المادّة وتحوّلاتها — الوحدة 01

بنية وهندسة أفراد بعض الأنواع الكيميائية

ملخّص الدرس · سلسلة التمارين · الحلول المفصّلة مع التوجيهات

الأستاذ تبيب حكيم

السنة الأولى ثانوي — جذع مشترك علوم وتكنولوجيا

فهرس

المحتويات

الجزء الأول	**ملخّص الدرس** الفرد والنوع الكيميائي، بنية الذرّة، العنصر ونظائره، الجدول الدوري، لويس، جيلسبي وكرام	3
الجزء الثاني	**سلسلة التمارين** أربعة عشر تمرينا مدرّجا + ستّة تمارين تطبيقية	12
الجزء الثالث	**الحلول المفصّلة** حلّ كلّ تمرين مسبوقا بتوجيه منهجي، مع التنبيه إلى الأخطاء الشائعة	21
	تابعوا الأستاذ الموقع وقنوات التواصل	37

كيف تستعمل هذا الكتيّب ؟

1. اقرأ **الملخّص** واحفظ العلاقات المؤطّرة وجدول جيلسبي.
2. أنجز **التمارين بنفسك** على كرّاسك قبل النظر في الحلول، ولو أخطأت.
3. عند التصحيح اقرأ أوّلا **التوجيه المنهجي** : هو الطريقة التي تصلح لكلّ التمارين المشابهة.
4. راجع خاصّة إطارات «**انتبه : خطأ شائع**» : أغلب النقاط الضائعة في الفروض تأتي منها.

الجزء الأول

ملخّص الدرس

كلّ ما يجب فهمه وحفظه في الوحدة، مركّزا في صفحات

1. الفرد الكيميائي والنوع الكيميائي

	الفرد الكيميائي	النوع الكيميائي
التعريف	دقيقة **مجهرية** (ذرّة، جزيء، شاردة) لا نتعامل معها بحواسنا	مجموعة كبيرة من الأفراد الكيميائية **المتماثلة**، نتعامل معها **عيانيا**
أمثلة	جزيء ماء H_2O، ذرّة حديد **Fe**، شاردة Na^+	الماء، مسمار حديد، ملح الطعام **NaCl**

لكلّ نوع كيميائي **خصائص فيزيائية** تميّزه (درجة الغليان، درجة الانصهار، الكتلة الحجمية **ρ**، الكثافة، اللون، الرائحة...) و**خصائص كيميائية** (نشاطه مع الأنواع الأخرى).

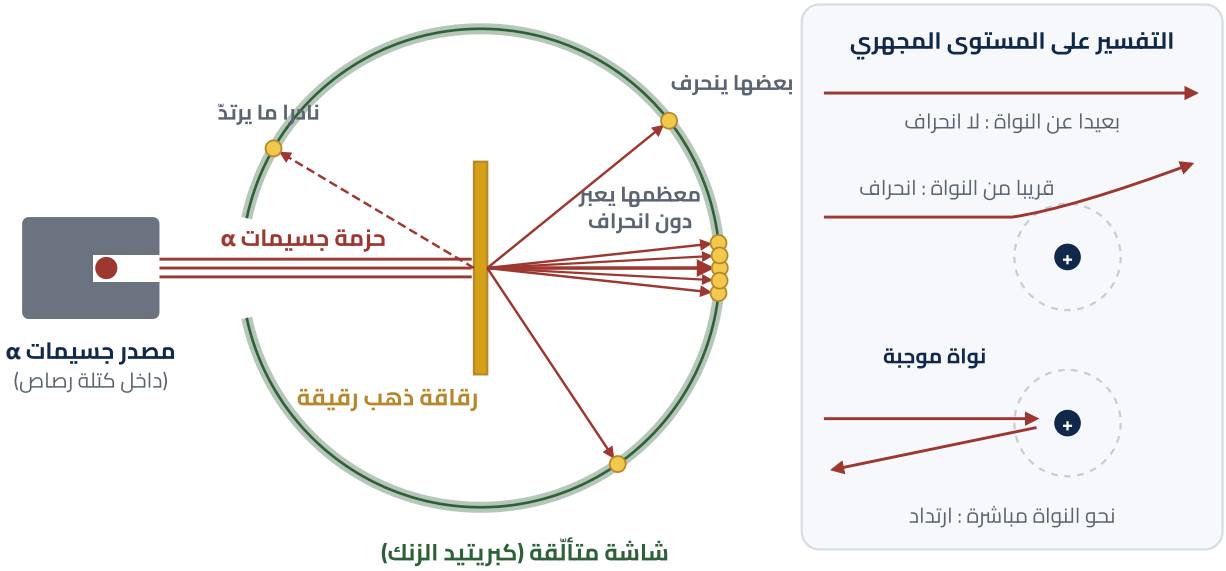
الكشف عن بعض الأنواع والأفراد الكيميائية

ما نكشف عنه	الكاشف	النتيجة المميّزة
الماء	كبريتات النحاس اللامائية $CuSO_4$	يتحوّل لونها من **الأبيض إلى الأزرق**
الغلوكوز	محلول فهلنغ + تسخين	راسب **أحمر آجوري**
النشاء	ماء اليود	لون **أزرق بنفسجي**
غاز CO_2	رائق الكلس	يتعكّر رائق الكلس
شوارد الكلور Cl^-	نترات الفضّة $AgNO_3$	راسب **أبيض** $AgCl$ يسودّ في الضوء
شوارد الكبريتات SO_4^{2-}	كلور الباريوم $BaCl_2$	راسب **أبيض** $BaSO_4$
شوارد Fe^{2+}	محلول الصودا $NaOH$	راسب **أخضر** هلامي $Fe(OH)_2$
شوارد Fe^{3+}		راسب **بنّي محمرّ** (لون الصدأ) $Fe(OH)_3$
شوارد Cu^{2+}		راسب **أزرق** $Cu(OH)_2$
شوارد Zn^{2+}		راسب **أبيض** هلامي $Zn(OH)_2$
طبيعة المحلول	ورق **pH** أو جهاز **pH**-متر أو أزرق البروموتيمول	**pH < 7** حمضي (BBT **أصفر**) · **pH = 7** معتدل (**أخضر**) · **pH > 7** أساسي (**أزرق**)

2. بنية الذرّة

تطوّر النموذج الذرّي

العالِم	السنة	النموذج
الإغريق (ديموقريطس)	—	المادّة من دقائق «لا تنقسم» : *Atomos*
دالتون	**1808**	الذرّات كريات صغيرة مصمتة لا تنقسم أثناء التفاعلات الكيميائية
طومسون	**1904**	كرة موجبة الشحنة مرصّعة بإلكترونات سالبة
رذرفورد	**1911**	نواة مركزية موجبة صغيرة جدًّا تتركّز فيها الكتلة، تدور حولها إلكترونات، وبينهما **فراغ** كبير
بوهر	**1913**	الإلكترونات تدور حول النواة في **مدارات محدّدة** (طبقات)



تجربة رذرفورد (1911) : قذف رقاقة ذهب رقيقة بجسيمات ألفا الموجبة، وتسجيل مواضع وصولها على شاشة متألّقة

تجربة رذرفورد : ماذا نستنتج ؟

- معظم جسيمات ألفا تعبر رقاقة الذهب دون انحراف ← الذرّة فراغ في معظمها.
- قليل منها ينحرف أو يرتدّ ← يوجد في مركز الذرّة جزء صغير جدّا **موجب الشحنة** ثقيل : **النواة**.

مكوّنات الذرّة

يُرمز لنواة ذرّة العنصر **X** بالرمز ${}^{A}_{Z}X$ حيث :

- **Z** : **العدد الذرّي** (العدد الشحني) = عدد **البروتونات** في النواة = عدد الإلكترونات في الذرّة المتعادلة.
- **A** : **العدد الكتلي** = عدد **النوكليونات** (بروتونات + نيترونات).
- **N** : عدد النيترونات، ويُحسب بالعلاقة :

$$A = Z + N \Longrightarrow N = A - Z$$

مثال : نواة الكلور ${}^{35}_{17}Cl$ فيها **17** بروتونا و**18 = 17 – 35** نيترونا، وذرّتها فيها **17** إلكترونا.

الجسيم	الكتلة (kg)	الشحنة (C)
البروتون ${}^{1}_{1}p$	$1,673\times10^{-27}$	$+e = +1,6\times10^{-19}$
النيترون ${}^{1}_{0}n$	$1,675\times10^{-27}$	0
الإلكترون ${}^{0}_{-1}e$	$9,11\times10^{-31}$	$-e = -1,6\times10^{-19}$

العلاقات الأساسية (تُحفظ)

كتلة الذرّة ≈ كتلة النواة (كتلة الإلكترونات مهملة) :	$m_{atome} \approx A \times m_p$
العدد الكتلي انطلاقا من كتلة النواة :	$A = m_{noyau} / m_p$
شحنة النواة :	$q_{noyau} = Z \times e$
شحنة السحابة الإلكترونية :	$q_{nuage} = -Z \times e$
عدد الذرّات في عيّنة كتلتها m :	$N_{atomes} = m / m_{atome}$

الذرّة متعادلة كهربائيا لأنّ $q_{noyau} + q_{nuage} = Ze - Ze = 0$.

وحدة الكتل الذرّية : $1\ u = 1{,}66\times10^{-27}\ kg$، وهي تقريبا كتلة نوكليون واحد. **الأبعاد :** نصف قطر الذرّة $\approx 100\ pm = 1\times10^{-10}\ m$ ونصف قطر النواة $\approx 1\ fm = 1\times10^{-15}\ m$، إذن $R_{atome} / R_{noyau} \approx 10^5$: معظم حجم الذرّة فراغ.

التوزيع الإلكتروني

رقم الطبقة n	اسمها	أقصى عدد من الإلكترونات $2n^2$
1	K	2
2	L	8
3	M	18 (لكن نكتفي بـ 8 في برنامجنا : $Z \leq 18$)

تملأ الإلكترونات الطبقات **بالترتيب** : K ثمّ L ثمّ M، ولا نبدأ طبقة إلّا بعد تشبّع التي قبلها. أمثلة : $H : K^1$ · $C : K^2L^4$ · $Na : K^2L^8M^1$ · $Cl : K^2L^8M^7$. **الطبقة الأخيرة** (الخارجية) هي التي تحدّد السلوك الكيميائي للذرّة.

