



<http://www.4chem.com/vb3/>

# الكيمياء للصف الثاني الثانوي

## الفصل الدراسي الأول

١٤٢٩ - ١٤٣٠ هـ

الحسن بن علي الأحمر

Alahmari66@hotmail.com

مقدمة :

الحمد لله رب العالمين القائل في محكم التنزيل "وفوق كل ذي علم عليم" والصلاة والسلام على المعلم الأول

محمد بن عبدالله صلى الله عليه وعلى آله وصحبه أجمعين أما بعد :

إخواني وأخواتي المعلمين والمعلمات- الطلاب والطالبات أقدم لكم هذا العمل المتواضع بعنوان

"كتاب الكيمياء للصف الثاني الثانوي"

للفصل الدراسي الأول آمل أن ينال رضا الله ثم رضاكم واستحسانكم وأن يكون عوناً ومساعداً لكم بعد الله

سبحانه وتعالى حيث يحتوي على العديد من الأسئلة والتدريبات والتمارين المحلولة.

أتمنى من الجميع الاستفادة من هذا الكتاب ومن لديه أي ملاحظات أو استفسارات أو اقتراحات

يرجى مراسلتنا على الإيميل : [alahmari66@hotmail.com](mailto:alahmari66@hotmail.com)

ربنا لا تؤاخذنا إن نسينا أو أخطأنا اللهم ذكرنا ما نسينا وعلمنا ما جهلنا وانفعنا بما علمتنا يا رب

العالمين.

وبالله التوفيق

## الفهرس

العنوان	الصفحة
الفصل الأول : النظرية الذرية الحديثة	١٩-٤
أسئلة وتمارين محلولة	٢٢-٢٠
الفصل الثاني : نتائج الترتيب الدوري للعناصر	٣٠-٢٣
أسئلة وتمارين محلولة	٣٢-٣١
الفصل الثالث : الروابط الكيميائية	٤٥-٣٣
أسئلة وتمارين محلولة	٤٧-٤٦
الفصل الرابع : العناصر الانتقالية	٥٧-٤٨
أسئلة وتمارين محلولة	٥٩-٥٨
الفصل الخامس : كيمياء الهواء	٦٦-٦٠
أسئلة وتمارين محلولة	٧٠-٦٨
الفصل السادس : كيمياء الماء	٧٨-٧١
أسئلة وتمارين محلولة	٨١-٧٩
الفصل السابع : المحاليل	٩٦-٨٢
أسئلة وتمارين محلولة	١٠٢-٩٧

## الفصل الأول : النظرية الذرية الحديثة

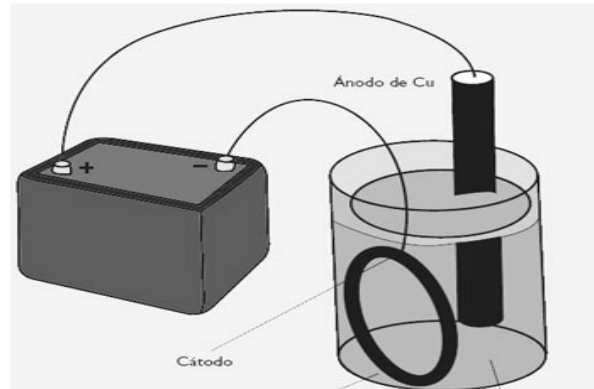
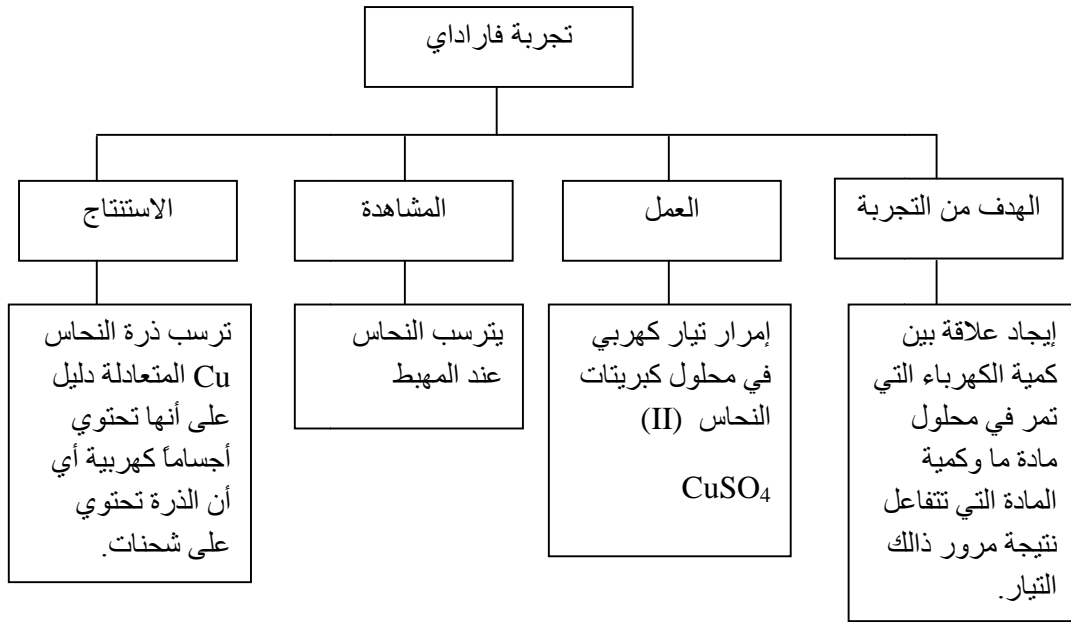
## تصور دالتون للذرة :



أن الذرة كرة صماء مصمتة متناهية في الصغر.

## تجارب ساهمت في تطور فهمنا لتركيب الذرة :

## (١) تجربة فاراداي :

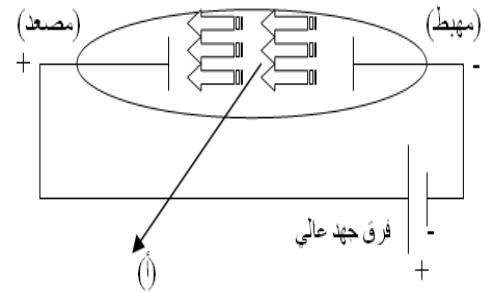
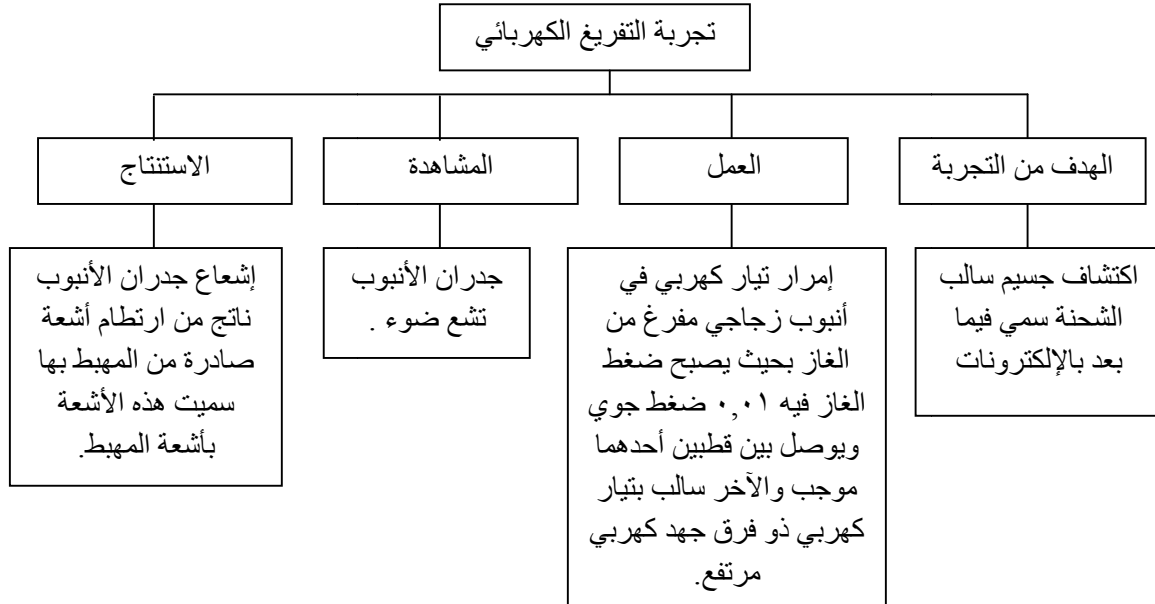


## ملاحظة :

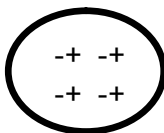
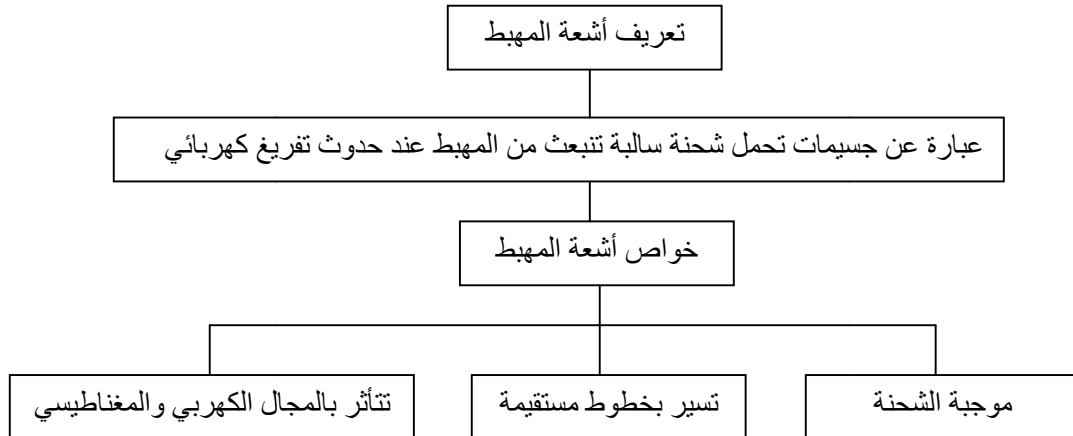
لم يعد تصور دالتون بأن الذرة مصمتة صحيحاً بعد تجارب فاراداي ونتائجها بل تحتوي على شحنات.

## (٢) تجربة التفريغ الكهربائي :

**ملاحظة :** الغازات لا توصل التيار الكهربائي في الظروف العادية ولكن يمكن جعل الغاز موصل للتيار الكهربائي (علل) عن طريق تفريغ أنبوب زجاجي من الغاز بحيث يصبح ضغط الغاز أقل من ٠,٠١ جوي فإنه يوصل التيار الكهربائي إذا تعرض لفرق جهد مناسب.



\* استطاع العالم طمسن أن يحدد ماهية أشعة المهبط وخواصها كما في المخطط التالي :



## نموذج طمس لتركيب للذرة :

- (١) الذرة كرة مصمتة موجبة الشحنة ملتصقة بها جسيمات سالبة الشحنة تسمى الإلكترونات.  
 (٢) الذرة متعادلة كهربياً (علل) لأن عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) يساوي عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات).  
 ملاحظة :

أوجه الشبه بين ذرة دالتون وذرة طمس بأن كلاهما عبارة عن كرة صماء أو مصمتة .

## (٣) تجربة رذرفورد :

تجربة رذرفورد

مكونات التجربة

- (١) أنبوبة سمكية من الرصاص تحتوي على قطعة من البلوتونيوم (Pu) المشع كمصدر لجسيمات ألفا  $\alpha$  ( $He^{++}$ )  
 (٢) ألواح معدنية من الرصاص توضع متوازية أمام المصدر المشع (علل) وذلك للحصول على شعاع مستقيم من أشعة ألفا.  
 (٣) صفيحة رقيقة من الذهب سمكها حوالي  $1 \times 10^{-4}$  سم

العمل

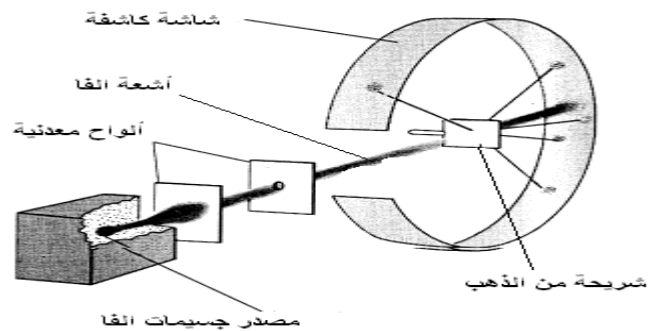
- (١) جعل رذرفورد جسيمات ألفا تصطدم باللوحة المعدنية المغطاة بكبريتيد الخارصين وتمكن من تحديد مكان وعدد جسيمات ألفا المصطدمة باللوحة المعدنية عن طرق الومضات التي ظهرت عليها.  
 (٢) وضع صفيحة رقيقة من الذهب بحيث تعترض مسار جسيمات ألفا قبل اصطدامها باللوحة المعدنية .

الاستنتاج (الأجوبة)

المشاهدة (الأسئلة)

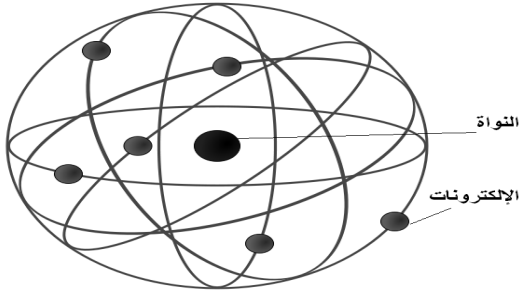
- (١) لأن معظم حجم الذرة فراغ وليس مصمت.  
 (٢) لأن الذرة تحتوي على جزء ذو كثافة عالية سمي فيما بعد بالنواة.  
 (٣) نفذت لأن معظم حجم الذرة فراغ.  
 انحرقت بسبب اصطدامها بجسم مشحون بنفس الشحنة (موجبة)

- (١) معظم جسيمات ألفا نفذت دون أن تعاني من أي انحراف.  
 (٢) نسبة قليلة من جسيمات ألفا لم تنفذ من صفيحة الذهب وارتدت عكس مسارها.  
 (٣) نسبة ضئيلة جداً من جسيمات ألفا نفذت خلال صفيحة الذهب ثم انحرقت عن مسارها.



## نموذج رذرفورد لتركيب للذرة :

## الذرة تتكون من :



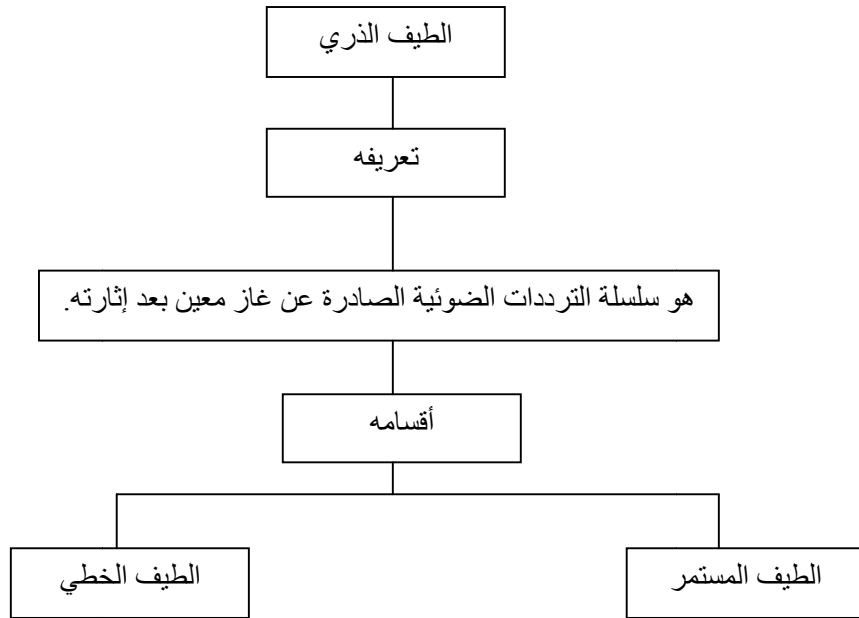
(١) نواة صغيرة الحجم وثقيلة الكتلة وموجبة الشحنة.

(٢) إلكترونات تحاط بالنواة صغيرة الحجم والكتلة وسالبة الشحنة.

## طيف ذرة الهيدروجين :

\* اهتم العلماء بدراسة طيف ذرة الهيدروجين (علل) لأنه من أبسط العناصر.

\* قام العالم بور بدراسة الطيف الذري ونال من خلالها جائزة نوبل عام ١٩٢٢م.



## الطيف الخطي :

هو الطيف الذي يحدث عند تسخين الغازات لدرجات حرارة عالية أو تعرضها لطاقة كهربائية عالية وتحت ضغط منخفض فإنها تتوهج وينطلق منها طيف خطي عند فحصه بالمطياف نجد أنه يتكون من عدد محدود من الخطوط الملونة والمميزة.

## ملاحظات :

\* لكل عنصر طيف خطي خاص به حيث لا يوجد عنصران لهما نفس الطيف الخطي وهذا يعني أن الطيف الخطي هو خاصية مميزة للعنصر مثل بصمة الإنسان.

من أبرز النتائج الناجحة في التحليل بالمطياف الاكتشاف الذي تحقق عام ١٨٦٨م عن وجود غاز الهيليوم في الشمس.

**الطيف الخطي للهيدروجين :**

للحصول على الطيف الخطي للهيدروجين نتبع الخطوات التالية:

- (١) يمرر تيار كهربى في أنبوب تفريغ يحتوي على غاز الهيدروجين.
- (٢) عندما يصبح فرق الجهد عالياً تتفكك جزيئات الهيدروجين إلى ذرات ثم تشع ضوء.
- (٣) تمرر حزمة رقيقة من هذا الضوء إلى منشور حيث يتحلل بانكساره حسب تردد الإشعاعات.
- (٤) يسقط الضوء الخارج من المنشور على لوح فوتوغرافي (ضوئي).

**تفسير بور لظاهرة الطيف الخطي للهيدروجين:**

نجح العالم بور في تفسير الطيف الخطي لذرة الهيدروجين كما يلي :

**طيف الامتصاص :**

هو الطيف الذي يحدث عند إثارة ذرات الهيدروجين في أنبوب التفريغ الكهربى فإنها تكتسب كميات متفاوتة من الطاقة وتنتقل إلكتروناتها إلى مستويات طاقة أعلى منها.

**طيف الانبعاث :**

هو الطيف الذي يحدث عندما تكون الإلكترونات المثارة في مستويات الطاقة الأعلى في وضع غير مستقر فإن الإلكترونات تعود ثانية إلى مستواها الأصلي وتفقذ نفس الكم من الطاقة المكتسبة أثناء إثارتها على شكل ضوء في مناطق محددة.

**نظرية بور:**

وضع بور الفرضيات التالية لنظريته :

- (١) يدور الإلكترون حول النواة في مدار محدد ذو طاقة معينة حسب قربه أو بعده عن النواة.
- (٢) لكل مدار طاقة يعبر عنها بعدد صحيح يسمى العدد الكمي الرئيسي كما يلي:

رقم المستوى	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع
الرمز	K	L	M	N	O	P	Q
العدد الكمي الرئيسي (ن)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧

(٣) عندما تدور الإلكترونات في مدارها المحدد فإنها لا تشع ضوء ولكن إذا انتقل الإلكترون من مدار إلى مدار آخر ذي طاقة أقل فإنه يشع ضوء طاقته تساوي الفرق بين طاقتي المدارين.

(٤) تدور الإلكترونات حول النواة في مسارات دائرية وبذلك تتولد قوة طرد مركزية تعادل قوة جذب النواة للإلكترون (هذا تفسير عدم سقوط الإلكترونات في النواة).

**قصور نموذج بور للذرة :**

- (١) لم تنجح في تفسير أطياف ذرات العناصر الأكثر تعقيدا من ذرة الهيدروجين.
- (٢) افترض انه يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون معا بدقة في نفس الوقت وهذا غير ممكن عمليا.
- (٣) افترض أن الإلكترون يتحرك في مسار دائري مستوي وهذا يعني أن ذرة الهيدروجين مسطحة وقد ثبت أن الذرة فراغية ثلاثية الأبعاد.
- (٤) اعتبر الإلكترون جسيم مادي ولم يأخذ بعين الاعتبار الخاصية الموجية للإلكترون.



الجهود التي أدت إلى تطور نظرية بور الذرية :

أولاً : الطبيعة المزدوجة للإلكترونات :

أي أن للإلكترونات طبيعة مادية وخاصة موجية وقد وضع العالم دي برولي مبدأ لتفسير الطبيعة الموجية للإلكترونات.

مبدأ دي برولي لفظياً:

" كل جسيم متحرك تصاحبه حركة موجية لها بعض خصائص الموجات الضوئية "

مبدأ دي برولي رياضياً:

$$\text{طول الموجة} = \frac{\text{ثابت بلانك}}{\text{كتلة الجسم} \times \text{سرعته}}$$

\* العلاقة بين طول الموجة وكتلة الجسم علاقة عكسية.

ثانياً : مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج:

توصل هايزنبرج إلى أنه لا يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون في نفس الوقت (علل) لأن حركة الإلكترون الموجية ليس لها مكان محدد.

مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج :

" لا يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون في وقت واحد ولكن هذا يخضع لقوانين الاحتمالات "

ثالثاً : المعادلة الموجية لشرودنجر :

وضع شرودنجر المعادلة الموجية لحركة الإلكترون ومنها توصل إلى:

(١) تحديد مناطق حول النواة والتي يزداد احتمال وجود الإلكترون فيها.

(٢) السحابة الالكترونية وصف مقبول للمدار.

(٣) الفراغ بين مستويات الطاقة ليس خالياً من الالكترونات.

السحابة الالكترونية : هي منطقة تقع حول النواة ويحتمل وجود الإلكترون فيها في كل الأبعاد.

النظرية الذرية الحديثة:

(١) الذرة تتكون من نواة موجبة الشحنة (البروتونات) وتتركز فيها معظم كتلة الذرة (بروتونات ونيوترونات).

(٢) تدور الالكترونات حول النواة بسرعة كبيرة بحيث يكون لها خواص الموجات عن طريق المعادلات الرياضية.

(٣) تشغل الالكترونات مناطق محددة حول النواة تسمى مجالات ويمكن من المعادلات الرياضية يمكن حساب طاقتها وأشكالها الهندسية.

## الأعداد الكمية :

## تعريف الأعداد الكمية :

هي أعداد تظهر كنتيجة رياضية منطقية تحدد طاقات وأحجام وأشكال المجالات الإلكترونية.

## أنواع أعداد الكم :

(١) عدد الكم الرئيسي (ن) (٢) عدد الكم الثانوي (ل) (٣) عدد الكم المغناطيسي (م ل) (٤) عدد الكم المغزلي (م س)

## (١) عدد الكم الرئيسي (ن) :

هو عدد قيمته تحدد حجم المجال وطاقته.

ويمكن حساب الطاقة من العلاقة التالية :

- ثابت

$$ط = \frac{h^2}{8m a^2 n^2}$$

## ملاحظة :

\* الإشارة السالبة تعني أن طاقة الإلكترون طاقة كامنة سببها جذب النواة للإلكترون ويزداد مقدار هذه الطاقة بزيادة قربها من النواة.

- يأخذ عدد الكم الرئيسي (ن) دائماً أعداد صحيحة موجبة أي أن :  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

- لحساب عدد الإلكترونات (ع) نستخدم العلاقة التالية :  $n^2 = 2n$

حيث : ع = عدد الإلكترونات ، ن = عدد الكم الرئيسي

**ملاحظة هامة :** أقصى عدد من الإلكترونات للمستوى الرابع فما فوق يساوي  $32$  إلكترون أي  $n \geq 32$  لأن الذرة تصل إلى حالة الاستقرار عند  $32$  إلكترون .

**مثال (١) :** احسب العدد الأقصى من الإلكترونات الذي يمكن أن يستوعبه مستوى الطاقة الثاني.

$$ع = 2(ن)^2 \leftarrow ع = 2(2)^2 \leftarrow ع = 8 = 4 \times 2$$

**مثال (٢) :** إذا كان عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الرئيسي (٣٢) إلكترون حدد هذا المستوى الرئيسي موضعاً طريقة الحساب.

$$ع = 2(ن)^2 \leftarrow 2(ن)^2 = 32 \leftarrow 2ن = \frac{32}{2} = 16 \leftarrow ن = 4$$

المستوى الرئيسي هو المستوى الرابع.

- لكل مستوى رئيسي رمز وعدد كم رئيسي ويحتوي على عدد من المستويات الفرعية كما في الجدول التالي:

المستوى الرئيسي	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع
رمز المستوى الرئيسي	K	L	M	N	O	P	Q
عدد الكم الرئيسي (ن)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
عدد المستويات الفرعية	١	٢	٣	٤	٤	٤	٤
عدد الإلكترونات (ع)	٢	٨	١٨	٣٢	٣٢	٣٢	٣٢

## (٢) عدد الكم الثانوي (ل) :

هو عدد قيمته تحدد شكل المجال الذي يتحرك فيه الإلكترون.

\* يأخذ قيم موجبة تبدأ من الصفر: ل = صفر، ١، .....، (ن-١)

\* يرمز للمستويات الفرعية بـ: s, p, d, f

\* كل مستوى فرعي يحتوي على عدد من المجالات وعلى عدد من الإلكترونات كما في الجدول التالي:

المستوى الفرعي	عدد المجالات	عدد الكم الثانوي (ل)	عدد الإلكترونات	الشكل
S	١	صفر	٢	كروي
P	٣	١	٦	أجراس صماء
d	٥	٢	١٠	معقد
f	٧	٣	١٤	معقد جداً

مثال (١) : إذا كانت قيمة ن=١ فما القيم الممكنة للعدد الكمي ل ؟ وما هو رمز المستوى الفرعي؟

$$ل = (ن-١) = ٠ \leftarrow ل = (١-١) = ٠ \leftarrow ل = \text{صفر}$$

رمز المستوى الفرعي 1s

مثال (٢) : إذا كانت ن=٣ فما القيم الممكنة للعدد الكمي ل ؟ وما هو رمز المستوى الفرعي ؟

$$ل = (ن-١) = ٠ \leftarrow ل = (٣-١) = ٢ \leftarrow ل = ٢$$

رمز المستوى الفرعي 3d

## (٣) عدد الكم المغناطيسي (م) :

هو عدد قيمته تحدد اتجاه المجال الفراغي بالنسبة لمحور ثابت .

\* يأخذ قيم صحيحة سالبة أو موجبة بحيث لا تقل عن (- ل) ولا تزيد عن (+ ل)

ويتضح ذلك من خلال الأمثلة التالية في الجدول التالي:

عدد الكم الثانوي (ل)	عدد الكم المغناطيسي (م)
ل=صفر	صفر
ل=١	١-، صفر، ١+
ل=٢	٢-، ١-، صفر، ١+، ٢+

مثال (١) : إذا كانت ل=٢ فما القيم الممكنة للعدد الكمي م ل ؟ وكم عدد المجالات الفرعية ؟

$$٢-، ١-، صفر، ١+، ٢+$$

عدد المجالات = ٥

مثال (٢) : إذا كانت ل=٣ فما القيم الممكنة للعدد الكمي م ل ؟ وكم عدد المجالات الفرعية ؟

$$٣-، ٢-، ١-، صفر، ١+، ٢+، ٣+$$

عدد المجالات = ٧

## ٤) عدد الكم المغزلي (م س) :

هو عدد قيمته تحدد اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه.

\* يدور الإلكترون حول نفسه بطريقتين:

أ) يدور مع اتجاه عقارب الساعة ويأخذ القيمة م س =  $+\frac{1}{2}$  وله سهم يتجه إلى الأعلى ↑

ب) يدور عكس اتجاه عقارب الساعة ويأخذ القيمة م س =  $-\frac{1}{2}$  وله سهم إلى الأسفل ↓

مثال : إذا كانت ن = ٢ فما القيم الممكنة للعدد الكمي م س ؟

لا بد من حساب قيم ل ثم م ن وبالتالي م س

ل = ١ ← م ن = ١-، صفر، ١+ ← م س =  $+\frac{1}{2}$ ،  $-\frac{1}{2}$

الجدول التالي يلخص أعداد الكم الأربعة ووظائفها :

عدد الكم	الرمز	القيم	الأهمية
الرئيسي	ن	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧	يحدد حجم وطاقة المجال الإلكتروني
الثانوي	ل	صفر، ١، ٢، ٣	يحدد شكل المجال
المغناطيسي	م ن	ل-، صفر، ل+	يحدد اتجاه المجال الفرعي في الفراغ
المغزلي	م س	$+\frac{1}{2}$ ، $-\frac{1}{2}$	يحدد اتجاه حركة الإلكترون حول نفسه

أمثلة متنوعة على أعداد الكم الأربعة :

مثال (١) : صمم جدولاً تحدد فيه أعداد الكم الأربعة للمستويات الرئيسية ن = ١، ٢، ٣

ن	١	٢	٣
ل	صفر	صفر	١
م ل	صفر	صفر	١-، صفر، ١+
م س	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$ ، $-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$ ، $-\frac{1}{2}$ ، ٠

مثال (٢) : أكتب الأعداد الكمية إذا كان العدد الكمي الرئيسي (ن) يساوي ٤

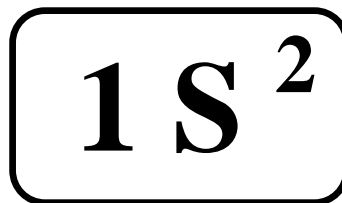
ن	٤
ل	صفر
م ل	١-، صفر، ١+
م س	$+\frac{1}{2}$ ، $-\frac{1}{2}$ ، ٠

\* عند كتابة رمز المجال الإلكتروني فإنه يُسبق بعدد يدل على رقم مستوى الطاقة الذي يوجد فيها كما في الشكل التالي:

=1 عدد الكم الرئيسي (ن)

= s رمز المستوى الفرعي

=2 عدد الإلكترونات



مثال (٣): أكمل الفراغات في الجدول التالي:

الرمز	ل	ن
1S	صفر	١
2S	صفر	٢
3P	١	٣
3d	٢	٣
4f	٣	٤

طاقة المجالات الإلكترونية الفراغية :

\* العدد الكمي الرئيسي (ن) يحدد بشكل عام طاقة المجال الإلكتروني ويتضح ذلك من خلال المعادلة التالية:

$$E_n = \frac{-k}{n^2}$$

\* طاقة المجال (ط) تزداد بزيادة قيمة ن أي أن طاقة الإلكترون في المجال الذي فيه ن=١ أقل منها في المجال الذي فيه ن=٢

\* يمكن ترتيب طاقة المجالات الرئيسية كما يلي : ١ < ٢ < ٣ < ٤ < ٥ < ٦ < ٧

\* يمكن ترتيب المستويات الفرعية تصاعدياً حسب طاقتها كما يلي: (f > d > p > s)

\* قاعدة عامة : المجال ns أقل طاقة من المجال ((n-1)d في الذرات المتعادلة الشحنة لأنها أقرب للنواة نتيجة لتداخل طاقة المستويات الفرعية.

مثال ١ : طاقة المجال 4s أقل من طاقة المجال 3d.

