

الفصل الأول : الكيمياء والقياس

Chemistry and Measurement

مقدمة :

يعيش الإنسان حياته باحثاً في الكون من حوله ، في محاوله دائمة ودائبة لفهم ظواهر هذا الكون وتفسيرها ، بل والتحكم فيها أيضاً. هذه الجهود التي يبذلها الإنسان أثمرت وستظل تثمر عن حقائق ومفاهيم ومبادئ وقوانين ونظريات ، يضمها نسق أو بناء هو العلم :

العلم Science : بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية وطريقة منظمة في البحث والتقصي

ويختلف مجال العلم باختلاف :

- ١- الظواهر موضع الدراسة. ٢- الأدوات المستخدمة. ٣- الطرق المتبعة في البحث.

العلوم الطبيعية هي : (الكيمياء - الفيزياء - البيولوجي - علوم الارض - الفلك)

و علم الكيمياء هو أحد العلوم الطبيعية Physical Science التي عرفها الإنسان ومارسها منذ زمن بعيد

علم الكيمياء Chemistry : العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخواصها والتغيرات التي تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك

ارتباطات علم الكيمياء في الحضارات القديمة بكل من :

- ١- المعادن والتعدين. ٢- صناعة الألوان. ٣- الطب والدواء. ٤- بعض الصناعات الفنية مثل: دبح الجلود وصباغة الأقمشة وصناعة الزجاج. ٥- استخدمه المصريون القدماء في التحنيط.

مجال دراسة علم الكيمياء : يهتم علم الكيمياء بكل من :

- ١- دراسة التركيب الذري والجزيئي للمواد وكيفية ارتباطها. ٢- معرفة الخواص الكيميائية لها ووصفها كما وكيفاً. ٣- التفاعلات الكيميائية التي تتحول بها المتفاعلات إلى نواتج وكيفية التحكم في ظروف التفاعل. ٤- الوصول إلى منتجات جديدة مفيدة تلبي الاحتياجات المتزايدة في المجالات المختلفة مثل : الطب والزراعة والهندسة والصناعة. ٥- يساهم علم الكيمياء في علاج بعض المشكلات البيئية مثل : تلوث الهواء، والماء، والتربة، ونقص المياه، ومصادر الطاقة، وغير ذلك من المجالات.

تقسيم علم الكيمياء إلى فروع منها :

- ١- الكيمياء الفيزيائية. ٢- الكيمياء العضوية. ٣- الكيمياء الحيوية. ٤- الكيمياء التحليلية. ٥- الكيمياء الحرارية. ٦- الكيمياء النووية. ٧- الكيمياء الكهربائية. ٨- الكيمياء البيئية.

الكيمياء مركز العلوم

أولاً: الكيمياء والبيولوجي:

علم البيولوجي : علم خاص بدراسة الكائنات الحية

إسهامات علم الكيمياء في البيولوجي : يسهم علم الكيمياء في فهم التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الكائنات الحية ومنها تفاعلات الهضم والتنفس والبناء الضوئي وغيرها.

☆ ينتج عن التكامل بين البيولوجي والكيمياء علم الكيمياء الحيوية **Bio Chemistry**

علم الكيمياء الحيوية **Bio Chemistry** :

علم يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية

مثل : الدهون والكاربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية وغيرها

ثانياً: الكيمياء والفيزياء:

الفيزياء : العلم الذي يدرس كل ما يتعلق بالمادة وحركتها والطاقة ، ومحاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوى المؤثرة عليها ، كما تهتم بالقياس وابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقتها

☆ ينتج عن التكامل بين الفيزياء والكيمياء علم الكيمياء الفيزيائية **Physical Chemistry**

علم الكيمياء الفيزيائية **Physical Chemistry** :

علم يختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التي تتكون منها هذه المواد مما يسهل على الفيزيائيين القيام بدراساتهم

ثالثاً: الكيمياء والطب والصيدلة:

الأدوية : مواد كيميائية لها خواص علاجية يقوم الكيميائيون بإعدادها في معاملهم مستخلصة من مصادر طبيعية ويصفها الأطباء للمرضى

☆ ينتج عن التكامل بين علم الكيمياء والطب والصيدلة تفسير الكيمياء طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات في جسم الإنسان ، وكيف يستخدم الدواء في علاج الخلل في عمل أي منها .

رابعاً: الكيمياء والزراعة:

دور علم الكيمياء في الزراعة :

- 1- اختيار التربة المناسبة لزراعة محصول ما عن طريق التحليل الكيميائي الذي يحدد نسب مكوناتها ومدى كفاية هذه المكونات لإحتياجات هذه النباتات.
- 2- تحديد السماد المناسب لهذه التربة لزيادة إنتاجيتها من المحاصيل.
- 3- إنتاج المبيدات الحشرية الملائمة للآفات الزراعية.

خامساً: الكيمياء والمستقبل:

دور علم الكيمياء في المستقبل :

- 1- إكتشاف و بناء مواد لها خصائص فائقة وغير عادية .
- 2- ساهمت تكنولوجيا النانوتكنولوجي في تصنيع بعض المواد التي يتم عن طريقها تطوير مجالات عديدة منها الهندسة والطب والإتصالات والبيئة والمواصلات وتلبي العديد من الإحتياجات البشرية .

القياس في الكيمياء Measurement in Chemistry

طبيعة القياس :

إن التطور العلمي والصناعي والتكنولوجي والاقتصادي الذي نعيشه في العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح والدقيق لمبادئ القياسات.

القياس : هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية

لا بد أن تحتوي عملية القياس على نقطتين أساسيتين هما :

- 1- القيمة العددية : من خلالها نصف البعد أو الخاصية المقاسة .
- 2- وحدة قياس مناسبة : متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولية المتعارف عليها

وحدة القياس	القيمة العددية
kg	5
m	10
sec	100

تعريف وحدة القياس : هي مقدار محدد من كمية معينة معرفة ومعتمدة بموجب القانون وتستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية

أهمية القياس في الكيمياء.

- 1- أصبحت أساليب التحليل والقياس في الكيمياء حالياً أكثر تطوراً من حيث الدقة والتنوع
- 2- يعتمد الإنسان على القياس في مختلف مجالات الحياة مثل :
 - * البيئة
 - * التغذية
 - * الصحة
 - * الزراعة
 - * الصناعة
- 3- توفر عملية القياس المعلومات والمعطيات الكمية اللازمة لاتخاذ الاجراءات والتدابير المناسبة.

من أهم ضرورات القياس في الحياة اليومية استخدامه في :

- 1- القياس ضروري من أجل التعرف على نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد التي نستخدمها وتعامل معها.

اختبر مهارتك

الجدول الأتي يوضح مكونات زجاجتين من المياه المعدنية مقدرة بوحده mg/L

المكونات	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	(HCO ₃) ⁻	(SO ₄) ²⁻
الزجاجة (أ)	25.5	2.8	8.7	12	14.2	103.7	41.7
الزجاجة (ب)	120	8	40	70	220	335	20

اقرأ البيانات جيداً، ثم اجب عن الأسئلة الآتية :

★ إذا علمت أن مستهلك يتبع نظاماً غذائياً قليل الملح - أي زجاجة يستخدمها ؟

★ استهلك شخص خلال يوم 1.5 لتر ماء من الزجاجة (ب) ، احسب كتلة الكالسيوم التي حصل عليها خلال اليوم.

★ ما أهمية بطاقة البيانات بالنسبة للمستهلك ؟ وهل القياس ضروري في حياتنا ؟

٢- القياس ضروري من أجل المراقبة والحماية :

يحدد الجدول التالي المعايير العالمية للحكم على صلاحية مياه الشرب ، استخدم البيانات الواردة في الجدول للحكم على جودة الماء في الزجاجتين (أ) ، (ب) السابق عرض بياناتهما في بطاقة البيانات أعلاه.

المكونات	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	(SO ₄) ²⁻	(NO ₃) ⁻	pH
الكمية	أقل من 150	أقل من 12	أقل من 50	أقل من 300	250 - 200	أقل من 250	أقل من 10	6.5 - 9

تتطلب سلامة البيئة وحمايتها مراقبة مياه الشرب والهواء الذي نتنفسه والمواد الغذائية الزراعية وهذا يتطلب قياسات عديدة ومتنوعة.

٣- القياس ضروري لتقدير موقف ما ، واقتراح علاج في حالة وجود خلل

اختبر مهارتك

تمثل الوثيقة التي أمامك نتائج تحاليل بيولوجية طبية خضع لها شخص ما صباحاً قبل الإفطار وضح :
 ☆ ماذا تعني القيمة المرجعية ؟

وثيقة تحاليل طبية		
نوع التحليل	قيمة التحليل (mg /dL)	القيمة المرجعية (mg /dL)
Glucose	70	110 - 70
Uric acid	9.2	8.3 - 3.6

☆ ماذا تستنتج من نتائج تركيز السكر (Glucose) وحمض البوليك (Uric Acid) في دم هذا الرجل ؟

☆ ما القرارات التي يجب عليه أن يتخذها ؟

في التحاليل الطبية يمكننا القياسات التي نحصل عليها من اتخاذ القرارات اللازمة لاصلاح أوجه الخلل

أدوات القياس في معمل الكيمياء . Measurement tools in chemical lab

المختبر أو المعمل : مكان له مواصفات خاصة وشروط معينة يتم فيه إجراء التجارب

متطلبات معمل الكيمياء :

- 1- توفير احتياطات الأمان المناسبة.
- 2- وجود مصدر للحرارة مثل موقد بنزن.
- 3- وجود مصدر للماء.
- 4- وجود أماكن لحفظ المواد الكيميائية والأدوات والأجهزة المختلفة.
- 5- معرفة الطريقة الصحيحة لإستخدام تلك المواد والأجهزة ومعرفة طريقة حفظها.

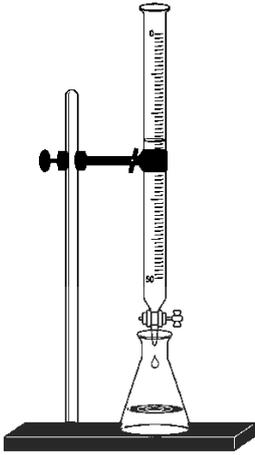
أهم الأدوات والأجهزة في المعمل



أولاً : الميزان الحساس The Sensitive Balance :

الاستخدام : في قياس كتل المواد.

- ☆ تختلف الموازين في تصميمها وأشكالها.
- ☆ الأكثر شيوعاً هي الموازين الرقمية The Sensitive Balance.
- ☆ أكثر أنواع الموازين الرقمية استخداماً هو الميزان ذو الكفة الفوقية The Sensitive Balance.
- ☆ في الغالب تثبت التعليمات الخاصة باستخدام الميزان في أحد جوانبه ويجب قراءتها بعناية قبل الاستخدام.



ثانياً : السحاحة Burette :

أنبوبة زجاجية ذات فتحتين احدهما لملء السحاحة بالمحلول والأخرى مثبت عليها صمام للتحكم بكمية المحلول المأخوذ منها
 الاستخدام : تستخدم في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في القياس
 مثل : معايرة السوائل.

ملاحظات هامة :

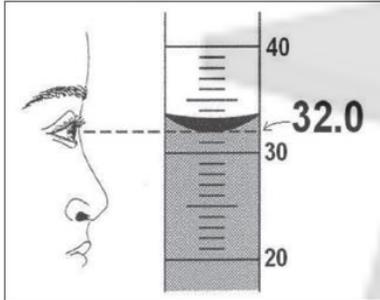
- ⊛ (علك) تثبت السحاحة على حامل ذو قاعدة معدنية خاصة للحفاظ على الشكل العمودي لها خلال التجارب.
- ⊛ صفر التدريج قريباً من الفتحة العلوية وينتهي قبل الصمام.



ثالثاً : الكؤوس الزجاجية Burette :

أوان زجاجية شفافة مصنوعة من البيركس المقاوم للحرارة يوجد منها أنواع مدرجة وذات سعة محددة

- ⊛ الاستخدام : (١) خلط السوائل والمحاليل
- (٢) نقل حجم معلوم من سائل من مكان لآخر



كيف تعدد حجم سائل في المخبر؟



رابعاً : المخبر المدرج Graduated Cylinder :

يصنع من الزجاج أو البلاستيك ويوجد منه ساعات مختلفة
 الاستخدام : (١) قياس حجوم السوائل بدقة أكثر من الدوارق
 (٢) قياس حجم جسم صلب لا يذوب في الماء

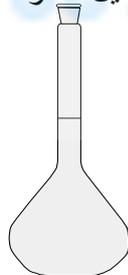
سؤال للتأكد من الفهم

كيف تستخدم المخبر المدرج في تحديد حجم جسم صلب لا يذوب في الماء؟

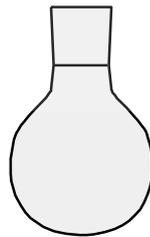
خامساً : الدوارق Flasks :

أحد الأدوات الزجاجية في معمل الكيمياء تصنع من البيركس
 أنواع الدوارق حسب الغرض من استخدامها :

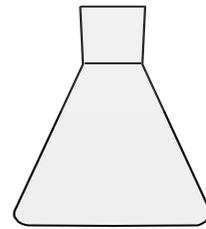
- ١- الدورق المخروطي Conical Flask : ويستخدم في عملية المعايرة .
- ٢- الدورق المستدير Round - Bottom Flask : ويستخدم في عمليات التقطير والتحضير.
- ٣- الدورق العياري Volumetric Flask : يحتوى على علامة في أعلاه تحدد الحجم الذي يضاف من الماء لتحضير محلول معلوم التركيز لذلك يستخدم في تحضير محاليل معلومة التركيز بدقة.



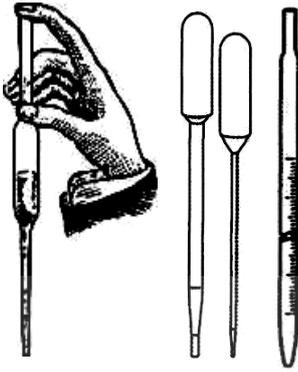
دورق عياري



دورق مستدير



دورق مخروطي

**سادساً : الماصة Pipette :**

أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين وبها علامة أعلاها تحدد مقدار سعتها الحجمية ومدون عليها نسبة الخطأ في القياس
الاستخدام : لقياس ونقل حجم معين من محلول
أشكالها :

- ١- ماصة مدرجة.
- ٢- ماصة بأداة شفط تملأ بالمحلول بواسطة أداة الشفط وخاصة المواد شديدة الخطورة.
- ٣- ماصة ذات إنتفاخين وهي الأكثر استخداماً في المعامل.

أدوات قياس الأس الهيدروجيني (pH) :

الأس أو الرقم الهيدروجيني : القياس الذي يحدد تركيز أيون الهيدروجين H^+ في المحلول لتحديد نوع المحلول إذا كان حمضاً أو قاعدة أو متعادلاً ويأخذ أرقام تتراوح من صفر إلى ١٤
الاستخدام : (١) مقياس هام جداً في التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية.



(٢) التعرف على نوع المحلول إذا كان حمضاً أو قاعدة أو متعادلاً.

أدوات قياس الأس أو الرقم الهيدروجيني (pH) :

- ١- الشرائط الورقية : حيث يغمس الشريط في المحلول فينتغير لون الشريط إلى درجة معينة نحدد منها قيمة الـ pH من خلال تدريج يبدأ من 0 إلى 14 تبعاً لدرجة اللون
 - ٢- الأجهزة الرقمية : هي أكثر دقة حيث يغمس طرف الجهاز في المحلول فتظهر قيمة الـ pH مباشرة على الشاشة الرقمية
- ☆ إذا كانت قيمة $pH < 7$ يكون المحلول حمضاً
 - ☆ إذا كانت قيمة $pH > 7$ يكون المحلول قاعدة
 - ☆ إذا كانت قيمة $pH = 7$ يكون المحلول متعادلاً

تلخيص استخدام الأدوات العملية

الآداة	الاستخدام
الميزان الحساس	قياس كتل المواد
السحاحة	في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في القياس مثل : معايرة السوائل
الكؤوس الزجاجية	(١) خلط السوائل والمحاليل (٢) نقل حجم معلوم من سائل من مكان لآخر
المخبار المدرج	(١) قياس حجوم السوائل بدقة أكثر من الدوارق (٢) قياس حجوم الأجسام الصلبة التي لا تذوب في الماء
الدورق المخروطي	في عملية المعايرة
الدورق المستدير	في عملية التحضير والتقطير
الدورق العباري	في تحضير محاليل معلومة التركيز بدقة
الماصة	لقياس ونقل حجم معين من محلول
مقياس pH	يحدد تركيز أيون الهيدروجين H^+ في المحلول لتحديد نوع المحلول إذا كان حمضياً أو قاعدياً أو متعادلاً

تقويم الفصل الأول (الكيمياء والقياس)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية
أ - الكيمياء الفيزيائية ب - الكيمياء الحيوية ج - الكيمياء العضوية د - الكيمياء الكهربائية
- ٢- يمكن قياس الحجوم الدقيقة للسوائل بواسطة
أ - الكأس المدرج ب - المخبر المدرج ج - الدورق القياسي د - أنبوبة الاختبار
- ٣- أحد أنواع الأجهزة التي تستخدم لقياس كتل المواد
أ - السحاحة ب - الماصة ج - الميزان الحساس د - الدوارق المستديرة
- ٤- أحد أنواع الأدوات الزجاجية تستخدم في عمليات التحضير والتقطير
أ - السحاحة ب - الماصة ج - الميزان الحساس د - الدوارق المستديرة
- ٥- قيمة pH للمحلول الحمضي تكون
أ - $7 <$ ب - $7 >$ ج - $7 =$ د - $14 =$
- ٦- أحد أنواع الأدوات الزجاجية التي تستخدم في عملية المعايرة
أ - الدوارق المستديرة ب - الماصة ج - الدوارق العيارية د - الدوارق المخروطية

٢ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية ، وطريقة منظمة في البحث والتقصي
- ٢- العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التي تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك
- ٣- علم يختص بدراسة الكائنات الحية.
- ٤- علم يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية.
- ٥- علم يدرس كل ما يتعلق بالمادة وحركتها والطاقة ومحاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوي المؤثرة عليها، كما تهتم بالقياس وابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقتها.
- ٦- علم يختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التي تتكون منها ليسهل على الفيزيائيين دراستها.
- ٧- مواد كيميائية لها خواص علاجية يقوم الكيميائيون بإعدادها في معاملهم مستخلصة من مصادر طبيعية يصفها الأطباء للمرضى.
- ٨- مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات إحتواء الأولي على الثانية.
- ٩- مقدار محدد من كمية معينة معرفة ومعتمدة بموجب القانون وتستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية.
- ١٠- مكان له مواصفات خاصة وشروط معينة يتم فيه إجراء التجارب.
- ١١- أنبوبة زجاجية ذات فتحتين إحدهما لملء السحاحة بالمحلول والأخرى مثبت عليها صمام للتحكم بكمية المحلول المأخوذ منها.
- ١٢- أواني زجاجية شفافة مصنوعة من البيركس المقاوم للحرارة تستخدم في خلط السوائل والمحاليل.
- ١٣- إناء من الزجاج أو البلاستيك يقيس حجوم السوائل بدقة أكثر من الدوارق.
- ١٤- أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين وبها علامة أعلاها تحدد مقدار سعتها الحجمية ومدون عليها نسبة الخطأ في القياس
- ١٥- القياس الذي يحدد تركيز أيون الهيدروجين H^+ في المحلول لتحديد نوع المحلول إذا كان حمضاً أو قاعدة أو متعادلاً ويأخذ أرقام تتراوح من صفر إلى 14

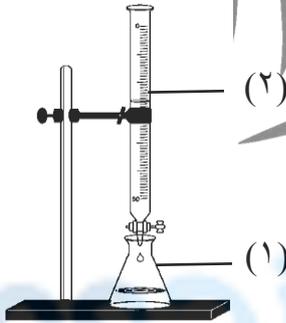
٣ اكتب اسم الآداة أو الجهاز المستخدم في كل الاستخدامات الآتية :

- ١- قياس كتل المواد
- ٢- تعيين حجوم السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة بدقة.
- ٣- إضافة أحجام دقيقة من السوائل أثناء المعايرة
- ٤- خلط السوائل والمحاليل ونقل حجم معلوم من سائل من مكان لآخر
- ٥- ورق يستخدم في عملية المعايرة
- ٦- ورق يستخدم في عملية التحضير والتقطير
- ٧- ورق يستخدم في تحضير محاليل معلومة التركيز بدقة
- ٨- قياس و نقل حجم معين من محلول
- ٩- تحديد تركيز أيون الهيدروجين H^+ في المحلول لتحديد نوع المحلول

٤ علك ما يأتي :

- ١- يعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى كعلم البيولوجي والفيزياء والزراعة .
- ٢- يلعب علم الكيمياء دوراً هاماً في علمي الطب والصيدلة.
- ٣- القياس له أهمية كبرى في الكيمياء .
- ٤- الحاجة إلى توحيد نظم القياس على المستوى الدولي.
- ٥- يجب أن تجرى التجارب الكيميائية في معمل الكيمياء.
- ٦- تثبت السحاحة على حامل ذو قاعدة معدنية.
- ٧- يفضل استخدام الماصة ذو أداة الشفط عن باقي الأنواع من الماصات
- ٨- قياس الأس الهيدروجيني على درجة كبيرة من الأهمية في التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية.

٥ من الشكل المقابل :



١- اكتب أسماء الأدوات (١) ، (٢)

٢- اذكر أهمية واحدة لكل منهما.

الأصل الثاني: النانوتكنولوجي والكيمياء

Nanotechnology and Chemistry

وكة التصغير

أيهما أكبر : المليون أم المليار ؟
 أيهما أكبر : جزء من المليون أم جزء من المليار ؟
 أيهما أكثر ضرراً : أن يكون تركيز مادة سامة (الرصاص مثلاً) فى مياه الشرب ، جزء واحد من المليار ، أو جزء واحد من المليون ؟



النانو Nano : مأخوذة من كلمة يونانية تدعى Nanos تعنى القزم أو الشئ المتناهي فى الصغر
تكنولوجيا Technology : تعنى التطبيق العملى للمعرفة فى مجال معين

النانوتكنولوجيا :

تكنولوجيا المواد متناهية الصغر ، ويختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج مواد جديدة مفيدة وفريدة فى خواصها.

النانو وحدة قياس فريدة

النانو Nano : من وجهة النظر الرياضية والفيزيائية :

هى بادئة لوحدة قياس ويساوى جزء واحد على مليار 10^{-9}

✳ كذلك هناك النانو ثانية والنانو جرام والنانو مول والنانو جول وهكذا.

✳ يستخدم النانو كوحدة قياس للجزيئات المتناهية الصغر.