3. العنصر الكيميائي ونظائره

التعريفات

- **العنصر الكيميائي** : مجموع الأفراد (ذرّات أو شوارد) التي لها **نفس العدد الذرّي Z**. له رمز : حرف لاتيني كبير (C) يُتبع أحيانا بحرف صغير (Cl، Ca، Cu).
- **انحفاظ العنصر** : خلال التحوّلات الكيميائية لا تتغيّر النواة، إذن **يبقى العنصر محفوظا**. مثال دورة النحاس : $Cu \rightarrow Cu^{2+} \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu^{2+} \rightarrow Cu$.
- **النظائر** : ذرّات لها **نفس Z و A مختلف** (أي تختلف في عدد النيترونات فقط)، ولها نفس الخصائص الكيميائية. مثال : $^{12}_{6}C$ و $^{13}_{6}C$ و $^{14}_{6}C$.

الكتلة الذرّية المتوسّطة لعنصر له نظائر نسبها المئوية $x_1, x_2, \ldots$:

$$M = (A_1\,x_1 + A_2\,x_2 + \ldots) / 100$$

M بوحدة الكتل الذرّية u، وA_i العدد الكتلي لكلّ نظير.

مثال : الكلور فيه 75 % من $^{35}_{17}Cl$ و25 % من $^{37}_{17}Cl$: $M = (35 \times 75 + 37 \times 25) / 100 = 35{,}5\ u$.

انتبه

مجموع النسب المئوية = 100 %. إذا أُعطيت نسبتا نظيرين من ثلاثة، فنسبة الثالث هي الباقي.

4. قاعدتا الثنائية والثمانية — الشوارد

- **قاعدة الثنائية** (للعناصر القريبة من الهيليوم : H, Li, Be, B) : تسعى الذرّة لأن تكون طبقتها الخارجية K^2 مثل الهيليوم.

$Li : K^2L^1 \rightarrow Li^+ : K^2$

- **قاعدة الثمانية** : تسعى الذرّة لأن تحمل طبقتها الخارجية 8 **إلكترونات** مثل أقرب غاز خامل :

— 1, 2, 3 إلكترونات خارجية ← **تفقدها** : شاردة موجبة. $Mg : K^2L^8M^2 \rightarrow Mg^{2+} : K^2L^8$

— 5, 6, 7 إلكترونات خارجية ← **تكتسب** 3, 2, 1 : شاردة سالبة. $O : K^2L^6 \rightarrow O^{2-} : K^2L^8$

	الشاردة الموجبة X^{n+}	الشاردة السالبة X^{n-}
المعادلة	$X \rightarrow X^{n+} + n\,e^-$	$X + n\,e^- \rightarrow X^{n-}$
الشحنة	$q = +n\,e$	$q = -n\,e$
عدد الإلكترونات	$Z - n$	$Z + n$

الشاردة المركّبة : مجموعة ذرّات تحمل شحنة، مثل NH_4^+، H_3O^+، NO_3^-، SO_4^{2-}. ويتكوّن **المركّب الشاردي** من شوارد موجبة وسالبة بحيث يكون متعادلا : $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$ ؛ $Mg^{2+} + 2\,Cl^- \rightarrow MgCl_2$.

5. الجدول الدوري المبسّط

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1 **H** K^1							2 **He** K^2
2	3 **Li** K^2L^1	4 **Be** K^2L^2	5 **B** K^2L^3	6 **C** K^2L^4	7 **N** K^2L^5	8 **O** K^2L^6	9 **F** K^2L^7	10 **Ne** K^2L^8
3	11 **Na** $K^2L^8M^1$	12 **Mg** $K^2L^8M^2$	13 **Al** $K^2L^8M^3$	14 **Si** $K^2L^8M^4$	15 **P** $K^2L^8M^5$	16 **S** $K^2L^8M^6$	17 **Cl** $K^2L^8M^7$	18 **Ar** $K^2L^8M^8$

- العناصر مرتّبة حسب **Z المتزايد**.
- **رقم السطر** = عدد الطبقات المشغولة ؛ **رقم العمود** = عدد إلكترونات الطبقة الخارجية.
- عناصر العمود الواحد تشكّل **عائلة كيميائية** لها خصائص كيميائية متشابهة.

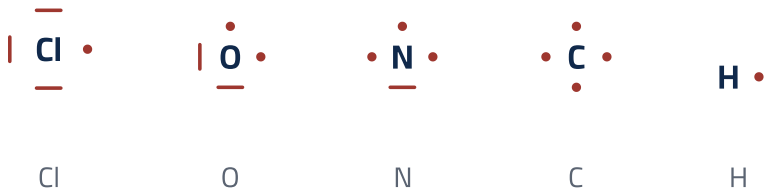
العمود	العائلة	أهمّ خصائصها
I	القلائيات (**Li**، **Na**...)	معادن نشطة جدًا، لا توجد حرّة في الطبيعة، تعطي شوارد X^+ (الهيدروجين في العمود I لكنّه ليس من القلائيات)
II	القلائيات الترابية (**Be**، **Mg**، ...)	تتفاعل مع الأحماض محرّرة غاز H_2، تعطي X^{2+}
III	العناصر الترابية (**B**، **Al**)	توجد في شكل مركّبات، تعطي X^{3+}
VII	الهالوجينات (**F**، **Cl**...)	سامّة ونشطة، جزيئاتها ثنائية الذرّة Cl_2، تعطي X^-
VIII	الغازات الخاملة (**He**، **Ne**، **Ar**)	طبقتها الخارجية مشبعة ← **خاملة** كيميائيا، أفرادها ذرّات منفردة

الكهروسلبية

هي قدرة الذرّة على **جذب** إلكترونات الرابطة نحوها (الميل لاكتساب الإلكترونات). في الجدول الدوري **تزداد من اليسار إلى اليمين** في السطر، و**تزداد من الأسفل إلى الأعلى** في العمود (الغازات الخاملة مستثناة). أكثر العناصر كهروسلبية : **F** ثمّ **O**.

6. بنية الجزيئات : نموذج لويس

تمثيل لويس للذرّة : نكتب رمز العنصر ونحيطه بإلكترونات طبقته الخارجية : **النقطة** إلكترون عازب (فردي)، **والخطّ** زوج إلكتروني (ثنائية).



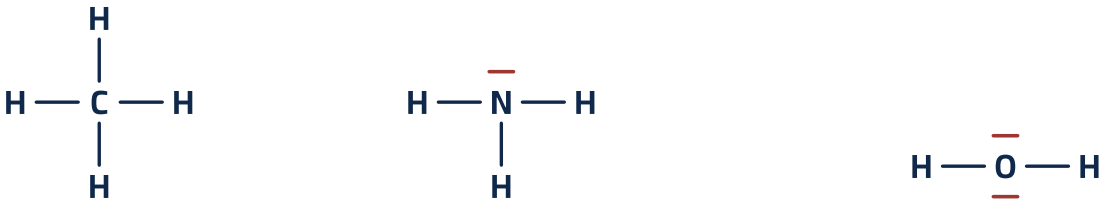
Cl O N C H

التكافؤ

تكافؤ العنصر = عدد إلكتروناته العازبة = عدد الروابط التي تشكّلها ذرّته : **H : 1 · C : 4 · N : 3 · O : 2 · Cl : 1**.

للعناصر **5, 6, 7** إلكترونات خارجية : **التكافؤ** = **8** − **رقم العمود** ؛ ولـ**1, 2, 3, 4** : التكافؤ = رقم العمود.

- **الرابطة التكافؤية** : مشاركة إلكترونية بين ذرّتين، تقدّم فيها كلّ ذرّة إلكترونا مقابل كلّ زوج مشترك. تكون **أحادية** (−، زوج مشترك واحد) أو **ثنائية** (=، زوجان) أو **ثلاثية** (≡، ثلاثة أزواج).
- في الجزيء نميّز **الثنائيات الرابطة** (المشتركة) **والثنائيات غير الرابطة** (الحرّة).
- **الجزيء البسيط** من عنصر واحد (**H_2**، **O_2**، **N_2**) **والجزيء المركّب** من عناصر مختلفة (**H_2O**، **CO_2**).



H_2O : ثنائيتان رابطتان وثنائيتان غير رابطتين

NH_3 : ثلاث ثنائيات رابطة وثنائية غير رابطة

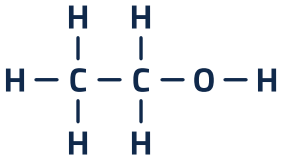
CH_4 : أربع ثنائيات رابطة

CO_2 : روابط ثنائية

N_2 : رابطة ثلاثية

طريقة إنجاز تمثيل لويس لجزيء

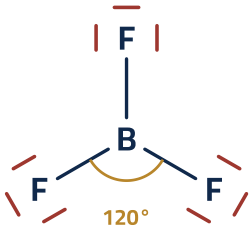
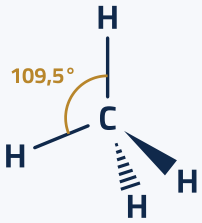
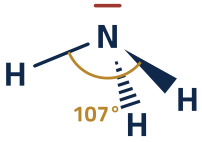
1. نكتب التوزيع الإلكتروني لكلّ ذرّة ونستنتج **تكافؤها** وعدد ثنائياتها غير الرابطة.
2. نضع في المركز الذرّة ذات **أكبر تكافؤ** (لا تكون **H** مركزية أبدا).
3. نربط الذرّات بحيث تشكّل كلّ ذرّة عددا من الروابط يساوي تكافؤها.
4. نضيف الثنائيات غير الرابطة، ونتحقّق : كلّ ذرّة تحقّق الثمانية (أو الثنائية لـ**H**).