مثال ٢ : طاقة المجال 5s أقل من طاقة المجال 4d

كلما زادت مجموع قيمتي (ن+ل) كلما زادت قيمة طاقة المجال وعند تساوي مجموع قيمتي

(ن+ل) فإن الذي له قيمة (ن) أكبر هو الأعلى في الطاقة كما في الأمثلة التالية :

مثال : قارن بين طاقة المجالات الإلكترونية التالية (أيهما أقل طاقة) :

أ)  $3s$  أو  $3p$

$3p$	$3s$
$ل=١ ، ن=٣$	$ل=٠ ، ن=٣$
$٤=(١+٣) = (ل+ن)$	$٣=(٠+٣) = (ل+ن)$
أعلى طاقة	أقل طاقة

ب)  $3d$  أو  $5s$

$5s$	$3d$
$ل=٠ ، ن=٥$	$ل=٢ ، ن=٣$
$٥=(٠+٥) = (ل+ن)$	$٥=(٢+٣) = (ل+ن)$
عند تساوي مجموع قيمتي $(ل+ن)$ الذي له قيمة $(ن)$ أكبر هو الأعلى في الطاقة.	
أعلى طاقة	أقل طاقة

ج)  $3p$  أو  $4s$

$4s$	$3p$
$ل=٠ ، ن=٤$	$ل=١ ، ن=٣$
$٤=(٠+٤) = (ل+ن)$	$٤=(١+٣) = (ل+ن)$
عند تساوي مجموع قيمتي $(ل+ن)$ الذي له قيمة $(ن)$ أكبر هو الأعلى في الطاقة.	
أعلى طاقة	أقل طاقة

د)  $5s$  أو  $4d$

$4d$	$5s$
$ل=٢ ، ن=٤$	$ل=٠ ، ن=٥$
$٦=(٢+٤) = (ل+ن)$	$٥=(٠+٥) = (ل+ن)$
أعلى طاقة	أقل طاقة

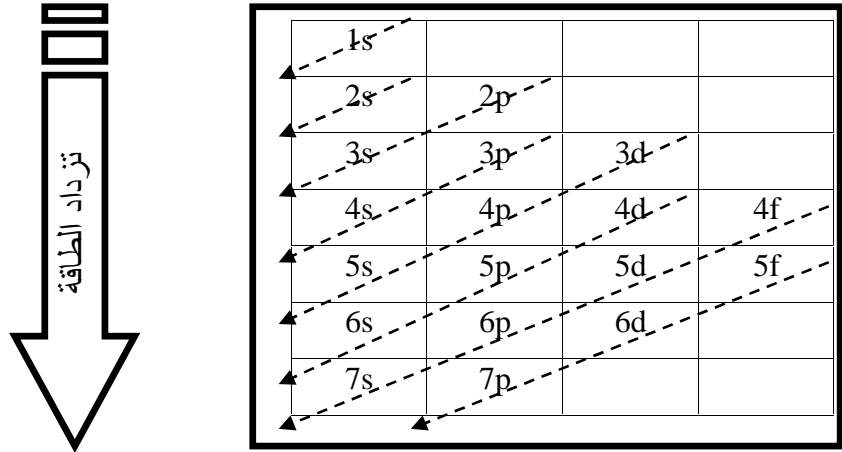
توزيع الإلكترونات في ذرات العناصر :

قواعد توزيع الإلكترونات :

(١) مبدأ البناء التصاعدي (مبدأ أوف باو) :

" يتم ملء المجالات الأقل في الطاقة ثم الأعلى فالأعلى "

\* يمكن ترتيب مستويات الطاقة الفرعية تصاعدياً كما يلي :



مثال (١) : أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة كل من العناصر التالية :  ${}_{3}\text{Li}$  ,  ${}_{11}\text{Na}$  ,  ${}_{17}\text{Cl}$  ,  ${}_{21}\text{Sc}$

العدد الذري	التوزيع الإلكتروني
${}_{3}\text{Li}$	$1s^2, 2s^1$
${}_{11}\text{Na}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$
${}_{17}\text{Cl}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$
${}_{21}\text{Sc}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1$

\* إذا كان العنصر يحتوي على شحنات موجبة أو سالبة يسمى أيوناً وفي هذه الحالة نطرح عدد الشحنات الموجبة من العدد الذري

ونجمع عدد الشحنات السالبة إلى العدد الذري كما في الأمثلة التالية :

مثال (٢) : أكتب التوزيع الإلكتروني للأيونات التالية :

الأيون	التوزيع الإلكتروني
${}_{8}\text{O}^{--}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6$
${}_{11}\text{Na}^{+}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6$
${}_{13}\text{Al}^{+++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6$
${}_{16}\text{S}^{--}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$

مثال (٣) : أكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر والأيونات لكل مما يلي :

العنصر أو الأيون	التوزيع الإلكتروني
$^{20}\text{Ca}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$
$^{17}\text{Cl}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$
$^{30}\text{Zn}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}$
$^{35}\text{Br}^-$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6$
$^{12}\text{Mg}^{++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6$

(٢) مبدأ باولي للاستبعاد :

" في الذرة الواحدة لا يمكن أن يتواجد إلكترونان يشتركان في جميع أعداد الكم الأربعة"  
بينما يمكن أن يشتركا في رقم واحد أو رقمين أو ثلاثة أرقام فقط

والجدول التالي يوضح سعة المجالات الفرعية كما يلي:

\* يجب أن لا يزيد عدد إلكترونات المجال الإلكتروني عن السعة القصوى التي يمكنه استيعابها كما في الجدول التالي:

رمز المجال الثانوي	s	p	d	f
عدد المجالات الفرعية	١	٣	٥	٧
السعة القصوى من الإلكترونات	٢	٦	١٠	١٤

مثال (١) : في ذرة الهيليوم  $^2\text{He} = 1s^2$  تحتوي على إلكترونين في المستوى (1s) لذا تكون قيم الأعداد الكمية الأربعة للمستوى هي كما يلي:

الأعداد الكمية			
ن	ل	م ل	م س
١	٠	٠	$2/1+$
١	٠	٠	$2/1-$



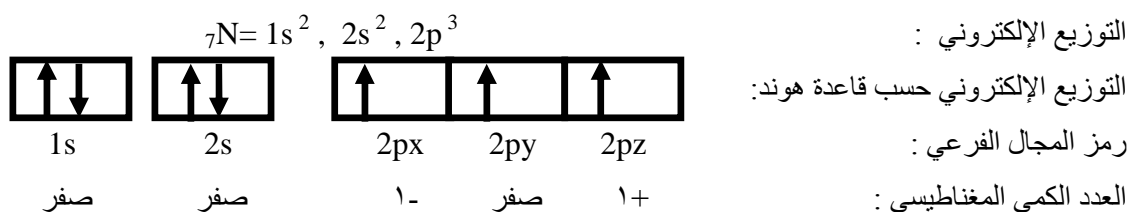
مثال (٢) : في كل حالة مما يلي : هل يستطيع إلكترون في ذرة ما أن يأخذ الأعداد الكمية المحددة ؟ فسر إجابتك.

م	ن	ل	م س	م س	التفسير
أ	٢	٣	٢	٢/١-	لا لأن قيمة ل=٣
ب	٣	٢	٢-	٢/١+	نعم لأن قيمة ن=٣ ول=٢
ج	١	٠	٠	٢/١+	نعم لأن قيمة ن=١ ول=٠
د	٢	٢	١-	٢/١-	لا لأن قيمة ن ول متساوية

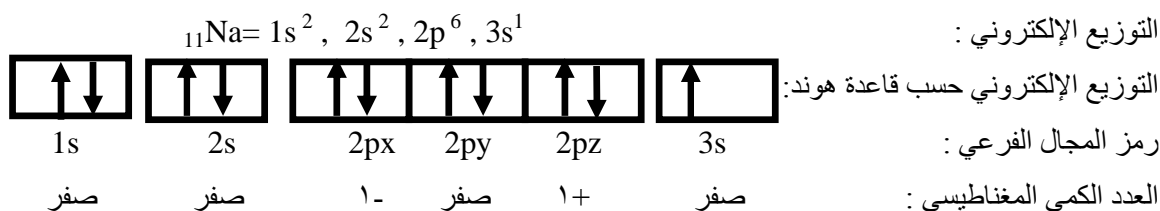
### (٣) قاعدة هوند :

" لا يحدث ازدواج بين إلكترونين في مستوى فرعي واحد إلا بعد أن يتم شغل مجالاته فرادى أولاً "

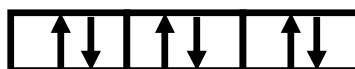
\* اصطلاح الكيميائيون أن يأخذ المجال 2Px القيمة (-١) ويأخذ المجال 2Py القيمة (صفر) ويأخذ المجال 2Pz القيمة (+١)  
مثال (١): أكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر النيتروجين ( ${}^7N$ ) موضحاً على الرسم رمز كل مجال فرعي والعدد الكمي المغناطيسي.



مثال (٢): أكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر الصوديوم ( ${}^{11}Na$ ) موضحاً على الرسم رمز كل مجال فرعي والعدد الكمي المغناطيسي.



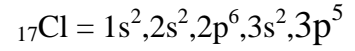
مثال (٣) : املأ المجال 2p بالإلكترونات ، ثم حدد الأعداد الكمية الأربعة لكل إلكترون.



رقم الإلكترون	ن	ل	م س	م س
١	٢	١	١-	٢/١+
٢	٢	١	صفر	٢/١+
٣	٢	١	١+	٢/١+
٤	٢	١	١-	٢/١-
٥	٢	١	صفر	٢/١-
٦	٢	١	١+	٢/١-

**مثال (٤) :** أكتب أعداد الكم الأربعة للآخر إلكترون في عنصر الكلور  $^{17}\text{Cl}$ .

نكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر الكلور  $^{17}\text{Cl}$  كما يلي:



رقم الإلكترون	ن	ل	م <sub>ل</sub>	م <sub>س</sub>
١	٣	١	١-	٢/١+
٢	٣	١	صفر	٢/١+
٣	٣	١	١+	٢/١+
٤	٣	١	١-	٢/١-
٥	٣	١	صفر	٢/١-

المطلوب أعداد الكم الأربعة للآخر إلكترون وهو رقم (٥) كما يلي:

رقم الإلكترون	ن	ل	م <sub>ل</sub>	م <sub>س</sub>
٥	٣	١	صفر	٢/١-

**مثال (٥) :** إذا علمت أن أعداد الكم للآخر إلكترون في ذرة ما كما يلي:

$$ن=٢ ، ل=١ ، م_{ل}=١- ، م_{س}=٢/١-$$

فكم يكون عددها الذري ؟ وماذا نتوقع أن يكون هذا العنصر ؟

$ن=٢$  تعني أن عدد الكم الرئيسي يساوي ٢ و  $ل=١$  تعني المجال الفرعي P

إذن هذا العنصر سينتهي توزيعه الإلكتروني بـ  $2P$



$2p_x$      $2p_y$      $2p_z$

$م_{ل}=١-$  تعني أن آخر إلكترون يوجد في المجال الفرعي  $2p_x$

$م_{س}=٢/١-$  تعني أن آخر إلكترون في المجال  $2p_x$  في الاتجاه الأسفل ومن الطبيعي أن يكون قبله إلكترون إلى الأعلى أي كما في



الرسم التالي :

ووفقاً لقاعدة هوند لا يمكن أن تزوج الإلكترونات حتى تملأ فرادى فرادى أي لا بد من ملء المجالات المتبقية فرادى أي يصبح



$8O = 1s^2, 2s^2, 2p^4$  العدد الذري = ٨ والعنصر المتوقع هو الأكسجين

مثال (٦) : إذا علمت أن أعداد الكم لآخر إلكترون في ذرة ما كما يلي:

$$n=4, \quad l=0, \quad m=0, \quad s=+\frac{1}{2}$$

فكم يكون عددها الذري؟ وماذا تتوقع أن يكون هذا العنصر؟

$n=4$  تعني أن عدد الكم الرئيسي يساوي 4 و  $l=0$  تعني المجال الفرعي s

إذن هذا العنصر سينتهي توزيعه الإلكتروني بـ 4s



$l=0$  تعني أن آخر إلكترون يوجد في المجال الفرعي 4s

$s=+\frac{1}{2}$  تعني أن آخر إلكترون في المجال 4s في الاتجاه الأعلى كما في الرسم التالي :



ووفقا لقاعدة هوند لا يمكن أن تزوج الإلكترونات حتى تملأ فرادى فرادى أي لا بد من ملء المجالات المتبقية فرادى أي يصبح

$4s^1$  كما في الرسم التالي :



$${}_{19}\text{K} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$$

العدد الذري = 19 والعنصر المتوقع هو البوتاسيوم

### أسئلة وتمارين محلولة :

س ١) ما المقصود بالمصطلحات التالية:

أ) أشعة المهبط :

عبارة عن جسيمات تحمل شحنة سالبة تنبعث من المهبط عند حدوث تفريغ كهربائي.

ب) الإلكترون:

هو جسيم سالب الشحنة يدور حول النواة بسرعة هائلة.

ج) نواة الذرة:

عبارة عن مركز الذرة وتحتوي على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات عديمة الشحنة.

د) المجال الإلكتروني:

هو منطقة حول النواة يحتمل تواجد الإلكترون فيها في كل الأبعاد.

س ٢) ما الإضافة العلمية التي أضافتها كل من تجارب فاراداي ، تجارب التفريغ الكهربائي في تركيب الذرة.

تجارب فاراداي : اكتشاف جسيمات كهربائية مشحونة في الذرة مخالفاً لتصور دالتون بأن الذرة كرة مصمتة.

تجارب التفريغ الكهربائي : اكتشاف أشعة المهبط وخواصها والتي سميت فيما بعد بالإلكترونات.

س ٣) ما التجارب العملية التي استند إليها بور في استنتاج أن الإلكترونات تشغل مستويات محددة من الطاقة ، وما هي نواقض

نظرية بور للذرة ؟ وكيف أمكن تعديل النظرية لتلافي هذا القصور؟

عن طريق دراسة الطيف الذري للهيدروجين وبعض تجاربه الخاصة وبعض أبحاث علماء الفيزياء.

\* نواقض نظرية بور:

١) لم تنجح في تفسير أطيف ذرات العناصر الأكثر تعقيداً من ذرة الهيدروجين.

٢) افترض انه يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون معا بدقة في نفس الوقت وهذا غير ممكن عملياً.

٣) افترض أن الإلكترون يتحرك في مسار دائري مستوي وهذا يعني أن ذرة الهيدروجين مسطحة وقد ثبت أن الذرة فراغية ثلاثية الأبعاد.

٤) اعتبر الإلكترون جسيم مادي ولم يأخذ بعين الاعتبار الخاصية الموجية للإلكترون.

\* التعديلات على نظرية بور:

١) الطبيعة المزدوجة للإلكترون.

٢) مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج لتحديد مكان وسرعة الإلكترون.

٣) المعادلة الموجية لشروندجر.

س٤) قارن بين كل من :

أ) ذرة رذرفورد وذرة بور.

ذرة رذرفورد : لم يحدد وضع الإلكترونات حول النواة.

ذرة بور : الإلكترونات تدور حول النواة في مجالات محددة ذات طاقة معينة.

ب) طيف الامتصاص وطيف الانبعاث.

طيف الامتصاص: أي انتقال إلكترون من مستوى طاقة أقل إلى أعلى وتكتسب طاقة.

طيف الانبعاث: أي انتقال إلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى أقل وتفقذ طاقة على شكل ضوء.

ج) نظرية بور والنظرية الذرية الحديثة.

وجه المقارنة	نظرية بور	النظرية الذرية الحديثة
نتائج وجود الإلكترونات في مدارات الطاقة	وجود الإلكترونات في مدارات محددة الطاقة ناتج عن فرض.	وجود الإلكترونات في مدارات محددة الطاقة ناتج عن معادلات رياضية
شكل مدارات الإلكترونات	مدارات الإلكترونات مسطحة ذات إحداثيات فقط (دائرية)	مدارات الإلكترونات ذات إحداثيات ثلاثية (فراغية)
إمكانية تحديد مكان وسرعة الإلكترون	يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون بدقة	لا يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون معا بنفس الدقة

د) العدد الكمي المجالي (الثانوي) والعدد الكمي الإتجاهي (المغناطيسي).

وجه المقارنة	العدد الكمي المجالي (الثانوي)	العدد الكمي الإتجاهي (المغناطيسي).
التعريف	هو عدد قيمته تحدد شكل المجال الذي يتحرك فيه الإلكترون.	هو عدد قيمته تحدد اتجاه المجال الفراغي بالنسبة لمحور ثابت .
الرمز	ل	م ل
القيم	صفر، ١، ٢، ٣	- ل ، صفر ، +ل

س٥) من خلال معرفة العدد الكمي الرئيسي والمجالي (الثانوي) أيهما أعلى طاقة لكل من :

أ) (3d-4s)

3d أعلى من 4s

ب) (6p-7s)

7s أعلى من 6p

ج) (5d-6s)

5d أعلى من 6s

6p	7s
ن=٦، ل=١	ن=٧، ل=٠
ن+ل=٦+١=٧	ن+ل=٧+٠=٧
عند تساوي مجموع قيمتي (ن+ل) الذي له قيمة (ن) أكبر هو الأعلى في الطاقة.	
أقل طاقة	أعلى طاقة

4s	3d
ن=٤، ل=٠	ن=٣، ل=٢
ن+ل=٤+٠=٤	ن+ل=٣+٢=٥
أقل طاقة	أعلى طاقة

5d	6s
ن=٥، ل=٢	ن=٦، ل=٠
ن+ل=٥+٢=٧	ن+ل=٦+٠=٦
أعلى طاقة	أقل طاقة

س٦) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١) العالم الذي وضع المعادلة الموجية لحركة الإلكترون في الذرة هو :

أ) هايزنبرج (ب) بور (ج) دي براولي (د) شرودنجر

٢) القيم التالية (ن=٤ ، ل=١ ، م ل =-١ ، م س =+١/٢) هي للإلكترون الموجود في :

أ)  $4s^1$  (ب)  $4p^1$  (ج)  $4d^1$  (د)  $4p^2$

٣) العدد الذي يحدد اتجاه المجال الفراغي بالنسبة لمحور معين ثابت هو العدد الكمي :

أ) الرئيسي (ب) المجالي (الثانوي) (ج) الاتجاهي (المغناطيسي) (د) الدوراني (المغزلي)

س٧) علل لما يأتي :

١) عدم سقوط الإلكترون في نواة الذرة .

لأن قوة الطرد المركزية تعادل قوة جذب النواة للإلكترونات .

٢) الذرة متعادلة كهربياً .

لأن عدد الشحنات الموجبة تساوي عدد الشحنات السالبة.

٣) ارتداد عدد قليل من جسيمات ألفا عند اصطدامها بصفيحة الذهب في تجارب رذرفورد.

بسبب وجود جزء في الذرة له كثافة عالية سمي فيما بعد بالنواة.

٤) طاقة المجال ns في الذرة المتعادلة أقل من طاقة المجال d (n-1).

لأن  $4s$  أقرب للنواة من  $3d$  بسبب تداخل مستويات الطاقة الفرعية.

٥) نجحت نظرية بور في تفسير طيف ذرة الهيدروجين بينما لم تنجح في تفسير أطياف الذرات الأخرى.

لأن الهيدروجين يعتبر من أبسط العناصر حيث يتكون من نواة تحتوي بروتون فقط يدور حولها إلكترون واحد .

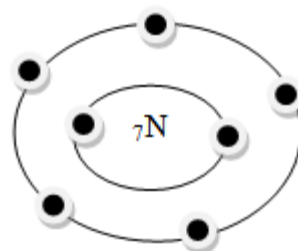
س٨) اكتب التوزيع الإلكتروني الكامل لكل من العناصر والأيونات التالية:

$^{57}\text{La}$  ,  $^{22}\text{Ti}$  ,  $^{16}\text{S}$  ,  $^{17}\text{Cl}^-$  ,  $^{20}\text{Ca}^{++}$  ,  $^{11}\text{Na}$

العنصر أو الأيون	التوزيع الإلكتروني
$^{57}\text{La}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^2, 4f^1$
$^{22}\text{Ti}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^2$
$^{16}\text{S}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$
$^{17}\text{Cl}^-$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$
$^{20}\text{Ca}^{++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$
$^{11}\text{Na}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$

### ✍ الفصل الثاني : نتائج الترتيب الدوري للعناصر

\* الإلكترونات الداخلية (الإلكترونات لب الذرة) لا تؤثر في الخواص الكيميائية للعناصر (علل)  
لأن الخواص الكيميائية تعتمد على طبيعة الإلكترونات الخارجية في ذرات العناصر.  
مثال : شاهد عدد الإلكترونات الخارجية لذرة النيتروجين يساوي ٥



\* سبق لك دراسة تحديد رقم الدورة ورقم المجموعة في الصف الأول الثانوي كما يلي :  
(١) رقم الدورة هو أكبر عدد كم رئيسي.

يساوي عدد الإلكترونات المجال الفرعي s.

(٢) رقم المجموعة

يساوي مجموع عدد الإلكترونات للمجالين p و s معاً.

\* رقم المجموعة خاص بالعناصر الرئيسية (التمثيلية) وسيمر معنا لاحقاً طريقة أخرى للعناصر الانتقالية في الفصل القادم.

مثال (١) : حدد رقم الدورة ورقم المجموعة للعنصرين التاليين :  ${}_{7}\text{N}$  ,  ${}_{17}\text{Cl}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	رقم الدورة	رقم المجموعة
${}_{7}\text{N}$	$1s^2, 2s^2, 2p^3$	الثانية	الخامسة
${}_{17}\text{Cl}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$	الثالثة	السابعة

مثال (٢) : حدد رقم الدورة ورقم المجموعة للعناصر التالية :  ${}_{9}\text{F}$  ,  ${}_{11}\text{Na}$  ,  ${}_{16}\text{S}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	رقم الدورة	رقم المجموعة
${}_{9}\text{F}$	$1s^2, 2s^2, 2p^5$	الثانية	السابعة
${}_{11}\text{Na}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$	الثالثة	الأولى
${}_{16}\text{S}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$	الثالثة	السادسة

**خواص العناصر حسب ترتيبها في الجدول الدوري :**

سنحدث في هذا الفصل عن خواص العناصر حسب ترتيبها في الجدول الدوري كما يلي :

(١) الحجم الذري (٢) جهد التأين (٣) الألفة الإلكترونية (٤) السالبية الكهربية (٥) الخواص الكهربية (٦) أعداد الأكسدة

**(١) الحجم الذري للعناصر (نصف القطر الذري) :**

**الحجم الذري :** هو حجم المجالات الإلكترونية الخارجية.

**العلاقة بين الحجم الذري لعناصر المجموعة الواحدة :**

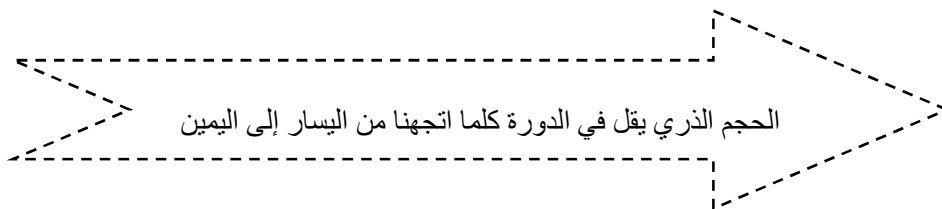
\* يزداد الحجم الذري لعناصر المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من الأعلى إلى الأسفل (علل)

بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية وبالتالي تقل قوة جذب النواة للإلكترونات.

**العلاقة بين الحجم الذري لعناصر الدورة الواحدة :**

\* يقل الحجم الذري لعناصر الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من اليسار إلى اليمين (علل)

بسبب زيادة عدد البروتونات (الشحنات الموجبة) وبالتالي تزداد قوة جذب النواة للإلكترونات.



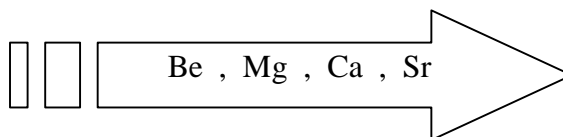
**مثال (١) :** رتب العناصر التالية تصاعدياً حسب زيادة الحجم الذري :  ${}_{4}\text{Be}$  ,  ${}_{12}\text{Mg}$  ,  ${}_{20}\text{Ca}$  ,  ${}_{38}\text{Sr}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
${}_{4}\text{Be}$	$1s^2, 2s^2$	٢	٢
${}_{12}\text{Mg}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$	٣	٢
${}_{20}\text{Ca}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$	٤	٢
${}_{38}\text{Sr}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2$	٥	٢

\* جميع العناصر تقع في مجموعة واحدة ودورات مختلفة

(الحجم الذري يزداد في المجموعة كلما اتجهنا من الأعلى إلى الأسفل)

يمكن ترتيب العناصر تصاعدياً حسب زيادة الحجم الذري كما يلي:





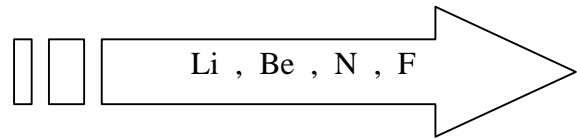
مثال (٢) : رتب العناصر التالية تنازلياً حسب نقصان الحجم الذري :  ${}^3\text{Li}$  ,  ${}^7\text{N}$  ,  ${}^9\text{F}$  ,  ${}^4\text{Be}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
${}^3\text{Li}$	$1s^2, 2s^1$	٢	١
${}^7\text{N}$	$1s^2, 2s^2, 2p^3$	٢	٥
${}^9\text{F}$	$1s^2, 2s^2, 2p^5$	٢	٧
${}^4\text{Be}$	$1s^2, 2s^2$	٢	٢

\*جميع العناصر تقع في دورة واحدة ومجموعات مختلفة

(الحجم الذري يقل في الدورة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين)

يمكن ترتيب العناصر تنازلياً حسب نقصان الحجم الذري كما يلي:



مثال (٣) : أي الذرات والأيونات التالية أكبر حجماً في كل حالة ولماذا ؟

(أ)  ${}^{15}\text{Y}$  أم  ${}^{12}\text{X}$

${}^{12}\text{X} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$  يقع في الدورة الثالثة وفي المجموعة الثانية

${}^{15}\text{Y} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$  يقع في الدورة الثالثة وفي المجموعة الخامسة

${}^{12}\text{X}$  أكبر حجماً من  ${}^{15}\text{Y}$  لأنه في الدورة الواحدة يقل الحجم الذري من اليسار إلى اليمين.

(ب)  ${}^{17}\text{Cl}$  أم  ${}^{17}\text{Cl}^-$

${}^{17}\text{Cl} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$

${}^{17}\text{Cl}^- = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$

${}^{17}\text{Cl}^-$  أكبر من  ${}^{17}\text{Cl}$  لأن الإلكترون المضاف إلى المستوى الأخير لذرة الكلور يعمل على زيادة مقدار قوة التنافر بين إلكترونات المستوى الذي أضيف إليه الإلكترون.

(ج)  ${}^{20}\text{Ca}$  أم  ${}^{20}\text{Ca}^{++}$

${}^{20}\text{Ca} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$

${}^{20}\text{Ca}^{++} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$

${}^{20}\text{Ca}$  أكبر من  ${}^{20}\text{Ca}^{++}$  بسبب زيادة عدد مستويات الطاقة الرئيسية التي تحتوي على عدد إلكترونات أكثر.

**٢) جهد التأين :**

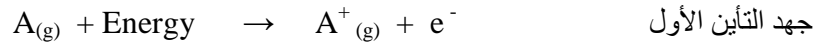
**جهد التأين :** هو الطاقة اللازمة لإزالة أكثر الإلكترونات بعداً عن النواة في ذرة العنصر في الحالة الغازية وينتج عن ذلك أيون له شحنة موجبة.

**\* ملاحظات:**

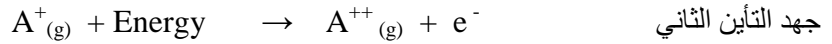
- (١) إذا اكتسبت الذرة كمية مناسبة من الطاقة فإن الإلكترون يثار إلى مستويات طاقة أعلى.
- (٢) إذا اكتسبت الذرة كمية كبيرة من الطاقة فإنها تحرر أقل الإلكترونات ارتباطاً بالذرة وتصبح الذرة أيوناً موجباً.

**توضيح :**

\* أي جهد التأين للعنصر A هو الطاقة اللازمة لحدوث التأين كما في المعادلة التالية:

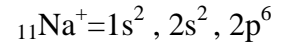
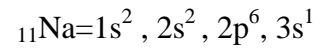


\* ويسمى الجهد اللازم لنزع الإلكترون من الأيون الموجب بجهد التأين الثاني كما في المعادلة التالية:



\* دائماً يكون جهد التأين الثاني أكبر من جهد التأين الأول لأن الإلكترون الذي ينزع من جهد التأين الثاني أقوى ارتباطاً بالنواة للأسباب التالية:

- (١) زيادة كثافة الشحنة الموجبة.
  - (٢) الإلكترون أكثر قرباً من النواة.
- مثال: علل : جهد التأين الثاني للصوديوم أكبر من جهد التأين الأول.



لأن الإلكترون الذي ينزع من جهد التأين الثاني أقوى ارتباطاً بالنواة للأسباب التالية:

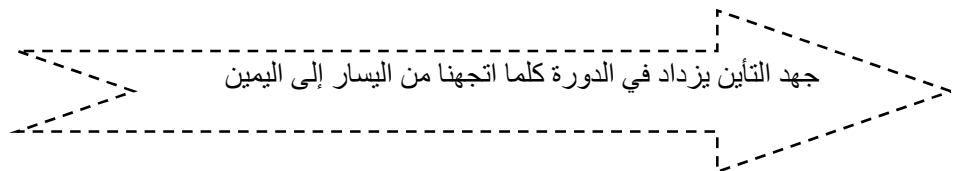
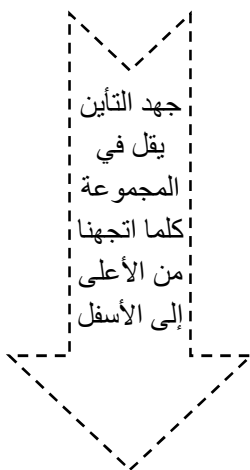
- (١) زيادة كثافة الشحنة الموجبة.
- (٢) الإلكترون أكثر قرباً من النواة.

**العلاقة بين جهد التأين لعناصر المجموعة الواحدة :**

\* يقل جهد التأين لعناصر المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من الأعلى إلى الأسفل (علل)  
بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية وبالتالي تقل قوة جذب النواة للإلكترونات.

**العلاقة بين جهد التأين لعناصر الدورة الواحدة :**

\* يزداد جهد التأين لعناصر الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من اليسار إلى اليمين (علل)  
بسبب زيادة عدد البروتونات (الشحنات الموجبة) وبالتالي تزداد قوة جذب النواة للإلكترونات.



**ملاحظة:** جهد تأين الغازات النادرة (النبيلة) مرتفعة (علل) لأنها في وضع استقرار بسبب امتلاء مجالاتها بالإلكترونات (ثمان إلكترونات).

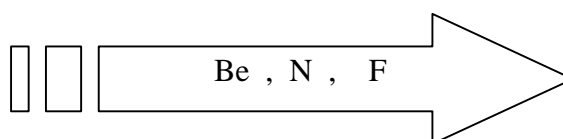
مثال : رتب العناصر التالية تصاعدياً حسب زيادة جهد التأين:  ${}^4\text{Be}$ ,  ${}^7\text{N}$ ,  ${}^9\text{F}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
${}^4\text{Be}$	$1s^2, 2s^2$	٢	٢
${}^7\text{N}$	$1s^2, 2s^2, 2p^3$	٢	٥
${}^9\text{F}$	$1s^2, 2s^2, 2p^5$	٢	٧

\* جميع العناصر تقع في دورة واحدة ومجموعات مختلفة

(جهد التأين يزداد في الدورة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين)

يمكن ترتيب العناصر تصاعدياً حسب زيادة جهد التأين كما يلي:



أهمية جهد التأين في دراسة كيمياء العناصر :

مقياس لمدى قابلية عنصر ما لفقد إلكترون واحد أو أكثر.

ملاحظة : لا يمكن لأي عنصر أن يكون له جهد تأين سالب.

(٣) الألفة الإلكترونية:

الألفة الإلكترونية : هي الطاقة التي تنبعث نتيجة إضافة إلكترون إلى المجال الخارجي في الذرة المتعادلة في الحالة الغازية لتكوين أيون سالب في الحالة الغازية.