باستخدام 10^n حدد العلاقات بين :

(الملي والميكرو - الملي والنانو - الميكرو والنانو)

ويمكن توضيح مدى صغر وحدة النانو من خلال الأمثلة التالية :

١- قطر حبة الرمل يبلغ حوالي 10^6 nm

٢- قطر جزيء الماء يساوي 0.3 nm تقريباً

٣- قطر الذرة الواحدة يتراوح بين 0.1 : 0.3 nm

مميزات مقياس النانو Nanoscale :

خواص المادة فى هذا البعد كاللون والشفافية والقدرة على التوصيل الحرارى والكهربى والصلابة المرونة نقطة الإنصهار سرعة التفاعل الكيمائى غيرها من الخواص تتغير تماماً وتصبح المادة ذات خواص جديدة وفريدة وقد اكتشف العلماء أن هذه الخواص تتغير باختلاف الحجم النانوى من المادة فيما يعرف بالخواص المعتمدة على الحجم.

الحجم النانوى الحرج : الحجم الذى تظهر فيه الخواص النانوية الفريدة للمادة ويكون أقل من 100 nm

وحتى يمكننا فهم الخواص المعتمدة على الحجم Size Dependant Characteristics والذى تنفرد به المواد النانوية ، نعرض الأمثلة الآتية :

١- نانو الذهب :

الذهب فى الحجم العادى أصفر اللون وله بريق ولكن عندما يتقلص حجم الذهب ليصبح بمقياس النانو فإنه يختلف ، فقد اكتشف العلماء أن نانو الذهب يأخذ ألواناً مختلفة حسب الحجم النانوى فقد يكون الذهب أحمر ، برتقالى ، أخضر ، وقد يصبح أزرق اللون .

(علك) الذهب فى الحجم النانوى يأخذ ألواناً مختلفة عن الحجم العادى ؟

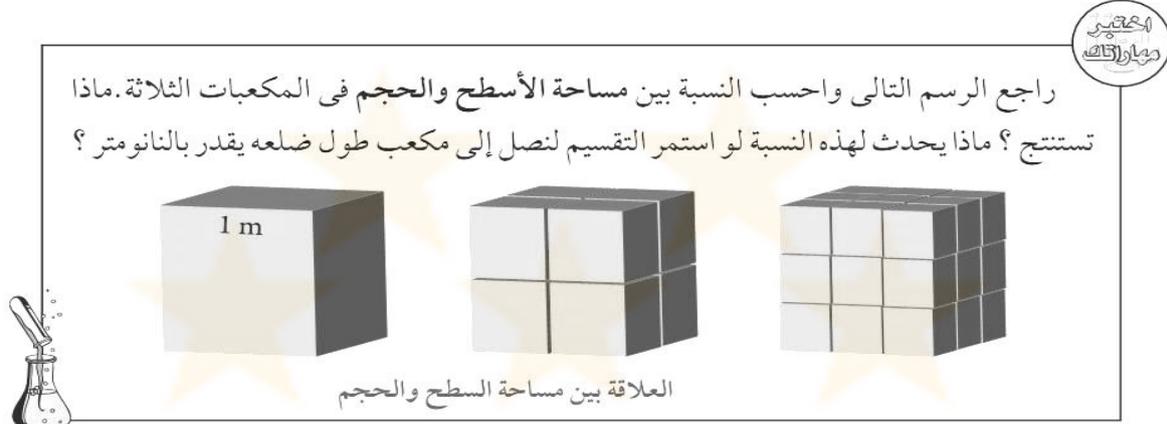
لأن تفاعل الذهب فى هذا البعد من المادة مع الضوء يختلف عن الحجم المرئى لها .

٢- نانو النحاس :

لاحظ العلماء أن جسيمات النحاس تزداد صلابة عندما تتقلص من مقياس الماكرو macro (الوحدات الكبيرة) إلى قياس النانو nano وأنها تختلف باختلاف الحجم النانوي من المادة.

(علك) استخدام المواد النانوية في تطبيقات جديدة غير مألوفة

لأن المواد النانوية تظهر من الخواص الفريدة الفائقة ما لاتظهره في الحجمين الماكرو macro ، والميكرو micro



(علك) تزداد الخواص الفاعلة للمواد النانوية الى النسبة بين مساحة السطح والحجم

لأنه كلما زادت هذه النسبة زيادة كبيرة جداً يصبح عدد ذرات المادة المعرضة للتفاعل كثيرة جداً إذا ما قورنت بعددها في الحجم الأكبر من المادة مما يكسب الجسيمات النانوية خواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية جديدة وفريدة.

(علك) ذوبان ملح من السكر في كمية من الماء أقل من سرعة ذوبان نفس الملح في نفس كمية الماء ونفس درجة الحرارة إذا تم تجزئته إلى حبيبات صغيرة لأن النسبة الكبيرة بين مساحة السطح والحجم في حالة الحبيبات تزيد من سرعة التفاعل.

كيمياء النانو Nanochemistry

كيمياء النانو : فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية ويتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية ويتعلق بالخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات

بأبعاد نانوية

أشكال المواد النانوية :

- ١- حبيبات . ٢- أنابيب . ٣- أعمدة . ٤- شرائح دقيقة . ٥- أشكال أخرى

تصنيف المواد النانوية وفقاً لعدد الأبعاد النانوية للمادة:

أولاً : المواد أحادية البعد النانوي : هي المواد ذات البعد النانوي الواحد

أمثلة :

- ١- الأغشية الرقيقة **Thin Films** : التي تستخدم في طلاء الأسطح لحمايتها من الصدأ والتآكل وفي تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث و التلف
- ٢- الأسلاك النانوية **nanowires** : تستخدم في الدوائر الإلكترونية
- ٣- الألياف النانوية : تستخدم في عمل مرشحات الماء

ثانياً : المواد ثنائية الأبعاد النانوية : هي المواد النانوية التي تمتلك بعدين نانويين

أمثلة: أنابيب الكربون النانوية Carbon nanotubes أحادية ومتعددة الجدر.

ومن الخواص المميزة لأنابيب الكربون النانوية :

١- **موصل جيد للكهرباء والحرارة :** فدرجة توصيلها للكهرباء أعلى من النحاس ، أما توصيلها للحرارة أعلى من الماس.

٢- **أقوى من الصلب وأخف منه :** بسبب قوى الترابط بين جزيئاتها وبذلك فإن سلك أنابيب النانو والذي يساوى حجم شعرة الإنسان يمكنه بسهولة أن يحمل قاطرة وهذه القوة ألهمت العلماء للتفكير في عمل أحبال ذات متانه ويمكن استخدامها في المستقبل في عمل مصاعد الفضاء

٣- **ترتبط بسهولة بالبروتين :** وبسبب هذه الخاصية يمكن استخدامها كأجهزة استشعار بيولوجية لأنها حساسه لجزيئات معينة

ثالثاً : المواد ثلاثية الأبعاد النانوية : هي المواد التي تمتلك ثلاثة أبعاد نانوية

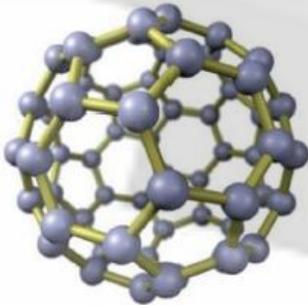
أمثلة:

١- صدفة النانو.

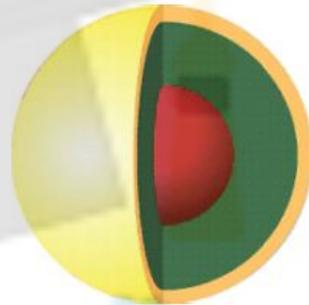
٢- كرات البوكي : تتكون من ٦٠ ذرة كربون و يرمز لها بالرمز C60 وتبدو ككرة مجوفة ولها مجموعة الخصائص المميزة والتي تعتمد على تركيبها .

(علك) **يختبر العلماء الآن فاعلية كرات البوكي كدواء للأدوية**

حيث أن الجزء المجوف منها يتناسب مع جزيء من دواء معين ، بينما الجزء الخارجى لكرات البوكي مقاوم للتفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم.



كرة البوكي



صدفة النانو

تطبيقات نانوتكنولوجية

أولاً : فى مجال الطب :

- ١- التشخيص المبكر للأمراض وتصوير الأعضاء والأنسجة.
- ٢- توصيل الدواء بدقة إلى الأنسجة والخلايا المصابة مما يزيد من فرص الشفاء ويقلل من الأضرار الجانبية للعلاج التقليدي الذي لا يفرق بين الخلايا المصابة والسليمة.
- ٣- إنتاج أجهزة متناهية الصغر للغسيل الكلوى يتم زراعتها فى جسم المريض.
- ٤- إنتاج روبوتات نانوية يتم إرسالها إلى تيار الدم حيث تقوم بإزالة الجلطات الدموية من جدار الشرايين دون تدخل جراحي.

ثانياً : في مجال الزراعة :

- ١- التعرف على البكتريا في المواد الغذائية وحفظ الأغذية.
- ٢- تطوير مغذيات ومبيدات حشرية وأدوية للنبات والحيوان بمواصفات خاصة.

ثالثاً : في مجال الطاقة :

- ١- إنتاج خلايا شمسية باستخدام نانو السيليكون تتميز بقدرة تحويلية عالية للطاقة فضلاً عن عدم تسرب الطاقة الحرارية.
- ٢- إنتاج خلايا وقود هيدروجيني قليلة التكلفة وعالية الكفاءة.

رابعاً : في مجال الصناعة :

- ١- إنتاج جزيئات نانوية غير مرئية تكسب الزجاج والخزف خاصية التنظيف التلقائي.
- ٢- إنتاج مواد نانوية تدخل في صناعة مستحضرات التجميل والكريمات المضادة لأشعة الشمس تنقي الأشعة فوق البنفسجية الضارة المصاحبة لها.
- ٣- إنتاج طلاءات وبخاخات تكون طبقات تغلف شاشات الأجهزة الإلكترونية وتحميها من الخدش.
- ٤- تصنيع أنسجة طاردة للبقع و تتميز بالتنظيف الذاتي (التلقائي).

خامساً : في مجال وسائل الاتصالات :

- ١- إنتاج أجهزة النانو اللاسلكية والهواتف المحمولة والأقمار الصناعية.
- ٢- تقليص حجم الترانزستور.
- ٣- تصنيع شرائح إلكترونية تتميز بقدرة عالية على التخزين.

سادساً : في مجال البيئة :

- إنتاج مرشحات نانوية يستفاد منها في :
- ☆ تنقية الهواء والماء
 - ☆ حل مشكلة النفايات النووية
 - ☆ إزالة العناصر الخطيرة من النفايات الصناعية.
 - ☆ تحلية الماء

التأثيرات الضارة المحتملة للنانوتكنولوجيا

على الرغم من أن تكنولوجيا النانو لها العديد من التطبيقات إلا أن البعض يرى أنه من الممكن حدوث تأثيرات ضارة لها ، ومن مخاوفهم :

أولاً : التأثيرات الصحية :

- ☆ تتمثل في أن جزيئات النانو صغيرة جداً يمكن أن تتسلل من خلال أغشية خلايا الجلد والرئة لتستقر داخل الجسم أو داخل أجسام الحيوانات وخلايا النباتات ما قد يتسبب عنه مشكلات صحية.

ثانياً : التأثيرات البيئية :

☆ **التلوث النانوي Nanopollution** : هو التلوث بالنفايات الناجمة عن عملية تصنيع المواد النانوية

☆ أضرار التلوث النانوي :

- ١- على درجة عالية من الخطورة بسبب صغر حجمها حيث تستطيع أن تعلق في الهواء.
- ٢- قد تخترق الخلايا النباتية والحيوانية.
- ٣- لها تأثير على كل من : المناخ والماء والهواء والتربة.

ثالثاً : التأثيرات الاجتماعية :

يرى المعنيون بالآثار الاجتماعية للنانو تكنولوجيا أنها ستسفر عن تفاقم المشكلات الناتجة عن :

- ١- عدم المساواة الاجتماعية والإقتصادية القائمة بالفعل.
- ٢- التوزيع غير المنصف للتكنولوجيا والثروات.

تقويم الفصل الثاني (النانو تكنولوجيا)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- من المواد النانوية أحادية الأبعاد
أ - ألياف النانو ب - أنابيب النانو ج - صدف النانو د - كرات البوكي
- ٢- أي مما يلي يعبر عن النانومتر
أ - 1×10^9 متر ب - 1×10^{-9} متر ج - 1×10^{-3} متر د - 1×10^{-9} متر
- ٣- يعتبر القياس النانوي مهما في حياتنا لأنه
أ - يحتاج لأدوات خاصة لرؤيته والتعامل معه ب - يظهر خواص جديدة لم تظهر من قبل
ج - تتراوح قيمته من $1 : 1000$ nm د - يحتاج لطرق خاصة لتصنيعه
- ٤- أي المقادير التالية أكبر
أ - 10^{-6} ب - 10^{-9} ج - 10^{-3} د - 10^{-2}
- ٥- عند تقسيم مكعب إلى مكعبات أصغر منه
أ - تقل مساحة السطح ويقل الحجم . ب - تزيد مساحة السطح ويقل الحجم .
ج - تقل مساحة السطح ويظل الحجم ثابت . د - تزيد مساحة السطح ويظل الحجم ثابت .
- ٦- سلوك الجسيمات النانوية يرتبط بحجمها المتناهي وذلك لأن
أ - النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم كبيرة جداً بالمقارنة بالحجم الأكبر من المادة .
ب - عدد الذرات على سطح الجسيمات كبيرة بالمقارنة بعددها بالحجم الأكبر من المادة .
ج - عدد الذرات على سطح الجسيمات صغير بالمقارنة بعددها بالحجم الأكبر من المادة .
د - أ، ب إجابات صحيحة .

٢ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- كلمة مأخوذة من أصل يوناني وتعني القزم أو الشيء المتناهي في الصغر.
- ٢- التطبيق العلمي للمعرفة في مجال معين.
- ٣- تكنولوجيا المواد المتناهية الصغر ويختص بمعالجة المادة علي مقياس النانو لإنتاج منتجات جديدة مفيدة وفريدة في خواصها.
- ٤- يساوي واحد على مليار من المتر.
- ٥- تغير خواص الجسيمات النانوية باختلاف حجمها في مدي مقياس النانو.
- ٦- الحجم الذي تظهر فيه الخواص النانوية الفريدة للمادة ويكون أقل من 100 nm
- ٧- فرع من فروع علوم النانو يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية.
- ٨- فرع من فروع علوم النانو يتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية.
- ٩- مواد أبعادها تكون أقل من 100 nm
- ٩- مواد نانوية تستخدم في طلاء الأسطح لحمايتها من الصدأ.
- ١٠- مواد نانوية تستخدم في الدوائر الإلكترونية.
- ١١- مواد نانوية تستخدم في عمل مرشحات الماء.
- ١٢- مواد نانوية تتكون من ٦٠ ذرة كربون ويرمز لها بالرمز C60
- ١٣- جسيمات صغيرة يتم إرسالها إلى تيار الدم حيث تقوم بإزالة الجلطات الدموية من جدار الشرايين.
- ١٤- التلوث بالنفايات الناجمة عن عملية تصنيع المواد النانوية.

٣ علل لما يأتي :

- ١- يعتبر النانو وحدة قياس فريدة. 
- ٢- استخدام المواد النانوية في تطبيقات جديدة غير مألوفة. 
- ٣- ترجع الخواص الفائقة للمواد النانوية الى النسبة بين مساحة السطح و الحجم.
- ٤- تغيير لون الذهب عند تحوله أبعاده من مقياس الماكرو إلى مقياس النانو.
- ٥- سرعة ذوبان مكعب من السكر في الماء أقل من سرعة ذوبان مسحوق هذا المكعب.
- ٦- أنابيب الكربون النانوية أقوى من الصلب.
- ٧- استخدام أنابيب الكربون النانوية كمساعد للفضاء في المستقبل. 
- ٨- يمكن استخدام أنابيب الكربون النانوية في أجهزة الاستشعار عن بُعد.
- ٩- فاعلية كرات البوكي كحامل للأدوية.
- ١٠- الخلايا الشمسية النانوية أفضل من الخلايا الشمسية العادية.
- ١١- تكنولوجيا النانو في مجال الطب أسهمت في علاج الجلطات والغسيل الكلوي.
- ١٢- نفايات التلوث النانوي لا تقل خطورة عن النفايات النووية.

٤  اختر من العمود (أ) ما يناسبه من العمود (ب) ثم أختَر ما يناسبها من العمود (ج) :

عمود (ج)	عمود (ب)	عمود (أ)
مصاعد الفضاء	صدقات النانو	مواد لها بعد نانوي واحد
علاج السرطان	أسلاك النانو	مواد لها بعدين نانويين
الدوائر الإلكترونية	أنابيب الكربون النانوية	مواد لها ثلاثة أبعاد نانوية

٥  قارن بين كل من :

- ١- الخلايا الشمسية العادية والخلايا الشمسية النانوية. 
- ٢- صلابة النحاس ، جسيمات النحاس النانوية. 

٦  اكتب نبذة مختصرة عن :

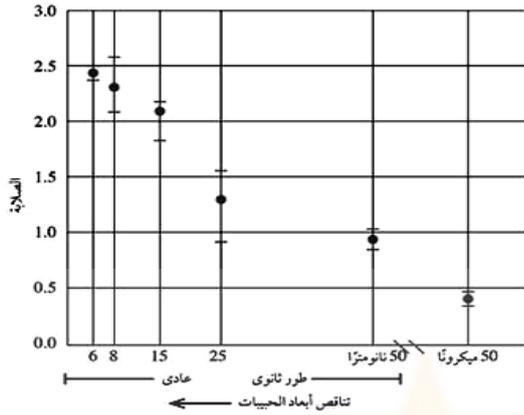
- ١- التأثيرات الصحية الإيجابية والسلبية لتكنولوجيا النانو. 
- ٢- أهمية العلاقة بين مساحة السطح والحجم في المواد النانوية. 

٧  اكتب استخدام واحد لكل من :

- ١- النانوتكنولوجي.
- ٢- الأغشية النانوية الرقيقة.
- ٣- الأسلاك النانوية.
- ٤- الألياف النانوية.
- ٥- لأنابيب الكربون النانوية.
- ٦- كرة البوكي.
- ٧- الروبوتات النانوية.
- ٨- نانو السيلكون.
- ٩- المرشحات النانوية.

٨  ما المقصود بكل من :

- ١- القياس.
- ٢- وحدة القياس.
- ٣- النانو تكنولوجي.



٩ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين

صلابة النحاس وحجم جسيماته :

(أ) عين أبعاد دقائق النحاس التي تكون عندها صلابة النحاس :

١- أكبر ما يمكن.

٢- أقل ما يمكن.

(ب) ما التغيير الحادث لدقائق النحاس بتغيير حجمها ؟

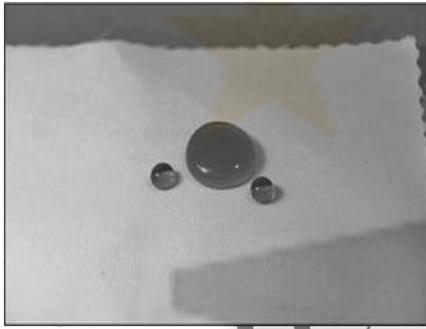
١٠ يوضح الشكل الذي أمامك قطرة حبر على أحد الأنسجة :

(أ) فسر الظاهرة.

(ب) ما علاقتها بالنانو تكنولوجيا ؟

(ج) أي الظواهر الحيائية ترتبط بهذه الظاهرة ؟

(د) كيف أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في تطبيقات حيائية؟



١١ لديك مكعب طول ضلعه 1 cm ، تم تقسيمه إلى مكعبات أصغر مرات متتالية ، استخدم

الجدول التالي في التعبير عن العلاقة بين حجم المكعب ومساحة السطح في كل حالة.



(أ) أكمل الجدول التالي للتعبير عن العلاقة بين المساحة الكلية والحجم الكلي :

م	طول ضلع المكعب (cm)	عدد المكعبات	المساحة الكلية لكل المكعبات cm^2	الحجم الكلي لكل المكعبات cm^3	النسبة بين المساحة الكلية والحجم الكلي
(١)	1	1	.....	.....	.....
(٢)	$\frac{1}{2}$	8	.....	.....	.....
(٣)	$\frac{1}{3}$	.....	.....	.....	.....

(ب) إذا استمر تقسيم مكعب من مادة ما لنصل إلى الحجم النانوي منها ، فأى العبارتين التاليتين صحيحة ؟

مع تفسير إجابتك :

العبرة الأولى : تزداد النسبة بين مساحة السطح والحجم وتزداد سرعة التفاعل الكيميائي.

العبرة الثانية : تقل النسبة بين مساحة السطح والحجم وتقل سرعة التفاعل الكيميائي.

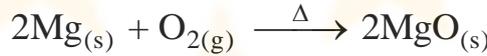
التفصيل الأول : المول والمعادلة الكيميائية

Mole and Chemical Equation

المعادلة الكيميائية Chemical Equation

المعادلة الكيميائية : مجموعة من الرموز والصيغ الكيميائية تعبر عن المواد الداخلة في التفاعل والمواد الناتجة من التفاعل يربط بينهم سهم يعبر عن اتجاه سير التفاعل يحمل شروط هذا التفاعل

مثال : احتراق شريط من الماغنسيوم يمكن التعبير عنه بالتفاعل التالي :



توضح المعادلة الكيميائية كميات المواد الداخلة في التفاعل والناتجة منه ، فعند وصف المعادلة المعبرة عن احتراق الماغنسيوم في الأكسجين كميأ فإننا نقول أن 2 مول من الماغنسيوم الصلب تتفاعل مع 1 مول من غاز الأكسجين وينتج 2 مول من أكسيد الماغنسيوم الصلب.

(س) ماهي شروط كتابة المعادلة الكيميائية؟		
s	Solid	صلب
l	Liquid	سائل
g	Gas	غاز
aq	Aqueous Solution	محلل مائي

ج : ١- تكتب المتفاعلات على يسار السهم والنواتج على يمين السهم وشروط التفاعل على السهم.
٢- تتضمن المعادلة الحالة الفيزيائية للمادة سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية أو محلولاً مائياً وتكتب أسفل يمين الرمز الكيميائي.
٣- لا بد أن تكون المعادلة موزونة طبقاً لقانون بقاء الكتلة وذلك بمساواة عدد الذرات في المتفاعلات مع عدد الذرات في النواتج.
٤- تمثل المعادلة الكيميائية قانوناً للعلاقة الكمية بين المتفاعلات Reactants والنواتج Products أى يمكن مضاعفة أو تجزئة هذه الكميات.

تدريب : زن المعادلات الآتية :

(1) $\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O}_{(g)}$	(2) $\text{CH}_{4(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
(3) $\text{N}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_{3(g)}$	(4) $\text{N}_{2(g)} + \text{Mg}_{(s)} \longrightarrow \text{Mg}_3\text{N}_{2(s)}$
(5) $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{NO}_{2(g)}$	(6) $\text{NaNO}_{3(s)} \longrightarrow \text{NaNO}_{2(s)} + \text{O}_{2(g)}$
(7) $\text{Fe}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)} \longrightarrow \text{FeCl}_{3(s)}$	(8) $\text{C}_2\text{H}_{4(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
(9) $\text{H}_2\text{S}_{(g)} + \text{SO}_{2(g)} \longrightarrow \text{S}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	(10) $\text{C}_2\text{H}_2_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

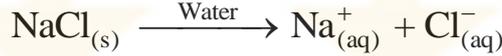
المعادلة الأيونية

المعادلة الأيونية : هي المعادلة التي تعبر عن بعض التفاعلات الكيميائية التي تتم بين الأيونات أو هي بعض العمليات الفيزيائية مثل تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها في الماء أو انصهارها **شروط المعادلة الأيونية**

- 1- مجموع الشحنات الموجبة مساوياً لمجموع الشحنات السالبة في كل من طرفي المعادلة.
- 2- تساوي عدد الذرات الداخلة والناجئة من التفاعل.

