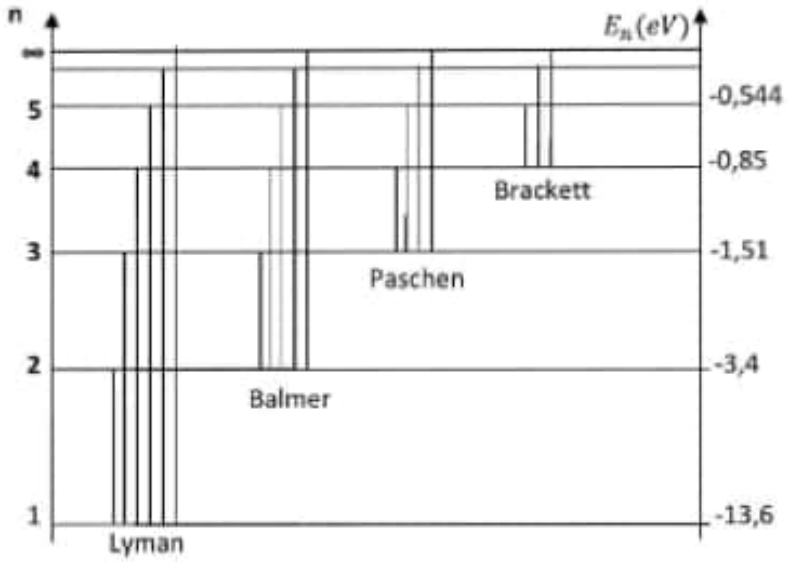
$$n = 2 \Longrightarrow E_2 = -13{,}6/2^2\ eV$$

$$n = 3 \Longrightarrow E_3 = -13{,}6/3^2\ eV$$

$$n = \infty \Longrightarrow E_\infty = 0\ eV$$

$$E_n = -A/n^2, \qquad A = 13{,}6\ eV = 2{,}179.10^{-18}\ joule$$

Scanné avec CamScanner



حساب طاقة التأين E_i في حالة الهيدروجين: $H \longrightarrow H^+ + e^-$

E_i : هي الطاقة التي يجب بذلها لطرد الإلكترون بعيدا عن النواة (من مداره في الحالة الأساسية إلى اللانهاية) أي تحويل الذرة المعتدلة كهربائيا إلى شاردة موجبة بعد فقد إلكترون، وتسمى هذه الطاقة كذلك كمون التشرد.

$$E_I = \Delta E = E_\infty - E_1$$

$$E_I = \frac{-2\pi^2 Z^2 e^4 k^2 m}{h^2}\left(\frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{1^2}\right) = \frac{2\pi^2 Z^2 e^4 k^2 m}{h^2} = 2{,}17.10^{-18}\, j$$
$$= 13{,}6\, eV$$

$$(E_I)_n = -\frac{E_{I_H}}{n^2} = -\frac{13{,}6}{n^2}\, eV$$

Scanné avec CamScanner

4.5. تطبيق نظرية بور على أشباه الهيدروجين

أشباه الهيدروجين هي شوارد فقدت كل الالكترونات، ولم يتبقى لها سوى إلكترون واحد في المدار الخارجي، غير أنها تختلف عن الهيدروجين بالعدد الذري الذي يكون أكبر من الواحد، مثل He^{+}، Li^{2+}، Be^{3+}. تبقى فرضيات بور صحيحة بالنسبة لأشباه الهيدروجين.

$$r_{1(He^{+})} = r_{1(H)}/2 \Longrightarrow r_{1(H)} = 2r_{1(He^{+})}$$

$$mvr = \frac{nh}{2\pi} \Longrightarrow v = \frac{nh}{2\pi mr} = \frac{nh}{2\pi m \dfrac{n^2h^2}{kZe^2 4\pi^2 m}} = \frac{kZe^2 2\pi}{nh}$$

ملاحظة:

نلاحظ أن سرعة الإلكترون تتناسب عكسيا مع n وطرديا مع Z، تدور إذن الإلكترونات القريبة من النواة بسرعة أكبر من تلك البعيدة عنها. أما سرعة الإلكترون في نفس المدار فتكون أكبر في حالة الذرات الثقيلة (لأن زيادة السرعة أساسي لتعديل زيادة قوة التجاذب الناتجة عن كبر شحنة النواة أو عن صغر المسافة بين الإلكترون والنواة).

$$r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 kme^2 Z}$$

$$E_n = \frac{-2\pi^2 k^2 me^4}{n^2h^2} Z^2 = A\left(\frac{Z}{n}\right)^2$$

$$\mathrm{R}_{\text{أشباه الهيدروجين}} = R_H . Z^2$$

$$(E_n)_{\text{أشباه الهيدروجين}} = E_H . Z^2$$

Scanné avec CamScanner

نصوص تمارين الفصل الثالث مع الحلول المقترحة

التمرين 1

اشرح كيف تتغير طاقة الإلكترون عندما ينتقل من مستوى طاقوي إلى آخر.

الحـــــل

عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقوي إلى مستوى طاقوي أعلى، تمتص الذرة كمية من الطاقة (امتصاص فوتون)، فتحدث إثارة للذرة. أما عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقوي إلى مستوى طاقوي أقل، فإنه يفقد طاقة (إصدار فوتون).

التمرين 2

أحسب بالإلكترون فولط طاقة الخمس مستويات الأولى لذرة الهيدروجين.

الحـــــل

لحسب طاقة الخمس مستويات الأولى باستعمال عبارة بور، نجد:

$$E_n = -13{,}6/n^2$$

$$E_1 = -13{,}6\ eV,$$

$$E_2 = -3{,}4\ eV$$

$$E_3 = -1{,}51\ eV$$

$$E_4 = -0{,}85\ eV$$

$$E_5 = -0{,}54\ eV$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 3

أحسب طول موجة الإشعاع الصادر عن انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الطاقوي n=5 إلى المستوى n=3. إلى أي مجال ينتمي هذا الإشعاع؟

الحـــــل

حساب طول موجة الإشعاع الصادر عن انتقال الإلكترون:

$$\Delta E = E_5 - E_3 = hc/\lambda$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_5 - E_3} = \frac{hc}{\frac{E_H}{5^2} - \frac{E_H}{3^2}} = \frac{6{,}62.10^{-34}x3.10^8}{-13{,}6x1{,}6.10^{-19}(\frac{1}{25} - \frac{1}{9})}$$

$$= 1{,}28.10^{-6}\ m$$

ينتمي هذا الإشعاع إلى مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة.

التمرين 4

تصدر ذرة هيدروجين مثارة إشعاعا طول موجته 112 نانومتر.

1. إلى أي مجال ينتمي هذا الإشعاع؟
2. أحسب تواتر هذا الإشعاع.
3. أحسب طاقة الفوتون.

الحـــــل

1. ينتمي هذا الإشعاع إلى المجال فوق البنفسجي البعيد.
2. حساب التواتر

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^8}{112.10^{-9}} = 2{,}678.10^{15}\ Hz$$

Scanné avec CamScanner

3. حساب طاقة الفوتون

$$E = h\nu = 6{,}62.10^{-34}x2{,}678.10^{15} = 17{,}728.10^{-19}\,J$$

التمرين 5

يحتوي طيف ذرة الهيدروجين على خط ذي لون بنفسجي يوافق طول موجة 411nm.

1. أحسب تواتر الفوتون الموافق وطاقته.
2. ماهو الانتقال الإلكتروني الموافق لهذا الخط علما أن $n_1=2$.

الحـــــل

1. حساب تواتر الفوتون الموافق وطاقته

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^{8}}{411.10^{-9}} = 7{,}299.10^{14}\,Hz$$

$$E = h\nu = 6{,}62.10^{-34}x7{,}299.10^{14} = 4{,}832.10^{-19}\,Joule$$

2. تحديد الانتقال الإلكتروني الموافق لهذا الخط علما أن $n_1=2$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda R_H} = \frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = \frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{\lambda R_H} = \frac{1}{2^2} - \frac{1}{411.10^{-9}x1{,}096.10^{7}} \Rightarrow n_2 = 6$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 6

1. مثل على طيف إصدار ذرة الهيدروجين (مخطط الانتقالات الطاقوية لإلكترون ذرة الهيدروجين) الخمسة مستويات الأولى للطاقة مع حساب قيمها.

2. يمثل الطيف الكهرومغناطيسي غالبا في شكل خطوط. ماذا توافق سلسلة بالمر؟ إلى أي مجال من الطيف تنتمي هذه السلسلة؟

3. تتميز سلسلة أخرى بالأعداد الموجية التالية: $2468, 3809, 4617\text{cm}^{-1}$.

أ. أعط العلاقة بين طاقة الانتقال الإلكتروني وطول الموجة المرافقة لهذه السلسلة ثم استنتج الانتقال الذي يوافق أقل طاقة.

ب. أحسب بالناتومتر طول الموجة المرافقة لهذا الانتقال. إلى أي مجال من الطيف تنتمي هذه الموجة؟

الحـــــل

1. حساب طاقة الخمسة مستويات الأولى وتمثيلها:

باستعمال العلاقة: $E_n = \frac{E_H}{n^2} = \frac{-13,6eV}{n^2}$

$$E_1 = -13,6\ eV$$

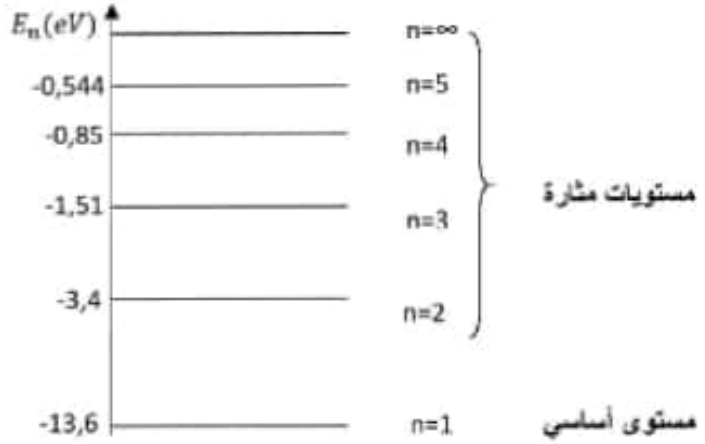
$$E_2 = -13,6/2^2\ eV$$

$$E_3 = -13,6/3^2\ eV$$

$$E_4 = -13,6/4^2\ eV$$

$$E_5 = -13,6/5^2\ eV$$

Scanné avec CamScanner



2. توافق سلسلة بالمر المستويات (n_2=2,3,4,5...∞) n_1=2 (المجال المرئي).

3. أ. العلاقة بين طاقة الانتقال الإلكتروني وطول الموجة المرافقة:

$$\Delta E = h\nu = hc/\lambda = hc\bar{v}$$

يوافق الانتقال ذو الطاقة الأقل أصغر قيمة للعدد الموجي:

$$\bar{v} = 1/\lambda = 2468\ cm^{-1}$$

وذلك بسبب التناسب الطردي بينهما.

ب. طول الموجة المرافقة:

$$\lambda = \frac{1}{2468.10^{+2}} = 4{,}05186.10^{-6}\ m = 4051{,}86\ nm$$

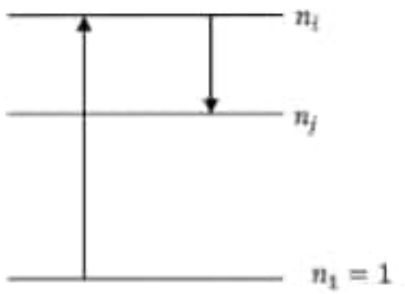
Scanné avec CamScanner

تنتمي إذن للمجال تحت الأحمر IR.

التمرين 7

تمتص ذرة الهيدروجين في الحالة الأساسية فوتونا طول موجته λ_1=97,28nm ، ثم تصدر فوتونا طول موجته λ_2=1879nm . في أي مستوى طاقوي يتواجد هذا الإلكترون بعد هذا الإصدار؟

الحـــــل



إصدار $\left|\Delta E_{n_i \to n_j}\right| = \frac{hc}{\lambda_2}$

إمتصاص $\Delta E_{1 \to n_i} = \frac{hc}{\lambda_1}$

امتصاص فوتون:

$$\Delta E_{1\to n_i} = \frac{hc}{\lambda_1} = E_{1H}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_i{}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{\Delta E_{1\to n_i}}{hc} = \frac{E_{1H}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_i{}^2}\right)}{hc} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_i{}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_1 R_H} = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_i{}^2}\right) = \frac{1}{1{,}097.10^7 x 97{,}28.10^{-9}} = 0{,}937$$

$$\frac{1}{n_i{}^2} = 1 - 0{,}937 \Rightarrow n_i = 4$$

Scanné avec CamScanner

إصدار فوتون:

$$\Delta E_{n_i \to n_j} = \frac{hc}{\lambda_2} = E_{1H}\left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = \frac{\Delta E_{n_i \to n_j}}{hc} = \frac{E_{1H}\left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)}{hc} = R_H\left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_2 R_H} = \left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right) = \frac{1}{1{,}097.10^7 x 1879.10^{-9}} = 0{,}0485$$

$${n_j}^2 = 9 \Longrightarrow n_j = 3$$

التمرين 8

1. تمتص ذرة هيدروجين في الحالة الأساسية كمية من الطاقة قدرها 10,2eV. في أي مستوى يتواجد هذا الإلكترون؟

2. يصدر إلكترون ذرة الهيدروجين المتواجد في المستوى n=3 إشعاعا طول موجته 1027A°، في أي مستوى سيتواجد هذا الإلكترون؟

الحـــــل

1. الطاقة الممتصة:

$$\Delta E_{n_i \to n_j} = E_{1H}\left(\frac{1}{{n_i}^2} - \frac{1}{{n_j}^2}\right)$$

Scanné avec CamScanner

الحالة الأساسية أي $n_j=1$:

$$\frac{\Delta E_{n_i \to n_j}}{E_{1H}} = \left(\frac{1}{{n_i}^2} - 1\right)$$

$$\frac{1}{{n_i}^2} = \frac{\Delta E_{n_i \to n_j}}{E_{1H}} + 1 = \frac{10,2}{-13,6} + 1 = 0,25$$

$$n_i = 2$$

يتواجد الإلكترون في المستوى $n_i=2$.

2. طول موجة الإشعاع الصادر هي $1027A^\circ$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62.10^{-34} x 3.10^{8}}{1027.10^{-10}} = 1,934.10^{-18} j = 12,086\ eV$$

$$\Delta E_{n_i \to n_j} = \frac{hc}{\lambda_2} = E_{1H}\left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = \frac{\Delta E_{n_i \to n_j}}{hc} = \frac{E_{1H}\left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)}{hc} = R_H\left(\frac{1}{{n_j}^2} - \frac{1}{{n_i}^2}\right)$$

إذن: $n_i=3$ و $n_j=1$

يسقط الإلكترون على المستوى الأساسي.

Scanné avec CamScanner

التمرين 9

1. تعطى علاقة نصف القطر r_n والطاقة الكلية E_n بدلالة المستوى n حسب نظرية بور كما يلي:

$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2kme^2}$$

$$E_n = \frac{-2\pi^2k^2me^4}{n^2h^2}$$

استنتج r_n بدلالة r_1 و E_n بدلالة E_1.

2. إذا علمت أن $r_1=0,53A°$ و $E_1=-13,6eV$، أحسب نصف القطر بالمتر والطاقة بالجول والإلكترون فولط للمستويات n=2 و n=3.

3. ماهي الطاقة التي تمتصها ذرة الهيدروجين عندما يقفز الإلكترون من المستوى n=2 إلى n=3

4. أحسب طول الموجة المواكبة لهذا الانتقال.

الحـــــل

1. استنتاج r_n بدلالة r_1 و E_n بدلالة E_1:

$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2kme^2} = n^2\frac{h^2}{4\pi^2kme^2} = n^2r_1$$

$$E_n = \frac{-2\pi^2k^2me^4}{n^2h^2} = \frac{-2\pi^2k^2me^4}{h^2}.\frac{1}{n^2} = \frac{E_1}{n^2}$$

Scanné avec CamScanner

2. حساب نصف القطر بالمتر والطاقة بالجول والإلكترون فولط للمستويات n=2 و n=3:

$$r_2 = 2^2 r_1 = 4x0{,}53 = 2{,}12\,A^\circ = 2{,}12.10^{-10}\,m$$

$$r_3 = 3^2 r_1 = 9x0{,}53 = 4{,}77\,A^\circ = 4{,}77.10^{-10}\,m$$

$$E_2 = E_1/2^2 = -13{,}6/4 = -3{,}4\,eV = -3{,}4x1{,}6.10^{-19} = -5{,}44.10^{-19}\,j$$

$$E_3 = E_1/3^2 = -13{,}6/9 = -1{,}51\,eV = -1{,}51x1{,}6.10^{-19} = -2{,}41.10^{-19}\,j$$

3. حساب الطاقة التي تمتصها ذرة الهيدروجين عندما يقفز الإلكترون من المستوى n=2 إلى المستوى n=3:

$$\Delta E = E_3 - E_2 = -2{,}41.10^{-19} + 5{,}44.10^{-19} = 3{,}03.10^{-19}\,j$$

4. حساب طول الموجة المواكبة لهذا الانتقال:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu, = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6{,}62.10^{-34}x3.10^{8}}{3{,}03.10^{-19}} = 6{,}55.10^{-7}\,m = 6550\,A^\circ$$

التمرين 10

يحتوي طيف إصدار السترونيوم على خطين مرئيين عند 605nm و461nm. أحدهما برتقالي اللون والآخر أزرق. أنسب لكل خط لونه وأحسب طاقة وتواتر الفوتونات الموافقة.

نعطي: المجال المرئي : [400nm – 800nm].

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$E = h\nu$$

الخط الأول:

$$\nu = \frac{3.10^{8}}{605.10^{-9}} = 4{,}96.10^{14}\ Hz$$

$$E = 6{,}62.10^{-34}x4{,}96.10^{14} = 3{,}28.10^{-19}\ j$$

يكون لون الخط الأول أصفرا برتقاليا، طول موجته عاليا، وتواتره وطاقته منخفضان.

الخط الثاني:

$$\nu = \frac{3.10^{8}}{461.10^{-9}} = 6{,}51.10^{14}\ Hz$$

$$E = 6{,}62.10^{-34}x6{,}51.10^{14} = 4{,}31.10^{-19}\ j$$

يكون لون الخط الثاني أزرقا، طول موجته منخفضا، وتواتره وطاقته مرتفعان.

التمرين 11

ترسل حزمة من البروتونات طاقتها الحركية 2MeV على ورقة من الألمنيوم $^{27}_{13}Al$. أحسب المسافة التي تستطيع أن تقترب بها البروتونات من نوى الألمنيوم.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

تساوي الطاقة الكامنة للتنافر: $E_p = k\frac{qq'}{r}$

$q=e^-$ شحنة الإلكترون. $q'=13e^-$ شحنة نواة الألمنيوم. r المسافة بين البروتون والنواة.

لا يستطيع البروتون أن يقترب من نواة الألمنيوم أكثر من المسافة r بسبب قوى التنافر، حيث $E_c=E_p$.

$$E_c = k\frac{e.13e}{r}$$

$$r = \frac{13ke^2}{E_c} = \frac{13x9.10^9x(1,6.10^{-19})^2}{2x1,6.10^{-19}x10^6} = 9,36.10^{-15}\,m$$
$$= 9,36.10^{-5}\,A^{\circ}$$

التمرين 12

تساوي الطاقة اللازمة لاقتلاع الإلكترون من صفيحة من البوتاسيوم في خلية كهروضوئية 2eV، ومن صفيحة من البلاتين 6,3eV، ماهي أقل التواترات لإشعاعات كهرومغناطيسية قادرة على إحداث الفعل الكهروضوئي للمعدنين السابقين؟

الحـــــل

$$\nu_0 = \frac{E_0}{h}$$

Scanné avec CamScanner

حيث ν_0 هو تواتر عتبة الإصدار. تحقق كل التواترات التي لها قيمة أعلى من ν_0 ظاهرة الفعل الكهروضوئي.

$$\nu_0(K) = \frac{E_0(K)}{h} = \frac{2x1{,}6.10^{-19}}{6{,}62.10^{-34}} = 4{,}83.10^{14}\ s^{-1}\ ,$$

$$\nu_0(P) = \frac{E_0(P)}{h} = \frac{6{,}3x1{,}6.10^{-19}}{6{,}62.10^{-34}} = 15{,}2.10^{14}\ s^{-1}$$

التمرين 13

يسقط على ذرة هيدروجين موجودة في حالة إثارة أولى إشعاع تواتره $9{,}12.10^{14}s^{-1}$. هل طاقة هذا الإشعاع كافية لاقتلاع إلكترون ذرة الهيدروجين؟ أحسب سرعة الإلكترون المنطلق.

الحـــل

نعلم أن طاقة هذا الهيدروجين الموجود في حالة إثارة أولى (أي n=2) تساوي -3,4eV. طاقة الإشعاع الوارد تساوي:

$$E = h\nu = 6{,}62.10^{-34}x9{,}12.10^{14} = 60{,}37.10^{-20}\ j = 3{,}773\ eV$$

إذن طاقة هذا الإشعاع كافية لاقتلاع إلكترون ذرة الهيدروجين وتبقى كمية من الطاقة قدرها:

$$E_c = 3{,}773 - 3{,}4 = 0{,}373\ eV$$

والتي تساوي الطاقة الحركية للإلكترون الصادر:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2x0{,}38x1{,}6.10^{-19}}{9{,}1.10^{-31}}} = 3{,}65.10^5\ \frac{m}{s}$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 14

تكون بعض الإشعاعات الكهرومغناطيسية قادرة على نزع إلكترونات عندما تسلط على صفيحة معدنية. إذا كان طول موجة عتبة الإصدار لمعدن الليثيوم يساوي λ_0=600nm:

1. أحسب الطاقة اللازمة لاقتلاع الإلكترون بوحدتي الجول و الـــ eV.
2. هل تحقق فوتونات أطوال موجتها 500nm ، ثم 400nm الظاهرة السابقة؟

الحـــــل

1. حساب الطاقة اللازمة لاقتلاع الإلكترون:

$$E_0 = E_{e^-} = h\nu_0 = h\frac{c}{\lambda_0} = \frac{6{,}62.10^{-34}x3.10^{8}}{600.10^{-9}} = 3{,}31.10^{-19}\,j$$

$$= \frac{3{,}31.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}} = 2{,}068\,eV$$

2. نعم الفوتونات التي أطوال موجتها 500nm و 400nm تحقق الظاهرة لأن أطوال موجاتها أقل من طول موجة عتبة الإصدار. ستكون إذن طاقة فوتونات هذا الإشعاع أكبر من طاقة عتبة الإصدار.

التمرين 15 (الفعل الكهروضوئي)

تكون بعض الإشعاعات الكهرومغناطيسية قادرة على نزع الكترونات عندما تسلط على صفيحة معدنية. فسر اينشتاين هذه الظاهرة باعتبار أن الضوء يتكون من فوتونات.

Scanné avec CamScanner

1. إذا كان طول موجة عتبة إصدار الليثيوم يساوي λ_0=5200A°، هل أطوال موجات الإشعاعات القادرة على نزع إلكترونات من معدن الليثيوم أكبر أم أصغر من λ_0 ؟
2. أحسب الطاقة اللازمة لاقتلاع الإلكترون بوحدة الـ eV.
3. أحسب طاقة وسرعة إلكترونات صادرة من صفيحة من معدن الليثيوم خاضعة إلى إشعاعات طول موجتها 4500A°.
4. ماهو فرق الكمون الذي يجب تطبيقه على هذه الصفيحة لمنع صدور الإلكترونات؟ يعطى $h=6{,}62.10^{-34}$ j.s , $c=3.10^{8}$m/s.

الحـــــل

1. تواتر عتبة الإصدار ν_0 (أو طول موجته λ_0) هو تواتر الإشعاع الذي يقدم الطاقة E_0 والتي تساوي طاقة اقتلاع الإلكترون E_{e^-}.

$$E_0 = E_{e^-} = h\nu_0 = hc/\lambda_0$$

تحدث ظاهرة الفعل الكهروضوئي تحت تأثير أي إشعاع كهرومغناطيسي طاقته: $E>E_0$ أي:

$$hc/\lambda > hc/\lambda_0 \Rightarrow \lambda < \lambda_0$$

بالنسبة لمعدن الليثيوم: λ<5200A° يكون إذن طول موجة الإشعاعات القادرة على نزع إلكترونات من معدن الليثيوم أقل من λ_0 .

2. حساب الطاقة اللازمة لاقتلاع الإلكترون:

$$E_0 = h\frac{c}{\lambda_0} = \frac{6{,}62.10^{-34}x3.10^{9}}{5200.10^{-10}x1{,}6.10^{-19}} = 2{,}387\ eV$$

Scanné avec CamScanner

3. الطاقة الحركية E_c لكل إلكترون صادر عن المعدن هي الفرق بين طاقة الإشعاع الوارد والطاقة اللازمة لنزع (أو اقتلاع) الإلكترون.

$$E_c = E - E_0 = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

$$= 6{,}62.10^{-34}x3.10^{8}\left(\frac{1}{4500.10^{-10}} - \frac{1}{5200.10^{-10}}\right)$$

$$= 5{,}941.10^{-20}\, j = \frac{5{,}941.10^{-20}}{1{,}6.10^{-19}} = 0{,}371\, eV$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2x5{,}941.10^{-20}}{9{,}1.10^{-31}}} = 3{,}61.10^{5}\ {}^{m}/_{s}$$

4. حتى لا تصدر الإلكترونات يجب أن يكون كمون الصفيحة موجبا، إذن تضاف $e.U_p$ إلى E_0 لكي تمنع إصدار الإلكترونات، إذا كان المجموع أكبر أو يساوي طاقة الإشعاع الوارد، إذن لا تحدث الظاهرة:

$$e.U_p + E_0 \geq E \Longrightarrow e.U_p \geq E - E_0 \geq E_c$$

$$U_p \geq E_c/e = 0{,}37/1\,, \qquad U_p \geq 0{,}37\, V$$

التمرين 16

1. أحسب بالنانومتر أطوال الخطوط الحدية n=3 و n=∞ لسلسلة بالمر.
2. أحسب العدد الموجي للخطين الأول والأخير لسلسلة ليمان.
3. أحسب طول الموجة لثاني خط من سلسلة بالمر ولأول خط من سلسلة باشن. $R_H=1{,}1.10^{5}cm^{-1}$.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. حساب أطوال الخطوط الحدية n=3 و n=∞ لسلسلة بالمر بالنانومتر.

$$v = \frac{c}{\lambda} = c.R_H\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) = 3.10^8 x1{,}1.10^7\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\lambda_3 = 654{,}5\ nm, \qquad \lambda_\infty = 363{,}6\ nm$$

2. حساب العدد الموجي للخطين الأول والأخير لسلسلة ليمان.

$$v = c.R_H\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) = 3.10^8 x1{,}1.10^7\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\overline{v_1} = 1/\lambda = 8{,}25.10^4\ cm^{-1}, \qquad \overline{v_\infty} = 1/\lambda = 1{,}1.10^5\ cm^{-1}$$

3. سلسلة بالمر: n=3, 4, ...

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

ثاني خط لبالمر n=4:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 3\frac{R_H}{16}$$

$$\lambda = \frac{16}{3R_H} = 4{,}8484.10^{-5}\ cm = 4848{,}4\ A^\circ$$

سلسلة باشن: n=4, 5, ...

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

أول خط لباشن n=4:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 7\frac{R_H}{144}$$

$$\lambda = \frac{144}{7R_H} = 18{,}701.10^{-5}\ cm = 18701\ A^\circ$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 17

تساوي طاقة التأين الأول لذرة الهيليوم 24,6eV.

1. ماهي طاقة الحالة الأساسية؟
2. تتواجد ذرة هيليوم في حالة مثارة. يتواجد أحد إلكتروناتها في المستوى الطاقوي الموافق لـ -21,4eV.
   ماهو طول موجة الإشعاع الصادر عندما يرجع الإلكترون إلى المستوى الأساسي؟

الحـــــل

1. طاقة التأين الأول لذرة الهيليوم 24,6eV:

$$_2He \longrightarrow {}_2He^{+} + 1e^{-}$$

عند التأين يثار الإلكترون:

$$E_I = E_\infty - E_1 = -E_1, \qquad E_1 = -24{,}6\ eV$$

2. الطاقة الصادرة هي: $\Delta E_{2\to1}$

$$\Delta E_{2\to1} = -24{,}6 + 21{,}4 = -3{,}2\ eV = -5{,}12.10^{-19}\ j$$

$$|\Delta E| = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{6{,}62.10^{-34} x 3.10^{8}}{5{,}12.10^{-19}} = 3{,}88.10^{-7}\ m = 388\ nm$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 18 (طاقة التأين)

1. أحسب تواتر الإشعاع الذي يوافق انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من الحالة المثارة n=6 إلى الحالة n=2.

إلى أي سلسلة من طيف الإصدار ينتمي هذا الإشعاع؟

هل رجعت الذرة في هذه الحالة إلى حالتها الأساسية؟

2. أحسب العدد الموجي وطول الموجة لإشعاع قادر على إحداث التأين لذرة الهيدروجين في الحالة الأساسية. استنتج طاقة تأين الهيدروجين بالـــ eV.

الحـــــل

1. يعطى العدد الموجي $\bar{\nu}$ لإشعاع صادر عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من n_1 إلى n_2 بـــ:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c}$$

$$\nu = \bar{\nu}.c = c.R_H.\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) = 3.10^8 x 1{,}096776.10^7\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right)$$
$$= 7{,}31.10^{14}\ s^{-1}$$

ينتمي هذا الخط إلى سلسلة بالمر n_1=2.

لن ترجع الذرة إلى حالتها الأساسية بعد هذا الانتقال الإلكتروني لأنها لم ترجع إلى المستوى الأساسي الذي يوافق n=1.

Scanné avec CamScanner

2. ينتقل الإلكترون بعد تأين الذرة في الحالة الأساسية الناتج عن امتصاص إشعاع، من n=1 إلى n'=∞.

$$n' \longrightarrow \infty, \qquad 1/n' \longrightarrow 0$$

$$\bar{\nu} = R_H\left(\frac{1}{1^1}\right) = R_H = 1{,}096776.10^7\ m^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = \frac{1}{R_H} = 91{,}17.10^{-9}\ m = 91{,}17\ nm$$

طاقة التأين تساوي طاقة هذا الإشعاع:

$$E_i = h\frac{c}{\lambda} = h.c.R_H = \frac{6{,}62.10^{-34}x3.10^8x1{,}096776.10^7}{1{,}6.10^{-19}}$$
$$= 13{,}61\ eV$$

التمرين 19

أحسب بالإلكترون فولط طاقة المستوى الأساسي لشاردة Be^{3+} .

هل يمكن حساب طاقة المستوى الأساسي لذرة Be ؟

الحـــــل

الشاردة Be^{3+} هي شبيه للهيدروجين Z=4 .

$$E_n = -E_H\left(\frac{Z}{n}\right)^2 = -13{,}6\left(\frac{4}{1}\right)^2 = -217{,}6\ eV$$

لا يمكن حساب طاقة المستوى الأساسي لذرة Be لأنه ليس شبيه بالهيدروجين.

Scanné avec CamScanner

التمرين 20 (أشباه الهيدروجين)

يعرف شبيه الهيدروجين أنه أيون موجب عدده الذري Z ويملك إلكترونا واحدا مثل H^+, Li^{2+}, Be^{3+}. بينت التجارب أن علاقة بالمر يمكن أن تعمم على اشباه الهيدروجين حيث يعوض الثابت R_H بالجداء $R.Z^2$. حيث R ثابت آخر.

يتكون طيف إصدار الأيون He^+ من مجموعة من الخطوط ذات الأعداد الموجية التالية: $329170, 390120, 411460, 421330\ cm^{-1}$.