توضيح : أي الألفة الإلكترونية للعنصر A هي الطاقة التي تنطلق كما في المعادلة التالية :



العلاقة بين الألفة الإلكترونية لعناصر المجموعة الواحدة :

\* تقل الألفة الإلكترونية لعناصر المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من الأعلى إلى الأسفل (علل)

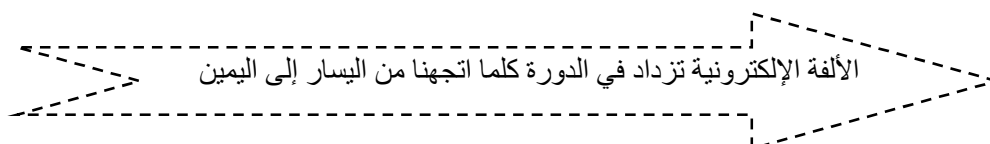
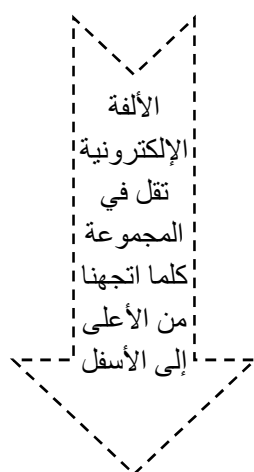
بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية وبالتالي تقل قوة جذب النواة للإلكترونات.

العلاقة بين الألفة الإلكترونية لعناصر الدورة الواحدة :

\* تزداد الألفة الإلكترونية لعناصر الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من اليسار إلى اليمين (علل)

بسبب زيادة عدد البروتونات (الشحنات الموجبة) وبالتالي تزداد قوة جذب النواة للإلكترونات.

الألفة الإلكترونية تزداد في الدورة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين



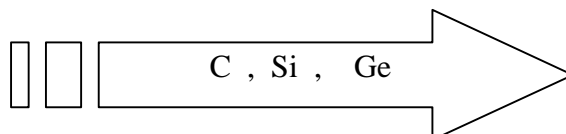
مثال : رتب العناصر التالية تنازلياً حسب نقصان الألفة الإلكترونية:  ${}^6\text{C}$  ,  ${}^{14}\text{Si}$  ,  ${}^{32}\text{Ge}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
${}^6\text{C}$	$1s^2, 2s^2, 2p^2$	٢	٤
${}^{14}\text{Si}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$	٣	٤
${}^{32}\text{Ge}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^2$	٤	٤

\* جميع العناصر تقع في مجموعة واحدة ودورات مختلفة

(الألفة الإلكترونية تقل في المجموعة كلما اتجهنا من الأعلى إلى الأسفل)

يمكن ترتيب العناصر تنازلياً حسب تناقص الألفة الإلكترونية كما يلي:



سؤال : لماذا تعتبر الغازات الخاملة (النادرة) ذات جهود تأين عالية جداً وألفة إلكترونية منخفضة جداً ؟  
جهداها عالي لأن ليس لها قابلية لفقد إلكترون أو أكثر وألفتها منخفضة لأن ليس لها القابلية لاستضافة إلكترون أو أكثر.

٤) السالبية الكهربائية:

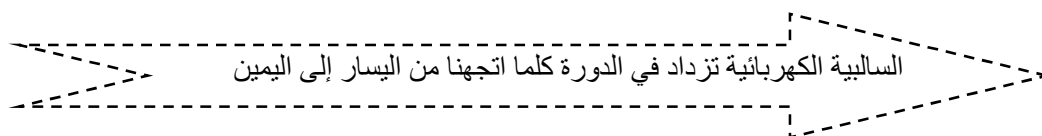
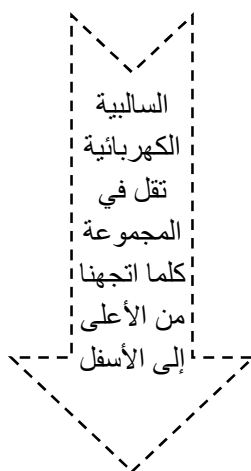
السالبية الكهربائية : هي قابلية إحدى الذرتين المرتبطتين برابطة تساهمية للاستئثار بالزوج الإلكتروني.

العلاقة بين السالبية الكهربائية لعناصر المجموعة الواحدة :

\* تقل السالبية الكهربائية لعناصر المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من الأعلى إلى الأسفل (علل)  
بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية وبالتالي تقل قوة جذب النواة للإلكترونات.

العلاقة بين السالبية الكهربائية لعناصر الدورة الواحدة :

\* تزداد السالبية الكهربائية لعناصر الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري أي من اليسار إلى اليمين (علل)  
بسبب زيادة عدد البروتونات (الشحنات الموجبة) وبالتالي تزداد قوة جذب النواة للإلكترونات.



\* ملاحظات :

١) مجموعة الهالوجينات (المجموعة ١٧) من أكثر العناصر سالبية كهربائية وخاصة الفلور.

٢) مجموعة القلويات (المجموعة ١) من أقل العناصر سالبية كهربائية.

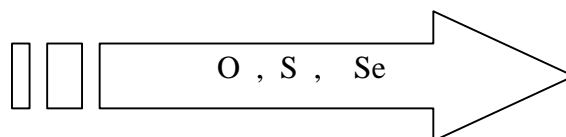
مثال : رتب العناصر التالية تنازلياً حسب تناقص السالبية الكهربية:  ${}^8\text{O}$  ,  ${}^{16}\text{S}$  ,  ${}^{34}\text{Se}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
${}^8\text{O}$	$1s^2, 2s^2, 2p^4$	٢	٦
${}^{16}\text{S}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$	٣	٦
${}^{34}\text{Se}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^4$	٤	٦

\* جميع العناصر تقع في دورات مختلفة ومجموعة واحدة

(السالبية الكهربية تقل في المجموعة كلما اتجهنا من الأعلى إلى الأسفل)

يمكن ترتيب العناصر تنازلياً حسب تناقص السالبية الكهربية كما يلي:



الخواص الكهربائية للعناصر :

\* تصنف العناصر حسب خواصها الكهربائية إلى فلزات وشبه فلزات ولا فلزات ويمكن معرفة التصنيف من خلال معرفة رقم

المجموعة كما في الجدول التالي:

رقم المجموعة	٣, ٢, ١	٤	٥, ٦, ٧
نوع العنصر	فلزات	شبه فلزات	لا فلزات

ملاحظة : هذا التصنيف ليس صحيحاً ١٠٠% فهناك عناصر لا ينطبق عليها هذا التصنيف .

الفلزات : هي مجموعة من العناصر التي توصل التيار الكهربائي بشكل جيد ويقل توصيلها للكهرباء بارتفاع درجة الحرارة.

اللافلزات : هي مجموعة من العناصر التي لا توصل التيار الكهربائي.

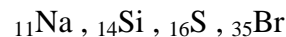
أشباه الفلزات : هي مجموعة من العناصر التي توصل التيار الكهربائي إلى حد ما ويزداد توصيلها للكهرباء بارتفاع درجة الحرارة.

مثال (١) : صنف العناصر التالية خواصها الكهربائية إلى فلزات ولا فلزات وشبه فلزات :

${}^{15}\text{P}$  ,  ${}^{12}\text{Mg}$  ,  ${}^{14}\text{Si}$  ,  ${}^8\text{O}$

العنصر	الترتيب الإلكتروني	التصنيف
${}^{15}\text{P}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$	لا فلز
${}^{12}\text{Mg}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$	فلز
${}^{14}\text{Si}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$	شبه فلز
${}^8\text{O}$	$1s^2, 2s^2, 2p^4$	لا فلز

مثال (٢) : صنف العناصر التالية حسب خواصها الكهربائية إلى فلزات ولا فلزات وشبه فلزات :



التصنيف	التوزيع الإلكتروني	العنصر
فلز	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$	${}_{11}\text{Na}$
شبه فلز	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$	${}_{14}\text{Si}$
لا فلز	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$	${}_{16}\text{S}$
لا فلز	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^5$	${}_{35}\text{Br}$

أعداد الأكسدة :

عدد الأكسدة : هو عدد الإلكترونات التي تكتسبها أو تفقدها ذرة العنصر عند الدخول في التفاعل الكيميائي.

\* عندما تفقد الذرة إلكترون فإنها تحمل شحنة موجبة.

\* عندما تكتسب الذرة إلكترون فإنها تحمل شحنة سالبة.

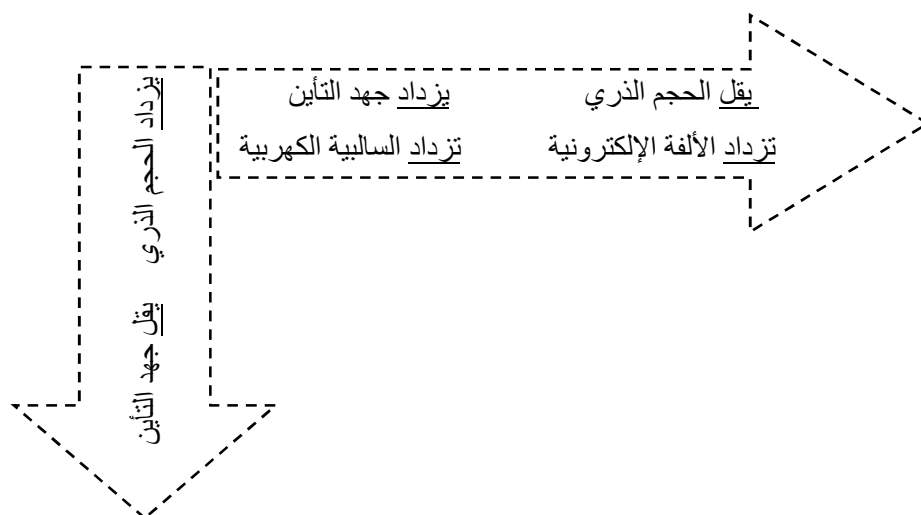
يمكن معرفة عدد أكسدة العناصر من خلال معرفة رقم المجموعة كما في الجدول التالي:

رقم المجموعة	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	السابعة	الثامنة
عدد الأكسدة	+1	+2	+3	±4	-3	-2	-1	صفر

سؤال : كم تتوقع أن يكون عدد الأكسدة للعناصر النادرة، ولماذا .

عدد الأكسدة للعناصر النادرة صفر لأنها لا تميل إلى فقد أو اكتساب إلكترونات.

مثال : أكمل الفراغات المحددة في الأسهم التالية وذلك في الشكل التالي حسب اتجاه السهم بكلمة (يزيد أو يقل)



## أسئلة وتمارين محلولة

س ١) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١) الذرة التي لها أكبر ألفة إلكترونية هي ذرة :

أ)  $^{17}\text{Cl}$  (ب)  $^{18}\text{Ar}$  (ج)  $^{13}\text{Al}$  (د)  $^{12}\text{Mg}$

٢) الذرة التي لها أقل جهد تأين من العناصر التالية هي:

أ)  $^{20}\text{Ca}$  (ب)  $^{35}\text{Br}$  (ج)  $^{36}\text{Kr}$  (د)  $^{19}\text{K}$

٣) العنصر الأكبر حجماً ذرياً من العناصر التالية هو :

أ)  $^{19}\text{K}$  (ب)  $^{13}\text{Al}$  (ج)  $^{11}\text{Na}$  (د)  $^{12}\text{Mg}$

٤) تزداد السالبية الكهربائية لعناصر المجموعات الرئيسية في اتجاه:

أ) نقصان العدد الذري في الدورة. (ب) نقصان العدد الذري في المجموعة

ج) زيادة الحجم الذري في الدورة (د) زيادة الحجم الذري في المجموعة

س ٢) علل لما يأتي:

١) لا تؤثر إلكترونات لب الذرة في الخواص الكيميائية للعناصر.

لأن الخواص الكيميائية تعتمد على طبيعة الإلكترونات الخارجية في ذرات العناصر.

٢) تقل الألفة الإلكترونية كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة الواحدة في الجدول الدوري.

بسبب زيادة عدد المستويات الرئيسية وبالتالي تقل قوة جذب النواة للإلكترونات.

٣) جهد التأين الثاني لأي عنصر أعلى من جهد التأين الأول.

لأن الإلكترون الذي ينزع من جهد التأين الثاني أقوى ارتباطاً بالنواة للأسباب التالية:

١) زيادة كثافة الشحنة الموجبة.

٢) الإلكترون أكثر قرباً من النواة.

٤) تزداد الخواص اللافلزية من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة.

بسبب زيادة عدد البروتونات (الشحنات الموجبة) وبالتالي تزداد قوة جذب النواة للإلكترونات.

س ٣) ما المقصود بما يلي :

أ) جهد التأين :

هو الطاقة اللازمة لإزالة أكثر الإلكترونات بعداً عن النواة في ذرة العنصر في الحالة الغازية وينتج عن ذلك أيون له شحنة موجبة.

ب) الألفة الإلكترونية :

هي الطاقة التي تنبعث نتيجة إضافة إلكترون إلى المجال الخارجي في الذرة المتعادلة في الحالة الغازية لتكوين أيون سالب في الحالة الغازية.

ج) السالبية الكهربائية :

هي قابلية إحدى الذرتين المرتبطتين برابطة تساهمية للاستئثار بالزوج الإلكتروني.

د) عدد الأكسدة :

هو عدد الإلكترونات التي تكتسبها أو تفقدها ذرة العنصر عند الدخول في التفاعل الكيميائي.

س٤) قارن بين المجموعة الثانية (١٢) والمجموعة السادسة (١٦) من حيث :

أ) عدد الأكسدة (ب) الخواص الكهربائية

وجه المقارنة	المجموعة الثانية (١٢)	المجموعة السادسة (١٦)
عدد الأكسدة	٢+	٢-
الخواص الكهربائية	فلزات	لافلزات

س٥) أكمل الفراغات التالية:

أ) أعلى العناصر سالبة كهربية هو الفلور.

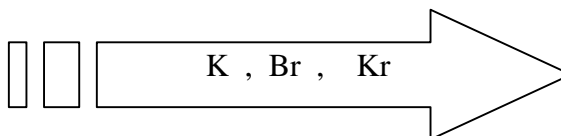
ب)  $M + e^- \rightarrow M^+ + \text{Energy}$

س٦) أكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر التالية :  ${}_{36}\text{Kr} - {}_{19}\text{K} - {}_{35}\text{Br}$  ثم رتبها بحسب ازدياد :

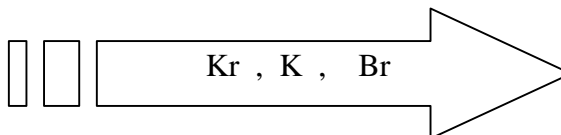
أ) جهد التأين (ب) الألفة الإلكترونية (ج) الحجم الذري

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
${}_{19}\text{K}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$	٤	١
${}_{35}\text{Br}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^5$	٤	٧
${}_{36}\text{Kr}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6$	٤	٨

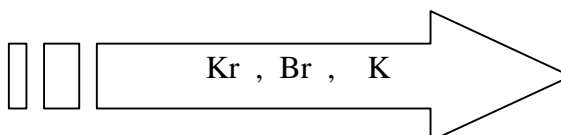
جهد التأين



الألفة الإلكترونية



الحجم الذري





## الفصل الثالث : الروابط الكيميائية

### طاقة الوضع :

أي تكون العناصر في حالة استقرار وثبات عندما تكون في أدنى مستوى طاقة ممكن.

سؤال : هل غالباً ما تتحد عناصر المجموعة الثامنة مع عناصر أخرى لتكوين المركبات ، ولماذا ؟  
لا لأنها لا تميل إلى فقد أو اكتساب إلكترونات (خاملة نسبياً).

### الروابط الكيميائية :

الرابطة الكيميائية : هي القوى التي تربط ذرات العناصر مع بعضها البعض في الجزيئات أو المركبات .

### أولاً : الرابطة الأيونية :

تعريف الرابطة الأيونية : هي قوى التجاذب الكهربائي بين أيونين أحدهما موجب والآخر سالب .

### كيف تتكون الرابطة الأيونية :

(١) تفقد إحدى الذرتين إلكترون أو أكثر من إلكترونات التكافؤ.

(٢) تكسب الذرة الأخرى إلكترون أو أكثر في مجال تكافؤها .

(٣) يتم الترابط بين الأيون الموجب والأيون السالب نتيجة للتجاذب الكهربائي.

ملاحظة هامة:

فلز (١١، ١٢) + لا فلز (١٦، ١٧) = رابطة أيونية

مثال (١) : كيفية تكون الرابطة الأيونية في مركب كلوريد الصوديوم NaCl

علماء بأن الأعداد الذرية هي : (Na=11 , Cl =17)

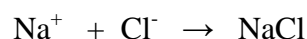
(١) تفقد ذرة الصوديوم إلكترون واحد من مجال تكافؤها.

$11\text{Na} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1 \rightarrow \text{تفقد إلكترون واحد في مجالها الأخير} \leftarrow \text{Na}^+$

(٢) تكتسب ذرة الكلور إلكترون واحد في مجال تكافؤها.

$17\text{Cl} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5 \rightarrow \text{تكتسب إلكترون واحد في مجالها الأخير} \leftarrow \text{Cl}^-$

(٣) يتم الترابط بين الأيون الموجب والأيون السالب نتيجة للتجاذب الكهربائي.



مثال (٢) : وضع باستخدام المعادلات الكيميائية والرسم تكون الرابطة الأيونية في مركب أكسيد الكالسيوم CaO

علماء بأن الأعداد الذرية هي : (Ca=20 , O =8)

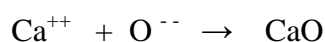
(١) تفقد ذرة الكالسيوم إلكترون واحد من مجال تكافؤها.

$20\text{Ca} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2 \rightarrow \text{تفقد إلكترونين في مجالها الأخير} \leftarrow \text{Ca}^{++}$

(٢) تكتسب ذرة الأكسجين إلكترونين في مجال تكافؤها.

$8\text{O} = 1s^2, 2s^2, 2p^4 \rightarrow \text{تكتسب إلكترونين في مجالها الأخير} \leftarrow \text{O}^{--}$

(٣) يتم الترابط بين الأيون الموجب والأيون السالب نتيجة للتجاذب الكهربائي.



## طاقة الرابطة الأيونية :

**لفظياً :** هي طاقة وضع ناتجة من تجاذب الشحنتين الموجبة والسالبة في المركب الأيوني .

**رياضياً :**

$$\text{طاقة الوضع التجاذبية (ط)} = \frac{-Y^2}{R}$$

حيث : Y = مقدار شحنة كل أيون ، R = المسافة بين الأيونين

\* من القانون السابق يلاحظ ما يلي:

(١) يمكن اعتبار طاقة الوضع التجاذبية هي طاقة الرابطة الأيونية.

$$(٢) \text{ لكي نفصل الأيونين عن بعضهما نحتاج إلى طاقة مقدارها } = \frac{Y^2}{R}$$

(٣) كلما زادت قيمة (Y) أو نقصت قيمة (R) فإن قيمة طاقة الوضع التجاذبية **تقل** وبذلك يصبح المركب أكثر استقراراً.

(٤) وجود الإشارة السالبة في حساب طاقة الوضع التجاذبية يؤدي إلى وجود التباس ولذلك نستخدم عوضاً عنها طاقة الترتيب البلوري.

**طاقة الترتيب البلوري (ط ب):**

**لفظياً :**

هي الطاقة اللازمة لتحويل المركب البلوري (الأيوني) في حالة الصلابة إلى أيونات منفصلة في الحالة الغازية.

**رياضياً :**

$$\text{طاقة الترتيب البلوري (ط ب)} = \frac{Y^2}{R}$$

\* من القانون السابق يلاحظ ما يلي:

(١) تختلف طاقة الترتيب البلوري عن طاقة الوضع التجاذبية في الإشارة الموجبة .

(٢) كلما زادت قيمة (Y) أو نقصت قيمة (R) فإن قيمة طاقة الترتيب البلوري تزداد وبذلك يصبح المركب أكثر استقراراً.

\* تكون طاقة الترتيب البلوري **أعلى كلما كان الأيون:**

(أ) أصغر حجماً (ب) أكثر شحناً

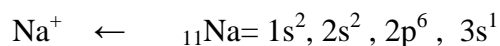
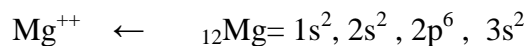
مثال (١) : أكمل الفراغات التالية بكلمات مناسبة :

(١) كلما زادت قيمة (Y) أو قلت قيمة (R) نقصت قيمة طاقة الوضع وأصبح المركب أكثر استقراراً.

(٢) كلما زادت قيمة (Y) أو قلت قيمة (R) زادت قيمة طاقة الترتيب البلوري وأصبح المركب أكثر استقراراً.

**مثال (٢) :** قارن بين طاقة الترتيب البلوري لكل من كلوريد الصوديوم وكلوريد المغنيسيوم

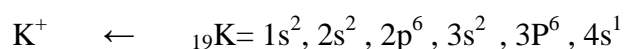
علماء بأن العدد الذري هو: (  $Mg=12$  ,  $Cl=17$  ,  $Na=11$  )



طاقة الترتيب البلوري لكلوريد المغنيسيوم ( $MgCl_2$ ) أعلى من كلوريد الصوديوم ( $NaCl$ ) لأن شحنة أيون المغنيسيوم ( $Mg^{++}$ ) ضعف شحنة أيون الصوديوم ( $Na^+$ )

**مثال (٣) :** قارن بين طاقة الترتيب البلوري لكل من فلوريد الليثيوم وفلوريد البوتاسيوم

علماء بأن العدد الذري هو: (  $Li=3$  ,  $F=9$  ,  $K=19$  )



طاقة الترتيب البلوري لفلوريد الليثيوم ( $LiF$ ) أكبر من فلوريد البوتاسيوم ( $KF$ ) لأن أيون الليثيوم ( $Li^+$ ) أصغر من أيون البوتاسيوم ( $K^+$ )

### خواص المركبات الأيونية :

(١) عبارة عن بلورات صلبة مكونة من ايونات موجبة وسالبة.

(٢) درجة انصهارها و غليانها عالية (علل) لكبر طاقة الترتيب البلوري لها.

(٣) مصهور المركبات الأيونية ومحاليلها المائية موصلة للتيار الكهربائي (علل) لأنه عند إذابتها أو صهرها تصبح أيوناتها حرة الحركة في المحلول.

### ثانياً : الرابطة التساهمية :

**تعريف الرابطة التساهمية :** هي زوج من الإلكترونات يربط بين ذرتين نتيجة لمساهمة كل ذرة بالإلكترون في الزوج الإلكتروني الرابط.

### كيف تتكون الرابطة التساهمية :

كل ذرة من الذرتين المتجاورتين تساهم بالإلكترون من مدار التكافؤ فيها لينتكون زوج إلكتروني يقضي معظم وقته في الفراغ الموجود بين الذرتين ويصبح هذا الزوج منجذباً من نواتي الذرتين المتجاورتين مما يؤدي إلى شد الذرتين بعضهما إلى بعض لتتكون الرابطة التساهمية.

### ملاحظة هامة:

لا فلز + لا فلز = رابطة تساهمية      أو      لا فلز + شبه فلز = رابطة تساهمية

مثال (١) : كيف تنشأ الرابطة التساهمية في جزيء فلوريد الهيدروجين HF ((H=1 , F=9)



تساهم كلاً من ذرتي الهيدروجين والفلور بإلكترون لتكوين الذرتان الزوج الإلكتروني الرابط كما يلي:



حيث يلاحظ:

(١) وجود زوج رابط واحد وثلاثة أزواج حرة حول ذرة الفلور.

(٢) حول ذرة الفلور ثمانية إلكترونات أي يصبح تركيبها مشابهاً للتركيب الإلكتروني للنيون وتكون في وضع استقرار.

(٣) حول ذرة الهيدروجين إلكترونان أي يصبح تركيبها مشابهاً للتركيب الإلكتروني للهيليوم وتكون في وضع استقرار.

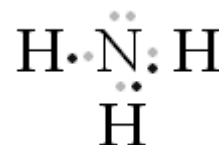
\* لذرة الفلور ثلاث أزواج من الإلكترونات لا تشارك في تكوين الرابطة التساهمية مع الهيدروجين تسمى بالأزواج الحرة.

مثال (٢) : كيف تنشأ الرابطة التساهمية في جزيء النشادر NH<sub>3</sub> (N=7 , H=1)

موضحاً عدد الأزواج الرابطة وغير الرابطة (الحرّة).



تساهم ذرة النيتروجين بثلاث إلكترونات مفردة مع ثلاث ذرات من الهيدروجين لتكوين ثلاث روابط تساهمية كما يلي:



حيث يلاحظ:

(١) وجود ثلاثة أزواج رابطة وزوج حر واحد حول ذرة النيتروجين.

(٢) حول ذرة النيتروجين ثمانية إلكترونات أي يصبح تركيبها مشابهاً للتركيب الإلكتروني للنيون وتكون في وضع استقرار.

(٣) حول ذرة الهيدروجين إلكترونان أي يصبح تركيبها مشابهاً للتركيب الإلكتروني للهيليوم وتكون في وضع استقرار.

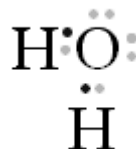
\* لذرة النيتروجين زوج واحد من الإلكترونات لا تشارك في تكوين الرابطة التساهمية مع الهيدروجين تسمى بالأزواج الحرة.

**مثال (٣) :** وضح تكون الرابطة التساهمية في مركب الماء مبيناً عدد الروابط وعدد الأزواج الإلكترونية غير الرابطة (الحرّة).

$$(O=8, H=1)$$

$${}_1H=1s^1 \quad \& \quad {}_8O=1s^2, 2s^2, 2p^4$$

تساهم ذرة الأكسجين بالإلكترونين مفردين مع ذرتين من الهيدروجين لتكوين رابطتين تساهميتين كما يلي:



حيث يلاحظ:

(١) وجود زوجين رابطتين وزوجين حرين حول ذرة الأكسجين.

(٢) حول ذرة الأكسجين ثمانية إلكترونات أي يصبح تركيبها مشابهاً للتركيب الإلكتروني للنيون وتكون في وضع استقرار.

(٣) حول ذرة الهيدروجين إلكترونان أي يصبح تركيبها مشابهاً للتركيب الإلكتروني للنيون وتكون في وضع استقرار.

\* لذرة الأكسجين زوجين حرين من الإلكترونات لا تشترك في تكوين الرابطة التساهمية مع الهيدروجين تسمى بالأزواج الحرّة.

### القاعدة الثمانية :

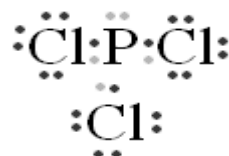
**تعريف القاعدة الثمانية :** عند دخول بعض العناصر في التفاعل الكيميائي فإنها تسعى لأن تحيط نفسها بثمانية إلكترونات حتى تصل إلى حالة الاستقرار المشابه لغاز النيون.

**مثال :** وضح ما إذا كانت المركبات التالية تنطبق عليها القاعدة الثمانية أم لا إذا علمت أن الأعداد الذرية هي:

$$(P=15, Cl=17, B=5, F=9)$$

(أ) ثالث كلوريد الفسفور ( $PCl_3$ )

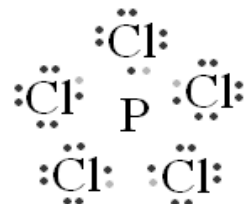
$${}_{17}Cl=1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5 \quad \& \quad {}_{15}P=1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$$



تنطبق عليها القاعدة الثمانية لأن الذرة المركزية تحاط بها ثمان إلكترونات.

(ب) خامس كلوريد الفوسفور ( $PCl_5$ )

$${}_{17}Cl=1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5 \quad \& \quad {}_{15}P=1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$$



لا تنطبق عليها القاعدة الثمانية لأن الذرة المركزية لا تحاط بها ثمان إلكترونات.

(ج) ثالث فلوريد البورون ( $\text{BF}_3$ )

لا تنطبق عليها القاعدة الثمانية لأن الذرة المركزية لا تحاط بها ثمان إلكترونات.

الأشكال الهندسية للجزيئات التساهمية :

\* تتخذ المركبات التساهمية أشكالاً هندسية مختلفة (علل) لأن كل مركب يتخذ شكل ما بحيث تكون طاقته أقل ما يمكن.

\* تراكيب لويس : عبارة عن نقاط أو علامة x لتوضيح الأزواج الرابطة وغير الرابطة لتمثيل إلكترونات مجال التكافؤ حول رمز ذرة العنصر.

\* يمكن اختصار خطوات تحديد الشكل الهندسي للمركبات التساهمية كما يلي :

(١) تحديد عدد إلكترونات التكافؤ لكل ذرة في الجزيء وبالتالي رسم شكل لويس للجزيء.

(٢) تحديد عدد الأزواج الإلكترونية الرابطة وغير الرابطة حول الذرة المركزية.

(٣) تحديد شكل الجزيء اعتماداً على عدد الأزواج الرابطة وغير الرابطة كما في الجدول التالي:

عدد الأزواج الرابطة	عدد الأزواج غير الرابطة	مجموع الأزواج الإلكترونية حول الذرة المركزية	شكل الجزيء	مقدار الزاوية	مثال
٢	-	٢	مستقيم	$180^\circ$	$\text{CO}_2$
٣	-	٣	مثلث مستو	$120^\circ$	$\text{BCl}_3$
٤	-	٤	هرم رباعي السطوح	$109.5^\circ$	$\text{CH}_4$
٣	١	٤	هرم رباعي السطوح	$107^\circ$	$\text{NH}_3$
٢	٢	٤	هرم رباعي السطوح	$104^\circ$	$\text{H}_2\text{O}$

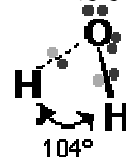
\* أمثلة :

(١) جزيء الماء ( $H_2O$ ) : ( $H=1$  ,  $O=8$ )

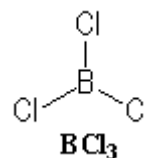
- ذرة الأكسجين المركزية تحاط بأربع أزواج من الإلكترونات والشكل المناسب لتوزيع هذه الأزواج بحيث تكون في أدنى وضع من التنافر هو أن تقع في أركان هرم رباعي السطوح ، بحيث تتوسط ذرة الأكسجين هذا الشكل.

- من المتوقع أن تكون مقدار الزاوية HOH هو  $109,5^\circ$  (علل) نظراً لوجود زوجين من الإلكترونات الحرة (غير الرابطة) تعمل على زيادة التنافر بين الأزواج الرابطة والأزواج غير الرابطة فتتقارب الأزواج الرابطة من بعضها أكثر مما يقلل من قيمة

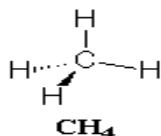
الزاوية HOH التي وجد أنها تساوي  $104,5^\circ$

(٢) جزيء ثالث كلوريد البورون ( $BCl_3$ ) : ( $B=5$  ,  $Cl=17$ )

- ذرة البورون المركزية تحاط بثلاث أزواج من الإلكترونات الرابطة وحتى تكون في أقل وضع من التنافر فإن أنسب وضع لها هو وضع ذرات الكلور في زوايا مثلث متساوي الأضلاع بحيث تتوسط ذرة البورون هذا الشكل وتكون الزاوية بين الروابط  $120^\circ$

(٣) جزيء الميثان ( $CH_4$ ) : ( $C=6$  ,  $H=1$ )

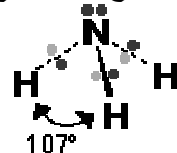
- ذرة الكربون المركزية تحاط بأربعة أزواج من الإلكترونات الرابطة والشكل المناسب لتوزيع هذه الأزواج بحيث تكون في أدنى وضع من التنافر هو أن تقع في أركان هرم رباعي السطوح منتظم بحيث تتوسط ذرة الكربون هذا الشكل ومقدار الزاوية HCH هو  $109,5^\circ$

(٤) جزيء النشادر ( $NH_3$ ) : ( $N=7$  ,  $H=1$ )

- ذرة النيتروجين المركزية تحاط بأربع أزواج من الإلكترونات والشكل المناسب لتوزيع هذه الأزواج بحيث تكون في أدنى وضع من التنافر هو أن تقع في أركان هرم رباعي السطوح.

- الفرق بين الميثان والنشادر أن النشادر يحتوي على ثلاث أزواج إلكترونية رابطة والزوج الرابع غير رابط (حر) وهذا الزوج الحر يجذب إلى ذرة النيتروجين فقط وبالتالي يكون أكثر حرية في الحركة ويكون التنافر بينه وبين الأزواج الرابطة أكبر فتتقارب

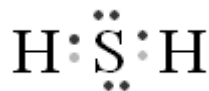
الأزواج الرابطة مع بعضها البعض أكثر وتصغر الزاوية HNH في الهرم رباعي السطوح ويكون مقدارها  $107^\circ$ .