أمثلة للمعادلات الأيونية :

1- تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها في الماء مثل ذوبان ملح كلوريد الصوديوم في الماء



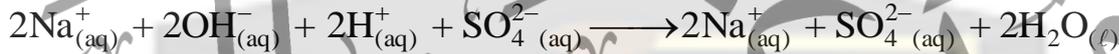
2- تفكك بعض المركبات الأيونية عند انصهارها

3- تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

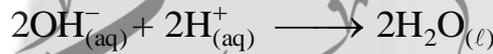
عند تعادل حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين ملح كبريتات صوديوم وماء ، فإننا نعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية التالية :



وحيث أن هذه المواد في محاليلها المائية تكون موجودة في صورة أيونات ما عدا الماء هي المادة الوحيدة الموجودة في صورة جزيئات ، فيمكن التعبير عن هذا التفاعل في صورة معادلة أيونية كما يلي:



وبالنظر إلي المعادلة السابقة نجد أن أيونات Na^+ وأيونات SO_4^{2-} ظلت في التفاعل كما هي دون اتحاد ، أي إنها لم تشارك في التفاعل ، وبإهمالها من طرفي المعادلة نحصل على المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل ، والتي تبين الأيونات المتفاعلة فقط .



(س) عبر عن التفاعل التالي بمعادلة أيونية موزونة .



4- تفاعلات الترسيب :

① عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة يتكون محلول نترات الصوديوم و يترسب كلوريد الفضة وهو راسب أبيض .



② عند إضافة قطرات من محلول ملح كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الفضة يتكون محلول نترات البوتاسيوم وكرومات الفضة عبارة عن راسب أحمر .



(س) عبر عن كل من التفاعلات السابقة بمعادلات أيونية موزونة

تذكر التعريفات الآتية :

الذرة : أصغر وحدة بنائية للمادة يمكن أن تشارك في التفاعلات الكيميائية

الجسيم : أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة أفراد وتتضح فيه خواص المادة

الذرة أو الجزيء كلها جسيمات متناهية في الصغر تقدر أبعادها بوحدة النانومتر ويصعب التعامل معها عملياً.

المول The Mole

اتفق العلماء على استخدام اصطلاح المول في النظام الدولي للقياس (SI) للتعبير عن كميات المواد المستخدمة والنتيجة من التفاعل الكيميائي، ولتوضيح مفهوم المول نتناول أولاً المفاهيم التالية :

المول وكتلة المادة Mole and the Mass of Matter

وحدة قياسها : وحدة كتل ذرية (u) amu

الكتلة الذرية : هي كتلة ذرة واحدة (وهي صغيرة جداً)

وحدة قياسها : وحدة كتل ذرية (u) amu

الكتلة الجزيئية : هي مجموع كتل الذرات المكونة للجزيء

وحدة قياسها : الجرام gram

المول : الكتلة الذرية أو الجزيئية معبراً عنها بالجرامات

أولاً : إذا كانت المادة في صورة ذرات

✪ الكتلة الذرية للكربون (C) = 12 amu

✪ كتلة المول من ذرات الكربون (C) = 12 g

ثانياً : إذا كانت المادة في صورة جزيئات

مثال (1)

[C=12 amu , O=16 amu]

احسب الكتلة الجزيئية وكتلة المول لثاني أكسيد الكربون

الإجابة

كتلة الجزيء من CO_2 = (كتلة ذرة الأكسجين $\times 2$) + (كتلة ذرة الكربون $\times 1$)

فإن كتلة جزيء CO_2 = $(16 \times 2) + (12 \times 1) = 32 + 12 = 44$ amu

وبالتالي فإن المول من CO_2 = 44 g

ثالثاً : في حالة المركبات الأيونية والتي يمكن التعبير عن وحدتها البنائية بوحدة الصيغة بدلاً من الجزيء ، فإن كتلة وحدة الصيغة يمكن حسابها بنفس طريقة حساب الكتلة الجزيئية.

الأمثلة

وحدة الصيغة

المركبات الأيونية تكون في شكل بناء هندسي منتظم يعرف بالشبكة البلورية ، حيث يحاط الأيون بأيونات مخالفة له في الشحنة من جميع الاتجاهات ، ويمكن التعبير عنها بوحدة الصيغة التي توضح النسبة بين الأيونات المكونة لها. والصورة التي أمامك توضح نموذجاً تخطيطياً للشبكة البلورية لملاح كلوريد الصوديوم الأيوني.

مثال (2)

احسب كتلة وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم الأيوني CaCl_2 وكتلة المول

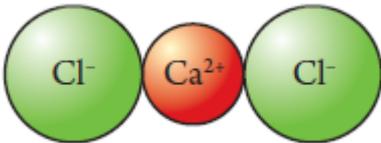
[Ca=40 amu , Cl=35.5 amu]

الإجابة

كتلة CaCl_2 = (كتلة أيون الكلوريد $\times 2$) + (كتلة أيون الكالسيوم)

$111 \text{ amu} = (35.5 \times 2) + (40 \times 1) =$

وبذلك يكون المول من وحدات الصيغة CaCl_2 = 111 g



وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم

(علل) تختلف كتلة المول من مادة لأخرى

بسبب اختلاف المواد عن بعضها في تركيبها الجزيئي وبالتالي اختلاف كتلتها الجزيئية

ملاحظات هامة:

- ☆ يختلف المول من النحاس (Cu) = 63.5 g عن المول من كبريتات النحاس المائية (CuSO₄.5H₂O) = 249.5 g
- ☆ يختلف مول جزيء العنصر عن مول ذرة العنصر في الجزيئات ثنائية الذرة مثل الأكسجين O₂ والنيتروجين N₂ والهيدروجين H₂ والفلور F₂ والكلور Cl₂ والبروم Br₂ واليود I₂
- ☆ إذا كان الأكسجين في صورة ذرات فإن كتلة المول من ذرات الأكسجين (O) = 16g = 16×1
- ☆ إذا كان الأكسجين في صورة جزيئات فإن كتلة المول من جزيئات الأكسجين (O₂) = 32g = 16×2
- ☆ هناك عناصر يختلف تركيبها الجزيئي تبعاً لحالتها الفيزيائية مثل الفوسفور في الحالة البخارية يتكون الجزيء من أربعة ذرات (P₄) ، وكذلك الكبريت في الحالة البخارية يوجد في صورة جزيء ثماني الذرات (S₈) ، بينما في الحالة الصلبة فإن جزيء كل منهما عبارة عن ذرة واحدة ، وبالتالي يختلف المول في الحالة البخارية عن المول في الحالة الصلبة.

فوسفور
(P₄)كبريت
(S₈)

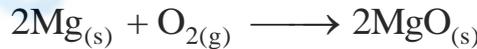
مثال (3)

احسب الكتلة المولية لكل مما يأتي (H₂O - H₂SO₄ - NaCl - P₄) علماً بأن الكتل الذرية هي [H = 1 , O = 16 , S = 32 , Na = 23 , Cl = 35.5 , P = 31]

أجب بنفسك

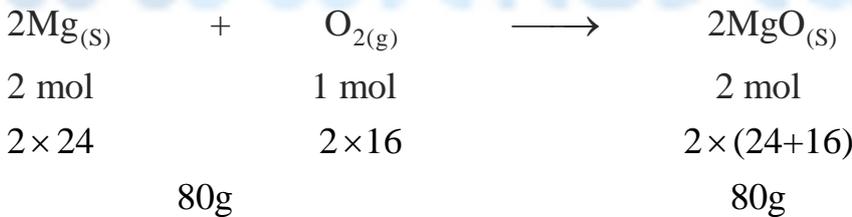
مثال (4)

تحقق من قانون بقاء الكتلة (تساوي كميات المواد الداخلة والناطة) في التفاعل التالي :



[Mg = 24 , O = 16]

الإجابة

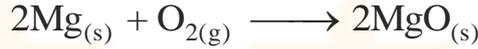


المادة المحددة للتفاعل : هي المادة التي تستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائي.
أو هي المادة التي ينتج عن تفاعلها مع باقى المتفاعلات العدد الأقل من مولات المواد الناتجة
التوضيح :

إن كل تفاعل كيميائي يحتاج كميات محسوبة بدقة من المتفاعلات للحصول على الكميات المطلوبة من النواتج .
وإذا زادت كمية أحد المتفاعلات عن المطلوب فإن هذه الكمية الزائدة تظل كما هي دون أن تشارك في التفاعل .

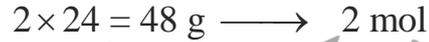
مثال (5)

يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين تبعاً للمعادلة الآتية :



ما العامل المحدد للتفاعل عند استخدام (16g) من الأكسجين مع (12g) من الماغنسيوم ، ثم احسب الكتلة المتبقية بدون تفاعل.

$$[\text{Mg} = 24 , \text{O} = 16]$$

الإجابة

$$X = \frac{2 \times 16}{32} = 1 \text{ mol}$$

$$X = \frac{2 \times 12}{48} = 0.5 \text{ mol}$$

الماغنسيوم هو العامل المحدد للتفاعل وذلك لأنه ينتج عن تفاعله مع باقى المتفاعلات العدد الأقل من مولات المواد الناتجة.



$$X = \frac{32 \times 12}{48} = 8 \text{ g}$$

$$\text{الكتلة المتبقية} = 16 - 8 = 8 \text{ g}$$

المول وعدد أفوجادرو The Mole and Avogadro's number

عدد أفوجادرو : هو عدد ثابت يمثل عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة الموجودة في مول

واحد من المادة ويساوي 6.02×10^{23} (ذرة أو جزيء أو أيون أو وحدة الصيغة)

أمثلة : (١) 1 مول من ذرة (Ne) = 20 جرام = 6.02×10^{23} ذرة (Ne)

(٢) 1 مول من جزيء (O₂) = 32 جرام = 6.02×10^{23} جزيء (O₂)

(٣) 1 مول من أيون (Na⁺) = 23 جرام = 6.02×10^{23} أيون (Na⁺)

(٤) 1 مول من وحدة الصيغة (NaCl) = 58.5 جرام = 6.02×10^{23} وحدة صيغة (NaCl)

قوانين هامة جداً

$$\frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{كتلة المول (g)}} = \text{عدد المولات}$$

مثال (6)

احسب عدد الذرات الموجودة في المول لكل من الأكسجين والفسفور والكبريت في الحالة البخارية

أجب بنفسك

مثال (7)

احسب عدد جزيئات 0.5 مول من الماء (H_2O)

الإجابة

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol } (\text{H}_2\text{O}) &\longrightarrow 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء} \\ 0.5 \text{ mol } (\text{H}_2\text{O}) &\longrightarrow X \text{ جزيء} \\ X &= \frac{0.5 \times 6.02 \times 10^{23}}{1} = 3.01 \times 10^{23} \text{ جزيء} \end{aligned}$$

مثال (8)

احسب عدد المولات الموجودة في 1.505×10^{23} وحدة صيغة من هيدروكسيد الصوديوم (CO_2)

(0.25 mol)

أجب بنفسك

مثال (9)

احسب عدد جزيئات 6.4 جرام من ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) [S=32 , O=16]

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol } (\text{SO}_2) &= 32 + (2 \times 16) = 64 \text{ g} \longrightarrow 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء} \\ 6.4 \text{ g} &\longrightarrow X \text{ جزيء} \\ X &= \frac{6.4 \times 6.02 \times 10^{23}}{64} = 6.02 \times 10^{22} \text{ جزيء} \end{aligned}$$

الإجابة

مثال (10)

احسب كتلة 3.01×10^{22} ذرة من الصوديوم (Na) [Na=23]

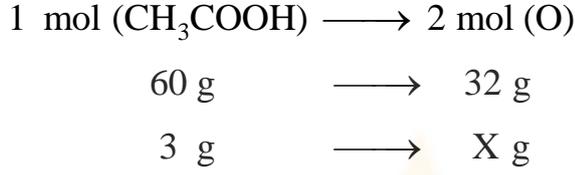
(1.15 g)

أجب بنفسك

مثال (11)

احسب كتلة الأكسجين الموجود في 3 جرام من حمض الأسيتيك (CH_3COOH)
[H=1 , C=12 , O=16]

الإجابة

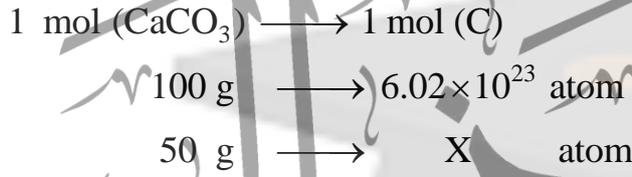


$$X = \frac{3 \times 32}{60} = 1.6 \text{ g}$$

مثال (12)

احسب عدد ذرات الكربون الموجودة في 50 جرام من كربونات الكالسيوم (CaCO_3)
[Ca=40 , C=12 , O=16]

الإجابة

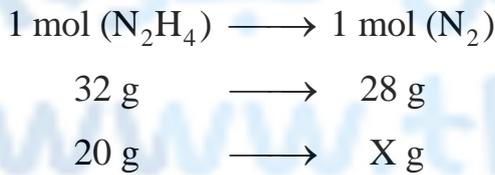


$$X = \frac{50 \times 6.02 \times 10^{23}}{100} = 3.01 \times 10^{23} \text{ atom}$$

مثال (13)

احسب كتلة النيتروجين الناتجة من أكسدة 20 g من الهيدرازين :
[H=1 , O=16 , N=14] $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

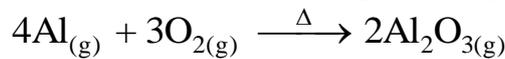
الإجابة

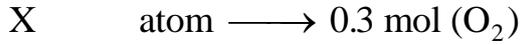
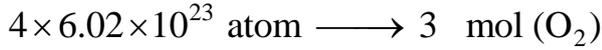


$$X = \frac{20 \times 28}{32} = 17.5 \text{ g}$$

مثال (14)

احسب عدد ذرات الألومنيوم التي تتفاعل مع 0.3 مول من الأكسجين من خلال التفاعل التالي :





$$X = \frac{0.3 \times 4 \times 6.02 \times 10^{23}}{3} = 2.408 \times 10^{23} \text{ atom}$$

The Mole and the Volume of Gas المول وحجم الغاز

من المعلوم أن المادة الصلبة أو السائلة لها حجم ثابت ومحدد يمكن قياسه بطرق متعددة ، أما حجم الغاز فإنه يساوي دائماً حجم الحيز أو الإناء الذي يشغله ، ولكن نتيجة البحث العلمي والتجارب وجد العلماء أن المول من اي غاز إذا وضع في الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط Standard Temperature and Pressure (STP) يشغل حجماً محدداً قدره 22.4 لتراً.

★ الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط (STP) تعني وجود المادة في درجة حرارة 273 كلفن والتي تعادل 0°C وضغط 760 mm.Hg وهو الضغط الجوي المعتاد 1 atm.p

فرض أفوجادرو

الحجوم المتساوية من الغازات تحت نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط تحتوي على أعداد متساوية من الجزيئات

- ★ 1 مول من أي غاز في (STP) يشغل 22.4 لتر ويحتوي على 6.02×10^{23} جزيء
- ★ 1 مول من غاز (H₂) = 2 جم = 22.4 لتر = 6.02×10^{23} جزيء (H₂)
- ★ 1 مول من غاز (O₂) = 32 جم = 22.4 لتر = 6.02×10^{23} جزيء (O₂)
- ★ 1 مول من غاز (CO₂) = 44 جم = 22.4 لتر = 6.02×10^{23} جزيء (CO₂)

حجم الغاز (L)	
22.4 (L)	عدد مولات الغاز (mol)

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{حجم الغاز (لتر)}}{22.4 \text{ لتر}}$$

قانون أفوجادرو

يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة

المول

كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة مقدرة بالجرام.

مثال (15)

[C=12 , O=16]

احسب حجم 11 g من غاز (CO₂) في (STP)

$$1 \text{ mol (CO}_2\text{)} = 12 + (2 \times 16) = 44 \text{ g} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$11 \text{ g} \longrightarrow X \text{ L}$$

$$X = \frac{11 \times 22.4}{44} = 5.6 \text{ L}$$

الإجابة

مثال (16)

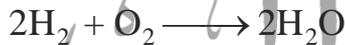
[H=1 , N=14]

احسب كتلة 44.8 L من غاز النشادر (NH₃) في (STP)

(34 g)

أجب بنفسك

مثال (17)

احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين في (STP)
[H=1 , O=16]

$$22.4 \text{ L} \longrightarrow 2 \times (2+16) = 36 \text{ g}$$

$$X \text{ L} \longrightarrow 90 \text{ g}$$

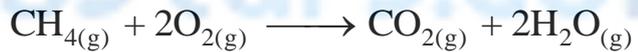
$$X = \frac{90 \times 22.4}{36} = 56 \text{ L}$$

الإجابة

مثال (18)

احسب حجم بخار الماء الناتج من احتراق 1.6 g من الميثان في (STP) من التفاعل التالي :

[C=12 , O=16 ,



(4.48 L)

أجب بنفسك

تقويم الفصل الأول (المول والمعادلة الكيميائية)

** الكتل الذرية لبعض العناصر للاستفادة منها في حل المسائل :

Ba	Pb	Ag	Zn	Cu	Fe	Ca	K	Cl	S	P	Si	Al	Mg	Na	F	O	N	C	Li	H
137	207	108	65.4	63.5	56	40	39	35.5	32	31	28	27	24	23	19	16	14	12	7	1

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

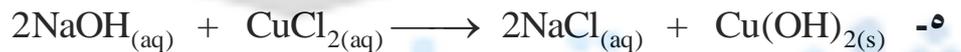
- ١- الوحدة المستخدمة في النظام الدولي SI للتعبير عن كمية المادة هي
 أ - المول ب - الجرام ج - الكيلو جرام د - وحدة الكتل الذرية
- ٢- يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة تحقيقاً لقانون
 أ - أفوجادرو ب - بقاء الطاقة ج - بقاء الكتلة د - جاى لوساك
- ٣- تقدر كتل الجسيمات الذرية بوحدة الكتل الذرية (a.m.u.) وهي تساوي جرام
 أ - 6.02×10^{23} ب - 1.66×10^{-24} ج - 6.02×10^{-24} د - 1.66×10^{23}
- ٤- إذا كانت الكتلة المولية لمركب $M(OH)_3$ تساوي 78g فإن الكتلة الذرية الجرامية للعنصر $M = \dots$ جرام
 أ - 27 ب - 30 ج - 59 د - 62
- ٥- نصف مول من ثاني أكسيد الكربون CO_2 عبارة عن جرام
 أ - 44 ب - 22 ج - 88 د - 66
- ٦- عدد مولات الماء الموجودة في 36 g منه مول
 أ - 1 ب - 2 ج - 2.5 د - 0.5
- ٧- عدد جزيئات ثاني أكسيد الكبريت الموجودة في 128 g منه تساوي جزيء
 أ - 2 ب - 6.02×10^{23} ج - 3.01×10^{23} د - 12.04×10^{23}
- ٨- عدد أيونات الصوديوم الناتجة من إذابة 40 g من NaOH في الماء تساوي أيون
 أ - 2 ب - 6.02×10^{23} ج - 3.01×10^{23} د - 12.04×10^{23}
- ٩- حجم 4g من الهيدروجين في الظروف القياسية (STP) يساوي لتر
 أ - 2 ب - 22.4 ج - 44.8 د - 89.6
- ١٠- كتلة CaO الناتجة من انحلال 50 g من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ حرارياً جرام
 أ - 28 ب - 82 ج - 96 د - 14
- ١١- حجم الهيدروجين اللازم لإنتاج 11.2 L من بخار الماء في (S.T.P.) هو لتر
 أ - 22.4 ب - 44.8 ج - 11.2 د - 68.2
- ١٢- عدد جرامات 44.8 L من غاز النشادر NH_3 في (STP) تساوي جرام
 أ - 2 ب - 17 ج - 0.5 د - 34
- ١٣- إذا احتوت كمية من الصوديوم على 3.01×10^{23} ذرة فإن كتلة هذه الكمية تساوي جرام
 أ - 11.5 ب - 23 ج - 46 د - 0.5
- ١٤- عند تفاعل 64 g من الأكسجين مع وفرة من الهيدروجين فإن حجم بخار الماء الناتج في STP يكون لتر
 أ - 22.4 ب - 44.8 ج - 11.2 د - 89.6

٢ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- طريقة للتعبير عن رموز وصيغ وكميات المواد المتفاعلة والنتيجة وشروط التفاعل.
- ٢- أصغر وحدة بنائية للمادة يمكن أن تشارك في التفاعلات الكيميائية.
- ٣- أصغر جزء من المادة يمكن أن توجد على حالة إنفراد وتتضح فيها خواص المادة.
- ٤- كتلة ذرة واحدة من أي مادة.
- ٥- مجموع كتل الذرات المكونة للجزيء.
- ٦- كتلة الذرة أو الجزيء أو الأيون أو وحدة الصيغة معبراً عنها بالجرامات.
- ٧- كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة للمادة مقدره بالجرام.
- ٨- المادة المتفاعلة بكمية أقل من عدد مولاتها في المعادلة الموزونة.
- ٩- المادة التي تستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائي.
- ١٠- المادة التي ينتج عن تفاعلها مع باقي المتفاعلات العدد الأقل من مولات المواد الناتجة.
- ١١- عدد ثابت يعبر عن عدد الذرات أو الجزيئات في مول من المادة.
- ١٢- المعادلة التي تعبر عن بعض التفاعلات الكيميائية التي تتم بين الأيونات.
- ١٣- تتناسب حجوم الغازات تناسباً طردياً مع عدد مولاتها بثبوت الضغط ودرجة الحرارة.
- ١٤- الحجوم المتساوية من الغازات تحت نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط تحتوي على أعداد متساوية من الجزيئات.
- ١٥- كتلة 22.4 L من الغاز في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة (STP).

٣ عبر عن التفاعلات التالية في صورة معادلات أيونية موزونة :

- ١- محلول كلوريد الصوديوم + محلول نترات فضة ← محلول نترات صوديوم + راسب أبيض من كلوريد الفضة.
- ٢- حمض النيتريك + محلول هيدروكسيد بوتاسيوم ← محلول نترات البوتاسيوم + ماء سائل.
- ٣- محلول كرومات البوتاسيوم + محلول نترات الفضة ← محلول نترات البوتاسيوم + راسب أحمر من كرومات الفضة.