طبق علاقة بالمر المعممة وأحسب الثابت R.

الحـــــل

He^+ هو شبيه هيدروجين حيث Z=2.

$$\bar{\nu} = RZ^2\left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right) \ldots (1)$$

من أجل سلسلة معينة لدينا n_1 ثابت و n_2 متغير: $n_2=n_1+1, n_1+2, n_1+3, \ldots$

$$\bar{\nu} = A - \frac{B}{{n_2}^2},$$

$$A = RZ^2/{n_1}^2 \qquad , B = RZ^2$$

لتطبيق العلاقة 1، يجب تعيين n الموافقة لسلسلة الخطوط المدروسة. نرسم المنحنى:

$$\bar{\nu} = f(1/{n_2}^2)$$

Scanné avec CamScanner

نحسب لكل قيمة n_1 القيمة الموافقة لـ $1/n_2^2$. نحصل على مستقيم، إذن العلاقة 1 محققة.

$\bar{\nu}(cm^{-1})$	$n_1 = 1$		$n_1 = 2$	
	n_2	$1/n_2^2$	n_2	$1/n_2^2$
329170	2	0,2560	3	0,1111
390120	3	0,1111	4	0,0625
411460	4	0,0625	5	0,0400
421330	5	0,0400	6	0,0278

بعد رسم المنحنى من أجل $n_1=1$ ثم من أجل $n_1=2$، نحصل على مستقيم من أجل القيمة الأولى بينما لا نحصل على مستقيم من أجل أي قيمة $n_1>2$.

نحسب من أجل $n_1=1$ من المنحنى A و B: A=438870، B=438890.

$$B/A = n_1^2 \approx 1$$

نستنتج أن علاقة بالمر المعممة محققة، السلسلة توافق $n_1=1$.

$$R = \frac{B}{Z^2} = \frac{438890}{2^2} = 109720\ cm^{-1} = 1{,}09720.10^7\ m^{-1}$$

نلاحظ أن $R=R_H$.

التمرين 21

1. أعط عبارة نصف القطر والطاقة الكلية لأشباه الهيدروجين بدلالة عبارتها من أجل ذرة الهيدروجين.

Scanné avec CamScanner

2. أحسب طاقة الأربع مستويات الأولى للشاردة Li^{2+} بوحدتي الجول والإلكترون فولط علما أن طاقة الهيدروجين في الحالة الأساسية 13,6eV-.

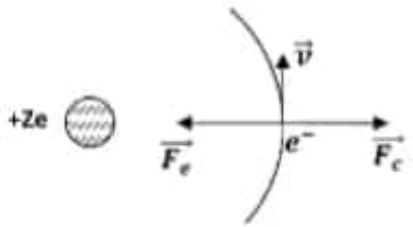
3. أحسب الطاقة الموافقة لانتقال الإلكترون من الحالة الأساسية إلى الحالة المثارة الأولى.

4. ماهو طول موجة الإشعاع القادر على إحداث هذا الانتقال؟

نعطي:

Li(Z=3), $1eV=1,6.10^{-19}$ joule, $h=6,62.10^{-34}$ j.s, $c=3.10^{8}$ m/s

الحـــــل



1. محصلة القوى: القوة الإلكتروستاتيكية والقوة الطاردة:

$$F_e = -\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2},$$

$$F_c = \frac{m_e v^2}{r}$$

$$F_e = F_c \Rightarrow \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \dots (1)$$

حسب الشرط الميكانيكي لبور: $m_e vr = n\frac{h}{2\pi} \dots (2)$

Scanné avec CamScanner

من العلاقتين 1 و 2: $r_n = \frac{n^2}{Z}\left(\frac{h^2\varepsilon_0}{\pi m e^2}\right) \dots (3)$

$$E_T = E_c + E_p = \frac{1}{2}m_e v^2 + \frac{-Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{-Ze^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$$

بتعويض r حسب العلاقة 3 نجد: $E_T = -\frac{Z^2}{n^2}.\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}$

لدينا من أجل ذرة الهيدروجين: Z=1, n=1

$$r_{1_H} = \frac{h^2\varepsilon_0}{\pi m e^2} = 0{,}53\ A^\circ$$

من أجل أشباه الهيدروجين: $r_n = \frac{n^2}{Z}r_{1_H} = \frac{n^2}{Z}0{,}53\ A^\circ$

طاقة المدار الأول للهيدروجين: $E_{1_H} = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = -13{,}6\ eV$

من أجل أشباه الهيدروجين: $E_n = \frac{Z^2}{n^2}E_{1_H} = \frac{Z^2}{n^2}(-13{,}6)\ eV$

2. من أجل الشاردة Li^{2+} : Z=3

$$E_n(Li^{2+}) = \frac{E_1(Li^{2+})}{n^2}$$

$$E_1(Li^{2+}) = E_1(H).Z_{Li^{2+}}{}^2 = -13{,}6x9 = -122{,}4\ eV$$

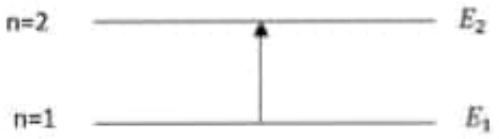
$$E_2(Li^{2+}) = -30{,}6\ eV$$

$$E_3(Li^{2+}) = -13{,}6\ eV$$

$$E_4(Li^{2+}) = -7{,}65\ eV$$

Scanné avec CamScanner

3. حساب الطاقة الموافقة لانتقال الإلكترون من الحالة الأساسية إلى الحالة المثارة الأولى:



$$\Delta E = E_2 - E_1 = -30{,}6 + 122{,}4 = 91{,}8\ eV$$

4. طول موجة الإشعاع القادر على إحداث هذا الانتقال $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6{,}62.10^{-34}x3.10^{8}}{91{,}8x1{,}6.10^{-19}} = 1{,}35.10^{-8}\ m = 135\ A^{\circ}$$

التمرين 22

أشباه الهيدروجين هي شوارد لذرات عددها الذري Z ولم يتبق لها سوى إلكترون واحد مثل: He^{+}, Li^{2+}, Be^{3+}. بين بور أن طاقة هذه الشوارد مكممة حسب العلاقة التالية:

$$E_n = -\frac{13{,}6\ Z^2}{n^2}$$

حيث n عدد صحيح والطاقة محسوبة بالإلكترون فولط.

1. هل يحدد العدد الذري المستويات الطاقوية التي يمكن أن تأخذها أشباه الهيدروجين؟
2. أحسب طاقة المستوى الأساسي لشاردة البريليوم.

Scanné avec CamScanner

3. أحسب الطاقة الموافقة لانتقال شاردة البريليوم من المستوى الأساسي إلى الحالة المثارة الأولى. هل يتم هذا الانتقال بإصدار أو امتصاص إشعاع ؟

الحـــــل

1. لا يحدد العدد الذري المستويات الطاقوية التي يمكن أن تأخذها أشياء الهيدروجين، حيث يمكن لـــ n أن تأخذ أي قيمة من 1 إلى اللانهاية.
2. حساب طاقة المستوى الأساسي لشاردة الليثيوم:

$$E_1 = -\frac{13{,}6\ Z^2}{n^2} = -\frac{13{,}6x4^2}{1} = -218\ eV$$

3. حساب الطاقة الموافقة لانتقال شاردة البريليوم من المستوى الأساسي إلى الحالة المثارة الأولى: (انتقال من المستوى الأساسي إلى مستوى مثار)

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -\frac{13{,}6x4^2}{2^2} + \frac{13{,}6x\ 4^2}{1^2} = 163\ eV$$

يتم هذا الانتقال بامتصاص إشعاع كهرومغناطيسي.

التمرين 23

1. ما هو عدد الكترونات الشاردة $^{7}_{3}Li^{2+}$ ؟
2. أحسب الطاقة اللازمة لاقتلاع إلكترون الشاردة السابقة.
3. أحسب الطاقة اللازمة للانتقال من المستوى الأساسي إلى المستوى المثار الأول.
4. أحسب طول موجة الإشعاع الممتص من أجل اقتلاع إلكترون الشاردة.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. عدد الكترونات الشاردة $^{7}_{3}Li^{2+}$ واحد، لأن العدد الذري لليثيوم يساوي 3، بما أن الشحنة +2، يبقى إذن إلكترون واحد. فهو شبيه هيدروجين.
2. حساب الطاقة اللازمة لاقتلاع إلكترون الشاردة السابقة:

$$E_1 = -13{,}6\, Z^2/n^2 = -13{,}6x3^2/1 = -122{,}4\ eV$$

3. الطاقة اللازمة للانتقال من المستوى الأساسي إلى المستوى المثار الأول:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{E_1}{2^2} - E_1 = \frac{-3E_1}{4}$$

يجب امتصاص طاقة تكافئ ثلاثة أرباع طاقة التأين للانتقال من المستوى الأساسي إلى المستوى المثار الأول.

4. حساب طول موجة الإشعاع الممتص من أجل اقتلاع إلكترون الشاردة:

$$\lambda = \frac{-hc}{E_1} = \frac{-6{,}62.10^{-34}x3.10^{8}}{-122{,}4x1{,}6.10^{-19}} = 10^{-8}\, m = 10\, nm$$

التمرين 24

1. أحسب حسب نظرية بور، الطاقة وطول الموجة الموافقة لانتقال إلكترون شبيه هيدروجين من المستوى n=6 إلى n=5 في حالة $_3Li^{+2}$ و $_4Be^{+3}$.
2. أحسب نصف قطر المدار الثالث لأشباه الهيدروجين هذه.

نعطي: $R_H=1{,}1.10^{5}cm^{-1}$ و $h=6{,}62.10^{-34}j.s$.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. حساب الطاقة وطول الموجة: تكون الطاقة الكلية لأشباه الهيدروجين على الشكل: $E_n(\text{شبه الهيدروجين}) = \frac{-13,6.Z^2}{n^2}$

في حالة $_3Li^{+2}$:

$$E_5 = -13,6.3^2/5^2 = -4,896\ eV$$

$$E_6 = -13,6.3^2/6^2 = -3,4\ eV$$

$$\Delta E = E_5 - E_6 = -1,496eV = -1,49x1,6.10^{-19} = -2,39.10^{-19}j$$

$$\lambda = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{6,62.10^{-34}x3.10^8}{2,39.10^{-19}} = 8,309.10^{-7}\ m = 8309\ A^\circ$$

في حالة $_4Be^{+3}$:

$$E_5 = -13,6.4^2/5^2 = -8,704\ eV$$

$$E_6 = -13,6.4^2/6^2 = -6,044\ eV$$

$$\Delta E = E_5 - E_6 = -2,66eV = -2,66x1,6.10^{-19} = -4,256.10^{-19}j$$

$$\lambda = \frac{hc}{|\Delta E|} = \frac{6,62.10^{-34}x3.10^8}{4,256.10^{-19}} = 4,666.10^{-7}\ m = 4666\ A^\circ$$

2. حساب نصف قطر المدار الثالث لأشباه الهيدروجين هذه.

$$r_n(\text{شبه الهيدروجين}) = \frac{r_1.n^2}{Z}$$

$$r_3(Li) = 0,53.3^2/3 = 1,59\ A^\circ = 1,59.10^{-10}\ m$$

$$r_3(Be) = 0,53.3^2/4 = 1,19\ A^\circ = 1,19.10^{-10}\ m$$

Scanné avec CamScanner

الفصل الرابع

النماذج المرتكزة على الميكانيك الموجي

Scanné avec CamScanner

الفصل الرابع

النماذج المرتكزة على الميكانيك الموجي

ملخص الدرس

1. النموذج الموجي للذرة ومعادلة شرودنغر Shrodinger

حافظ هذا النموذج على مفهوم تكميم الطاقة الذي أدخله بور، مع استبدال مفهوم المدارات الدائرية بمفهوم احتمال الوجود في حيز معين من الفضاء، فاستبدلت كلمة المدار orbite بالفلك orbitale. نعرف الفلك أنه مكان في الفضاء تكون قيمة احتمال وجود الإلكترون فيه معينة.

1.1. تطبيق معادلة شرودنغر على ذرة الهيدروجين: وضعت معادلة شرودنغر عام 1925 من طرف الفيزيائي النمساوي إرفين شرودنغر بالاستعانة بأفكار كل من هايزنبرغ، دو بروي، إينشتاين وبلانك. نشرها سنة 1926، وتعتمد أساسا على:

- **فرضية دو بروي:** وصف الإلكترون بمعادلات موجية.
- **فرضية بور:** وجود الإلكترون في مدارات دائرية مغلقة وارتباطه بحالات طاقية ثابتة.

وصف شرودنغر حركة الإلكترون بمعادلة موجية، وتبين له أن طاقة الإلكترون في الذرة تتعلق بتابع موجي Ψ (اكسي) يصف حركة الإلكترون.

Scanné avec CamScanner

تكون متغيراته الجزئية إما إحداثيات ديكارتية $\Psi(x,y,z)$ أو كروية أسطوانية $\Psi(r,\theta,\varphi)$. يعتبر الإلكترون في النموذج الموجي للذرة كموجة وليس كدقيقة.

ليس للتابع الموجي Ψ معنى فيزيائي، لكن مربع Ψ في نقطة ما من الفضاء يعبر عن احتمال وجود الإلكترون في حجم معين حول هذه النقطة أي:

$$dP = dV\psi^2 \Longrightarrow \psi^2 = \frac{dP}{dV}$$

dP/dV هو كثافة احتمال وجود الإلكترون في حجم صغير يحيط بالنقطة المعينة، ويكون احتمال وجود الإلكترون في الفضاء بكامله يساوي 1.

$$\int_{\text{الفضاء كله}} \psi^2 dV = 1 = 100\%$$

تكتب معادلة شرودنغر في شكلها العام:

$$\frac{\delta^2\psi}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\psi}{\delta y^2} + \frac{\delta^2\psi}{\delta z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E_T - E_P)\psi = 0$$

Ψ : التابع الموجي للإلكترون.

m: كتلة الإلكترون. E_T: الطاقة الكلية للإلكترون. E_P: الطاقة الكامنة للإلكترون.

$\delta^2\Psi/\delta x^2$: المشتق الجزئي الثاني للتابع Ψ بالنسبة للمتغير x.

$$\frac{\delta^2}{\delta x^2} + \frac{\delta^2}{\delta y^2} + \frac{\delta^2}{\delta z^2} = \nabla^2$$

$$\nabla^2\psi_{x,y,z} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E_T - E_P)\psi = 0$$

Scanné avec CamScanner

∇^2: معامل لابلاس. يمكن التعبير عن سلوك الإلكترونات بالمعادلة الموجية.

تسمى حلول معادلة شرودنغر بالأعداد الكمية.

2.1. الخصائص الجسيمية والموجية للدقائق الصغيرة

1.2.1. أمواج دو بروي: حاول دو بروي أن يجد علاقة بين الطبيعتين الجسيمية والموجية للضوء، وأن يعمم هذه العلاقة على أي جسم مادي.

علاقة اينشتاين:

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = h\frac{c}{E}$$

النظرية النسبية:

$$E = mc^2 \Rightarrow \frac{c}{E} = \frac{1}{mc} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{mc} = \frac{h}{P}$$

$P = mc$: الدفع الخطي (كمية الحركة) للفوتون.

عمم دوبروي هذه العلاقة على أية دقيقة أو جسم له كمية حركة، أي كل دقيقة كتلتها m تتحرك بسرعة v ترافقها (تواكبها) موجة يعطى طولها λ بالعلاقة التالية:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{P}$$

نلاحظ أن كتلة الجسم وسرعته يتناسبان تناسبا عكسيا مع طول الموجة المرافقة له، وهي إحدى أسس الميكانيك الكوانتي الحديث.

Scanné avec CamScanner

2.2.1. مبدأ الارتياب (الشك) لهايزنبرغ Heinsenberg: "لا يمكن أن نحدد بدقة وفي آن واحد موضع وكمية حركة جسيم". سمح هذا المبدأ بالتخلي عن محاولة الحصول على الإحداثيات المضبوطة للإلكترون في النواة حيث أنه انتقد نموذج بور الذي يقتضي أن للإلكترون سرعة ومدار ثابتين.

فإذا كان Δx الارتياب في الموضع و ΔP الارتياب في كمية الحركة فإن:

$$\Delta x.\Delta P \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta x.m\Delta v \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta x.\Delta v \geq \frac{h}{2\pi m}$$

$$\Delta x \longrightarrow 0 \Rightarrow \Delta P \approx \frac{h}{2\pi\Delta x}, \qquad \Delta v = \frac{h}{2\pi m\Delta x}$$

علاقة الفيزيائي الألماني هايزنبرغ هي علاقة أساسية عند دراسة الأمواج. فإذا أردنا معرفة موضع الجسيم بدقة يجب التخلي عن المعرفة الدقيقة لكمية حركته أو سرعته، لأن ارتياب كليهما سيكون معتبرا.

يمكن التعبير عن مبدأ الشك بدلالة الطاقة الحركية E_c والزمن t.

$$\Delta x = \Delta v.\Delta t, \qquad \Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta v.\Delta t.\Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$$

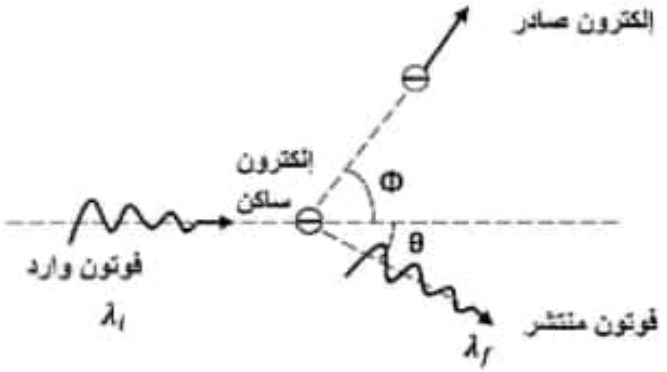
$$2E = mv^2 \Rightarrow \frac{2E}{v} = mv = P \Rightarrow P = \frac{2E}{v} \Rightarrow \Delta P = \frac{\Delta E}{\Delta v}$$

$$\Delta v.\Delta t.\frac{\Delta E}{\Delta v} \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta E.\Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

3.2.1. مفعول (أثر) كومتون Compton: درس الفيزيائي الأمريكي كومتون سنة 1922 عبور إشعاعات X عبر طبقة من المادة، فاتضح له حدوث

Scanné avec CamScanner

تصادم مرن بين الفوتون والإلكترون الساكن. حيث يتخلى الفوتون عن جزء من طاقته التي يكتسبها الإلكترون على شكل طاقة حركية ويتم بذلك انخفاض تواتر الإشعاع الكهرومغناطيسي العابر.



$$E_i = \Delta E_f + m_e v$$

$$h\nu_i = h\nu_f + m_e v$$

2. الأفلاك الذرية والأعداد الكمية

وضع النموذج الموجي من طرف شرودنغر وهايزنبرغ وديراك، وهو يعتمد على تحديد المقادير المحتملة لإحداثيات حركة الإلكترون في الذرة، أي في حيز من الفضاء.

يكون للدالة الموجية Ψ حلولا تعتمد على قيم الأعداد الكمية n, l, m_l, m_s والتي تميز أشكال الأفلاك الالكترونية، حيث لا يمكن أن يتساوى إلكترونان في قيم الأعداد الكمية الأربعة.

1.2. العدد الكمي الرئيسي n: يحدد المستوى الطاقوي أو الطبقة الالكترونية الرئيسية في الذرات المختلفة. يأخذ قيما عددية صحيحة موجبة. $n>0$

Scanné avec CamScanner

العدد الكمي الرئيسي n	1	2	3	4	5	6	7	...
رمز الطبقة الرئيسية	K	L	M	N	O	P	Q	

2.2. العدد الكمي الثانوي l: يحدد نوع (شكل) الفلك ويدل على الطبقة الالكترونية الفرعية. يأخذ قيما كالتالي: $0 \leq l \leq n-1$

العدد الكمي الثانوي l	0	1	2	3	4	...
رمز الطبقة الفرعية	s	p	d	f	g	

3.2. العدد الكمي المغناطيسي m أو m_l : يحدد عدد الأفلاك (الحجيرات الكمية) في الطبقة الفرعية الواحدة، وهو يدل على اتجاه الأفلاك في الفضاء. يأخذ قيما كالتالي: $-l \leq m_l \leq +l$

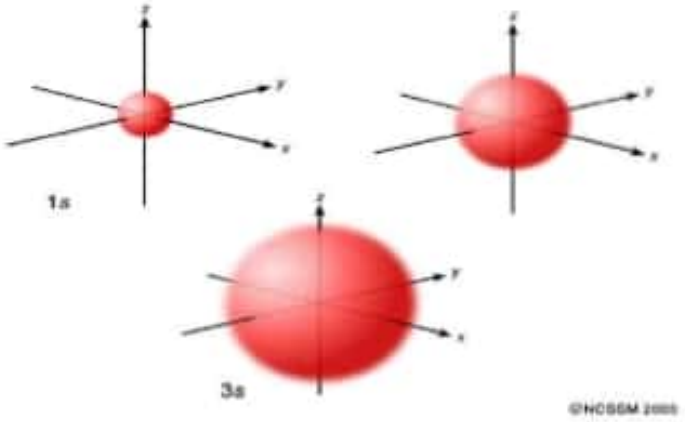
4.2. العدد الكمي المغزلي (اللفي) m_s أو s: يحدد اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفلك الواحد، حيث أن للإلكترون حركتين، دوران حول النواة ودوران حول ذاته. يأخذ العدد m_s القيمتين ±½.

n	l	اسم الفلك nl	m_l	m_s
1	0	1s	0	±½
2	0 1	2s 2p	0 -1, 0, 1	±½
3	0 1 2	3s 3p 3d	0 -1, 0, 1 -2, -1, 0, 1, 2	±½
4	0 1 2 3	4s 4p 4d 4f	0 -1, 0, 1 -2, -1, 0, 1, 2 -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3	±½

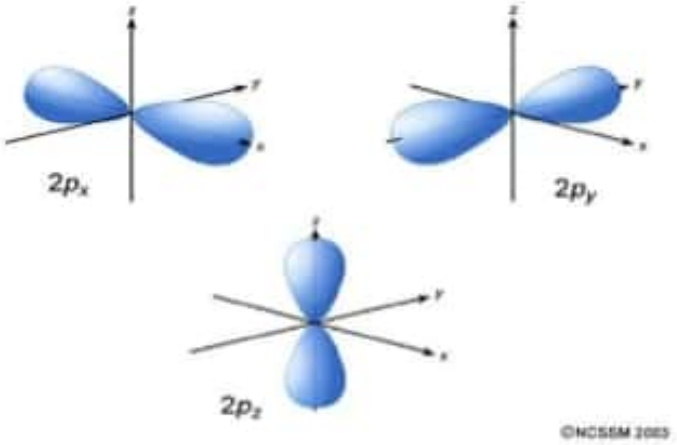
Scanné avec CamScanner

- **شكل الأفلاك الذرية**

الفلك s: شكله كروي متناظر. تكون أفلاك إلكترونات الطبقة s كروية الشكل وتعتبر النواة كمركز لهذه الكرة. يزيد حجم الفلك الكروي s كلما زاد العدد الكمي الرئيسي.

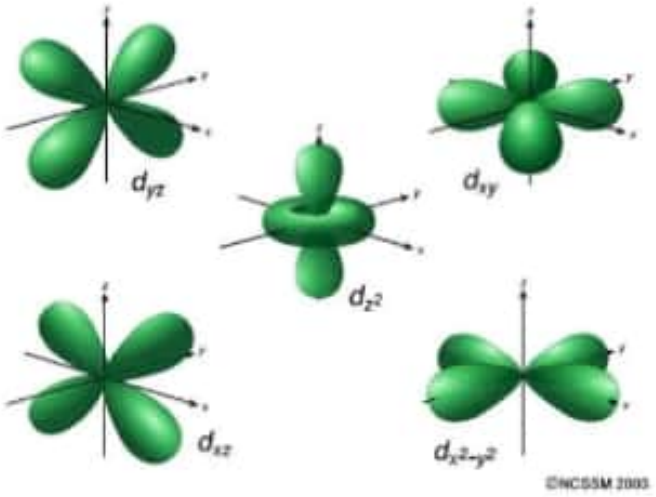


الفلك p



Scanné avec CamScanner

الفلك d



- **طاقة المدارات**

يحدد العدد الكمي الرئيسي n طاقة إلكترون ذرة الهيدروجين، أما في ذرات العناصر الأخرى فإن ترتيب طاقة الإلكترونات يأتي نتيجة تعامل الالكترونات مع بعضها كالتالي:

تتزايد طاقة الالكترونات بتزايد مجموع العددين الكميين الرئيسي والثانوي، في حالة تساوي هذا المجموع تتزايد الطاقة حسب العدد الكمي الرئيسي، أما في حالة تساوي هذا الأخير فإننا نعتبر الطاقتين متساويتين. يكون إذن ترتيب الأفلاك كالتالي:

$$E(1s) < E(2s) < E(2p) < E(3s) < E(3p) < E(4s) < E(3d) < E(4p) < E(5s) < E(4d) \dots$$

Scanné avec CamScanner

3. البنية الإلكترونية للذرة

تتكون المدارات الرئيسية للالكترونات من طبقات ثانوية (فرعية) متنوعة من حيث الشكل والطاقة والسعة الإلكترونية. وهذه المدارات بدورها تتشكل من حجيرات كمية متساوية الطاقة ذات اتجاهات فضائية متنوعة.

يتم توزع إلكترونات ذرة العنصر في المستويات الطاقوية حسب القواعد التالية:

1.3. مبدأ الاستبعاد لباولي Pauli 1925: لا يوجد في نفس الذرة الكترونات متساوية الأعداد الكمية الأربعة.

إذا شغل فلك بإلكترون واحد فقط نقول أنه إلكترون عازب ويمثل بسهم داخل مربع. أما عندما يشغل إلكترونان نفس الحجيرة الكمية أو نفس الفلك نقول عنهما متوضعان ويشكلان ثنائية الكترونية.

↓	↑	↑↓
$m_s = -1/2$	$m_s = 1/2$	ثنائية الكترونية

2.3. مبدأ الاستقرار: تشغل الالكترونات في الحالة الأساسية الطبقة ذات المستوى الطاقوي الأقل، مما يعطي للذرة طاقة صغرى وثباتا أعظميا.

3.3. قاعدة هوند Hund: تتوزع الإلكترونات في الحالة الأساسية في الطبقة الفرعية حيث تشغل أكبر عدد ممكن من الأفلاك. بمعنى آخر لا يمكن لحجيرة كمية تابعة لطبقة فرعية ما (s, p, d, f..) أن تشغل بإلكترونين قبل أن تشغل كل حجيرات هذه الطبقة بإلكترون أول.

تتوزع الالكترونات في مدارات ثانوية ذات سوية طاقة واحدة بعزوم لف ذاتي في نفس الاتجاه.

Scanné avec CamScanner

4.3. قاعدة كلشكوفسكي Kletchkovski: يتم ترتيب الأفلاك الذرية كالتالي: تشغل الأفلاك التي يكون من أجلها n+l أصغر ما يمكن، وعند تساوي n+l في عدة أفلاك يشغل أولا الفلك ذو العدد الكمي n الأصغر.

	l=0	l=1	l=2	l=3
n=1	1s			
n=2	2s	2p		
n=3	3s	3p	3d	
n=4	4s	4p	4d	4f
n=5	5s	5p	5d	5f
n=6	6s	6p	6d	6f

4. النشاط الكيميائي والترتيب الالكتروني

يحدد المدار الأخير لذرة أي عنصر نشاطه الكيميائي، وينشأ هذا النشاط من محاولة هذا العنصر إشباع هذا المدار أو التخلص من إلكتروناته وذلك حسب عددها.

تمتاز الذرات ذات المدار الالكتروني الخارجي الممتلئ (المشبع) بدرجة عالية من الاستقرار، وهو ما يبرر قلة فعالية أو نشاط هذه الذرات، مثل ذرة الهيليوم والنيون، وتعرف مثل هذه العناصر بالغازات الخاملة، حيث يصعب تكوين مركبات منها. تسعى العناصر الأخرى ذات الغلاف الالكتروني الخارجي الغير ممتلئ للوصول إلى البنية التركيبية المشبعة والمستقرة للغازات الخاملة لكي تكون أكثر استقرارا، وذلك بفقدان أو اكتساب الكترونات.

Scanné avec CamScanner

- **البنية الإلكترونية لبعض الغازات الخاملة (النادرة)**

$_{2}[He]: 1s^2$

$_{10}[Ne]: 1s^2 2s^2 2p^6$

$_{18}[Ar]: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

$_{36}[Kr]: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

$_{54}[Xe]: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$

- **حالات خاصة**

هناك بعض الحالات الخاصة في ملء الأفلاك، فتكون مثلا طاقة الطبقة الثانوية (n-1)d المشبعة أو النصف مشبعة أقل من طاقة الطبقة الثانوية ns، ويكون إذن الترتيب كالتالي:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$$

أما في حالة احتياج الطبقة الثانوية (n-1)d إلى إلكترون واحد فقط للوصول إلى حالة الإشباع أو نصف الإشباع والتي تعتبر حالات طاقية شديدة الاستقرار، يصبح ترتيب الأفلاك كالتالي:

$_{24}Cr: {}_{2}[He] 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

$\Rightarrow {}_{24}Cr: {}_{2}[He] 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

$_{29}Cu: {}_{2}[He] 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$

$\Rightarrow {}_{29}Cu: {}_{2}[He] 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

Scanné avec CamScanner

نصوص تمارين الفصل الرابع مع الحلول المقترحة

التمرين 1 (الموجة المواكبة، موجة دو بروي)

أحسب طول موجة دو بروي المواكبة للدقائق التالية:

- إلكترون طاقته الحركية 0,05eV.
- ذرة كربون طاقتها الحركية 0,5eV.
- بروتون طاقته الحركية 1MeV.
- نترون يتحرك بسرعة تعادل 5% من سرعة الضوء.
- كرة كتلتها 147g تسير بسرعة 163,3km/h.

الحـــــل

$$\lambda = h/P = h/m.v$$

$$E_c = 1/2\, mv^2 \Longrightarrow v = \sqrt{2E_c/m}$$

$$\lambda = \frac{h}{m\sqrt{2E_c/m}} = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{\sqrt{2x9{,}1.10^{-31}x0{,}05x1{,}6.10^{-19}}} = 5{,}48.10^{-9}m$$

$$\lambda_C = \frac{6{,}62.10^{-34}}{\sqrt{2x12x1{,}67.10^{-27}x0{,}5x1{,}6.10^{-19}}} = 0{,}0117.10^{-9}\,m$$

Scanné avec CamScanner

$$\lambda_H = \frac{6{,}62.10^{-34}}{\sqrt{2x1{,}67.10^{-27}x10^{6}x1{,}6.10^{-19}}} = 2{,}86.10^{-14}\,m$$

$$\lambda_p = \frac{h}{P} = \frac{h}{m.v} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{1{,}6727.10^{-27}x0{,}05x3.10^{8}} = 2{,}63.10^{-14}\,m$$

$$= 2{,}63.10^{-5}\,nm$$

$$\lambda_{بر} = \frac{h}{P} = \frac{h}{m.v} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{147.10^{-3}x163{,}3x\frac{10^{3}}{3600}} = 9{,}92.10^{-35}\,m$$

$$= 9{,}92.10^{-26}\,nm$$

التمرين 2

أحسب باستعمال مبدأ الارتياب لهايزنبرغ التغير في الموضع Δx لإلكترون إذا كان التغير في سرعته يساوي Δv=0,100m/s. قارن هذه القيمة مع أبعاد ذرة الهيدروجين.