**مثال :** ارسم أشكال الجزيئات التالية مستخدماً أشكال لويس أولاً ثم حدد عدد الأزواج الرابطة وغير الرابطة في كل منها:

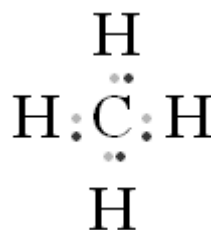
$H_2S$  ,  $CH_4$ ,  $F_2$  علماً بأن الأعداد الذرية هي : (C=6 , H=1 , F=9 , S=16)

(أ)  $H_2S$



عدد الأزواج الرابطة = ٢ & عدد الأزواج غير الرابطة = ٢

(ب)  $CH_4$



عدد الأزواج الرابطة = ٤ & عدد الأزواج غير الرابطة = صفر

(ج)  $F_2$



عدد الأزواج الرابطة = ١ & عدد الأزواج غير الرابطة = ٣

**قطبية الجزيئات :**

**تعريف القطبية :**

هي مقدار الصفة الأيونية في المركبات التساهمية .

**أنواع الروابط التساهمية :**

تنقسم الروابط التساهمية إلى قسمين هما:

(أ) **الروابط التساهمية القطبية :**

هي رابطة توجد بين ذرتين متباعدتين في السالبية الكهربائية.

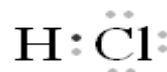
**مثال :**  $H-F$  ,  $H-Br$  ,  $H-Cl$

**كيفية تكون الرابطة التساهمية القطبية :**

**مثال: كلوريد الهيدروجين  $HCl$ :**

كل ذرة تساهم بالإلكترون ليتكون زوج الكتروني رابط يكون أقرب للذرة الأعلى في السالبية الكهربائية ( $Cl$ ) وبذلك تكتسب ذرة

الكلور شحنة جزئية سالبة ( $\delta^-$ ) والهيدروجين يكتسبه شحنة جزئية موجبة ( $\delta^+$ ) كما يلي:





**(ب) الروابط التساهمية غير القطبية :**

هي رابطة توجد بين ذرتين متقاربتين أو متساويتين في السالبية الكهربية.

مثال:  $H_2$  ,  $Cl_2$  ,  $F_2$

**كيفية تكون الرابطة التساهمية غير القطبية :**

**مثال: جزيء الهيدروجين:**

كل ذرة تساهم بالإلكترون ليتكون زوج الكتروني رابط يكون بين الذرتين وبالتالي تبقى الذرتين غير مشحونتين كما يلي:



**ملاحظة هامة :** شروط قطبية المركب ما يلي :

(١) أن تكون الرابطة داخل الجزيء قطبية.

(٢) أن تكون محصلة العزم الكهربائي للجزيء لا تساوي صفر.

**العزم الكهربائي :**

**تعريف العزم الكهربائي:**

هو مدى قابلية جزيئات المادة للانتظام في مجال كهربائي بحيث يتجه القطب الموجب نحو المهبط (-) بينما يتجه القطب السالب نحو

المصعد (+)

**مثال:** الرابطة في مركب رابع كلوريد الكربون  $CCl_4$  بين C-Cl قطبية إلا أن المركب غير قطبي (علل) لأن محصلة العزم

الكهربائي في الجزيء تساوي صفر.

**أهمية معرفة قطبية الجزيئات:**

(١) تحديد بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركب.

(٢) يساعد على التحقق من شكل الجزيء.

**مثال (١):** جزيء الماء يعتبر قطبي لذلك نستنتج أن ذراته ليست على خط واحد.

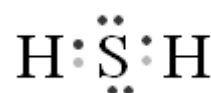
**مثال (٢):** جزيء ثاني أكسيد الكربون غير قطبي لذلك نستنتج أن ذراته على خط واحد.

**مثال :** ارسم أشكال الجزيئات التالية : ( $F_2 - H_2S$ ) موضحاً هل هي قطبية أم غير قطبية ، مع ذكر السبب ؟

$$F_2(\mathbb{A})$$


غير قطبية بسبب تساوي السالبية الكهربية بين ذرات الفلور.

H<sub>2</sub>S (ب)



قطبية بسبب تباعد السالبة الكهربائية بين ذرة الهيدروجين والكبريت.

### ثالثاً: الرابطة التساهمية التناسقية :

### تعريف الرابطة التساهمية التناسقية :

هي رابطة تنتج بين ذرتين تساهم بالزوج الرابط فيها ذرة واحدة فقط.

### كيف تتكون الرابطة التساهمية التناسقية :

تتم بين ذرتين إحداهما يحتوي على زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة والأخرى لديها نقص في الإلكترونات.

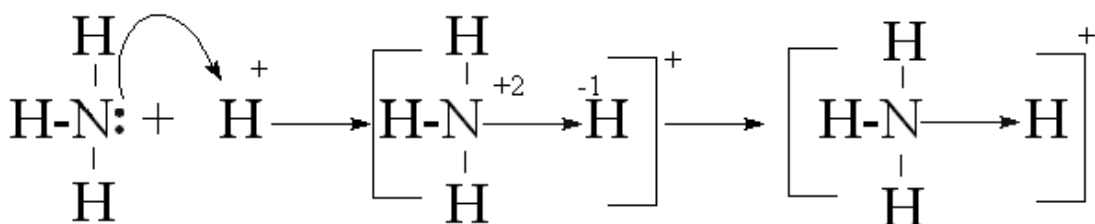
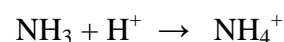
تسمى الذرة التي تعطي زوج من الإلكترونات بالذرة المانحة وتحمل إشارة موجبة.

تسمى الذرة التي تستقبل زوج من الإلكترونات بالذرة المستقبلية وتحمل إشارة سالبة.

يرمز للرابطة التساهمية التنااسقية بسهم يتجه من الذرة المانحة إلى الذرة المستقبلة.

مثال (١) : كيف تتكون الرابطة التساهمية التناسقية في أيون الأمونيوم  $\text{NH}_4^+$  الناتجة من اتحاد جزيء النشادر مع البروتون

$H^+$  المائي



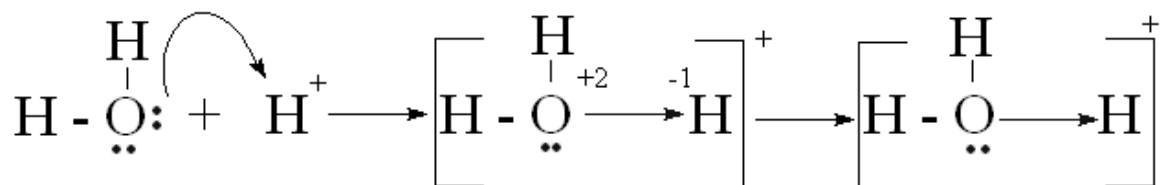
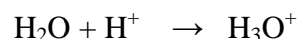
(١) تمنح ذرة النيتروجين في جزيء النشادر الزوج الحر إلى أيون الهيدروجين لتحمل بعد ذلك شحنتين موجبتين.

(٢) يستقبل أيون الهيدروجين الزوج الحر ليتعادل بالكثرون من هذا الزوج ليحمل شحنة سالبة واحدة.

(٣) يحمل ايون الأمونيوم شحنة موجبة واحدة وهي محصلة الشحنات الناتجة.

(٤) يرمز للرابطة التناسقية بسهم يتجه من الذرة المانحة إلى الذرة المستقبلية.

**مثال (٢):** وضح كيف تتكون الرابطة التساهمية التناسقية في أيون الهيدرونيوم  $H_3O^+$  الناتجة من اتحاد جزيء الماء مع البروتون المائي  $H^+$ .



(١) تمنح ذرة الأكسجين في جزيء الماء الزوج الحر إلى أيون الهيدروجين لتحمل بعد ذلك شحنتين موجبتين.

(٢) يستقبل أيون الهيدروجين الزوج الحر ليتعادل بالكثرون من هذا الزوج ليحمل شحنة سالبة واحدة.

(٣) يحمل أيون الهيدرونيوم شحنة موجبة واحدة وهي محصلة الشحنات الناتجة.

(٤) يرمز للرابطة التناسقية بسهم يتجه من الذرة المانحة إلى الذرة المستقبلة.

### خواص المركبات التساهمية :

(١) توجد المركبات التساهمية على شكل جزيئات منفردة مستقلة (علل) لأن الرابطة بين ذرات الجزيء الواحد في الجزيئات

التساهمية أقوى بكثير من قوى التجاذب بين ذرات الجزيء الواحد وذرات الجزيئات الأخرى المجاورة.

(٢) درجات غليان وانصهار المركبات التساهمية منخفضة نسبياً (علل) بسبب ضعف قوى التجاذب التي تربط جزيئات المركبات التساهمية ببعضها البعض.

(٣) المركبات التساهمية غالباً لا توصل للتيار الكهربائي (علل) لأن الرابطة التساهمية لا يحدث خلال تكونها فقد أو اكتساب شحنات كهربائية.

### مقارنة بين المركبات الأيونية والمركبات التساهمية

الصفة	المركبات الأيونية	المركبات التساهمية
الذوبان	تذوب في الماء لا تذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين	لا تذوب في الماء تذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين ورابع كلوريد الكربون
التوصيل الكهربائي	موصلة للتيار الكهربائي	غير موصلة للتيار الكهربائي
درجات الانصهار والغليان	درجات الانصهار والغليان عالية	درجات الانصهار والغليان منخفضة

**الروابط الفيزيائية :****أولاً: الرابطة الهيدروجينية :**

**تعريف الرابطة الهيدروجينية :** هي رابطة فيزيائية توجد بين ذرة هيدروجين في جزيء وذرات ذات سالبية كهربية عالية مثل (N,O,F) في جزيء آخر.

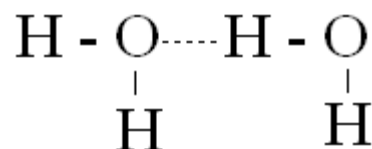
\* يشار إلى الرابطة الهيدروجينية بخط متقطع (-----).

**شروط تكون الرابطة الهيدروجينية :**

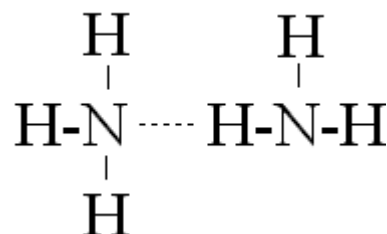
(١) وجود ذرة هيدروجين متصلة بذرة لها سالبية كهربية عالية داخل الجزيء.

(٢) وجود ذرة لها سالبية كهربية عالية في الجزيء الآخر مثل (N,O,F).

مثال (١) : وضع بالرسم تكون الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء.



مثال (٢) : وضع بالرسم تكون الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات النشادر.



مثال (٣) : وضع بالرسم تكون الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات فلوريد الهيدروجين.

**ملاحظة هامة :**

\* وجد أن درجة غليان الماء  $\text{H}_2\text{O}$  ( $100^\circ\text{C}$ ) أعلى من درجة غليان كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$  ( $-61^\circ\text{C}$ ) على الرغم من أن الكتلة الجزيئية لكبريتيد الهيدروجين (٣٤) أكبر من الماء (١٨) والسبب في ذلك وجود الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء.

**ثانياً: رابطة قوى فاندرفال :**

**تعريف رابطة قوى فاندرفال:** هي قوى الترابط التي تشد جزيئات المادة الواحدة المتعادلة كهربياً مع بعضها البعض.

**كيف تتكون رابطة قوى فاندرفال:**

تتكون عن طريق تجاذب أنوية الذرات في جزيء معين إلكترونات التكافؤ في جزيء آخر.

\* توجد رابطة قوى فاندرفال في جزيئات المركبات التساهمية غير القطبية.

\* تزداد رابطة قوى فاندرفال قوة كلما زادت الكتلة الجزيئية.

**مثال (١):** درجة غليان الكلور أعلى من درجة غليان الفلور (علل) لأن الكتلة الجزيئية للكلور أكبر من الكتلة الجزيئية للفلور.

**مثال (٢):** درجة غليان الإيثان  $C_2H_6$  أعلى من درجة غليان الميثان  $CH_4$  (علل) لأن الكتلة الجزيئية للإيثان أكبر من الكتلة الجزيئية للميثان.

**مثال:** رتب عناصر المجموعة الثامنة (الغازات النادرة) حسب تزايد درجة غليانها مع بيان السبب.

هيليوم (He) > نيون (Ne) > أرجون (Ar) > كريبتون (Kr) > زينون (Xe) > رادون (Ra)

بسبب زيادة الكتلة الجزيئية كلما اتجهنا من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة.

## أسئلة وتمارين محلولة

س ١) اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

١) الرابطة بين الهيدروجين والكلور في مركب كلوريد الهيدروجين هي رابطة :

أ) أيونية      ب) تساهمية      ج) تساهمية تناسقية      د) هيدروجينية

٢) أي المركبات التالية غير قطبي :

أ)  $PCl_3$       ب)  $NaCl$       ج)  $HF$       د)  $CF_4$

٣) أي من الروابط التالية تكون الأيون  $(BF_4^-)$  :

أ) قوى فاندرفال      ب) أيونية      ج) تساهمية تناسقية      د) هيدروجينية

٤) الرابطة التساهمية القطبية تتكون بين الذرات التي:

أ) تتساوى في السالبية الكهربائية      ب) تتساوى في الحجم الذري

ج) تختلف في السالبية الكهربائية      د) تتشابه في حالة المادة

س ٢) علل لما يأتي :

١) تميل العناصر للاتحاد مع بعضها البعض لتكوين المركبات.

حتى تصل إلى حالة الاستقرار والثبات في أدنى مستوى طاقة ممكن.

٢) الزاوية  $HSH$  في جزيء  $H_2S$  أقل من الزاوية  $CFC$  في جزيء  $CF_4$ .

لأن  $H_2S$  يحتوي على زوجين من الإلكترونات الرابطة وزوجين من الإلكترونات غير الرابطة وتكون الزاوية  $104,5^\circ$  بينما  $CF_4$  يحتوي على أربعة أزواج من الإلكترونات الرابطة ولا يحتوي على أي من الإلكترونات غير الرابطة وتكون الزاوية  $109^\circ$ .

٣) الشكل الهندسي لجزيء ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  مستقيم.

لأنه مركب غير قطبي ومقدار الزاوية له تساوي  $180^\circ$ .

٤) درجة غليان المركبات التساهمية عموماً أقل من درجات غليان المركبات الأيونية.

لأن المركبات التساهمية توجد جزيئاتها على شكل جزيئات منفردة مستقلة.

س٣) قارن بين الجزيئات التالية وفق الجدول التالي :

الجزيئات وجه المقارنة	Br <sub>2</sub>	Cl <sub>4</sub>	PCl <sub>3</sub>
عدد الأزواج الرابطة	١	٤	٣
عدد الأزواج غير الرابطة	٣	صفر	١
الشكل الهندسي للجزيء (بالرسم)	Br—Br		
الصفة القطبية للجزيء	غير قطبي	غير قطبي	قطبي

س٤) رتب المواد التالية تصاعدياً بحسب درجة استقرارها ، ولماذا ؟ ( K=19 , Cs= 55 ، Na=11 )

KCl , CsCl , NaCl

CsC > KCl > NaCl لأنه كلما زاد العدد الذري في المجموعة الواحدة من الأعلى إلى الأسفل زاد الحجم الذري وبالتالي تزداد طاقة الترتيب البلوري أي تكون في وضع استقرار أكبر ما يمكن.

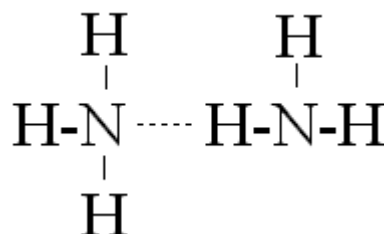
س٥) إذا علمت أن طاقة الترتيب البلوري ليوديد الصوديوم (NaI) أكبر من طاقة الترتيب البلوري لكبريتيد الكالسيوم (CaS) فأي المركبين تتوقع أن يكون أعلى في درجة الغليان مع ذكر السبب ؟

NaI أعلى في درجة الغليان لأن كتلتها الجزيئية (١٥١) أعلى من CaS (٧٢).

س٦) قارن بين الرابطة التساهمية والرابطة الهيدروجينية .

الرابطة الهيدروجينية	الرابطة التساهمية
رابطة فيزيائية	رابطة كيميائية
أطول وأضعف	أقصر وأقوى
تحدث بين ذرتين في جزيئين مختلفين	تحدث بين ذرتين في جزيء واحد

س٧) وضح بالرسم تكون الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات النشادر.



## ✍ الفصل الرابع : العناصر الانتقالية

موقع العناصر الانتقالية في الجدول الدوري:

توجد العناصر الانتقالية في الجدول الدوري على قسمين هما:

(١) العناصر الانتقالية الرئيسية :

هي مجموعة من العناصر التي ينتهي تركيبها الإلكتروني لمجال التكافؤ s، d وتوزع في ثلاث متسلسلات يحتوي كل منها على عشرة عناصر.

(٢) العناصر الانتقالية الداخلية :

هي مجموعة من العناصر التي ينتهي تركيبها الإلكتروني لمجال التكافؤ d، f وتشمل سلسلتين في الجزء السفلي في الجدول الدوري وتحتوي كل منها على أربعة عشر عنصراً تعرف بمتسلسلة اللانثيدات وبتسلسلة الأكتينيدات.

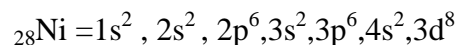
التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية:

تعتمد الخواص الفيزيائية والكيميائية لعناصر المتسلسلات الانتقالية على التوزيع الإلكتروني للمجالين [ns, (n-1)d] حيث n تمثل عدد الكم الرئيسي ويأخذ القيم من ١-٧

هناك طريقتين للتوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية كما يلي:

(١) التوزيع الإلكتروني الكامل:

مثال : أكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر النيكل  $^{28}\text{Ni}$



(٢) التوزيع الإلكتروني المختصر:

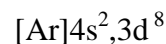
تعتمد هذه الطريقة على كتابة رمز العنصر الخامل الذي يسبق العنصر المراد توزيع إلكتروناته كما في الجدول التالي:

المتسلسلة	التوزيع الإلكتروني
المتسلسلة الانتقالية الأولى	$^{18}[\text{Ar}]4s^2, 3d^m$
المتسلسلة الانتقالية الثانية	$^{36}[\text{Kr}]5s^2, 4d^m$
المتسلسلة الانتقالية الثالثة	$^{54}[\text{Xe}]6s^2, 4f^{14}5d^m$

حيث تأخذ m من ١-١٠ أقصى عدد من الإلكترونات للمجال الفرعي d عشر إلكترونات

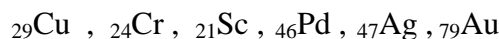
**ملاحظة هامة :** يكون المجال الفرعي d أكثر استقراراً إذا كان ممتلئاً (١٠ إلكترونات) أو نصف ممتلئاً (٥ إلكترونات)

مثال: أكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر النيكل  $^{28}\text{Ni}$





مثال (١): أكتب التوزيع الإلكتروني بطريقتين مختلفتين لكل مما يلي :



العنصر	التوزيع الإلكتروني الكامل	التوزيع المختصر
${}_{29}\text{Cu}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$	$[\text{Ar}]4s^1, 3d^{10}$
${}_{24}\text{Cr}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$	$[\text{Ar}]4s^1, 3d^5$
${}_{21}\text{Sc}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1$	$[\text{Ar}]4s^2, 3d^1$
${}_{46}\text{Pd}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 4d^{10}$	$[\text{Kr}] 4d^{10}$
${}_{47}\text{Ag}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1, 4d^{10}$	$[\text{Kr}] 5s^1, 4d^{10}$
${}_{79}\text{Au}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^1, 4f^{14}, 5d^{10}$	$[\text{Xe}] 6s^1 4f^{14} 5d^{10}$

ملاحظة هامة :

كتابة التوزيع الإلكتروني لأيون موجب لأي عنصر انتقالي تبدأ بنزع إلكترونات من المجال 4s قبل المجال 3d

مثال (٢) : أكتب التوزيع الإلكتروني للأيونات التالية :  ${}_{30}\text{Zn}^{++}$  ,  ${}_{24}\text{Cr}^{++}$

الأيون	التوزيع الإلكتروني بعد نزع إلكترونات من المجال 4s	التوزيع الإلكتروني المختصر
${}_{24}\text{Cr}^{++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^4$	$[\text{Ar}] 3d^4$
${}_{30}\text{Zn}^{++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}$	$[\text{Ar}] 3d^{10}$

مثال (٣) : اكتب التوزيع الإلكتروني للأيونات التالية :  ${}_{29}\text{Cu}^{++}$  ,  ${}_{25}\text{Mn}^{++}$  ,  ${}_{26}\text{Fe}^{+++}$

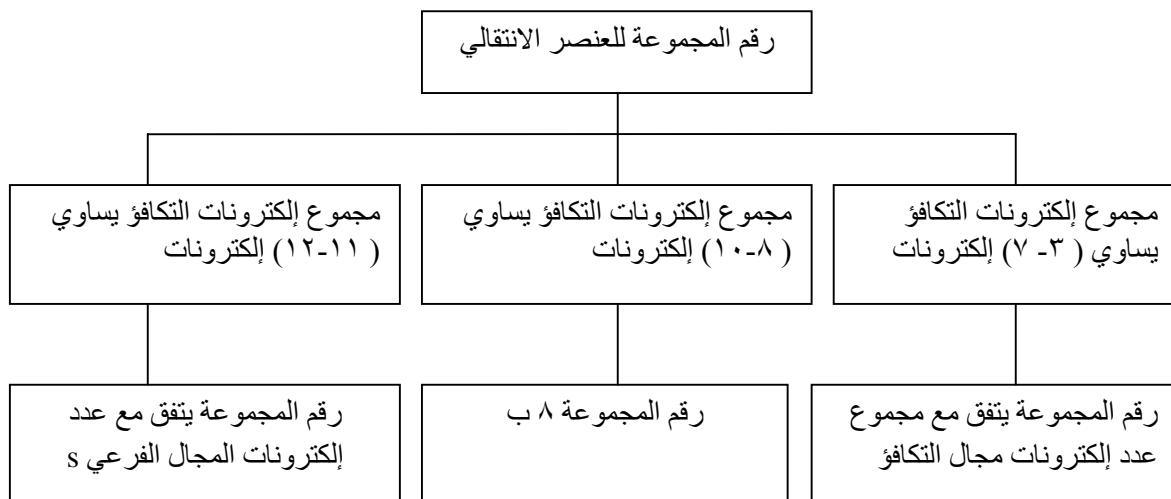
الأيون	التوزيع الإلكتروني بعد نزع إلكترونات من المجال 4s	التوزيع الإلكتروني المختصر
${}_{26}\text{Fe}^{+++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5$	$[\text{Ar}] 3d^5$
${}_{25}\text{Mn}^{++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5$	$[\text{Ar}] 3d^5$
${}_{29}\text{Cu}^{++}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^9$	$[\text{Ar}] 3d^9$

## تحديد رقم الدورة ورقم المجموعة للعناصر الانتقالية:

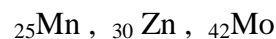
لتحديد رقم الدورة ورقم المجموعة للعناصر الانتقالية نتبع ما يلي:

(١) رقم الدورة هو أكبر عدد كم رئيسي في التوزيع الإلكتروني.

(٢) رقم المجموعة عن طريق معرفة عدد إلكترونات مجال التكافؤ وذلك في ثلاث حالات كما يلي:



مثال (١) : أكتب التوزيع الإلكتروني ثم حدد رقم الدورة ورقم المجموعة للعناصر التالية:



العنصر	التوزيع الإلكتروني الكامل	التوزيع المختصر	رقم الدورة	رقم المجموعة
${}_{25}\text{Mn}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^5$	الرابعة	السابعة
${}_{30}\text{Zn}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}$	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^{10}$	الرابعة	الثانية
${}_{42}\text{Mo}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1, 4d^5$	$[\text{Kr}] 5s^1, 4d^5$	الخامسة	السادسة

مثال (٢) : إذا كان العدد الذري لعنصرين يساوي (٢٦ و ٤٧) فحدد موقع كل منهما في الجدول الدوري موضحاً رقم الدورة ورقم المجموعة.

العدد الذري	التوزيع الإلكتروني الكامل	التوزيع المختصر	رقم الدورة	رقم المجموعة
٢٦	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^6$	$[\text{Ar}] 4s^2, 3d^6$	الرابعة	الثامنة
٤٧	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1, 4d^5$	$[\text{Kr}] 5s^1, 4d^5$	الخامسة	الأولى

**الخواص المميزة للعناصر الانتقالية:**

- (١) جميع العناصر الانتقالية في الحالة الصلبة ما عدا الزئبق في الحالة السائلة.
- (٢) موصلة جيدة للحرارة والكهرباء .
- (٣) درجات انصهارها و غليانها عالية.
- (٤) معظم مركباتها ملونة.
- (٥) جهد تأينها وألفتها الإلكترونية منخفضة نسبياً (علل) لأنها تفقد إلكترونات واحداً أو أكثر من الإلكترونات في مجال تكافؤها.
- (٦) عدد الأكسدة (+٢) للعناصر الانتقالية مألوفاً (علل) لأن جهد التأين الثاني لها منخفض.

**المجموعة الأولى الفرعية ١ب:**

تضم عناصر المجموعة ١ب النحاس والفضة والذهب وتسمى جميع العناصر السابقة بفلزات العملة.

**الخواص العامة لفلزات العملة :**

- (١) مقاومة للتآكل بفعل الجو.
- (٢) قابلة للطرق والسحب.
- (٣) موصلة جيدة للحرارة والكهرباء.
- (٤) درجة انصهارها منخفضة نسبياً.

**ملاحظات هامة :**

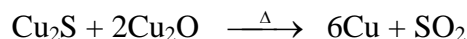
- (١) لا يتأثر الذهب والفضة بالأكسجين.
- (٢) يتخذ الذهب والفضة في بعض مركباتها عدد الأكسدة (+١) (علل) لأن لديهما إلكترون واحد في المجال الأخير يسهل فقده كما هو واضح في التركيبين التاليين:



- (٣) يتحد الذهب والفضة بروابط تساهمية لا أيونية (علل) لأن الذهب والفضة من العناصر الثقيلة لذلك فالشحنة الموجبة في نواتيهما عالية .

**النحاس Cu :****استخلاص النحاس :**

يتم استخلاص النحاس عن طريق صهر المواد الخام في أفران الحرق الذاتي (علل) للتخلص من أكبر كمية ممكنة من الكبريت وتُخلط مع الفحم والسيليكا وعند رفع درجة الحرارة إلى أعلى من ٤٥٠م يفصل النحاس حسب المعادلة الكيميائية التالية:



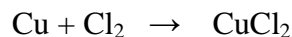
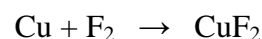
ينتج نحاس غير نقي لإزالة الشوائب منه والحصول على الفلز النقي يتم تنقيته بعملية التحليل الكهربائي حيث يترسب النحاس النقي على القطب السالب (المهبط) في خلية التحليل الكهربائي حيث تبلغ نقاوته حوالي ٩٩%.

**الخواص الفيزيائية للنحاس :**

- (١) فلز معدني لونه أحمر في صورته النقية.
- (٢) سبائك النحاس لها ألوان جذابة.
- (٣) درجة انصهاره ١٠٨٣م ودرجة غليانه ٢٥٩٥م.
- (٤) موصل عالي للحرارة والكهرباء.

**الخواص الكيميائية للنحاس :**

(١) يتفاعل النحاس مع الهالوجينات ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$ ) مكوناً هاليدات النحاس كما في المعادلات التالية:



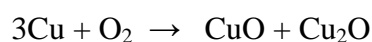
(٢) يتفاعل النحاس مع أكسجين الهواء الجوي :

\* لا يؤثر الهواء الجاف في النحاس عند درجة الحرارة العادية.

\* يتأكسد النحاس إذا سخن في الهواء أو الأكسجين فتتكون على سطحه طبقة حمراء من أكسيد النحاس الأحادي  $\text{Cu}_2\text{O}$  وإذا

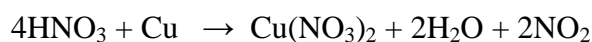
استمر التسخين تتحول إلى طبقة سوداء من أكسيد النحاس الثنائي  $\text{CuO}$

\* عند تسخين النحاس في الهواء يتكون أكسيد النحاس الأحادي وأكسيد النحاس الثنائي كما في المعادلة التالية:



(٣) تفاعل النحاس مع الأحماض :

يتفاعل النحاس مع حمض النيتروجين ليكون غاز ثاني أكسيد النيتروجين ذو اللون البني المحمر ونواتر النحاس والماء كما في المعادلة التالية:



سؤال: لماذا تظلى الأواني النحاسية بطبقة من القصدير ؟

حتى لا يتأكسد النحاس عند تسخينه في الهواء أو الأكسجين.

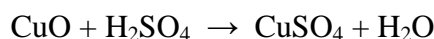
**مركبات النحاس :**

يكون النحاس مركبات عديدة (علل) لأنه يأخذ في أملاحه أعداد أكسدة (+١ أو +٢) كما يلي:

(١) كبريتات النحاس الثنائي  $\text{CuSO}_4$

يعتبر من أهم أملاح النحاس (علل) بسبب تعدد تطبيقاته العملية وتوفر وجوده في الطبيعة.

تحضيره: يحضر عن طريق إذابة أكسيد النحاس الثنائي في حمض الكبريت المخفف كما في المعادلة التالية:



\* كبريتات النحاس الثنائي مسحوق أبيض اللون في الحالة اللامائية شديد الميل لامتصاص الرطوبة حيث يتحول لونه إلى الأزرق

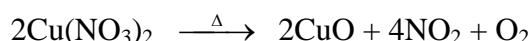
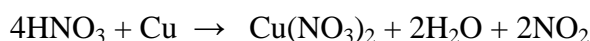
ويسمى كبريتات النحاس المائية  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (الزاج الأزرق) وعند تسخينه عند درجة حرارة ٢٥٠م يتحول إلى كبريتات

النحاس الثنائي اللامائي.

(٢) أكاسيد النحاس :

(أ) أكسيد النحاس الثنائي  $\text{CuO}$  :

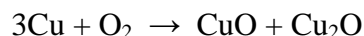
تحضيره: يحضر عن طريق إذابة النحاس في حمض النيتروجين المخفف أو المركز ثم تسخين النترات المتكونة حسب المعادلات التالية:



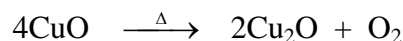
\* لا يذوب أكسيد النحاس الثنائي في الماء وإنما يذوب في الأحماض المخففة ويتميز بأنه عامل مؤكسد .

**(ب) أكسيد النحاس الأحادي Cu<sub>2</sub>O :**

**تحضيره :** يحضر أكسيد النحاس الأحادي بتسخين النحاس في الهواء كما في المعادلة التالية:



كما يحضر عن طريق تسخين أكسيد النحاس الثنائي عند ١٠٠٠ م كما في المعادلة التالية:



**الكيمياء في حياتنا:**

**(١) الأهمية الغذائية للنحاس :**

نقص النحاس في جسم الإنسان يؤدي إلى اضطرابات في النمو وفقر الدم.

يوجد النحاس في اللحوم وصفار البيض والفواكه والخضار.

**(٢) الاستخدامات الصناعية للنحاس ومركباته:**

يستخدم النحاس في صناعة أسلاك الكهرباء.

كذلك يستخدم النحاس كوسيط لنقل الحرارة في عمليات التسخين والتبريد (علل) بسبب ارتفاع الحرارة النوعية له.

كذلك يدخل في صناعة السبائك كما يلي:

**(أ) النحاس الأصفر :** عبارة عن سبيكة من النحاس والخرصين.

يتميز النحاس الأصفر بمقاومته للعوامل الجوية والمواد الكيميائية ويستخدم في التوصيلات الكهربائية وفي صنع السخانات والغلايات.

**(ب) البرونز:** عبارة عن سبيكة من النحاس والقصدير ويتميز بأنه مقاوم للمواد الكيميائية وشديد الصلابة.

**(ج) سبائك البرونز:** يضاف إليها الرصاص بنسبة ٤٠% وتتصف بالمرونة.

**الفضة Ag :****الخواص الفيزيائية للفضة :**

(١) الفضة فلز أبيض لامع .