الصيغة	ماذا تبيّن ؟	مثال : الإيثانول
المجملة	نوع الذرّات وعددها فقط	C_2H_6O
المفصّلة (المنشورة)	كلّ الروابط بين الذرّات (تمثيل لويس دون الثنائيات غير الرابطة)	
نصف المفصّلة	تجمع ذرّات الهيدروجين مع الذرّة المرتبطة بها	$CH_3–CH_2–OH$

المتماكبات : أنواع كيميائية لها **نفس الصيغة المجملة وصيغ مفصّلة مختلفة**، فخصائصها مختلفة. مثال : C_2H_6O هي الإيثانول $CH_3–CH_2–OH$ وثنائي ميثيل الإيثر $CH_3–O–CH_3$.

7. هندسة الجزيئات : نموذج جيلسبي وتمثيل كرام

نموذج جيلسبي : الأزواج الإلكترونية المحيطة بالذرّة المركزية (رابطة وغير رابطة) **تتنافر** فتبتعد عن بعضها أكبر ما يمكن. نكتب **الصيغة الرمزية** AX_nE_m : A الذرّة المركزية، X الذرّات المرتبطة بها، n عدد الذرّات المرتبطة بها (الرابطة الثنائية أو الثلاثية تُحسب **مرّة واحدة**)، m عدد الأزواج غير الرابطة للذرّة المركزية.

الصيغة الرمزية	n	m	الشكل الهندسي	مثال	تمثيل كرام
AX_2	2	0	خطّي 180°	CO_2، $BeCl_2$	
AX_3	3	0	مثلّثي مستوٍ 120°	BF_3، CH_2O	
AX_4	4	0	رباعي الوجوه 109,5°	CH_4، CCl_4	
AX_3E_1	3	1	هرمي (هرم ثلاثي القاعدة) 107°	NH_3، PCl_3	
AX_2E_2	2	2	زاوي (مرفقي) 104,5°	H_2O، H_2S	

اصطلاحات تمثيل كرام

خطّ عادي : رابطة **في** مستوى الورقة

مثلّث مملوء : رابطة **أمام** مستوى الورقة (نحو القارئ)

مثلّث مهشّر (متقطّع) : رابطة **خلف** مستوى الورقة

8. استقطاب الروابط والجزيئات

- إذا ارتبطت ذرّتان مختلفتان في الكهروسلبية، تنجذب إلكترونات الرابطة نحو الذرّة الأكثر كهروسلبية، فتحمل هذه الذرّة شحنة جزئية **$\delta-$** وتحمل الأخرى **$\delta+$** : **رابطة مستقطبة** (مثل **H–Cl**، **O–H**).
- يكون **الجزيء مستقطبا** إذا لم يتطابق مركز الشحن الموجبة مع مركز الشحن السالبة (مثل **H_2O**، **NH_3**، **HCl**). أمّا **CO_2** (خطّي) و **CH_4** و**CCl_4** (متناظرة) فهي **غير مستقطبة** رغم أنّ روابطها قد تكون مستقطبة.
- بين الجزيئات المستقطبة روابط **بين-جزيئية** ضعيفة تفسّر مثلا ارتفاع درجة غليان الماء، وذوبان الأنواع المستقطبة في الماء.

الجزء الثاني

سلسلة التمارين

من البسيط إلى المركّب — أنجزها قبل الاطّلاع على الحلول

معطيات مشتركة لكلّ التمارين (ما لم يُذكر غير ذلك)

$m_p = m_n = 1{,}67\times10^{-27}$ kg ؛ الشحنة العنصرية $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C ؛ تُهمل كتلة الإلكترونات أمام كتلة النواة.

التمرين 01 : الفرد والنوع الكيميائي — الكشف — بنية الذرّة

أوّلا : يُعطى الجدول التالي لبعض الأفراد والأنواع الكيميائية.

1. ما الفرق بين الفرد الكيميائي والنوع الكيميائي ؟
2. ضع العلامة **X** في الخانة المناسبة :

	الماء الأكسجيني H_2O_2	ملح الطعام NaCl	ذرّة حديد Fe	شاردة الكالسيوم Ca^{2+}	غاز الأوزون O_3	جزيء الماء الأكسجيني H_2O_2	قطعة ذهب Au
فرد كيميائي							
نوع كيميائي							

ثانيا : أجرينا الكشف عن بعض الأنواع والأفراد الكيميائية في ثلاثة محاليل شفّافة **A** و**B** و**C** فكانت النتائج :

المحلول	قيمة pH	ماء اليود	محلول الصودا	نترات الفضّة	فهلنغ + تسخين
A	7	لا يتأثّر	لا يتأثّر	لا يتأثّر	لا يتأثّر
B	9	أزرق بنفسجي	راسب أبيض هلامي	لا يتأثّر	لا يتأثّر
C	4	لا يتأثّر	راسب أخضر هلامي	راسب أبيض	راسب أحمر آجوري

1. حدّد طبيعة كلّ محلول (حمضي، معتدل، أساسي)، والأنواع والأفراد الكيميائية الموجودة فيه من بين : النشاء، الغلوكوز، Fe^{2+}، Cu^{2+}، Cl^-، Zn^{2+}.

2. ما الملاحظات المتوقّعة عند إضافة كاشف أزرق البروموتيمول إلى المحاليل الثلاثة ؟

3. ماذا يمكن أن يمثّل المحلول **A** ؟ علّل.

ثالثا : أكمل الفراغات :

تعني كلمة ذرّة باليونانية الشيء الذي لا ..... ، لكنّ تجربة ..... بيّنت أنّ للذرّة نواة مركزية مشحونة بشحنة ..... تحيط بها سحابة من ..... . تحتوي النواة على جسيمات تسمّى ..... عددها **A**، وهي نوعان : ..... عددها **N** و ..... عددها **Z**. يسمّى **Z** العدد ..... أو العدد ..... ، وهو الذي يميّز ..... . كتلة النوكليون أكبر بحوالي ..... مرّة من كتلة ..... ، لذلك كتلة الذرّة تساوي تقريبا كتلة ..... .

التمرين 02 : ذرّة الفضّة

ذرّة الفضّة رمزها **Ag**، تحتوي نواتها على **108** نوكليونات وتحمل شحنة $q = 7{,}52\times10^{-18}\ C$.

1. احسب عددها الذرّي **Z**، ثمّ عدد نيتروناتها.

2. أعط التمثيل الرمزي لنواتها.

3. استنتج شحنة السحابة الإلكترونية المحيطة بالنواة.

4. احسب كتلة ذرّة الفضّة (نعتبرها مساوية لكتلة نواتها).

5. ما عدد الذرّات الموجودة في عيّنة من الفضّة كتلتها $m = 20\ g$ ؟

التمرين 03 : اليورانيوم ونواتان مجهولتان

I- إليك رموز نوى بعض العناصر : $^{27}_{13}Al$ ؛ $^{4}_{2}He$ ؛ $^{238}_{92}U$ ؛ $^{12}_{6}C$.

1. ماذا يمثّل العددان **238** و**92** في رمز اليورانيوم ؟

2. حدّد مكوّنات نواة اليورانيوم.

3. احسب كتلة ذرّة اليورانيوم m_U.

II- لتكن النواتان $^{A_1}_{Z}X$ و$^{A_2}_{Z}X$ حيث : $A_1 + A_2 = 4Z + 2$ ؛ عدد نيترونات الثانية $N_2 = Z + 2$ ؛ شحنتها $q_2 = 9{,}6\times10^{-19}\ C$.

1. احسب العدد الذرّي **Z**.

2. احسب A_1 وA_2. ماذا تمثّل هاتان النواتان بالنسبة لبعضهما ؟

3. اكتب التوزيع الإلكتروني للعنصر **X**، ثمّ حدّد موقعه في الجدول الدوري وتكافؤه.

التمرين 04 : التوزيع الإلكتروني وتمثيل الجزيئات

1. أكمل الجدول :

الذرّة	$^{1}_{1}H$	$^{12}_{6}C$	$^{14}_{7}N$	$^{16}_{8}O$	$^{35}_{17}Cl$	$^{32}_{16}S$	$^{31}_{15}P$
التوزيع الإلكتروني							
رقم السطر							
رقم العمود							
التكافؤ							

2. أكمل الجدول (Mg : $Z = 12$) :

الجزيء	$MgCl_2$	CCl_4	NH_3	PCl_3	SCl_2
تمثيل لويس					
عدد الأزواج الرابطة للذرّة المركزية					
عدد الأزواج غير الرابطة للذرّة المركزية					
الصيغة AX_nE_m والشكل الهندسي					
تمثيل كرام					

التمرين 05 : الرصاص وعنصر مجهول

الجزء الأوّل : الرصاص عنصر رمزه Pb، في نواته 82 بروتونا، وكتلة نواته $m_{Pb} = 3{,}4402\times10^{-25}\ kg$.

1. احسب عدد نوكليونات هذه النواة واستنتج عدد نيتروناتها.
2. أوجد شحنة السحابة الإلكترونية المحيطة بهذه النواة.
3. احسب عدد الذرّات في قطعة رصاص كتلتها $m' = 0{,}1\ kg$.
4. للرصاص نظيران آخران : الأوّل يزيد عليه بنيترون ونسبة وجوده $22\ \%$، والثاني يزيد عليه بنيترونين ونسبة وجوده $54\ \%$. أوجد الكتلة الذرّية المتوسّطة للرصاص بوحدة u.

الجزء الثاني : نواة عنصر $^{A}_{Z}Y$ ؛ شاردته Y^{n-} شحنتها $q = -1{,}6\times10^{-19}\ C$، والنسبة بين شحنة النواة وشحنة الشاردة $q_Y / q(Y^{n-}) = -9$.

1. ماذا يمثّل n ؟ أوجد قيمته.
2. احسب شحنة النواة q_Y واستنتج العدد الذرّي.
3. أعط التوزيع الإلكتروني للذرّة، وحدّد موقعها في الجدول الدوري وعائلتها.

التمرين 06 : الإيريديوم ونظيراه

الجزء الأوّل : الإيريديوم **Ir** فلزّ انتقالي، في نواته **77** بروتونا، وكتلة نواته $m_{Ir} = 3,2231\times10^{-25}\ kg$.