الحـــــل

$$\Delta x.\Delta P \geq \frac{h}{2\pi.2} \Longrightarrow \Delta x \geq \frac{h}{2.2\pi.\Delta P} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{2.2\pi m.\Delta v}$$

$$\Delta x = \frac{6{,}62.10^{-34}}{2x2\pi x9{,}1.10^{-31}x0{,}1} = 5{,}79.10^{-4}\,m$$ » أبعاد ذرة الهيدروجين

التمرين 3 (مبدأ الارتياب)

1. أحسب أدنى ارتياب يمكن الحصول عليه عند تعيين كمية حركة إلكترون يتحرك بسرعة 0,1c إذا ما عين موضعه بارتياب 0,2pm. ماذا تستنتج؟

Scanné avec CamScanner

2. لم يتمكن الميكانيك الكلاسيكي من وصف حالة الإلكترون. اشرح الفرق بين الميكانيك الكلاسيكي والميكانيك الكمي، وماهي العوامل التي تحدد حالة الإلكترون في الميكانيك الكمي؟

الحـــــل

1. حسب علاقة هايزنبرغ لدينا: $\Delta X.\Delta P \geq \frac{h}{2\pi.2}$

$$\Delta P = \frac{h}{2x2\pi x\Delta X} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{4\pi x0{,}2.10^{-12}}$$
$$= 2{,}63.10^{-22}\ N.s\ (N.s \equiv kg.m.s^{-1})$$

$$P = m.v = 9{,}1.10^{-31}x0{,}1x3.10^{8} = 2{,}73.10^{-23}\ N.s$$

قيمة التغير في كمية الحركة أكبر بـــ 10 مرات من قيمة كمية الحركة، لا نستطيع إذن تحديد الموضع وكمية الحركة بدقة في نفس الوقت مثل ما يقتضيه الميكانيك الكلاسيكي.

2. يهتم الميكانيك الكلاسيكي بوصف حركة الأجسام ذات الأبعاد الأكبر من 10^{-8} أو 10^{-9} متر، حيث يمكن معرفة كتلة الجسم في كل لحظة وبدقة، كذلك إحداثيات موضعه، سرعته، طاقته...الخ هذه العوامل تشكل حالة الجسم وقوانين الميكانيك الكلاسيكي تسمح بالتنبؤ بتطور حالته مع الزمن.

من أجل جسيم أبعاده أقل من 10^{-8} أو 10^{-9} متر مثل الإلكترون، تبين علاقة هايزنبرغ أننا لا نستطيع تعيين العوامل السابقة بدقة معا.

Scanné avec CamScanner

التمرين 4 (الأعداد الكمية)

1. عرف الأعداد الكمية وحدد القيم الممكنة لها.
2. ماهي الأعداد الكمية لإلكترونات عنصر الأكسجين (Z=8)؟

الحـــــل

1. يعرف الإلكترون بأربعة أعداد كمية:

العدد الكمي الرئيسي n: يحدد المستوى الطاقوي أو الطبقة الالكترونية الرئيسية في الذرات المختلفة. يأخذ قيما عددية صحيحة موجبة. n>0

العدد الكمي الرئيسي n	1	2	3	4	5	6	7	...
رمز الطبقة الرئيسية	K	L	M	N	O	P	Q	

العدد الكمي الثانوي l: يحدد نوع (شكل) الفلك ويدل على الطبقة الالكترونية الفرعية. يأخذ قيما كالتالي: $0 \leq l \leq n-1$

العدد الكمي الثانوي l	0	1	2	3	4	...
رمز الطبقة الفرعية	s	p	d	f	g	

العدد الكمي المغناطيسي m_l : يحدد عدد الأفلاك (الحجيرات) من النوع الواحد، أي عدد الأفلاك في الطبقة الفرعية الواحدة، وهو يدل على اتجاه الأفلاك في الفضاء. يأخذ قيما كالتالي: $-l \leq m_l \leq +l$

Scanné avec CamScanner

العدد الكمي المغزلي (اللفي) m_s: يحدد اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفلك الواحد، حيث أن الإلكترون له حركتان: دوران حول النواة ودوران حول ذاته. يأخذ القيمتين ½±.

2. الأعداد الكمية لإلكترونات عنصر الأكسجين:

$_8O: 1s^2 2s^2 2p^4$

$n = 1$: $1s^2$ ↑↓:

$n = 1, \quad l = 0, \quad m_l = 0, \quad m_s = \mp 1/2$

$n = 2$: $2s^2$ ↑↓:

$n = 2, \quad l = 0, \quad m_l = 0, \quad m_s = \mp 1/2$

$2p^4$ ↑↓ | ↑ | ↑ :

$n = 2, \quad l = 1, \quad -1 < m_l < 1, \quad m_s = \mp 1/2$

التمرين 5

حدد من بين مجموعات الأعداد الكمية التالية تلك التي تمثل حالات طاقية غير مسموحة مع التبرير.

1. $n = 2, l = 1, m_l = -1$	6. $n = 9, l = 7, m_l = -6, m_s = -1/2$
2. $n = 1, l = 1, m_l = 0$	7. $n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = 0$
3. $n = 8, l = 7, m_l = -6$	8. $n = 1, l = 1, m_l = 1, m_s = 1/2$
4. $n = 1, l = 0, m_l = 2$	9. $n = 3, l = 2, m_l = -3, m_s = 1/2$
5. $n = 1, l = 0, m_l = 2, m_s = 1/2$	10. $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. حالة صحيحة	6. حالة صحيحة
2. حالة خاطئة $l<n$	7. حالة خاطئة $m_s=\pm 1/2$
3. حالة صحيحة	8. حالة خاطئة: $l<n$
4. حالة خاطئة: $-l<m_l<l$	9. حالة خاطئة: $-l<m_l<l$
5. حالة خاطئة: $-l<m_l<l$	10. حالة صحيحة

التمرين 6

أعط الأعداد الكمية الأربعة للإلكترون الأخير في الطبقات الثانوية التالية:

$$1s^2, 3s^2, 2p^3, 4p^5, 3d^5, 3d^7, 4d^3, 4f^6, 5f^{13}$$

الحـــــل

الطبقة الثانوية	البنية الإلكترونية	الأعداد الكمية			
		n	l	m_l	m_s
$1s^2$	↑↓	1	0	0	½-
$3s^2$	↑↓	3	0	0	½-
$2p^3$	↑ ↑ ↑	2	1	1	½
$4p^5$	↑↓ ↑↓ ↑	4	1	0	½-
$3d^5$	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	3	2	2	½
$3d^7$	↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑	3	2	-1	½-
$4d^3$	↑ ↑ ↑	4	2	0	½
$4f^6$	↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	4	3	2	½
$5f^{13}$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑	5	3	2	½-

Scanné avec CamScanner

التمرين 7

مثل الطبقات الفرعية التالية باستخدام الخجيرات الكمية:

$$ns^1, ns^2, np^2, np^3, np^5, nd^5, nd^7, nd^{10}$$

الحـــــل

ns^1: ↑	np^5: ↑↓ ↑↓ ↑
ns^2: ↑↓	nd^5: ↑ ↑ ↑ ↑ ↑
np^2: ↑ ↑	nd^7: ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑
np^3: ↑ ↑ ↑	nd^{10}: ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

التمرين 8

1. أعط الأعداد الكوانتية الأربعة لإلكترونات البور $_5B$، واذكر الخطأ الموجود في ملء الأفلاك.

$1s^2\ 2p^3$ ↑↑ ↑↓ ↑ ☐

2. أعط الأعداد الكوانتية n و l لإلكترونات 4d, 5s, 2p, 5f.

الحـــــل

1. البنية الإلكترونية الصحيحة للبور:

$_5B$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ ↑↓ ↑↓ ↑ ☐ ☐

الإلكترون الأول: (n=1, l=0, m=0, s=1/2)

الإلكترون الثاني: (n=1, l=0, m=0, s=-1/2)

Scanné avec CamScanner

الإلكترون الثالث: (n=2, l=0, m=0, s=1/2)

الإلكترون الرابع: (n=2, l=0, m=0, s=-1/2)

الإلكترون الخامس: (n=2, l=1, m=-1, s=1/2)

الأخطاء الموجودة في ملء الأفلاك: قاعدة استبعاد باولي ليست محققة في الفلك $1s^3$، قاعدة كلايشكوفسكي ليست محققة في ترتيب الأفلاك، قاعدة هوند ليست محققة في الطبقة $2p^3$.

2. الأعداد الكوانتية n و l لإلكترونات 4d, 5s, 2p, 5f:

$5s: n = 5, \quad l = 0$	$4d: n = 4, \quad l = 2$
$2p: n = 2, \quad l = 1$	$5f: n = 5, \quad l = 3$

التمرين 9

أي البنى الإلكترونية التالية تعتبر بنى إلكترونية في الحالة الأساسية، في حالة مثارة، وأيتها خاطئة؟

1. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
2. $1s^2 2s^2 2p^7 3s^2$
3. $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$
4. $1s^2 2s^2 2p^6 2d^{10} 3s^2$
5. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 3f^6$

Scanné avec CamScanner

الحـــل

1. حالة أساسية.
2. حالة خاطئة، أكثر من 6 الكترونات في الطبقة الفرعية p.
3. حالة مثارة، انتقال إلكترون من p إلى s.
4. حالة خاطئة، لا يوجد الفلك 2d.
5. حالة خاطئة، لا يوجد الفلك 3f.

التمرين 10

حدد البنى الإلكترونية الخاطئة من بين البنى التالية.

1) ↑↑ ↑ ↑ ☐

2) ↑↓ ↑ ↑ ↑

3) ↑ ↑ ↑ ☐

4) ↑↓ ☐ ↑ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5) ↑ ↑ ↑ ☐ ↓ ☐ ☐ ☐ ☐

6) ↑↓ ↑↓ ↑↑ ↑↓ ↑↓ ☐ ☐ ☐ ☐

7) ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑ ☐ ☐

الحـــل

1. حالة خاطئة، لا يتساوى إلكترونان في نفس الحجوة الكمية في m_s.
2. حالة أساسية.
3. حالة مثارة.
4. حالة أساسية.
5. حالة مثارة.
6. حالة خاطئة، لا يتساوى إلكترونان في نفس الحجوة الكمية في m_s.
7. حالة أساسية.

Scanné avec CamScanner

التمرين 11

أكتب التوزيع الإلكتروني لذرات العناصر التالية ومثل طبقة التكافؤ بالحجيرات الكمية: $_{3}Li$ $_{8}O$, $_{11}Na$,

الحـــل

$_{3}Li: 1s^2 2s^1 \equiv {}_{2}[He]2s^1$: ↑

$_{8}O: 1s^2 2s^2 2p^4 \equiv {}_{2}[He]2s^2 2p^4$: ↑↓ ↑↓ ↑ ↑

$_{11}Na: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \equiv {}_{10}[Ne]3s^1$: ↑

التمرين 12

أعط التوزع الإلكتروني للذرات والأيونات التالية ومثل طبقة التكافؤ باستعمال الحجيرات الكمية:

$_{1}H$, $_{1}H^{+}$, $_{7}N$, $_{7}N^{3-}$, $_{7}N^{4+}$, $_{8}O$, $_{8}O^{2-}$, $_{15}P$, $_{15}P^{3+}$, $_{15}P^{3-}$

عين الأعداد الكمية الأربعة للإلكترون ما قبل الأخير.

Scanné avec CamScanner

الحـــل

العنصر	البنية الإلكترونية	طبقة التكافؤ	الأعداد الكمية للإلكترون ماقبل الأخير			
			n	l	m_l	m_s
$_1H$	$1s^1$	↑	يحتوي على إلكترون واحد فقط			
$_1H^+$	$1s^0$		لا يحتوي على إلكترونات			
$_7N$	$_2[He]2s^22p^3$	↑↓ ↑ ↑ ↑	2	1	0	½
$_7N^{3-}$	$_2[He]2s^22p^6 \equiv {}_{10}[Ne]$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	2	1	0	½-
$_7N^{4+}$	$_2[He]2s^12p^0$	↑	لا ينتمي الإلكترون ما قبل الأخير إلى طبقة التكافؤ			
$_8O$	$_2[He]2s^22p^4$	↑↓ ↑↓ ↑ ↑	2	1	1	½
$_8O^{2-}$	$_2[He]2s^22p^6 \equiv {}_{10}[Ne]$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	2	1	0	½-
$_{15}P$	$_{10}[Ne]3s^24p^3$	↑↓ ↑ ↑ ↑	4	1	0	½
$_{15}P^{3+}$	$_{10}[Ne]3s^24p^0$	↑↓	3	0	0	½
$_{15}P^{3-}$	$_{10}[Ne]3s^24p^6 \equiv {}_{18}[Ar]$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	4	1	0	½-

Scanné avec CamScanner

التمرين 13

أعط البنية الإلكترونية للذرات والشوارد التالية مبينا طبقة التكافؤ:

$$_{23}V, _{33}As, _{38}Sr, _{73}Ta, _{92}U$$

الحـــــل

العنصر	البنية الإلكترونية	طبقة التكافؤ
V	$_{18}[Ar]3d^3 4s^2$	$3d^3 4s^2$
As	$_{18}[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$	$4s^2 4p^3$
Sr	$_{36}[Kr]5s^2$	$5s^2$
Ta	$_{54}[Xe]4f^{14} 5d^3 6s^2$	$5d^3 6s^2$
U	$_{86}[Rn]5f^3 6d^1 7s^2$	$6d^1 7s^2$

التمرين 14

أكتب البنية الإلكترونية للعناصر التالية:

$$_{25}Mn, \quad _{24}Cr, \quad _{29}Cu, \quad _{21}Sc, \quad _{21}Sc^{+}, \quad _{21}Sc^{2+}, \quad _{21}Sc^{3+}$$

الحـــــل

$$_{25}Mn: _{18}[Ar]3d^5 4s^2$$

تكون طاقة الطبقة الفرعية (n-1)d المشبعة أو النصف مشبعة أقل من طاقة الطبقة الثانوية ns، وعليه يكون ترتيب الأفلاك لذرة المنغنيز بالشكل الموضح (يسبق الفلك 3d الفلك 4s).

$$_{24}Cr: _{18}[Ar]3d^5 4s^1$$

$$_{29}Cu: _{18}[Ar]3d^{10} 4s^1$$

Scanné avec CamScanner

في حالة احتياج الطبقة الثانوية (n-1)d إلى إلكترون واحد فقط للوصول إلى حالة الإشباع أو نصف الإشباع، يصبح ملء الأفلاك كما هو موضح في حالتي الكروم والنحاس (يتنقل إلكترون الفلك 4s إلى الفلك 3d للحصول على بنية أكثر استقرارا).

$$_{21}Sc: {}_{18}[Ar]3d^1 4s^2$$

$$_{21}Sc^{+}: {}_{18}[Ar]3d^1 4s^1$$

$$_{21}Sc^{2+}: {}_{18}[Ar]3d^1 4s^0$$

$$_{21}Sc^{3+}: {}_{18}[Ar]3d^0 4s^0$$

عند التأين، تفقد ذرات وأيونات العناصر الانتقالية إلكترونات الطبقة الفرعية ns أولا ثم (n-1)d.

التمرين 15

ماهو عدد إلكترونات تكافؤ الفالاديوم $_{23}V$ والغاليوم $_{31}Ga$؟ أعط الأعداد الكمية الأربعة لهذه الإلكترونات.

الحـــــل

$$_{23}V: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$$

طبقة التكافؤ هي الطبقة التي تلي بنية الغاز الخامل في البنية الإلكترونية: $3d^3 4s^2$. عدد إلكتروناتها 5.

$$3d: n = 3, \quad l = 2, \quad m_l = -2, -1, 0, 1, 2, \quad m_s = \pm 1/2$$

$$4s: n = 4, \quad l = 0, \quad m_l = 0, \quad m_s = \pm 1/2$$

$$_{31}Ga: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$$

Scanné avec CamScanner

طبقة التكافؤ هي: $4s^2 4p^1$ (لأن الطبقة الفرعية **المشبعة** d^{10} لا تنتمي إلى طبقة التكافؤ). عدد إلكتروناتها 3.

$$4s: n = 4, \quad l = 0, \quad m_l = 0, \quad m_s = \pm 1/2$$

$$4p: n = 4, \quad l = 1, \quad m_l = -1,0,1, \quad m_s = \pm 1/2$$

التمرين 16 (البنية الإلكترونية)

1. أعط البنية الإلكترونية لذرات العناصر التالية: $_{17}Cl$, $_{11}Na$, $_{20}Ca$, $_{13}Al$, $_{26}Fe$, $_{50}Sn$.
2. استنتج صيغة الأيونات المستقرة التي تعطيها هذه العناصر.

الحـــل

1. تكتب البنية الإلكترونية للعناصر بالاعتماد على قاعدة كلاينشكوفسكي، يمكن اختصار جزء من هذه الكتابة بتعويضه ببنية الغاز الخامل المناسب.

2. تحتوي الشوارد الموجبة على إلكترونات أقل من الذرة المعتدلة للعنصر الموافق وتحتوي الشوارد السالبة على إلكترونات أكثر.

الشوارد المستقرة هي التي لها بنية غاز خامل، أو التي تحتوي طبقة تكافئها على طبقات فرعية مشبعة أو على 5 أو 10 الكترونات في الطبقة الفرعية d، أي طبقة d نصف مشبعة.

Scanné avec CamScanner

البنية الإلكترونية للشوارد المستقرة	الشوارد المستقرة	البنية الإلكترونية للذرة المعتدلة	عدد الإلكترونات	الذرة
$_{10}[Ne]3s^23p^6 \equiv {}_{18}[Ar]$	Cl^-	$_{10}[Ne]3s^23p^5$	17	Cl
$_{10}[Ne]$	Na^+	$_{10}[Ne]3s^1$	11	Na
$_{18}[Ar]$	Ca^{2+}	$_{18}[Ar]4s^2$	20	Ca
$_{10}[Ne]$	Al^{3+}	$_{10}[Ne]3s^23p^1$	13	Al
$_{18}[Ar]3d^6$ $_{18}[Ar]3d^5$ Fe^{3+}: أكثر استقرار	Fe^{2+} Fe^{3+}	$_{18}[Ar]3d^64s^2$	26	Fe
$_{36}[Kr]4d^{10}5s^2$ $_{36}[Kr]4d^{10}$ Sn^{4+}: أكثر استقرار	Sn^{2+} Sn^{4+}	$_{36}[Kr]4d^{10}5s^25p^2$	50	Sn

التمرين 17

1. أعط البنية الإلكترونية للذرات والشوارد التالية: $_8O$, $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{19}K^+$, $_7N^+$, $_9F^-$
2. أعط البنية الإلكترونية المختصرة للذرات: $_{33}As$, $_{26}Fe$, $_{35}Br$, $_{55}Cs$
3. أعط تمثيل لويس المفصل بالحجيرات الكمية للذرات التالية:

$$_8O,\ _{12}Mg,\ _{26}Fe,\ _{35}Br,\ _7N,\ _{15}P,\ _6C,\ _9F,\ _5B$$

الحـــل

1. البنية الإلكترونية للذرات والشوارد:

العنصر	الذرة المعتدلة	الشاردة
Na	$1s^22s^22p^63s^1$	
O	$1s^22s^22p^4$	
Mg	$1s^22s^22p^63s^2$	
K^+	$1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$	$1s^22s^22p^63s^23p^6$
N^+	$1s^22s^22p^3$	$1s^22s^22p^2$
F^-	$1s^22s^22p^5$	$1s^22s^22p^6$

Scanné avec CamScanner

2. البنية الإلكترونية المختصرة للذرات:

العنصر	عدد الإلكترونات	الغاز الخامل	البنية الإلكترونية
As	18+15	Ar	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^3$
Fe	18+8	Ar	$_{18}[Ar]3d^64s^2$
Br	18+17	Ar	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^5$
Cs	54+1	Xe	$_{54}[Xe]5s^1$

3. تمثيل لويس المفصل بالحجرات الكمية للذرات:

العنصر	البنية الإلكترونية	طبقة التكافؤ	تمثيل لويس المفصل
O	$_2[He]2s^22p^4$	$2s^22p^4$	↑↓ ↑↓ ↑ ↑
Mg	$_{10}[Ne]3s^2$	$3s^2$	↑↓
Fe	$_{18}[Ar]3d^64s^2$	$3d^64s^2$	↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑↓
Br	$_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^5$	$4s^24p^5$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑
N	$_2[He]2s^22p^3$	$2s^22p^3$	↑↓ ↑ ↑ ↑
P	$_{10}[Ne]3s^23p^3$	$3s^23p^3$	↑↓ ↑ ↑ ↑
C	$_2[He]2s^22p^2$	$2s^22p^2$	↑↓ ↑ ↑
F	$_2[He]2s^22p^5$	$2s^22p^5$	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑
B	$_2[He]2s^22p^1$	$2s^22p^1$	↑↓ ↑

Scanné avec CamScanner

الفصل الخامس

جدول التصنيف الدوري للعناصر

Scanné avec CamScanner

الفصل الخامس

جدول التصنيف الدوري للعناصر

ملخص الدرس

1. مقدمة

تتمتع العناصر الكيميائية بخواص فيزيائية وكيميائية عديدة، ونظرا لتنوع هذه الأخيرة وحتى نتمكن من الاستفادة منها كليا وجب ترتيبها وتصنيفها. وقد اعتمدت أولى محاولات تصنيف العناصر بغية دراستها على تقسيمها إلى عناصر معدنية وأخرى لا معدنية.

2. اكتشاف القانون الدوري وجدول مندلييف Mendeleiev

يدل مفهوم الدورية على تكرار بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية بعد فترات محددة ومنتظمة. وقد تمكن الباحثون من دراسة خصائص 118 عنصرا حتى الآن.

ترجع أهم محاولات تصنيف العناصر الكيميائية ضمن صفوف وأعمدة، أي مجموعات متشابهة في خصائصها إلى القرن 19، حيث انتهت باكتشاف القانون الدوري وجدول التصنيف الدوري للعناصر على يد كل من الكيميائي الألماني ماير والكيميائي الروسي ماندلييف .

نشر ماير سنة 1864 جدولا يتضمن 50 عنصرا، موضحا التغير الدوري لبعض خواصها مثل الحجم الجزيئي ودرجة الغليان. ونشر ماندلييف سنة 1869 جدوله الدوري الذي تضمن الأوزان الذرية، ولاحظ وجود الدورية في الخواص الكيميائية للعناصر المرتبة حسب تزايد أوزانها الذرية.

Scanné avec CamScanner

يعتبر جدول مندلييف أول جدول دوري رسمي، احتوى على 63 عنصرا مرتبة بدلالة تزايد أوزانها الذرية، واحتوى على مواقع خالية لعناصر لم تكن معروفة آنذاك، وقد تمكن من التنبؤ بصفاتها مستندا على صفات ما يجاورها.

3. جدول التصنيف الدوري الحديث

تعتبر الدورية أساسا لبناء جدول التصنيف الدوري الحديث، والذي رتبت فيه العناصر ذات الخواص الكيميائية المتشابهة في أعمدة تسمى المجموعات.

1.3. المجموعات: وتضم:

1.1.3. المجموعات الطويلة أو المجموعات الرئيسية: تضم من 5 إلى 7 عناصر. ترقم من 1 إلى 2، ومن 13 إلى 17. بالإضافة إلى المجموعة 18. تسمى كذلك المجموعات A (من IA إلى VIIA بالإضافة إلى VIIIA).

2.1.3. المجموعات القصيرة أو المجموعات الثانوية: توجد في الجزء الأوسط من الجدول وهي المجموعات الانتقالية. ترقم من 3 إلى 12. تسمى كذلك المجموعات B (من IB إلى VIIIB) تعرف عناصرها بالعناصر الانتقالية.

نشر الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC سنة 1990 توصياته بالتخلي عن الأحرف اللاتينية والأرقام الرومانية وترقيم كل المجموعات بالأرقام العربية من 1 إلى 18 من اليسار إلى اليمين وتسمى الأعمدة.

Scanné avec CamScanner

- **خلاصـــــة**

المجموعات A: تضم 8 مجموعات، يوافق رقم المجموعة عدد إلكترونات طبقة التكافؤ. وتضم العناصر s و sp. وتشمل المعادن، أشباه المعادن، واللامعادن.

الإتحاد الدولي IUPAC	1	2	13	14	15	16	17	18
الإتحاد التقليدي	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
طبقة التكافؤ	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
عدد إلكترونات طبقة التكافؤ	1	2	3	4	5	6	7	8

المجموعات B: تم وضع هذه المجموعات بين المجموعتين IIA و IIA ، وذلك للمحافظة على الترتيب عبر الأدوار والمجموعات. تشمل العناصر d. تسمى العناصر الانتقالية وكلها معادن.

الإتحاد الدولي IUPAC	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الإتحاد التقليدي	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB
طبقة التكافؤ	$ns^2(n-1)d^1$	$ns^2(n-1)d^2$	$ns^2(n-1)d^3$	$ns^1(n-1)d^5$	$ns^2(n-1)d^5$	$ns^2(n-1)d^6$	$ns^2(n-1)d^7$	$ns^2(n-1)d^8$	$ns^1(n-1)d^{10}$	$ns^2(n-1)d^{10}$
عدد إلكترونات طبقة التكافؤ	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2

Scanné avec CamScanner

2.3. الأدوار

تسمى أسطر الجدول التصنيف الدوري للعناصر بالأدوار، وترقم بالأرقام العربية من 1 إلى 7. تختلف أطوالها كثيرا، فبينما يضم الدور الأول n=1 عنصرين فقط (الهيدروجين والهيليوم)، يضم الدور السادس n=6، 32 عنصرا.

- **خلاصة:** يوافق كل دور قيمة معينة للعدد الكمي الرئيسي n. يبدأ كل دور بذرة عنصر ذي إلكترون واحد في طبقة التكافؤ وينتهي بذرة عنصر يمتلك طبقة تكافؤ مشبعة يعرف بالغاز الخامل.

الدور	1	2	3	4	5	6	7
الطبقة الرئيسية	K n=1	L n=2	M n=3	N n=4	O n=5	P n=6	Q n=7
الطبقات الفرعية	1s	2s 2p	3s 3p	4s 3d 4p	5s 4d 5p	6s 4f 5d 6p	7s 5f 6d 7p

4. دورية البنية الإلكترونية

تنتج الدورية في خواص العناصر عن الدورية في بنيتها الإلكترونية، ونلاحظ في الجدول الدوري أن العناصر قد رتبت حسب تزايد شحنة النواة.

أ. **العناصر s:** تنتهي بنيتها الإلكترونية بالطبقة الفرعية s، حيث تتكون من مجموعتين رئيسيتين IA وIIA، تسمى المجموعة الأولى بالمعادن القلوية، وتسمى الثانية بالمعادن القلوية الترابية.

Scanné avec CamScanner

ب. **العناصر p:** تنتهي بنيتها الإلكترونية بالطبقة الفرعية p، تضم 6 مجموعات من 13 إلى 18. تعرف المجموعة الثامنة عشر بالغازات الخاملة، والسابعة عشر بالهالوجينات.

ت. **العناصر d:** تنتهي بنيتها الإلكترونية بالطبقة الفرعية d، تعرف بالعناصر الانتقالية الأساسية. تضم 10 مجموعات ثانوية، وهي على الترتيب: السكانديوم (3)، التيتانيوم (4)، الفانديوم (5)، الكروم(6)، المنغنيز (7)، الحديد (8)، الكوبالت (9)، النيكل (10)، النحاس (11)، التوتياء (12).

ث. **العناصر f:** تنتهي بنيتها الإلكترونية بالطبقة الفرعية f، تسمى العناصر الانتقالية الداخلية. تتكون من فصيلتين تضم كل واحدة منها 14 عنصرا، تبدأ إحداهما بعنصر اللانثانوم فتسمى اللانثانات (أشباه اللانثانوم)، وتبدأ الثانية بعنصر الأكتينوم فتسمى الأكتينات (أشباه الأكتينوم).

ج. **العناصر sp:** تشمل 5 مجموعات رئيسية هي على الترتيب: مجموعات البور (13)، الكربون (14)، الآزوت (15)، الشالكوجينات (16)، الهالوجينات (17)، مجموعة الغازات الخاملة (18).

ملاحظة: تكون بنية طبقة تكافؤ الغازات الخاملة من الشكل ns^2np^6، وهي بنية مستقرة مما يجعلها قليلة الميل للمشاركة في التفاعلات الكيميائية.

5. دورية الخواص في الجدول الدوري للعناصر:

تظهر العديد من الخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر تغيرات دورية بدلالة العدد الذري، يساعد بعضها على فهم السلوك الكيميائي للعناصر.

Scanné avec CamScanner

1.5. دورية نصف القطر الذري: هو نصف المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين عندما تكون الرابطة بينهما أحادية. يرمز له بـ r ووحدته Å.

تتناقص أنصاف أقطار الذرات في الدور الواحد بازدياد أعدادها الذرية، أي من يسار الجدول إلى يمينه، وذلك بسبب تزايد قوى التجاذب بين النواة الموجبة والإلكترونات السالبة بسببه ازدياد شحنة النواة، فتتكمش الذرة.

أما في المجموعة الواحدة فإن أنصاف أقطار الذرات تتزايد بازدياد العدد الذري، وذلك بسبب ظهور طبقة إلكترونية جديدة أبعد عن تأثير النواة.

- **نصف القطر الشاردي**

يكون نصف قطر الأيون الموجب أصغر من نصف قطر ذرة عنصره، و يقل بازدياد عدد الشحنات الموجبة بسبب زيادة تأثير قوى جذب النواة لإلكترونات الطبقة الخارجية. أما نصف قطر الأيون السالب فيكون أكبر من نصف قطر ذرة عنصره، ويزداد بازدياد عدد الشحنات السالبة.

2.5. دورية طاقة التأين (التشرد): التشرد هو عملية تكوين شاردة موجبة بواسطة نزع إلكترون من ذرة معتدلة كهربائيا، وطاقة التشرد أو كمون التشرد هي أقل طاقة لازمة لنزع إلكترون من ذرة معزولة في حالتها الأساسية وفي الحالة الغازية. $M(g) \longrightarrow M^+(g) + e^-$

تسمى هذه الطاقة عادة بطاقة التشرد الأول، أما طاقة التشرد الثاني فهي الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الثاني:

$$M^+(g) \longrightarrow M^{2+}(g) + e^-$$

Scanné avec CamScanner

تزداد طاقة التشرد في الدور الواحد من اليسار إلى اليمين، والذي يوافقه ازدياد شحنة النواة وتناقص أنصاف أقطار الذرات. وتتناقص في المجموعة الواحدة من الأعلى إلى الأسفل.

3.5. دورية الألفة الإلكترونية: يمكن لذرة معتدلة في الحالة الغازية أن تضم إلكترونا وتتحول إلى شاردة سالبة:

$$X(g) + e^- \longrightarrow X^-(g)$$

يرافق هذا التحول تحرير أو امتصاص طاقة تعبر عن شدة ارتباط الإلكترون الإضافي بالذرة المعتدلة. تعرف الألفة الإلكترونية بالطاقة اللازمة لـــ (أو الناتجة عن) إضافة إلكترون إلى ذرة معتدلة في الحالة الغازية. تدل القيم الموجبة للألفة الإلكترونية على امتصاص طاقة، والقيم السالبة على تحرير طاقة.

تزداد الألفة الإلكترونية في الدور من اليسار إلى اليمين نتيجة ازدياد العدد الذري وتقلص حجم الذرة. وتزداد في المجموعة من الأسفل إلى الأعلى أي بتناقص العدد الكمي الرئيسي.

4.5. دورية الكهروسلبية: عندما تتكون رابطة بين ذرتين مختلفتين A و B تتزاح الثنائية الإلكترونية المشتركة بينهما إلى الذرة التي تتميز بميل أكبر لجذب الإلكترونات أي ذات طاقة التشرد والألفة الإلكترونية الأكبر. لهذا تتميز كل ذرة بمدى ميلها لجذب الثنائية الإلكترونية والذي يسمى بالكهروسلبية.