٤ أعد كتابة المعادلات التالية بعد وزنها :

- (1) $\text{N}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \longrightarrow \text{NH}_{3(g)}$
- (2) $\text{Cu(NO}_3)_2(s) \xrightarrow{\Delta} \text{CuO}_{(s)} + \text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$
- (3) $\text{Al}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$
- (4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)} + \text{O}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
- (5) $\text{Na}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$
- (6) $\text{KO}_2(s) + \text{CO}_2(g) \longrightarrow \text{K}_2\text{CO}_3(s) + \text{O}_2(g)$
- (7) $\text{HNO}_3(l) \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{sNO}_2(g) + \text{O}_2(g)$

٥ علل لها يأتي :

- ١- يختلف كتله المول من مائه إلى أخرى
- ٢- عدد جزيئات 9g من الماء H_2O مساو لعدد جزيئات 39g من البنزين العطري C_6H_6
- ٣- يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة .
- ٤- عند حساب حجم الغاز بدلالة الكتلة المولية له يجب أن يوضع في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.
- ٥- تختلف الكتلة المولية للكبريت الصلب عن الكتلة المولية في الحالة البخارية.
- ٦- عدد الجزيئات في المول من CO يساوي عدد الجزيئات في المول من CO_2 على الرغم من اختلافهم في الكتلة الجزيئية
- ٧- الحجم الذي يشغله 26g من الأسيتلين C_2H_2 في الظروف القياسية (STP) مساو للحجم الذي يشغله 2g من الهيدروجين في نفس الظروف.
- ٨- اختلاف الكتلة المولية للفوسفور باختلاف الحالة الفيزيائية له.
- ٩- اللتر من غاز الأكسجين يحتوي على نفس العدد من الجزيئات التي يحتويها اللتر من غاز الكلور في (STP)

٦ أجب عن المسائل الآتية :

- ١- احسب عدد مولات 144g من الكربون (12 mol)
- ٢- احسب كتلة 2.4 mol من الحجر الجيري $CaCO_3$ (240 g)
- ٣- احسب عدد جزيئات فيتامين (C) وصيغته الجزيئية ($C_6H_8O_6$) الموجودة في قرص منه كتلته 17.6g (جزيء 6.02×10^{23})
- ٤- احسب كتلة ذرة واحدة من الكالسيوم (6.64×10^{-23} g)
- ٥- احسب عدد الذرات الموجودة في 1g من الصوديوم (2.62×10^{22} atom)
- ٦- احسب حجم 56g من غاز النيتروجين في (STP) (44.8 L)
- ٧- احسب حجم مول من الفوسفور في الحالة البخارية عند (STP) ، ثم احسب عدد الذرات في هذا الحجم (22.4 L , 2.408×10^{24} atom)
- ٨- كم عدد ذرات النيتروجين (N) في 0.25 mol من نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ ؟ (3.01 $\times 10^{23}$ atom)
- ٩- كم عدد ذرات الأكسجين الموجودة في 4.2g ($NaHCO_3$) ؟ (9.03 $\times 10^{22}$ atom)
- ١٠- احسب حجم غاز الهيدروجين وعدد أيونات الصوديوم الناتج من تفاعل 23g صوديوم مع كمية وافرة من الماء في الظروف القياسية تبعاً للمعادلة : $2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$ (11.2 L , 6.02×10^{23} ion)

١١- مركب سوبر أكسيد البوتاسيوم KO_2 يستخدم في تنقية الهواء الجوي من ثاني أكسيد الكربون في الأجواء المغلقة، فإذا استخدم 14.2 g من KO_2 ، احسب حجم الأكسجين المتكون باللتر



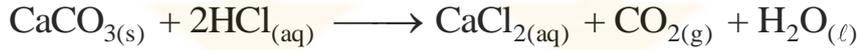
(3.36 L)

١٢- احسب حجم غاز الأكسجين عند الظروف القياسية المتصاعد من التفكك الحراري لـ 42.6 g من كلورات الصوديوم ($NaClO_3$)، الذي يتفكك إلى كلوريد الصوديوم وغاز الأكسجين



(13.44 L)

١٣- احسب كتلة كربونات الكالسيوم اللازمة لإنتاج 5.6 L من غاز ثاني أكسيد الكربون بناء على التفاعل:



(25 g)

١٤- احسب عدد جزيئات الماء وكذلك حجم ثاني أكسيد الكربون في (STP) الناتجة من تفاعل 26.5 g كربونات صوديوم Na_2CO_3 مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك HCl

(1.505 × 10²³ , 5.6 L)

١٥- احسب عدد أيونات الصوديوم التي تنتج من إذابة 117 g من كلوريد الصوديوم في الماء.

(1.204 × 10²⁴ ion)

١٦- احسب عدد أيونات الصوديوم التي تنتج من إذابة 1.42 g من كبريتات الصوديوم في الماء.

(1.204 × 10²² ion)

١٧- إذا تفاعل 3 mol من الماغنسيوم مع 4 mol من حمض الهيدروكلوريك في التفاعل التالي:



(HCl)

اجب عما يلي: (١) ما هو العامل المحدد للتفاعل؟

(24 g)

(٢) احسب كتلة المادة المتبقية بدون تفاعل.

١٨- تفاعل 5.85 g من كلوريد الصوديوم ($NaCl$) مع 25.5 g من نترات الفضة $AgNO_3$

(0.1 mol)

اجب عما يلي: (١) احسب عدد مولات كلوريد الفضة $AgCl$ المترسبة.

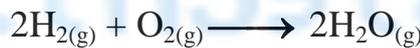
(NaCl)

(٢) ما هو العامل المحدد للتفاعل؟

(8.5 g)

(٣) احسب كتلة المادة المتبقية.

١٩- عندما يتفاعل (60 L) من غاز الهيدروجين مع (25 L) من غاز الأكسجين لتكوين بخار الماء وفقاً للمعادلة التالية



(50 L)

اجب عما يلي: (١) احسب حجم بخار الماء الناتج.

(O₂)

(٢) ما هو العامل المحدد للتفاعل؟

(10 L)

(٣) احسب حجم الغاز المتبقي.

الفصل الثاني : حساب الصيغة الكيميائية

Calculation of Chemical Formula

النسبة المئوية الكتلية

Mass Percent

عادة ما يستخدم مصطلح النسبة المئوية والذي يعني عدد الوحدات من الجزء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل . وفي الحسابات الكيميائية يمكن استخدام مصطلح النسبة المئوية لحساب نسب كل مكون من مكونات عينة ما ؛ فعند حساب نسبة النيتروجين في سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، يجب أن نعلم كم جراماً من النيتروجين موجودة في 100g من السماد ، ويمكن تحديد ذلك إما بالاستعانة بالصيغة الجزيئية للمادة أو من خلال النتائج التجريبية التي يتم الحصول عليها عملياً.

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في العينة}}{\text{الكتلة الكلية للعينة}} \times 100$$

★ لو طلب النسبة المئوية بمعلومية الكتلة الذرية للعنصر والكتلة الجزيئية للمركب من العلاقة :

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام في مول واحد من المركب}}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} \times 100$$

مثال (19)

احسب النسبة المئوية لكل عنصر في مركب نترات الأمونيوم (NH_4NO_3)

[H=1 , O=16 , N=14]

الإجابة

$$\text{الكتلة المولية (الجزيئية) لـ } NH_4NO_3 = (4 \times H) + (2 \times N) + (3 \times O) = 80 \text{ g}$$

$$\text{النسبة المئوية للنيتروجين} = \frac{\text{الكتلة المولية للنيتروجين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100 = 35 \%$$

$$\text{النسبة المئوية للأكسجين} = \frac{\text{الكتلة المولية للأكسجين (48)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100 = 60 \%$$

$$\text{النسبة المئوية للهيدروجين} = \frac{\text{الكتلة المولية للهيدروجين (4)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100 = 5 \%$$

مثال (20)

احسب النسبة المئوية لكل عنصر في مركب حمض الكبريتيك (H_2SO_4)

[H=1 , O=16 , S=32]

أجب بنفسك

مثال (21)

[Fe=56 , O=16]

احسب النسبة المئوية للأكسجين في أكسيد الحديد (III) (Fe_2O_3)

أجب بنفسك

لاحظ أن

يمكن حساب كتلة العنصر في مركب بمعلومية النسبة المئوية له في هذا المركب.

مثال (22)

احسب كتلة الحديد الموجودة في طن (1000 kg) من خام الهيماتيت Fe_2O_3 إذا علمت أن نسبة الحديد في الخام 58%
[Fe=56 , O=16]

الإجابة

$$\begin{array}{l} 100 \text{ كجم من الخام} \leftarrow 58 \text{ كجم من الحديد} \\ 1000 \text{ كجم من الخام} \leftarrow X \text{ كجم من الحديد} \\ 580 \text{ kg} = \frac{1000 \times 58}{100} = X \text{ (كتلة الحديد)} \end{array}$$

حساب الصيغة الكيميائية

أنواع الصيغ الكيميائية :

- ١- الصيغ الأولية
 - ٢- الصيغة الجزيئية
 - ٣- الصيغة البنائية
- ✪ يمكن استخدام الحساب الكيميائي في التعبير عن كل من الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية.

الصيغة الأولية Empirical Formula :

هي صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التي يتكون منها جزيء المركب.

- ✪ الصيغة الأولية مجرد عملية إحصاء نسبي لعدد الذرات أو مولات الذرات في الجزيئات أو وحدات الصيغة المركب.
- ✪ الصيغة الأولية في هذه الحالة لا تعبر عن التركيب الحقيقي للجزيء ، ولكنها توضح فقط أبسط نسبة بين مكوناته.
- ✪ يمكن حساب الصيغة الأولية للمركب بمعلومية النسبة المئوية للعناصر المكونة له على اعتبار أن هذه النسبة تمثل كتل هذه العناصر الموجودة في كل 100 g من المركب.

الصيغة الجزيئية Molecular Formula : هي صيغة رمزية لجزيء العنصر أو المركب أو وحدة الصيغة

تعبير عن النوع والعدد الفعلي للذرات أو الأيونات التي يتكون منها هذا الجزيء أو الوحدة

- ✪ يمكن حساب الصيغة الجزيئية لمركب بمعلومية الكتلة المولية له وحساب الصيغة الأولية ، ثم بالضرب في عدد وحدات الصيغة الأولية .

عدد الوحدات	الصيغة الأولية	الصيغة الجزيئية	
1	CO	CO	أول أكسيد الكربون
1	NO	NO	أكسيد النيتريك
2	CH	C ₂ H ₂	الأسيتلين
2	C ₃ H ₄ O ₃	C ₆ H ₈ O ₆	حمض الأسكوربيك
3	CH ₂	C ₃ H ₆	البروبيلين
6	CH	C ₆ H ₆	البنزين العطري

عدد وحدات الصيغة الأولية = $\frac{\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}}$

مثال (23)

احسب الصيغة الأولية لمركب يحتوي على نيتروجين بنسبة % 25.9 وأكسجين بنسبة % 74.1
[N=14 , O=16]

الإجابة

N	O	
25.9 g	74.1 g	كتلة المادة
14	16	كتلة المول
$\frac{25.9}{14} = 1.85 \text{ mol}$	$\frac{74.1}{16} = 4.63 \text{ mol}$	عدد المولات
$\frac{1.85}{1.85} = 1$	$\frac{4.63}{1.85} = 2.5$	نسبة المولات
2	5	
N ₂ O ₅		الصيغة الأولية

مثال (24)

احسب الصيغة الأولية لمركب يحتوي على كربون بنسبة % 75 وهيدروجين بنسبة % 25
[C=12 , H=1]

CH₄

أجب بنفسك

مثال (25)

مركب عضوي يحتوي على كربون وهيدروجين فقط ، إذا علمت أن نسبة الكربون في هذا المركب هي % 85.71 والكتلة المولية لهذا المركب 28 g ، استنتج الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لهذا المركب
[C=12 , H=1]

نسبة الهيدروجين = 14.29% = 85.71% - 100%

الإجابة

C	H	
85.71 g	14.29 g	كتلة المادة
12	1	كتلة المول
$\frac{85.71}{12} = 7.14 \text{ mol}$	$\frac{14.29}{1} = 14.29 \text{ mol}$	عدد المولات
$\frac{7.14}{7.14} = 1$	$\frac{14.29}{7.14} = 2$	نسبة المولات
CH ₂		الصيغة الأولية

الكتلة المولية الأولية (CH₂) = 14 g = 12 + 2عدد وحدات الصيغة الأولية = $\frac{\text{الكتلة المولية الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية الأولية}} = \frac{28}{14} = 2$ الصيغة الجزيئية للمركب = الصيغة الأولية × عدد الوحدات = C₂H₄ = 2 × CH₂

مثال (26)

احسب الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لمركب عضوي نسبة الكربون فيه 92.3% ونسبة الهيدروجين 7.7% ، حيث أن الكتلة المولية الجزيئية له 78 g [C=12 , H=1]

CH - C₆H₆

أجب بنفسك

مثال (27)

أثبتت التحاليل الطبية أن حمض الأسيتيك (الخل) يتكون من كربون بنسبة 40% وهيدروجين بنسبة 6.67% وأكسجين بنسبة 53.33% فإذا كانت الكتلة المولية الجزيئية له 60 g ، استنتج الصيغة الجزيئية للحمض [C=12 , H=1 , O=16]

الإجابة

C	H	O	
40 g	6.67 g	53.33 g	كتلة المادة
12	1	16	كتلة المول
$\frac{40}{12} = 3.33 \text{ mol}$	$\frac{6.67}{1} = 6.67 \text{ mol}$	$\frac{53.33}{16} = 3.33 \text{ mol}$	عدد المولات
$\frac{3.33}{3.33} = 1$	$\frac{6.67}{3.33} = 2$	$\frac{3.33}{3.33} = 1$	نسبة المولات
CH ₂ O			الصيغة الأولية

الكتلة المولية الأولية (CH₂O) = 30 g = 12 + 2 + 16عدد وحدات الصيغة الأولية = $\frac{\text{الكتلة المولية الجزيئية}}{\text{الكتلة المولية الأولية}} = \frac{60}{30} = 2$ الصيغة الجزيئية للمركب = الصيغة الأولية × عدد الوحدات = C₂H₄O₂ = 2 × CH₂O

الناتج الفعلي والناتج النظري

★ عند إجراء تفاعل كيميائي للحصول على مادة كيميائية معينة فإن معادلة التفاعل تحدد نظرياً كميات ما يمكن الحصول عليه من المادة الناتجة وما يلزم من المواد المتفاعلة بوحدة المولات أو الجرامات أو غيرها .
★ ولكن عملياً - وبعد إتمام عملية التفاعل - فإن الكمية التي نحصل عليها والتي تسمى بالناتج الفعلي Practical Yield تكون عادة أقل من الكمية المحسوبة والمتوقعة نظرياً

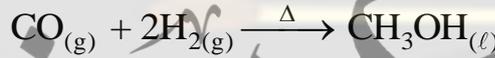
أسباب ذلك كثيرة مثل

- (١) قد تكون المادة الناتجة متطايرة.
 - (٢) قد يلتصق جزء منها بجدران أنية التفاعل.
 - (٣) حدوث تفاعلات جانبية منافسة تستهلك المادة الناتجة نفسها
 - (٤) أن المواد المستخدمة في التفاعل ليست بالنقاء الكافي.
- وتسمى الكمية المحسوبة أو المتوقعة اعتماداً على معادلة التفاعل بالناتج النظري The Oretical Yield .
ويمكن حساب النسبة المئوية للناتج الفعلي من العلاقة التالية :

$$\text{النسبة المئوية للناتج الفعلي} = 100 \times \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}}$$

مثال (28)

ينتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالي من خلال التفاعل التالي :



فإذا نتج 6.1 g من الكحول الميثيلي من تفاعل 1.2 g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون، احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي.

[C=12 , H=1 , O=16]

الإجابة



$$9.6 \text{ g} = \frac{32 \times 1.2}{4} = \text{كتلة } \text{CH}_3\text{OH} \text{ النظرية}$$

$$64 \% = 100 \times \frac{6.1}{9.6} = \text{النسبة المئوية للناتج الفعلي}$$

مثال (29)

اذيب 20 g من ملح كلوريد الصوديوم في كمية كافية من الماء ، ثم أضيف إليها محلول نترات الفضة فترسب 45 g من كلوريد الفضة

[Na=23 , Cl=35.5 , Ag=108]

- ① هل يمكن بطريقة حسابية التأكد من صحة النتائج ؟
- ② إذا كان هناك اختلاف بين النتائج المحسوبة ، والنتائج الفعلية ، فما تفسيرك لذلك ؟
- ③ احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي.

أجب بنفسك

تقويم الفصل الثاني (حساب الصيغة الكيميائية)

** الكتل الذرية لبعض العناصر للاستفادة منها في حل المسائل :

Ba	Pb	Ag	Zn	Cu	Fe	Ca	K	Cl	S	P	Si	Al	Mg	Na	F	O	N	C	Li	H
137	207	108	65.4	63.5	56	40	39	35.5	32	31	28	27	24	23	19	16	14	12	7	1

١ أختَر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- الصيغة الأولية للمركب $C_4H_8O_2$ هي
 أ - $C_4H_4O_2$ ب - C_2H_4O ج - $C_2H_8O_2$ د - C_4H_4O
- ٢- عدد وحدات الصيغة الأولية للمركب $C_2H_2O_4$
 أ - 1 ب - 2 ج - 3 د - 4
- ٣- إذا كانت الصيغة الأولية لمركب ما هي CH_2 والكتلة المولية الجزيئية له 56 فإن الصيغة الجزيئية لهذا المركب تكون
 أ - C_2H_4 ب - C_3H_6 ج - C_4H_8 د - C_5H_{10}
- ٤- إذا كانت الصيغة الجزيئية لفيتامين (C) هي $C_6H_8O_6$ فإن الصيغة الأولية له تكون
 أ - $C_3H_4O_3$ ب - $C_3H_4O_3$ ج - $C_6H_4O_3$ د - $C_3H_8O_3$
- ٥- الصيغة الأولية CH_2O تعبر عن الصيغة الجزيئية
 أ - $HCHO$ ب - CH_3COOH ج - $C_6H_{12}O_6$ د - جميع ما سبق .
- ٦- المركب الهيدروكربوني الناتج من ارتباط 0.1 mol من ذرات الكربون مع 0.4 mol من ذرات الهيدروجين تكون صيغته الأولية
 أ - C_2H_4 ب - C_4H_8 ج - CH_4 د - C_3H_4
- ٧- عند اتحاد 36 g من المغنسيوم مع 14 g من النيتروجين يتكون مركب صيغته
 أ - MgN ب - Mg_3N_2 ج - Mg_2N_3 د - Mg_3N

٢ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- صيغة تعبر عن أبسط نسبة للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.
- ٢- صيغة تعبر عن العدد الفعلي للذرات أو الأيونات المكونة للجزئ أو وحدة الصيغة.
- ٣- كمية المادة التي نحصل عليها عملياً من التفاعل.
- ٤- كمية المادة المحسوبة اعتماداً على معادلة التفاعل.

٣ أكمل البيانات الناقصة في الجدول التالي:

المادة	الصيغة الأولية	كتلة الصيغة الأولية	الكتلة الجزيئية	الصيغة الجزيئية
١- حمض الأسيتيك	CH_2O	.....	60	.....
٢- حمض البيوتيريك	.....	44	.....	$C_4H_8O_2$
٣- الإيثيلين جليكول	CH_3O	.....	62	.....
٤- فيتامين C	.....	.....	.....	$C_6H_8O_6$

٤ علل لما يأتي :

- ١- لا تصلح الصيغة الأولية للتعبير عن التركيب الكيميائي للمركب في معظم الأحيان.
- ٢- اتفاق كل من الأسيتيلين C_2H_2 والبنزين العطري C_6H_6 في الصيغة الأولية CH لكنهما يختلفان في الصيغة الجزيئية
- ٣- الناتج الفعلي أقل دائماً من الناتج المحسوب من المعادلة.

٥ أجب عن المسائل التالية :

- ١- احسب نسبة الحديد الموجودة في خام السبيريت $FeCO_3$ (48.28%)
- ٢- احسب النسبة المئوية للعناصر المكونة لسكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ (C=40% , O=53.33% , H=6.67%)
- ٣- احسب كتلة الحديد الموجودة في طن (500 kg) من خام الهيماتيت Fe_2O_3 إذا علمت أن نسبة الحديد في الخام 60% (300 kg)
- ٤- استنتج الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لمركب عضوي الكتلة المولية الجزيئية له 70 g إذا علمت أنه يحتوي على كربون بنسبة 85.7% وهيدروجين بنسبة 14.3% (CH_2 , C_5H_{10})
- ٥- احسب الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لمركب يحتوي على كربون بنسبة 85.7% وهيدروجين بنسبة 14.3% والكتلة المولية الجزيئية له 42 g (CH_2 , C_3H_6)
- ٦- أثبتت التحاليل الطبية أن حمض الأكساليك يتكون من كربون بنسبة 26.67% وهيدروجين بنسبة 2.22% وأكسجين بنسبة 71.11% فإذا كانت الكتلة المولية الجزيئية له 90 g ، استنتج الصيغة الأولية والجزيئية للحمض (CHO_2 , $C_2H_2O_4$)
- ٧- ترسب 39.4 g من كبريتات الباريوم الصلب $BaSO_4$ عند تفاعل 40 g من محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ مع وفرة من محلول كبريتات البوتاسيوم. احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي. (87.9%)
- ٨- ترسب 130 g من كلوريد الفضة عند تفاعل مول كلوريد الصوديوم مذاباً في الماء مع محلول نترات الفضة ، احسب كل من :
(أ) النسبة المئوية للناتج الفعلي.
(ب) عدد أيونات الصوديوم الناتجة. (48.28%)
(6.02×10^{23} ion)
- ٩- من خلال التفاعل التالي : $2C_6H_{12} + 5O_2 \longrightarrow 2H_2C_6H_8O_4 + 2H_2O$
(أ) في إحدى التفاعلات السابقة استهلك 25 g من السيكلو هكسان C_6H_{12} تماماً ، احسب كتلة حامض الأدييك $H_2C_6H_8O_4$ الناتج نظرياً (43.45 g)
(ب) إذا علمت أن الناتج الفعلي من حامض الأدييك في التفاعل السابق هو 33.5 جم ، ما هي النسبة المئوية للناتج؟ (77.1 %)

الفصل الأول : المحاليل والغرويات

Solution and colloids

معلومات هامة

السالبية الكهربية : قدره الذرة على جذب الكترولونات الرابطة الكيميائية نحوها

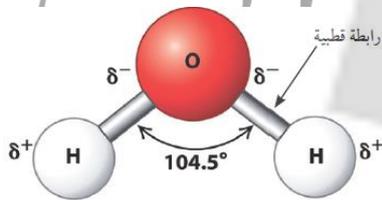
الرابطة القطبية : هي رابطة تساهمية تربط بين ذرتين مختلفتين في السالبية الكهربية والذرة الأكبر في

السالبية الكهربية تحمل شحنة جزئية سالبة δ^- بينما تحمل الذرة الأخرى شحنة جزئية موجبة δ^+

الجزئيات القطبية : هي الجزئيات التي يكون لها طرف يحمل شحنة موجبة جزئية δ^+ و طرف يحمل شحنة جزئية سالبة δ^-

العوامل التي يتوقف عليها قطبية الجزئيات :

- 1- قطبية الروابط المكونة للجزيء.
- 2- الشكل الفراغي للجزيء.
- 3- الزوايا بين الروابط في الجزيء.