(٢) ينصهر عند درجة حرارة ٩٦٠.٥ م .

(٣) من أكثر الفلزات توصيلاً للكهرباء وأشدّها عكساً للضوء .

**الخواص الكيميائية للفضة :**

(١) لا تتأثر الفضة بالهواء النقي .

(٢) يرجع اسوداد سطح الفضة بسبب تفاعل الفضة مع ملوثات الجو مثل كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت لتتكون طبقة من كبريتيد الفضة.

(٣) يذوب الفضة في حمض النيتروجين ليعطي نترات الفضة وفي حمض الكبريت المركز الساخن يعطي كبريتات الفضة.

(٤) تتخذ الفضة في معظم مركباتها تكافؤاً أحادي.

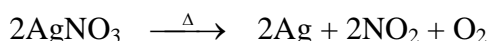
**مركبات الفضة :****نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$** 

- نترات الفضة من أشهر مركبات الفضة عبارة عن ملح شفاف .

**- تحضيره :** يحضر عن طريق تفاعل الفضة مع حمض النيتروجين متوسط التركيز كما في المعادلة التالية:



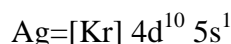
- يتفكك نترات الفضة عند تسخينه إلى درجات حرارة عالية كما في المعادلة التالية:



- نترات الفضة سهلة الذوبان في الماء وعامل مؤكسد جيد وتستخدم في تحضير هاليدات الفضة.

**سؤال :** لماذا تؤخذ ذرة الفضة التكافؤ الأحادي في معظم مركباتها؟

لأن الفضة لديها إلكترون واحد في المجال الأخير يسهل فقده كما يتضح من التركيب التالي:

**الكيمياء في حياتنا:**

**الفضة :** معدن ثمين يستخدم في صناعة الحلبي والمجوهرات ونظراً لليونتها فإنها تستخدم كسبائك مع النحاس لإنتاج أنواع من الحلبي وأدوات الزينة وكذلك في صناعة المرايا وعاكسات الضوء وفي طلاء المعادن وبعض الأقطاب الكهربائية والبطاريات.

**بروميد الفضة :** تستخدم في التصوير الضوئي (الفوتوغرافي).

**نترات الفضة :** تستخدم في الكي البارد في الجراحة.

**الذهب Au :****الخواص الفيزيائية للذهب :**

(١) الذهب فلز أصفر لامع لين.

(٢) قابل للطرق والسحب.

(٣) ينصهر عند  $1063^\circ\text{C}$  ويغلي عند  $2809^\circ\text{C}$ .

(٤) موصل جيد للحرارة والكهرباء.

**الخواص الكيميائية للذهب :**

- يمتاز الذهب بقلّة نشاطه الكيميائي فهو لا يتأثر بالهواء ولا بالأحماض والقواعد والمحاليل الملحية ماعدا الماء الملكي الذي يذيب ملك الفلزات (الذهب).

- الماء الملكي هو مزيج من حمض الكلور (٦٥%) وحمض النيتروجين (٣٥%).

- يتخذ الذهب أعداد أكسدة (+١) و (+٣) في تفاعلاته.

**الكيمياء في حياتنا:**

للذهب مميزات عديدة مثل ليونته وقابليته للسحب والتشكيل ومقاومته للتآكل لذا يستخدم في عدة مجالات من أهمها:

**(١) مجوهرات الزينة:**

- (أ) الذهب الأصفر : عبارة عن خليط الذهب مع النحاس والفضة والخاصين بنسب متفاوتة.  
 (ب) الذهب الأبيض : عبارة عن خليط الذهب مع القصدير أو البلاتينوم كما في أطقم المجوهرات.

**(٢) في الطب:**

- (أ) يستخدم في طب الأسنان بسبب ليونته ومقاومته للتآكل في الفم.  
 (ب) يستخدم محلول الذهب في علاج الروماتيزم والتهابات العظام.  
 (ج) يستخدم الذهب المشع (١٩٨) في علاج بعض أنواع أمراض السرطان.

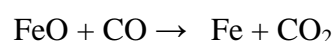
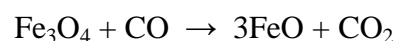
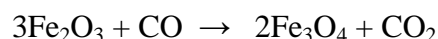
**المجموعة الثامنة الفرعية ٨ب:**

تحتوي المجموعة (٨ب) على تسعة عناصر تصنف إلى مجموعتين:

- (١) مجموعة الحديد في الدورة الرابعة.  
 (٢) مجموعة البلاتين في الدورة الخامسة والسادسة.  
 سؤال : لماذا تتألف المجموعة (٨ب) من ثلاثة أعمدة رأسية تحتوي على تسعة عناصر.  
 بسبب التشابه في الخواص الفيزيائية والكيميائية.

**الحديد Fe :****تحضير الحديد في الصناعة:**

يحضر الحديد في الصناعة عن طريق اختزاله من أكاسيده كما في المعادلات التالية:



## أنواع الحديد المتداول :

- (١) الحديد الصلب (الزهر) (٢) الحديد المطاوع (اللين) (٣) الحديد الصلب (الفولاذ)
- الجدول التالي يوضح الخواص الفيزيائية لكل نوع كما يلي:

الحديد الصلب (الزهر)	الحديد المطاوع (اللين)	الحديد الصلب (الفولاذ)
نسبة الكربون من (٢-٥) %	نسبة الكربون من (٢-٠) %	نسبة الكربون من (٢-٠,٧) %
صلب جداً ولكنه سهل الكسر وغير قابل للطرق والسحب	لين ويمكن سحبه وطرفه متين	متين وصلب قابل للطرق والسحب لدرجة أقل من الحديد المطاوع
لا يتأثر بالمغناطيس	تمغنطه مؤقت إذ يزول بزوال المؤثر المغناطيسي	يتمغنط بسهولة ويفقد مغنطته بصعوبة
يحتوي على بعض الشوائب مثل الكبريت والفوسفور والمنجنيز	يحتوي على قليل من الشوائب	خالٍ من الشوائب ماعدا المنجنيز

## الخواص الكيميائية:

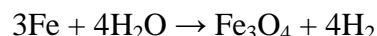
للحديد الزهر واللين والمطاوع صفات كيميائية واحدة :

## (١) تفاعله مع الهواء :

- الحديد في الهواء الجاف لا يتأثر في درجة الحرارة العادية.
- الحديد في الهواء الرطب يكون طبقة بنية اللون تسمى صدأ الحديد، يتكون من أكسيد الحديد المائي ( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) وهيدروكسيد الحديد الثلاثي  $Fe(OH)_3$  وتمتاز هذه الطبقة بأنها تحمي من استمرار عملية التآكل.

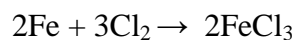
## (٢) تفاعله مع الماء :

عند إمرار بخار الماء على الحديد المسخن إلى درجة الاحمرار يتكون أكسيد الحديد المغناطيسي كما في المعادلة التالية:

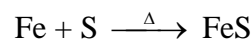


## (٣) تفاعله مع اللافلزات (مثل الكلور والكبريت) :

- يحترق الحديد المسخن في الكلور مكوناً كلوريد الحديد الثلاثي  $FeCl_3$  كما في المعادلة التالية:

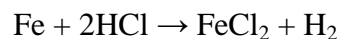


- عند تسخين برادة الحديد مع الكبريت يتكون كبريتيد الحديد الثنائي  $FeS$  كما في المعادلة التالية:

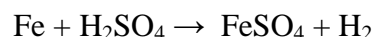


## (٤) تفاعله مع الأحماض :

- تتفاعل برادة الحديد مع حمض الكلور المخفف ليعطي كلوريد الحديد الثنائي  $FeCl_2$  كما في المعادلة التالية:



- تتفاعل برادة الحديد مع حمض الكبريت المخفف ليعطي كبريتات الحديد الثنائي  $FeSO_4$  كما في المعادلة التالية:



## (٥) تفاعله مع القلويات (القواعد) :

لا تؤثر القواعد في الحديد لذلك تستخدم أوعية الحديد في حفظ وتخزين القواعد.



**بعض مركبات الحديد:****للحديد نوعان من المركبات هما :****(١) مركبات الحديد الثنائي :**

من مميزات هذه المركبات أنها خضراء اللون وغير ثابتة وتتأكسد بسرعة في الهواء أو عند تعرضها لمواد مؤكسدة .  
من الأمثلة على هذه المركبات ما يلي :

المركب	أكسيد الحديد الثنائي	كبريتات الحديد الثنائي	كلوريد الحديد الثنائي	هيدروكسيد الحديد الثنائي
الصيغة الكيميائية	FeO	FeSO <sub>4</sub>	FeCl <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub>

**(٢) مركبات الحديد الثلاثي :**

من مميزات هذه المركبات أنها صفراء أو حمراء اللون ويمكن اختزالها فتنحول إلى أملاح الحديد الثنائي.  
من الأمثلة على هذه المركبات ما يلي:

المركب	أكسيد الحديد الثلاثي	كبريتات الحديد الثلاثي	كلوريد الحديد الثلاثي	هيدروكسيد الحديد الثلاثي
الصيغة الكيميائية	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	FeCl <sub>3</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>

**الكيمياء في حياتنا:**

من أبرز استخدامات الحديد ما يلي:

**(١) استخدامات الحديد الصلب (الحديد الزهر) :**

يستخدم في صناعة الأدوات التي لا تتعرض للصدمات مثل أنابيب المياه وأنابيب الغاز.

**(٢) استخدامات الحديد المطاوع (الحديد اللين) :**

يستخدم في صناعة المغناطيس الكهربائي المستخدمة في الأجهزة الكهربائية ، وفي قضبان البناء المستخدمة في التسليح.

**(٣) استخدامات الحديد الصلب (الفولاذ) :**

يستخدم في صناعة السفن وقضبان سكك الحديد والجسور.

ومن استخدامات سبائك الصلب ما يلي:

**(أ) صلب النيكل (حديد صلب ونيكل):**

يجعل السبيكة أكثر صلابة وتقاوم تآكل الصدأ وتستخدم في صناعة السيارات .

**(ب) صلب الكروم (حديد صلب وكروم):**

يجعل السبيكة أكثر صلابة وتستخدم في صناعة كرة من الحديد التي تسهل حركة محاور المحركات

ويطلق عليها (رمان بلي)

## أسئلة وتمارين محلولة :

س١) ما المقصود بالعناصر الانتقالية ، وما التوزيع الإلكتروني العام لها ؟  
هي مجموعة من العناصر التي ينتهي تركيبها الإلكتروني لمجال التكافؤ d وتتوزع في ثلاث متسلسلات يحتوي كل منها على عشرة عناصر.  
يعتمد التوزيع الإلكتروني على كتابة رمز العنصر الخامل الذي يسبق العنصر المراد توزيع إلكتروناته كما في الجدول التالي:

المتسلسلة	التوزيع الإلكتروني
المتسلسلة الانتقالية الأولى	$18[\text{Ar}]4s^2, 3d^m$
المتسلسلة الانتقالية الثانية	$36[\text{Kr}]5s^2, 4d^m$
المتسلسلة الانتقالية الثالثة	$54[\text{Xe}]6s^2, 4f^{l4}5d^m$

س٢) أذكر أهم الخواص العامة للعناصر الانتقالية.

- ١) جميع العناصر الانتقالية في الحالة الصلبة ما عدا الزئبق في الحالة السائلة.
- ٢) موصلية جيدة للحرارة والكهرباء .
- ٣) درجات انصهارها و غليانها عالية.
- ٤) معظم مركباتها ملونة.
- ٥) جهد تأينها وألفتها الإلكترونية منخفضة نسبياً لأنها تفقد إلكترونات واحداً أو أكثر من الإلكترونات في مجال تكافؤها.
- ٦) عدد الأكسدة (+٢) للعناصر الانتقالية مألوفاً لأن جهد التأين الثاني لها منخفض.
- س٣) أجب بعلامة صح (✓) أو علامة خطأ (x) أمام العبارات التالية مع تصحيح الخطأ إن وجد :
- ١) يطلق على عناصر المجموعة (٢ب) اسم فلزات العملة .
- العبارة (x) والصواب يطلق على عناصر المجموعة (١ب) اسم فلزات العملة .
- ٢) يستخدم الذهب مع الفضة في صناعة الألياف الصناعية.
- العبارة (x) والصواب يستخدم الذهب مع البلاتين في صناعة الألياف الصناعية.
- ٣) يتأثر الحديد الصلب بالمغناطيس.
- العبارة (x) والصواب يتأثر الحديد المطاوع (اللين) بالمغناطيس.
- ٤) يستخدم الحديد الصلب المسبوك مع النيكل في صنع رمان بلي.
- العبارة (x) والصواب يستخدم الحديد الصلب المسبوك مع الكروم في صنع رمان بلي.
- س٤) اذكر استخداماً واحداً لكل من :

- ١) نترات الفضة : تستخدم في الكي البارد في الجراحة.
- ٢) النحاس الأصفر : يستخدم في صنع السخانات والغلايات.
- ٣) سبائك البرونز مع الرصاص : يستخدم في صناعة الأشياء التي تتصف بالمرونة .
- ٤) الحديد الفولاذ : صناعة السفن وقضبان سكك الحديد والجسور.

س٥) علل لما يأتي:

- ١) يُمَلأ المجال الفرعي (4s) بالإلكترونات قبل ملء المجال الفرعي (3d) .  
لأن طاقة المجال الفرعي (4s) أقل من المجال الفرعي (3d) لأن (4s) أقرب للنواة نتيجة لتداخل المستويات الفرعية.
- ٢) عند تأين أي من العناصر الانتقالية ، ينفصل إلكترون من المجال 4s وليس من المجال 3d.  
لأن المجال 3d يكون في وضع مستقر عندما يكون ممتلئ (عشر إلكترونات) أو نصف ممتلئ (خمس إلكترونات).
- ٣) يُعد كبريتات النحاس من أهم أملاح النحاس.  
بسبب تعدد تطبيقاته العملية وتوفر وجوده في الطبيعة.
- ٤) لا يتأثر الذهب بالأحماض والقواعد.  
بسبب قلة نشاطه الكيميائي.
- ٥) يطلى الحديد بالمعادن الأخرى.

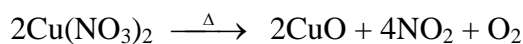
لأن الحديد معدن صلب وسهل التشكيل وخاماته متوفرة وتكاليف استخلاصه معقولة الثمن.

س٦) كيف يُمكن الكشف عن الأيونات التالية في المختبر:

- ١)  $\text{Cu}^{++}$  : عن طريق إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الأمونيوم يتكون راسب أزرق .
- ٢)  $\text{Ag}^+$  : عن طريق إضافة محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض يذوب في محلول هيدروكسيد الأمونيوم.
- ٣)  $\text{Fe}^{++}$  : عن طريق إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أخضر .
- ٤)  $\text{Fe}^{+++}$  : عن طريق إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بني .

س٧) عبر عن الآتي بمعادلات كيميائية موزونة:

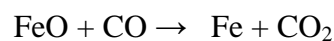
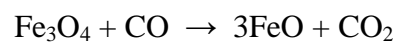
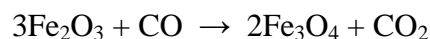
١) أثر الحرارة على نترات النحاس الثاني.



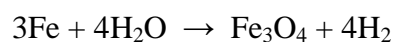
٢) أثر حمض النيتروجين على الفضة.



٣) استخلاص الحديد.



٤) تفاعل بخار الماء مع الحديد الساخن.



### ✍ الفصل الخامس : كيمياء الهواء

#### أهمية الهواء الجوي :

- (١) يساعد على تحريك الرياح وهطول الأمطار ونشو الضباب.
- (٢) يجعل السماء لونها أزرق لأن زرقتها ناتجة عن انكسار أشعة الشمس عند اختراقها طبقة الهواء المحيط بالكرة الأرضية.
- (٣) يساعد على سماع الأصوات لأن الهواء وسط ملائم لانتقال الموجات الصوتية.
- (٤) يعزل الهواء سطح الأرض ويوزع الحرارة.
- (٥) يقي الهواء سطح الأرض من سقوط الشهب والنيازك حيث تحترق كلياً أو جزئياً عند احتكاكها بالهواء.
- (٦) يحمي الأرض من الأشعة الكونية وفوق البنفسجية الضارة بالإنسان .

#### مكونات الهواء الجوي :

يتكون الهواء من خليط من الغازات يمكن تمثيلها في الجدول التالي:

الغاز	النسبة المئوية الحجمية
النيتروجين	٨٧,٠٨٤%
الأكسجين	٢٠,٩%
الأرجون	٠,٩٣٤%
ثاني أكسيد الكربون	٠,٠٣١٤%
غازات أخرى	٠,٠٠٣%

وسندرس بعض هذه الغازات بشيء من التفصيل والبعض الآخر في السنة القادمة إن شاء الله.

**أولاً : الأكسجين O<sub>2</sub>:****\* أهمية غاز الأكسجين:**

(١) يساعد على التنفس (٢) يساعد على الاحتراق

**\* صور تواجد الأكسجين في الهواء :**

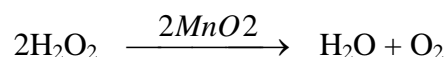
(١) جزي الأكسجين O<sub>2</sub> (٢) الأوزون O<sub>3</sub>

**\* تحضير غاز الأكسجين في الصناعة:**

يحضر عن طريق التقطير الجزئي للهواء المسال حيث تكون درجة غليان الأكسجين (-١٨٣ م) بينما يغلي النيتروجين عند درجة (-١٩٦ م).

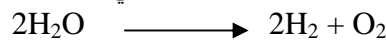
**\* تحضير غاز الأكسجين في المختبر:**

(١) عن طريق تفاعل فوق أكسيد الهيدروجين H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> مع ثاني أكسيد المنجنيز كما في المعادلة التالية:

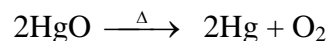


(٢) عن طريق التحليل الكهربائي للماء كما في المعادلة التالية:

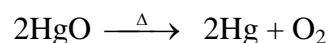
تحليل كهربائي



(٣) عن طريق التحليل الحراري لأكسيد الزئبق الثنائي (II) كما في المعادلة التالية:



**مثال :** أكتب معادلة موزونة لتحضير غاز الأكسجين في المختبر بالتحليل الحراري لأكسيد الزئبق الثنائي (II)

**الكيمياء في حياتنا:**

\* غاز الأوزون هو المكون الأكبر لأحد طبقات الجو تسمى طبقة الأوزون.

**\* أهمية الأوزون في طبقات الجو العليا:**

يعمل كغطاء جوي واقٍ للأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة على الإنسان حيث تسبب سرطان الجلد.

**\* أضرار غاز الأوزون الموجود في الهواء:**

(١) يسبب أضرار كبيرة للنباتات.

(٢) يسبب أضرار للأجزاء الحساسة من جسم الإنسان مثل العيون والرتتين.

(٣) يسبب أضرار كبيرة على واجهات المباني ودهاناتها.

**\* استخدامات غاز الأوزون:**

يستخدم في تنقية المياه المعبأة لقدرته الفائقة على قتل الميكروبات.

**ثانياً : النيتروجين N<sub>2</sub>:**

يعتبر النيتروجين غاز خامل حيث يحتاج إلى حرارة عالية ليتم تفاعله (**علل**) بسبب قوة الترابط بين ذراته في الجزيء الواحد.  
**ملاحظة هامة :** سيتم دراسة عنصر النيتروجين بالتفصيل في الصف الثالث الثانوي إن شاء الله .

**سؤال :** ما الحكمة من جعل نسبة النيتروجين عالية في الهواء الجوي وخامل نسبياً ؟

نسبة النيتروجين عالية حتى يعمل على تخفيف الأكسجين ليساعد على تنفس الكائنات الحية لأن الأكسجين عندما يكون نقياً يكون ضاراً للجسم وخامل نسبياً بسبب قوة الترابط بين ذراته في الجزيء الواحد وبالتالي لا يتفاعل مع الأكسجين ويسبب حرائق

**ثالثاً : ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>:**

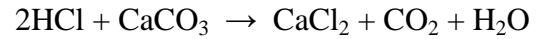
\* **خواصه :** غاز لا لون ولا رائحة ولا طعم له - كثافته مرتفعة مقارنة ببخار الماء والأكسجين - ينتقل من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة عند خفض درجة الحرارة إلى - ٧٩ م° .

**\* تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في الصناعة :**

يحضر في الصناعة بحرق الكيروسين حرقاً كاملاً في أفران خاصة حيث ينتج بخار الماء وغاز CO<sub>2</sub> وبإمرار المزيج فوق سطح بارد يكثف الماء ويتبقى غاز CO<sub>2</sub>.

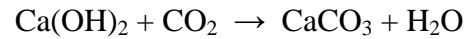
**\* تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر :**

يحضر في المختبر عن طريق تفاعل حمض الكلور المركز مع كربونات الكالسيوم كما في المعادلة التالية:

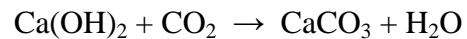


غاز ثاني أكسيد الكربون يعكر ماء الجير (هيدروكسيد الكالسيوم)

(**علل**) بسبب تكون راسب من كربونات الكالسيوم الذي لا يذوب في الماء  
 كما في المعادلة التالية:



مثال : أكتب معادلة تحضير غاز CO<sub>2</sub> في المختبر ، ثم أكتب معادلة تفاعله مع ماء الجير.

**الكيمياء في حياتنا :**

**الثلج الجاف :** هو الجليد الذي يتكون عند خفض درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون إلى درجة (-٧٩ م°).

سبب تسميته بهذا الاسم : لأنه يشبه الجليد المائي ولكن لا يتكون من الماء.

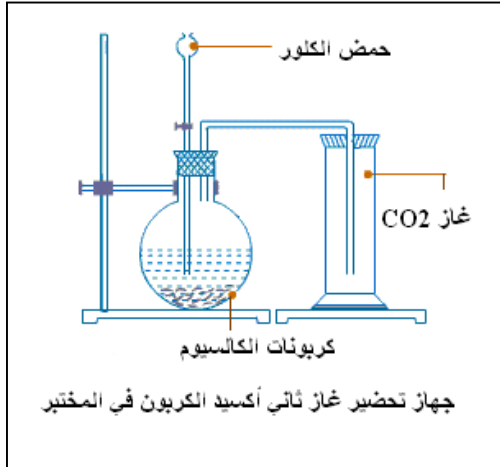
**استخدامات الثلج الجاف:**

(١) حفظ الدم والأدوية التي تحتاج إلى درجة حرارة منخفضة جداً عند نقلها من مكان إلى آخر.

(٢) تبريد الأغذية المغلفة التي ربما تتعفن عند تبريدها في الثلج الرطب.

(٣) تبريد الأغذية في الطائرات حيث يجمدها ويقضي على البكتيريا والفيروسات.

(٤) المحافظة على برودة الأسماك والأيسكريم والمتلجات.



**الغازات النادرة (النبيلة) :**

\* يطلق على المجموعة الثامنة (٨أ) بالغازات النادرة وسميت الغازات النادرة بهذا الاسم نظراً لندرة وجودها في الطبيعة كذلك تسمى بالغازات الخاملة والنبيلة والكريمة.  
وتشمل ما يلي:

العنصر	الهيليوم	النيون	الآرجون	الكريبتون	الزينون	الرادون
الرمز	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Ra

**\* خواص الغازات النادرة:**

- (١) جميعها غازية عند درجة الحرارة العادية.
- (٢) أحادية الذرات.
- (٣) مجالاتها الخارجية مملوءة بالإلكترونات .
- (٤) توجد في الهواء الجوي بنسب مختلفة ما عدا الرادون يوجد على هيئة عنصر مشع.
- (٥) المصدر الرئيسي للهيليوم هو الغاز الطبيعي الذي يستخرج من الأرض ويمثل نحو ٨% من كتلته هيليوم.

**الكيمياء في حياتنا :****استخدامات الهيليوم :**

- (١) يستخدم في ملء المناطيد المستخدمة في الطيران الاستكشافي والرياضي وفي بالونات الأطفال حيث يسهل ارتفاعها (علل) بسبب انخفاض كثافته مقارنة بالهواء.
- (٢) يستخدم في عمليات اللحام.
- (٣) يستخدم في تبريد المفاعلات النووية (علل) لأنه لا يتأثر بالإشعاعات الذرية.
- (٤) يستخدم في معالجة مرض الأزمة الصدرية وذلك بمزجه مع الأكسجين لقدرة هذا المزيج على التسرب من خلال أنسجة الرئة بشكل أسرع من تسرب الهواء العادي كذلك يستخدم نفس المزيج هواءً للتنفس في أثناء الغوص في أعماق البحار.
- (٥) صناعة مقاييس الحرارة التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة جداً.

**استخدامات الآرجون :**

- (١) يستخدم في لوحات الإعلانات والمحلات التجارية.
- (٢) يستخدم كمثبت للجهد في بعض الأجهزة الكهربائية.

**استخدامات النيون:**

- (١) يستخدم في عمليات اللحام.
- (٢) يستخدم في صنع المصابيح الكهربائية وبعض مصابيح الفلورسنت.

**استخدامات الكريبتون :**

يستخدم في صناعة المصابيح الخاصة مثل مصابيح عمال المناجم.

**استخدامات الزينون:**

- (١) صنع الأنابيب الإلكترونية المستعملة في التصوير السريع .
- (٢) صنع المصابيح الأمامية للسيارات.

**تلوث الهواء :****مصادر تلوث الهواء :****(أ) مصادر طبيعية :**

مثل الزلازل والبراكين.

**(ب) مصادر بفعل الإنسان :**

مثل:

(١) النفايات. (٢) المخلفات الصناعية والزراعية والطبية. (٣) مخلفات النفط ومشتقاته. (٤) المبيدات الحشرية.

(٥) النفايات المشعة. (٦) مخلفات المصانع. (٧) عوادم السيارات.

**ملوثات الهواء ومصادرها :****أولاً : الملوثات الأولية**

هي المواد الملوثة التي تنتج من مصدر التلوث مباشرة .

**من أهمها ما يلي :**

غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$	غاز أول أكسيد الكربون $CO$	غاز ثاني أكسيد الكبريت $SO_2$	أكاسيد النيتروجين $NO, NO_2$	المواد العالقة
ينطلق بشكل طبيعي من النبات والإنسان والحيوان وبفعل الإنسان كحرق الوقود وحرق الغابات.	ينطلق من خلال عملية احتراق الوقود احتراقاً غير كامل وهو غاز خائف يتحد مع هيموجلوبين الدم ويسبب نقص كمية الأكسجين في الدم	ينطلق من حرق الوقود النفطي ومن عمليات تكرير النفط ويسهم هذا الغاز في تكوين الأمطار الحمضية وهو غاز خطير على صحة الجهاز التنفسي للإنسان	تتطلق هذه الأكاسيد من حرق الوقود النفطي حيث يمتزج النيتروجين مع الأكسجين مكوناً $NO$ و $NO_2$ المسبب للأمطار الحمضية.	(أ) مصادر طبيعية : مثل الزلازل والبراكين. (ب) مصادر بفعل الإنسان: مثل الفلزات الناتجة عن احتراق الوقود والغبار الصناعي الناتج من مصانع الأسمت والجبس ومداخن المصانع.



**ثانياً : الملوثات الثانوية :**

هي المواد الملوثة التي تنتج من تفاعل الملوثات الأولية مع بعضها أو مع مواد أخرى.

من أهمها ما يلي :

الأمطار الحمضية	الضباب الدخاني	التلوث بالأوزون
هي الأمطار التي تنتج عن إذابة ماء المطر لبعض المواد التي تكسبه الصفة الحمضية.	عبارة عن اتحاد ثاني أكسيد النيتروجين مع بعض المواد الهيدروكربونية الناتجة عن حرائق الوقود .	يتحول الأكسجين الجوي إلى غاز الأوزون بفعل أكاسيد النيتروجين الناتجة كملوثات أولية من بعض عمليات حرق الوقود في وجود الأشعة فوق البنفسجية
أهم مسببات الأمطار الحمضية:		
(أ) ثاني أكسيد النيتروجين ( $\text{NO}_2$ ): الذي يتحد مع الماء مكوناً حمض النيتروجين كما في المعادلة التالية:		
$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$		
(ب) ثاني أكسيد الكبريت ( $\text{SO}_2$ ): الذي يتحد مع أكسجين الهواء مكوناً ثالث أكسيد الكبريت الذي يتفاعل مع الماء مكوناً حمض الكبريت كما في المعادلة التالية:		
$\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{O}$		
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$		
أهم أضرار الأمطار الحمضية:		
(١) يهدد حياة الكائنات الحية مثل الأحياء في البحيرات والأنهار وموت النباتات.		
(٢) يسبب تآكل واجهات المباني الجبسية والرخامية.		

**الكيمياء في حياتنا:**

**الاحتباس الحراري :** عبارة عن ارتفاع درجة الحرارة نتيجة احتباس حرارة الأرض وعدم انتشارها في الطبقات العليا في الجو. ويعود السبب في هذا الاحتباس إلى حاجز يحيط بالأرض يتكون من غازات ثقيلة تعكس حرارة الأرض التي تنبعث منها خلال الليل.

**البيوت الزجاجية:** عبارة عن احتباس الحرارة الداخلية وعكسها من جديد في حالة البيوت الزراعية المحمية.

**أهم مسببات ظاهرة الاحتباس الحراري:**

انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج من مداخن المصانع والمركبات في الجو.

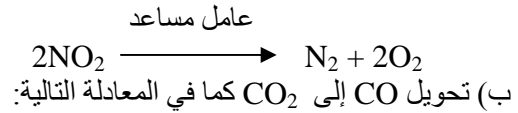
مثال : ما الإجراءات التي يمكن أن تقوم بها شخصياً للحد من تلوث الهواء.

- (١) عدم التدخين.
- (٢) منع استخدام الرصاص في البنزين.
- (٣) منع السيارات التي تستخدم الديزل من السير داخل المدن.
- (٤) استخدام مرشحات لعوادم السيارات لتنقية وتصفية الغازات الصادرة من العادم.
- (٥) استخدام الدراجات الهوائية بدلاً من الدراجات النارية.
- (٦) استخدام وسائل النقل الجماعي المختلفة.
- (٧) السير على القدمين وممارسة رياضة المشي خاصة في الأماكن القريبة من المنزل كالمدرسة والمسجد... الخ.

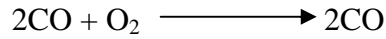
#### الكيمياء في حياتنا:

أهم الحلول للحد من مشكلات تلوث البيئة ما يلي:

- (١) تطوير أنظمة التخلص من عوادم السيارات بتركيب مواد كيميائية داخل كنداسة السيارة التي تعمل على تحويل بعض الأكاسيد الناتجة من العادم إلى مواد أقل ضرراً على البيئة كما يلي:
- (أ) تحويل  $\text{NO}_2$  إلى  $\text{N}_2$  و  $\text{O}_2$  كما في المعادلة التالية:



عامل مساعد



- (٢) تطوير أجهزة حساسة بحيث تعطي إنذار يدل على تجاوز الحد المسموح به من التلوث حتى تتخذ الجهات المسؤولة الإجراءات اللازمة.

- (٣) تطوير أنظمة التحكم في انبعاثات غازات المصانع وتحويلها إلى مواد أقل ضرراً.

## أسئلة وتمارين محلولة :

س١) اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

١) مخلوط الغازات المستخدم في أنابيب تنفس غواصي أعماق البحار مكون من :

أ) نيتروجين وأكسجين      ب) أرجون وأكسجين      ج) نيون وأكسجين      د) هيليوم وأكسجين

٢) أي مما يلي لا يمكن اعتباره مصدراً من مصادر الأكسجين :

أ) تحلل الصخور      ب) عملية البناء الضوئي      ج) تحلل بخار الماء      د) عملية تنفس الإنسان.