يعتبر Pauling أول من اقترح طريقة لتقييم كهروسلبية العناصر سنة 1932.

$$\Delta\chi = 0{,}102\sqrt{E_{A-B} - \sqrt{E_{A-A} \cdot E_{B-B}}}$$

Scanné avec CamScanner

E_{A-B}, E_{A-A}, E_{B-B} هي طاقات روابط الجزيئات A-B, A-A, B-B على الترتيب بوحدة الكيلوجول/المول.

تعطي هذه العلاقة الفرق بين قيمتين للكهروسلبية. القيمة المرجعية الثابتة هي كهروسلبية ذرة الهيدروجين والتي تساوي 2,1.

يمكن حساب الكهروسلبية بسلم ميليكان كالتالي: $\chi_A = \frac{E_A + E_I}{2}$

E_A هي الألفة الالكترونية، E_I طاقة التأين.

تتغير الكهروسلبية في نفس اتجاه تغير طاقة التشرد والألفة الإلكترونية.

5.5. الصفة المعدنية

1.5.5 المعادن: يعبر عن الخواص المعدنية للذرات بقابلية إصدارها للالكترونات، تتميز ذرات المعادن بطاقة تشرد وألفة إلكترونية منخفضة. تستطيع الذرات التي تملك 4 إلكترونات أو أقل في طبقة التكافؤ أن تفقدها، ولا تستطيع ضم الكترونات أخرى إليها، تسمى هذه العناصر بالمعادن.

2.5.5 أشباه المعادن: هي ذرات تملك 4 إلكترونات في طبقة التكافؤ، فهي تميل تارة إلى فقدها وتارة أخرى إلى ضم إلكترونات إضافية إليها.

3.5.5 اللامعادن: هي الذرات التي تملك 4 إلكترونات أو أكثر في طبقة التكافؤ، وهي تميل إلى ضم إلكترونات إضافية إليها.

Scanné avec CamScanner

نصوص تمارين الفصل الخامس مع الحلول المقترحة

التمرين 1

عين من بين العناصر التالية تلك التي تنتمي إلى نفس العمود:

$_{3}Li,\quad _{4}Be,\quad _{7}N,\quad _{11}Na,\quad _{16}S,\quad _{20}Ca,\quad _{22}Ti,$
$_{33}As,\quad _{52}Te,\quad _{72}Hf$

الحـــــل

تتشابه بنية طبقة تكافؤ العناصر التي تنتمي إلى نفس المجموعة (أو نفس العمود):

العمود 1: $_{3}Li: {}_{2}[He]2s^{1}$

$_{11}Na: {}_{10}[Ne]3s^{1}$

العمود 2: $_{4}Be: {}_{2}[He]2s^{2}$

$_{20}Ca: {}_{18}[Ar]4s^{2}$

العمود 4: $_{22}Ti: {}_{18}[Ar]3d^{2}4s^{2}$

$_{72}Hf: {}_{54}[Xe]4f^{14}5d^{2}6s^{2}$

العمود 15: $_{7}N: {}_{2}[He]2s^{2}2p^{3}$

$_{33}As: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{3}$

Scanné avec CamScanner

العمود 16: $_{16}S: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^4$

$_{52}Te: {}_{36}[Kr]4d^{10}5s^2 5p^4$

التمرين 2

ينتمي العنصر X إلى الدور 4 والعمود 14.اكتب البنية الإلكترونية لهذا العنصر وعين عدده الذري.

الحـــل

البنية الإلكترونية للعنصر X: $_{2}X: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^2$

يساوي العدد الذري للعنصر 32.

التمرين 3

ينتمي عنصر X إلى الدور الرابع والمجموعة VB . عين عدده الذري.

الحـــل

طبقة تكافؤ عناصر الدور 4 والمجموعة VB من الشكل: $3d^3 4s^2$.

إذن: Z=18+5=23.

التمرين 4

يوجد في الطبيعة أكثر من 15 نظيرا للآزوت $_{7}N$.

تتـــراوح أعدادها الكتلية بين 10 و24، اثنان منها فقط مستقرة وهي: ^{14}N و^{15}N ، وتساوي وفرتاهما على الترتيب: 99,63% و 0,37%.

Scanné avec CamScanner

1. أعط تركيب نواة النظيرين المستقرين.
2. أكتب البنية الإلكترونية للنظير الأوفر في حالته الأساسية.
3. ماهي قيم الأعداد الكمية الأربعة لكل إلكترون في البنية السابقة؟
4. إلى أي دور ينتمي عنصر الآزوت؟
5. أعط البنية الإلكترونية للعنصر الذي ينتمي لنفس مجموعة الآزوت ويليه في الجدول الدوري.

الحـــــل

1. تركيب نواتي النظيرين المستقرين: $^{14}N: 7p + 7n$

$$^{15}N: 7p + 8n$$

2. البنية الإلكترونية للنظير الأوفر في حالته الأساسية:

$$^{14}_{7}N: 1s^2 2s^2 2p^3$$

3. قيم الأعداد الكمية الأربعة:

رقم الإلكترون	1	2	3	4	5	6	7
n(n>0)	1	1	2	2	2	2	2
l(0≤l≤n-1)	0	0	0	0	1	1	1
m_l (-l≤ m_l ≤l)	0	0	0	0	-1	0	1
m_s (m_s =±1/2)	1/2	-1/2	1/2	-1/2	1/2	1/2	1/2

4. ينتمي الآزوت إلى الدور 2 (أكبر قيمة لـــn).
5. يكون للآزوت والعنصر الذي ينتمي إلى نفس عموده ويليه مباشرة طبقات تكافؤ متشابهة من الشكل: ns^2np^3 ، علما أن الدور يساوي 3:

$$^{A}_{15}X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \equiv {}_{15}P$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 5

ينتمي عنصر X إلى الدور الرابع ويحتوي على إلكترونين فرديين في بنيته الإلكترونية.

1. ماهي الاحتمالات الممكنة لهذا العنصر؟ حدد رقم عمود وسطر كل منها.
2. إذا علمت أن هذا العنصر ليس بعنصر انتقالي، ماهي الاحتمالات المتبقية؟
3. ينتمي هذا العنصر إلى عائلة الشالكوجينات، ماهي الاحتمالات المتبقية؟

الحـــــل

1. يكون الشكل العام للتوزيع الإلكتروني لعناصر الدور الرابع من الشكل:

$$_zX: {}_{18}[Ar]3d4s4p$$

الحالات الممكنة لتواجد إلكترونين فرديين هي:

العمود 4 والدور 4: $_zX_1: {}_{18}[Ar]3d^2 4s^2$

العمود 10 والدور 4: $_zX_2: {}_{18}[Ar]3d^8 4s^2$

العمود 14 والدور 4: $_zX_3: {}_{18}[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2$

العمود 16 والدور 4: $_zX_4: {}_{18}[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4$

2. إذا أقصينا احتمالي العناصر الانتقالية (العناصر d) X_1 و X_2 يبقى الاحتمالان X_3 و X_4 .
3. الشالكوجينات هي عناصر العمود 16. إذن العنصر هو X_4 ، وهوالسيلسيوم $_{34}Se$.

Scanné avec CamScanner

التمرين 6

1. يتواجد العنصر X في السطر 5 والعمود 16 من الجدول الدوري. ماهو عدده الذري؟ أكتب بنيته الإلكترونية باستعمال الأفلاك ثم باستعمال الحجيرات الكمية.
2. تنتمي العناصر التالية إلى عائلة العناصر القلوية الترابية:

$$Be, \quad Mg, \quad Ca, \quad Ba, \quad Ra$$

إلى أي عمود تنتمي العناصر السابقة؟ حدد شاردها الأكثر استقرارا وأعدادها الذرية.

الحـــــل

1. يساوي عدده الذري 52. بنيته الإلكترونية:

$X: {}_{36}[Kr]4d^{10}5s^25p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑

2. تنتمي العناصر القلوية الترابية إلى العمود الثاني، شاردها الأكثر استقرارا هي X^{2+}. أعدادها الذرية هي: 4, 12, 20, 38, 56, 88 على الترتيب.

التمرين 7

1. حدد موضع ذرات العناصر التالية في الجدول الدوري: ${}_5B,\ {}_{53}I,\ {}_{27}Co,\ {}_{39}Y,\ {}_{56}Ba$.
2. ينتمي السيلينيوم إلى المجموعة 16 والدور 4. كيف يمكن استنتاج بنيته الإلكترونية وعدده الذري؟

Scanné avec CamScanner

3. للعنصر X أقل من 18 إلكترون، وإلكترونان فرديان. ماهي بنيته الإلكترونية المحتملة ؟

إذا علمت أن العنصر X ينتمي إلى نفس دور العنصر $_{11}Na$ ونفس مجموعة السيليسيوم، ماهي بنيته الإلكترونية الصحيحة؟

الحـــــل

1. بعد كتابة التوزيع الإلكتروني نقوم بتعيين الدور الذي يساوي قيمة العدد الكمي الرئيسي n الموافق للطبقة الخارجية s، ثم نعين المجموعة كالتالي:

- بالنسبة للعناصر التي عددها الذري أقل أو يساوي 18 والتي هي عناصر الأدوار الثلاثة الأولى التي لا تملك طبقة فرعية (n-1)d هناك حالتان:

– إلكترونات التكافؤ هي إلكترونات ns فقط، رقم المجموعة = عدد الكترونات التكافؤ ns، 1 أو 2.

– إلكترونات التكافؤ هي إلكترونات ns و np، رقم المجموعة يتغير من 13-] [13، وهو عدد إلكترونات التكافؤ ns و np (نذكر كمثال العنصر B في الجدول).

- أما بالنسبة للعناصر التي عددها الذري أكبر من 18:

– إذا كانت الطبقة الفرعية (n-1)d مشبعة، يتغير رقم المجموعة من 11 إلى 18، وهو عدد إلكترونات التكافؤ ns وnp (نذكر كمثال العنصر I في الجدول)

– إذا كانت الطبقة الفرعية (n-1)d مملوءة جزئيا (حالة المعادن الانتقالية)، يتغير رقم المجموعة من 3 إلى 10، وهو عدد إلكترونات التكافؤ ns و (n-1)d (نذكر كمثال العنصرين Co, Y في الجدول).

Scanné avec CamScanner

– إذا كانت الطبقة الفرعية (n-1)d فارغة، رقم المجموعة يساوي عدد إلكترونات s إذن 1 أو 2، (نذكر كمثال العنصر Ba في الجدول)

العنصر	العدد الذري	البنية الإلكترونية	الدور	المجموعة
B	5	$_5B: {}_2[He]2s^2 2p^1$	2	13
I	53	$_{53}I: {}_{36}[Kr]4d^{10}5s^2 5p^5$	5	17
Co	27	$_{27}Co: {}_{18}[Ar]3d^7 4s^2$	4	9
Y	39	$_{39}Y: {}_{36}[Kr]4d^1 5s^2$	5	3
Ba	56	$_{56}Ba: {}_{54}[Xe]6s^2$	6	2

2. ينتمي السيلينيوم إلى الدور 4، إذن Z>18 و n الموافق لطبقته الخارجية 4.

ينتمي السيلينيوم للمجموعة 16، ويملك طبقة فرعية 3d مشبعة و 6 إلكترونات تكافؤ إذن:

$$_{34}Se: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4 \equiv {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^4$$

3. العناصر التي عددها الذري أقل من 18 وتملك إلكترونين فرديين هي:

$_6C: 1s^2 2s^2 2p^2$: ↑↓ | ↑ | ↑ |

$_8O: 1s^2 2s^2 2p^4$: ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ |

$_{14}Si: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$: ↑↓ | ↑ | ↑ |

$_{16}S: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$: ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ |

$$_{11}Na: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \Longrightarrow \quad n = 3$$

Scanné avec CamScanner

ينتمي السيلينيوم للمجموعة 16 وله 6 الكترونات تكافؤ، إذن العنصر X ينتمي إلى الدور 3 وله 6 إلكترونات في طبقة تكافئه، إذن هو الكبريت.

التمرين 8

أعط التشكيل الإلكتروني للعناصر التالية ثم حدد دور ومجموعة كل عنصر.

$_{32}Ge,\quad _{36}Kr,\quad _{12}Mg,\quad _{21}Sc,\quad _{37}Rb,\quad _{23}V,\quad _{29}Cu$

الحـــــل

$_{32}Ge$: $_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^2$. $\quad n=4,\quad IVA$

$_{36}Kr$: $_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^6$. $\quad n=4,\quad VIIIB$

$_{12}Mg$: $_{10}[Ne]3s^2$. $\quad n=3,\quad IIA$

$_{21}Sc$: $_{18}[Ar]3d^14s^2$. $\quad n=4,\quad IIIB$

$_{37}Rb$: $_{36}[Kr]5s^1$. $\quad n=5,\quad IA$

$_{23}V$: $_{18}[Ar]3d^34s^2$. $\quad n=4,\quad VB$

$_{29}Cu$: $_{18}[Ar]3d^{10}4s^1$. $\quad n=4,\quad IB$

التمرين 9

1. أعط البنى الإلكترونية لذرات العناصر التالية موضحا طبقة التكافؤ:

$_{7}N,\quad _{19}K,\quad _{21}Sc,\quad _{24}Cr,\quad _{25}Mn,\quad _{26}Fe,\quad _{29}Cu,$
$_{30}Zn,\quad _{47}Ag,\quad _{79}Au$

Scanné avec CamScanner

2. حدد موقع الذرات السابقة في الجدول الدوري للعناصر.

3. ينتمي السيزيوم Cs لنفس مجموعة البوتاسيوم K ونفس دور الذهب Au. ماهي بنيته الإلكترونية وعدده الذري؟

الحـــــل

1. البنى الإلكترونية:

العنصر	البنية الإلكترونية	طبقة التكافؤ	عدد الكترونات طبقة التكافؤ
$_{7}N$	$_{7}N: {}_{2}[He]2s^2 2p^3$	$2s^2 2p^3$	5
$_{19}K$	$_{19}K: {}_{18}[Ar]4s^1$	$4s^1$	1
$_{21}Sc$	$_{21}Sc: {}_{18}[Ar]3d^1 4s^2$	$3d^1 4s^2$	3
$_{24}Cr$	$_{24}Cr: {}_{18}[Ar]3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^1$	6
$_{25}Mn$	$_{25}Mn: {}_{18}[Ar]3d^5 4s^2$	$3d^5 4s^2$	7
$_{26}Fe$	$_{26}Fe: {}_{18}[Ar]3d^6 4s^2$	$3d^6 4s^2$	8
$_{29}Cu$	$_{29}Cu: {}_{18}[Ar]3d^{10} 4s^1$	$4s^1$	1
$_{30}Zn$	$_{30}Zn: {}_{18}[Ar]3d^{10} 4s^2$	$4s^2$	2
$_{47}Ag$	$_{47}Ag: {}_{36}[Kr]4d^{10} 5s^1$	$5s^1$	1
$_{79}Au$	$_{79}Au: {}_{54}[Xe]5d^{10} 6s^1$	$6s^1$	1

في حالة عنصري الكروم والنحاس، تتغير البنية بسبب حالتي الإشباع ونصف الإشباع الشديدة الاستقرار. فينتقل إلكترون s إلى d.

2. موقع الذرات في الجدول الدوري: (رقم المجموعة موضح بين عارضتين)
ينتمي الآزوت إلى الدور 2 والمجموعة VA.

Scanné avec CamScanner

تنتمي العناصر التالية إلى الدور 4: K[IA], Sc[IIIB], Cr[VIB], Mn[VIIB], Fe[VIIIB], Cu[IB], Zn[IIB].

تنتمي العناصر التالية للمجموعة IB: Cu[n=4], Ag[n=5], Au[n=6].

(الدور موضح بين قوسين)

المعادن الانتقالية: طبقة تكافئها من الشكل: $(n-1)d^{x}ns^{s}$ هي: Sc[IIIB], Cr[VIB], Mn[VIIB], Fe[VIIIB], Cu[IB], Zn[IIB].

3. بنية السيزيوم:

$$_{55}Cs: {}_{54}[Xe]6s^{1}$$

التمرين 10

أعط البنية الإلكترونية للعناصر التالية، والشوارد التي يمكن أن تعطيها هذه العناصر.

1. أحد العناصر القلوية (المعادن القلوية)، عدده الذري أكبر من 12.
2. أحد العناصر القلوية الترابية (المعادن القلوية الترابية)، عدده الذري 12.
3. هالوجين عدده الذري أقل من 18.
4. غاز خامل من نفس دور الكلور.
5. الهالوجين الثالث.
6. المعدن الإنتقالي الثاني.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. ${}_{19}K: {}_{18}[Ar]4s^1$: يمكنه إعطاء شاردة واحدة K^+ لها بنية الغاز الخامل Ar.
2. ${}_{12}Mg: {}_{10}[Ne]3s^2$: يمكنه إعطاء شاردتين Mg^+ و Mg^{2+} .
3. ${}_{17}Cl: {}_{10}[Ne]3s^23p^5$: يمكنه إعطاء شاردة واحدة Cl^- لها بنية الغاز الخامل Ar.
4. ${}_{18}Ar: {}_{10}[Ne]3s^23p^6$: لا يمكنه التشرد، لأنه غاز خامل شديد الاستقرار.
5. ${}_{35}Br: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^24p^5$: يمكنه إعطاء شاردة واحدة Br^- لها بنية الغاز الخامل Kr.
6. ${}_{22}Ti: {}_{18}[Ar]3d^24s^2$: يمكنه إعطاء أربع شوارد

$$Ti^+, Ti^{2+}, Ti^{3+}, Ti^{4+},$$

الشوارد الأكثر استقرارا هي Ti^{4+}, Ti^{3+} .

التمرين 11

ينتمي عنصران إلى الدور الرابع وتحتوي طبقاتهما الإلكترونيتين على 3 إلكترونات فردية.

1. أكتب البنية الإلكترونية الكاملة لكل عنصر مع تحديد العدد الذري.
2. أكتب البنية الإلكترونية لعنصر X ينتمي إلى نفس دور الحديد ${}_{26}Fe$ ونفس عائلة الكربون ${}_{6}C$.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

1. العنصران هما الفاناديوم والزرنيخ:

$$_{23}V: {}_{18}[Ar]3d^3 4s^2$$

$$_{33}As: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^3$$

2. تكون البنية الإلكترونية للحديد من الشكل:

$$_{26}Fe: {}_{18}[Ar]3d^6 4s^2$$

إذن ينتمي X للدور الرابع.

تكون البنية الإلكترونية للكربون من الشكل: $_6C: {}_2[He]2s^2 2p^2$

أي أن طبقة تكافئه من الشكل: ns^2np^2 .

فتكون بنية العنصر X هي: $_{32}Ge: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^2$

التمرين 12

كيف تفسر وجود الشاردتين $_{29}Cu^+$, $_{29}Cu^{++}$ لعنصر النحاس، بينما عنصر البوتاسيوم له شاردة واحدة هي $_{19}K^+$ ؟

الحـــــل

تتميز العناصر الانتقالية بإمكانية فقدان إلكترونات الطبقة الأخيرة، وإلكترونات الطبقة الفرعية d الغير مشبعة.

$$_{29}Cu: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^1$$

$$_{29}Cu^+: {}_{18}[Ar]3d^{10}$$

$$_{29}Cu^{2+}: {}_{18}[Ar]3d^9$$

Scanné avec CamScanner

يفقد البوتاسيوم إلكترونا واحدا فقط ليكتسب بنية الغاز الخامل الأرغون.

$$_{19}K: {}_{18}[Ar]4s^1 \Rightarrow {}_{19}K^+: {}_{18}[Ar]$$

التمرين 13

ماهي الشوارد الأكثر استقرارا التي يعطيها $_{26}Fe$.

الحـــل

$$_{26}Fe: {}_{18}[Ar]3d^6 4s^2$$

$$_{26}Fe^{2+}: {}_{18}[Ar]3d^6$$

$$_{26}Fe^{3+}: {}_{18}[Ar]3d^5$$

تكون الطبقة الفرعية أكثر استقرارا في حالة الإشباع أو نصف الإشباع، ما يجعل الأيون Fe^{3+} الأكثر استقرارا.

التمرين 14

رتب العناصر التالية حسب تزايد قيم أنصاف أقطارها:

$$_5B, \quad _7N, \quad _4Be$$

الحـــل

العنصر	البنية الإلكترونية	الدور	العمود
$_4Be$	$_4Be: {}_2[He]2s^2$	2	2
$_5B$	$_5B: {}_2[He]2s^2 2p^1$	2	3
$_7N$	$_7N: {}_2[He]2s^2 2p^3$	2	5

Scanné avec CamScanner

تقل أنصاف أقطار ذرات عناصر الدور الواحد بزيادة عددها الذري، وذلك بسبب تزايد قوى التجاذب بين النواة الموجبة والإلكترونات السالبة بسبب ازدياد شحنة النواة، مما يؤدي إلى تقلص الذرة، يكون إذن ترتيب ذرات العناصر السابقة حسب تزايد قيم أنصاف أقطارها كالتالي:

$$r(_7N) < r(_5B) < r(_4Be)$$

التمرين 15

رتب ذرات العناصر التالية حسب تزايد قيم أنصاف أقطارها: $_6C,\ _9F,\ _{14}Si$

الحل

العنصر	البنية الإلكترونية	الدور	العمود
$_6C$	$_6C: {}_2[He]2s^2 2p^2$	2	4
$_9F$	$_9F: {}_2[He]2s^2 2p^5$	2	7
$_{14}Si$	$_{14}Si: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^2$	3	4

تقل أنصاف أقطار ذرات عناصر الدور الواحد بزيادة عددها الذري، يكون إذن ترتيب ذرتي الكربون والفلور كالتالي: $r(_9F) < r(_6C)$

أما في المجموعة الواحدة فإن أنصاف أقطار الذرات تتزايد بزيادة العدد الذري، وذلك بسبب ظهور طبقة إلكترونية جديدة أبعد عن تأثير النواة، يكون إذن الترتيب كالتالي: $r(_6C) < r(_{14}Si)$

يكون إذن الترتيب الكلي للذرات كالتالي: $r(_9F) < r(_6C) < r(_{14}Si)$

Scanné avec CamScanner

التمرين 16

رتب ذرة وشوارد الآزوت التالية حسب تزايد قيم أنصاف أقطارها:

$$_7N, \quad _7N^{3+}, \quad _7N^{4+}, \quad _7N^{5+}$$

الحـــــل

يكون نصف قطر الأيون الموجب أصغر من نصف قطر ذرة عنصره، كما يقل نصف قطر الأيون الموجب بازدياد عدد الشحنات الموجبة، بسبب زيادة تأثير قوى جذب النواة للإلكترونات مع نقصان عددها. يكون إذن ترتيب ذرة وشوارد الآزوت كالتالي:

$$r(_7N^{5+}) < r(_7N^{4+}) < r(_7N^{3+}) < r(_7N)$$

التمرين 17

رتب ذرة وشوارد الأكسجين التالية حسب تزايد قيم أنصاف أقطارها:

$$_8O, \quad _8O^{-}, \quad _8O^{2-}$$

الحـــــل

نصف قطر الأيون السالب أكبر من نصف قطر ذرة عنصره، كما يزداد نصف قطر الأيون السالب بازدياد عدد الشحنات السالبة، بسبب تناقص تأثير قوى جذب النواة الموجبة للإلكترونات مع تزايد عددها. يكون إذن ترتيب ذرة وشوارد الأكسجين:

$$r(_8O) < r(_8O^{-}) < r(_8O^{2-})$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 18

1. لتكن العناصر التالية: $_{9}F, _{11}Na, _{19}K$.

ماهي الشوارد الأكثر استقرارا التي تعطيها كل ذرة؟

2. رتب العناصر السابقة وشواردها حسب تزايد نصف القطر الذري.

الحـــــل

1. الشاردة الأكثر استقرارا التي تعطيها F هي F^- لأن لها بنية النيون (غاز خامل)

$$_{9}F: {}_{2}[He]2s^2 2p^5 \Longrightarrow {}_{9}F^-: {}_{2}[He]2s^2 2p^6$$

الشاردة الأكثر استقرارا التي تعطيها Na هي Na^+ لأن لها بنية غاز خامل:

$$_{11}Na: {}_{10}[Ne]3s^1 \Longrightarrow {}_{11}Na^+: {}_{10}[Ne]$$

الشاردة الأكثر استقرارا التي تعطيها K هي K^+ لأن لها بنية غاز خامل (النيون):

$$_{19}K: {}_{18}[Ar]4s^1 \Longrightarrow {}_{19}K^+: {}_{18}[Ar]$$

2. لذرة وشاردة الفلور نفس العدد من البروتونات لكن عدد الإلكترونات أكبر في الشاردة، ما يجعل التجاذب بين النواة والإلكترونات أكبر، إذن نصف قطر الشاردة أصغر.

لذرة وشاردة الصوديوم نفس العدد من البروتونات لكن عدد الإلكترونات أكبر في الذرة، ما يجعل التجاذب بين النواة والإلكترونات أكبر، إذن نصف قطر الذرة أصغر.

Scanné avec CamScanner

لذرة وشاردة البوتاسيوم نفس العدد من البروتونات لكن عدد الإلكترونات أكبر في الذرة، ما يجعل التجاذب بين النواة والإلكترونات أكبر إذن، نصف قطر الذرة أصغر.

لشاردتي الفلور والصوديوم نفس البنية الإلكترونية لكن عدد البروتونات أكبر في شاردة الصوديوم، ما يجعل التجاذب بين النواة والإلكترونات أكبر إذن نصف قطر شاردة الصوديوم أصغر.

التمرين 19

رتب عناصر المجموعات التالية حسب تزايد نصف قطرها الذري:

$$_{11}Na, \quad _{19}K, \quad _{37}Rb$$

$$_{6}C, \quad _{7}N, \quad _{8}O$$

$$_{26}Fe, \quad _{26}Fe^{2+}, \quad _{26}Fe^{3+}$$

$$_{17}Cl^{-}, \quad _{18}Ar, \quad _{20}Ca^{2+}$$

الحـــــل

يتزايد العدد الكمي الرئيسي في نفس العمود من الأعلى إلى الأسفل، فتتناقص قوى التجاذب بين الإلكترونات والنواة، ويتزايد نصف القطر الذري كالتالي: $r(_{11}Na) < r(_{19}K) < r(_{37}Rb)$

ينتمي الكربون و الآزوت والأكسجين إلى نفس الدور، فتتزايد قوى التجاذب بين الإلكترونات والنواة بتزايد العدد الذري (أي من C إلى O) ويتناقص نصف القطر الذري. $r(_{6}C) < r(_{7}N) < r(_{8}0)$

Scanné avec CamScanner

تكون البنى الإلكترونية للحديد وشوارده كالتالي:

$$_{26}Fe: {}_{18}[Ar]3d^6 4s^2$$

$$_{26}Fe^{2+}: {}_{18}[Ar]3d^6$$

$$_{26}Fe^{3+}: {}_{18}[Ar]3d^5$$

تناقص عدد الإلكترونات ينتج عنه تناقص في فعل الحاجز فتتزايد قوى التحاذب ويتناقص نصف القطر الذري: $r(Fe) < r(Fe^{2+}) < r(Fe^{3+})$

تتمتع العناصر التالية Cl^-، Ar، Ca^{2+} بنفس البنية الإلكترونية، $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

تتزايد قوى التحاذب بتزايد العدد الذري ويتناقص نصف القطر: $r(Cl^-) > r(Ar) > r(Ca^{2+})$

التمرين 20

رتب ذرات العناصر التالية حسب تزايد قيم طاقات التأين:

$$_{16}S, \quad _{34}Se, \quad _{17}Cl$$

الحـــــل

العنصر	البنية الإلكترونية	الدور	العمود
$_{16}S$	$_{16}S: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^4$	3	6
$_{17}Cl$	$_{17}Cl: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^5$	3	7
$_{34}Se$	$_{34}Se: {}_{18}[Ar]3d^{10} 4s^2 5p^4$	4	6

Scanné avec CamScanner

تزداد قيم طاقة التأين الأول لذرات عناصر الدور الواحد مع زيادة عددها الذري، يكون إذن ترتيب ذرات الكبريت والكلور كالتالي:

$$E_I(_{16}S) < E_I(_{17}Cl)$$

أما في المجموعة الواحدة فإن قيم طاقة التأين الأول للذرات تتناقص بازدياد العدد الذري، يكون إذن ترتيب ذرتي الكبريت والسيلينيوم كالتالي:

$$E_I(_{34}Se) < E_I(_{16}S)$$

يكون إذن الترتيب الكلي كالتالي:

$$E_I(_{34}Se) < E_I(_{16}S) < E_I(_{17}Cl)$$

التمرين 21

نعطي في الجدول التالي العدد الذري وطاقة التأين لبعض العناصر:

	H	He	Li	Be	C	F	Na	K
العدد الذري	1	2	3	4	6	9	11	19
طاقة التأين (eV)	13,53	22,46	5,36	9,28	11,21	17,34	5,12	4,32

فسر قيم طاقة التأين واستنتج دورية نصف القطر الذري.

الحـــل

يزداد جذب النواة للإلكترونات بتزايد العدد الذري في نفس الدور، فيتناقص نصف القطر الذري وتتزايد طاقة التأين من اليسار إلى اليمين:

$$E_I(He) > E_I(H) \quad ; \quad E_I(F) \gg E_I(Li)$$

Scanné avec CamScanner

يتزايد نصف القطر الذري بتزايد قيمة العدد الكمي الرئيسي في نفس العمود من الجدول الدوري، وتتناقص طاقة التأين:

$$E_I(Li) > E_I(Na) > E_I(K)$$

يتزايد إذن نصف القطر في نفس العمود (أو المجموعة) من الجدول الدوري من الأعلى نحو الأسفل، وفي نفس الدور من اليمين إلى اليسار.

التمرين 22

لديك في الجدولين التاليين قيم نصف القطر الذري لعناصر المجموعة الأولى، وعناصر الدور الثالث من الجدول الدوري على الترتيب:

Cs	Rb	K	Na	Li	
55	37	19	11	3	العدد الذري
2,62	2,43	2,27	1,86	1,50	نصف القطر الذري

Cl	S	P	Si	Al	Mg	Na	
17	16	15	14	13	12	11	العدد الذري
0,97	1,06	1,00	1,17	1,48	1,60	1,86	نصف القطر الذري

ماهي دورية طاقة التأين في الجدولين؟

الحـــل

يزداد نصف القطر الذري في عائلة العناصر القلوية من الليثيوم إلى السيزيوم، أي من الأعلى إلى الأسفل، تتناقص إذن قوة التجاذب بين النواة والإلكترون و طاقة التأين من Li إلى Cs.

Scanné avec CamScanner

يتناقص نصف القطر الذري من الصوديوم إلى الكلور والتي تنتمي إلى نفس الدور، حيث يجعل تزايد عدد البروتونات في هذا الاتجاه قوى التجاذب بين الإلكترون والنواة تتزايد، فيكون إذن تزايد طاقة التأين من Na إلى Cl.