1. احسب عدد نوكليونات هذه النواة، واستنتج عدد نيتروناتها، واكتب رمزها.
2. احسب شحنة نواة الإيريديوم q_{Ir}.
3. للإيريديوم نظير طبيعي آخر يقلّ عنه بنيترونين، والكتلة الذرّية المتوسّطة للإيريديوم $M = 192,26\ u$. أوجد النسبة المئوية لوجود كلّ نظير.

الجزء الثاني : شاردة العنصر **Y** رمزها Y^{n-} وشحنتها $q = -4,8\times10^{-19}\ C$، مع $q(Y^{n-}) / q_Y = -3/7$.

1. ماذا يمثّل **n** ؟ أوجد قيمته.
2. أوجد شحنة النواة q_Y واستنتج العدد الذرّي.
3. أعط التوزيع الإلكتروني للذرّة وحدّد موقعها في الجدول الدوري.

التمرين 07 : عنصران مجهولان

الجزء الأوّل : عنصر $^{A}_{Z}X$ رمز شاردته X^{3+}، وتربط شحنة نواته بشحنة شاردته العلاقة $q_{noyau} / q(X^{3+}) = 13/3$.

1. أوجد شحنة الشاردة واستنتج شحنة النواة.
2. أوجد العدد الذرّي **Z**.
3. كتلة ذرّة هذا العنصر $4,509\times10^{-26}\ kg$. أوجد العدد الكتلي **A**.
4. اكتب رمز النواة، وتعرّف على العنصر من بين : $^{27}_{13}Al$ ؛ $^{4}_{2}He$ ؛ $^{12}_{6}C$.
5. أعط توزيعه الإلكتروني وموقعه في الجدول الدوري.

الجزء الثاني : عنصر **X** يقع في تقاطع العمود **VI** مع السطر الثالث.

1. أعط توزيعه الإلكتروني.
2. ما الشاردة المتوقّعة ؟ علّل.
3. إذا كان عدد نيتروناته يساوي عدد بروتوناته، فاستنتج عدده الكتلي.
4. تعرّف على **X** من بين : **O** (8)، **S** (16)، **Si** (14)، **H** (1) — بين القوسين عدد البروتونات.
5. للعنصر **X** نظيران : الأوّل يزيد عليه بنيترون (**1 %**)، والثاني بنيترونين (**3 %**). احسب الكتلة الذرّية المتوسّطة.
6. يرتبط **X** مع ذرّتي هيدروجين مشكّلا الجزيء H_2X : أ) أعط تمثيل لويس. ب) أعط الصيغة الرمزية والشكل الهندسي حسب جيلسبي، ومثّله حسب كرام. ج) هل الجزيء مستقطب ؟ علّل.

التمرين 08 : الكلوروفورم

لتخدير الضفدع قبل تشريحه في مخبر العلوم الطبيعية يُستعمل «الكلوروفورم»، وهو مركّب عضوي يتكوّن من العناصر $^{A_1}_{Z_1}X_1$ و$^{A_2}_{Z_2}X_2$ و$^{1}_{1}H$.

1. ما المقصود بـ : العنصر الكيميائي ؛ الكهروسلبية ؟

2. كتلة نواة X_1 هي $20{,}04\times10^{-27}\ kg$، ويقع في تقاطع السطر الثاني والعمود الرابع.

2.1) احسب A_1. 2.2) استنتج Z_1 مع كتابة التوزيع الإلكتروني.

3. مجموع إلكترونات الذرّات الثلاث (X_1 وX_2 وH) هو 24.

3.1) حدّد Z_2 واكتب التوزيع الإلكتروني لـX_2. 3.2) استنتج موقعه في الجدول الدوري.

4. حدّد رمزي X_1 وX_2 من بين : $_{17}Cl$ ؛ $_{8}O$ ؛ $_{7}N$ ؛ $_{6}C$.

5. يحتوي جزيء الكلوروفورم على ثلاث ذرّات من X_2.

5.1) أعط تمثيل لويس لذرّتي X_1 وX_2. 5.2) استنتج الصيغة المجملة للجزيء وأنجز تمثيل لويس له.

5.3) اكتب صيغته الرمزية حسب جيلسبي وشكله الهندسي. 5.4) أعط تمثيل كرام.

التمرين 09 : السيليسيوم

السيليسيوم Si يقع في تقاطع السطر الثالث والعمود الرابع، يُصنّف من أشباه المعادن، صلب بلّوري هشّ رمادي البريق، **ضعيف النشاط الكيميائي** نسبيا.

1. قطعة سيليسيوم كتلتها $m = 2\ kg$ تحتوي على $N = 42{,}77\times10^{24}$ ذرّة.

1.1) ما معنى «ضعيف النشاط الكيميائي» ؟ 1.2) احسب كتلة ذرّة واحدة واستنتج العدد الكتلي A.

2. من معطيات النصّ استنتج العدد الذرّي Z للسيليسيوم.

3. تتّحد ذرّة Si مع ذرّتين من عنصر Y مشكّلة الجزيء SiY_2 ذا الصيغة الرمزية AX_2.

3.1) ما تكافؤ السيليسيوم ؟ 3.2) ما البنية الفراغية للجزيء ؟ 3.3) أعط تمثيل لويس للجزيء واستنتج تكافؤ Y.

4. شاردة Y رمزها Y^{n-}، ونواتها تحتوي على 8 بروتونات.

4.1) حدّد Z للعنصر Y وتعرّف عليه. 4.2) عيّن عدد إلكترونات الشاردة واحسب شحنتها.

التمرين 10 : الزجاج

الزجاج مادّة شفّافة وصلبة، يتكوّن أساسا من نوع كيميائي صيغته XO_2.

أوّلا : بنية ذرّة الأكسجين.

1. عرّف العنصر الكيميائي.

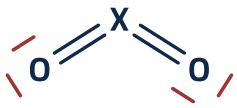
2. تكتسب ذرّة الأكسجين إلكترونين لتحقّق قاعدة الثمانية. أعط التوزيعين الإلكترونيين المحتملين لها مع الموقع الموافق لكلّ احتمال.

3. الأكسجين هو ثاني أكثر العناصر كهروسلبية في الجدول الدوري المبسّط. استنتج توزيعه الإلكتروني الصحيح، ثمّ احسب شحنة نواته.

4. كتلة نواة الأكسجين $m_0 = 26{,}72\times10^{-27}\ kg$. احسب عدده الكتلي.

5. أعط تمثيل لويس لذرّة الأكسجين وحدّد تكافؤه.

ثانيا : هندسة الجزيء XO_2. إليك نموذجين لتمثيل لويس لهذا الجزيء (تكافؤ **X** هو **4**) :



النموذج 2

النموذج 1

1. لماذا يُعتبر النموذجان صحيحين حسب لويس ؟

2. أعط صيغة جيلسبي AX_nE_m وحدّد الشكل الهندسي الحقيقي للجزيء.

3. من بين $_{12}Mg$; $_{14}Si$; $_{6}C$، ما العناصر التي يمكن أن تمثّل **X** ؟ علّل.

4. النوع XO_2 **لا يعكّر** رائق الكلس. ما رمز **X** ؟

التمرين 11 : جزيء آزوتي والهيدرازين

I- جزيء صيغته المجملة $C_nH_{2n+3}N$ يحتوي على **7** ذرّات.

1. استنتج صيغته المجملة.

2. أعط تمثيل لويس.

3. أعط الصيغة الرمزية حسب جيلسبي (حول الكربون ثمّ حول الآزوت) والشكل الهندسي.

4. أعط تمثيل كرام.

II- الهيدرازين N_2H_4 يُستعمل وقودا للصواريخ.

1. مثّله حسب لويس.

2. أعط الصيغة الرمزية لجيلسبي حول كلّ ذرّة آزوت والشكل الهندسي.

3. اكتب صيغته نصف المفصّلة.

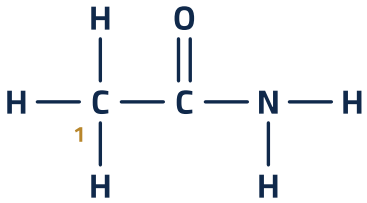
التمرين 12 : الأسيتاميد

الجزء الأوّل : الأسيتاميد مركّب عضوي يُستعمل في صناعة البلاستيك، صيغته المجملة من الشكل $C_nH_{2n+1}NO$، ويحتوي جزيئه على **9** ذرّات.

1. أوجد صيغته المجملة.

2. اكتب الصيغتين نصف المفصّلتين الممكنتين لهذه الصيغة المجملة.

3. نعتبر الجزيء الممثّل جانبه :



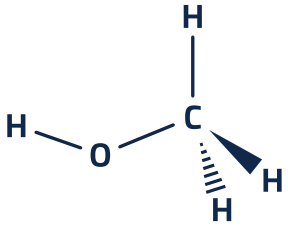
الكربون رقم 1 هو كربون المجموعة CH_3

أ) أعط تمثيل لويس. ب) باعتبار الكربون 1 ذرّة مركزية أعط الصيغة الرمزية لجيلسبي والشكل الهندسي. ج) أعط تمثيل كرام حول الكربون 1.

الجزء الثاني :

1. أعط تمثيل لويس والصيغة المفصّلة لكلّ من C_2H_2 وC_2H_7N.

2. إليك تمثيل كرام لجزيء كحول :



أ) ما مدلول الرابطة الممثّلة بمثلّث مملوء، والممثّلة بمثلّث مهشّر ؟ ب) ما اسم هذا الكحول وصيغته المجملة ؟ ج) هل هذا الجزيء مستقطب ؟ علّل. د) اذكر خاصّيتين للجزيئات المستقطبة.

التمرين 13 : الآزوت واليوريا

I- الآزوت (النيتروجين) **N** في نواته **7** نيترونات، ويقع في تقاطع السطر الثاني مع العمود **V**.

1. أوجد عدد بروتونات نواته، ثمّ اكتب رمزها.

2. احسب كتلة النواة، وشحنة السحابة الإلكترونية.

3. اكتب معادلة تشكّل شاردة الآزوت محدّدا الشاردة الناتجة.

4. قارن بين الآزوت والأكسجين من حيث الكهروسلبية.