الماء

أقوى مذيب قطبي في الطبيعة .

(علك) الماء مذيب قطبي قوي

بسبب ارتفاع سالبية الأكسجين عن الهيدروجين لذلك يحمل الأكسجين شحنة سالبة جزئية بينما يحمل الهيدروجين شحنة موجبة جزئية، والزوايا بين الروابط في جزيء الماء 104.5° تزيد من القطبية

(س) ما معنى أن : الماء مذيب قطبي ؟

أي أن جزيء الماء له قطبان أحدهما (الأكسجين) يحمل شحنة سالبة جزئية δ^- والآخر (الهيدروجين) يحمل شحنة موجبة جزئية δ^+

المحاليل Solutions

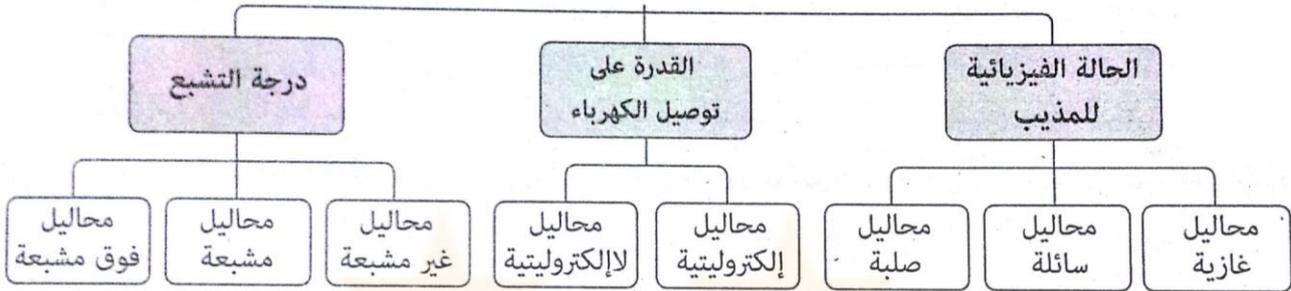
المحلول: مخلوط متجانس يتكون من مادتين أو أكثر غير متحدتين كيميائياً

مكونات المحلول

المذيب: هو المادة التي توجد في المحلول بنسبة كبيرة | **المذاب**: هو المادة التي توجد في المحلول بنسبة قليلة

المحاليل

تصنف تبعاً لـ



أولاً : حسب الحالة الفيزيائية للمذيب :

نوع المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب	أمثلة
غاز	غاز	غاز	الهواء الجوى - الغاز الطبيعي
سائل	غاز	سائل	المشروبات الغازية - الأكسجين الذائب في الماء
	سائل	سائل	الكحول في الماء - الإيثيلين جليكول (مضاد التجمد) في الماء
صلب	صلب	سائل	السكر في الماء - الملح في الماء
	غاز	صلب	الهيدروجين في البلاطين أو البلاديوم
	سائل	صلب	مملغم الفضة (زئبق سائل/فضة صلب $Ag(s)/Hg(l)$) السبائك مثل : سبيكة النيكل كروم

ثانياً : حسب قدرتها على توصيل الكهرباء :

② محاليل لا إلكتروليتيّة

① محاليل إلكتروليتيّة

الإلكتروليات : المواد التي توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها (المماهة أو الحرة)

وتنقسم الإلكترونيات إلى :

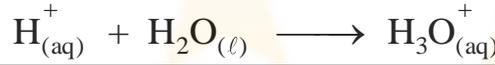
الإلكتروليات الضعيفة	الإلكتروليات القوية
مواد غير تامة التأين (يتفكك جزء ضئيل من جزيئاتها إلى أيونات) توصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة. من أمثلتها :	مواد تامة التأين (تتفكك جميع جزيئاتها إلى أيونات) توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة. من أمثلتها :
١- حمض الأسيتيك (الخليك) CH_3COOH ٢- محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH ٣- الماء النقي H_2O	١- مركبات أيونية : مثل : كلوريد الصوديوم $NaCl$ - هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ٢- المركبات التساهمية القطبية : مثل محلول غاز كلوريد الهيدروجين في الماء $HCl_{(aq)}$

ملحوظة : كلوريد الهيدروجين لا يوصل التيار الكهربى فى الحالة الغازية $HCl_{(g)}$

(س١) صنف المحاليل تبعاً لقدرتها على توصيل الكهرباء.
(س٢) قارن بين : الإلكتروليتات القوية ، والإلكتروليتات الضعيفة مع ذكر أمثلة.
(س٣) قارن بين غاز كلوريد الهيدروجين $HCl_{(g)}$ وحمض الهيدروكلوريك $HCl_{(aq)}$ « من حيث : توصيل التيار الكهربائي »
غاز كلوريد الهيدروجين $HCl_{(g)}$ رديء التوصيل للتيار الكهربائي. حمض الهيدروكلوريك $HCl_{(aq)}$ إلكتروليتي قوي وموصل جيد للتيار الكهربائي.
(علك) محلول كلوريد الهيدروجين في البنزين لا يوصل التيار الكهربائي لأنه لا يتأين إلى أيونات موجبة وسالبة .

أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه) : هو الأيون الناتج من اتحاد أيون الهيدروجين الموجب (الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية) مع جزيء الماء

(علك) لا يوجد أيون الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً
لارتباط أيون H^+ مع جزيء الماء مكوناً أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه)



الإلكتروليتات : المواد التي لا توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربائي لعدم وجود أيونات مماهة أو حرة
من أمثلتها : السكر في الماء ، والكحول الإيثيلي

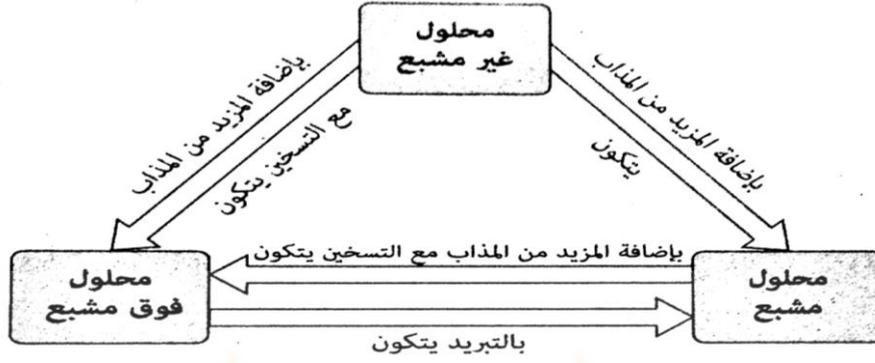
(علك) الكحول الإيثيلي من الإلكتروليتات
لأنه مادة غير متأينة لا توصل التيار الكهربائي.

ثالثاً : حسب درجة التشبع :

نوع المحلول	مميزاته
محلول غير مشبع	هو المحلول الذي يتقبل إضافة كمية أخرى من المذاب عند درجة حرارة معينة .
محلول مشبع	هو المحلول الذي يحتوي على أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة .
محلول فوق مشبع	هو المحلول الذي يتقبل إضافة كمية أخرى من المذاب بعد وصوله إلى حالة التشبع . ⊗ طريقة الحصول عليه : برفع درجة حرارة المحلول المشبع لتسخينه وإضافة كمية أخرى من المذاب إليه .

ماذا يحدث عند :

- (١) تبريد المحلول فوق المشبع
تتفصل جزيئات المادة الصلبة الزائدة من المحلول المشبع.
- (٢) وضع بللورة صغيرة من المذاب إلى محلول فوق مشبع
تتجمع جزيئات المادة الصلبة الزائدة من المحلول المشبع على هذه البللورة في شكل بللورات.

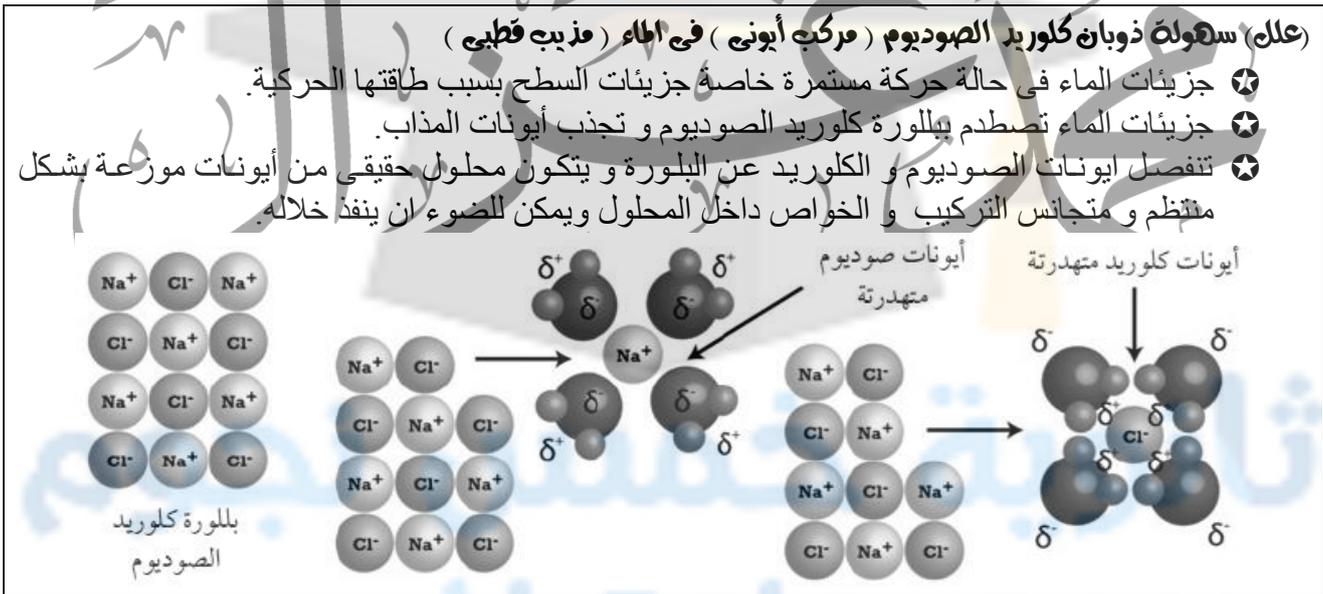


عملية الإذابة : Dissolving Process

هي تفكك المذاب إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة أو إلى جزيئات قطبية منفصلة ثم ارتباط كل منها بجزيئات المذيب.

العوامل التي تؤثر في سرعة عملية الإذابة :

- ١- مساحة سطح المذاب.
- ٢- عملية التقليب.
- ٣- درجة الحرارة.



الذوبانية Solubility :

المعنى : قابلية المذاب للذوبان في مذيب معين أو قدرة المذيب على إذابة مذاب ما.

تعريف الذوبانية : هي كتلة المذاب بالجرام التي تذوب في 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية

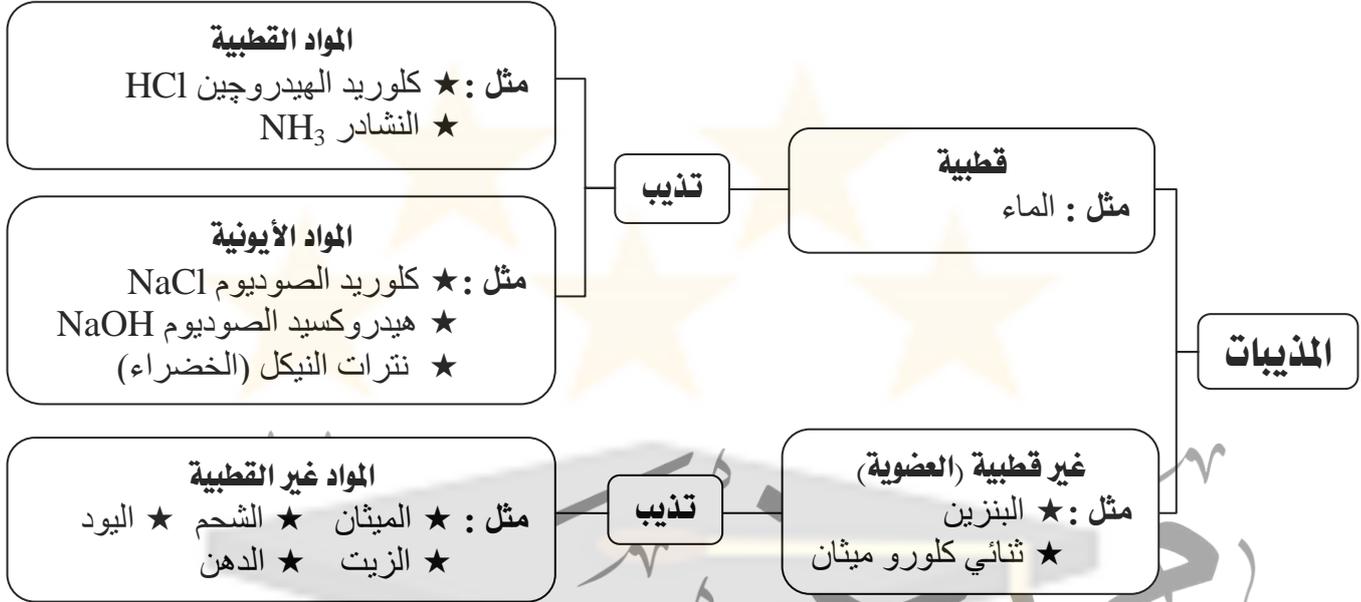
العوامل التي تؤثر على الذوبانية :

- (١) طبيعة المذاب والمذيب.
- (٢) درجة الحرارة.

(١) طبيعة المذاب والمذيب :

هناك قاعدة أساسية تحكم عملية الذوبان وهي الشبيه يذيب الشبيه (Like dissolves like) وهي تعني أن :

- ★ المذيب القطبي يذيب المواد القطبية أو الأيونية.
 - ★ المذيب غير القطبي (العضوي) يذيب المواد غير القطبية (العضوية).
- كما يتضح من المخطط التالي :



(علك) سهولة ذوبان السكر في الماء

لاحتواء جزيئات السكر على مجموعة (OH) القطبية التي ترتبط مع جزيئات الماء القطبية بروابط هيدروجينية و يحدث الذوبان.

(علك) سهولة ذوبان الدهون أو الزيت (مركب غير قطبي) في البنزين (مذيب غير قطبي)

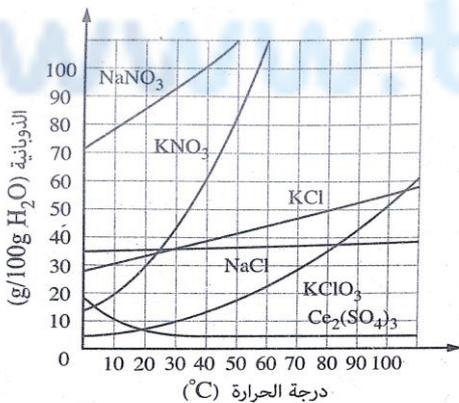
كل منهما يتكون من جزيئات غير قطبية وعند خلطهما تنتشر جزيئات الزيت أو الدهن بين جزيئات البنزين بسبب ضعف الروابط بين جزيئاته و تستقر مكونه محلول.

(علك) الأشياء المتشابهة تذوب مع بعضها

لأن المذيبات القطبية (مثل الماء) تذيب المركبات الأيونية والمركبات القطبية، والمذيبات غير القطبية (مثل البنزين العطرى) تذيب المركبات غير القطبية.

(٢) درجة الحرارة :

- ★ تزداد ذوبانية معظم المواد الصلبة بزيادة درجة الحرارة مثل نترات البوتاسيوم .
- ★ بعض الأملاح يكون تأثير درجة الحرارة على ذوبانيته ضعيف مثل كلوريد الصوديوم.
- بعض الأملاح تقل ذوبانيته بارتفاع درجة الحرارة.

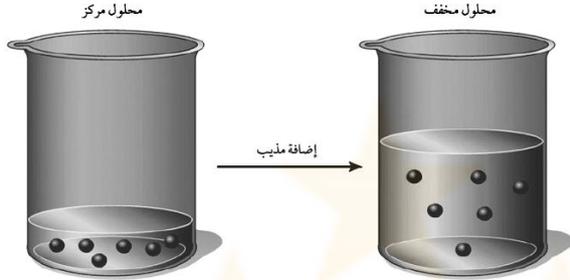


تركيز المحاليل :

☆ المحلول المركز : محلول تكون فيه كمية المذاب كبيرة (ليست أكبر من المذيب)

☆ المحلول المخفف : محلول تكون فيه كمية المذاب قليلة بالنسبة لكمية المذيب

ملحوظة يمكن تحويل المحلول المركز الى محلول مخفف عن طريق إضافة المزيد من المذيب .



طرق التعبير عن التركيز :

- ١- النسبة المئوية .
- ٢- المولارية .
- ٣- المولالية .

أولاً : النسبة المئوية :

تحدد طريقة حساب التركيز باستخدام النسبة المئوية تبعاً لنوع المذاب و المذيب :

$$\text{النسبة المئوية الحجمية (حجم v / حجم v)} = 100 \times \frac{\text{حجم المذاب (mL)}}{\text{حجم المحلول (mL)}}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية (كتلة m / كتلة m)} = 100 \times \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{كتلة المحلول (g)}}$$

ملحوظة كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب
حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب



مثال (1)

احسب النسبة المئوية الكتلية عند إذابة 20 g من السكر في 180 g من الماء

الإجابة

$$\text{كتلة المحلول} = \text{كتلة المذاب} + \text{كتلة المذيب} = 20 + 180 = 200 \text{ g}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = 100 \times \frac{20}{200} = 10 \%$$

مثال (2)

أضيف 50 ml من الإيثانول في دورق عياري ثم أضيف إليه كمية من الماء فأكمل حجم المحلول إلى 250 ml ، احسب النسبة المئوية الحجمية

20%

أجب بنفسك

المحلول المولاري :

المحلول الذي يحتوي اللتر منه على مول واحد من المذاب

ثانياً : المولارية (M) : Molarity

عدد المولات المذابة في لتر من المحلول وحدة قياسها : (mol / L) أو مولر M

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

مثال (3)

احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5 g في محلول حجمه 0.5 L

[C=12 , H=1 , O=16]

الإجابة

$$\begin{aligned} \text{الكتلة المولية لسكر القصب } C_{12}H_{22}O_{11} &= (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) = 342 \text{ g} \\ \text{عدد مولات السكر} &= \frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{85.5}{342} = 0.25 \text{ mol} \\ \text{المولارية (M)} &= \frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol / L} \end{aligned}$$

مثال (4)

احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الكبريتيك H_2SO_4 عند إذابة 9.8 g منه في محلول حجمه 200 ml

[S=32 , H=1 , O=16]

0.5 mol/L

أجب بنفسك

ثالثاً : المولالية :

عدد مولات المذاب في كيلو جرام واحد من المذيب وحدة قياسها : (mol/kg) أو مولال (m)

$$\text{المولالية (m)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}} = \text{mol/kg (m)}$$

مثال (5)

احسب التركيز المولالي لمحلول محضر بإذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم في 800 g من الماء

[Na=23 , H=1 , O=16]

الإجابة

$$40 \text{ g} = 23 + 16 + 1 = \text{NaOH}$$

$$0.5 \text{ mol} = \frac{20}{40} = \text{NaOH}$$

$$0.625 \text{ mol / kg} = \frac{0.5}{0.8} = \text{(m)}$$

مثال (6)

احسب التركيز المولالي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH عند إذابة 10 g منه في محلول كتلته 510 g

[Na=23 , H=1 , O=16]

0.5 mol/kg

أجب بنفسك

مثال (7)

احسب تركيز المحلول الناتج من خلط 1g من الإيثانول C₂H₅OH مع 99 g من الماء H₂O معبراً عنه بالطرق التالية: (أ) النسبة المئوية (ب) المولالية.

1 % - 0.219 m

أجب بنفسك

الخواص الجمعية للمحاليل

تختلف خواص المذيب النقي عن خواصه عند إذابة مادة صلبة غير متطايرة به في مجموعة من الخواص المترابطة.

- ومن هذه الخواص : ① انخفاض الضغط البخاري
② ارتفاع درجة الغليان
③ انخفاض درجة التجمد

الضغط البخاري :

هو الضغط الذي يؤثر به البخار على سطح السائل عندما يكون البخار في حالة اتزان مع السائل داخل اناء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين

يتأثر الضغط البخاري للمذيب النقي عند إذابة مادة غير متطايرة فيه لتكوين محلول كما يتضح مما يلي :

في المذيب النقي : تكون جزيئات السطح المعرضة للتبخر في جزيئات المذيب فقط وتكون القوى التي يجب التغلب عليها هي قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها.

في المحلول : ترتبط جزيئات المذاب بالمذيب مما يقلل من عدد جزيئات المذيب المعرضة للتبخر وتكون القوى التي يجب التغلب عليها هي قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب.

★ حيث أن: قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها أضعف من قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب
★ فإن : الضغط البخاري للمذيب النقي يكون أكبر من الضغط البخاري للمحلول عند نفس درجة الحرارة

(علك) الضغط البخاري للمحلول أقل دائماً من الضغط البخاري للمذيب النقي المكون له لأن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب في المحلول تكون أكبر من قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها ، وبالتالي يقل عدد جزيئات المذيب المتبخرة من على سطح المحلول.

٢ درجة الغليان :

درجة الغليان الطبيعية : درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي المعتاد
درجة الغليان المقاسة : درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع عليه

ماذا يحدث في كل من : (١) عندما يتساوى الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع عليه.
(٢) عندما يتساوى درجة الغليان الطبيعية مع درجة الغليان المقاسة.

(علك) يمكن الاستدلال على نقاء السوائل من درجة غليانها

لأن السوائل النقية تتساوى فيها درجة الغليان المقاسة مع درجة الغليان الطبيعية.

(علك) درجة غليان المحلول أعلى من درجة غليان المذيب النقي

لانخفاض الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للمذيب النقي المكون له ، وبالتالي يلزم رفع درجة حرارة المحلول حتى يتساوى الضغط البخاري للمحلول مع الضغط الواقع عليه.

(علك) التغير الذي يحدثه ١ مول من كلوريد الصوديوم على درجة غليان الماء يساوي التغير الذي يحدثه ١ مول من نترات البوتاسيوم على نفس الكتلة من الماء .

لأن عند ذوبان 1 مول من كل منهما ينتج نفس عدد المولات من الأيونات لكل منهما.



(علك) التغير الذي يحدثه ١ مول من كلوريد الصوديوم على درجة غليان الماء أقل من التغير الذي يحدثه ١ مول من كربونات الصوديوم على نفس الكتلة من الماء .