التمرين 23 (طاقة التأين)

1. عرف طاقات التأين الأول والثاني لذرة عنصر كيميائي.
2. قارن بين طاقات التأين الأول للبوتاسيوم والكالسيوم، ثم قارن بين طاقات التأين الثاني لنفس العنصرين.
3. هل طاقة التأين الثاني للصوديوم أقل من طاقة التأين الأول للنيون؟

الحل

1. طاقة التأين الأول أو كمون التشرد لذرة عنصر ما هي أقل طاقة لازمة لنزع إلكترون من الذرة المعزولة في الحالة الغازية.

$$A_{(g)} \longrightarrow A^{+}{}_{(g)} + e^{-}{}_{(g)} : E_{I_1}$$

$$A^{+}{}_{(g)} \longrightarrow A^{2+}{}_{(g)} + e^{-}{}_{(g)} : E_{I_2}$$

2. البوتاسيوم والكالسيوم هما أول عنصرين في الدور الرابع:

$${}_{19}K : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$$

$${}_{20}Ca : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$$

يزداد التجاذب بين النواة والسحابة الإلكترونية، ويتناقص نصف القطر الذري بزيادة العدد الذري، فتزداد طاقة التأين:

$$E_I(K) < E_I(Ca)$$

Scanné avec CamScanner

توافق طاقة التأين الثاني للعنصرين اقتلاع إلكترون من الأيونين الموجبين التاليين:

$$_{19}K^+: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$$

$$_{20}Ca^+: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$$

تكون بنية الأيون K^+ حد مستقرة لأنها تشبه بنية الغاز الخامل Ar، إذن:

$$E_{I_2}(Ca) < E_{I_2}(K)$$

3. لدينا:

$$_{11}Na: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \implies {}_{11}Na^+: 1s^2 2s^2 2p^6$$

$$_{10}Ne: 1s^2 2s^2 2p^6$$

لـ Na^+ و Ne نفس التوزع الإلكتروني. ينتمي الإلكترونان إذن إلى طبقات p متماثلة.

$$Na^+ \longrightarrow Na^{2+} + 1e^-$$

$$Ne \longrightarrow Ne^+ + 1e^-$$

طاقة اقتلاع إلكترون Na^+ الموجبة أكبر من طاقة اقتلاع إلكترون Ne ، أي:

$$E_{I_1}(Ne) < E_{I_2}(Na)$$

التمرين 24

تساوي طاقات التأين الأول لعنصري الفوسفور والكبريت على الترتيب 1063 و 1000 كيلوجول/المول. فسر هذه القيم اعتمادا على بنية الذرات الإلكترونية.

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

$$_{15}P: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^3$$

$$_{16}S: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^4$$

تجعل قوى التنافر في الثنائية الإلكترونية للطبقة الفرعية 3p للكبريت طاقة تأينه الأول أقل.

التمرين 25

أي العناصر التالية تتميز بطاقة تأين أول أعلى وطاقة تأين ثان أقل؟

$$_{10}Ne, \quad _{11}Na, \quad _{12}Mg$$

الحـــــل

$$_{10}Ne: {}_{2}[He]2s^2 2p^6$$

$$_{11}Na: {}_{2}[He]2s^2 2p^6 3s^1$$

$$_{12}Mg: {}_{2}[He]2s^2 4p^6 3s^2$$

يتميز النيون بأعلى طاقة تأين أول بسبب كون حجيراته مشبعة، ما يجعل نزع إلكترون يتطلب طاقة أكبر. كما تخضع إلكترونات الطبقة الفرعية 3s لذرتي الصوديوم والمغنزيوم إلى مفعول الحاجز بسبب الإلكترونات الداخلية، ما يرفع من طاقة التأين الأول لها.

يتميز المغنزيوم بأقل طاقة تأين ثاني، لأن الإلكترونات المعنية بالتأينين الأول والثاني هي إلكترونات التكافؤ، أما في حالة ذرة عنصر الصوديوم فإن إلكترون التأين الثاني هو إلكترون داخلي (2p).

Scanné avec CamScanner

التمرين 26

لتكن العناصر التالية: A, B, C, D, E, F

والتي أعدادها الذرية: 2, 10, 18, 36, 54, 86 على التوالي.

1. أعط دور ومجموعة كل من العناصر السابقة.
2. أنسب لكل عنصر طاقة تشرده من بين القيم التالية:

15,7eV, 21,5eV, 12,13eV, 10,75eV, 24,58eV, 13,59eV

3. رتب هذه العناصر حسب الترتيب التصاعدي لنصف القطر الذري.

الحـــــل

1. تحديد دور ومجموعة كل عنصر:

العنصر	البنية الإلكترونية	الدور	المجموعة
A	$_2A: 1s^2$	1	VIIIA
B	$_{10}B: 1s^2 2s^2 2p^6$	2	VIIIA
C	$_{18}C: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	3	VIIIA
D	$_{36}D: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$	4	VIIIA
E	$_{54}E: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$	5	VIIIA
F	$_{86}F: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$	6	VIIIA

2. تتزايد طاقة التشرد في نفس المجموعة في الجدول الدوري من الأسفل إلى الأعلى، وفي نفس الدور من اليسار إلى اليمين. إذن:

$$E_i(A) = 24{,}58eV, \quad E_i(B) = 21{,}5eV, \quad E_i(C) = 15{,}7eV$$
$$E_i(D) = 13{,}59eV, \quad E_i(E) = 12{,}13eV, \quad E_i(F) = 10{,}75eV$$

Scanné avec CamScanner

3. يتزايد نصف القطر الذري من الأعلى إلى الأسفل، ومن اليمين إلى اليسار:

$$r(A) < r(B) < r(C) < r(D) < r(E) < r(F)$$

التمرين 27

لتكن قيم طاقات التأين المتتالي لذرة عنصر الألمنيوم:

$Al_{(g)} \longrightarrow Al^{+}_{(g)} + e^{-}$: $E_{I1} = 580\ KJ.mole^{-1}$

$Al^{+}_{(g)} \longrightarrow Al^{++}_{(g)} + e^{-}$: $E_{I2} = 1815\ KJ.mole^{-1}$

$Al^{++}_{(g)} \longrightarrow Al^{+++}_{(g)} + e^{-}$: $E_{I3} = 2740\ KJ.mole^{-1}$

$Al^{+++}_{(g)} \longrightarrow Al^{++++}_{(g)} + e^{-}$: $E_{I4} = 11600\ KJ.mole^{-1}$

1. فسر هذه القيم.
2. فسر الفرق الكبير بين E_{I3} و E_{I4} .
3. أي شاردة لها ألفة الكترونية أكبر؟
4. رتب شوارد الألمنيوم حسب تزايد قطرها مع التبرير.
5. لماذا تتزايد قيم طاقات التأين المتتالي لنفس العنصر؟

الحـــــل

1. نفسر زيادة طاقات التأين بالاقتراب من النواة، أي الاقتراب من الإلكترونات الداخلية والتي تستوجب طاقة أكبر لاقتلاعها بسبب قوى التجاذب بينها وبين النواة.

Scanné avec CamScanner

2. يفسر الفرق الكبير بين طاقة التأين الثالث E_{i3} وطاقة التأين الرابع E_{i4} بكون الإلكترونين من مستويين طاقويين مختلفين (n=2, n=3) ، وحيث أن الكترونات n=2 أقرب إلى النواة، فسيكون الجهد اللازم لاقتلاعها أكبر.
3. الشاردة التي لها أكبر ألفة إلكترونية هي Al^{4+}.
4. يقل نصف قطر الأيون الموجب بازدياد عدد الشحنات الموجبة بسبب زيادة تأثير قوى جذب النواة لإلكترونات الطبقة الخارجية. يكون إذن ترتيب شوارد الألمنيوم حسب تزايد قيم أنصاف أقطارها كالتالي:
$$r(Al^{4+}) < r(Al^{3+}) < r(Al^{2+}) < r(Al^{+})$$
5. عندما تفقد الذرة بعضا من إلكتروناتها، فإن قوة جذبها للإلكترونات المتبقية تتزايد، فتزداد إذن الطاقة اللازمة لتحريرها أو فقدانها.

التمرين 28

لتكن العناصر التالية: $_{33}As,\ _{35}Br,\ _{25}Mn,\ _{19}K,\ _{28}Ni$

1. أعط دور ومجموعة كل من العناصر السابقة.
2. رتب هذه العناصر حسب الترتيب التنازلي للكهروسلبية.

الحـــل

1. تحديد دور ومجموعة كل عنصر:

العنصر	البنية الإلكترونية	الدور	المجموعة
$_{19}K$	$_{19}K: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	4	IA
$_{28}Ni$	$_{28}Ni: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$	4	VIIIB
$_{25}Mn$	$_{25}Mn: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$	4	VIIB
$_{35}Br$	$_{35}Br: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$	4	VIIA
$_{33}As$	$_{33}As: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$	4	VA

Scanné avec CamScanner

2. تتناقص الكهروسلبية في نفس الدور من اليمين إلى اليسار. إذن:

$$\chi(K) < \chi(Mn) < \chi(Ni) < \chi(As) < \chi(Br)$$

التمرين 29

رتب ذرات العناصر التالية حسب تزايد قيم الكهروسلبية:

$$_{13}Al, \quad _5B, \quad _9F, \quad _7N$$

الحل

العنصر	البنية الإلكترونية	الدور	العمود
$_5B$	$_5B$: $_2[He]2s^22p^1$	2	3
$_7N$	$_7N$: $_2[He]2s^22p^3$	2	5
$_9F$	$_9F$: $_2[He]2s^22p^5$	2	7
$_{13}Al$	$_{13}Al$: $_{10}[Ne]3s^23p^1$	3	3

تزداد قيم كهروسلبية ذرات عناصر الدور الواحد مع زيادة عددها الذري، يكون إذن ترتيب ذرات البور، الآزوت والفلور كالتالي:

$$\chi(_5B) < \chi(_7N)) < \chi(_9F)$$

أما في المجموعة الواحدة فإن قيم كهروسلبية الذرات تتناقص بازدياد العدد الذري، يكون إذن ترتيب ذرتي البور والألمنيوم كالتالي:

$$\chi(_{13}Al) < \chi(_5B)$$

$$\chi(_{13}Al) < \chi(_5B)) < \chi(_7N)) < \chi(_9F)$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 30

قاعدة Sanderson: يكون العنصر الكيميائي عنصرا معدنيا إذا كان عدد إلكترونات طبقته الفرعية التي توافق أكبر قيمة لـــ n أقل أو يساوي رقم دوره.

1. أكتب البنية الإلكترونية للعنصرين: Ga_{31}, As_{33} مستعملا الأفلاك والحجيرات الكمية، وعين موضعهما في جدول التصنيف الدوري للعناصر.
2. تنبأ ماندلييف منذ سنة 1869 بوجود وخصائص أحد العنصرين السابقين والتي تشبه خصائص عنصر الألمنيوم. ماهو هذا العنصر؟
3. أحد العنصرين السابقين هو عنصر معدني، يكون في الحالة السائلة عند درجة الحرارة العادية، ما يسمح باستعماله في جهاز المحرار. ماهي الخصائص التي تميز المعادن عن اللامعادن؟
4. عين باستعمال قاعدة Sanderson أي من العنصرين التاليين، الغاليوم والزرنيخ، يعتبر عنصرا معدنيا؟
5. ليكن المركب الشاردي: $MgGa_2O_4$. حدد شحنة كل شاردة في هذا المركب. هل تتوافق الإجابة مع قاعدة Anderson؟ فسر تشكيل شاردة الغاليوم انطلاقا من بنيته الإلكترونية. ماهي شاردة الغاليوم الأكثر استقرارا؟
6. ليكن المركب الشاردي التالي:GaAs. حدد شحنة كل شاردة في هذا المركب. فسر تشكل شاردة الزرنيخ انطلاقا من بنيته الإلكترونية. ماهي شاردة الزرنيخ الأكثر استقرارا؟
7. لتكن أكاسيد الزرنيخ التالية: As_2O_5 , As_2O_3.

Scanné avec CamScanner

ما هي شحنة شاردة الزرنيخ في كل أكسيد ؟ هل الزرنيخ إذن عنصر معدني أم لا؟ إذا علمت أن هذه الأكاسيد تعطي محاليل حمضية في الماء، هل الزرنيخ عنصر معدني أم لا؟

هل يبين وجود الأكاسيد As_2O_3 , As_2O_5 طبيعة الزرنيخ المعدنية أم لا؟

8. ماهي طبيعة شوارد الزرنيخ؟ فسر وجودها باستعمال البنية الإلكترونية.

الحل

1. البنية الإلكترونية لـــ: Ga_{31}, As_{33} :

$_{31}Ga: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^1$ ↑↓ | ↑ | | | , $n = 4$, العمود 13

$_{33}As: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^3$ ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ , $n = 4$, العمود 15

2. العنصر الذي تشبه خصائصه خصائص الألمنيوم هو الغاليوم، لأن طبقة تكافئهما متشابهة.
3. تعطي المعادن أيونات موجبة وتعطي أكاسيدها محاليل قاعدية في الماء، بينما تعطي اللامعادن أيونات سالبة وأكاسيدها حمضية.
4. ينتمي الغاليوم للدور4 وتحتوي طبقة تكافئه على 3 إلكترونات، حسب قاعدة سانديرسون فهو عنصر معدني. ينتمي الزرنيخ للدور4 وتحتوي طبقة تكافئه على 5 الكترونات، فهو ليس بعنصر معدني.
5. يفقد المغنزيوم إلكترونين بسهولة ليعطي الشاردة Mg^{2+} ، التي بنيتها الإلكترونية متماثلة مع بنية الغاز الخامل النيون.

$$Mg: {}_{10}[Ne]3s^2 \Longrightarrow Mg^{2+}: {}_{10}[Ne]$$

Scanné avec CamScanner

يكتسب الأكسجين إلكترونين بسهولة ليعطي الشاردة O^{2-}، التي بنيتها الإلكترونية متماثلة مع بنية الغاز الخامل النيون.

$$O: {}_{2}[He]2s^2 2p^4 \Longrightarrow O^{2-}: {}_{2}[He]2s^2 2p^6 \equiv {}_{10}[Ar]$$

$$x(MgGa_2O_4) = 0 = x(Mg) + 2x(Ga) + 4x(O)$$
$$= 2 + 2x(Ga) + 4(-2)$$

$$x(Ga) = +3$$

يعطي الغاليوم أيونا موجبا ما يدل أنه معدن، وهو ما يتوافق مع قاعدة سانديرسون.

$${}_{31}Ga: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^1 \Longrightarrow Ga^{3+}: {}_{18}[Ar]3d^{10}$$

الأيون الأكثر استقرارا هو الأيون الذي تكون كل طبقاته الفرعية مشبعة. وهو Ga^{3+} .

6. كون الغاليوم معدنا يجعله إذن يعطي الشاردة الموجبة Ga^{3+} . أما الزرنيخ فليس معدنا ويعطي الشاردة السالبة As^{3-}.

$${}_{33}As: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^3 \Longrightarrow As^{3-}: {}_{18}[Ar]3d^{10}4s^2 4p^6 \equiv {}_{36}[Kr]$$

الأيون الأكثر استقرارا هو الذي تكون له بنية غاز خامل. إذن هو As^{3-}.

7. الصيغة الشاردية للأكسيدين هي: $(2As^{3+}, 3O^{2-})$, $(2As^{5+}, 5O^{2-})$

Scanné avec CamScanner

بما أن شاردة الزرنيخ في الأكسيدين موجبة فهو إذن عنصر معدني. لكن كون أكاسيده تعطي محاليل حمضية يجعله ليس بعنصر معدني. أي أن وجود هذه الأكاسيد لا يبين إن كانت طبيعة الزرنيخ معدنية أم لا، وفي الحقيقة، للزرنيخ خصائص وسطية، يعرف بشبه معدن.

8.شوارد الزرنيخ:

$_{33}As$: $_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{3}$
$_{33}As^{3-}$: $_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^{6} \equiv {}_{36}[Kr]$
$_{33}As^{3+}$: $_{18}[Ar]3d^{10}4s^{2}$
$_{33}As^{5+}$: $_{18}[Ar]3d^{10}$

Scanné avec CamScanner

الفصل السادس

الرابطـــة الكيميائيـــة

Scanné avec CamScanner

الفصل السادس

الرابطة الكيميائية

ملخص الدرس

1. مقدمة:

تتجمع أغلب الذرات مع بعضها مكونة أنظمة مستقرة متعددة الذرات تسمى الجزيئات، الأيونات، أو البلورات، وذلك باستثناء ذرات الغازات الخاملة، والتي توجد منفردة بسبب بنيتها المستقرة. تكون المادة حسب نوع هذه التجمعات إما في حالة صلبة، سائلة، أو غازية. مع العلم أن خواص هذه التجمعات تختلف عن خواص الذرات المكونة لها.

2. تصنيف الروابط

1.2. الروابط القوية: هي روابط كيميائية تتكون بين الذرات في نفس الجزيء.

1.1.2. الرابطة الأيونية Ionique: تتكون بين الذرات المختلفة كثيرا في الكهروسلبية (مثل المعادن واللامعادن)، حيث يقارب الفرق في الكهروسلبية القيمة 1.7.

مثال: جزيء NaCl.

$_{11}Na: {}_{10}[Ne]3s^1$ ↑

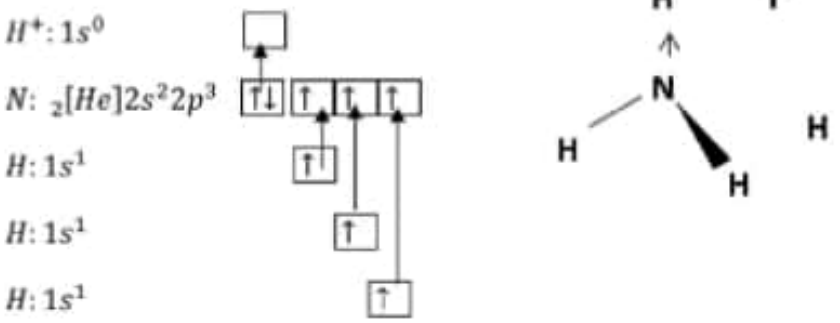
$_{17}Cl: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^5$ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑

Scanné avec CamScanner

2.1.2. الرابطة التساهمية (التكافئية، المشتركة) Covalente: عندما يكون الفرق في الكهروسلبية أقل من 1.7 تميل الذرات إلى أن تتشارك فيما بينها بإلكترونات طبقات تكافئها في محاولة الوصول إلى البنية الإلكترونية المستقرة للغاز الخامل، تكون معظم الروابط التساهمية بين ذرات اللامعادن.

- **الرابطة التساندية:** هي حالة خاصة من الربط التساهمي، يكون الزوج الإلكتروني قادما من إحدى الذرتين والتي تسمى الذرة المانحة. تمثل هذه الرابطة بسهم يبدأ من الذرة المانحة.

مثال: حزيء NH_4^+

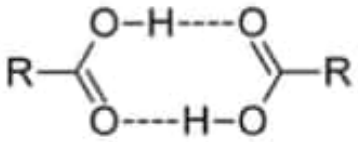


3.1.2. الرابطة المعدنية: Métallique: تترابط ذرات المعدن فيما بينها، حيث تكون الإلكترونات المشتركة فيها موزعة على شكل سحابة إلكترونية على كل الذرات، والتي تشكل أيونا موجبا. تسمى قوى التجاذب بين السحابة الإلكترونية والأيون الموجب بالرابطة المعدنية.

Scanné avec CamScanner

2.2. الروابط الضعيفة: هي روابط فيزيائية بين الجزيئات.

1.2.2. الرابطة الهيدروجينية: تتكون هذه الرابطة بين ذرة هيدروجين مرتبطة وذرة من جزيء آخر أكثر كهروسلبية، تحتوي على زوج إلكتروني حر مثل F, N, O، فيتشكل ما يسمى بالجسر الهيدروجيني.



2.2.2. رابطة Van Der Waals: هي روابط إلكتروستاتيكية بين الذرات أو الجزيئات المستقطبة وهي ناتجة عن تجاذب الجزيئات. كلما كانت السحابة الإلكترونية أكبر زادت شدة قوة VDW. تكون طاقة رابطة VDW أقل قوة من طاقة الرابطة الهيدروجينية بعشر مرات.

3. تمثيل لويس: يعطي تمثيل لويس طبيعة وشكل طبقة التكافؤ للذرة.
يمكن تقسيم الكترونات الذرة إلى نوعين:

1.3. الالكترونات الداخلية: Les électrons de cœur: هي الإلكترونات التي تشغل الأفلاك الداخلية للذرة، تكون مشبعة ومستقرة وذات طاقة منخفضة، كما تكون مشدودة بقوة إلى النواة حيث أنها لا تشارك في تشكيل الروابط.

Scanné avec CamScanner

2.3. إلكترونات التكافؤ: Les électrons de valence: هي الإلكترونات التي تشغل الطبقة الخارجية في الذرة (المدار الخارجي) والتي تسمى طبقة التكافؤ. طاقاتها عالية وهي التي تحدد الخصائص الكيميائية للذرة.

يمثل كل إلكترون فردي في طبقة التكافؤ في تمثيل لويس بنقطة، وكل زوج إلكتروني بخط.

مثـــــال:

$$_7N: {}_2[He]2s^2 2p^3 : \boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow} \quad \cdot\underline{\dot{N}}\cdot$$

تجدر الإشارة أن لتمثيل لويس عدة استثناءات، حيث يستعمل عادة في حالة العناصر التي لا تحتوي طبقة تكافئها إلا على أفلاك s و p.

4. عزم ثنائي القطب: تعرف الرابطة التساهمية في الجزيئات المتكونة من ذرات متماثلة مثل H_2, Cl_2, O_2, N_2 برابطة تساهمية غير مستقطبة، حيث يقع الزوج الإلكتروني في منتصف المسافة بين نوى الذرتين أي تكون الكثافة الإلكترونية متجانسة بسبب كون الفرق في الكهروسلبية معدوما.

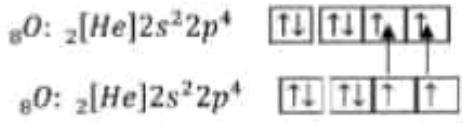
الرابطة التساهمية البسيطة: H_2

$H: 1s^1$ $\boxed{\uparrow}$

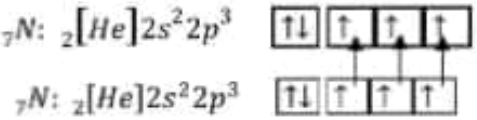
$H: 1s^1$ $\boxed{\uparrow}$ $\qquad H-H$

Scanné avec CamScanner

الرابطة التساهمية الثنائية: O_2



الرابطة التساهمية المتعددة: N_2



إذا كان الجزيء غير متماثل الذرات تنسحب الكثافة الإلكترونية باتجاه الذرة ذات الكهروسلبية الأعلى، فتشحن بشحنة جزئية سالبة $\delta-$ وتشحن الذرة الأخرى بشحنة جزئية موجبة $\delta+$.

تزيد قطبية هذه الرابطة التساهمية المستقطبة بزيادة الفرق في الكهروسلبية، وتتميز بعزم ثنائي قطب $\vec{\mu}$ موجه من الشحنة الجزئية السالبة إلى الموجبة، يعبر عنه بوحدة الديباي Debye، حيث $1D = 3{,}33.10^{-30} Cb.m$

$$\overrightarrow{\mu_{the}} = e.\vec{d}\,, \qquad \overrightarrow{\mu_{exp}} = q.\vec{d}$$

d هي المسافة بين الذرتين و q هي الشحنة الجزئية التي يحملها كل قطب.

• **مفهوم الصفة الشاردية للرابطة التساهمية:** يعبر مقدار شحنة القطب عن نسبة الصفة الشاردية للرابطة والتي تتحدد من الفرق بين χ_A و χ_B. (A و B ذرات).

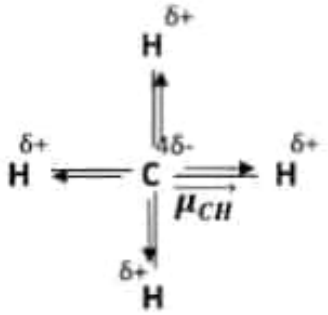
Scanné avec CamScanner

عندما يبلغ الفرق بالتقريب القيمة 1.9 تكون الرابطة شاردية. يرمز لنسبة الصفة الشاردية بـــ P.I% .

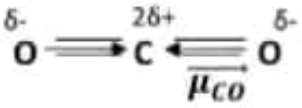
$$\%P.I = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100 = \frac{q}{e}.100$$

- **العزم الكلي للجزيء:** والذي يساوي المجموع الهندسي لعزوم الروابط.

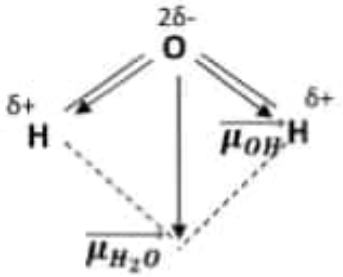
CH_4: $\vec{\mu}_{CH_4} = \sum \vec{\mu}_{C-H} = \vec{0}$



CO_2: $\vec{\mu}_{CO_2} = \sum \vec{\mu}_{C-O} = \vec{0}$

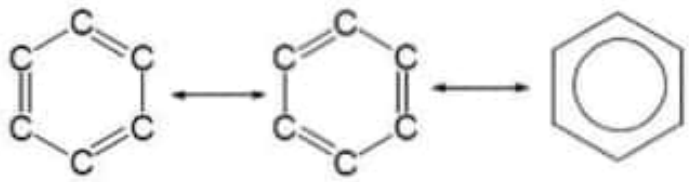


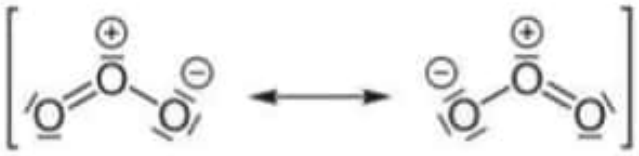
H_2O: $\vec{\mu}_{H_2O} = \sum \vec{\mu}_{O-H} \neq \vec{0}$



Scanné avec CamScanner

5. الرنين: الميزومرية: Mésomérie, Résonance: يقصد بمصطلح الرنين وجود أكثر من بنية لنفس الجزيء، حيث تكون الصيغة الحقيقية للمركب بشكل هجين بين أشكاله المحتملة.

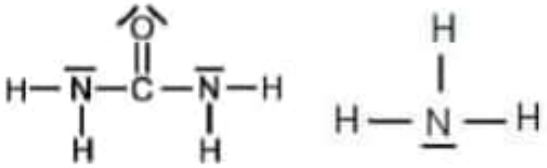




6. قاعدة الثمانية Règle d'Octet: تكون كل ذرة محاطة بأربعة أزواج إلكترونية أي 8 إلكترونات، مثل طبقة تكافؤ الغازات الخاملة وتسمى الثمانية الإلكترونية. مع وجود بعض الاستثناءات.

أمثلة:

$$H-\overline{\underline{F}}| \quad , \quad H-\overline{\underline{O}}-H \quad , \quad |N\equiv N| \quad , \quad \langle O=\overline{O}-\overline{\underline{O}}|$$



Scanné avec CamScanner

نشير إلى أن الذرة المركزية غالبا ما تكون هي الذرة ذات الكهروسلبية الأعلى. تتميز المركبات التي تحقق قاعدة الثمانية باستقرار كبير.

7. التهجين l'Hybridation: هو اندماج فلكين أو أكثر عائدين إلى نفس الذرة، أي أفلاك ذات مستويات طاقوية متقاربة، حيث يساوي عدد الأفلاك الهجينة الناتجة عدد الأفلاك الذرية المندمجة. وقد ظهرت فكرة التهجين عند محاولة تفسير خصائص مركبات الكربون مثل الميثان CH_4.

$$_6C: {}_2[He]2s^2 2p^2 \Rightarrow {}_6C^*: {}_2[He]2s^1 2p^3$$

لذرة الكربون المثارة 4 أفلاك مختلفة في الطاقة $2p_z, 2p_y, 2p_x, 2s$. يفسر كون الروابط C-H في الميثان متماثلة بحدوث تهجين للأفلاك الأربعة السابقة فتنتج 4 أفلاك جديدة هجينة متماثلة sp^3.

1.7. التهجين sp: تهجين قطري Hybridation Diagonale: هو اتحاد فلك s مع فلك p وتشكيل فلكين هجينين sp. يكون الشكل الهندسي خطيا والزاوية $180°$.

مثال: C_2H_2

$C: {}_2[He]2s^2 2p^2$ ↑↓ | ↑ | ↑ |

$C^*: {}_2[He]2s^1 2p^3$ ↑ | ↑ | ↑ | ↑

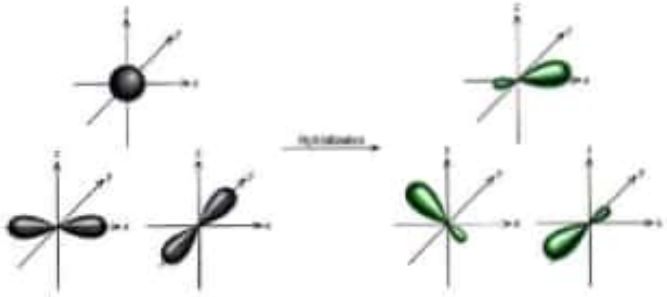
$H: 1s^1$ ↑

$$H - C \equiv C - H$$

تهجين الذرة المركزية هو sp^x: $1+x=\Sigma\sigma=2$ إذن $x=1$

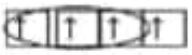
Scanné avec CamScanner

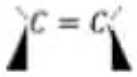
2.7. التهجين sp^2: تهجين مثلثي Hybridation Trigonale: هو اتحاد فلك s مع فلكين p وتشكيل 3 أفلاك هجينة sp^2. يكون الشكل الهندسي عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع والزاوية 120°.



مثال: C_2H_4

C: $_2[He]2s^22p^2$

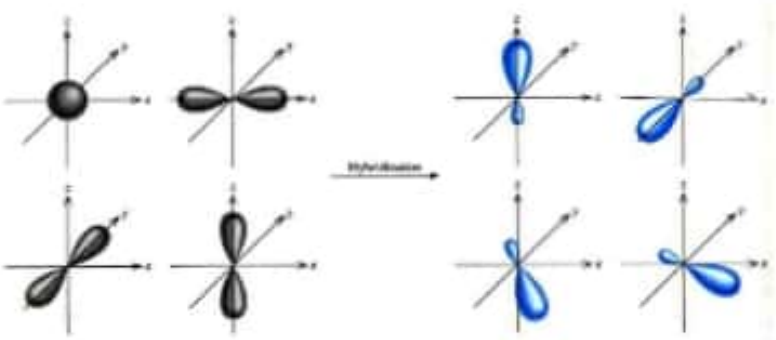
C^*: $_2[He]2s^12p^3$ 



تهجين الذرة المركزية هو sp^x: $1+x=\Sigma\sigma=3$ إذن $x=2$

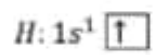
3.7. التهجين sp^3: تهجين رباعي Hybridation Tétragonale: هو اتحاد فلك s مع 3 أفلاك p وتشكيل 4 أفلاك هجينة sp^3. يكون الشكل الهندسي عبارة عن رباعي وجوه منتظم والزاوية 109°.

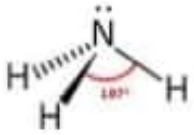
Scanné avec CamScanner



مثال: NH_3

$N: {}_2[He]2s^2 2p^3$

$H: 1s^1$ 



تهجين الذرة المركزية هو sp^3: $x=3$ إذن $1+x=\Sigma\sigma=4$

نلاحظ أن الثنائيات الإلكترونية اللاربطية تشارك في تحديد الشكل الهندسي.

4.7. التهجين sp^3d: يتحقق هذا النوع من التهجين في حالة ذرات مركزية غير عضوية. حيث يتّحد فلك s مع 3 أفلاك p وفلك d وتتشكّل 5 أفلاك هجينة sp^3d . ويكون الشكل الهندسي عبارة عن هرم ثنائي ذي قاعدة مثلثة.

Scanné avec CamScanner

مثال: PCl_5

$P: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^3$

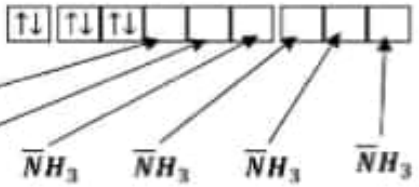
$P^*: {}_{10}[Ne]3s^1 3p^3 3d^1$

$Cl: {}_{10}[Ne]3s^2 3p^5$

5.7. التهجين sp^3d^2: يتحقق هذا النوع من التهجين في حالة بعض المركبات المعقدة. حيث يتّحد فلك s مع 3 أفلاك p وفلكين d وتتشكّل 6 أفلاك هجينة sp^3d^2. ويكون الشكل الهندسي عبارة عن هرم ثنائي ذي قاعدة مربعة.