5. للآزوت نظير طبيعي يزيد عليه بنيترون، نسبة وجوده **0,4 %**. احسب الكتلة الذرّية المتوسّطة للآزوت.

II- اليوريا صيغتها نصف المفصّلة $H_2N-CO-NH_2$.

1. اكتب صيغتها المجملة وصيغتها المفصّلة، وأعط مماكبا لها.

2. أنجز تمثيل لويس للجزيء.

3. باعتبار الكربون ذرّة مركزية، أعط الصيغة الرمزية لجيلسبي والشكل الهندسي، ثمّ تمثيل كرام.

III- لليمون حموضة عالية. ما الطرق التي تمكّننا من معرفة درجة حموضته (pH) ؟

التمرين 14 : التعرّف على ذرّات الأسيتاميد

الأسيتاميد صيغته من الشكل X_2Y_5ND. للتعرّف على الذرّات X وY وD نقوم بالدراسة التالية :

1. **العنصر X** : كتلة نواته $20,04\times10^{-27}\ kg$، و$A = 2Z$. أوجد عدد نوكليوناته، ثمّ Z وتوزيعه الإلكتروني، ثمّ موقعه ورمزه.
2. **العنصر Y** : له إلكترون واحد في طبقته الخارجية، وكتلته الذرّية 1 u. إلى أيّ عمود ينتمي ؟ أوجد رمز نواته.
3. **العنصر D** : شحنة نواته $12,8\times10^{-19}\ C$، وعدد بروتوناته يساوي عدد نيتروناته.

أ) أوجد Z وA ورمز العنصر.

ب) يوجد D في الطبيعة في شكل ثلاثة نظائر ${}^{A}_{Z}D$ (99,76 %) و${}^{A+1}_{Z}D$ (0,20 %) و${}^{A+2}_{Z}D$ (0,04 %). احسب الكتلة الذرّية المتوسّطة.

4. **العنصر N** : توزيع شاردته K^2L^8 وشحنتها $q = -4,8\times10^{-19}\ C$. اكتب معادلة تشكّلها، واستنتج العدد الذرّي للآزوت.
5. اكتب الصيغة المجملة والصيغة المفصّلة للأسيتاميد، وأعط مماكبا له.
6. بالنسبة للجزيء الممثّل في التمرين 12 : أعط تمثيل لويس، والصيغة الرمزية لجيلسبي حول الكربون 1، والشكل الهندسي الموافق.

تمارين تطبيقية إضافية

مأخوذة من تمارين التقويم في المذكّرة (حُذفت المكرّرة مع السلسلة). المعطيات المشتركة أعلاه صالحة هنا أيضا.

التمرين 15

نواة عنصر X تتميّز بـ $A = 35$ و$Z = 17$.

1. كيف يسمّى العددان A وZ ؟ ماذا يمثّلان ؟
2. أوجد عدد البروتونات والنيترونات في النواة وعدد الإلكترونات في الذرّة.
3. اكتب التوزيع الإلكتروني لذرّة X.
4. احسب شحنة النواة وكتلتها.
5. ما اسم العنصر من بين : ${}_{16}S$; ${}_{8}O$; ${}_{17}Cl$ ؟
6. قارن كتلة الذرّة بكتلة نواتها ($m_e = 9,11\times10^{-31}\ kg$). ماذا تستنتج ؟

التمرين 16

كتلة نواة ${}^{A}_{Z}X$ هي $3,9245\times10^{-25}\ kg$ وشحنتها $1,472\times10^{-17}\ C$.

1. حدّد **Z** و**A**.

2. استنتج عدد النيترونات، وتعرّف على العنصر علما أنّ **Z(U) = 92**.

التمرين 17

تحتوي ذرّة القصدير **Sn** على **120** نوكليونا، وشحنة نواتها $8\times10^{-18}\ C$.

1. استنتج عدد الإلكترونات وعدد النيترونات.

2. احسب كتلة ذرّة القصدير.

3. احسب عدد ذرّات القصدير في عيّنة كتلتها **m = 20 g**.

التمرين 18

للنحاس نظيران ^{A_1}Cu و^{A_2}Cu. كتلة نواة الأوّل $m_1 = 1{,}0521\times10^{-25}\ kg$، والثاني يزيد عليه بنيترونين. شحنة نواة النحاس $q = 46{,}4\times10^{-19}\ C$.

1. عرّف النظائر. ماذا يمثّل A_1 وA_2 ؟ أوجدهما.

2. أوجد عدد البروتونات والنيترونات في نواة كلّ نظير، واكتب رمز كلّ منهما.

التمرين 19

الشاردة X^{n+} تحمل الشحنة $3{,}2\times10^{-19}\ C$، وشحنة نواتها $19{,}2\times10^{-19}\ C$.

1. استنتج قيمة **n**، ثمّ العدد الذرّي للعنصر.

2. أعط بنيته الإلكترونية وموقعه في الجدول الدوري. إلى أيّ عائلة ينتمي ؟ ما هو ؟

3. ترتبط X^{n+} بشوارد الكلور Cl^- لتشكيل المركّب الشاردي $(X^{n+} + m\ Cl^-)$. استنتج **m** والصيغة الإحصائية للمركّب.

التمرين 20

أكمل الجدول ($_1H$; $_6C$; $_7N$; $_8O$; $_9F$; $_{13}Al$; $_{17}Cl$) :

الجزيء	CH_3Cl	CH_2O	HCN	HF	$AlCl_3$
تمثيل لويس					
الصيغة الرمزية					
الشكل الهندسي					

الجزء الثالث

الحلول المفضّلة

اقرأ التوجيه أوّلا، ثمّ قارن حلّك خطوة بخطوة

حلّ التمرين 01

توجيه منهجي

ميّز دائما بين **المجهري** (ذرّة، جزيء، شاردة : نقول «فرد») و**العياني** (غاز، قطعة، ملح، محلول : نقول «نوع»). الكلمات المفتاحية في النصّ : «ذرّة، جزيء، شاردة» ← فرد ؛ «غاز، قطعة، ملح، الماء...» ← نوع. في الكشف، اربط كلّ ملاحظة بكاشفها كما في جدول الملخّص.

أوّلا :

1. الفرد الكيميائي دقيقة **مجهرية** (ذرّة، جزيء، شاردة)، والنوع الكيميائي مجموعة كبيرة من الأفراد **المتماثلة** نتعامل معها **عيانيا**.

2.

	الماء الأكسجيني	ملح الطعام	ذرّة حديد	شاردة Ca^{2+}	غاز الأوزون	جزيء H_2O_2	قطعة ذهب
فرد			✓	✓		✓	
نوع	✓	✓			✓		✓

ثانيا :

1.

المحلول	طبيعته	ما يحتويه	التعليل
A	معتدل	لا شيء من الأنواع المقترحة	$pH = 7$ ولم يتفاعل مع أيّ كاشف
B	أساسي	النشاء + Zn^{2+}	$pH = 9 > 7$ ؛ اليود ← أزرق بنفسجي (نشاء) ؛ الصودا ← راسب أبيض هلامي ($Zn(OH)_2$)
C	حمضي	الغلوكوز + Fe^{2+} + Cl^-	$pH = 4 < 7$ ؛ فهلنغ ← أحمر آجوري ؛ نترات الفضّة ← راسب أبيض ؛ الصودا ← راسب أخضر

لا يوجد Cu^{2+} في أيّ محلول، لأنّه يعطي مع الصودا راسبا **أزرق**. ملاحظة : المعطيات مبسّطة، ففي الواقع تترسّب شوارد Zn^{2+} تلقائيا في وسط أساسي مثل $pH = 9$.

2. مع أزرق البروموتيمول : **A** يأخذ اللون **الأخضر**، **B** **الأزرق**، **C** **الأصفر**.

3. **A** معتدل ولا يحتوي على أيّ من الأنواع المكشوف عنها : يمكن أن يكون ماء **مقطّرا** (أو محلولا معتدلا خاليا منها).

ثالثا : لا **ينقسم** ؛ **رذرفورد** ؛ **موجبة** ؛ **الإلكترونات** ؛ **النوكليونات** ؛ **النيترونات** ؛ **البروتونات** ؛ العدد **الذرّي** أو العدد **الشحني** ؛ يميّز **العنصر الكيميائي** ؛ حوالي **1836** مرّة من كتلة **الإلكترون** ؛ تساوي كتلة الذرّة تقريبا كتلة **النواة**.

انتبه : خطأ شائع

«الماء الأكسجيني» (المادّة) نوع، و«جزيء الماء الأكسجيني» فرد، رغم أنّ الصيغة واحدة H_2O_2. الصيغة لا تكفي : اقرأ الكلمة التي قبلها.

حلّ التمرين 02

توجيه منهجي

أربع علاقات تحلّ أغلب تمارين الذرّة : $Z = q_{noyau} / e$ ؛ $N = A - Z$ ؛ $m_{atome} \approx A \times m_p$، ثمّ $N_{atomes} = m / m_{atome}$.

حوّل الكتلة إلى **kg** قبل القسمة.

1. $$Z = q / e = 7{,}52\times10^{-18} / 1{,}6\times10^{-19} = 47$$

$$N = A - Z = 108 - 47 = 61$$

2. رمز النواة : $^{108}_{47}Ag$

3. السحابة تحمل $Z = 47$ إلكترونا :

$$q_{nuage} = - Z\,e = - 7{,}52\times10^{-18}\ C$$

(الذرّة متعادلة).

4. $$m_{Ag} \approx A \times m_p = 108 \times 1{,}67\times10^{-27} = 1{,}80\times10^{-25}\ kg$$

5. $$m = 20\ g = 2\times10^{-2}\ kg\ ;\ N = m / m_{Ag} = 2\times10^{-2} / 1{,}80\times10^{-25} \approx 1{,}11\times10^{23}$$

انتبه : خطأ شائع

كتابة $m = 20$ مباشرة في القسمة دون تحويل الغرامات إلى الكيلوغرام : يعطي نتيجة أكبر بألف مرّة.

حلّ التمرين 03

توجيه منهجي

في الجزء II لدينا ثلاث معادلات بثلاثة مجاهيل. ابدأ دائما بالمعطى الذي يعطي مجهولا مباشرة : الشحنة تعطي **Z**.