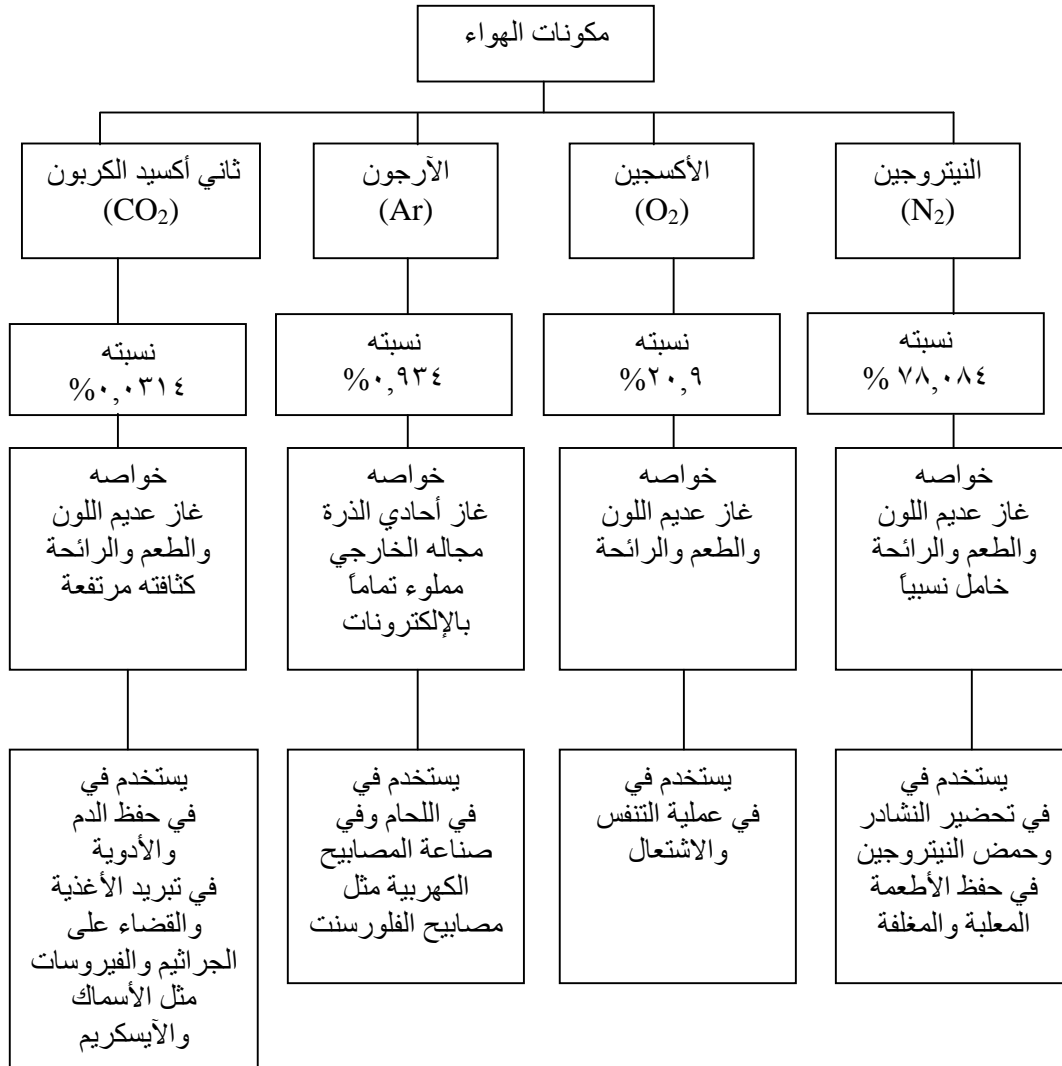
٣) أي مما يلي لا يمكن اعتباره من مصادر تلوث الهواء :

أ) مداخل المصانع      ب) عوادم السيارات      ج) الانفجارات البركانية      د) تفتت الصخور

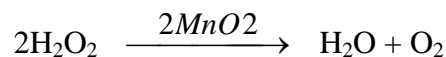
٤) الغاز الذي يستعمل في صناعة المصابيح الكهربائية من نوع الفلورسنت :

أ) الهيليوم      ب) الأرجون      ج) الزينون      د) الكريبتون

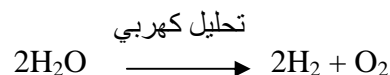
س٢) ارسم مخططاً لمكونات الهواء تبين فيه نسبها وبعض خصائصها وأهم استخداماتها.



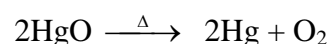
س٣) أذكر طريقتين لتحضير غاز الأكسجين في المختبر ، دعم إجابتك بالمعادلات الكيميائية الموزونة.  
عن طريق تفاعل فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  مع ثاني أكسيد المنجنيز كما في المعادلة التالية:



٢) عن طريق التحليل الكهربائي للماء كما في المعادلة التالية:



٣) عن طريق التحليل الحراري لأكسيد الزئبق الثنائي (II) كما في المعادلة التالية:



س٤) علل لما يأتي :

١) تبدو السماء زرقاء حين تكون صافية.

لأن زرققتها ناتجة عن انكسار أشعة الشمس عند اختراقها طبقة الهواء المحيط بالكرة الأرضية.

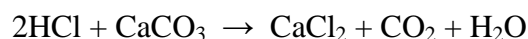
٢) نسبة الأكسجين في الهواء الجوي ثابتة دائماً.

لأن الإنسان عندما يتنفس يأخذ الأكسجين ويخرج ثاني أكسيد الكربون الذي يحوله النبات مرة أخرى إلى أكسجين في عملية تعرف بعملية البناء الضوئي.

س٥) اشرح طريقة تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر وفي الصناعة مع رسم جهاز التحضير في المختبر.

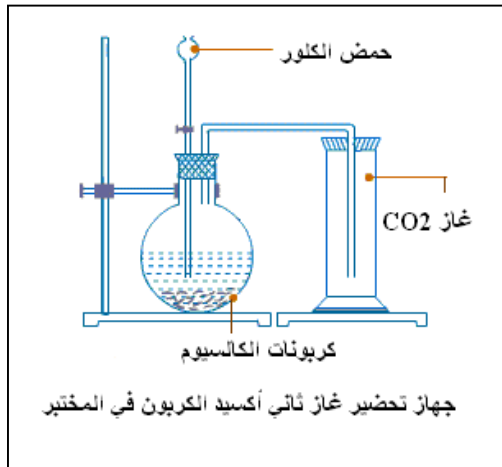
\* تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر :

يحضر في المختبر عن طريق تفاعل حمض الكلور المركز مع كربونات الكالسيوم كما في المعادلة التالية:



تحضير غاز ثاني أكسيد الكربون في الصناعة :

يحضر في الصناعة بحرق الكيروسين حرقاً كاملاً في أفران خاصة حيث ينتج بخار الماء وغاز  $CO_2$  وبإمرار المزيج فوق سطح بارد يكتف الماء ويتبقى غاز  $CO_2$ .



س٦) بين الخطر الذي ينجم عن تلوث الهواء بالدقائق المعلقة.

تؤدي الدقائق المعلقة على الإنسان إلى أمراض خطيرة في الجهاز التنفسي مثل أمراض الربو والسعال والانتفاخ الرئوي وتصلب الرئة، وبالتالي إلى قصور في وظيفة الرئتين والقلب.

س٧) عدد أهم مصادر تلوث الهواء؟

أ) مصادر طبيعية :

مثل الزلازل والبراكين.

ب) مصادر بفعل الإنسان :

مثل:

١) النفايات.

٢) المخلفات الصناعية والزراعية والطبية.

٣) مخلفات النفط ومشتقاته.

٤) المبيدات الحشرية.

٥) النفايات المشعة.

٦) مخلفات المصانع.

٧) عوادم السيارات.

س٨) ما أهم الطرق التي يجب إتباعها للتخفيف أو التخلص من ملوثات الهواء الجوي.

١) عدم التدخين.

٢) منع استخدام الرصاص في البنزين.

٣) منع السيارات التي تستخدم الديزل من السير داخل المدن.

٤) استخدام مرشحات لعوادم السيارات لتنقية وتصفية الغازات الصادرة من العادم.

٥) استخدام الدراجات الهوائية بدلاً من الدراجات النارية.

٦) استخدام وسائل النقل الجماعي المختلفة.

٧) السير على القدمين وممارسة رياضة المشي خاصة في الأماكن القريبة من المنزل كالمدرسة والمسجد...الخ.

س٩) أشرح ظاهرة الاحتباس الحراري مبيناً أهم العوامل المسببة لها وما أبرز آثارها على المخلوقات الحية ؟ ثم اقترح طرقاً لمعالجتها والحد منها.

\* الاحتباس الحراري : عبارة عن ارتفاع درجة الحرارة نتيجة احتباس حرارة الأرض وعدم انتشارها في الطبقات العليا في الجو. أهم العوامل المسببة لها:

انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج من مداخن المصانع والمركبات في الجو.

\*أبرز آثارها على المخلوقات الحية :

موت أو انقراض الكائنات الحية.

\* طرق معالجة ظاهرة الاحتباس الحراري والحد منها:

(١) تطوير أنظمة التخلص من عوادم السيارات بتركيب مواد كيميائية داخل كنداسة السيارة التي تعمل على تحويل بعض الأكاسيد الناتجة من العادم إلى مواد أقل ضرراً على البيئة.

(٢) تطوير أجهزة حساسة بحيث تعطي إنذار يدل على تجاوز الحد المسموح به من التلوث حتى تتخذ الجهات المسؤولة الإجراءات اللازمة.

(٣) تطوير أنظمة التحكم في انبعاثات غازات المصانع وتحويلها إلى مواد أقل ضرراً.

س١٠) اقترح طرقاً على مستوى الأفراد يمكن أن تسهم في المحافظة على هوائنا الذي نستنشق من التلوث؟

(١) عدم التدخين.

(٢) استخدام مرشحات لعوادم السيارات لتنقية وتصفية الغازات الصادرة من العادم.

(٣) إبعاد المصانع عن التجمعات السكانية.

(٤) الاهتمام بالنباتات لأنها مصدر للأكسجين.

س١١) أشرح ظاهرة الأمطار الحمضية

تتصاعد أكاسيد النيتروجين والكبريت من المصانع وعوادم السيارات وتبقى معلقة في الجو وعندما تسقط الأمطار تتفاعل مع هذه الأكاسيد لتنتج محاليل حمضية تنزل مع المطر لتصل إلى التربة وتهدد حياة النبات والإنسان .

س١٢) أشرح مكونات دورة غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة ؟

احتراق الوقود والغابات، وعملية التنفس عند الإنسان والحيوان من شهيقة وزفير، وحرق النفط والغاز الطبيعي والفحم، وتحلل المواد العضوية كلها تطلق غاز ثاني أكسيد الكربون. الذي يعود من خلال الأمطار الحمضية أو بامتصاصه من قبل المسطحات المائية. حيث يتحد مع بخار الماء فيكون دقائق الجير التي تترسب في أعماق البحار والمحيطات. أما النباتات المائية والأرضية، فهي تعتبر عنصر أساسي ورئيسي في دورة الكربون. حيث تقوم هذه النباتات بامتصاص ثاني أكسيد الكربون من خلال عملية التمثيل الضوئي لبناء سلاسل الكربون والكربوهيدرات التي تنقل إلى الحيوانات المستهلكة ثم الإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر. عدى عن تلك الكميات التي تستخدم كمصدر للطاقة والتي تعيد الكربون إلى الجو والتربة أما بالتنفس عند الإنسان والحيوان، أو نتيجة الاحتراق أو نتيجة لتحلل هذه المواد عند الموت، أو إلقاء فضلاتها، حيث تعمل المحلات في الطبيعة على إعادتها إلى عناصرها الأولية، أو تعود إلى الغلاف الغازي وهكذا تستمر الدورة .

## ✍ الفصل السادس : كيمياء الماء

### وجود الماء في أجسام المخلوقات الحية:

قال تعالى : (وجعلنا من الماء كل شيء حي)

- (١) يشكل الماء ٧٥% من محتويات الخلية النباتية و ٦٧% من محتويات الخلية الحيوانية.
- (٢) يشكل الماء نسبة كبيرة من محتوى بعض المواد الغذائية الطبيعية مثل الخضروات والحليب.
- (٣) يشكل الماء ٩٠% من كتلة جنين الإنسان.
- (٤) يشكل الماء ٦٥-٧٠% من جسم الإنسان البالغ وتقل هذه النسبة كلما تقدم عمر الإنسان.

### أهمية الماء في الحياة:

- (١) يعمل الماء على توفير الطاقة الضرورية للإنسان والحيوان.
- (٢) يعمل الماء كوسط ناقل للمواد الضرورية لحياة الإنسان والحيوان والنبات وذلك لقدرته الفائقة على إذابة المواد.
- (٣) يعمل الماء كمادة أساسية في التفاعلات الكيميائية المستخدمة في الصناعة بأنواعها.

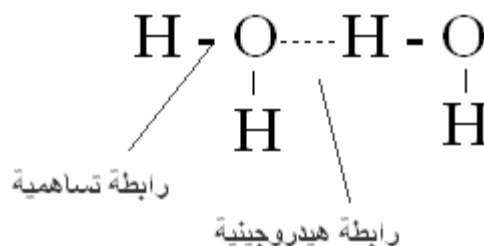
### تركيب الماء:

يتكون الماء  $H_2O$  من عنصري الهيدروجين والأكسجين ، وهو سائل عند درجة الحرارة العادية وشكل الماء زاوي الشكل وتبلغ الزاوية بين O-H ١٠٤,٥°



### \* أنواع الروابط في الماء :

- (١) نوع الرابطة بين O-H في جزيء الماء رابطة تساهمية قطبية بسبب تباعد السالبية الكهربية بين الأكسجين والهيدروجين.
- (٢) نوع الرابطة بين O-H في جزيئات الماء رابطة هيدروجينية بين الهيدروجين في جزيء وبين الأكسجين في جزيء آخر.



**خواص الماء:****(أ) الخواص الفيزيائية للماء:**

يكون قوى التجاذب بين جزيئات الماء قوي في حالة الصلابة ومن آثار هذه القوى على الخواص الفيزيائية ما يلي :

**(١) درجة الغليان والانصهار :**

درجة غليان الماء ١٠٠ م° ودرجة تجمده صفر م°

درجة غليان الماء أعلى من هيدريدات المجموعة السادسة في الجدول الدوري (علل) بسبب وجود روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء .

**(٢) تغير كثافة الماء بحسب درجة حرارته:**

كثافة الجليد أقل من كثافة الماء ، انصهار الجليد ينتج من تكسير الروابط الهيدروجينية نتيجة لاختلال الترتيب المنتظم للجزيئات عند الانتقال من حالة الصلابة إلى حالة السائلة وبالتالي تقترب جزيئات الماء من بعضها إلى بعض مما يجعلها أكثر تراصاً وبالتالي أكثر كثافة عند ٤ م°.

ارتفاع درجة الحرارة يصاحبه تمدد حراري يبعد الجزيئات عن بعضها البعض مرة أخرى فتعود الكثافة إلى الانخفاض.

**(٣) قدرة الماء على إذابة بعض المواد:**

يعتبر الماء وسطاً مناسباً لكثير من التفاعلات الكيميائية (علل) لأنه يعمل على إذابة الكثير من المواد الأيونية والقطبية إذ تحيط جزيئاته بأيونات المادة المذابة فتفصلها عن بعضها.

**(٤) التوتر السطحي للماء:**

**التوتر السطحي :** أي أن جزيئات الماء تتعرض لقوى تجاذب من جميع الاتجاهات عدا الاتجاه للأعلى وبالتالي تكون جزيئات الماء مشدودة إلى وسطه مما يؤدي إلى تقعر سطح الماء في الأنابيب المحتوية عليه.

**ملاحظة :** يجب أن تكون قراءة حجم الماء والمحاليل المائية في الأنابيب عن طريق الرقم المحاذي للسطح المقعر له.

الجدول التالي يلخص الخواص الفيزيائية للماء كما يلي:

الشكل الظاهري للماء	لا لون ولا رائحة ولا طعم له
درجة الغليان	١٠٠ م°
درجة الانصهار	صفر م°
الكثافة	١ جم/مل (عند درجة ٤ م°)
الحرارة النوعية	١ سعر لكل جرام لكل درجة مئوية
التوصيل الكهربائي	ضعيف التوصيل
الإذابة	يذيب المواد الأيونية والتساهمية القطبية

**سؤال :** عند إجراء عملية القياس عملياً ، متى تتم قراءة درجة غليان سائل ما ؟

عن طريق الرقم المحاذي للسطح المقعر له.



**خصائص الماء في بيئته الطبيعية:****(١) شفافية الماء :**

هي مقياس لمدى قابلية الماء للسماح بنفاذ الضوء.

**\* أهمية قياس شفافية الماء:**

كلما كان الماء شفافاً كلما كانت هناك حياة ملائمة للكائنات الحية بينما الماء العكر يحتوي على أجسام عالقة بها جراثيم وبكتيريا.

**\* يستخدم لقياس شفافية الماء نوعان من الأدوات حسب نوع المصدر المائي:****(أ) قياس الشفافية في المياه الضحلة (غير العميقة):**

(١) أنبوبة عكارة عرضها ٥سم وارتفاعها ١١٥ سم تقريباً ومدرجة بوحدات السنتيمتر ابتداءً من الصفر في القاعدة.

(٢) قرص مقسم لأرباع وملون كل ربع بلون أسود أو أبيض بالتناوب يوضع في قاعدة الأنبوب.

**(ب) قياس الشفافية في المياه العميقة :**

(١) قرص سيكه يتركب من قرص من الخشب قطره ٢٠ سم مقسم إلى أرباع يلون كل ربع بأحد اللونين الأبيض أو الأسود بالتناوب.

(٢) حبل بلاستيكي طويل لتعليق القرص بواسطة مسمار خطافي مناسب.

**(٢) درجة حرارة الماء :**

تغير درجة الحرارة يؤدي إلى حدوث خلل وتدهور الحياة في البيئة المائية ، وزيادة درجة الحرارة تعمل على تقليل ذائبية غاز الأكسجين في الماء وبالتالي يؤدي إلى خلل في عملية التنفس مما يعرض الكائنات الحية للخطر.

**(٣) حموضة الماء (الرقم الهيدروجيني) PH :**

**\* درجة الحموضة :** هو مقياس لمدى تركيز المواد الحمضية أو القاعدية في الماء.

**\* دلالة الرقم الهيدروجيني PH**

$PH=7$  يكون الماء متعادلاً ،  $PH<7$  قاعدي ،  $PH>7$  حمضي

**\* أهمية درجة حموضة الماء:**

تعيش الكائنات الحية في بيئات مائية يتراوح درجة حموضتها من ٦,٥-٨,٢ .

والمياه الصالحة للشرب كلما قربت درجة حموضتها من ٧ كان أكثر ملائمة.

**(٤) دورة الماء في الطبيعة :**

للماء دورة بيئية في الطبيعة حيث يتحول الماء من حالة إلى أخرى لتبقى كمية الماء في الأرض بالقدر الذي يكفي للحياة.

**مثال :** اشرح العمليات التي تحدث ضمن دورة الماء في الطبيعة ، مبيناً كيف تسهم تلك الدورة في الإبقاء على كمية الماء محفوظة.

### دورة الماء

يعتبر الماء عنصر هام للحياة على سطح الأرض، فالنبات والحيوان والإنسان يعتمدون عليه اعتماداً كبيراً للاستمرار في الحياة. والماء أما أن يكون على صورة بخار في الهواء أو ماء سائل في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات أو متجمد على هيئة جليد في القطبين. وتقدر كمية الماء الموجودة في المحيطات بحوالي ٩٧% من كمية الماء على سطح الأرض ويتبخر منها حوالي ٨٧٥ كم<sup>٣</sup> يوميا ويعود ٧٧٥ كم<sup>٣</sup> على هيئة أمطار أما الباقي فيبقى على صورة بخار متطاير في الهواء، هذه بالإضافة إلى ١٦٠ كم<sup>٣</sup> من الماء تتبخر يوميا من اليابسة نفسها والتي تستقبل كم<sup>٣</sup> على هيئة أمطار. وتتوزع هذه الكمية على اليابسة والأنهار والبحار والمحيطات، وتكون المياه الجوفية.

تستهلك النباتات والحيوانات والإنسان الماء الذي سرعان ما يعود أما على هيئة بخار كما هو الحال في عملية النتح والعرق والزفير وأبخرة المصانع، أو سائل كما في المياه المنزلية والصناعية. وتعتمد كل هذه العمليات اعتماداً مباشراً على عناصر الطقس المختلفة من حرارة وضغط جوي ورياح وعمليات جريان الماء وتسربها إلى التربة، أو وصولها إلى الأنهار والبحار. وتجدر الإشارة هنا إلى أن المياه العذبة لا تزيد نسبتها على سطح الأرض عن ٣% فقط من مجمل كمية الماء الموجودة وأن ٩٨% من هذه المياه العذبة موجودة على صورة جليد في القطبين. وبعبارة بسيطة يمكن وصف دورة المياه بالمعادلة التالية:

$$\text{تبخر} + \text{نتح} = \text{تكاثف}$$

### الخواص الكيميائية للماء :

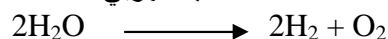
#### (١) يدخل الماء في التفاعلات الحيوية الهامة:

للماء أهمية كبيرة في دورة الحياة مثل عملية البناء الضوئي حيث يتحد الماء مع ثاني أكسيد الكربون ليكون مواد عضوية وأكسجين. كذلك يدخل الماء في العديد من الصناعات الهامة للإنسان.

#### (٢) التحليل الكهربائي للماء :

يتحلل الماء بالتحليل الكهربائي إلى العنصرين المكونين له الأكسجين والهيدروجين عن طريق استخدام جهاز فولتميتر هو فمان.

تحليل كهربائي



**مثال :** استنتج المعادلة الكيميائية الموزونة للتحليل الكهربائي للماء ؟

تحليل كهربائي



**وجود الماء في الطبيعة :**

يوجد الماء في الطبيعة على إحدى الصور التالية:

(١) **ماء نقي :** مثل ماء المطر قبل أن يذوب بعض غازات الهواء وأملاح التربة وهذا النوع من المياه لا يحتوي على شوائب من الأملاح.

(٢) **ماء عذب :** مثل مياه الأنهار ومياه معظم البحيرات وبعض مصادر المياه السطحية أو الجوفية وغالباً يكون مجموع الأملاح المذابة في الماء لا يتجاوز ١٠٠٠ جزء في المليون (1000ppm)

**تقسم المياه العذبة إلى قسمين:**

(أ) **المياه السطحية:**

هي المياه التي تنتشع بها القشرة الخارجية السطحية من الأرض مثل مياه الأنهار ومياه الجداول والأودية.

(ب) **المياه الجوفية:**

هي المياه التي توجد في باطن الأرض نتيجة وصول الماء إلى طبقات الصخور النارية التي تحجز الماء مكونة مخزوناً هائلاً منه.

(٣) **ماء أجاج :** مثل مياه بعض البحيرات وبعض مصادر المياه السطحية أو الجوفية وتكون كمية الأملاح في هذا النوع من المياه تتراوح ما بين ١٠٠٠ جزء في المليون و ٣٥٠٠٠ جزء في المليون (35000ppm - 1000ppm)

(٤) **ماء مالح :** مثل مياه البحر الذي يبلغ محتوى الأملاح فيه أكثر من ٣٥٠٠٠ جزء في المليون ويعتبر ماء البحر الميت من أكثر مياه الأرض ملوحة حيث يحتوي مقدار الأملاح فيه ٢٥٠٠٠٠ جزء في المليون.

تعتبر مياه البحر تربة سائلة لأنها تنتج لنا الخيرات كالأرض وذلك لأنها مصدر للماء ومصدر للغذاء.

**ملاحظة : ppm اختصار لكلمة part per million وتعني جزء في المليون**

**سؤال :**

لا تكفي معرفة نسبة الأملاح الذائبة في الماء للحكم على صلاحيته للشرب ؟ وضح الشروط اللازم توفرها في الماء ليكون صالحاً للشرب؟

(١) أن يكون الماء شفافاً ونقياً من الشوائب والمواد الملوثة والبكتيريا.

(٢) أن تكون درجة حرارته مناسبة.

(٣) عديم الرائحة والطعم.

(٤) أن تكون درجة حموضته قريبة من الرقم ٧

**مثال :** تم حفر بئر في قرية قريبة من منطقتك واستشارك أهل القرية عن مدى مناسبة مائها للشرب ، وحاولت استخدام ما تعلمته في الكيمياء لمساعدة أهل القرية وحددت نسبة الأملاح الموجودة في عينة من ماء البئر فوجدتها تحتوي على ما يلي:

كميته	الملح
٢٥٠ جزء في المليون	كلوريد البوتاسيوم
١١٠٠ جزء في المليون	كلوريد الصوديوم
٧٧ جزء في المليون	يوديد البوتاسيوم
٩٨ جزء في المليون	يوديد الصوديوم

فإذا كانت البئر نقية من الشوائب والمواد الملوثة والبكتيريا ، فماذا سنقول لهم.

مجموع نسبة الأملاح فيه = ٢٥٠ + ١١٠٠ + ٧٧ + ٩٨ = ١٥٢٥ جزء في المليون

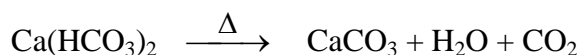
لا تصلح للشرب لأن مجموع نسبة الأملاح فيه عالية

### عسر الماء :

**عسر الماء :** هو الماء الذي لا يكون رغوة بسهولة مع الصابون.

يمكن تقسيم عسر الماء إلى قسمين:

(أ) **عسر مؤقت :** هو العسر الذي يحتوي على أملاح البيكربونات  $\text{HCO}_3^-$  وسمي بهذا الاسم لسهولة التخلص منه عن طريق تسخينه أو غليه فينتقل ثاني أكسيد الكربون وتترسب كربونات الكالسيوم مكونة طبقة بيضاء على سطح غلاية الماء. كما في المعادلة التالية:

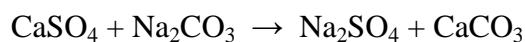


(ب) **عسر دائم :** هو العسر الذي يحتوي على أملاح كبريتات وكلوريدات وبيكربونات المغنيسيوم والكالسيوم الذائبة في الماء وسمي بهذا الاسم لأن أملاح هذه الأيونات لا تترسب بعملية التسخين البسيطة وإنما تحتاج إلى معالجات كيميائية.

**\* طرق إزالة العسر الدائم للماء :**

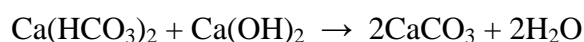
#### (١) إضافة كربونات الصوديوم:

حيث يتم ترسيب أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم على هيئة كربونات غير ذائبة كما في المعادلات التالية:



#### (٢) إضافة هيدروكسيد الكالسيوم بكميات محددة ودقيقة:

حيث يتم ترسيب أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم على هيئة كربونات غير ذائبة كما في المعادلات التالية:



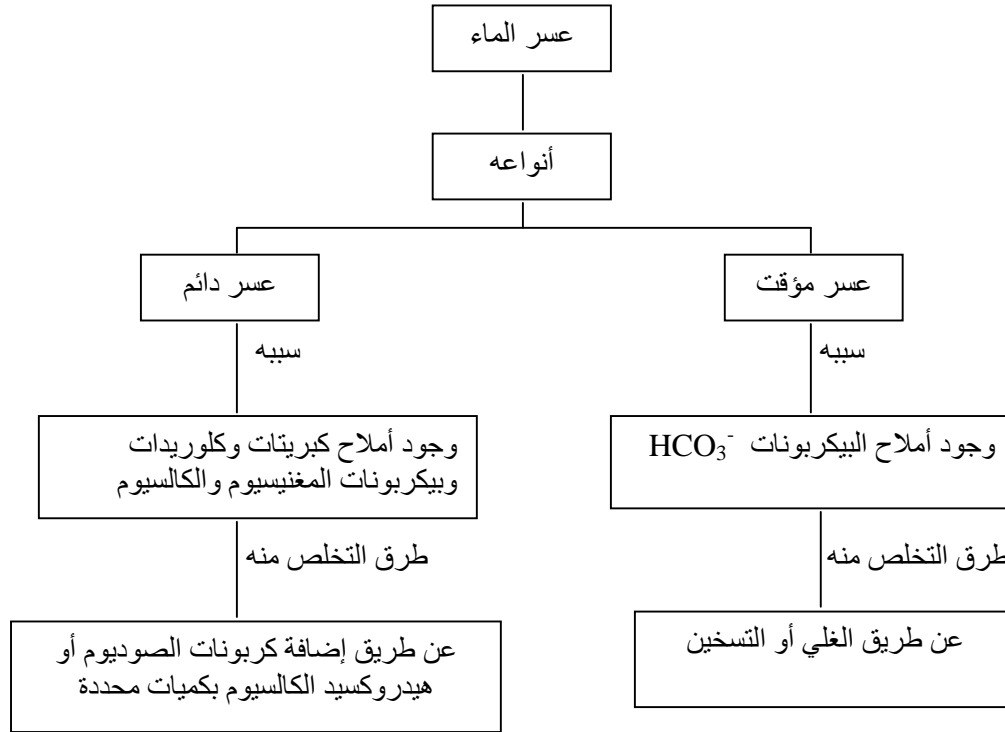
**ملاحظة :** يجب الحذر من إضافة كمية زائدة من هيدروكسيد الكالسيوم لأنها مادة قاعدية لها آثار سلبية على الإنسان وعلى الأدوات التي تستخدم في حفظ الماء ونقله.

### مشكلات عسر الماء:

(١) تؤدي إلى تلف أنابيب المياه بسبب ترسب الأملاح على أسطحها الداخلية.

(٢) تؤدي إلى تقليل كفاءة الغلايات الكهربائية بسبب ترسب الأملاح على قضبان التسخين.

مثال : صمم مخططاً توضيحياً تبين من خلاله أنواع عسر الماء وأسباب كل منها وطرق التخلص منها.



### طرق تحلية مياه البحر :

نظراً لقلّة المصادر الطبيعية لمياه الشرب برزت الحاجة إلى تحلية مياه البحر ومن أبرز هذه الطرق ما يلي:

#### (١) التقطير :

\* تتم عملية التقطير بطريقتين هما:

(أ) التقطير العادي : هو تسخين الماء المالح تحت ضغط جوي عادي.

(ب) التقطير الوميضي : هو تسخين الماء المالح تحت ضغط منخفض حيث يغلي عند درجة حرارة أقل من درجة غليانه العادية.

\* مصادر الطاقة المستخدمة في تسخين الماء :

(أ) حرق الغاز الطبيعي أو زيت الوقود.

(ب) الطاقة الشمسية.

(ج) الطاقة النووية الناتجة من المفاعلات النووية.

#### (٢) التناضح العكسي (الانتشار الغشائي) :

تعتمد هذه الطريقة على المبدأ التالي :

يتم ذلك بوضع غشاء نصف نفاذ بين الماء المالح والماء العذب فإن الماء العذب ينتقل عبر الغشاء إلى الماء المالح . أما إذا جعلنا ضغط الماء المالح أعلى من الضغط التناضحي فإن اتجاه النفاذ ينعكس وينتقل الماء العذب عبر الغشاء من الماء المالح نحو الماء العذب تاركاً وراءه الماء المركز بالأملاح.

**جهود المملكة في مجال تحلية المياه المالحة :**

قامت المملكة العربية السعودية بجهود جبارة في توفير مياه الشرب لكل المواطنين والمقيمين، حيث أنشئت (٣٠) محطة تحلية منها (٢٤) محطة على ضفاف البحر الأحمر و(٦) محطات على ضفاف الخليج العربي.

**تلوث الماء :****تعريف تلوث الماء:**

أي تغير في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الإحيائية للماء بحيث تجعله غير ملائم لاستخدام الإنسان أو حياة الأحياء فيه.

**مثال :** أي من التغيرات التالية تعد تلوثاً للماء ، ولماذا ؟

(١) ارتفاع درجة حرارة الماء بسخ كميات من مياه المصانع الساخنة إليه.

يعتبر تلوثاً بسبب تغير خواصه الفيزيائية (درجة الحرارة).

(٢) إدخال بعض الهائمات البحرية في بيئة بحرية جديدة.

يعتبر تلوثاً بسبب تغير خواصه الإحيائية .

(٣) حقن مياه الصرف الصحي إلى باطن الأرض.