مثال: $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

$Co: {}_{18}[Ar]3d^7 4s^2 4p^0$

Co^{3+}: 

Scanné avec CamScanner

8. قواعد تنافر أزواج إلكترونات مدارات التكافؤ: VSEPR(Valence Shell Electron Pair Repulsion, Répartition des paires électroniques de valence autour de l'atome central)

نعتبر انطلاقا من نموذج لويس جميع الثنائيات الإلكترونية الربطية واللاربطية من طبقة التكافؤ موزعة في كرة حول الذرة المركزية، تكون قوى التنافر فيما بينها في هذه الذرة أقل ما يمكن، أي تبتعد عن بعضها أكثر ما يمكن. تكتب الجزيئة على الشكل التالي:

$$AX_nE_m$$

حيث تمثل A الذرة المركزية، X الثنائيات الإلكترونية الربطية و n عددها، تمثل E الثنائيات الإلكترونية اللاربطية و m عددها.

أمثلة:

تحتوي ذرة الآزوت في جزيء NH_3 على 3 أزواج رابطة وزوج إلكتروني لا رابط ، نكتب إذن:

$$\overline{N}H_3 \Rightarrow n = 3, \quad m = 1, \quad AX_3E$$

تحتوي ذرة الأكسجين في جزيء H_2O على زوجين ربطيين وزوجين لا ربطيين، نكتب إذن:

$$H - \underline{\overline{O}} - H \Rightarrow n = 2, \quad m = 2, \quad AX_2E_2$$

Scanné avec CamScanner

التهجين	n+m	الهندسة	n	m	نوع الجزيء	الشكل	أمثلة
sp	2	خطية	1 2	1 0	AXE AX_2	خطي خط مستقيم	N_2,CO $BeCl_2$, CO_2, HCN
sp^2	3	مثلث متساوي الأضلاع	3 2 1	0 1 2	AX_3 AX_2E_1 AXE_2	مثلث متساوي الأضلاع شكل V خطي	BF_3, SO_3, CO_3^{2-} $SnCl_2$, O_3, SO_2 O_2
sp^3	4	رباعي الوجوه	4 3 2 1	0 1 2 3	AX_4 AX_3E_1 AX_2E_2 AXE_3	رباعي الوجوه رباعي الوجوه شكل V خطي	CH_4, NH_4^+, SO_4^{2-} NH_3, SO_3^{2-} H_2O, HOF HCl
sp^3d	5	ثنائي الطرم ذو قاعدة مثلثة	5 4 3 2	0 1 2 3	AX_5 AX_4E_1 AX_3E_2 AX_2E_3	ثنائي هرم/قاعدة مثلثة شكل T خط مستقيم	PCl_5 SF_4 ClF_3 XeF_2
sp^3d^2	6	ثنائي الطرم ذو قاعدة مربعة	6 5 4	0 1 2	AX_6 AX_5E_1 AX_4E_2	ثماني وجوه هرم رباعي مربع مستوي	SF_6 IF_5 XeF_4

Scanné avec CamScanner

9. نظرية الأفلاك الجزيئية: نظرية الجمع الخطي للأفلاك الذرية
CLOA Combination Linéaire des Orbitals Atomiques .10

يعتبر الجزيء حسب نظرية المدارات الجزيئية كوحدة متكاملة، تكون فيها الإلكترونات عامة لجميع الجزيء وليس لرابطة معينة. تنتج المدارات الجزيئية من الجمع الخطي للمدارات الذرية، وهي مثلها تمتلئ بالإلكترونات وفق تزايد طاقاتها. يخضع توزيع إلكترونات الجزيء في الأفلاك الجزيئية إلى أغلب قواعد توزيع إلكترونات الذرة في الأفلاك الذرية.

عند تداخل فلكين ذريين OA (Orbital Atomique) ينتج فلكان جزيئيان OM (Orbital Moléculaire) أحدهما رابط OL (Orbital Liant) طاقته أقل من طاقة الفلكين الذريين، والآخر مضاد للربط ONL (Orbital Non Liant) طاقته أكبر من طاقتهما. يكون ترتيب الأفلاك الجزيئية كالتالي:

$$Z \leq 14 \Rightarrow E(\sigma 2p_z^2) > E(\pi 2p_x^2,\ \pi 2p_y^2)$$

$$\sigma 1s^2\ \sigma^* 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^* 2s^2\ \pi 2p_x^2\ \pi 2p_y^2\ \sigma 2p_z^2\ \pi^* 2p_x^2\ \pi^* 2p_y^2\ \sigma^* 2p_z^2$$

$$Z > 14 \Rightarrow E(\sigma 2p_z^2) < E(\pi 2p_x^2,\ \pi 2p_y^2)$$

$$\sigma 1s^2\ \sigma^* 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^* 2s^2\ \sigma 2p_z^2\ \pi 2p_x^2\ \pi 2p_y^2\ \pi^* 2p_x^2\ \pi^* 2p_y^2\ \sigma^* 2p_z^2$$

يدل الرمز * على كون الفلك الجزيئي غير رابط. يكون الجزيء بارامغناطيسيا إذا احتوت بنيته على إلكترونات منفردة، ويكون ديا مغناطيسيا إذا لم تحتوي على أي إلكترون فردي.

- **رتبة الرابطة**

$$\text{رتبة الرابطة } OL = \frac{\text{عدد الإلكترونات في الأفلاك الرابطة} - \text{عدد الإلكترونات في الأفلاك اللارابطة}}{2}$$

إذا انعدمت رتبة الرابطة يكون الجزيء غير حقيقي، كما أنّ زيادة رتبة الرابطة تزيد من طاقة الربط أي الاستقرار، ويتناقص طول الرابطة.

Scanné avec CamScanner

نصوص تمارين الفصل السادس مع الحلول المقترحة

التمرين 1

لتكن الجزيئات التالية، حيث يشار إلى الذرة المركزية بسطر أسفلها.

$$\underline{H}CN \quad , \underline{B}F_3 \quad , \underline{C}OCl_2 \quad , \underline{N}H_3 \quad , H_2\underline{S}$$

1. أعط تمثيل لويس والشكل الهندسي (الفراغي) حسب قاعدة تنافر أزواج إلكترونات مدارات التكافؤ VSEPR لكل جزيء. هل تحقق الذرات المركزية قاعدة الثمانية ؟ ماهو تهجين كل منها؟

2. يساوي عزم ثنائي قطب الجزيء H_2S القيمة 0,95D، وتساوي الزاوية بين الرابطتين S-H القيمة $95°$:

أ. أحسب عزم ثنائي قطب الرابطة S-H في الجزيء السابق.

ب. أحسب نسبة صفة الرابطة S-H الشاردية إذا كان طولها $d=1,3\ A°$.

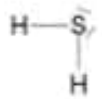
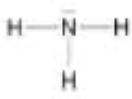
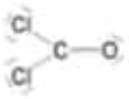
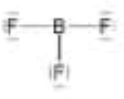
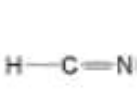
نعطي: $1D = 3,33.10^{-30} C.m, \quad \cos\frac{95}{2} = 0,68$

$_1H$ ، $_5B$ ، $_6C$ ، $_7N$ ، $_8O$ ، $_9F$ ، $_{17}Cl$ ، $_{16}S$

الحـــــل

1. تلخص الأحوبة في الجدول التالي:

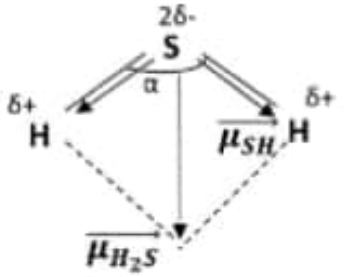
Scanné avec CamScanner

H_2S	NH_3	$COCl_2$	BF_3	HCN	الجزيء
					شكل لويس
محققة	محققة	محققة	غير محققة	محققة	قاعدة الثمانية
AX_2E_2	AX_3E	AX_3	AX_3	AX_2	VSEPR
رباعي الوجوه	رباعي الوجوه	مثلث مستوي	مثلث مستوي	خطي	الهندسة
sp^3	sp^3	sp^2	sp^2	sp	التهجين

2. أ. عزم ثنائي القطب لـ H_2S هو محصلة شعاعي عزمي الرابطتين S-H

$$cos\frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{\mu_T}{2}}{\mu_1}$$

$$\mu_1 = \mu_{S-H} = \frac{\mu_T}{2cos\frac{\alpha}{2}} = \frac{0,95}{2x0,68} = 0,69D$$



ت. حساب نسبة الصفة الشاردية للرابطة S-H:

$$\%Ionique = \frac{\mu_{S-H}}{\mu_{ionique}} . 100 = \frac{\delta . d}{e . d} . 100 = 11,05\%$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 2

1. أعط تمثيل لويس للجزيئات والشوارد التالية:

Cl_2, H_2O, H_3O^+, NH_3, NH_4^+, CH_4, C_2H_6, SF_4, SF_6, PCl_3, PCl_5, NCl_3

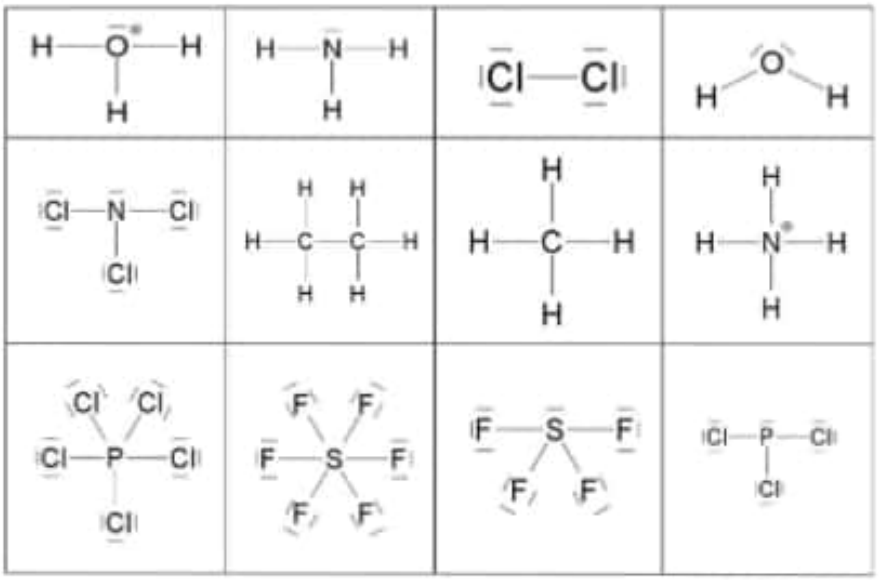
2. أي المركبات السابقة لا تحترم قاعدة الثمانية؟

3. اشرح طريقة تشكل الجزيئات SF_6, PCl_5 اعتمادا على البنية الإلكترونية للكبريت والفوسفور.

4. فسر عدم وجود الجزيء NCl_3.

الحـــل

1. تمثيل لويس للجزيئات السابقة:



2. تميل كل الذرات إلى اكتساب 8 إلكترونات في طبقة تكافئها لتكتسب بنية الغـــاز الخامـــل المستقرة. المركبات التي لا تحترم قاعدة الثمانيـــة هي: SF_4, SF_6, PCl_5.

3. : طريقة تشكل الجزيئات SF_6, PCl_5

تثار ذرة الكبريت للحصول على 6 إلكترونات فردية (6 ذرات فلور).	$S: 3s^2 3p^4$ $F: 2s^2 2p^5$ $S^*: 3s^1 3p^3 3d^2$
تثار ذرة الفوسفور للحصول على 5 إلكترونات فردية (5 ذرات كلور).	$P: 3s^2 3p^3$ $Cl: 3s^2 3p^5$ $P^*: 3s^1 3p^3 3d^1$

4. لا تحتوي البنية الإلكترونية لذرة الآزوت على الطبقة الفرعية d، لا يمكن إذن إثارتها للحصول على 5 إلكترونات فردية (5 ذرات كلور).

التمرين 3

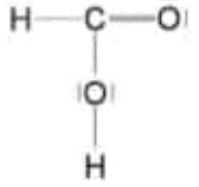
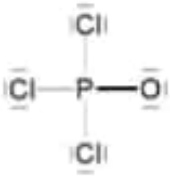
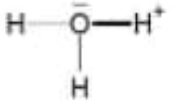
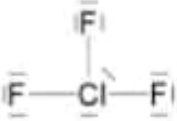
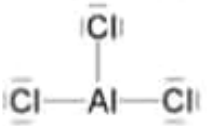
أعط تمثيل لويس للجزيئات التالية:

$MgCl_2$, H_3O^+, ClF_3, $AlCl_3$, $POCl_3$, $HCOOH$.

الحـــل

تلخص الأجوبة في الجدول التالي:

Scanné avec CamScanner

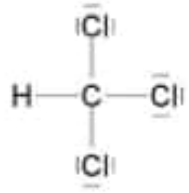
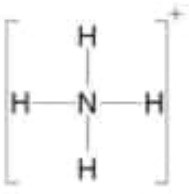
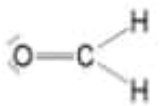
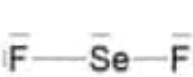
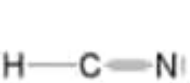
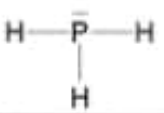
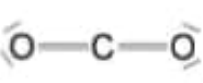
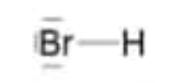
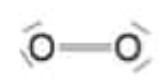
التمرين 4

أعط تمثيل لويس للجزيئات التالية، علما أن الذرة المركزية هي أول ذرة على اليسار، باستثناء كونها ذرة كربون في المركبين الأخيرين.

PH_3, $CHCl_3$, NH_4^+, SeF_2, CO_2, O_2, HBr, HCN, H_2CO

الحـــل

تلخص الأجوبة في الجدول التالي:

Scanné avec CamScanner

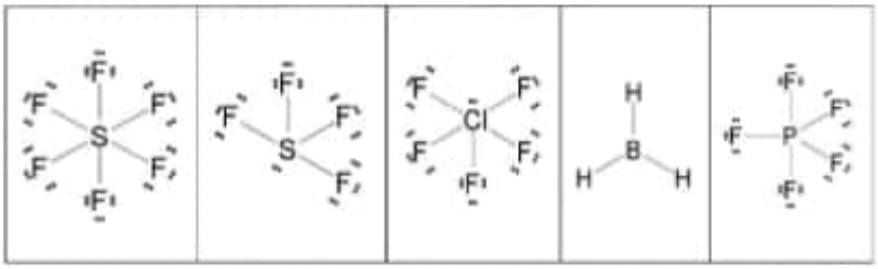
التمرين 5

أعط تمثيل لويس للجزيئات التالية، علما أن الذرات المركزية فيها لا تحترم قاعدة الثمانية.

$$PF_5, \quad BH_3, \quad SF_4, \quad ClF_5, \quad SF_6$$

الحـــــل

تلخص الأجوبة في الجدول التالي:



التمرين 6

أعط تمثيل لويس والبنى الميزومرية الممكنة للشوارد التالية

$$NO_2^-, \quad OCN^-, \quad SCN^-, \quad N_3^-$$

الحـــــل

تلخص النتائج كالتالي:

Scanné avec CamScanner

$$NO_2^-: \left[\underline{\overline{O}} = \overline{N} - \underline{\overline{O}}\right]^- \leftrightarrow \left[|\underline{\overline{O}} - \overline{N} = \underline{\overline{O}}\right]^-$$

$$OCN^-: \left[|\underline{\overline{O}} - C \equiv N|\right]^- \leftrightarrow \left[\langle O = C = N\rangle\right]^- \leftrightarrow \left[|O \equiv C - \underline{\overline{N}}|\right]^-$$

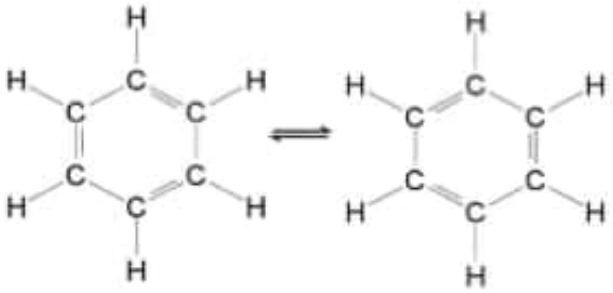
$$SCN^-: \left[|\underline{\overline{S}} - C \equiv N|\right]^- \leftrightarrow \left[\langle S = C = N\rangle\right]^- \leftrightarrow \left[|S \equiv C - \underline{\overline{N}}|\right]^-$$

$$N_3^-: \left[|\underline{\overline{N}} - N \equiv N|\right]^- \leftrightarrow \left[\langle N = N = N\rangle\right]^- \leftrightarrow \left[|N \equiv N - \underline{\overline{N}}|\right]^-$$

التمرين 7

أعط تمثيل لويس والبنى المزومرية الممكنة لجزيء البنزن C_6H_6.

الحـــل



التمرين 8

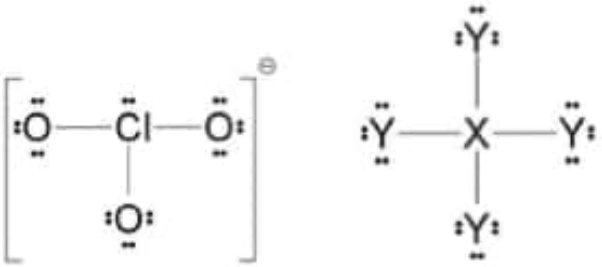
أعط تمثيل لويس الذي يحقق قاعدة الثمانية للجزيئات التالية:

$POCl_3$, SO_4^{2-}, ClO_4^-, PO_4^{3-}, SO_2Cl_2, XeO_4, ClO_3^-, NO_4^{3-}

Scanné avec CamScanner

الحـــل

يكون تمثيل لويس للحزيئات السابقة (باستثناء ClO^{3-}) بالشكل التالي:



التمرين 9

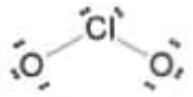
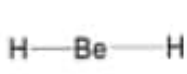
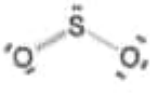
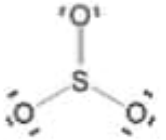
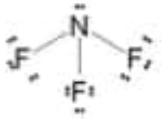
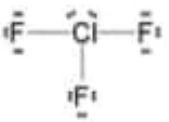
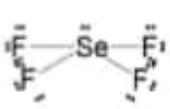
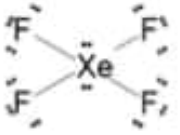
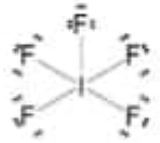
أعط تمثيل لويس للحزيئات التالية واستنتج بنيتها الحزيئية وقطبيتها.

OCl_2, KrF_2, BeH_2, SO_2, SO_3, NF_3, ClF_3, CF_4, SeF_4, XeF_4, IF_5, AsF_5

الحـــل

تلخص النتائج في الجدول التالي:

Scanné avec CamScanner

		
جزيء قطبي له شكل حرف V	جزيء خطي غير قطبي	جزيء خطي غير قطبي
		
جزيء قطبي له شكلين ميزوميرين بشكل حرف T.	جزيء غير قطبي، مستوي مثلث، له 3 أشكال ميزوميرية.	جزيء قطبي على شكل هرم مثلث.
		
جزيء قطبي على شكل حرف T.	جزيء غير قطبي له شكل رباعي وجوه.	جزيء قطبي
		
جزيء غير قطبي مستوي مربع	جزيء قطبي على شكل هرم مربع	جزيء غير قطبي على شكل ثنائي هرم مثلثي

Scanné avec CamScanner

التمرين 10

يساوي عزم ثنائي قطب للجزيئتين الثنائيين H_2O و F_2O في الحالة الغازية القيمتين 1,85D و 0,30D على الترتيب.

إذا كان قيس الزوايا في نفس الجزيئات السابقة يساوي 104,5° و 103°، وكان طول الروابط الثلاث O-H وO-F يساوي 1A° و1,42A° على الترتيب، وكانت قيم الكهروسلبية للذرات الثلاثة هي: $\chi_H = 2{,}20,\ \chi_F =$ 3,98, $\chi_O = 3{,}44$ ، أحسب عزم ثنائي القطب ونسبة الصفة الشاردية للرابطتين O-H و O-F والشحنة على كل ذرة.

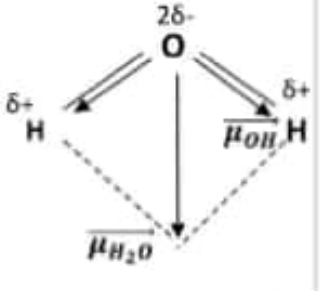
الحـــل

حساب عزم ثنائي القطب للرابطتين O-H و O-F:

الأكسجين أكثر كهروسلبية في حالة الماء لكنه أقل في حالة F_2O

نكتب: $O^{+\delta} - F^{-\delta}, O^{-\delta} - H^{+\delta}$

$$\mu_{H_2O} = 2.\mu_{OH}\sin(90 - 52{,}25)$$
$$\Rightarrow \mu_{OH} = \frac{1{,}85}{2\sin(90 - 52{,}25)} = 1{,}51\ D$$
$$\mu_{OF} = \frac{0{,}30}{2\sin(90 - 51{,}5)} = 0{,}24\ D$$



Scanné avec CamScanner

حساب نسبة الصفة الشاردية للرابطتين O-H و O-F:

$$\%Ionique = \frac{\mu_{S-H}}{\mu_{ionique}} . 100 = \frac{\delta . d}{e . d} . 100$$

$$\%Ionique_{HO} = \frac{1{,}51x3{,}33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x10^{-10}} . 100 = 31{,}42\%$$

$$\%Ionique_{FO} = \frac{0{,}24x3{,}33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x1{,}42.10^{-10}} . 100 = 3{,}51\%$$

حساب الشحنة على كل ذرة:

$$\delta_{O-H} = \frac{\mu_{O-H}}{r} = \frac{1{,}51x3{,}33.10^{-30}}{10^{-10}} = 5{,}03.10^{-20} C = \frac{5{,}03.10^{-20}}{1{,}6.10^{-19}}$$
$$= 0{,}31\ e^-$$

$$\delta_{O-F} = \frac{\mu_{O-F}}{r} = \frac{0{,}24x3{,}33.10^{-30}}{1{,}42.10^{-10}} = 5{,}62.10^{-21} C = \frac{5{,}62.10^{-21}}{1{,}6.10^{-19}}$$
$$= 0{,}035\ e^-$$

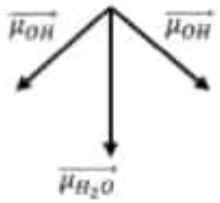
التمرين 11

1. تساوي القيمة التجريبية للزاوية HOH في جزيء الماء 105، أحسب عزم ثنائي القطب للجزيء.
2. أحسب النسبة الشاردية للرابطة O-H إذا كان طولها يساوي 0,96A وعزم ثنائي القطب يساوي 1,51D.

Scanné avec CamScanner

الحـــل

1. حساب عزم ثنائي القطب لجزيء الماء:

	كون الأكسجين أكثر كهروسلبية من الهيدروجين يجعل الرابطة O-H مستقطبة، أي تتميز بعزم ثنائي قطب μ_{OH} يتجه من الشحنة الجزئية الموجبة إلى الشحنة الجزئية السالبة، يساوي العزم الكلي لجزيء الماء المجموع الشعاعي لعزوم الرابطتين O-H.

$$\overrightarrow{\mu_{H_2O}} = 2\overrightarrow{\mu_{OH}} = 2\mu_{OH}\cos\frac{\alpha}{2} = 2x1{,}51x\cos\frac{105}{2} = 1{,}84\ Debye$$

2. حساب النسبة الشاردية للرابطة O-H:

$$\overrightarrow{\mu_{the}} = e.\vec{d}\ , \qquad \overrightarrow{\mu_{exp}} = q.\vec{d}$$

$$\%P.I = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100 = \frac{\mu_{exp}}{e.d}.100 = \frac{1{,}51x3{,}33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x0{,}96.10^{-10}}$$
$$= 0{,}327 = 32{,}7\%$$

التمرين 12

أحسب نسبة الصفة الشاردية δ للجزيئة CsCl في الحالة الغازية.

نعطي طول الرابطة وعزم ثنائي القطب: R_0=3,06A° , μ_e=10,42D

Scanné avec CamScanner

الحـــــل

حساب نسبة الصفة الشاردية δ للجزيئة CsCl

$$\overrightarrow{\mu_{the}} = e.\vec{d}$$

$$\overrightarrow{\mu_{exp}} = q.\vec{d}$$

$$\%P.I = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100 = \frac{\mu_{exp}}{e.d}.100 = \frac{10{,}42x3{,}33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x3{,}06.10^{-10}} = 0{,}71$$
$$= 71\%$$

التمرين 13

يساوي عزم ثنائي قطب الرابطتين C-O و C=O على الترتيب 1.2 و2.7 ديباي. أحسب نسبة الصفة الشاردية لهاتين الرابطتين إذا علمت أن طول الرابطة C-O يساوي 143pm وطول الرابطة C=O يساوي 120pm.

الحـــــل

حساب نسبة الصفة الشاردية للرابطتين:

$$\%P.I = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100 = \frac{\mu_{exp}}{e.l}.100$$

$$\%P.I(C-O) = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100 = \frac{\mu_{exp}}{e.l}.100$$
$$= \frac{1{,}2x3{,}33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x143.10^{-12}}.100 = 17{,}47\%$$

Scanné avec CamScanner

$$\%P.I(C=O)=\frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100=\frac{\mu_{exp}}{e.l}.100$$
$$=\frac{2{,}7x3{,}33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x120.10^{-12}}.100=46{,}83\%$$

تساوي نسبة الصفة الشاردية للرابطتين C-O و C=O 17,47% و 46,83% على الترتيب.

التمرين 14

1. أرسم المخططات الطاقية الجزيئية للجزيئات التالية وأعط بنيتها الإلكترونية، ثم أحسب رتبة الرابطة في كل حالة: H_2، H_2^+، He_2، He_2^+.

2. أنسب لكل جزيء من الجزيئات السابقة قيمة طول الرابطة وطاقة التفكك من بين القيم التالية:

d= 0,74 A°; 1,06 A°; 1,08 A°.

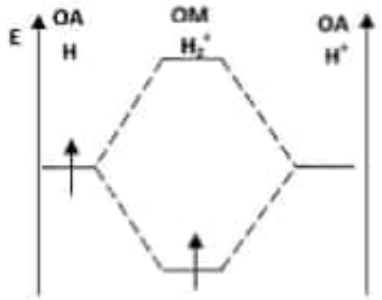
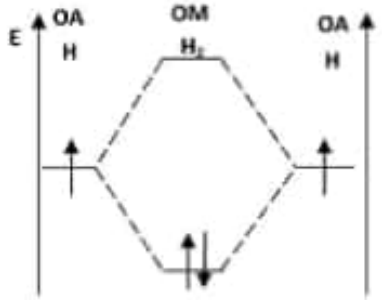
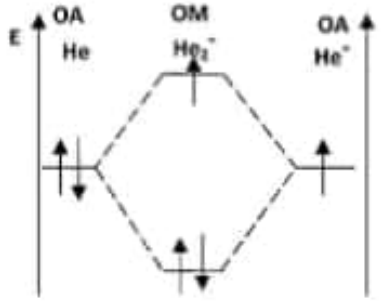
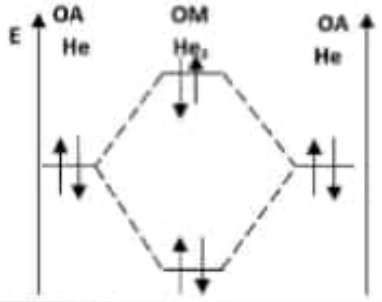
E_{diss}= 251 Kj/mole; 256 Kj/mole; 432 Kj/mole.

3. رتب المركبات السابقة حسب تزايد درجة استقرارها.

الحـــــل

1. رسم المخططات الطاقوية:

Scanné avec CamScanner

$OL(H_2^+) = \frac{1-0}{2} = \frac{1}{2}$ $H_2^+ : \sigma 1s^1$	
$OL(H_2) = \frac{2-0}{2} = 1$ $H_2 : \sigma 1s^2$	
$OL(He_2^+) = \frac{2-1}{2} = \frac{1}{2}$ $He_2^+ : \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^1$	
$OL(He_2) = \frac{2-2}{2} = 0$ $He_2 : \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2$	

Scanné avec CamScanner

2. قيم أطوال الروابط وطاقات التفكك للجزيئات السابقة:

He_2^+	H_2^+	H_2	
1/2	1/2	1	رتبة الرابطة
1,08	1,06	0,74	طول الرابطة (A°)
251	256	432	طاقة التفكك (KJ/mol)

3. يتزايد طول الرابطة بتناقص رتبتها، فتقل التداخلات وتنقص قوة الرابطة وطاقة تفككها E وبالتالي يتناقص الاستقرار.

$$E(H_2) > E(H_2^+) > E(He_2^+)$$

التمرين 15

1. أرسم المخطط الطاقوي الجزيئي لـــ O_2.
2. استنتج البنية الإلكترونية للجزيئات الشاردية التالية: O_2^-, O_2^+, O_2^{2+}
3. قارن رتب وأطوال الروابط السابقة مع رتبة وطول الرابطة البسيطة O-O.
4. أنسب لكل جزيء طول الرابطة المناسب من بين القيم التالية:

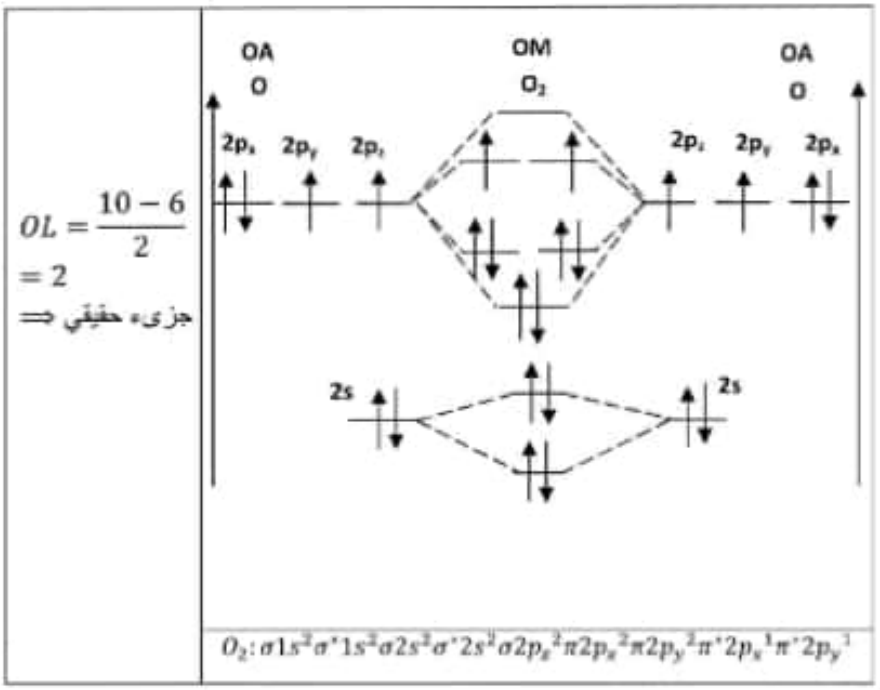
• 1,21A°, 1,12A° 1,26A°, 1,49A°.

5. رتب المركبات السابقة حسب تزايد قوة الرابطة.