-I

1. **238** هو **العدد الكتلي A** (عدد النوكليونات)، و**92** هو **العدد الذرّي Z** (عدد البروتونات).
2. **92** بروتونا و**146 = 92 – 238** نيترونا.
3. $m_U \approx 238 \times 1{,}67\times10^{-27} = 3{,}97\times10^{-25}\ kg$

-II

1. $Z = q_2 / e = 9{,}6\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 6$
2. $A_2 = Z + N_2 = 6 + (6 + 2) = 14\ ;\ A_1 = (4Z + 2) - A_2 = 26 - 14 = 12$

العنصران $^{12}_{6}C$ و$^{14}_{6}C$ لهما نفس **Z** و**A** مختلف : إنّهما **نظيران** (للكربون).

3. K^2L^4 : طبقتان ← **السطر 2** ؛ **4** إلكترونات خارجية ← **العمود IV** ؛ **4** إلكترونات عازبة ← **التكافؤ 4**.

حلّ التمرين 04

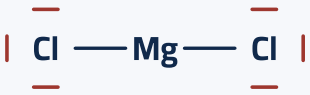
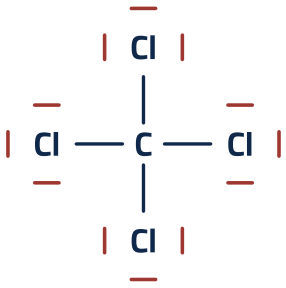
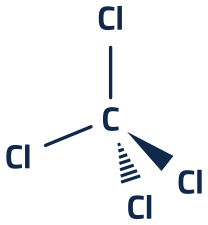
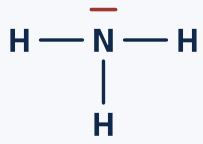
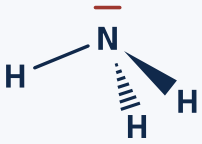
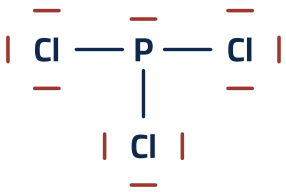
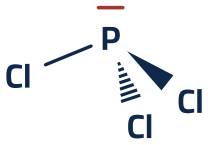
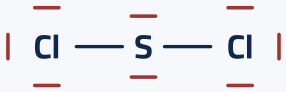
توجيه منهجي

السطر = عدد الطبقات، **العمود** = إلكترونات الطبقة الأخيرة. التكافؤ = رقم العمود (من I إلى IV)، أو 8 – رقم العمود (من V إلى VII). لكلّ جزيء : ابحث عن الذرّة المركزية (أكبر تكافؤ)، ثمّ عدّ أزواجها الرابطة **n** وغير الرابطة **m**.

1.

الذرّة	H	C	N	O	Cl	S	P
التوزيع	K^1	K^2L^4	K^2L^5	K^2L^6	$K^2L^8M^7$	$K^2L^8M^6$	$K^2L^8M^5$
السطر	1	2	2	2	3	3	3
العمود	I	IV	V	VI	VII	VI	V
التكافؤ	1	4	3	2	1	2	3

2.

الجزيء	تمثيل لويس	أزواج رابطة	أزواج غير رابطة	جيلسبي والشكل	تمثيل كرام
$MgCl_2$		2	0	AX_2 خطّي	
CCl_4		4	0	AX_4 رباعي الوجوه	
NH_3		3	1	AX_3E_1 هرمي	
PCl_3		3	1	AX_3E_1 هرمي	
SCl_2		2	2	AX_2E_2 زاوي	

في تمثيل كرام اكتفينا بالأزواج غير الرابطة للذرّة المركزية لأنّها وحدها تحدّد الشكل.

ملاحظة حول $MgCl_2$

Mg عنصر من العمود II (قلائي ترابي) و**Cl** هالوجين : الفرق في الكهروسلبية كبير جدّا، فـ**$MgCl_2$** في الحقيقة **مركّب شاردي** **$(Mg^{2+} + 2Cl^-)$** وليس جزيئا. التمثيل أعلاه شكلي فقط، كما يطلبه التمرين. لاحظ أيضا أنّ **Mg** فيه لا يحقّق قاعدة الثمانية (4 إلكترونات فقط حوله).

انتبه : خطأ شائع

عدّ الأزواج غير الرابطة **للذرّة المركزية فقط**، لا للذرّات المحيطة : في **CCl_4 m = 0** رغم وجود 12 زوجا حرّا على ذرّات الكلور.

حلّ التمرين 05

توجيه منهجي

الجزء الأوّل : $A = m_{noyau} / m_p$ ثمّ دوّر إلى أقرب عدد صحيح. الكتلة المتوسّطة : لا تنس أنّ نسبة النظير الأوّل هي $x_1 = 100 - x_2 - x_3$. الجزء الثاني : $n = |q| / e$ ؛ ثمّ من النسبة المعطاة نستخرج q_Y (انتبه للإشارة : النواة دائما موجبة).

الجزء الأوّل :

1. $$A = 3{,}4402\times10^{-25} / 1{,}67\times10^{-27} = 206 \; ; \; N = 206 - 82 = 124$$

2. $$q_{nuage} = -82 \times 1{,}6\times10^{-19} = -1{,}312\times10^{-17}\ C$$

3. $$N_{atomes} = m' / m_{Pb} = 0{,}1 / 3{,}4402\times10^{-25} \approx 2{,}91\times10^{23}$$

4. النظائر : $^{206}_{82}Pb$ بنسبة $100 - 22 - 54 = 24\ \%$، $^{207}_{82}Pb$ بنسبة $22\ \%$، $^{208}_{82}Pb$ بنسبة $54\ \%$:

$$M = (206 \times 24 + 207 \times 22 + 208 \times 54) / 100 = 207{,}30\ u$$

الجزء الثاني :

1. n عدد الإلكترونات التي اكتسبتها الذرّة :

$$n = |q| / e = 1{,}6\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 1$$

2. $$q_Y = -9 \times q(Y^-) = -9 \times (-1{,}6\times10^{-19}) = 14{,}4\times10^{-19}\ C \; ; \; Z = 14{,}4 / 1{,}6 = 9$$

3. K^2L^7 : السطر 2، العمود VII ← عائلة **الهالوجينات**. إنّه الفلور **F**، وشاردته F^-.

حلّ التمرين 06

توجيه منهجي

لنظيرين نسبتاهما x و$100 - x$: نكتب $M = [A_1 x + A_2(100 - x)] / 100$ ونحلّ معادلة من الدرجة الأولى.

الجزء الأوّل :

1. $$A = 3{,}2231\times10^{-25} / 1{,}67\times10^{-27} = 193 \; ; \; N = 193 - 77 = 116$$

رمز النواة $^{193}_{77}Ir$.

2. $q_{Ir} = 77 \times 1{,}6\times10^{-19} = 1{,}232\times10^{-17}\ C$

3. النظير الآخر $^{191}_{77}Ir$. لتكن x نسبة $^{193}_{77}Ir$:

$$192{,}26 = [193\,x + 191\,(100 - x)] / 100 \Longrightarrow 19226 = 19100 + 2x \Longrightarrow x = 63\ \%$$

إذن 63 % من $^{193}_{77}Ir$ و37 % من $^{191}_{77}Ir$. تحقّق : $(193 \times 63 + 191 \times 37) / 100 = 192{,}26$ ✓

الجزء الثاني :

1. $n = 4{,}8\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 3$

: الذرّة اكتسبت 3 إلكترونات.

2. $q_Y = q(Y^{3-}) \times (-7/3) = (-4{,}8\times10^{-19}) \times (-7/3) = 11{,}2\times10^{-19}\ C\ ;\ Z = 7$

3. K^2L^5 : السطر 2، العمود V. إنّه الآزوت N وشاردته N^{3-}.

حلّ التمرين 07

توجيه منهجي

شاردة X^{3+} ← الذرّة **فقدت** 3 إلكترونات ← $q = +3e$. الموقع في الجدول يعطي التوزيع الإلكتروني مباشرة (السطر = عدد الطبقات، العمود = الإلكترونات الخارجية).

الجزء الأوّل :

1. $q(X^{3+}) = +3e = 4{,}8\times10^{-19}\ C\ ;\ q_{noyau} = (13/3) \times 4{,}8\times10^{-19} = 20{,}8\times10^{-19}\ C$

2. $Z = 20{,}8\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 13$

3. $A = 4{,}509\times10^{-26} / 1{,}67\times10^{-27} = 27$

4. $^{27}_{13}X = {}^{27}_{13}Al$: إنّه الألمنيوم.

5. $K^2L^8M^3$: السطر 3، العمود III.

الجزء الثاني :

1. السطر 3 ← ثلاث طبقات ؛ العمود 6 ← VI إلكترونات خارجية : $K^2L^8M^6$ ، إذن **Z = 16**.

2. تكتسب إلكترونين لتحقيق الثمانية : الشاردة X^{2-} ($K^2L^8M^8$).

3. **N = Z = 16** ← **A = 32**.

4. **Z = 16** ← **X** هو الكبريت ${}^{32}_{16}S$.

5. نسبة ${}^{32}_{16}S$ هي **100 – 1 – 3 = 96 %** :

$$M = (32 \times 96 + 33 \times 1 + 34 \times 3) / 100 = 32,07\ u$$

6.

ب) كرام : AX_2E_2، شكل زاوي　　أ) تمثيل لويس

ج) الجزيء **مستقطب** : الرابطتان **S–H** مستقطبتان (استقطابا ضعيفا) والشكل **زاوي** (غير متناظر)، فلا يتطابق مركزا الشحن الموجبة والسالبة.

حلّ التمرين 08

توجيه منهجي

مفتاح التمرين : «مجموع الإلكترونات = 24» معادلة بمجهول واحد بعد إيجاد Z_1، لأنّ الهيدروجين **Z = 1**. كلّ ذرّة تُحسب **مرّة واحدة** هنا (ذرّة من كلّ عنصر)، لا حسب عددها في الجزيء.