يعتبر تلوثاً لأن مياه الصرف الصحي غير شفافة وتحتوي على أجسام عالقة وجراثيم وبكتيريا ودرجة حموضته غير صالحة للاستخدام الآدمي.

(٤) امتزاج تربة النهر بمياهه.

يعتبر تلوثاً لأن مزج تربة النهر بالمياه يؤدي إلى عدم شفافية الماء وإلى وجود أجسام عالقة به وجراثيم وبكتيريا.

**مصادر تلوث المياه :****(١) مواد كيميائية تستخدم في معالجة التربة والنباتات:**

مثل المواد التي تستخدم في الزراعة كالمبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية التي قد يتسرب جزء منها إلى مياه الشرب فيلوثها ، أو تنتقل سمومها إلى الإنسان عن طريق تناول منتجات الحيوانات التي تشرب ماءً ملوثاً.

**(٢) شبكات الصرف الصحي :**

تسرب محتويات شبكات الصرف الصحي إلى مياه الشرب أو مياه البحر يؤدي إلى آثار ضارة على الكائنات البحرية وعلى الإنسان

**(٣) ناقلات النفط :**

من أهم وأخطر مسببات تلوث مياه البحر عن طريق تفريغ حمولتها من النفط في الماء أو النفايات الناتجة من غسل البواخر أو غرق ناقلات النفط أو اصطدامها حيث يكون النفط طبقة رقيقة فوق سطح الماء.

**(٤) النفايات المشعة :**

عن طريق استخدام الطاقة النووية في السلم واستمرار التجارب على القنابل الذرية.

**آثار تلوث المياه :**

(١) الماء الملوث يعمل على نقل الأمراض مثل الكوليرا والجدي والتيفويد.

(٢) وجود بعض الشوائب الملوثة للماء تؤدي إلى قتل الأسماك والنباتات البحرية لأن جزءاً كبيراً من الأكسجين المذاب في الماء يستهلك في أكسدة هذه الشوائب.

## أسئلة وتمارين محلولة :

س١) أكمل الفراغ في العبارات التالية :

١) الشكل الهندسي لجزيء الماء زاوي الشكل .

٢) مقدار الزاوية في جزيء الماء تكون  $104.5^\circ$  ويرجع سبب نقصان قيمة الزاوية عن المقدار المتوقع نظرياً إلى وجود زوجين من الإلكترونات الحرة تزيد من التنافر بين الأزواج الرابطة والأزواج غير الرابطة فتتقارب الأزواج الرابطة من بعضها أكثر مما يقلل من قيمة الزاوية.

٣) عسر الماء هو الماء الذي لا يكون رغوة بسهولة مع الصابون.

ويرجع السبب إلى وجود أملاح البيكربونات و الكبريتات .

وعسر الماء نوعان هما عسر مؤقت و عسر دائم.

س٢) قارن بين ما يلي:

١) الماء العذب والماء الأجاج وماء البحر من حيث نسبة الأملاح في كل منها.

الماء العذب : ١٠٠٠ جزء في المليون.

الماء الأجاج : ١٠٠٠ جزء في المليون - ٣٥٠٠٠ جزء في المليون.

ماء البحر : أكثر من ٣٥٠٠٠ جزء في المليون.

٢) التقطير الومضي والتقطير العادي.

التقطير الومضي : هو تسخين الماء المالح تحت ضغط منخفض حيث يغلي عند درجة حرارة أقل من درجة غليانه العادية.

التقطير العادي : هو تسخين الماء المالح تحت ضغط جوي عادي.

س٣) ناقش العبارة التالية بأسلوب علمي .. (البحار تربة سائلة)

تعتبر مياه البحر تربة سائلة لأنها تنتج لنا الخيرات كالأرض وذلك لأنها مصدر للماء ومصدر للغذاء.

س٤) علل ما يلي :

١) يجب إضافة قليل من حمض الكبريت أو أي حمض آخر إلى الماء عند تحليل الماء كهربائياً.

للسماح باكتمال الدائرة الكهربائية بين أقطاب الوعاء والسماح بالاتزان بين الأيونات الموجبة والسالبة.

٢) درجة غليان الماء أعلى من درجة غليان هيدريدات نفس مجموعة الأكسجين في الجدول الدوري.

بسبب وجود روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء .

٣) لا تتم عملية تعقيم المياه لأغراض الشرب إلا بعد التأكد من ارتفاع درجة شفافيته.

لأن الناس لا يتقبلون شرب المياه المعكرة التي تحتوي على أجسام عالقة تحتمي بها الجراثيم والبكتيريا ولا تؤثر المواد المعقمة في قتلها فلا بد من شفافية الماء أولاً قبل التعقيم.

## س٥) أكتب تقريراً مختصراً عن تلوث الماء والآثار المترتبة عليه؟

تعريف تلوث الماء: أي تغير في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الإحيائية للماء بحيث تجعله غير ملائم لاستخدام الإنسان أو حياة الأحياء فيه.

آثار تلوث الماء :

١) الماء الملوّث يعمل على نقل الأمراض مثل الكوليرا والجدي والتيفوئيد.

٢) وجود بعض الشوائب الملوثة للماء تؤدي إلى قتل الأسماك والنباتات البحرية لأن جزءاً كبيراً من الأكسجين المذاب في الماء يستهلك في أكسدة هذه الشوائب.

س٦) لديك أربع عينات مياه من مصادر مختلفة ، حدد نوع الماء في كل عينة بناءً على تراكيز الأملاح في كل منها كما يبينه الجدول التالي:

العينة	تركيز الأملاح	نوع الماء
١	٩٠٠ جزء في المليون	ماء عذب
٢	صفر جزء في المليون	ماء نقي
٣	٢٥٠٠ جزء مليون	ماء أجاج
٤	١٢٠٠ جزء مليون	ماء أجاج

## س٧) ما دور الكيمياء في تسخير الماء لخدمة الإنسان ؟

ساعد علم الكيمياء الإنسان في معرفة إمكانية استخدام الماء للشرب من عدمه عن طريق :

١) شفافيته ٢) درجة حرارته المناسبة ٣) درجة حموضته ٤) معرفة تركيز الأملاح

كذلك ساعد علم الكيمياء الإنسان في تسخير الماء عن طريق العديد من المجالات الصناعية والزراعية مثل الغذاء والأدوية

## س٨) اقترح طرقاً يمكن أن تقوم بها ويقوم بها الآخرون للمحافظة على الماء وترشيده استخدامه.

١) الالتزام بالمبادئ السامية لدينا الإسلامي الحنيف التي تنبهنا دوماً إلى عدم الإسراف.

٢) الترشيد يعد مؤشراً على المواطنة الصالحة ورمزاً للتحضر وإسهاماً حقيقياً في حماية البيئة.

٣) الحملات الإعلامية المكثفة والمدروسة التي تشارك فيها كل الأجهزة الرسمية.

٤) بناء السدود وإنشاء المزيد من محطات التحلية.

٥) إصلاح أي تسريبات من صنابير مياه المنازل.

٦) استخدام كأس عند تنظيف الأسنان توفر كميات كبيرة من المياه دون أن تشعر.

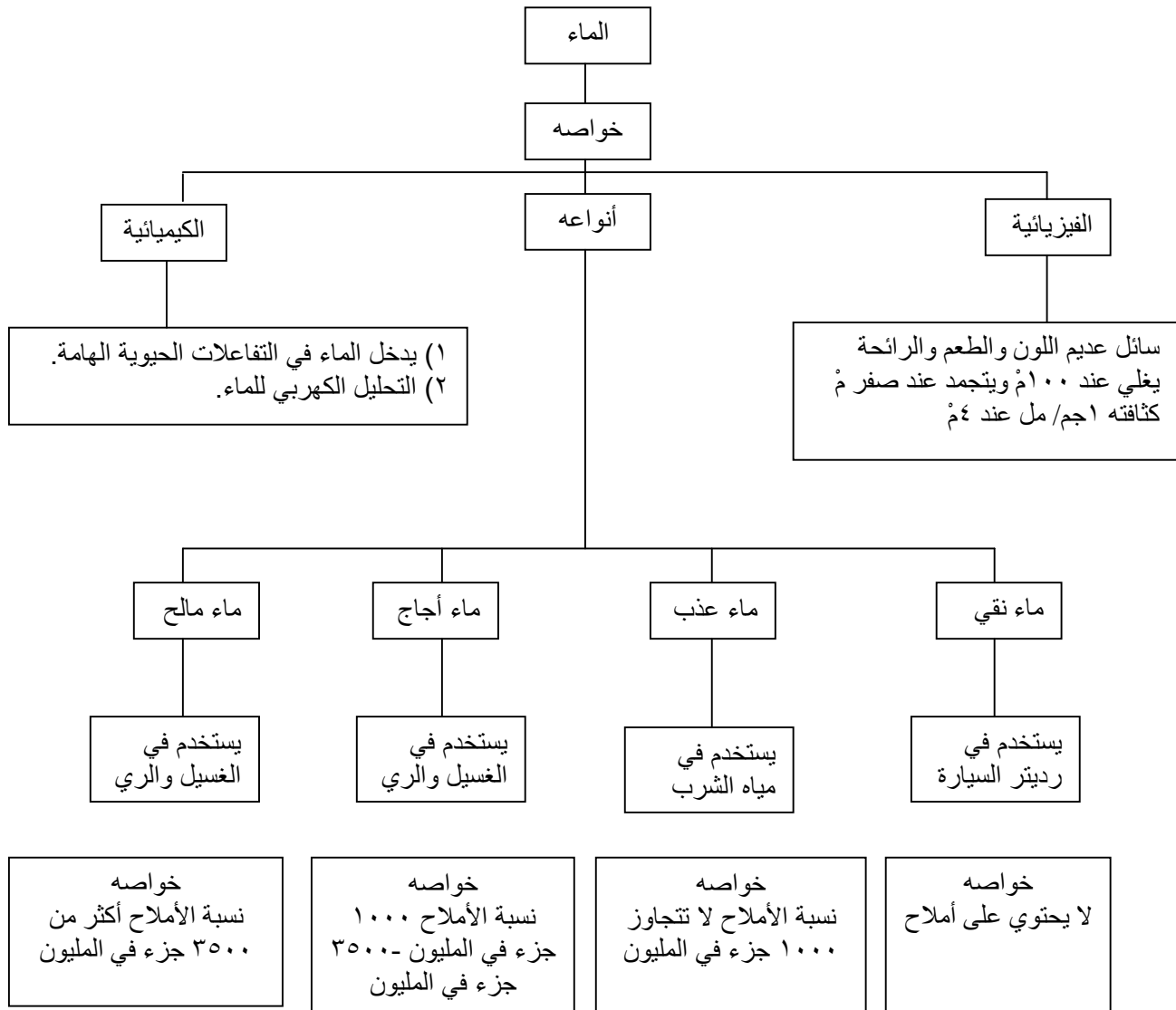
٧) وجود رقم مجاني للتبليغ عن أي تسرب لاتخاذ اللازم.



س٩) لو كنت تعمل في هيئة المراقبة البيئية ، ما الأثر البيئي على البيئة المائية لكل من التغيرات الآتية وما الحلول التي ستقترحها:

- ١) نقص شفافية ماء البحر بسبب تدفق مياه الصرف الصحي إليه .  
الأثر البيئي : تسبب آثار ضارة على البيئة البحرية وبالتالي على الإنسان.  
الحلول : منع وغلق أي تسريبات من شبكات الصرف الصحي.
- ٢) ضخ مياه التبريد الصناعي التي درجة حرارتها ٧٠° إلى بحيرة مجاورة .  
الأثر البيئي: موت الكائنات الحية البحرية.  
الحلول : يجب أن تكون درجة حرارة الماء مناسبة للكائنات البحرية .
- ٣) ارتفاع درجة حموضة البحر إلى مقدار :  $PH = 3$  .  
الأثر البيئي : موت جميع الأسماك .  
الحلول: تكون درجة الحموضة من ٥,٦ - ٨

س١٠) ارسم مخططاً تجمع فيه المفاهيم الأساسية التي تعلمتها في هذا الفصل حول الماء وأنواعه واستخداماته وخصائصه؟



## الفصل السابع : المحاليل

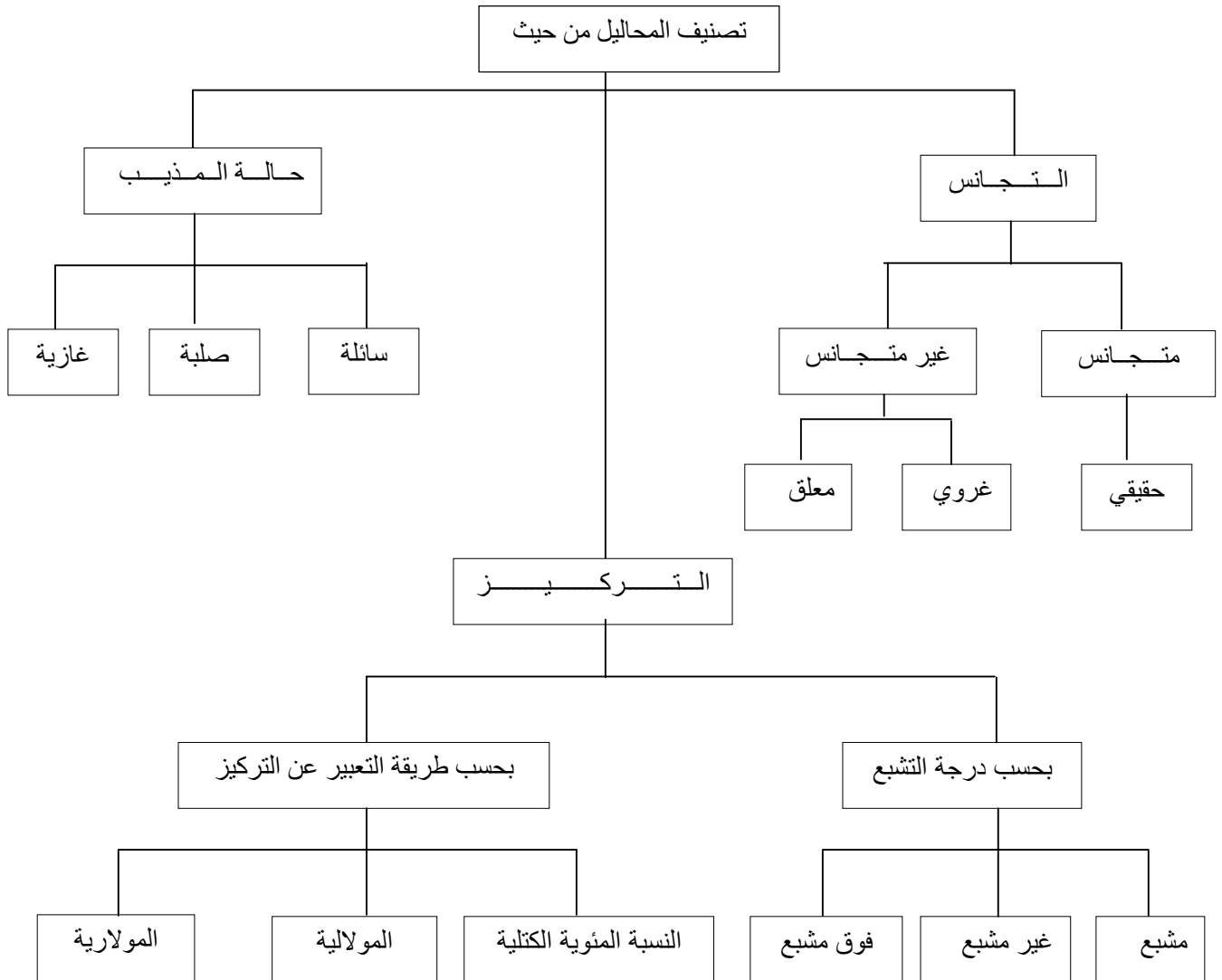
### المحلول :

هو المادة التي تتكون من المذيب (الأكثر كمية) والمذاب (الأقل كمية).

$$\text{كتلة المحلول} = \text{كتلة المذيب} + \text{كتلة المذاب}$$

### تصنيف المحاليل :

تقسم المحاليل إلى ثلاثة أقسام كما في المخطط التالي:



أولاً : أنواع المحاليل من حيث التجانس :

(١) المحلول الحقيقي :

هو محلول متجانس التركيب والخواص من مادتين أو أكثر غير متحدتين كيميائياً.

مثل : محلول السكر.

(٢) المحلول المعلق :

هو محلول غير متجانس التركيب والخواص ويمكن فصله بالترويق وجزئياته ترى بالعين المجردة.

مثل : الطباشير.

(٣) المحلول الغروي :

هو محلول غير متجانس التركيب والخواص وجزئياته لا ترى بالعين المجردة ونحتاج إلى المجهر لمشاهدة جزئياته.

مثل : محلول ثيوكبريتات الصوديوم مع حمض الكلور.

ثانياً : أنواع المحاليل من حيث حالة المذيب :

تقسم المحاليل إلى ثلاثة أقسام من حيث حالة المذيب (غازية - صلبة - سائلة) كما في الجدول التالي:

المحاليل	المذاب	المذيب	مثال
الغازية	غاز	غاز	الأكسجين في الهواء - الهواء الجوي
	سائل	غاز	بخار الماء في الهواء
	صلب	غاز	دقائق الغبار في الهواء
السائلة	غاز	سائل	ثاني أكسيد الكربون في الماء - المياه الغازية
	سائل	سائل	الأسيتون في الماء - البنزين في الإيثر
	صلب	سائل	ملح الطعام في الماء - السكر في الماء
الصلبة	غاز	صلب	الهيدروجين في البلاطين
	سائل	صلب	الزئبق في الفضة - الهلاميات
	صلب	صلب	جميع أنواع السبائك - الأحجار الكريمة الملونة

\* المحاليل السائلة من أكثر المحاليل تداولاً في المختبرات الكيميائية والطبية.

\* المحاليل الغازية من أكثر المحاليل انتشاراً في طبقات الجو.

**مثال :** صنف المحاليل التالية من حيث حالة المذيب والمذاب :

حمض الخل في الماء - الهيدروجين في البلاتيوم - قطع النقود الفضية - محلول الزئبق في الخارصين - الغيوم - الدخان.

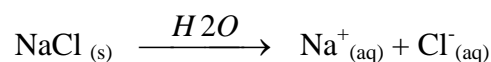
المحلول	حالة المذيب	حالة المذاب
حمض الخل في الماء	سائل	سائل
الهيدروجين في البلاتيوم	صلب	غاز
قطع النقود الفضية	صلب	صلب
محلول الزئبق في الخارصين	صلب	سائل
الغيوم	غاز	غاز
الدخان	صلب	غاز

**محاليل السوائل :**

هي المحاليل التي يكون فيها المذيب سائلاً مثل الماء .

(١) **يذوب كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في الماء :**

لأنه يتفكك في الماء إلى أيونات الصوديوم الموجبة  $Na^+$  و أيونات الكلور السالبة  $Cl^-$  كما في المعادلة التالية:



حيث يحيط الأكسجين السالب بالأيون الموجب للصوديوم  $Na^+$  والهيدروجين الموجب بالأيون السالب للكلور  $Cl^-$  وبالتالي تعزل الأيونات الموجبة عن السالبة وتمنعها من اتحادها ثانية وبالتالي تنخفض طاقة الوضع للمحلول فتتم عملية الإذابة.

(٢) **يذوب السكر في الماء :**

لأنه يحتوي على مجموعة هيدروكسيل قطبية تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء وبالتالي تنخفض طاقة الوضع للمحلول فتتم عملية الإذابة.

**قاعدة هامة :**

المركبات القطبية تذوب في المذيبات القطبية (الماء).

المركبات غير القطبية تذوب في المذيبات غير القطبية (البنزين)

(٣) **عدم ذوبان الزيت في الماء :**

لأن جزيئات الزيت غير قطبية وجزيئات الماء قطبية وبالتالي لا يحصل أي تجاذب كهربائي بينهما.

**سؤال :** هل تتوقع أن يذوب الزيت في البنزين ، ولماذا ؟

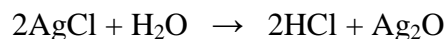
نعم ، لأن جزيئات الزيت غير قطبية وجزيئات البنزين غير قطبية وبالتالي يحصل تجاذب كهربائي بينهما.

(٤) **عدم ذوبان الكوليسترول في الماء :**

لأن جزيئات الكوليسترول غير قطبية وجزيئات الماء قطبية وبالتالي لا يحصل أي تجاذب كهربائي بينهما.

**سؤال :** عند إضافة كمية من ملح كلوريد الفضة إلى كمية من الماء فإننا لا نسميه محلولاً ، لماذا ؟

بسبب حدوث تفاعل كيميائي كما في المعادلة التالية:



ومن شروط تكون المحلول عدم حدوث تفاعل كيميائي.

**محاليل المواد الصلبة في السوائل :**

**تعريف ذائبية المواد الصلبة في السوائل :**

هي أقصى مقدار من المادة الصلبة التي يمكن أن تذوب في ١٠٠ جم من الماء عند درجة حرارة معينة.

**العوامل المؤثرة على ذائبية المواد الصلبة في السوائل :**

**(١) طبيعة المذاب والمذيب :**

**ملاحظات هامة :**

(أ) المركبات الأيونية تذوب في المذيبات القطبية كالماء.

(ب) المركبات القطبية تذوب في المذيبات القطبية كالماء.

(ج) المركبات غير القطبية تذوب في المذيبات غير القطبية كالبنزين.

**أمثلة :**

(١) ذائبية نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  في الماء عالية (علل) لأن نترات الأمونيوم مركب أيوني والماء قطبي.

(٢) ذائبية كلوريد الزئبق (II)  $\text{HgCl}_2$  في الماء قليلة (علل) لأن كلوريد الزئبق (II) مركب تساهمي ضعيف القطبية والماء قطبي.

(٣) ذائبية كلوريد الزئبق (II)  $\text{HgCl}_2$  في الغول الإيثيلي عالية (علل) لأن كلوريد الزئبق (II) أقل أيونية والغول الإيثيلي أقل قطبية.

(٤) ذائبية نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  في الغول الإيثيلي قليلة (علل) لأن نترات الأمونيوم مركب أيوني والغول الإيثيلي أقل قطبية.

**(٢) درجة الحرارة :**

**\* طاقة الترتيب البلوري (ط ب) :** هي الطاقة اللازمة لفصل الروابط بين المذاب والمذاب.

**\* طاقة التمييه (ط هـ) :** هي الطاقة اللازمة لتكوين الروابط بين المذاب والمذيب .

**تقسم المواد من حيث ذائبيتها في الماء إلى :**

(أ) مواد يصاحبها إذابة طاردة للحرارة : تكون عملية الذوبان طاردة للحرارة إذا كانت طاقة التمييه (ط هـ) أكبر من طاقة الترتيب

البلوري (ط ب) وفي هذه الحالة يكون الذوبان سهلاً جداً. وتقل الذائبية بارتفاع درجة الحرارة.

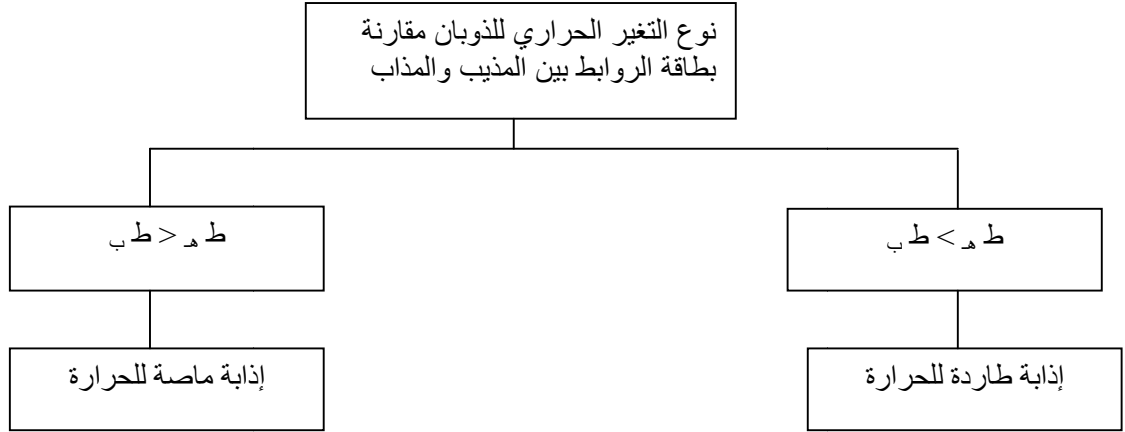
**مثال :** ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء.

(ب) مواد يصاحبها إذابة ماصة للحرارة : تكون عملية الذوبان ماصة للحرارة إذا كانت طاقة التمييه (ط هـ) أقل من طاقة الترتيب

البلوري (ط ب) وفي هذه الحالة يكون الذوبان صعباً. وتزداد الذائبية بارتفاع درجة الحرارة.

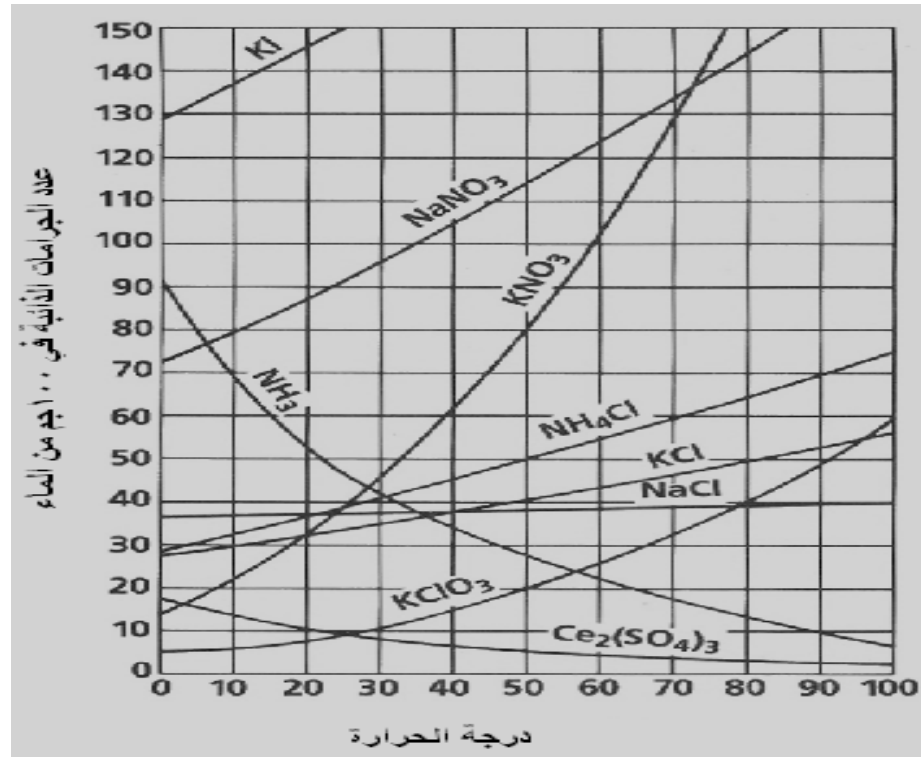
**مثال :** ذوبان نترات الصوديوم في الماء.

\* الشكل التالي يختصر ما ذكر في الأعلى :



### منحنى الذائبية:

عبارة عن طريقة بيانية تمثل العلاقة بين كمية الماء والمادة الصلبة المذابة في الماء ودرجة الحرارة.



منحنى الذائبية لبعض المواد

مثال (١) : من خلال منحنى الذائبية ،

كم جراما من نترات البوتاسيوم  $KNO_3$

يذوب في ١٠٠ جم من الماء عند :

(أ) ٢٠م (ب) ٦٠م

وما العلاقة بين الذائبية ودرجة الحرارة.

من خلال منحنى الذائبية:

درجة الحرارة	كتلة نترات البوتاسيوم
٢٠	٣٢
٦٠	١٠٧

تزداد الذائبية بزيادة درجة الحرارة.

مثال (٢) : إذا كان محلول من كلوريد البوتاسيوم تكون بإذابة ٥٠ جم من ملح كلوريد البوتاسيوم في ١٠٠ جم من الماء عند ٨٠م ،

فكم كتلة الملح المترسبة عند تبريد المحلول حتى ١٠م .

من خلال منحنى الذائبية عند ١٠م كتلة كلوريد البوتاسيوم تساوي ٣٢ جم

درجة الحرارة	كتلة كلوريد البوتاسيوم
٨٠	٥٠
١٠	٣٢

كتلة الملح المترسبة =  $٣٢ - ٥٠ = ١٨$  جم

مثال (٣) : من خلال منحنى الذائبية حدد درجة الحرارة التي يذوب عندها كل من نترات البوتاسيوم ونترات الصوديوم بمقدار

(١٣٣ جم في ١٠٠ جم من الماء تقريبا).

وكم تكون كتلة كل من الملح عند درجة (٥م) وأي من الملح يترسب أولاً عند خلط المحلولين معاً ؟

من خلال منحنى الذائبية كتلة  $KNO_3$  و  $NaNO_3$  مقدارها ١٣٣ جم عند ٦٨م

الملاح	كتلته	درجة الحرارة
$NaNO_3$ و $KNO_3$	١٣٣ جم	٦٨م
$KNO_3$	١٧ جم	٥م
$NaNO_3$	٧٧ جم	٥م

كتلة الملح  $KNO_3$  المترسبة =  $١٧ - ١٣٣ = ١١٦$  جم

كتلة الملح  $NaNO_3$  المترسبة =  $٧٧ - ١٣٣ = ٥٦$  جم

كتلة  $KNO_3$  تترسب أولاً .

مثال (٤): من خلال منحنى الذائبية قارن بين كتلة كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  عند ١٠ م° و ٥٠ م° ثم حدد ما إذا كانت عملية الذوبان طاردة أم ماصة للحرارة.

من خلال منحنى الذائبية يتضح ما يلي:

كتلة كلوريد الأمونيوم	درجة الحرارة
٣٥ جم	١٠ م°
٥٣ جم	٥٠ م°

عملية الذوبان ماصة للحرارة لأن الذائبية تزداد بارتفاع درجة الحرارة.

محاليل الغازات في السوائل :

تعريف ذائبية الغاز في السوائل :

هي كمية الغاز التي تذوب في كمية محددة من السائل تحت الضغط ودرجة الحرارة المعينين.

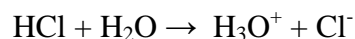
\* يعبر عن ذائبية غاز في سائل بمعامل الامتصاص.

\* يمكن تقسيم الغازات حسب درجة ذوبانها في السوائل إلى قسمين :

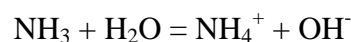
(١) غازات تامة الذوبان :

هي الغازات التي تذوب في السوائل ذوباناً تاماً وبأي نسبة نتيجة لحدوث تفاعل كيميائي بينها.

مثال (١) إذابة كلوريد الهيدروجين في الماء كما في المعادلة التالية:



مثال (٢) إذابة غاز النشادر في الماء كما في المعادلة التالية:



(٢) غازات شحيحة الذوبان :

هي الغازات التي تذوب في السوائل بنسب قليلة دون حدوث تفاعل كيميائي.

مثال: ذوبان الغازات التي جزيئاتها غير قطبية في الماء.

العوامل المؤثرة على ذائبية الغازات في السوائل :

(١) طبيعة الغاز وطبيعة السائل :

\* الغازات القطبية كثيرة الذوبان في المذيبات القطبية كالماء.

\* الغازات غير القطبية قليلة الذوبان في المذيبات القطبية كالماء.

\* الغازات غير القطبية تذوب في المذيبات غير القطبية كالغول الإيثيلي.

ملاحظة : تقل ذائبية الغاز في السائل إذا أذيت إليه أملاح متأينة (علل) لأن هذه الأملاح تستأثر بقسم من جزيئات المذيب وبالتالي

تتقص كمية المذيب الفعالة في إذابة الغاز.



**سؤال :** هل يمكن طرد الغازات من محاليلها دون إضافة مواد أو استخدام التسخين أو الضغط ؟ فسر إجابتك  
نعم ، عن طريق مزج عدة غازات شحيحة الذوبان في سائل فإن كل غاز يذوب في السائل وكأنه الوحيد المذاب في السائل.  
مثل إمرار تيار من غاز آخر في المحلول لإزالة غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون من الماء.  
(٢) **درجة الحرارة :**

عند ضغط ثابت تقل ذائبية الغازات في السوائل بارتفاع درجة الحرارة ، أي أن معظم الغازات يمكن إزالتها بالتسخين.