الحـــل

1. المخطط الطاقوي الجزيئي لـــ O_2

Scanné avec CamScanner



$$OL = \frac{10-6}{2} = 2$$

$\Rightarrow$ جزيء حقيقي

2. البنية الإلكترونية للحزيئات الشاردية :

$$O_2^-: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \sigma 2p_z^2 \pi 2p_x^2 \pi 2p_y^2 \pi^* 2p_x^2 \pi^* 2p_y^1$$

$$O_2^{2-}: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \sigma 2p_z^2 \pi 2p_x^2 \pi 2p_y^2 \pi^* 2p_x^1 \pi^* 2p_y^2$$

$$O_2^+: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \sigma 2p_z^2 \pi 2p_x^2 \pi 2p_y^2 \pi^* 2p_x^1$$

3. مقارنة رتب وأطوال الروابط:

O_2^{2-}	O_2^+	O_2^-	O_2	
$\frac{8-6}{2} = 1$	$\frac{8-3}{2} = 2,5$	$\frac{8-5}{2} = 1,5$	$\frac{8-4}{2} = 2$	رتبة الرابطةOL

Scanné avec CamScanner

4. يتزايد طول الرابطة بتناقص رتبتها، فتتناقص التداخلات وتنقص قوة الرابطة وطاقة تفككها.

$$OL(O_2^+) > OL(O_2) > OL(O_2^-) > OL(O_2^{2-})$$

$$l(O_2^+) < l(O_2) < l(O_2^-) < l(O_2^{2-})$$

$$l(O_2^+) = 1{,}12\mathring{A},\ l(O_2) = 1{,}21\mathring{A},\ l(O_2^-) = 1{,}26\mathring{A},\ l(O_2^{2-}) = 1{,}49\mathring{A}$$

5. يتزايد طول الرابطة بتناقص رتبتها، فتتناقص التداخلات وتنقص قوة الرابطة وطاقة تفككها E.

$$E(O_2^+) > E(O_2) > E(O_2^-) > E(O_2^{2-})$$

التمرين 16

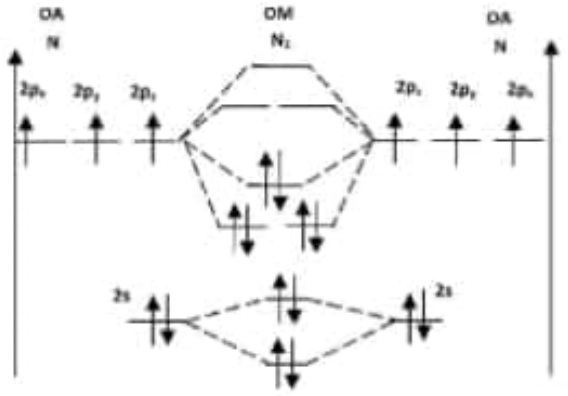
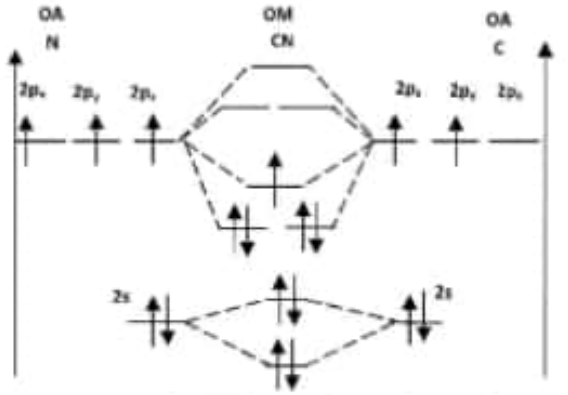
1. أرسم المخططات الطاقوية للجزيئات CN ، N_2 واستنتج خصائصها المغناطيسية.

2. قارن استقرار المركبات التالية: N_2^+ ، N_2 ثم: CN^- ، CN

الحـــل

1. المخططات الطاقوية:

Scanné avec CamScanner

عدم وجود إلكترون فردي يجعل المركب N_2 ديامغناطيسي.	 $N_2: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \pi 2p_x^{\ 2} \pi 2p_y^{\ 2} \sigma 2p_z^{\ 2}$
طاقة أفلاك C أضعف (N أكثر كهروسلبية) والمخطط غير متناظر. وجود إلكترون فردي يجعل CN بارامغناطيسي	 $CN: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \pi 2p_x^{\ 2} \pi 2p_y^{\ 2} \sigma 2p_z^{\ 1}$

Scanné avec CamScanner

2. مقارنة استقرار المركبات:

CN^-	CN	N_2^+	N_2	
$\frac{8-2}{2}=3$	$\frac{7-2}{2}=2,5$	$\frac{7-2}{2}=2,5$	$\frac{8-2}{2}=3$	رتبة الرابطة OL

يتزايد طول الرابطة بتناقص رتبتها، فتتناقص التداخلات وتنقص قوة الرابطة وطاقة تفككها. يكون إذن الجزيء N_2^+ أقل استقرارا من N_2 . و CN أقل استقرارا من CN^- .

التمرين 17

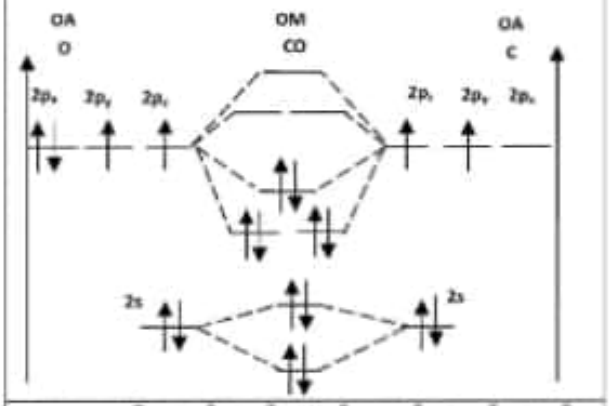
أرسم المخطط الطاقوي الجزيئي للجزيئات التالية: CO, CO^+, CO^-. استنتج البنية الإلكترونية لكل منها ورتبة الرابطة ثم رتبها حسب تزايد أطوال روابطها. ماهي خصائصها المغناطيسية؟

الحـــــل

تلخص كل النتائج في الجدول التالي:

Scanné avec CamScanner

O أكثر كهروسلبية من C،
طاقة أفلاكها أضعف،
والمخطط غير متناظر. عدم
وجود إلكترون فردي يجعل
المركب CO diamagnétique

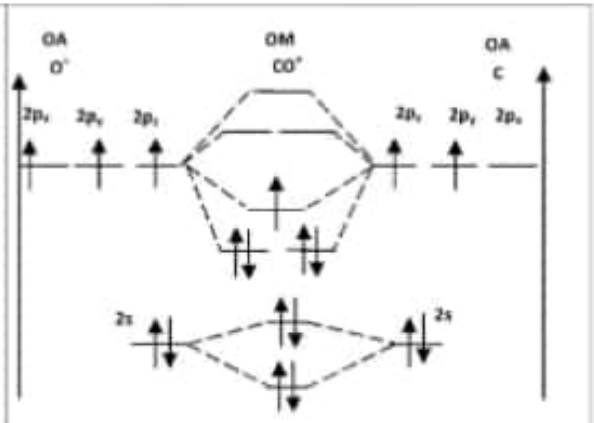


$$CO: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \pi 2p_x^{\,2} \pi 2p_y^{\,2} \sigma 2p_z^{\,2}$$

$$OL(CO) = \frac{8-2}{2} = 3$$

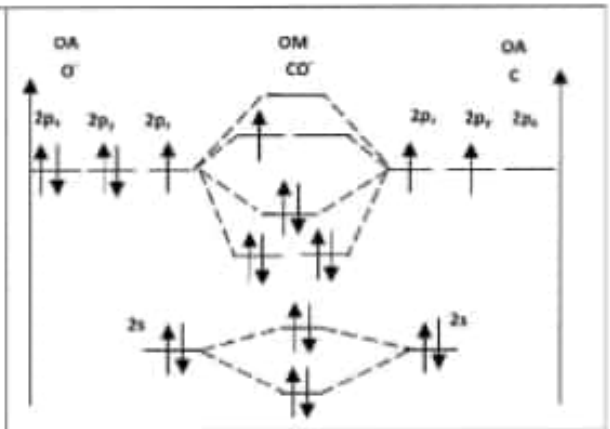
$OL(CO^+) = \frac{7-2}{2} = 2{,}5$

وجود إلكترون فردي يجعل
المركب CO^+ paramagnétique.



$$CO^+: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \pi 2p_x^{\,2} \pi 2p_y^{\,2} \sigma 2p_z^{\,1}$$

Scanné avec CamScanner

$OL(CO^-) = \frac{8-3}{2} = 2,5$ وجود إلكترون فردي يجعل المركب CO- بارامغناطيسي.	 $CO^-: \sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \pi 2p_z^2 \pi 2p_y^2 \sigma 2p_z^2 \pi^* 2p_x^1$

التمرين 18

1. ماهو تهجين كل من ذرات الكربون والبور في المركبات التالية: $BF_3, CO_2, CH_4, C_2H_4, C_2H_2$.

2. أرسم المخططات الطاقوية الجزيئية للجزيئ CH_4.

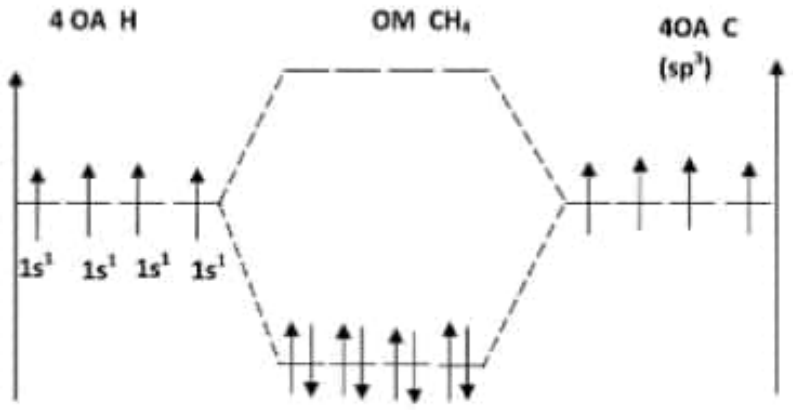
الحـــل

1. تهجين الذرات:

Scanné avec CamScanner

تهجين البور في جزيء BF_3 هو sp^2.	$B: 2s^2 2p^1$ ↑↓ ↑ ☐ ☐ $F: 2s^2 2p^5$ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ $B^*: 2s^1 2p^2$ ↑ ↑ ↑ ☐ ↑ ↑ ↑ ☐
تهجين الكربون في جزيء CO_2 هو sp.	$C: 2s^2 2p^2$ ↑↓ ↑ ↑ ☐ $O: 2s^2 2p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ $C^*: 2s^1 2p^3$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑
تهجين الكربون في جزيء CH_4 هو sp^3. تهجين الكربون في جزيء C_2H_4 هو sp^2. تهجين الكربون في جزيء C_2H_2 هو sp.	$C: 2s^2 2p^2$ ↑↓ ↑ ↑ ☐ $H: 1s^1$ $C^*: 2s^1 2p^3$ ↑ ↑ ↑ ↑

2. المخططات الطاقوية:



Scanné avec CamScanner

التمرين 19

1. أعط البنية الإلكترونية لذرة Be_4 في حالتها الأساسية وفي حالتها المثارة الأولى، ومثل طبقة تكافئها باستعمال الأفلاك الذرية.
2. للرابطتين Be-H في جزيء BeH_2 نفس الطاقة، فسر النتيجة.
3. ماهو نوع هذه الروابط؟ ماهي هندسة هذا الجزيء؟

الحـــل

1. البنية الإلكترونية لذرة Be_4 :

$$Be: 1s^2 2s^2 \quad \boxed{\uparrow\downarrow}$$

$$Be^*: 1s^2 2s^1 2p^1 \quad \boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\ }\boxed{\ }$$

2. ينتج عن تهجين الفلكين s و p فلكان هجينان متماثلين sp، وهذا ما يجعل الرابطتين Be-H متماثلتين.
3. نوع هذه الروابط هو σ. الجزيء الناتج خطي.

التمرين 20

لشاردة الأمونيوم NH_4^+ بنية رباعي وجوه بزوايا قيسها 109°28 .

1. ماهو تهجين ذرة الآزوت؟
2. أرسم المخطط الطاقوي لأيون NH_4^+ إذا علمت أن الطاقة المتوسطة للأفلاك 1s و 2s و 2p للهيدروجين هي على الترتيب -13,6eV ، -25,5eV و-13,1eV.
3. ماهو التموضع الفضائي لروابط الأيون NH_4^+ ؟

Scanné avec CamScanner

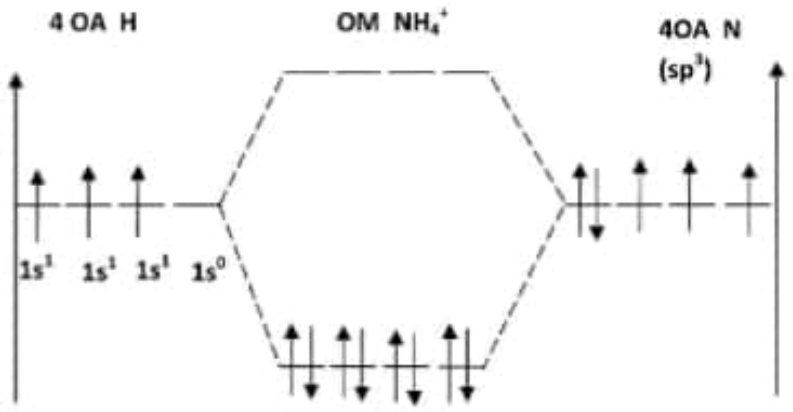
الحـــــل

1. تحين ذرة الآزوت:

$$N: 2s^2 2p^3$$

يشكل الآزوت 4 روابط σ مع 4 ذرات هيدروجين وذلك بعد تشكل 4 أفلاك هجينة sp^3.

2. المخطط الطاقوي لأيون NH_4^+:



3. يكون التموضع الفضائي لروابط الأيون NH_4^+ مثل حالة جزيء الميثان.

التمرين 21

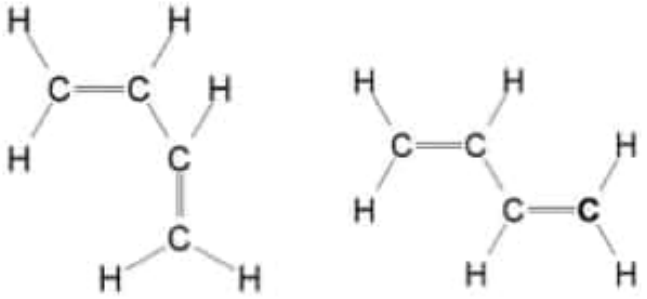
ماهو تحين ذرات الكربون في جزيئة البوتادين $CH_2=CH-CH=CH_2$ المستوية. اقترح شكلين هندسيين للبوتادين مع احترام قيس الزوايا بين الروابط.

Scanné avec CamScanner

الحـــل

تشكل كل ذرات الكربون في هذا الجزيء 3 روابط σ، يكون تهجينها إذن sp^2.

الشكلان الهندسيان المقترحان:

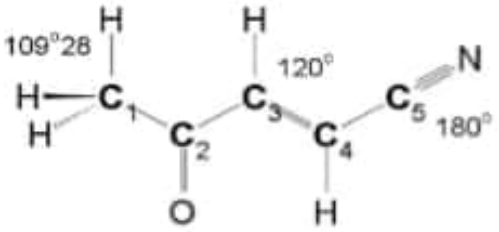


التمرين 22

حدد شكل الجزيء التالي مع تحديد قيس الزوايا: CH_3-CO-CH=CH-CN.

ماهو تهجين ذرات الكربون؟ حدد الذرات الموجودة في نفس المستوي.

الحـــل



C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	الذرة
sp	sp^2	sp^2	sp^2	sp^3	التهجين

Scanné avec CamScanner

كل الذرات موجودة في نفس المستوي، باستثناء ذرتي الهيدروجين في مجموعة CH_3.

التمرين 23

إذا علمت أن الجزيئات التالية ليست قطبية CCl_4, BCl_3, BeH_2 ، ماذا نستنتج فيما يخص شكلها الهندسي؟ ماهو تهجين الذرات C, B, Be فيها؟

الحـــــل

كون الجزيئات $CCl_4, BCl_3, BeCl_2$ غير قطبية يجعل ذرات الكلور متوضعة بشكل متناظر بالنسبة للذرة المركزية.

الجزيء	الذرة المركزية	تهجين الذرة المركزية	شكل الجزيء
CCl_4	C: يشكل 4 روابط σ مع أربع ذرات كلور	sp^3	رباعي وجوه
BCl_3	B: يشكل 3 روابط σ مع أربع ذرات كلور	sp^2	مثلث مستوي
$BeCl_2$	Be: يشكل رابطتين σ مع ذرتي كلور	sp	خطي

Scanné avec CamScanner

التمرين 24

حدد تهجين الذرات المكونة للجزيئات التالية:

CS_2 (جزيء خطي)

$H_2CO, Cl_2CO, B(OH)_3$ (جزيئات مستوية)

$CH_3\text{-}CCl_3$ ، $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ (رباعيات وجوه)

الحـــــل

الجزيء	الذرة المركزية	تهجين الذرة المركزية
CS_2	C: يشكل رابطتين σ مع ذرتي الكبريت.	sp
$B(OH)_3$	B: يشكل ثلاث روابط σ.	sp^2
Cl_2CO	C: يشكل ثلاث روابط σ.	sp^2
H_2CO	C: يشكل ثلاث روابط σ.	sp^2
$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3$	C: يشكل أربع روابط σ.	sp^3
$CH_3\text{-}CCl_3$	C: يشكل أربع روابط σ.	sp^3

التمرين 25

ماهو تهجين الذرات C, N, O في المركبات التالية C_2H_2, N_2H_2, H_2O_2 ؟
أعط عدد وطبيعة الروابط وعدد الأزواج الإلكترونية في كل حالة.

Scanné avec CamScanner

الحـــل

الجزيء	البنية الإلكترونية للذرات	تهجين الذرات	شكل الجزيء
C_2H_2	$C: 2s^2 2p^2$ $H: 1s^1$ $H-C\equiv C-H$	تهجين الكربون هو sp.	خطي H—C≡C—H
N_2H_2	$N: 2s^2 2p^3$ $H: 1s^1$	تهجين الآزوت هو sp^2.	مستوي H—N̄=N̄—H
H_2O_2	$O: 2s^2 2p^4$ $H: 1s^1$	تهجين الأكسجين هو sp^3.	مستوى H—Ō—Ō—H

التمرين 26

حدد هندسة الجزيئات التالية حسب قاعدة جيليسبي Gillespie :

MgF_2, $AlCl_3$, CH_4, PCl_5, H_3O^+, H_2O, $AsCl_3$, CO_2.

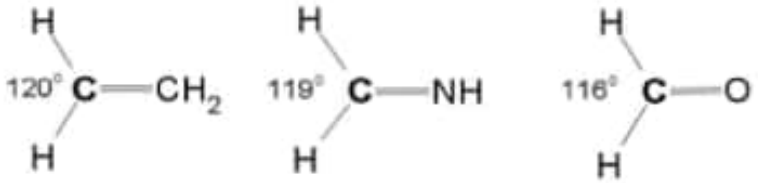
Scanné avec CamScanner

الحـــل

الجزيء	البنية الإلكترونية للذرات	شكل الجزيء حسب قاعدة VSEPR
MgF_2	$Mg: 3s^2$ $F: 2s^2 2p^5$	AX_2
$AlCl_3$	$Al: 3s^2 3p^1$ $Cl: 3s^2 3p^5$	AX_3
CH_4	$C: 2s^2 2p^2$ $H: 1s^1$	AX_4
PCl_5	$P: 3s^2 3p^3$ $Cl: 3s^2 3p^5$	AX_5
H_2O	$O: 2s^2 2p^4$ $H: 1s^1$	AX_2E_2
H_3O^+	$O: 2s^2 2p^4$ $H: 1s^1$	AX_3E
$AsCl_3$	$As: 3d^{10} 4s^2 4p^3$ $Cl: 3s^2 3p^5$	AX_3E
CO_2	$C: 2s^2 2p^2$ $O: 2s^2 2p^4$	AX_2

التمرين 27

لتكن الجزيئات التالية:



Scanné avec CamScanner

ماهو تهجين الذرات C,N,O في كل جزيء؟ ما سبب اختلاف قيس الزاوية بين المركبات الثلاثة؟

الحـــــل

تهجين ذرات كل من C، N وO في المركبات الثلاث هو sp^2. تتحد ذرة الكربون في المركبات الثلاث مع ذرات ذات كهروسلبية مختلفة كالتالي:

$$\chi(O) > \chi(N) > \chi(C)$$

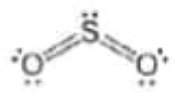
كلما زادت قيمة كهروسلبية الذرة اقتربت الإلكترونات نحوها، ما يجعل قيس الزاوية يتناقص. كما أن وجود الإلكترونات الحرة ينقص من قيس الزاوية.

التمرين 28

ماهي هندسة الجزيئات التالية CO_2, SO_2 إذا علمت أن:

$\mu_{co2}=0$ ، $\mu_{so2}\neq 0$

الحـــــل

$C: 2s^2 2p^2$ ↑↓ ↑ ↑ ☐ $O: 2s^2 2p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ $C^*: 2s^1 2p^3$ ↑ ↑ ↑ ↑	الجزيء من الشكل AX_2 وهو خطي. O═C═O
$S: 3s^2 3p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ $O: 2s^2 2p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ $S^*: 3s^2 3p^3$ ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑ ☐ ☐ ☐ ☐	الجزيء من الشكل AX_2E وهو على شكل حرف V. 

Scanné avec CamScanner

التمرين 29

اشرح الفرق بين قيس الزاويتين في الجزيئتين التاليتين:

$$NH_3:\ H\hat{N}H = 107°$$

$$H_2O:\ H\hat{O}H = 105°$$

الحـــل

$$N: 2s^2 2p^3$$

للآزوت خمسة إلكترونات تكافؤ ، يكون إذن شكل NH_3 حسب قاعدة VSEPR هو AX_3E_1 والهندسة هرم مثلثي.

$$O: 2s^2 2p^4$$

للأكسجين ستة إلكترونات تكافؤ، إذن يكون شكل H_2O حسب قاعدة VSEPR هو AX_2E_2 والهندسة شكل حرف V.

تأخذ الثنائية الحرة مكان أكبر من الثنائية الرابطية، ما يفسر كون الزاوية HNH أكبر من HOH.

التمرين 30

حدد اعتمادا على قاعدة جيليسبي هندسة الجزيئات: BF_3, BCl_3.

كيف تتغير الزوايا XBX فيها؟

الحـــل

$$B: 2s^2 2p^1$$

Scanné avec CamScanner

للبور ثلاثة إلكترونات تكافؤ ما يجعله يرتبط بثلاث روابط مع 3 ذرات Cl أو F، إذن يكون شكل الجزيئتين هو AX_3 والهندسة مثلث مستوي. كلما زادت كهروسلبية الذرات المرتبطة تنقص الزاوية بين الأزواج الربطية:

$$\chi(F) > \chi(Cl) \Longrightarrow F\hat{B}F < Cl\hat{B}Cl$$

التمرين 31

رتب حسب تزايد قيس الزاوية XPX المركبات التالية:

PI_3, PBr_3, PF_3, PCl_3.

الحـــــل

لدينا:

$$\chi(F) > \chi(Cl) > \chi(Br) > \chi(I)$$

كلما زادت كهروسلبية العناصر المرتبطة بالذرة المركزية نقص قيس الزوايا بين الأزواج الربطية:

$$F\hat{P}F < Cl\hat{P}Cl < Br\hat{P}Br < I\hat{P}I$$

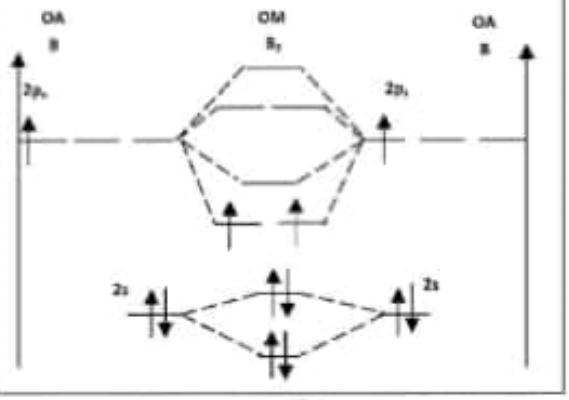
التمرين 32

1. أرسم المخطط الطاقوي الجزيئي لجزيء B_2.
2. أرسم المخطط الطاقوي الجزيئي للجزيء ClO علما أن قيمة الكهروسلبية للذرتي الأكسجين والكلور تساوي على الترتيب 3.5 و 3. ماذا يمكن أن تستنتج فيما يخص الخصائص المغناطيسية للجزيئتين السابقتين؟ أحسب رتبة الرابطة في كل جزيء.

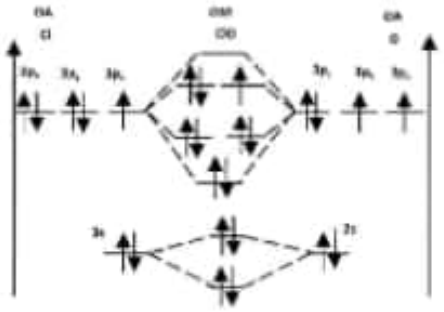
Scanné avec CamScanner

الحـــل

1. المخطط الطاقوي الجزيئي لجزيء B_2:

$O.L(B_2) = \frac{4-2}{2} = 1$	

2. المخطط الطاقوي الجزيئي لجزيء ClO:

O أكثر كهروسلبية من Cl، يمثل على يمين المخطط، المستويات الطاقوية لأغلاف الذرية أقل من الكتور.	 $O.L(ClO) = \frac{8-5}{2} = 1{,}5$ يحتوي ClO على إلكترون فردي ويحتوي B_2 على إلكترونين فرديين، ما يجعلها تتميز بالخاصية البارامغناطيسية

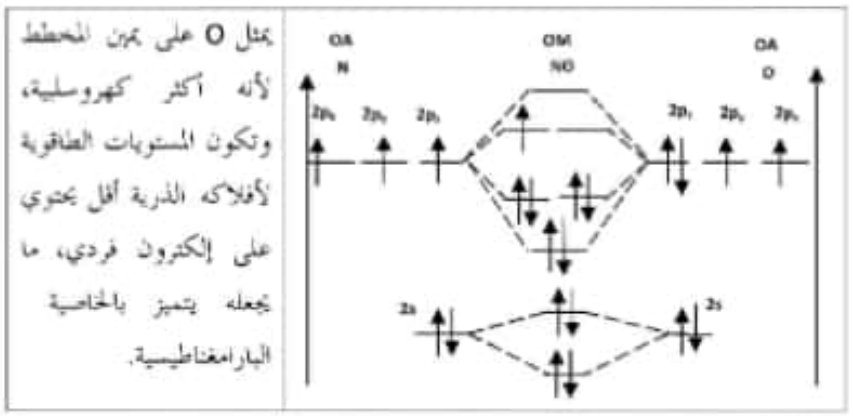
Scanné avec CamScanner

التمرين 33

1. أرسم المخطط الطاقوي الجزيئي للجزيء NO، علما أن قيمة الكهروسلبية للذرتي الأكسجين والآزوت تساوي على الترتيب 3.5 و 3. ماذا يمكن أن نستنتج فيما يخص الخصائص المغناطيسية لهذا الجزيء؟
2. أعط تمثيل لويس للشاردة NO^+ ثم لـــ NO.
3. يساوي عزم ثنائي القطب للجزيء NO القيمة 0,16D ويساوي طول الرابطة فيه 115pm، أحسب نسبة الصفة الشاردية لهذه الرابطة.

الحـــــل

1. المخطط الطاقوي الجزيئي للجزيء NO:



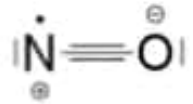
يمثل O على يمين المخطط لأنه أكثر كهروسلبية، وتكون المستويات الطاقوية لأغلافه الذرية أقل يحتوي على إلكترون فردي، ما يجعله يتميز بالخاصية البارامغناطيسية.

2. تمثيل لويس:

$$|\dot{N}\equiv O| \qquad |N\equiv \overset{\oplus}{O}|$$

2. بما أن الأكسجين أكثر كهروسلبية من الآزوت فإنه يحمل الشحنة الجزئية السالبة:

Scanné avec CamScanner



$$\overrightarrow{\mu_{the}} = e.\vec{d}\,, \qquad \overrightarrow{\mu_{exp}} = q.\vec{d}$$

$$\%P.I = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{the}}.100 = \frac{\mu_{exp}}{e.d}.100 = \frac{0{,}16x3.33.10^{-30}}{1{,}6.10^{-19}x115.10^{-12}}100$$
$$= 0{,}029 = 2{,}9\%$$

التمرين 34

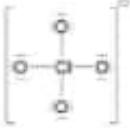
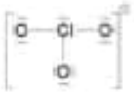
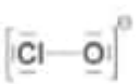
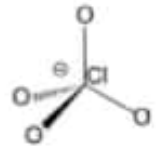
أعط تمثيل لويس والشكل الفراغي للشوارد التالية:

$$ClO^-,\quad ClO_2^-,\quad ClO_3^-,\quad ClO_4^-$$

الحـــــل

تلخص الأجوبة في الجدول التالي:

Scanné avec CamScanner

ClO_4^-	ClO_3^-	ClO_2^-	ClO^-	الأيون
7+(4x6)+1=32	7+(3x6)+1=26	7+(2x6)+1=20	7+6+1=14	الكترونات التكافؤ
16	13	10	7	الأزواج الإلكترونية
				تمثيل لويس
AX_4	AX_3E	AX_2E_2	AXE_3	VSEPR
رباعي وجوه				الهندسة
رباعي وجوه	هرمي	مثلث متساوي الأضلاع	خطي	الشكل
				تمثيل الجزيء

التمرين 35

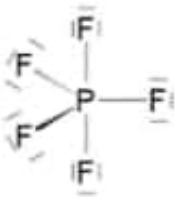
1. كيف تفسر عدم وجود الجزيء NF_5 علما أن NF_3, PF_3, PF_5 موجودة؟
2. أعط حسب قاعدة (نموذج) VSEPR الشكل الفراغي للجزيئات التالية وقحين ذراتها المركزية، وبين أيها قطبية.

$SnCl_2$, H_2S, PCl_3, GeF_4, $AsCl_5$, SF_4, SF_6, IF_7

Scanné avec CamScanner

الحـــل

1. يبين تمثيل لويس للجزيء PF_5 أنه لا يحترم قاعدة الثمانية.



$P: 3s^2 3p^3$ ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑

$F: 2s^2 2p^5$ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑

يجب إثارة الفوسفور من أجل ربطه مع 5 ذرات فلور. فينتقل إلكترون الطبقة الفرعية 3s إلى الطبقة 3d. ونحصل على 5 أفلاك هجينة متماثلة sp^3d.

$P: 3s^1 3p^3 3d^1$ ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | | | | |

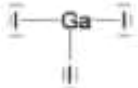
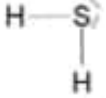
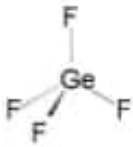
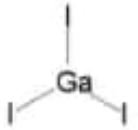
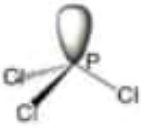
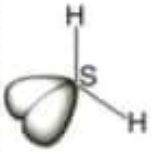
sp^3d ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | | | | |

ينتمي الآزوت للدور الثاني: $N: 2s^2 2p^3$ ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑

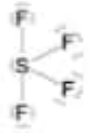
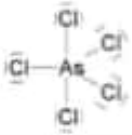
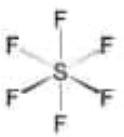
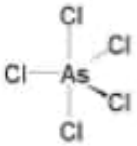
لا يحتوي على طبقات فرعية d، إذن لا يمكن إثارته ليرتبط بـــ 5 ذرات فلور.