1. **العنصر الكيميائي** : مجموع الأفراد التي لها نفس العدد الذرّي **Z**. **الكهروسلبية** : قدرة ذرّة على جذب إلكترونات الرابطة نحوها.

2.1.

$$A_1 = 20,04\times10^{-27} / 1,67\times10^{-27} = 12$$

2.2) السطر 2، العمود IV ← K^2L^4 ← $Z_1 = 6$.

3.1.

$$Z_1 + Z_2 + 1 = 24 \Longrightarrow Z_2 = 24 - 6 - 1 = 17$$

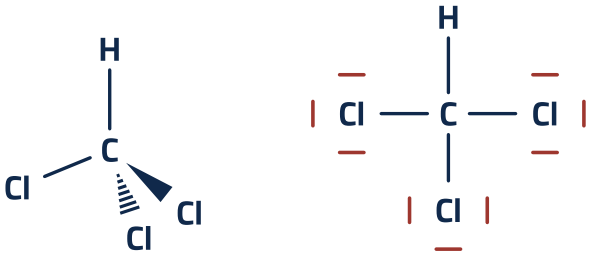
3.2) السطر 3، العمود VII (هالوجين). $K^2L^8M^7$.

4. $X_1 = C$ ($Z = 6$) و$X_2 = Cl$ ($Z = 17$).

5. 1.5)

الكربون : تكافؤ 4 الكلور : تكافؤ 1

5.2) الكربون رباعي التكافؤ يرتبط بثلاث ذرّات كلور وذرّة هيدروجين : **$CHCl_3$**.



تمثيل لويس لـ $CHCl_3$ 5.4) تمثيل كرام

5.3) الكربون المركزي : أربعة أزواج رابطة ولا زوج حرّ ← **AX_4** ← شكل **رباعي الوجوه**.

حلّ التمرين 09

توجيه منهجي

كتلة الذرّة = كتلة العيّنة ÷ عدد الذرّات. وفي الجزء 3 الصيغة **AX_2** (دون **E**) تعني أنّ Si مرتبط بذرّتين فقط ولا زوج حرّ له، ومع تكافؤ 4 فالروابط **ثنائية**.

1. 1.1) أي أنّه لا يتفاعل بسهولة مع الأنواع الكيميائية الأخرى. 1.2)

$$m_{Si} = m / N = 2 / 42{,}77\times10^{24} = 4{,}676\times10^{-26}\ kg\ ;\ A = 4{,}676\times10^{-26} / 1{,}67\times10^{-27} = 28$$

2. السطر 3 والعمود IV ← $K^2L^8M^4$ ← **Z = 14**.

3. 3.1) للسيليسيوم **4** إلكترونات عازبة : **تكافؤه 4**. 3.2) **AX_2** ← **خطّي** (**180°**). 3.3)

تمثيل لويس للجزيء SiY_2

كلّ **Y** مرتبط برابطة ثنائية ← **تكافؤ Y يساوي 2**.

4. 4.1) **Z = 8** ← **Y** هو **الأكسجين** (K^2L^6، تكافؤ 2 ✓)، والجزيء هو **SiO_2**. 4.2) الشاردة O^{2-} : عدد إلكتروناتها **8 + 2 = 10**، وشحنتها **$q = -2e = -3{,}2\times10^{-19}$ C**.

للاطّلاع

في الواقع لا يوجد السيليس SiO_2 في شكل جزيئات منفردة خطّية مثل CO_2، بل في شكل **شبكة بلّورية** تحاط فيها كلّ ذرّة Si بأربع ذرّات O. نموذج الجزيء **O=Si=O** هنا تبسيط يطلبه التمرين.

حلّ التمرين 10

توجيه منهجي

«يكتسب إلكترونين» ← العمود VI، لكن السطر غير معروف (2 أو 3) : معلومة الكهروسلبية تفصل بينهما لأنّ **الكهروسلبية تتناقص نحو الأسفل.**

أوّلا :

1. العنصر الكيميائي : **مجموع الأفراد التي لها نفس Z.**
2. 6 إلكترونات خارجية : K^2L^6 (السطر 2، العمود VI) أو $K^2L^8M^6$ (السطر 3، العمود VI).
3. العناصر الأكثر كهروسلبية تقع **أعلى يمين** الجدول، والأكسجين ثانيها بعد الفلور : إنّه في **السطر 2** ← K^2L^6، **Z = 8.**

$$q_{noyau} = 8 \times 1{,}6\times10^{-19} = 1{,}28\times10^{-18}\ C$$

4. $$A = 26{,}72\times10^{-27} / 1{,}67\times10^{-27} = 16$$

5.

زوجان حرّان وإلكترونان عازبان ← التكافؤ 2

ثانيا :

1. في النموذجين تحقّق كلّ ذرّة قاعدة الثمانية وتشكّل عددا من الروابط يساوي تكافؤها (**X : 4 ; O : 2**). نموذج لويس **مستوٍ ولا يصف الهندسة**، لذلك الرسمان متكافئان.
2. حول **X** ذرّتان مرتبطتان (روابط ثنائية تُعدّ مرّة واحدة) ولا زوج حرّ : AX_2 ← **خطّي.** النموذج 1 هو الذي يوافق الهندسة الحقيقية.
3. تكافؤ 4 ← العمود IV : **C** (K^2L^4) و**Si** ($K^2L^8M^4$) ممكنان. **Mg** ($K^2L^8M^2$)، العمود II) مرفوض.
4. CO_2 يعكّر رائق الكلس، إذن **X** ليس الكربون : **X = Si**، والزجاج أساسه SiO_2 (السيليس)، وهو في الحقيقة شبكة بلّورية (انظر ملاحظة التمرين 09).

حلّ التمرين 11

توجيه منهجي

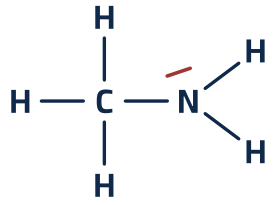
عدّ الذرّات في الصيغة العامة ثمّ حلّ المعادلة في **n**. في جزيء فيه ذرّتان «مركزيتان» (C وN، أو N وN) نطبّق جيلسبي **على كلّ ذرّة مركزية على حدة.**

-I

1. $n + (2n + 3) + 1 = 7 \Longrightarrow 3n = 3 \Longrightarrow n = 1$

الصيغة CH_5N، أي CH_3-NH_2 (ميثيل أمين).

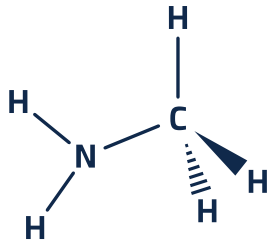
2.



تمثيل لويس

3. حول C : AX_4 ← رباعي الوجوه ؛ حول N : AX_3E_1 ← هرمي.

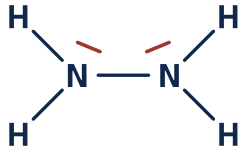
4.



تمثيل كرام حول ذرّة الكربون

-II

1.



تمثيل لويس للهيدرازين

2. كلّ ذرّة N مرتبطة بثلاث ذرّات ولها زوج حرّ : AX_3E_1 ← **هرمي** حول كلّ ذرّة آزوت.

3. H_2N-NH_2

حلّ التمرين 12

توجيه منهجي

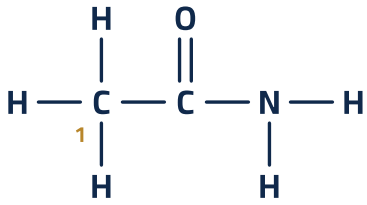
المتماكبات : نفس الذرّات بترتيب مختلف. ابدأ بالسلسلة الكربونية ثمّ غيّر موضع الذرّات ذات التكافؤ 2 و3 (O وN) مع احترام تكافؤ كلّ ذرّة : H=1، O=2، N=3، C=4.

الجزء الأوّل :

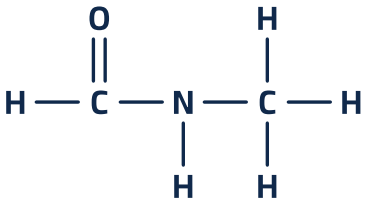
1. $$n + (2n + 1) + 1 + 1 = 9 \Longrightarrow 3n = 6 \Longrightarrow n = 2$$

الصيغة المجملة C_2H_5NO.

2.

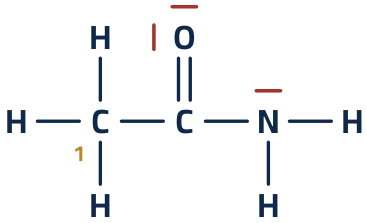


الأسيتاميد $CH_3–CO–NH_2$



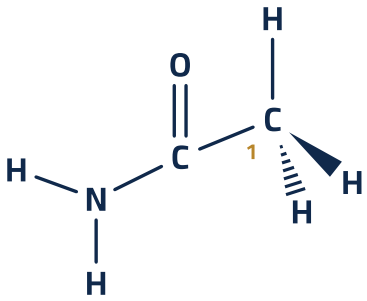
N-ميثيل فورماميد $H–CO–NH–CH_3$

3. أ)



تمثيل لويس للأسيتاميد

ب) الكربون 1 مرتبط بأربع ذرّات (3 H و C) دون زوج حرّ : AX_4 ← رباعي الوجوه. ج)

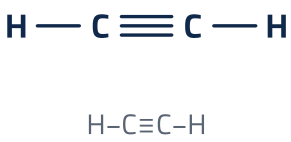


تمثيل كرام حول الكربون 1

لو اعتبرنا الكربون الثاني (المرتبط بـ O) مركزيا لوجدنا AX_3 ← مثلّثي مستوٍ.

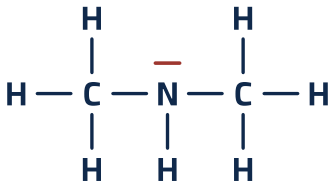
الجزء الثاني :

1. C_2H_2 (الأسيتيلين) : رابطة ثلاثية بين ذرّتي الكربون.

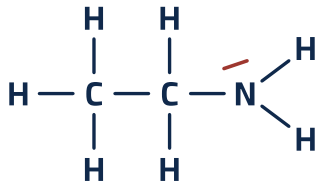


H–C≡C–H

C_2H_7N : متماكبان ممكنان (الإ يثيل أمين وثنائي ميثيل أمين) :



$CH_3–NH–CH_3$



$CH_3–CH_2–NH_2$

الصيغة المفصّلة هي نفس الرسم دون الأزواج غير الرابطة.