لأن ذوبان 1 مول من كربونات الصوديوم يعطي عدد أكبر من مولات الأيونات (3 مول) بينما عند ذوبان 1 مول من كلوريد الصوديوم يعطي عدد أقل من مولات الأيونات (2 مول).



٣ درجة التجمد :

(علك) درجة تجمد المحلول أقل دائماً من درجة تجمد المذيب النقي المكون له

ظنن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب في المحلول تعوق عملية تحول المذيب من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، وبالتالي يلزم خفض درجة حرارة المحلول إلى أقل من درجة تجمد المذيب النقي حتى تنفصل بللورات المذاب عن بللورات المذيب.

★ يتناسب الانخفاض في درجة تجمد المحلول طردياً مع عدد مولات جسيمات المذاب في المحلول.

★ المول الواحد (1 mol) من المذاب يقلل درجة تجمد كيلو جرام واحد (1kg) من الماء بمقدار -1.86°C

★ درجة تجمد المحلول الإلكتروليتي = عدد مولات الأيونات في المحلول المولالي $\times -1.86^\circ\text{C}$

★ 1 mol من الجلوكوز (لا إلكتروليت) يجعل 1 kg من الماء يتجمد عند درجة -1.86°C

★ 1 mol من كلوريد الصوديوم (2 مول أيونات $\times -1.86$) يجعل 1 kg من الماء يتجمد عند درجة -3.72°C

★ 1 mol من كلوريد الكالسيوم (3 مول أيونات $\times -1.86$) يجعل 1 kg من الماء يتجمد عند درجة -5.58°C

(علك) رشح كميات كبيرة من الملح على الطرق في البلاد الباردة عند سقوط الأمطار لمنع انزلاق السيارات وللتقليل من الحوادث حيث أن ذوبان الملح في ماء المطر يؤدي إلى انخفاض درجة تجمد الماء وبالتالي تقل كمية الجليد على الطرق.

(س) ما العلاقة بين خواص المحلول وخواص المذيب النقي المكون له ؟

«من حيث : الضغط البخاري - درجة التجمد - درجة التجمد»

الضغط البخاري للمحلول >	الضغط البخاري للمذيب النقي المكون له
درجة غليان المحلول <	درجة غليان المذيب النقي المكون له
درجة تجمد المحلول >	درجة تجمد المذيب النقي المكون له

المعلقات

مخاليط غير متجانسة قطر الدقائق المكونة له أكبر من 1000 nm ويمكن تمييزها بالعين المجردة
خواصها:

- ١- مخلوط غير متجانس.
 - ٢- يتكون من دقائق قطر كل منها أكبر من 1000 nm
 - ٣- تترسب الدقائق المكونة له، إذا ترك بدون رج.
 - ٤- يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالعين المجردة.
 - ٥- يمكن فصل مكوناته بالترشيح، حيث تحتجز ورقة الترشيح الدقائق المعلقة في حين ينفذ الماء من خلالها.
- من أمثلتها: ★ الطباشير في الماء. ★ الرمل في الماء.
★ السكر في البنزين. ★ الملح في البنزين.

الغرويات

مخاليط غير متجانسة قطر الدقائق المكونة له تتراوح ما بين (1 : 1000 nm) ويمكن تمييزها بالمجهر فقط
خواصها:

- ١- مخلوط غير متجانس (متجانس ظاهرياً).
- ٢- يتكون من دقائق تتراوح أقطارها ما بين 1 : 1000 nm
- ٣- لا تترسب الدقائق المكونة له، إذا ترك بدون رج.
- ٤- يمكن تمييز الدقائق المكونة له بالمجهر فقط.
- ٥- لا يمكن فصل مكوناته بالترشيح.
- ٦- يختلف شكله باختلاف تركيزه، فعند :
★ زيادة تركيزه يأخذ شكل الحليب أو السحب.
★ تخفيفه تخفيفاً شديداً، يبدو رائق (صافي).

(علك) يمكن التمييز بين المحلول والغروي باستخدام الضوء فيما يعرف بـ «ظاهرة تداال»

لأن المحلول ينفذ الضوء الساقط عليه لصغر أقطار الدقائق المكونة له، بينما الغروي يشتتة للكبر النسبي لدقائقه

(س) ما يتكون النظام الغروي؟

- يتكون النظام الغروي من :
① صنف منتشر (يقابل المذاب في المحلول)
② وسط الانتشار (يقابل المذيب في المحلول)

جدول يوضح بعض الأنظمة الغروية :

أمثلة	النظام	
	وسط الانتشار	الصف المنتشر
الكريمة – البيض المخفوق	سائل	غاز
حلوى الهلام المصنوعة من سكر رذاذ الأيروسولات	صلب	غاز
مستحلب الزيت والخل – المايونيز	غاز	سائل
جل الشعر	سائل	سائل
الغبار أو التراب في الهواء	صلب	سائل
الدهانات – الدم – النشا في الماء الدافئ	غاز	صلب
	سائل	صلب

(علك) لا يوجد نظام غروي غاز في غاز

لأن الغازات تمتزج ببعضها مكونة مخاليط متجانسة (محاليل) ، والغروي خليط غير متجانس.

طرق تحضير الغرويات :

طريقة التثخين	طريقة الانتشار	طريقة التحضير
يتم فيها تجميع الدقائق صغيرة الحجم إلى دقائق بحجم دقائق الغرويات وذلك عن طريق بعض العمليات مثل : التحلل المائي – الأكسدة والاختزال	يتم فيها تفتيت الدقائق كبيرة الحجم إلى دقائق بحجم دقائق الغرويات، ثم تضاف إلى وسط الانتشار مع التقليب	طريقة التحضير
(علك) عند تفاعل كبريتيد الهيدروجين مع ثاني أكسيد الكبريت يتكون غروي بطريقة التثخين لتجمع ذرات الكبريت في الماء بحجم دقائق الغروي	(علك) عند تقليب النشا في الماء الساخن يتكون غروي بطريقة الانتشار لتفتت دقائق النشا كبيرة الحجم إلى دقائق أصغر تنتشر في الماء (وسط الانتشار)	مثال
$2H_2S_{(aq)} + SO_{2(g)} \longrightarrow 3S_{(s)} + 2H_2O_{(l)}$		

الغروي	المعلق	المحلول	أمثلة
① اللبن ② الدم ③ الأيروسولات ④ جل الشعر ⑤ مستحلب المايونيز	① السكر في الكيروسين ② ملح الطعام في الكيروسين ③ كلوريد الكوبلت II في الكيروسين	① السكر في الماء ② ملح الطعام في الماء ③ كلوريد الكوبلت II في الماء	أمثلة
غير متجانس	غير متجانس	متجانس	التجانس
تتراوح بين 1:1000 nm	أكبر من 1000 nm	أقل من 1 nm	حجم الدقائق المكونة له
يمكن تمييزها بالمجهر فقط	يمكن تمييزها بالعين المجردة	لا يمكن تمييزها بالعين المجردة أو بالمجهر	تمييز الدقائق المكونة له
يشنت الضوء الساقط عليها	يشنت الضوء الساقط عليها	ينفذ الضوء الساقط عليها	نفاذية الضوء
لا تترسب	تترسب	لا تترسب	ترسب الدقائق بعد الرج
لا يمكن فصلها	يمكن فصلها	لا يمكن فصلها	فصل الدقائق بالترشيح

تقويم الفصل الأول (المحاليل والغرويات)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- الهواء الجوي يمثل محلولاً غازياً من النوع
 أ - غاز في غاز ب - غاز في سائل ج - سائل في غاز د - صلب في غاز
- ٢- الماء مذيب قطبي بسبب فرق السالبية بين الأكسجين والهيدروجين والزوايا بين الروابط والتي قيمتها حوالي
 أ - 104.5° ب - 105.4° ج - 90° د - 140.5°
- ٣- من أمثلة الإلكتروليتات القوية
 أ - $H_2O(l)$ ب - البنزين ج - $HCl(g)$ د - $HCl(aq)$
- ٤- عند إذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم في كمية من الماء ثم أكمل المحلول حتي 250 ml يكون التركيز [Na= 23 , O = 16 , H=1]
 أ - 1M ب - 0.5 M ج - 2 M د - 0.25 M
- ٥- يعتبر محلول صلب من النوع صلب في صلب
 أ - النيكل كروم ب - السكر في الماء ج - النفتالين في الهواء د - جميع ما سبق
- ٦- إذا كانت ذوبانية أحد الأملاح تساوي H_2O 50g/100g فعند تكوين محلول مُشبع من هذا الملح في 300g H_2O يلزم استخدام من الملح.
 أ - 30 ب - 50 ج - 100 د - 150
- ٧- يذوب السكر في الماء عن طريق تكوين روابط
 أ - تساهمية ب - أيونية ج - فلزية د - هيدروجينية
- ٨- الوحدة المستخدمة في التعبير عن التركيز المولالي لمحلول ما هي
 أ - mol / L ب - g / eq.L ج - g / L د - mol / kg
- ٩- اللتر من محلول 0.25 M من الصودا الكاوية تحتوي على من NaOH [Na=23,O=16,H=1]
 أ - 4 mol ب - 0.25 mol ج - 10 g د - (ب ، ج) معاً
- ١٠- إذا أذيب 1 mol من كل من المواد التالية في 1 L من الماء فأى منها يكون له الأثر الأكبر في الضغط البخاري لمحلولها ؟
 أ - KBr ب - $C_6H_{12}O_6$ ج - $MgCl_2$ د - $CaSO_4$
- ١١- إذا كان درجة تجمد محلول من سكر الجلوكوز $-1.86^\circ C$ ، فإن درجة تجمد محلول كبريتات البوتاسيوم له نفس التركيز يساوي
 أ - $0^\circ C$ ب - $-1.86^\circ C$ ج - $-3.72^\circ C$ د - $-5.58^\circ C$
- ١٢- في النظام الغروي يقابل المذيب في المحلول.
 أ - الصنف المنتشر ب - المذاب ج - وسط الانتشار د - المعلق

٢ علل لما يأتي :

- ١- مذاق الحلو لمحلول السكر في الماء في كل جزء من أجزائه.
- ٢- جزيئات الماء على درجة عالية من القطبية.
- ٣- حمض الهيدروكلوريك إلكتروليت قوي، بينما حمض الخليك إلكتروليت ضعيف.
- ٤- لا توجد أيونات الهيدروجين H^+ (بروتونات) في المحاليل المائية للأحماض في صورة منفردة.
- ٥- الكحول الإيثيلي من اللاإلكتروليتات.
- ٦- ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء.
- ٧- لا يذوب الزيت في الماء ولكنه يذوب في البنزين.
- ٨- يذوب السكر في الماء على الرغم من أنه من المواد غير القطبية.

- ٩- الضغط البخاري للمحلول أقل دائماً من الضغط البخاري للمذيب النقي المكون له.
- ١٠- يستدل على نقاء السوائل من درجة الغليان.
- ١١- إرتفاع درجة غليان المحلول عن درجة غليان المذيب النقي المكون له.
- ١٢- إرتفاع درجة غليان محلول كربونات الصوديوم عن محلول كلوريد الصوديوم رغم ثبات كتلة كل من المذاب والمذيب في كلا المحلولين.
- ١٣- درجة غليان محلول NaCl تساوي درجة غليان محلول KNO_3 له نفس التركيز.
- ١٤- درجة تجمد المحلول أقل دائماً من درجة تجمد المذيب النقي.
- ١٥- الانخفاض في درجة تجمد محلول كلوريد الصوديوم ضعف الانخفاض في درجة تجمد محلول سكر الجلوكوز الذي له نفس التركيز.
- ١٦- رش كميات كبيرة من الملح على الطرق في البلاد الباردة عند تساقط الجليد.
- ١٧- النظام الغروي حالة وسط بين المحلول والمعلق.
- ١٨- لا يوجد نظام غروي غاز في غاز.
- ١٩- ينتج عن ذوبان السكر في الماء محلولاً بينما ذوبان اللبن المجفف في الماء ينتج عنه غروي.
- ٢٠- ينتج عن تقليب مسحوق الطباشير في الماء نظام معلق.

٣ ما المقصود بكل من ؟

- ١- الذوبانية.
- ٢- المحلول المشبع.
- ٣- درجة الغليان الطبيعية.
- ٤- درجة الغليان المقاسة.
- ٥- الماء مذيب قطبي.
- ٦- النسبة المئوية (m/m) لمحلول تساوي 25%
- ٧- النسبة المئوية (v/v) لمحلول تساوي 20%
- ٨- محلول حمض الكبريتيك 0.2 M
- ٩- محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 m
- ١٠- الغرويات متجانسة ظاهرياً

٤ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- مخلوط متجانس لا يمكن تمييز مكوناته سواء بالعين المجردة أو بالميكروسكوب المركب.
- ٢- مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر غير متحدتين كيميائياً.
- ٣- المادة التي توجد في المحلول بنسبة أكبر.
- ٤- قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية نحوها.
- ٥- رابطة تساهمية تربط بين ذرتين مختلفتين في السالبية الكهربائية.
- ٦- الجزيئات التي يحمل إحدى طرفيها شحنة موجبة جزئية δ^+ والطرف الآخر شحنة سالبة جزئية δ^- .
- ٧- المواد التي توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربائي عن طريق حركة أيوناتها.
- ٨- مواد تامة التأين توصل التيار الكهربائي بدرجة كبيرة.
- ٩- مواد غير تامة التأين توصل التيار الكهربائي بدرجة ضعيفة.
- ١٠- المواد التي لا توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربائي لعدم وجود أيونات.
- ١١- المحلول الذي يتقبل إضافة كمية أخرى من المذاب عند درجة حرارة معينة.
- ١٢- المحلول الذي يحتوي على أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.
- ١٣- المحلول الذي يمكن الحصول عليه بإضافة المزيد من المذاب إلى المحلول المُشبع مع التسخين.
- ١٤- المحلول الذي تكون كمية المذاب فيه كبيرة ولكنها أقل من المذيب.
- ١٥- المحلول الذي تكون كمية المذاب فيه صغيرة بالنسبة لكمية المذيب.
- ١٦- كتلة المذاب في 100 g من المذيب عند درجة حرارة معينة.
- ١٧- النسبة المئوية لكتلة المذاب في 100 g من المحلول.
- ١٨- النسبة المئوية لحجم المذاب في 100 mL من المحلول.
- ١٩- عدد المولات المذابة في لتر من المحلول.
- ٢٠- عدد مولات المذاب في كيلو جرام من المذيب.

- ٢١- الضغط الذي يؤثر به البخار على سطح السائل عندما يكون البخار في حالة إتزان مع السائل داخل إناء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين.
- ٢٢- درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي المعتاد.
- ٢٣- درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع عليه.
- ٢٤- مخلوط غير متجانس قطر الدقائق المكونة له أكبر من 1000 nm
- ٢٥- مخلوط غير متجانس قطر الدقائق المكونة له تتراوح ما بين 1 : 1000 nm
- ٢٦- طريقة لتحضير الغرويات يتم فيها تفتيت الدقائق كبيرة الحجم ثم إضافتها لوسط انتشار مع التقليل.
- ٢٧- طريقة لتحضير الغرويات عن طريق عمليتي الأكسدة والاختزال.

٥ صوب ما تحت خطا في العبارات الآتية :

- ١- التركيز المولالي للمحلول الذي يحتوي على 0.5mol من المذاب في 500g من المذيب = 2mol/kg
- ٢- تعتبر **المولارية** أنسب الطرق للتعبير عن تركيز المكونات الصناعية.
- ٣- يعبر عن التركيز المولالي لمحلول بمعلومية عدد مولات المذاب في **100 g** من المحلول.
- ٤- عند حساب **مولارية** محلول ما يجب معرفة حجم كل من المذيب والمذاب فقط.

٦ أسئلة متنوعة :

- ١- أذيب عدد من المولات المتساوية من ملحي MgCl_2 ، KCl في حجمين متساويين من الماء ، أي المحلولين له درجة غليان أعلى؟ فسر اجابتك؟
- ٢- رتب المحاليل التالية والتي لها نفس التركيز تصاعدياً حسب درجة التجمد ، مع بيان السبب :
- (١) السكروز (٢) كبريتات الألومنيوم (٣) ملح الطعام (٤) كربونات البوتاسيوم.
- ٣- ما نوع النظام الغروي (الصف المنتشر ووسط الانتشار) في كل تطبيق مما يأتي :
- (١) المايونيز (٢) التراب في الهواء (٣) جل الشعر (٤) الدم

٧ حل المسائل التالية :

- ١- عند إضافة **10 g** من السكروز إلى كمية من الماء **240 g** ، احسب النسبة المئوية للسكروز في المحلول. (4%)
- ٢- أضف **25 ml** إيثانول إلى كمية من الماء ، ثم اكمل المحلول إلى **50 ml** ، احسب النسبة المئوية للإيثانول في المحلول. (50%)
- ٣- أحسب التركيز المولالي لمحلول حجمه **200 ml** من هيدروكسيد الصوديوم، إذا علمت أن كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فيه **20 g**. $[\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1]$ (2.5M)
- ٤- أحسب التركيز المولالي للمحلول المحضر بإذابة **53 g** كربونات صوديوم في **400 g** من الماء. $[\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{C}=12]$ (1.25m)
- ٥- احسب التركيز المولالي للمحلول المُحضر بإذابة **19.6 g** من حمض الكبريتيك لتكوين محلول كتلته **519.6 g** $[\text{S}=32, \text{O}=16, \text{H}=1]$ (0.4m)
- ٦- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم الموجودة في **100 ml** من محلول تركيزه **0.2 M** $[\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1]$ (0.8g)

الفصل الثاني : الأحماض والقواعد

Acids and Bases

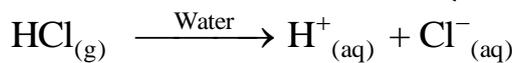
القواعد	الأحماض	
① لها طعم قابض (مُر) . ② تغير لون صبغة عباد الشمس إلى الأزرق. ③ لها ملمس صابوني ناعم. ④ تتفاعل مع الأحماض ويتكون ملح وماء. $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HNO}_3_{(aq)} \longrightarrow \text{NaNO}_3_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	① لها طعم لاذع ② تغير لون صبغة عباد الشمس إلى اللون الأحمر ③ تتفاعل مع الفلزات النشطة ويتصاعد غاز الهيدروجين. $\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{ZnCl}_2_{(aq)} + \text{H}_2_{(g)}$ ④ تتفاعل مع القواعد وتعطي ملح وماء. ⑤ تتفاعل مع أملاح الكربونات والبيكربونات ويحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الراق. $\text{Na}_2\text{CO}_3_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_2_{(g)}$	الخواص الظاهرية
① استخدامات منزلية. ② صناعة الصابون والمنظفات الصناعية والأدوية والأصباغ.	① الخل يستخدم في الأطعمة وعمليات التنظيف. ② تدخل في الكثير من الصناعات الكيماوية مثل الأسمدة والمتفجرات والأدوية واللاستيك وبطاريات السيارات	بعض استخداماتها
① هيدروكسيد الصوديوم ويوجد في الصابون ② بيكربونات الصوديوم ويوجد في صودا الخبز ③ كربونات الصوديوم المتهدرته وتوجد في صودا الغسيل	① حمض الستريك وحمض الاسكوربيك وتوجد في النباتات الحمضية مثل الليمون والبرتقال والطماطم ② حمض الكربونيك وحمض الفوسفوريك وتوجد في المشروبات الغازية ③ حمض اللاكتيك ويوجد في منتجات الألبان (الجبن والزبادي)	يقوم بعض منتجاتها

النظريات التي وضعت لتعريف الحمض والقاعدة

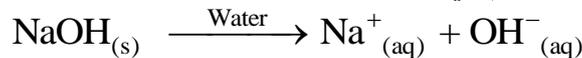
(علك) بعد التعريف التجريبي (التنفيذية) المعتمد على الخواص الظاهرية للأحماض والقواعد تعريفاً قاصراً لأنه يقوم على الملاحظة فقط دون وصف أو تفسير لخواص الأحماض والقواعد غير المرئية والتي أدت إلى سلوك كل منها. لذا ظهرت عدة نظريات للوصول إلى تعريف أكثر شمولاً يعطي فرصة للتنبؤ بسلوك هذه المواد من خلال الدراسات والتجارب ، ومن هذه النظريات :

١ نظرية أرهينيوس : The Arrhenius Theory

التوصيل الكهربائي للمحاليل المائية للأحماض والقواعد يثبت وجود أيونات فيها فعند ذوبان كلوريد الهيدروجين في الماء فإنه يتأين إلى أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد.



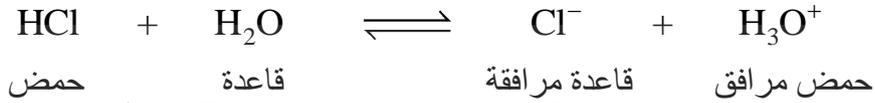
كذلك عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء فإنه يتفكك مكوناً أيونات صوديوم وأيونات هيدروكسيد.



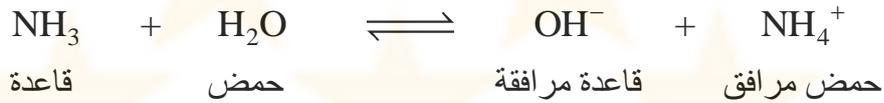
القاعدة المرافقة : المادة الناتجة بعدما يفقد الحمض بروتوناً H^+

الحمض المرافق : المادة الناتجة عن اكتساب القاعدة بروتوناً H^+

⊛ عند إذابة حمض HCl في الماء يعتبر HCl حمضاً لأنه يمنح بروتوناً إلى الماء وبالتالي يعتبر الماء قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون ويصبح ايون الكلوريد Cl^- قاعدة مرافقة بينما أيون الهيدرونيوم H_2O^+ حمض مرافق.



⊛ عند إذابة حمض NH_3 في الماء يعتبر NH_3 قاعدة لأنه يستقبل بروتوناً من الماء وبالتالي يعتبر الماء حمض لأنه يفقد هذا البروتون ويصبح ايون الكلوريد OH^- قاعدة مرافق بينما أيون الأمونيوم NH_4^+ حمض مرافق.



(علك) يعتبر النشادر قاعدة على الرغم من عدم احتوائه على مجموعة هيدروكسيد (OH^-) في تركيبه لأنه طبقاً لنظرية برونشتد لوري يستقبل بروتوناً من مادة أخرى (كالماء) أثناء تفاعله معه.

(علك) يمكن اعتبار الماء حمض وقاعدة حسب تعريف برونشتد - لوري لأنه الماء يمكنها أن تتفاعل كحمض بإعطاء بروتون H^+ للقواعد ويمكنها أن تتفاعل كقاعدة باستقبال بروتون H^+ من الأحماض.