**سؤال :** لماذا تظهر الفقاعات الدقيقة عند تسخين الماء؟

لأن الماء يحتوي على غازات تترال بالتسخين.

(٣) **ضغط الغاز فوق السائل:**

عند درجة حرارة ثابتة تزداد ذائبية الغازات في السوائل بزيادة ضغط الغاز فوق السائل وهذا ما يوضحه قانون هنري.

**قانون هنري :**

" عند ثبوت درجة الحرارة فإن كتلة الغاز المذابة في كتلة معينة من المذيب تتناسب طرديا مع ضغط الغاز فوق السائل "

**\* ظروف تطبيقات قانون هنري ما يلي :**

(١) درجات الحرارة المرتفعة والضغط المنخفضة.

(٢) عدم حدوث تفاعل كيميائي بين الغاز والسائل المذيب.

\* يمكن طرد الغازات من محاليلها دون إضافة مواد أو استخدام التسخين أو الضغط ، عن طريق مزج عدة غازات شحيحة الذوبان في سائل فإن كل غاز يذوب في السائل وكأنه الوحيد المذاب في السائل.

مثل إمرار تيار من غاز آخر في المحلول لإزالة غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون من الماء.

**ثالثاً: أنواع المحاليل من حيث التركيز :**

تعتمد طبيعة المحلول على المذيب والمذاب وينقسم من حيث درجة تشبع المحلول إلى ثلاثة أنواع :

(١) **المحلول المشبع :** هو الذي لا يقبل إذابة المزيد من المذاب عند درجة الحرارة والضغط المحددين.

(٢) **المحلول غير المشبع :** كمية المذاب أقل من الكمية اللازمة للتشبع عند درجة الحرارة والضغط المحددين.

(٣) **المحلول فوق المشبع :** كمية المذاب التي تفوق ما قد يمكن للمذيب إذابته في الظروف العادية.

**المحلول المركز والمحلول المخفف :**

**المحلول المركز :** هو المحلول الذي يحوي كمية كبيرة من المذاب.

**المحلول المخفف :** هو المحلول الذي يحوي كمية قليلة من المذاب.

طرق التعبير عن تركيز المحاليل :

(١) النسبة المئوية الكتلية للمذاب :

هي عدد الوحدات الكتلية للمذاب الموجودة في ١٠٠ وحدة كتلية مماثلة من المحلول.

رياضياً :

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$$

\* قوانين أخرى مساعدة لحل المسائل :

(١) كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

(٢) كتلة المحلول = كثافة المحلول × حجم المحلول

مثال (١) : ماذا يعني أن النسبة المئوية الكتلية للسكر في الماء هي ٢٠%.

أي أن ٢٠ جم من السكر ذائب في ١٠٠ جم من المحلول

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

كتلة المذيب = كتلة المحلول - كتلة المذاب

كتلة المذيب = ١٠٠ - ٢٠ = ٨٠ جم

مثال (٢) : محلول يتكون من ٦,٩ جم من كلوريد لصوديوم مذابة في ١٠٠ جم من الماء ، أحسب النسبة المئوية الكتلية للمذاب ؟

كتلة المذاب = ٦,٩ جم ، كتلة المذيب = ١٠٠ جم

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

كتلة المحلول = ١٠٦,٩ = ١٠٠ + ٦,٩ جم

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100 = \frac{6,9}{106,9} \times 100 = 6,45\%$$

**مثال (٣) :** كم جراماً من حمض النيتروجين النقي  $\text{HNO}_3$  يحتويها لتر من محلول الحمض المائي الذي فيه النسبة المئوية الكتلية للمذاب ٦٩,٤% (كثافة المحلول = ١,٦٥ جم/مللتر)

كتلة المذاب (حمض النيتروجين) = ؟؟ ، النسبة المئوية الكتلية للمذاب = ٦٩,٤%

حجم المحلول =  $1000 \times 1 = 1000$  مللتر

كتلة المحلول = حجم المحلول  $\times$  كثافة المحلول

كتلة المحلول =  $1000 \times 1,65 = 1650$  جم

كتلة المذاب

النسبة المئوية الكتلية للمذاب =  $100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}}$

بضرب طرفين في وسطين للحصول على كتلة المذاب

النسبة المئوية الكتلية للمذاب  $\times$  كتلة المحلول  
 $\frac{\text{كتلة المذاب}}{100} =$

كتلة المذاب =  $\frac{1650 \times 69,4}{100} = 1145,1$  جم

**(٢) الجزئية الكتلية (المولالية):**

هي عدد المولات من المذاب في ١٠٠٠ جم من المذيب.

**رياضياً :**

الجزئية الكتلية (المولالية) =  $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بالكجم}}$

**\* قوانين أخرى مساعدة لحل المسائل :**

(١) كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

(٢) كتلة المادة بالجرام = عدد المولات  $\times$  الكتلة الجزيئية

**مثال (١):** أحسب الجزيئية الكتلية (المولالية) لمحلول تم تحضيره من إذابة ٥ جم من التولوين  $C_7H_8$  في ٢٢٥ من البنزين. علماً بأن الكتل الذرية هي : (C=12 , H=1)  
كتلة المذاب = ٥ جم

$$\begin{aligned} \text{كتلة المذيب بالكجم} &= \frac{225}{1000} = 0,225 \text{ كجم} \\ \text{الكتلة الجزيئية للمذاب } C_7H_8 &= (12 \times 7) + (1 \times 8) = 92 \text{ جم/مول} \\ \text{عدد مولات المذاب} &= \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \frac{5}{92} = 0,054 \text{ مول} \\ \text{المولالية} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بالكجم}} = \frac{0,054}{0,225} = 0,24 \text{ مولال} \end{aligned}$$

**مثال (٢):** احسب المولالية (الجزيئية الكتلية) لمحلول السكر  $C_{12}H_{22}O_{11}$  الذي تركيزه ٦٧% وزناً؟ علماً بأن الكتل الذرية هي : (C=12 , H=1 , O=16)

$$\begin{aligned} \text{كتلة المحلول} &= 100 \text{ جم} \\ \text{كتلة المذاب} &= 67 \text{ جم} \\ \text{كتلة المذيب} &= \text{كتلة المحلول} - \text{كتلة المذاب} \\ &= 100 - 67 = 33 \text{ جم} \leftarrow \text{نحول من جم إلى كجم} \leftarrow 33 = 1000 \div 33 = 0,033 \text{ كجم} \\ \text{الكتلة الجزيئية للمذاب } C_{12}H_{22}O_{11} &= (12 \times 12) + (1 \times 22) + (16 \times 11) = 342 \text{ جم/مول} \\ \text{عدد مولات المذاب} &= \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \frac{67}{342} = 0,196 \text{ مول} \\ \text{المولالية} &= \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بالكجم}} = \frac{0,196}{0,033} = 5,94 \text{ مولال} \end{aligned}$$

مثال (٣) : كم جراماً من HCl يجب إذابته في ٢٥٠ جم من الماء لنحصل على محلول تركيزه (٢,٤ مولال) علماً بأن الكتل الذرية هي (H=1 , Cl=35.5 , O=16)

كتلة المذاب = ؟؟ ، كتلة المذيب =  $1000 \div 250 = 4$  كجم ، المولالية = ٢,٤ مولال

الكتلة الجزيئية للمذاب HCl =  $(1 \times 1) + (35,5 \times 1) = 36,5$  جم/مول

$$\text{عدد مولات المذاب} = \frac{0,196}{0,033} = \frac{\text{كتلة المذيب بالكجم}}{\text{المولالية}} = 5,94 \text{ مولال}$$

عدد مولات المذاب = المولالية  $\times$  كتلة المذيب بالكجم

عدد مولات المذاب = ٢,٤  $\times$  ٠,٢٥ = ٠,٦ مول

كتلة المذاب (HCl) = عدد مولات المذاب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذاب

كتلة المذاب (HCl) = ٣٦,٥  $\times$  ٠,٦ = ٢١,٩ جم

(٣) الجزيئية الحجمية (المولارية) :

هي عدد المولات من المذاب في لتر واحد من المحلول.

رياضياً :

$$\text{الجزيئية الحجمية (المولارية)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

العلاقة بين النسبة المئوية الكتلية للمذاب والمولارية

القانون التالي يوضح العلاقة بين النسبة المئوية الكتلية للمذاب والمولارية

$$\text{الجزيئية الحجمية (المولارية)} = \frac{\text{النسبة المئوية الكتلية} \times \text{الكثافة} \times 10}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}}$$

ويمكن إثباته كما يلي : (الإثبات للفائدة)

كتلة المذاب

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}}$$

كتلة المحلول

من العلاقة : كتلة المذاب بالجرام = عدد مولات المذاب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذاب

من العلاقة : كتلة المحلول = كثافة المحلول  $\times$  حجم المحلول

عدد مولات المذاب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذاب  $\times 100$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = \frac{\text{عدد مولات المذاب} \times \text{الكتلة الجزيئية للمذاب} \times 100}{\text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول}}$$

$$\frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول} \times 100}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب} \times 100} = \text{عدد مولات المذاب}$$

$$\frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول} \times 10}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \text{عدد مولات المذاب} \quad (1)$$

عدد مولات المذاب

$$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \text{المولارية}$$

حجم المحلول باللتر

$$\text{عدد المولات للمذاب} = \text{المولارية} \times \text{حجم المحلول باللتر} \quad (2)$$

بمساواة (1) و (2) :

$$\frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول} \times 10}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \text{عدد مولات المذاب} = \frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول} \times 10}{\text{المولارية} \times \text{حجم المحلول باللتر}}$$

$$\frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول} \times 10}{\text{المولارية}} = \frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times \text{حجم المحلول} \times 10}{\text{حجم المحلول باللتر} \times \text{الكتلة الجزيئية للمذاب}}$$

$$\frac{\text{النسبة المئوية الكتلية} \times \text{الكثافة} \times 10}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \text{المولارية}$$

مثال (1) : احسب الجزيئية الحجمية (المولارية) لمحلول حُضر بإذابة ٢,٩٣ جم من كلوريد الصوديوم في ٤٩٩,٧ جم من الماء ؟

وكثافة المحلول ١,٠٠٤ جم / مل علماً بأن الكتل الذرية هي : (Na=23 , Cl=35.5)

المولارية = ؟؟ ، كتلة المذاب = ٢,٩٣ جم ، كتلة المذيب = ٤٩٩,٧ جم ، كثافة المحلول = ١,٠٠٤ جم/مللتر

الكتلة الجزيئية لـ NaCl = (٣٥,٥ × ١) + (٢٣ × ١) = ٥٨,٥ جم/مول

$$\text{عدد مولات المذاب} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \frac{٢,٩٣}{٥٨,٥} = ٠,٠٥ \text{ مول}$$

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

كتلة المحلول = ٤٩٩,٧ + ٢,٩٣ = ٥٠٢,٦٣ جم

$$\text{حجم المحلول} = \frac{\text{كتلة المحلول}}{\text{كثافة المحلول}} = \frac{٥٠٢,٦٣}{١,٠٠٤} = ٥٠٠,٦٣ \text{ مللتر} \leftarrow ٠,٥ = ١٠٠٠ \div ٥٠٠,٦٣ \text{ لتر}$$

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \frac{٠,٠٥}{٠,٥} = ٠,١ \text{ مولار}$$

**مثال (٢):** كم جراماً من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH يلزم لتحضير ٤٠٠ مللتر من محلول تركيزه ٠,١٢٥ مولار

علماً بأن الكتل الذرية هي : (K=39 , O=16 , H=1)

كتلة المذاب = ؟؟ ، حجم المحلول باللتر = ٤٠٠ ÷ ١٠٠٠ = ٠,٤ لتر ، المولارية = ٠,١٢٥ مولار

الكتلة الجزيئية للمذاب KOH = (١×١) + (١٦×١) + (٣٩×١) = ٥٦ جم/مول

عدد مولات المذاب

$$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \text{المولارية}$$

عدد مولات المذاب = المولارية × حجم المحلول باللتر

عدد مولات المذاب = ٠,٤ × ٠,١٢٥ = ٠,٠٥ مول

كتلة المذاب (KOH) = عدد مولات المذاب × الكتلة الجزيئية للمذاب

كتلة المذاب (KOH) = ٠,٠٥ × ٥٦ = ٢,٨ جم

### تخفيف المحاليل :

#### قانون تخفيف المحاليل :

حجم المحلول قبل التخفيف × تركيز المحلول قبل التخفيف = حجم المحلول بعد التخفيف × تركيز المحلول بعد التخفيف

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

حجم المحلول بعد التخفيف = حجم المحلول قبل التخفيف + حجم الماء المضاف

$$V_2 = C_1 + \text{حجم الماء المضاف}$$

**مثال (١):** كم مللتر من محلول تركيزه ٠,١ مولار يجب إضافته إلى الماء لصنع ٢ لتر من محلول تركيزه ٠,٠٢٥ مولار ؟

ح<sub>١</sub>=؟؟ ، ت<sub>١</sub>=٠,١ مولار ، ح<sub>٢</sub>=٢ لتر ، ت<sub>٢</sub>=٠,٠٢٥ مولار

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$٠,١ \times ح_١ = ٠,٠٢٥ \times ٢$$

$$٠,٠٢٥ \times ٢$$

$$ح_١ = \frac{٠,٠٢٥ \times ٢}{٠,١} = ٠,٥ \text{ لتر} \leftarrow ٠,٥ \times ١٠٠٠ = ٥٠٠ \text{ مللتر}$$

**مثال (٢):** إذا أضفت ١٥٠ مل من ماء مقطر إلى ٠,٢٥ لتر من محلول نترات البوتاسيوم في ماء تركيزه (٠,١ مولار) فما

الجزئية الحجمية للمحلول الجديد.

حجم الماء المضاف = ١٥٠ مل ، حجم المحلول قبل التخفيف (ح<sub>١</sub>) = ٠,٢٥ × ١٠٠٠ = ٢٥٠ مل ، ت<sub>١</sub>=٠,١ مولار

$$V_2 = C_1 + \text{حجم الماء المضاف}$$

$$٢٥٠ + ١٥٠ = ٤٠٠ \text{ مل}$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$٠,١ \times ٢٥٠ = ٢ \times ٤٠٠$$

$$٢ = ٠,٦٢٥ \text{ مولار}$$

**مثال (٣) :** بناءً على المعلومات التي تعلمتها عن طرق التعبير عن تركيز المحاليل صمم جدولاً تقارن فيه بين تلك الطرق من حيث التعريف والصيغة الرياضية والوحدة المستخدمة.

وجه المقارنة	النسبة المئوية الكتلية للمذاب	الجزئية الكتلية (المولالية)	الجزئية الحجمية (المولارية)
التعريف	هي عدد الوحدات الكتلية للمذاب الموجودة في ١٠٠ وحدة كتلية مماثلة من المحلول.	هي عدد المولات من المذاب في ١٠٠ جم من المذيب.	هي عدد المولات من المذاب في لتر واحد من المحلول.
الصيغة الرياضية	النسبة المئوية الكتلية للمذاب = $\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$	المولالية = $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بالكجم}}$	المولارية = $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$
الوحدة المستخدمة	%	(مول/كجم) مولال	(مول/لتر) مولار



## أسئلة وتمارين محلولة :

س١) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

١) المحلول المتجانس في التركيب والخواص هو محلول :

أ) غروي (ب) حقيقي (ج) معلق (د) غير حقيقي

٢) المحلول الذي يحوي كمية من المذاب تفوق ما يمكن للمذيب إذابته في الظروف العادية هو :

أ) مشبع (ب) غير مشبع (ج) فوق المشبع (د) الغروي

٣) ذوبان النشادر في الماء مثال على محلول :

أ) السائل في السائل (ب) صلب في سائل (ج) غاز في سائل (د) غاز في غاز

٤) من منحى الذائبية الملح الذي له أكبر ذائبية عند ٢٠م هو :

أ) نترات الصوديوم (ب) كلوريد الصوديوم (ج) نترات البوتاسيوم (د) كلوريد البوتاسيوم

س٢) فسر العبارات التالية :

١) ذائبية ملح كلوريد البوتاسيوم في الماء مرتفعة.

لأن المذاب أيوني والماء قطبي.

٢) تقل ذائبية المواد الصلبة في المحاليل الملحية.

لأن طاقة التمييه (ط هـ) أكبر من طاقة الترتيب البلوري (ط ب)

٣) نحتاج لكثافة المحلول عند إيجاد الجزيئية الكتلية لمحلول سعته لترًا .

لأن كثافة المحلول تساوي كتلة المحلول على حجم المحلول.

٤) ذوبان النشادر في الماء لا يسمى محلولاً حقيقياً .

لأنه غير متجانس الخواص والتراكيب ويحدث تفاعل كيميائي بينهما.

٥) نسمع صوتاً قوياً غالباً عند فتح علبة المشروبات الغازية.

لأن الضغط في داخل العلبة يساوي عدة ضغوط في الخارج وعند فتح العلبة ينخفض الضغط داخلها إلى ضغط جوي واحد فيندفع

الغاز بشدة إلى الخارج ليحدث ذلك الصوت.

٦) يُنصح بوضع حوض الأسماك بعيداً عن مصادر الحرارة كالشمس.

لأن ذائبية غاز الأكسجين تقل بارتفاع درجة الحرارة وبالتالي تقل نسبة الأكسجين المذاب في الماء فيؤثر سلبياً على حياة الأسماك.

س٣) ضع علامة (✓) أو علامة (x) أمام العبارات التالية مع تصحيح الخطأ إن وجد :

١) عندما تكون طاقة الترتيب البلوري أكبر من طاقة التمييه فإن الذوبان يكون أسهل .

العبارة (x) والصواب عندما تكون طاقة الترتيب البلوري أكبر من طاقة التمييه فإن الذوبان يكون أصعب.

٢) يمكن مشاهدة جزيئات المحلول الغروي بالعين المجردة.

العبارة (x) والصواب يمكن مشاهدة جزيئات المحلول المعلق بالعين المجردة.

٣) تتناسب ذائبية الغاز عند ثبوت درجة الحرارة طردياً مع ضغط الغاز فوق السائل.

العبارة (✓)

٤) يمكن فصل المادة المذابة في المحلول الحقيقي بالترشيح .

العبارة (x) والصواب يمكن فصل المادة المذابة في المحلول المعلق بالترشيح .

س٤) رتب السوائل التالية حسب ازدياد قابلية ذوبان ملح الطعام فيها:

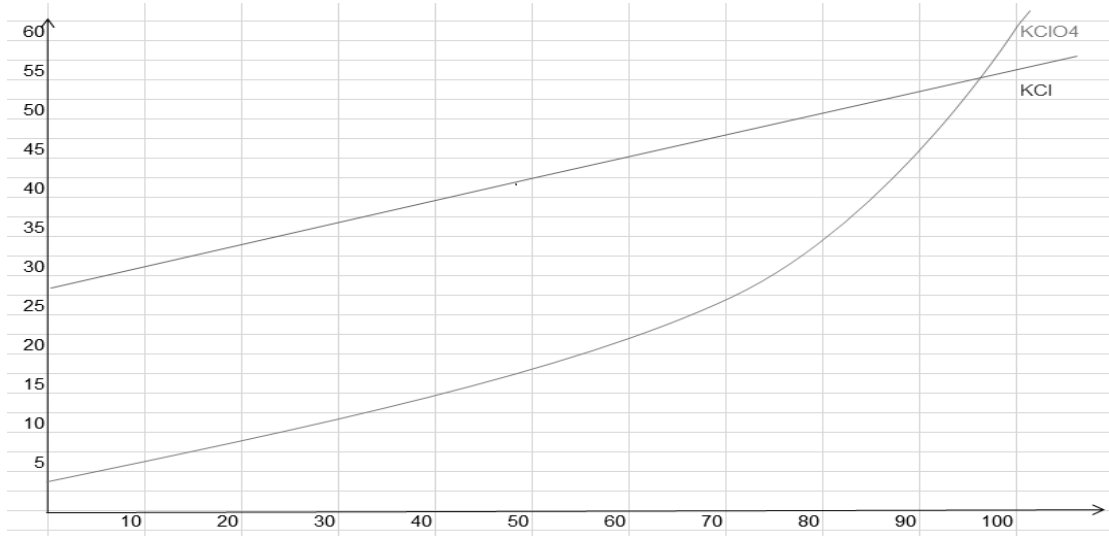
محلول نترات البوتاسيوم المائي - الماء - محلول نترات الصوديوم المائي - البنزين.

الماء < محلول نترات الصوديوم المائي < محلول نترات البوتاسيوم المائي < البنزين.

س٥) تذوب الكتل التالية من الملح في ١٠٠ جم من الماء عند درجات الحرارة وفق الجدول التالي:

درجة الحرارة	كلوريد البوتاسيوم	كلورات البوتاسيوم
صفر م°	٢٨ جم	٣ جم
٥٠ م°	٤٢ جم	١٩ جم
١٠٠ م°	٥٦ جم	٥٩ جم

ارسم منحنى الذائبية لكل من هذين الملحين ، ثم بين أي منهما ماص وأيها طارد للحرارة ؟



كلا الملحين يعتبر ماص للحرارة.

لأنه كلما زادت درجة الحرارة زادت الذائبية.

س٦) احسب مولالية محلول حمض الكبريت الذي يحتوي ١٠٠ جم منه على ١٠ جم من الحمض ؟

علماً بأن الكتل الذرية هي : (H=1 , O=16 , S=32)

كتلة المحلول = ١٠٠ جم ، كتلة المذاب = ١٠ جم ، الكتلة الجزيئية لـ  $H_2SO_4 = (1 \times 2) + (32 \times 1) + (16 \times 4) = 98$  جم/مول

كتلة المذيب = كتلة المحلول - كتلة المذاب

كتلة المذيب = ١٠٠ - ١٠ = ٩٠ جم

٩٠ = ١٠٠٠ ÷ ٠,٩ كجم

١٠ كتلة المذاب

عدد مولات المذاب =  $\frac{كتلة المذاب}{الكتلة الجزيئية للمذاب} = \frac{١٠}{٩٨} = ٠,١$  مول

المولالية =  $\frac{عدد مولات المذاب}{كتلة المذيب بالكجم} = \frac{٠,١}{٠,٠٩} = ١,١١$  مولال

س٧) ما كتلة حمض النيتروجين النقي  $\text{HNO}_3$  في ١٠٠ مل من محلول مائي له تركيز ٠,٤ مولار ؟

علماً بأن الكتل الذرية هي : (  $\text{H}=1$  ,  $\text{N}=14$  ,  $\text{O}=16$  )

كتلة المذاب =؟؟ ، حجم المحلول باللتر =  $1000 \div 100 = 10$  لتر ، المولارية = ٠,٤ مولار

الكتلة الجزيئية للمذاب (  $\text{HNO}_3$  ) =  $(1 \times 1) + (14 \times 1) + (16 \times 3) = 63$  جم / مول.

عدد مولات المذاب

$$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \text{المولارية}$$

عدد المولات للمذاب = المولارية  $\times$  حجم المحلول باللتر

عدد المولات للمذاب = ٠,٤  $\times$  ١٠ = ٤,٠ مول

كتلة المذاب = عدد المولات للمذاب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذاب

كتلة المذاب = ٤,٠  $\times$  ٦٣ = ٢٥٢ جم.

س٨) احسب النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  في محلول تم تحضيره بإذابة ٨ جم من الصودا الكاوية في

٥٠ جم من الماء ؟

النسبة المئوية الكتلية =؟؟ ، كتلة المذاب = ٨ جم ، كتلة المذيب = ٥٠ جم

كتلة المحلول = كتلة المذيب + كتلة المذاب

كتلة المحلول = ٥٠ + ٨ = ٥٨ جم

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} = 100 \times \frac{8}{58} = 13,79\%$$

س٩) يستخدم ملح الطعام ذو تركيز ٠,٩ % كتلة لعلاج بعض المرضى في المستشفيات ، فكم جراماً من هذا الملح يلزم لتحضير

٥٠٠ جم من هذا المحلول.

النسبة المئوية الكتلية للمذاب = ٠,٩ % ، كتلة المذاب =؟؟ ، كتلة المحلول = ٥٠٠ جم

كتلة المذاب

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}}$$

$$\text{كتلة المذاب} = \frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كتلة المحلول}}{100} = \frac{0,9 \times 500}{100} = 4,5 \text{ جم}$$

س١٠) حُضِرَ محلول بإذابة ١,٢٥ جم من الإيثانول في ١,٦ جم من الماء احسب النسبة الكتلية لكل من الماء والإيثانول؟ علماً بأن الكتل الذرية هي : (C=12 , H=1 , O=16)

كتلة المذاب = ١,٢٥ جم ، كتلة المذيب = ١,٦ جم

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

كتلة المحلول = ١٢,٨٥ = ١,٦ + ١,٢٥ جم

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب (الإيثانول)} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} = 100 \times \frac{1,25}{12,85} = 9,73\%$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذيب (الماء)} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذيب}}{\text{كتلة المحلول}} = 100 \times \frac{1,6}{12,85} = 12,47\%$$

س١١) ما كتلة كبريتات الألومنيوم  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  يلزم لتحضير ٣٠٠ مل من محلول كبريتات الألومنيوم تركيزه ٠,٢ مولار علماً بأن الكتل الذرية هي : (Al=27 , S=32 , O=16)

كتلة المذاب = ؟؟ حجم المحلول باللتر =  $300 \div 1000 = 0,3$  لتر ، المولارية = ٠,٢ مولار

الكتلة الجزيئية للمذاب  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 3 \times [(16 \times 4) + (32 \times 1) + (27 \times 2)] = 342$  جم / مول.

$$\text{عدد مولات المذاب} = \frac{\text{المولارية}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

عدد المولات للمذاب = المولارية  $\times$  حجم المحلول باللتر

عدد المولات للمذاب =  $0,3 \times 0,2 = 0,06$  مول

كتلة المذاب = عدد المولات للمذاب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذاب

كتلة المذاب =  $342 \times 0,06 = 20,52$  جم

س١٢) كم مللتر من محلول ملح الطعام الذي يبلغ تركيزه ٢٠% كتلة وكثافة ١,٠٩٨ جم/مل يلزم لعمل ٨ لترات من محلول نفس الملح تركيزه ٠,١ مولار . علماً بأن الكتل الذرية هي : (Na=23 , Cl=35.5)

ح١=؟؟ ، النسبة المئوية الكتلية للمذاب = ٢٠% ، كثافة المحلول = ١,٠٩٨ جم/مل ، ح٢ =  $1000 \times 8 = 8000$  مللتر

ت٢ = ٠,١ مولار ، الكتلة الجزيئية لـ NaCl =  $(35,5 \times 1) + (23 \times 1) = 58,5$  جم/مول

$$\text{المولارية (ت)} = \frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times 10}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \frac{10 \times 1,098 \times 20}{58,5} = 3,75 \text{ مولار}$$

$$\text{ت}١ \times \text{ح}١ = \text{ت}٢ \times \text{ح}٢$$

$$3,75 \times \text{ح}١ = 0,1 \times 8000 \leftarrow \text{ح}١ = 213,33 \text{ مللتر}$$

س١٣) احسب الجزيئية الحجمية والكتلية لمحلول الغول الإيثيلي  $C_2H_5OH$  في الماء المحضر من إذابة ٥ مولات من الغول في ٩٠ مول من الماء والبالغ كثافته ٠,٩٩٧ جم/مل . علماً بأن الكتل الذرية هي : (  $C=12$  ,  $H=1$  ,  $O=16$  )

الجزيئية الحجمية (المولارية)=؟؟ ، الجزيئية الكتلية (المولالية)=؟؟ ،

عدد مولات المذاب = ٥ مول ، عدد مولات المذيب = ٩٠ مول

كثافة المحلول = ٠,٩٩٧ جم/مل

الكتلة الجزيئية للمذيب ( $H_2O$ ) =  $(1 \times 2) + (1 \times 1) = 18$  جم/مول

الكتلة الجزيئية للمذاب ( $C_2H_5OH$ ) =  $(12 \times 2) + (1 \times 5) + (16 \times 1) + (1 \times 1) = 46$  جم/مول

كتلة المذاب = عدد مولات المذاب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذاب

كتلة المذاب =  $46 \times 5 = 230$  جم

كتلة المذيب = عدد مولات المذيب  $\times$  الكتلة الجزيئية للمذيب

كتلة المذيب =  $18 \times 90 = 1620$  جم  $\leftarrow 1620 \div 1000 = 1,62$  كجم

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

كتلة المحلول =  $1620 + 230 = 1850$  جم

حجم المحلول =  $\frac{\text{كتلة المحلول}}{\text{كثافة المحلول}} = \frac{1850}{0,997} = 1855,57$  مليلتر  $\leftarrow 1855,57 \div 1000 = 1,86$  لتر

المولارية =  $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \frac{5}{1,86} = 2,69$  مولار

المولالية =  $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بالكجم}} = \frac{5}{1,62} = 3,09$  مولال

س١٤) كم مللتراً من الماء يجب أن تضاف إلى ٤٠ مل من محلول تركيزه ٠,٢٥ مولار لنحصل على محلول تركيزه ٠,١ مولار

حجم الماء المضاف =؟؟ ، ح ٤٠ = ١ مل ، ت ١ = ٠,٢٥ مولار ، ت ٢ = ٠,١ مولار

ت ١  $\times$  ح ١ = ت ٢  $\times$  ح ٢

٠,٢٥  $\times$  ٤٠ = ٠,١  $\times$  ح ٢

ح ٢ = ١٠٠ مليلتر

حجم الماء المضاف = ح ٢ - ح ١

حجم الماء المضاف = ١٠٠ - ٤٠ = ٦٠ مل

س١٥) يبلغ تركيز حمض النيتروجين المركز ٦٩% كتلة وكثافته ١,٤١ جم/مل عند ٢٠ م فما حجم كتلة الحمض المركز الذي نحتاجه لتحضير ١٠٠ مل من الحمض تركيزه ٦ مولات؟

علماً بأن الكتل الذرية هي : (  $H=1$  ,  $N=14$  ,  $O=16$  )

النسبة المئوية الكتلية للمذاب = ٦٩% ، الكثافة = ١,٤١ جم/مل ، ح = ؟ ، ح = ١٠٠ مل ، ت = ٦ مولات  
الكتلة الجزيئية للمذاب (  $HNO_3$  ) = (  $1 \times 1$  ) + (  $1 \times 14$  ) + (  $3 \times 16$  ) = ٦٣ جم / مول.

$$\text{المولارية (ت)} = \frac{\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} \times \text{كثافة المحلول} \times 10}{\text{الكتلة الجزيئية للمذاب}} = \frac{10 \times 1,418 \times 69}{63} = 15,44 \text{ مولات.}$$

$$1 \text{ ح} \times 1 \text{ ت} = 1 \text{ ح} \times 2 \text{ ت}$$

$$100 \times 6 = 15,44 \times 1 \text{ ح}$$

$$1 \text{ ح} = 38,86 \text{ مللتر.}$$

س١٦) كم مللتر نحتاج من محلول حمض النيتروجين المائي الذي يبلغ تركيزه ٢ مولات لنحضر ٥ لترات من محلول تركيزه ٥ مولات؟

$$1 \text{ ح} = ؟ ، 1 \text{ ت} = 2 \text{ مولات} ، 1 \text{ ح} = 5 \times 1000 = 5000 \text{ مللتر} ، 1 \text{ ت} = 5 \text{ مولات}$$

$$1 \text{ ح} \times 1 \text{ ت} = 1 \text{ ح} \times 2 \text{ ت}$$

$$5000 \times 5 = 1 \text{ ح} \times 2$$

$$1 \text{ ح} = 12500 \text{ مللتر.}$$

س١٧) قارن بين التعبيرين التاليين : مولال واحد من محلول السكر ومولار واحد من محلول السكر.

مولال واحد من محلول السكر : أي كل واحد مول من السكر مذاب في ١٠٠٠ جم من الماء.

مولار واحد من محلول السكر : أي كل واحد مول من السكر مذاب في ١ لتر من المحلول.