2. أ) المثلّث المملوء : رابطة **أمام** مستوى الورقة ؛ المثلّث المهشّر : رابطة **خلف** مستوى الورقة. ب) إنّه **الميثانول** CH_4O ($CH_3–OH$). ج) نعم **مستقطب** : الأكسجين أكثر كهروسلبية من C ومن H، فالرابطتان **C–O** و**O–H** مستقطبتان، والجزيء غير متناظر. د) الجزيئات المستقطبة : تذوب جيّدا في الماء (مذيب مستقطب)، وترتبط فيما بينها بروابط بين-جزيئية فتكون درجات غليانها مرتفعة نسبيا، وتنحرف في حقل كهربائي (خيط الماء ينجذب نحو مسطرة مشحونة).

حلّ التمرين 13

توجيه منهجي

الموقع في الجدول يعطي **Z** مباشرة. للمقارنة في الكهروسلبية : في نفس السطر، العنصر **الأبعد يمينا** هو الأكثر كهروسلبية.

-I

1. السطر 2، العمود V ← K^2L^5 ← **Z = 7** بروتونات ؛ **A = 7 + 7 = 14** : $^{14}_{7}N$.

2. $m_{noyau} = 14 \times 1{,}67\times10^{-27} = 2{,}34\times10^{-26}$ kg ; $q_{nuage} = -7 \times 1{,}6\times10^{-19} = -1{,}12\times10^{-18}$ C

3. 5 إلكترونات خارجية ← تكتسب 3 :

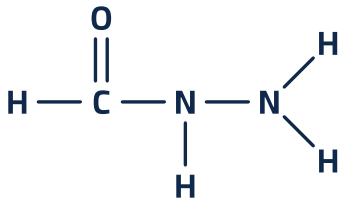
$$N + 3e^- \rightarrow N^{3-}$$

4. **N** و**O** في نفس السطر، و**O** على يمينه : **الأكسجين أكثر كهروسلبية** من الآزوت.

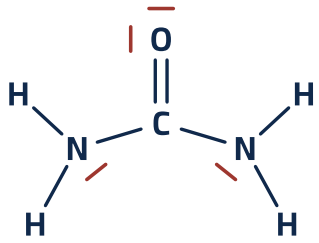
5. $M = (14 \times 99{,}6 + 15 \times 0{,}4) / 100 = 14{,}004$ u

-II

1. الصيغة المجملة CH_4N_2O. الصيغة المفصّلة هي تمثيل لويس أدناه دون الأزواج الحرّة. مماكب لها : $H-CO-NH-NH_2$ (فورموهيدرازيد) :



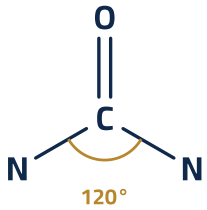
مماكب لليوريا



2.

تمثيل لويس لليوريا

3. الكربون مرتبط بثلاث ذرّات (O و N و N) دون زوج حرّ : AX_3 ← مثلّثي مستوٍ (120°). كلّ الروابط حول الكربون في نفس المستوى، فتمثيل كرام حوله لا يحتوي على مثلّثات :



كرام حول ذرّة الكربون

III- ورق pH (الكشف التقريبي)، جهاز pH-متر (قياس دقيق)، أو كاشف ملوّن كأزرق البروموتيمول (يعطي الأصفر ← حمضي).

حلّ التمرين 14

توجيه منهجي

عالج كلّ عنصر في فقرته باستعمال علاقة واحدة (الكتلة ← A، الشحنة ← Z، التوزيع ← الموقع)، ثمّ اجمع النتائج لتكتب الصيغة في الأخير.

1. $A = 20{,}04\times10^{-27} / 1{,}67\times10^{-27} = 12$; $Z = A / 2 = 6$

K^2L^4 : السطر 2، العمود IV : **الكربون C**.

2. إلكترون خارجي واحد ← **العمود I**. $A = 1$ و$Z = 1$ (عنصر العمود I في السطر 1) : ^1_1H.

الهيدروجين في العمود I لكنّه لا ينتمي إلى عائلة القلائيات (ليس معدنا).

3. أ)

$Z = 12{,}8\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 8$; $A = Z + N = 16$

ب) إنّه **الأكسجين** $^{16}_{8}O$.

$M = (16 \times 99{,}76 + 17 \times 0{,}20 + 18 \times 0{,}04) / 100 = 16{,}00$ u

4. الشاردة تحمل $n = 4{,}8\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 3$ شحنات عنصرية سالبة :

$$N + 3e^- \rightarrow N^{3-}$$

للشاردة **10** إلكترونات (K^2L^8) ← $Z = 10 - 3 = 7$.

5. $X_2Y_5ND = C_2H_5NO$، الصيغة المفصّلة ومماكبها كما في حلّ التمرين 12 (الأسيتاميد و$H–CO–NH–CH_3$).

6. تمثيل لويس كما في التمرين 12 ؛ حول الكربون 1 : AX_4 ← رباعي الوجوه.

حلول التمارين التطبيقية

حلّ التمرين 15

1. **A** العدد الكتلي (عدد النوكليونات)، **Z** العدد الذرّي (عدد البروتونات).

2. **17** بروتونا، $18 = 17 - 35$ نيترونا، **17** إلكترونا.

3. $K^2L^8M^7$

4. $q_{noyau} = 17 \times 1{,}6\times10^{-19} = 2{,}72\times10^{-18}$ C ; $m_{noyau} \approx 35 \times 1{,}67\times10^{-27} = 5{,}85\times10^{-26}$ kg

5. $Z = 17$: إنّه **الكلور** $^{35}_{17}Cl$.

6. $m_e(total) = 17 \times 9{,}11\times10^{-31} = 1{,}55\times10^{-29}$ kg ; $m_e / m_{noyau} \approx 2{,}6\times10^{-4}$

كتلة الإلكترونات أصغر بحوالي **4000** مرّة من كتلة النواة ← **كتلة الذرّة** ≈ **كتلة نواتها**.

حلّ التمرين 16

1. $Z = 1{,}472\times10^{-17} / 1{,}6\times10^{-19} = 92$; $A = 3{,}9245\times10^{-25} / 1{,}67\times10^{-27} = 235$

2. $N = 235 - 92 = 143$: إنّه اليورانيوم $^{235}_{92}U$، نظير لـ$^{238}_{92}U$ (التمرين 03).

حلّ التمرين 17

1. $Z = 8\times10^{-18} / 1{,}6\times10^{-19} = 50$

إذن 50 إلكترونا و$120 - 50 = 70$ نيترونا.

2. $m_{Sn} \approx 120 \times 1{,}67\times10^{-27} = 2{,}004\times10^{-25}$ kg

3. $N = 2\times10^{-2} / 2{,}004\times10^{-25} \approx 9{,}98\times10^{22}$

حلّ التمرين 18

1. النظائر ذرّات لها نفس **Z** وتختلف في **A**. A_1 وA_2 عددا النوكليونات :

$A_1 = 1{,}0521\times10^{-25} / 1{,}67\times10^{-27} = 63$; $A_2 = 63 + 2 = 65$

2. $Z = 46{,}4\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 29$

$^{63}_{29}Cu$: 29 بروتونا و34 نيترونا ؛ $^{65}_{29}Cu$: 29 بروتونا و36 نيترونا.

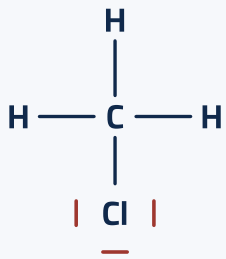
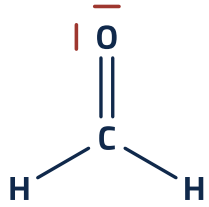
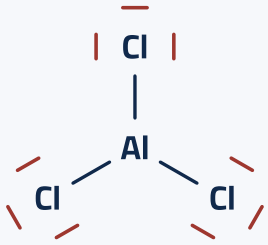
حلّ التمرين 19

1. $n = 3{,}2\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 2$; $Z = 19{,}2\times10^{-19} / 1{,}6\times10^{-19} = 12$

2. $K^2L^8M^2$: السطر 3، العمود II ← **القلائيات الترابية**. إنّه **المغنيزيوم Mg** وشاردته Mg^{2+}.

3. المركّب متعادل : $2 - m = 0 \Longrightarrow m = 2$. الصيغة $(Mg^{2+} + 2Cl^-)$ أي $MgCl_2$.

حلّ التمرين 20

الجزيء	تمثيل لويس	الصيغة الرمزية	الشكل الهندسي
CH_3Cl		AX_4	رباعي الوجوه
CH_2O		AX_3	مثلّثي مستوٍ
HCN		AX_2 (حول C)	خطّي
HF		AX_1E_3 (حول F)	خطّي (جزيء ثنائي الذرّة)
$AlCl_3$		AX_3	مثلّثي مستوٍ

انتبه : خطأ شائع

في **HCN** الرابطة الثلاثية **C≡N** تُعدّ مرّة واحدة في **AX_2** : n وليس **AX_4**. وفي **$AlCl_3$** لا يحقّق الألمنيوم قاعدة الثمانية (6 إلكترونات فقط حوله)، وهذا استثناء معروف.

تابعوا الأستاذ

الأستاذ تبيب حكيم

دروس، تمارين محلولة وفيديوهات شرح لتلاميذ الثانوي وفق المنهاج الجزائري

المنصّة التعليمية	tebib-physique.vercel.app
يوتيوب	youtube.com/@tebibhakim3108
تيك توك	tiktok.com/@tebibhakim2
فيسبوك	facebook.com/hakimb.tebib
تيليغرام (القناة)	t.me/tebibphysique
تيليغرام (المجموعة)	t.me/tebib1971

الأستاذ تبيب حكيم — السنة الأولى ثانوي — جذع مشترك علوم وتكنولوجيا