(سن) وضع كل من الحمض والقاعدة والحمض المرافق والقاعدة المرافقة حسب تعريف برونشتد - لوري لكل من المعادلات التالية :



٣ نظرية لويس Lewis Theory :

وضع العالم جيلبرت لويس 1923م نظرية أكثر شمولاً لتعريف كل من الحمض والقاعدة تنص على :

الحمض : هو المادة التي تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات

القاعدة : هي المادة التي تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات

فعند اتحاد أيون الهيدروجين (H^+) مع أيون الفلوريد (F^-) يعتبر (H^+) حمض لويس وأيون (F^-) قاعدة لويس ويتضح ذلك من الشكل التالي :



(سن) في ضوء فهمك لنظريات تعريف الأحماض والقواعد وضع كل من الحمض والقاعدة بتعريف كل من :

(٢) لويس.

(١) برونشتد - لوري.

في عملية ذوبان غاز النشادر NH_3 في الماء ، مع تعليل إجابتك

تصنيف الأحماض والقواعد

Classification of Acids and Bases

أولاً : الأحماض : يمكن تصنيف الأحماض وفق بعض الأسس كما يلي :

(١) تبعاً لدرجة تأينها في المحلول تنقسم إلى :

أحماض ضعيفة	أحماض قوية	التعريف
هي الأحماض غير تامة التأين بمعنى أن جزءاً ضئيلاً من الجزيئات يتفكك إلى أيونات وتوصل التيار الكهربائي بدرجة ضعيفة ، لذلك تعتبر إلكتروليات ضعيفة	هي الأحماض تامة التأين ، أي أن جميع جزيئاتها تتأين في المحلول إلى أيونات ومحاليلها توصل التيار الكهربائي بدرجة كبيرة نسبياً بسبب احتوائها على كمية كبيرة من الأيونات ، لذلك تعتبر إلكتروليات قوية	
حمض الأسيتيك (الخل) CH_3COOH الذي يتأين في الماء إلى أيون هيدرونيوم وأنيون الأسيتات - حمض الفوسفوريك H_3PO_4 - جميع الأحماض العضوية	حمض الهيدروبروميك HI - حمض البيروكلوريك HClO_4 - حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الكبريتيك H_2SO_4 - حمض النيتريك HNO_3 - حمض الهيدروبروميك HBr	أمثلة

يتأين حمض الأسيتيك وفقاً للمعادلة التالية : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

ملاحظة	لا توجد علاقة بين قوة الحمض وعدد ذرات الهيدروجين في تركيبه الجزيئي فحمض الفوسفوريك H_3PO_4 يحتوي الجزيء منه على ثلاث ذرات هيدروجين ، ومع ذلك هو حمض أضعف من حمض النيتريك HNO_3 الذي يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة.

(٢) تبعاً لمصدرها وتنقسم إلى :

أحماض معدنية	أحماض عضوية	التعريف
هي تلك الأحماض التي يدخل في تركيبها عناصر لافلززية غالباً مثل الكلور والكبريت والنيروجين والفوسفور وغيرها وليست من أصل عضوي	هي الأحماض التي لها أصل عضوي (نباتي أو حيواني) وتستخلص من أعضاء الكائنات الحية	
حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الفوسفوريك H_3PO_4 - حمض البيروكلوريك HClO_4 - حمض الكربونيك H_2CO_3 - حمض النيتريك HNO_3 - حمض الكبريتيك H_2SO_4	حمض الفورميك - حمض الأسيتيك - حمض اللاكتيك - حمض الستريك - حمض الأكساليك	أمثلة

(٣) تبعاً لقاعدية الحمض وهي عدد ذرات الهيدروجين البديل (البروتون) التي يتفاعل عن طريقها الحمض :

أحادية البروتون (القاعدية)	ثنائية البروتون (القاعدية)	ثلاثية البروتون (القاعدية)	التعريف
هي أحماض يعطي الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً	هي أحماض يعطي الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين	هي أحماض يعطي الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاثة	
حمض الهيدروكلوريك HCl حمض الأسيتيك CH_3COOH حمض النيتريك HNO_3 حمض الفورميك HCOOH	حمض الكبريتيك H_2SO_4 حمض الكربونيك H_2CO_3 حمض الأكساليك COOH	حمض الفوسفوريك H_3PO_4 حمض السيتريك	أمثلة

ثانياً : القواعد : يمكن تصنيف القواعد وفق بعض الأسس كما يلي :

(١) تبعاً لدرجة تفككها في المحلول كما يلي :

قواعد قوية	قواعد ضعيفة	التعريف
قواعد تامة التأيّن وتعتبر إلكترونات قوية	قواعد غير تامة التأيّن وتعتبر إلكترونات ضعيفة	
أمثلة : هيدروكسيد البوتاسيوم KOH هيدروكسيد الصوديوم NaOH هيدروكسيد الباريوم Ba(OH) ₂	هيدروكسيد الأمونيوم NH ₄ OH	

(٢) تبعاً لتركيبها الجزيئي :

بعض المواد تتفاعل مع الحمض وتعطي ملح وماء لذا تعتبر قواعد مثل :

١- أكاسيد الفلزات Metal Oxides :

أمثلة : أكسيد الحديد II FeO – أكسيد الماغنسيوم MgO

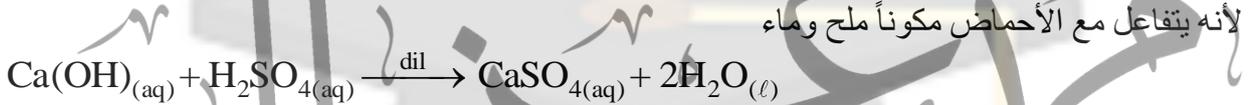
(علل) أكسيد الحديد II FeO من القواعد



٢- هيدروكسيدات الفلزات Metal Hydroxides :

أمثلة : هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)₂ – هيدروكسيد الصوديوم NaOH

(علل) هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)₂ من القواعد

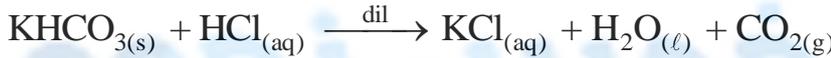
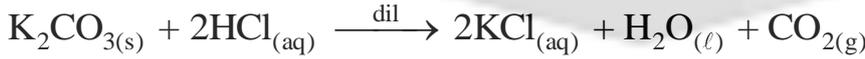


٣- كربونات أو بيكربونات الفلزات Metal Carbonates (Or Bicarbonates) :

أمثلة : كربونات البوتاسيوم K₂CO₃ – بيكربونات البوتاسيوم KHCO₃

(علل) كربونات البوتاسيوم K₂CO₃ وبيكربونات البوتاسيوم KHCO₃ من القواعد

لأنها تتفاعل مع الأحماض مكوناً ملح وماء وثاني أكسيد الكربون



تجربة اختبار الحموضة (الحامضية) : تفاعل كربونات أو بيكربونات الصوديوم مع الأحماض ليتكون ملح

وماء وثاني أكسيد الكربون الذي يتصاعد بفوران ليعكر ماء الجير الرائق

☼ القواعد التي تذوب في الماء تسمى قلويات Alkalis

القلويات Alkalis : المواد التي تذوب في الماء وتعطي أيون الهيدروكسيد OH⁻

أي أن القلويات هي جزء من القواعد ، وبالتالي فإن كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات.

(علل) ليس كل القواعد قلويات

لأنه هناك قواعد لا تذوب في الماء.

الكشف عن الأحماض والقواعد

أولاً : الأدلة (الكواشف) Indicators :

أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير نوع المحلول

(علك) الأدلة يتغير لونها بتغير نوع المحلول

لاختلاف لون الدليل المتأين عن لون الدليل غير المتأين

استخدام الأدلة (الكواشف) :

① التعرف على نوع المحلول.

② عملية المعايرة بين الحمض والقاعدة.

الجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأدلة ولونها في الأوساط المختلفة :

لون الدليل في الوسط			اسم الدليل
القاعدي pH > 7	المتعادل pH = 7	الحمضي pH < 7	
أصفر	برتقالي	أحمر	ميثيل برتقالي
أزرق	أخضر	أصفر	بروموثيمول الأزرق
أحمر وردي	عديم اللون	عديم اللون	فينولفثالين
أزرق	بنفسجي	أحمر	عباد الشمس

(علك) لا يستخدم وسط حمضي في التمييز بين دليل الميثيل البرتقالي ودليل عباد الشمس

لأن كل منهما يتلون باللون الأحمر.

(علك) لا يستخدم وسط قاعدي في التمييز بين دليل بروموثيمول الأزرق ودليل عباد الشمس

لأن كل منهما يتلون باللون الأزرق.

(علك) لا يستخدم دليل الفينولفثالين في التمييز بين الوسط الحمضي والوسط المتعادل.

لأنه يكون عديم اللون في الوسطين.

ثانياً : الرقم الهيدروجيني pH :

أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من 0 إلى 14

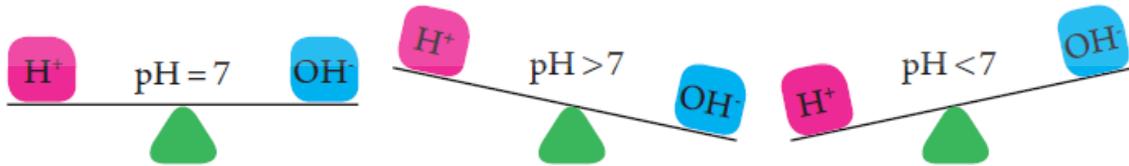
تقدر قيمة pH للمحاليل المختلفة بطريقتين : ① جهاز رقمي. ② شريط ورقي.

جميع المحاليل المائية تحتوي على أيوني H^+ و OH^- وتعتمد قيمة pH على تركيز كل منهما :

★ إذا كان تركيز $OH^- < H^+$ يكون المحلول حمضي وتكون قيمة pH أقل من 7

★ إذا كان تركيز $OH^- > H^+$ يكون المحلول قاعدي وتكون قيمة pH أكبر من 7

★ إذا كان تركيز $OH^- = H^+$ يكون المحلول متعادل وتكون قيمة pH = 7



★ يعتبر الخل وعصير الليمون وعصير الطماطم من المواد الحمضية.

★ يعتبر بياض البيض وصودا الخبيز والمنظفات من المواد القاعدية.

الأملاح Salts

وجود الأملاح :

- 1- توجد بكثرة في القشرة الأرضية.
- 2- توجد ذائبة في ماء البحر أو مترسبة في قاعه.

تسمية الأملاح : Nomenclature of Salts

يتكون الملح عن ارتباط الأيون السالب للحمض (الأيون X^-) مع الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون M^+) لينتج الملح (MX) لذلك فإن الاسم الكيميائي للملح يتكون من مقطعين فنقول مثلاً كلوريد صوديوم أو نترات بوتاسيوم وهكذا ... فالمقطع الأول يدل على الأيون السالب للحمض (الأنيون) والذي يطلق عليه الشق الحمضي للملح. بينما المقطع الثاني يدل على الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون) والذي يطلق عليه الشق القاعدي للملح.

فعند اتحاد حمض النيتريك (HNO_3) مع هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) فإن الملح الناتج يسمى نترات بوتاسيوم (KNO_3)



وتتوقف الصيغة الكيميائية للملح الناتج على تكافؤ كل من الأنيون والكاتيون ، والجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأملاح وصيغتها والأحماض التي حضرت منها .

الحمض	الشق الحمضي (أنيون)	الشق القاعدي (كاتيون)	أمثلة لبعض أملاح الحمض
النيتريك HNO_3	نترات NO_3^-	بوتاسيوم K^+	نترات البوتاسيوم KNO_3
الهيدروكلوريك HCl	كلوريد Cl^-	صوديوم Na^+	كلوريد الصوديوم $NaCl$
الأسيتيك (الخلبك) CH_3COOH	أسيتات (خلات) CH_3COO^-	بوتاسيوم K^+	أسيتات البوتاسيوم CH_3COOK
الكبريتيك H_2SO_4	كبريتات SO_4^{2-}	صوديوم Na^+	بيكبريتات صوديوم $NaHSO_4$
الكربونيك H_2CO_3	كربونات CO_3^{2-}	صوديوم Na^+	كربونات صوديوم Na_2CO_3
	بيكربونات HCO_3^-	صوديوم Na^+	بيكربونات صوديوم $NaHCO_3$
		ماغنسيوم Mg^{2+}	بيكربونات ماغنسيوم $Mg(HCO_3)_2$
		رصاص Pb^{2+}	نترات الرصاص II $Pb(NO_3)_2$
		حديد III Fe^{3+}	نترات حديد III $Fe(NO_3)_3$
		ماغنسيوم Mg^{2+}	كلوريد ماغنسيوم $MgCl_2$
		ألومنيوم Al^{3+}	كلوريد ألومنيوم $AlCl_3$
		نحاس II Cu^{2+}	أسيتات النحاس II $(CH_3COO)_2Cu$
		حديد III Fe^{3+}	أسيتات حديد III $(CH_3COO)_3Fe$
		صوديوم Na^+	كبريتات صوديوم Na_2SO_4
		نحاس II Cu^{2+}	كبريتات نحاس $CuSO_4$
		صوديوم Na^+	بيكبريتات صوديوم $NaHSO_4$
		ألومنيوم Al^{3+}	بيكبريتات ألومنيوم $Al(HSO_4)_3$
		صوديوم Na^+	كربونات صوديوم Na_2CO_3
		كالسيوم Ca^{2+}	كربونات كالسيوم $CaCO_3$
		صوديوم Na^+	بيكربونات صوديوم $NaHCO_3$
		ماغنسيوم Mg^{2+}	بيكربونات ماغنسيوم $Mg(HCO_3)_2$

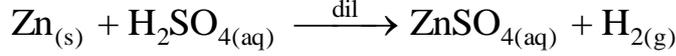
ملاحظات على الجدول السابق :

بعض الأحماض لها نوعان من الأملاح مثل حمض الكبريتيك والكربونيك ، وهناك بعض الأحماض لها ثلاث أملاح مثل حمض الفوسفوريك ، ويرجع هذا إلى عدد ذرات الهيدروجين في جزيء الحمض. الملح الذي يحتوي على هيدروجين في الشق الحمضي له يسمى بإضافة (بي Bi) أو كلمة هيدروجينية مثل بيكبريتات HSO_4^- أو كبريتات هيدروجينية. تدل الأرقام I , II , III على تكافؤ الفلز وتكتب في حالة الفلزات التي لها أكثر من تكافؤ. في حالة أملاح الأحماض العضوية مثل أسيتات البوتاسيوم CH_3COOK يكتب الشق الحمضي في الرمز إلى اليسار والقاعدي إلى اليمين.

تحضير الأملاح :

١- تفاعل الفلزات مع الأحماض المخففة : الفلزات التي تسبق الهيدروجين في متسلسلة النشاط الكيميائي تحل محله في محاليل الأحماض المخففة ويتصاعد الهيدروجين الذي يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مشتعلة اليه وتبقي ذائباً في الماء.

فلز (نشط) + حمض $\xrightarrow{\text{مخفف}}$ ملح الحمض + هيدروجين \uparrow



ويمكن فصل الملح الناتج بتسخين المحلول فيتبخر الماء ويتبقى الملح

٢- تفاعل أكاسيد الفلزات مع الأحماض : وتستخدم هذه الطريقة عادة في حالة صعوبة تفاعل الفلز مع الحمض مباشرة سواء بسبب خطورة التفاعل او لقلّة نشاط الفلز عن الهيدروجين .

أكسيد فلز + حمض \longrightarrow ملح الحمض + ماء



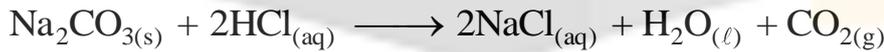
٣- تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض : وتصلح هذه الطريقة في حالة هيدروكسيدات الفلزات القابلة للذوبان في الماء والتي تعتبر من القلويات

قلوي + حمض \longrightarrow ملح الحمض + ماء



ويعرف هذا النوع من التفاعلات بالتعادل Neutralization وتستخدم تفاعلات التعادل في التحليل الكيميائي لتقدير تركيز حمض او قلوي مجهول التركيز باستخدام قلوي او حمض معلوم التركيز في وجود كاشف (دليل) مناسب، ويحدث التعادل عندما تكون كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القلوي.

٤- تفاعل كربونات أو بيكربونات الفلز مع الحمض : وهي أملاح حمض الكربونيك وهو غير ثابت (درجة غليانه منخفضة) يمكن لأي حمض آخر أكثر ثباتاً منه ان يطرده من أملاحه ويحل محله ويتكون ملح الحمض الجديد وماء يتصاعد غاز ثاني اكسيد الكربون ويستخدم هذا التفاعل في إختبار الحامضية .



المحاليل المائية للأملاح Salt Solutions

تنقسم المحاليل المائية للأحماض الى ثلاث أنواع هي :

(١) محلول حمضي يتميز بـ :

يتكون من تفاعل حمض قوي و قاعدة ضعيفة ($\text{pH} < 7$)
من أمثلتها : محلول كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl).

(٢) محلول قاعدي يتميز بـ :

يتكون من تفاعل حمض ضعيف و قاعدة قوية ($\text{pH} > 7$)
من أمثلتها : محلول كربونات الصوديوم (Na_2CO_3).

(٣) محلول متعادل يتميز بـ :

يتكون عندما يتساوى قوة الحمض و قوة القاعدة ($\text{pH} = 7$)
من أمثلتها : محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) ومحلول أسيتات الأمونيوم ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$).

تقويم الفصل الثاني (المحاليل والأحماض والقواعد)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- بعضها حمضي وبعضها الآخر قاعدي.....
أ - الأدوية ب - المتفجرات ج - الصابون د - الأصباغ
- ٢- تتفاعل الأحماض مع أملاح الكربونات والبيكربونات ويتصاعد غاز.....
أ - الهيدروجين ب - الأكسجين ج - ثاني أكسيد الكربون د - ثاني أكسيد الكبريت
- ٣- في تفاعل الأمونيا مع حمض الهيدروكلوريك يعتبر أيون الأمونيوم $(NH_4)^+$
أ - حمض مرافق ب - قاعدة ج - قاعدة مرافقة د - حمض
- ٤- أحد الأحماض التالية يعتبر حمض قوي.....
أ - حمض الأسيتيك ب - حمض الكربونيك ج - حمض النيتريك د - حمض الستريك
- ٥- حمض الفوسفوريك H_3PO_4 من الأحماض.....
أ - أحادية البروتون ب - ثنائية البروتون ج - ثلاثية البروتون د - عديد البروتون
- ٦- الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمضي يمكن أن تكون.....
أ - 7 ب - 5 ج - 9 د - 14
- ٧- قيمة pH التي يكون عندها لون الفينولفتالين أحمر وردي يمكن أن تكون.....
أ - 2 ب - 4 ج - 6 د - 9
- ٨- في الوسط المتعادل يكون الدليل الذي له لون بنفسجي هو.....
أ - عباد الشمس ب - الفينولفتالين ج - الميثيل البرتقالي د - أزرق برموتيمول
- ٩- الرقم الهيدروجيني pH لمحلول قاعدي يمكن أن تكون.....
أ - 7 ب - 5 ج - 2 د - 8
- ١٠- دليل الفينولفتالين في الوسط الحمضي يكون لونه.....
أ - عديم اللون ب - أحمر وردي ج - أزرق د - بنفسجي
- ١١- جميع ما يلي أحماض معدنية عدا.....
أ - حمض الكبريتيك ب - حمض الفسفوريك ج - حمض الستريك د - حمض الهيدروكلوريك
- ١٢- الأحماض التالية جميعها قوية ما عدا.....
أ - HBr ب - H_2CO_3 ج - $HClO_4$ د - HNO_3
- ١٣- من الأحماض العضوية ثلاثية القاعدية.....
أ - حمض الكبريتيك ب - حمض الفسفوريك ج - حمض الستريك د - حمض الهيدروكلوريك
- ١٤- عند ذوبان ملح..... في الماء ينتج محلولاً حامضياً.....
أ - NH_4Cl ب - NaCl ج - CH_3COONa د - Na_2CO_3
- ١٥- أي الأملاح الآتية يكون محلولاً قلوي التأثير على عباد الشمس؟.....
أ - NH_4Cl ب - K_2CO_3 ج - $NaNO_3$ د - KCl
- ١٦- أي الأملاح الآتية يغير لون صبغة أزرق برومو تيمول إلى اللون الأصفر؟.....
أ - $FeCl_3$ ب - NaCl ج - CH_3COONa د - K_2CO_3
- ١٧- أي الأملاح الآتية يغير لون صبغة الميثيل البرتقالي إلى اللون الأصفر؟.....
أ - $FeCl_3$ ب - NaCl ج - CH_3COONa د - $(NH_4)_2CO_3$
- ١٨- في اختبار الحموضة يتصاعد غاز.....
أ - يشتعل ب - يشتعل بفرقة ج - بني محمر د - يعكر ماء الجير الزرائق
- ١٩- بياض البيض من المواد.....
أ - الحمضية ب - المتعادلة ج - القاعدية د - لا توجد إجابة صحيحة

٢ علل لما يأتي :

- ١- يُعد التعريف التجريبي (التنفيذي) المعتمد على الخواص الظاهرية للأحماض والقواعد تعريفاً قاصراً
- ٢- يُعتبر النشادر قاعدة رغم عدم احتوائه على مجموعة هيدروكسيد (OH) في تركيبه.
- ٣- يمكن اعتبار الماء حمض وقاعدة طبقاً لنظرية برونشتد ولوري.
- ٤- عدم وجود بروتون حر في المحاليل المائية للأحماض.
- ٥- حمضي السيتريك والأسكوربيك من الأحماض العضوية.
- ٦- حمض الفوسفوريك من الأحماض ثلاثية القاعدية.
- ٧- حمض الهيدروكلوريك قوي بينما حمض الأسيتيك ضعيف.
- ٨- كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات.
- ٩- الأدلة أو الكواشف يتغير لونها تبعاً لنوع المحلول.
- ١٠- لا يستخدم دليل الفينولفثالين للتمييز بين الأوساط الحمضية والمتعادلة.
- ١١- لا يستخدم وسط قاعدي في التمييز بين دليل برومو ثيمول الأزرق ودليل عباد الشمس.
- ١٢- لا يستخدم وسط حمضي في التمييز بين دليل الميثيل البرتقالي ودليل عباد الشمس.
- ١٣- تفاعل أملاح الكربونات أو البيكربونات مع بعض الأملاح يعرف بكشف الحموضة.
- ١٤- يسمى ملح $FeCl_3$ بملح كلوريد الحديد III، بينما $AlCl_3$ بملح كلوريد الألومنيوم فقط، لاغم أن تكافؤ الحديد والألومنيوم في الملحين ثلاثي.
- ١٥- حمض الكبريتيك له نوعان من الأملاح.
- ١٦- الرقم الهيدروجيني pH لمحلول كلوريد الألومنيوم أقل من 7
- ١٧- محلول ملح كربونات الصوديوم يغير لون صبغة الميثيل البرتقالي إلى اللون الأصفر.