2. تلخص النتائج في الجدول التالي:

Scanné avec CamScanner

GeF_4	GaI_3	PCl_3	H_2S	المركب
Ge	Ga	P	S	الذرة المركزية
32	31	15	16	**Z**
14	13	15	16	المجموعة
4+(4x7)=32	3+(3x7)=24	5+(3x7)=26	6+(2x1)=8	إلكترونات التكافؤ
16	12	13	4	الأزواج الإلكترونية
				تمثيل لويس
AX_4	AX_3	AX_3E	AX_2E_2	**VSEPR**
sp^3	sp^2	sp^3	sp^3	تهجين الذرة المركزية
رباعي وجوه	مثلث متساوي الأضلاع	رباعي وجوه	رباعي وجوه	الهندسة
رباعي وجوه	مثلث متساوي الأضلاع	هرم	مثلث متساوي الأضلاع	الشكل
				المثيل

Scanné avec CamScanner

IF_7	SF_6	SF_4	$AsCl_5$	المركب
I	S	S	As	الذرة المركزية
53	16	16	33	Z
17	16	16	15	المجموعة
7+(7x7)=56	6+(6x7)=48	6+(4x7)=34	5+(5x7)=40	إلكترونات التكافؤ
18	24	17	20	الأزواج الإلكترونية
				تخيل لويس
AX_7	AX_6	AX_4E	AX_5	VSEPR
Sp^3d^3	Sp^3d^2	sp^3d	sp^3d	تهجين الذرة المركزية
ثنائي هرم خماسي	ثنائي هرم ذو قاعدة مربعة	ثنائي هرم ذو قاعدة مثلثة	ثنائي هرم ذو قاعدة مثلثة	الهندسة
ثنائي هرم خماسي	ثماني وجوه	رباعي وجوه	ثنائي هرم ذو قاعدة مثلثة	الشكل
				التمثيل

الجزيئات القطبية هي الجزيئات التي يكون فيها المجموع الشعاعي لعزوم كل الروابط غير معدوم، أي هي:

$$H_2S, \quad PCl_3, \quad SF_4$$

Scanné avec CamScanner

التمرين 36

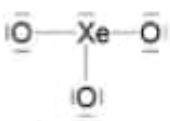
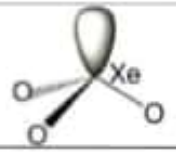
أعط حسب قاعدة (نموذج) VSEPR الشكل الفراغي للجزيئات التالية وقحين ذراتها المركزية:

$$XeO_3,\quad XeO_4,\quad XeF_2,\quad XeF_4,\quad XeF_6$$

الحـــــل

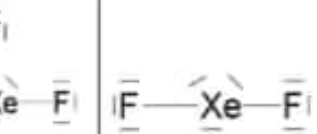
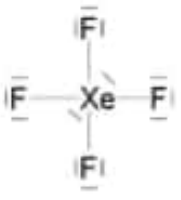
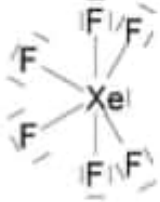
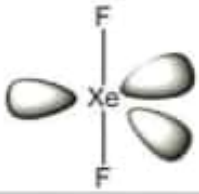
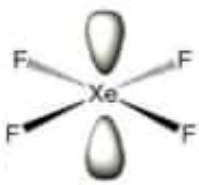
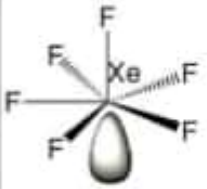
الذرة المركزية في كل المركبات المدروسة هي Xe ، يحتوي على 8 إلكترونات في طبقة التكافؤ:

$$Xe: 4d^{10}5s^2 5p^6$$

المركب	XeO_3	XeO_4
إلكترونات التكافؤ	8+(3x6)=26	8+(4x6)=32
الأزواج الإلكترونية	13	16
تمثيل لويس		
VSEPR	AX_3E	AX_4
الهندسة	رباعي وجوه	رباعي وجوه
الشكل	هرم	رباعي وجوه
التمثيل		

Scanné avec CamScanner

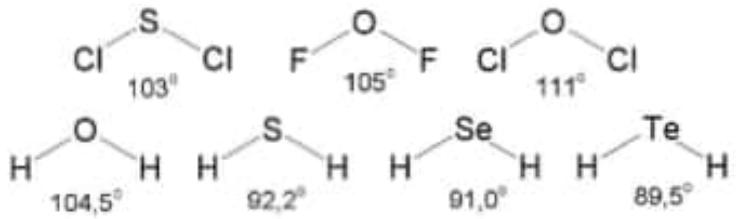
يبين الجدول التالي أن ذرة Xe لا تحقق قاعدة الثمانية في كل مركبات الفلور .

المركب	XeF_2	XeF_4	XeF_6
إلكترونات التكافؤ	8+(2x7)=22	8+(4x7)=36	8+(7x6)=50
الأزواج الإلكترونية	11	18	25
تمثيل لويس			
VSEPR	AX_2E_3	AX_4E_2	AX_6E
الهندسة	ثنائي هرم ذو قاعدة مثلثة	ثنائي هرم ذو قاعدة مربعة	ثنائي هرم خماسي
الشكل	خطي	مربع	هرم
التمثيل			

التمرين 37

كيف تفسر اختلاف قيس الزوايا في الجزيئات التالية، علما أن الهندسة الفراغية متماثلة في كل منها؟

Scanné avec CamScanner



قيم الكهروسلبية لعناصر الذرات S, O, Cl, F على الترتيب: 2.5, 3.5, 3, 4.

الحـــل

يكون شكل كل المركبات المقترحة حسب قاعدة VSEPR هو AX_2E_2. الشكل الفراغي هو رباعي وجوه. القيمة النظرية للزاوية هي 109.5، يؤثر التنافر بين الثنائيتين اللاربطيتين على الثنائيتين الربطيتين وينقص من قيمة الزاوية.

1. لنرتب العناصر حسب تناقص كهروسلبيتها:

العنصر	F	O	Cl	S
الكهروسلبية	4	3,5	3	2,5

يختلف المركبان OCl_2 . SCl_2 في الذرة المركزية:

الكلور أكثر كهروسلبية من الكبريت ما يجعل الثنائيات الربطية تقترب من ذرتي الكلور أكثر. الأكسجين أكثر كهروسلبية من الكلور ما يجعل الثنائيات الربطية تقترب من الأكسجين أكثر ، أي أن الثنائيتين اللاربطيتين تكون قريبة من بعضها. قوى التنافر بين الثنائيتين الربطيتين في OCl_2 تجعل الزاوية أكبر.

Scanné avec CamScanner

يختلف المركبان OCl_2 , OF_2 في الذرات المرتبطة:

الفلور أكثر كهروسلبية من الأكسجين ما يجعل الثنائيات الربطية تقترب من ذرتي الفلور أكثر. كون الأكسجين أكثر كهروسلبية من الكلور يجعل الثنائيات الربطية تقترب منه أكثر ، أي أن الثنائيتين اللاربطيتين تكونان قريبتين من بعضهما. قوى التنافر بين الثنائيتين الربطيتين في OCl_2 تجعل الزاوية أكبر.

2. تختلف هذه المركبات في الذرة المركزية، وهي عناصر المجموعة 16، تتناقص قيمة الكهروسلبية إذن من O إلى Te. وتبتعد الثنائيات الربطية عن الذرة المركزية، فتتناقص الزاوية.

كلما كانت الذرة المركزية أكثر كهروسلبية كلما زادت أقياس الزوايا.

تكون إلكترونات الرابطة أكثر انجذابا إلى الذرة المركزية، فتزداد قوى التنافر بين الإلكترونات حيث ينتج عن ذلك انفتاح للزاوية.

التمرين 38

1. أعط تمثيل لويس للجزيء الشاردي I_3^- واستنتج شكله الهندسي.
2. أعط تمثيل لويس للجزيئات NCO^-, CO_2, N_3^- واستنتج أشكالها الهندسية.

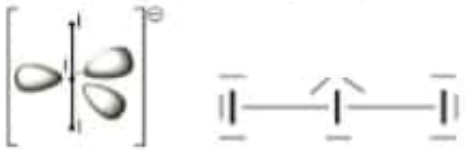
Scanné avec CamScanner

فيما تتشابه هذه المركبات؟

3. إذا علمت أن للروابط O-O في جزيء الأوزون O_3 نفس الطول، ويساوي 128pm ، أعط الشكل الهندسي لهذا الجزيء وفسر كون طول الرابطة O-O أقل منه في جزيء H_2O_2، والذي يساوي 147pm، وأكبر منه في الجزيء O_2 والذي يساوي 121pm.

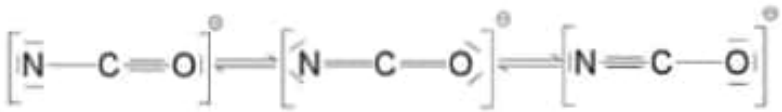
الحـــــل

1. ينتمي اليود إلى المجموعة 17 ويحتوي على 7 إلكترونات في طبقة تكافئه. عدد إلكترونات التكافؤ في الجزيء الشاردي I_3^- يساوي: 7x3+1=22. أي 11 ثنائية. يكون تمثيل لويس لهذه الجزيئة كالتالي:



شكله حسب قاعدة VSEPR هو: AX_2E_3. أي ثنائي هرم ذو قاعدة مثلثة.

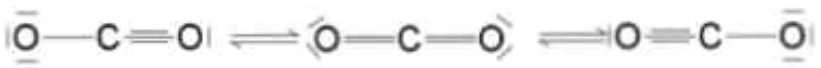
2. الجزيء NCO^-: ينتمي الآزوت إلى المجموعة 15 ويحتوي على 5 إلكترونات في طبقة تكافئه. ينتمي الكربون إلى المجموعة 14 ويحتوي على 4 إلكترونات في طبقة تكافئه. ينتمي الأكسجين إلى المجموعة 16 ويحتوي على 6 إلكترونات في طبقة تكافئه. عدد الكترونات التكافؤ في الجزيء الشاردي NCO^- يساوي: 5+4+6+1=16. أي 8 ثنائيات.



Scanné avec CamScanner

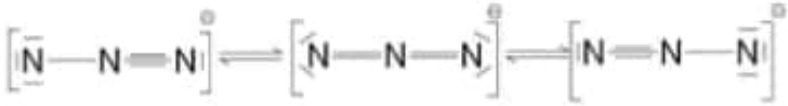
يكون شكله حسب قاعدة VSEPR هو: AX_2. أي خطي.

الجزيء CO_2: ينتمي الكربون إلى المجموعة 14 ويحتوي على 4 إلكترونات في طبقة تكافئه. ينتمي الأكسجين إلى المجموعة 16 ويحتوي على 6 إلكترونات في طبقة تكافئه. عدد إلكترونات التكافؤ في CO_2: 4+6x2=16. أي 8 ثنائيات.



يكون شكله حسب قاعدة VSEPR هو: AX_2. أي خطي.

الجزيء N_3^-: ينتمي الآزوت إلى المجموعة 15 ويحتوي على 5 إلكترونات في طبقة تكافئه. عدد إلكترونات تكافؤ N_3^-: 5x3+1=16. أي 8 ثنائيات.



يكون شكله حسب قاعدة VSEPR هو: AX_2. أي خطي.

3. ينتمي الأكسجين إلى المجموعة 16 ويحتوي على 6 إلكترونات في طبقة تكافئه. عدد إلكترونات التكافؤ في O_3 يساوي: 6x3=18. أي 9 ثنائيات.

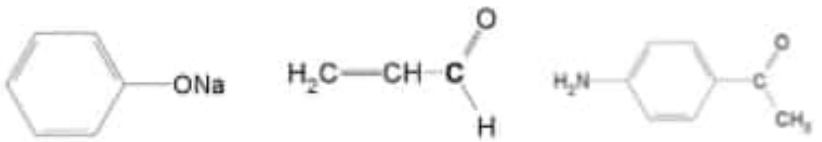
شكله حسب قاعدة VSEPR هو: AX_2E. أي مثلث متساوي الأضلاع.

Scanné avec CamScanner

تفسر الميزوميرية بين الشكلين كون طول الرابطة O-O محصور بين طول الرابطة البسيطة O-O في الجزيء H_2O_2 والرابطة المضاعفة في O=O.

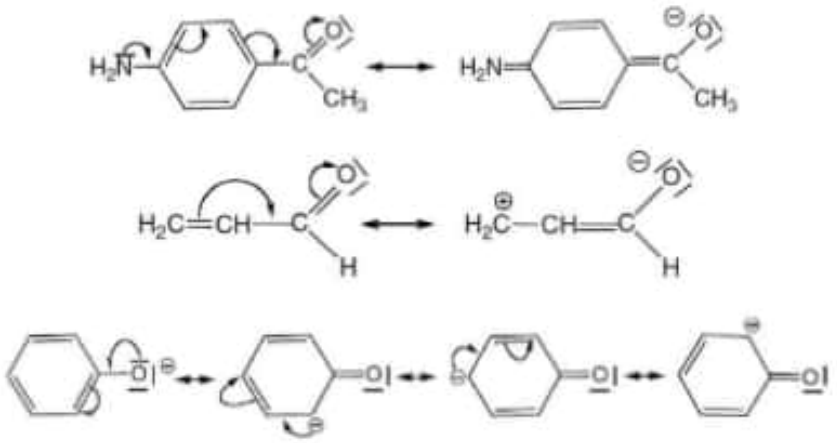
التمرين 39

أكتب الصيغ الميزوميرية للمركبات التالية موضحا فحين ذرة الأكسجين.



الحـــل

الصيغ الميزوميرية:



Scanné avec CamScanner

يكون تهجين الأكسجين في الأشكال الميزوميرية السابقة sp^2:

$O: 2s^2 2p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑

$O: 2s^2 2p^4$ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑

أي تنتج 3 أفلاك هجينة sp^2. وفلك $2p_z$. يرتبط الإلكترون الفردي في الفلك الهجين مع ذرة الكربون برابطة σ. أما الإلكترون الفردي في الفلك $2p_z$ ، فإما يرتبط برابطة π مع ذرة الكربون، أو يتحد مع الإلكترون المسؤول عن الشحنة السالبة ويكون ثنائية حرة لاربطية عمودية على مستوى الجزيء.

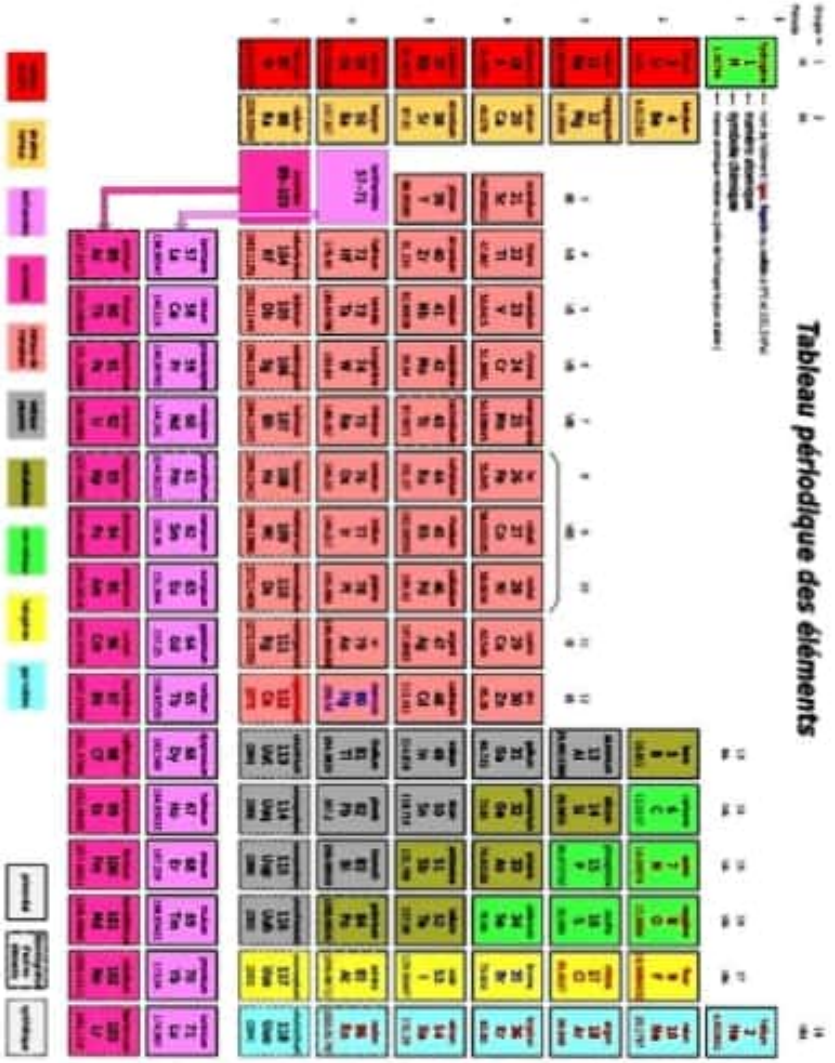
Scanné avec CamScanner

الملاحـــــق

Scanné avec CamScanner

الملحق1

جدول التصنيف الدوري للعناصر



Scanné avec CamScanner

الملحق 2

القيم الدقيقة لبعض الثوابت المهمة

الثابت	القيمة
سرعة الضوء في الخلاء	$c=2,99792458x10^{8}\ m.s^{-1}$
تسارع الجاذبية الأرضية	$g=9,80665\ m.s^{-2}$
ثابت فاراداي	$F=96485\ C.mol^{-1}$
ثابت الغازات المثالية	$R=8,3145121\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ $R=1,987\ cal.K^{-1}.mol^{-1}$ $R=0,082\ l.atm.K^{-1}.mol^{-1}$
ثابت بولتزمان	$K=1,3806628x10^{-23}\ j.K^{-1}$
ثابت فاراداي	$F=96485,3365\ C.mol^{-1}$
عدد أفوغادرو	$N_A=6,02213729x10^{23}\ mol^{-1}$
شحنة الإلكترون	$e=1,6021773x10^{-19}\ C$
ثابت بلانك	$h=6,62607693x10^{-34}\ J.s$
واحدة الكتلة الذرية	$uma=1,6605656x10^{-27}\ kg$
كتلة الإلكترون	$m_e=9,109390x10^{-31}\ kg$ $=5,48580.10^{-4}\ uma$
كتلة البروتون	$m_p=1,672623x10^{-27}\ kg$ $=1,00728\ uma$
كتلة النترون	$m_n=1,67492928x10^{-27}\ kg$ $=1,00866\ uma$
نصف قطر بور	$a_0=0,5291772108\ A°$
ثابت ريدبرغ	$R=1,097373x10^{7}\ m^{-1}$

Scanné avec CamScanner

الملحق 3

وحدات مهمة

الكمية	النظام الدولي SI		النظام المتري cgs	
	وحدة القياس	رمز الوحدة	وحدة القياس	رمز الوحدة
الطول	متر Mètre	m	سنتيمتر Centimètre	Cm
الكتلة	كيلوغرام Kilogramme	Kg	غرام Gramme	g
الزمن	ثانية Seconde	s	ثانية Seconde	s
القوة	نيوتن Newton	$N=kgms^{-2}$	داين Dyne	Dyne
الطاقة	جول Joule	$J= kgm^2s^{-2}$	إرغة Erga	erg
القدرة	واط Watt	$W= kgm^2s^{-3}$		
كمية المادة	مول Mole	mole		
شدة التيار	أمبير Ampère	A		
الضغط	باسكال Pascal	$Pa= kgm^{-1}s^{-2}$		

Scanné avec CamScanner

الملحق 4
وحدات القياس

اللاحقة الأمامية	رمز اللاحقة	المعنى
Femto فمتو	f	10^{-15}
Pico بيكو	p	10^{-12}
Nano نانو	n	10^{-9}
Micro ميكرو	μ	10^{-6}
Milli ميلي	m	10^{-3}
Centi سنتي	c	10^{-2}
Déci ديسي	d	10^{-1}
Kilo كيلو	k	10^{3}
Méga ميغا	M	10^{6}
Giga جيغا	G	10^{9}
Téra تترا	T	10^{12}

Scanné avec CamScanner

الملحق 5

تحويلات مهمة

درجة الحرارة	$1K=1C^{\circ}+273,16$
الضغط	1atm=760 mmHg =760 torr $1,01325x10^{5}$ Pa
الحجم	$1l=10^{3}$ cm^{3} =1000 ml
القوة	$1N=10^{5}$ dyne
الطاقة	$1J=10^{7}$ erg 1cal=4,18 J
الزمن	1an=365,25 jours 1jour=24 heures (h) 1heure=60 minutes (min) 1minute=60 secondes (s)

Scanné avec CamScanner

المراجـــع

المراجع باللغة العربية

رمضاني عائشة، بودحري مليكة، "**بنية المادة**".

"**الكيمياء العامة**". المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج. المملكة العربية السعودية.

المراجع باللغة الفرنسية

P. W. Atkins, "**Eléments de Chimie Physique**". De Boeck Université.

E. Bardez, "**Exercices et Problèmes. Chimie Générale**". Dunod, 2009.

R. Benazouz, "**Annales de Structure de la Matière**". La sarl le caméléon print, 2011.

J-C. G. Bunzli, Dr Mer A-S Chauvin, "**Chimie Générale I pour sciences de la vie**". Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

R. Didier, "**Chimie Générale**" 4eme édition, Editions J.B.Baillière, Paris 1981.

M. Evain, "**Architecture Moléculaire**". Faculté des sciences et des techniques a Nantes, Université de Nantes, 2006.

A. Gedeon, A. de Kozak, "**Chimie Générale, support de cours**". Université Pierre-et-Marie-Curie, Faculté de Médecine, 2007.

J. Golebiowski, "**Chimie Générale**" (Note de cours). Université de Nice.

Scanné avec CamScanner

M. Guimont, "**Structure de la Matière, Atomes, Liaisons Chimiques et Cristallographie**". Belin, 2003.

H.Halaimia, "**Cours de Chimie Générale et Minérale**". Université Badji Mokhtar, Annaba, Faculté de Médecine.

J. Le Coarer, "**Chimie, Le Minimum à Savoir**". Nouvelle edition, EDP Sciences, 2003.

D. Magloire, "**Physique et Chimie**". Dunod.

G. Montel, A. Lattes, "**Introduction à la Chimie Structurale**" Editions Dunod, 1968.

G. Pannetier, "**Chimie Physique Générale : Atomistique, Liaison Chimique et Structure Moléculaire**" 3eme édition, Masson et Cie, Editeurs Paris, 1969.

M. Séguin, "**Physique XXI Volume C**" (Note de cours). Steven

A. Sevin, C. Dézarnaud-Dandine, "**Liaisons Chimiques, Structure et Réactivité**", Dunod, 2006.

S. Zumdahl, "**Chimie Générale**". De Boeck Université.M. F.

باللغة الإنجليزية

P. W Atkins, J. A. Beran. "**General Chemistry**" second edition, updated version.

R. Chang, "**Chemistry**" eighteen edition, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 2005.

S. K. Khanna, N. K. Verma, B. Kapila, "**Objective Questions in Chemistry for Compatetive Examinations**" Published by: Golden Bells, New Delhi 110002, Revised edition, 2007.

J. E. Mc Murry, R. C. Fay, "**Chemistry**" fifth edition, Printed in India by Sanat Printer, New Delhi.

A. Rauk, "**Orbital Interaction Theory of Organic Chemistry**" **Second Edition**. 2000.

Scanné avec CamScanner

J. L. Rosenberg, L. M. Epstein, "**College Chemistry**" (Based on Schaum's Outline of College Chemistry).

J. L. Rosenberg, L. M. Epstein. "***Schaum's Outline of* Theory and Problems of College Chemistry**" Eighth Edition.

N. Schlager, J. Knight, "**Science of Everyday Things**" Volume 1: Real-Life Chemistry. Gale Group, 2001.

N. Smith, C. Pierce, "**Solving General Chemistry Problems**" Fifth Edition. W. H. Freeman and Company.

مواقع الانترنت

http://personnel.univ-reunion.fr/briere
http://www.let.jussieu.fr/
http://stsmsth.blogspot.com/p/chimie-s1.html
http://www.molecules.org
http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/vyhledav/varianty/anglick2.html
http://www.webelements.com
http://www.chem.msu.su/eng
http://www.orbitals.com/orb/index.html
http://www.aip.org/history/

Scanné avec CamScanner

فهرس الكتاب

مقدمة..... 3

الفصل الأول

عموميات ومفاهيم أساسية

ملخص عن الدرس..... 7

1. مقدمة 7

2. المادة والطاقة..... 7

1.2. الأجسام المادية 7

1.1.2. تصنيف الأجسام المادية..... 7

2.1.2. تحولات المادة 8

3.1.2. حالات المادة 8

2.2. الطاقة..... 8

3.2. التحول: كتلة–طاقة 9

3. القوانين الكتلية..... 9

1.3. قانون انحفاظ الكتلة والطاقة: قانون لافوازييه..... 9

2.3. قانون النسب الثابتة: قانون بروست..... 10

3.3. قانون الأعداد المكافئة (المكافئات): قانون ريشتر..... 10

4.3. قانون النسب المضاعفة (المضاعفات): قانون دالتون..... 10

5.3. قانون أفوغادرو..... 10

4. الذرة والجزيء ومفهوم العنصر..... 12

5. الصيغ الكيميائية 13

نصوص تمارين الفصل الأول مع الحلول المقترحة..... 15

Scanné avec CamScanner

الفصل الثاني

البنية الذرية والنشاط الإشعاعي

ملخص عن الدرس 41

1. مقدمة 41

2. اكتشاف الإلكترون 41

1.2. تجربة بلوكر وكروكس: الأشعة المهبطية 41

2.2. تجربة ج ج تومسون: قياس الشحنة النوعية للإلكترون 42

3.2. تجربة ميليكان: قياس شحنة الإلكترون 43

3. اكتشاف النواة 45

1.3. تجربة غولدشتاين: الأشعة القنوية 45

2.3. تجربة جيجر ومارسدن: اكتشاف النواة 46

3.3. تجربة روذرفورد: اكتشاف البروتون 46

4.3. تجربة شادويك: اكتشاف النترون 47

4. النظائر 48

5. تعيين الكتلة الذرية 48

1.5. مطياف دامبستر الكتلي 49

2.5. مطياف بانبريدج الكتلي 50

6. النشاط الإشعاعي 51

1.6. النشاط الإشعاعي الطبيعي 51

2.6. طبيعة الإشعاع 51

1.2.6. إشعاعات α 52

2.2.6. إشعاعات β 52

3.2.6. إشعاعات γ 52

3.6. العائلات الإشعاعية 53

أ. عائلة اليورانيوم 53

Scanné avec CamScanner

ب. عائلة الأكتنيوم 53
ت. عائلة الثوريوم 53
ث. عائلة النبتونيوم 54
4.6. قوانين النشاط الإشعاعي..... 54
1.4.6. قوانين التفكك (التهافت) الإشعاعي..... 54
2.4.6. الفعالية الإشعاعية 55
3.4.6. دور النشاط الإشعاعي (زمن نصف العمر) 55
5.6. الإشعاعات الاصطناعية..... 56
• النقص الكتلي وطاقة الربط..... 56
نصوص تمارين الفصل الثاني مع الحلول المقترحة 57

الفصل الثالث

النماذج التقليدية للذرة

ملخص عن الدرس..... 127
1. مقدمة..... 127
• دراسة تجريبية لذرة الهيدروجين..... 127
2. الطيف الضوئي..... 129
• خواص الإشعاعات الكهرومغناطيسية..... 129
1.2. الخواص الموجية للإشعاعات الكهرومغناطيسية..... 129
2.2. الخواص الجسمية للإشعاعات الكهرومغناطيسية 130
• فرضية دوبروي 131
3. التأثير (الفعل) الكهروضوئي..... 132
4. الطيف المرئي لذرة الهيدروجين..... 133
5. النموذج الذري لبور..... 135
1.5. فرضيات بور 135

Scanné avec CamScanner

2.5. حساب نصف قطر مدارات بور..... 136
3.5. حساب طاقة الإلكترون..... 137
4.5. تطبيق نظرية بور على أشباه الهيدروجين..... 140
نصوص تمارين الفصل الثالث مع الحلول المقترحة..... 141

الفصل الرابع

النماذج المرتكزة على الميكانيك الموجي

ملخص عن الدرس..... 171
1. النموذج الموجي للذرة ومعادلة شرودنغر..... 171
1.1. تطبيق معادلة شرودنغر على ذرة الهيدروجين 171
2.1. الخصائص الجسمية والموجية للدقائق الصغيرة..... 173
1.2.1. أمواج دو بروي..... 173
2.2.1. مبدأ الإرتياب لهايزنبرغ 174
3.2.1. أثر كومتون..... 174
2. الأفلاك الذرية والأعداد الكمية..... 175
- شكل الأفلاك الذرية..... 177
- طاقة المدارات..... 178
3. البنية الإلكترونية للذرة..... 179
1.3. مبدأ الاستبعاد لباولي..... 179
2.3. مبدأ الاستقرار..... 179
3.3. قاعدة هوند 179
4.3. قاعدة كلايشكوفسكي..... 180
4. النشاط الكيميائي والترتيب الإلكتروني..... 180
- البنية الإلكترونية لبعض الغازات الخاملة..... 181
- حالات خاصة..... 181
نصوص تمارين الفصل الرابع مع الحلول المقترحة..... 183

Scanné avec CamScanner

الفصل الخامس
جدول التصنيف الدوري للعناصر

ملخص عن الدرس..... 201
1. مقدمة..... 201
2. اكتشاف القانون الدوري وجدول مندلييف..... 201
3. جدول التصنيف الدوري الحديث 202
1.3. المجموعات..... 202
1.1.3. المجموعات الطويلة (الرئيسية)..... 202
2.1.3. المجموعات القصيرة (الثانوية)..... 202
2.3. الأدوار 204
4. دورية البنية الإلكترونية..... 204
5. دورية خواص العناصر في الجدول الدوري..... 205
1.5. دورية نصف القطر الذري..... 206
- نصف القطر الشاردي..... 206
2.5. دورية طاقة التأين..... 206
3.5. دورية الألفة الإلكترونية..... 207
4.5. دورية الكهروسلبية..... 207
5.5. الصفة المعدنية..... 208
1.5.5. المعادن..... 208
2.5.5. أشباه المعادن..... 208
3.5.5. اللامعادن..... 208
نصوص تمارين الفصل الخامس مع الحلول المقترحة..... 209

Scanné avec CamScanner

الفصل السادس

الرابطة الكيميائية

ملخص عن الدرس..... 243
1. مقدمة..... 243
2. تصنيف الروابط..... 243
1.2. الروابط القوية 243
1.1.2. الروابط الأيونية..... 243
2.1.2. الرابطة التساهمية..... 244
3.1.2. الرابطة المعدنية..... 244
2.2. الروابط الضعيفة 245
1.2.2. الرابطة الهيدروجينية..... 245
2.2.2. رابطة Van Der Waals 245
3. تمثيل لويس 245
4. عزم ثنائي القطب..... 246
- مفهوم الصفة الشاردية للرابطة المستقطبة..... 247
- العزم الكلي للجزيء 248
5. الرنين (الميزومرية) 249
6. قاعدة الثمانية..... 249
7. التهجين..... 250
1.7. التهجين القطري sp 250
2.7. التهجين المثلثي sp^2 251
3.7. التهجين الرباعي sp^3 251
4.7. التهجين sp^3d 252
5.7. التهجين sp^3d^2 253
8. قواعد تنافر أزواج الكترونات مدارات التكافؤ VSEPR..... 254
9. نظرية الأفلاك الجزيئية: نظرية الجمع الخطي للأفلاك الذرية CLOA . 256
نصوص تمارين الفصل السادس مع الحلول المقترحة..... 257

Scanné avec CamScanner

الملاحق

الملحق 1: جدول التصنيف الدوري للعناصر..... 307
الملحق 2: القيم الدقيقة لبعض الثوابت المهمة..... 308
الملحق 3: وحدات مهمة 309
الملحق 4: وحدات القياس..... 310
الملحق 5: تحويلات مهمة..... 311
قائمة المراجع المستعملة..... 313
فهرس الكتاب..... 317

Scanné avec CamScanner