٣ ما المقصود بكل من ؟

- ١- حمض الكبريتيك له نوعين من الأملاح.
- ٢- حمض السيتريك ثلاثي القاعدية.
- ٣- محلول مائي قيمة الرقم الهيدروجيني له أقل من 7

٤ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

- ١- المواد التي تذوب في الماء لينطلق أيون الهيدروجين الموجب.
- ٢- مواد كيميائية تتفاعل مع القلويات لتنتج ملح وماء.
- ٣- مادة لها طعم قابض وترزق ورقة عباد الشمس المبللة بالماء.
- ٤- المادة التي تذوب في الماء وتعطي أيون أو أكثر من أيونات الهيدروجين الموجبة H^+
- ٥- المادة التي تذوب في الماء وتعطي أيون أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد السالبة OH^-
- ٦- المادة التي تمنح بروتوناً H^+ لمادة أخرى.
- ٧- المادة التي تستقبل بروتوناً H^+ لمادة أخرى.
- ٨- المادة التي تنتج بعدما يفقد الحمض بروتوناً H^+
- ٩- المادة التي تتكون عندما تكتسب القاعدة بروتوناً H^+
- ١٠- المادة التي تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة.
- ١١- المادة التي تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات الحرة.
- ١٢- أمماض تامة التآين في الماء وتوصل التيار الكهربائي توصيلاً تاماً.
- ١٣- أمماض غير تامة التآين في الماء وتوصل التيار الكهربائي توصيلاً ضعيفاً.
- ١٤- عدد أيونات الهيدروجين H^+ البدول التي يفقدها جزيء الحمض عند ذوبانه في الماء.
- ١٥- أمماض يفقد الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين.
- ١٦- أمماض يفقد الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاثة.

- ١٧- مواد تتفاعل مع الحمض لتكون ملح وماء.
 ١٨- قواعد تامة التآين في الماء وتوصل التيار الكهربائي توصيلاً تاماً.
 ١٩- قواعد غير تامة التآين في الماء وتوصل التيار الكهربائي توصيلاً ضعيفاً.
 ٢٠- قواعد تذوب في الماء وتعطي أيونات الهيدروكسيد السالبة OH^-
 ٢١- حمض ضعيف أو قاعدة ضعيفة يتغير لونها بتغير قيمة pH للمحلول.
 ٢٢- أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بقيم تتراوح بين 0 : 14
 ٢٣- اللحظة التي تكون عندها كمية الحمض مكافئة تماماً لكمية القلوي.
 ٢٤- تجربة تستخدم للكشف عن الأحماض بواسطة أملاح الكربونات والبيكربونات.

٥ صوب ما تحته خطاً في العبارات الآتية :

- ١- يتغير لون دليل الفينو لفتالين إلى اللون الأحمر الوردي عند وضعه في الوسط المتعادل.
 ٢- يعتبر حمض الكربونيك H_2CO_3 حمض معدني ثلاثي البروتون.
 ٣- يعتبر حمض الستريك من الأحماض ثنائية البروتون.
 ٤- الحمض طبقاً لتعريف أرهينيوس هو المادة التي تذوب في الماء لينتج أيون OH^- .
 ٥- تعتبر المحاليل ذات الرقم الهيدروجيني أعلى 7 من الأحماض.
 ٦- تتفاعل الأحماض المخففة مع الفلزات النشطة وينتج غاز الأكسجين.
 ٧- يكون المحلول متعادلاً عندما تكون قيمة الرقم الهيدروجيني أكبر من 7.

٦ أسئلة متنوعة :

- ١- أكتب معادلات كيميائية موزونة للتفاعلات التالية ، مع ذكر اسم الملح الناتج من كل تفاعل :

- (١) حمض الكبريتيك مع فلز الخارصين.
 (٢) حمض النيتريك مع محلول مائي من هيدروكسيد البوتاسيوم.
 (٣) حمض الهيدروكلوريك مع كربونات الخارصين.
 (٤) حمض الهيدروكلوريك مع بيكربونات الخارصين.
 (٥) أكسيد النحاس مع حمض الكبريتيك.
 (٦) كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك.

- ٢- كيف تحصل على كل من موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية المتزنة:

(١) كلوريد الحديد II من أكسيد الحديد II

(٢) كبريتات الكالسيوم من هيدروكسيد الكالسيوم.

(٣) كلوريد البوتاسيوم من كربونات البوتاسيوم.

(٤) كلوريد الصوديوم من هيدروكسيد الصوديوم.

(٥) كبريتات النحاس من أكسيد النحاس.

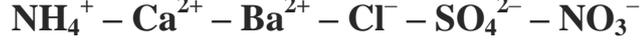
- ٣- قارن بين تعريف الحمض والقاعدة في كل من نظرية أرهينيوس ونظرية برونشند - لوري ، مع

ذكر أمثلة والمعادلات المعبرة عن ذلك .

- ٤- حدد الشق الحمضي والشق القاعدي للأملاح التالية :

نترات بوتاسيوم - أسيتات صوديوم - كبريتات نحاس - فوسفات أمونيوم .

- ٥- استخدم الشقوق التالية في تكوين أملاح ، ثم أكتب أسماء هذه الأملاح :



- ٦- كيف تميز عملياً بين كل من :

- (١) محلول عباد الشمس ومحلول الفينولفتالين (باستخدام حمض الكبريتيك)
 (٢) حمض النيتريك وهيدروكسيد الأمونيوم (باستخدام محلول الميثيل البرتقالي)
 (٣) حمض الهيدروكلوريك وحمض الأسيتيك (باستخدام دائرة كهربائية)
 (٤) هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم (باستخدام دائرة كهربائية)

الفصل الأول : المحتوى الحراري

جميع التغيرات الكيميائية والفيزيائية تصاحبها تغيرات في الطاقة.

أهمية الطاقة في حياتنا :

لا نستطيع الحركة أو القيام بالأنشطة المختلفة سواء كانت ذهنية أو عضلية دون الحاجة إلى الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا.

صور الطاقة عديدة ومنها :

- (١) الطاقة الكيميائية. (٢) الطاقة الحرارية. (٣) الطاقة الضوئية.
(٤) الطاقة الكهربائية. (٥) الطاقة الحركية.

ملاحظة

من خلال تصنيف الطاقة إلى صور مختلفة يمكنك أن تتصور أن كل صورة مستقلة بذاتها عن باقي الصور ، ولكن يوجد علاقة بين جميع صور الطاقة ، حيث تتحول الطاقة من صورة إلى أخرى، وهذا يقودنا إلى نص قانون بقاء الطاقة.

قانون بقاء الطاقة : Law of Conservation of Energy

الطاقة في أي تحول كيميائي أو فيزيائي لا تفنى ولا تنشأ من العدم ، بل تتحول من صورة إلى أخرى

علم الديناميكا الحرارية : هو العلم الذي يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها

الكيمياء الحرارية Thermochemistry : فرع من فروع الديناميكا الحرارية يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية

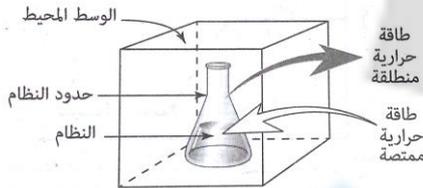
النظام والوسط المحيط

النظام System : هو جزء من الكون الذي يحدث فيه التغير الكيميائي

أو الفيزيائي أو هو الجزء المحدد من المادة الذي توجه إليه الدراسة

الوسط المحيط Surrounding : هو الجزء الذي يحيط بالنظام ويتبادل

معه الطاقة في شكل حرارة أو شغل



(س) : ما علاقة التفاعل الكيميائي بالطاقة؟

معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغيرات في الطاقة ، حيث أن أغلب التفاعلات الكيميائية إما أن ينطلق منها طاقة أو تمتص طاقة ، ويحدث تبادل للطاقة بين وسط التفاعل والوسط الذي يحيط به ، حيث يسمى وسط التفاعل بالنظام والوسط الذي يحيط به يُعرف بالوسط المحيط.

أنواع الأنظمة : Types of systems

النظام المغلق Closed System	النظام المفتوح Opened System	النظام المعزول Isolated System
<p>النظام الذي يسمح بتبادل الطاقة فقط بين النظام والوسط المحيط على صورة حرارة أو شغل</p>	<p>النظام الذي يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة بين النظام والوسط المحيط</p>	<p>النظام الذي لا يسمح بانتقال أي من الطاقة أو المادة بين النظام والوسط المحيط</p>

(علك) يعتبر الترمومتر الطبي نظام مغلق

لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط في صورة حرارة.

القانون الأول للديناميكا الحرارية Heat and Temperature :

أى تغير فى طاقة النظام يكون مصحوباً بتغير فى طاقة الوسط المحيط و لكن بإشارة مخالفة حتى تظل قيمة الطاقة الكلية مقدار ثابت

$$\Delta E_{\text{System}} = - \Delta E_{\text{Surrounding}}$$

القانون الأول للديناميكا الحرارية (First law of Thermodynamic) :

الطاقة الكلية لأي نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى أخرى

✪ يختص القانون الأول للديناميكا الحرارية بدراسة تغيرات الطاقة الحادثة فى نظام معزول.

الحرارة ودرجة الحرارة Heat and Temperature :

يتوقف انتقال الحرارة من موضع لآخر على الفرق في درجة الحرارة بين الموضعين.

درجة الحرارة (Temperature) : مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة

الجسم من حيث السخونة أو البرودة

ملاحظات هامة :

- ✪ جزيئات وذرات المواد ، دائمة الحركة والاهتزاز ، ولكنها متفاوتة السرعة في المادة الواحدة.
- ✪ يتكون النظام من مجموعة من الجزيئات المتفاعلة مع بعضها البعض ، لذا كلما زاد متوسط حركة الجزيئات أدى ذلك لزيادة درجة الحرارة.
- ✪ تعتبر الحرارة Heat شكلاً من أشكال الطاقة ... ويمكن أن ينظر إليها على أنها طاقة في حالة انتقالها بين جسمين مختلفين في درجة حرارتهما.
- ✪ كلما اكتسب النظام طاقة حرارية ازداد متوسط سرعة حركة الجزيئات ، والتي تُعبر عن الطاقة الحركية Kinetic Energy للجزيئات ، مما يؤدي لارتفاع درجة حرارة النظام ، والعكس
- ✪ العلاقة طردية بين طاقة النظام وحركة جزيئاته.

(علك) يقال متوسط سرعة جزيئات المادة ولا يقال سرعة جزيئات المادة.

لتفاوت سرعة جزيئات المادة الواحدة.

وحدات قياس كمية الحرارة :

السعر calorie : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء النقي 1°C (15°C : 16°C)

الجول Joule : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء النقي بمقدار 1/4.18 °C

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

$$\text{cal} \xrightarrow{\times 4.18} \text{J}$$

الحرارة النوعية Specific Heat :

الحرارة النوعية : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية

✪ وحدة قياسها : J/g.°C

✪ (علك) الحرارة النوعية خاصية مميزة للمادة

لأنها مقدار ثابت للمادة الواحدة تختلف باختلاف نوع المادة.

☆ المادة التي لها حرارة نوعية كبيرة تحتاج كمية كبيرة من الحرارة حتى ترتفع درجة حرارتها ويستغرق في ذلك مدة طويلة كما تستغرق وقتاً طويلاً حتى تفقد هذه الطاقة مرة أخرى ، بعكس المادة التي لها حرارة نوعية صغيرة.

المادة	النحاس	الحديد	الكربون	الألومنيوم	بخار الماء	الماء (السائل)
الحرارة النوعية $J/g \cdot ^\circ C$	0.385	0.444	0.711	0.9	2.01	4.18

(علك) الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية لأي مادة أخرى

لأن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من الماء $1^\circ C$ أكبر مما لأي مادة أخرى.

ما معنى قولنا أن : الحرارة النوعية للنحاس $0.385 J/g \cdot ^\circ C$ ؟

أي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من النحاس $1^\circ C$ تساوي 0.385 J

حساب كمية الحرارة :

يمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة من النظام عن طريق استخدام القانون التالي :

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

حيث أن q_p تعبر عن كمية الحرارة المقاسة عند ضغط ثابت ، m الكتلة ، c الحرارة النوعية ، ΔT فرق درجات الحرارة وتحسب من العلاقة $(\Delta T = T_2 - T_1)$ ، حيث أن T_1 الحرارة الابتدائية ، بينما T_2 الحرارة النهائية ، يمكن حساب كتلة 1ml من الماء أو المحلول المائي بمقدار 1g على اعتبار أن كثافة الماء تساوي 1g/ml $(1ml = 1cm^3 = 1g)$

المسعر الحراري :

يمنع فقد أو اكتساب أي قدر من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط لأنه يوفر نظاماً معزولاً يمكننا من قياس التغير في درجة حرارة النظام المعزول ، وكذلك يمكننا من استخدام كمية معينة من المادة التي يتم معها التبادل الحراري ، والتي تكون غالباً الماء ، ويتم حساب التغير في درجة الحرارة عن طريق حساب الفرق بين درجة الحرارة النهائية والابتدائية ΔT .

(علك) يستخدم الماء في عملية التبادل الحراري داخل المسعر الحراري

بسبب ارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب وفقد كمية كبيرة من الطاقة

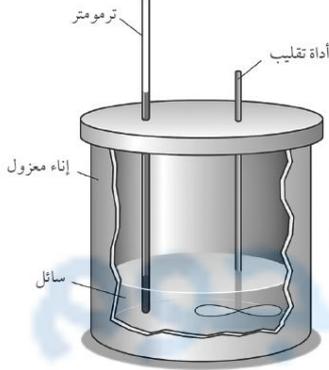
مكونات المسعر الحراري :

- ☆ إناء معزول.
- ☆ ترمومتر.
- ☆ أداة تقليب.
- ☆ سائل (غالباً الماء) يوضع داخل المسعر.

مسعر القنبلة (الاحتراق) :

الاستخدام : قياس حرارة احتراق بعض المواد

طريقة عمله : يجري التفاعل باستخدام كميات معلومة من المادة المراد حرقها في وفرة من الأكسجين تحت ضغط جوي ثابت ، والتي تكون موضوعة في وعاء معزول من الصلب يسمى بوعاء الاحتراق ، ويتم إشعال المادة باستخدام سلك كهربائي ، وتحاط غرفة الاحتراق بكمية معلومة من الماء.



مثال (١) : باستخدام مسعر القنبلة تم حرق 0.28 g من وقود البروبانول فارتفعت درجة حرارة الماء بمقدار 21.5°C فإذا علمت أن كتلة الماء في المسعر 100 g ، احسب كمية الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود.

الحل : $\Delta T = 21.5^\circ\text{C}$ $m = 100 \text{ g}$ $c = 4.18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ $q_p = ?$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \times 4.18 \times 21.5 = \boxed{8987 \text{ J}} = \boxed{8.987 \text{ kJ}}$$

مثال (٢) : عند إذابة مول من نترات الأمونيوم في كمية من الماء ، وأكمل حجم المحلول إلى 100 ml ، فانخفضت درجة الحرارة من 25°C إلى 17°C ، احسب كمية الحرارة الممتصة.

الحل : $T_1 = 25^\circ\text{C}$ $T_2 = 17^\circ\text{C}$ $m = 100 \text{ g}$ $c = 4.18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ $q_p = ?$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \times 4.18 \times (17 - 25) = \boxed{-3344 \text{ J}} = \boxed{-3.334 \text{ kJ}}$$

مثال (٣) : عند إذابة 2 g من نترات الأمونيوم في كمية من الماء ، وأكمل حجم المحلول إلى 200 cm^3 ، فانخفضت درجة الحرارة 6°C ، احسب كمية الحرارة الممتصة.

الحل : $\Delta T = -6^\circ\text{C}$ $m = 200 \text{ g}$ $c = 4.18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ $q_p = ?$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 200 \times 4.18 \times -6 = \boxed{-5016 \text{ J}} = \boxed{-5.016 \text{ kJ}}$$

المحتوى الحراري Heat Content

المحتوى الحراري للمادة (H) (الإنتالبي الهولاري) : مجموع الطاقات المختزنة في مول واحد من المادة

تخزن كل مادة قدراً من الطاقة يعرف بالطاقة الداخلية Internal Energy وهو يساوي محصلة الطاقات الثلاثة الآتية :

١- الطاقة الكيميائية المختزنة في الذرة :

تتمثل في طاقة الإلكترونات في مستويات الطاقة ، والتي هي محصلة طاقة الحركة وطاقة الوضع للإلكترون في مستوى الطاقة.

٢- الطاقة الكيميائية المختزنة في الجزيء :

تتواجد الطاقة الكيميائية في الجزيء في الروابط الكيميائية التي تربط بين ذراته سواء كانت روابط تساهمية أو روابط أيونية.

٣- قوى الترابط بين الجزيئات : وتتكون من :

(أ) قوى جذب فاندرفال التبادلية: وهي قوى الجذب بين جزيئات المادة وهي عبارة عن طاقة وضع.

(ب) الروابط الهيدروجينية : وتعتمد على طبيعة الجزيئات ومدى قطبيتها.

(علك) يختلف المحتوى الحراري من مادة لأخرى

لأن كل مادة كيميائية تختلف في عدد ونوع الذرات الداخلة في تركيبها ونوع الروابط بين تلك الذرات

ملاحظة

من غير الممكن عملياً قياس المحتوى الحراري أو الطاقة المختزنة في مادة معينة ، ولكن ما يمكننا قياسه هو التغير الحادث للمحتوى الحراري أثناء التغيرات المختلفة التي تطرأ على المادة

التغير في المحتوى الحراري (ΔH) : هو الفرق بين مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة ومجموع المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة

التغير في المحتوى الحراري $\Delta H =$ المحتوى الحراري للنواتج - المحتوى الحراري للمتفاعلات

$$\Delta H = H_{\text{products}} - H_{\text{reactants}}$$

التغير في المحتوى الحراري القياسي ΔH° :

اتفق العلماء على أن يتم مقارنة قيم ΔH للتفاعلات المختلفة تحت ظروف قياسية واحدة وهي :

☆ درجة حرارة الغرفة 25°C

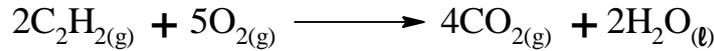
☆ ضغط يعادل الضغط الجوي 1 atm

☆ اعتبر العلماء ان المحتوى الحراري للعنصر = صفر

☆ تركيز المحلول 1 M

إذا كانت Δq_p كمية الحرارة ، n عدد المولات فإن $\Delta H^\circ = \frac{\Delta q_p}{n}$

مثال (٤) : احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل التالي :



علماً بأن المحتوى الحراري لكل من :



الحل :

$$H_p = 4 \times (-393.5) + 2 \times (-285.85) = -2145.7 \text{ kJ/mol}$$

$$H_r = 2 \times (226.75) + 5 \times (0) = +453.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = H_p - H_r = (-2145.7) - (+453.5) = -2599.2 \text{ kJ/mol}$$

المعادلة الكيميائية الحرارية :

هي معادلة كيميائية تتضمن التغير الحراري المصاحب للتفاعل ويمثل في المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج

شروط المعادلة الكيميائية الحرارية :

١- يجب أن تكون المعادلة موزونة.

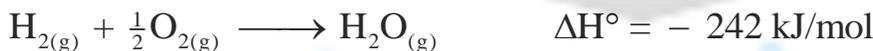
(علك) يمكن كتابة المعادلات في صورة كسور عند الحاجة إليها وليس بالضرورة أعداد صحيحة.

لأن المعادلات في المعادلة الكيميائية الموزونة تمثل عدد المولات وليس عدد الجزيئات.



٢- (علك) يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

لأن المحتوى الحراري يختلف باختلاف الحالة الفيزيائية للمادة.



٣- لابد من كتابة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الكيميائي أو التغير الفيزيائي في نهاية المعادلة مصحوباً بإشارة موجبة (للتفاعل الماص للحرارة) أو سالبة (للتفاعل الطارد للحرارة).



٤- عند ضرب أو قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي لابد أن تجرى نفس العملية على قيمة التغير في المحتوى الحراري



٥- يمكن عكس اتجاه سير المعادلة الحرارية ، وفي هذه الحالة تتغير معها إشارة ΔH .



أنواع التفاعلات الكهائية حسب التغيرات الحرارية

المقارنة	التفاعل الطارد للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
التعريف	هي التفاعلات التي ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل الى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط	هي التفاعلات التي يتم فيها إمتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الوسط
علاقة النظام بالوسط	تنقل الحرارة فيه من النظام الى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط المحيط وتقل درجة حرارة النظام.	تنقل الحرارة فيه من الوسط المحيط إلى النظام فتتخفض درجة حرارة الوسط المحيط وترتفع درجة حرارة النظام.
ΔH	ΔH بإشارة سالبة	ΔH بإشارة موجبة
	$H_r > H_p$	$H_r < H_p$
مثال	$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + 285.8 \text{ kJ/mol}$	$MgCO_{3(s)} + 117.3 \text{ kJ/mol} \longrightarrow MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$
مخطط الطاقة		
	مخطط التفاعلات الطاردة للحرارة	مخطط التفاعلات الماصة للحرارة

علك ما يأتي :

- تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين بخار الماء تفاعل طارد للحرارة لأنه من التفاعلات التي ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل للوسط المحيط فترتفع درجة حرارة الوسط
- الحلال كربونات الماغنسيوم بالحرارة تفاعل ماص للحرارة لأنه من التفاعلات التي يمتص فيها حرارة من الوسط المحيط مما يؤدي لإنخفاض درجة حرارة الوسط
- التغير في المحتوى الحراري (ΔH) للتفاعل الطارد يكون سالب لأن المحتوى الحراري للنواتج أقل من المحتوى الحراري للمتفاعلات
- التغير في المحتوى الحراري (ΔH) للتفاعل الماص يكون موجب لأن المحتوى الحراري للنواتج أكبر من المحتوى الحراري للمتفاعلات
- التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بانطلاق قدر من الطاقة الحرارية. لأن محصلة المحتويات الحرارية للنواتج أقل من المتفاعلات وتبعاً لقانون بقاء الطاقة لا بد من تعويض النقص في حرارة النواتج في صورة طاقة منطلقة
- التفاعلات الماصة للحرارة تكون مصحوبة بامتصاص قدر من الطاقة الحرارية. لأن محصلة المحتويات الحرارية للنواتج أكبر من المتفاعلات وتبعاً لقانون بقاء الطاقة لا بد من تعويض النقص في حرارة المتفاعلات في صورة طاقة ممتصة.

طاقة الرابطة:

هي الطاقة اللازمة لكسر الروابط في مول واحد من المادة
أو هي الطاقة الناتجة عند تكوين الروابط في مول واحد من المادة

ملاحظات هامة جدا:

(١) (علك) **تكسر الروابط تفاعل ماص للحرارة** ؛ لأنه يلزم لحدوثها امتصاص طاقة من الوسط المحيط.



(٢) (علك) **تكوين الروابط تفاعل طارد للحرارة** ؛ لأنه يلزم لحدوثها انطلاق طاقة إلى الوسط المحيط.



(٣) (علك) **اتفق العلماء على استخدام مصطلح متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة**

لاختلاف طاقة الرابطة الواحدة باختلاف نوع المركب وحالته الفيزيائية

(٤) إذا كانت الطاقة المنطلقة عند تكوين روابط النواتج أكبر من الطاقة الممتصة لتكسير روابط المتفاعلات

كان التفاعل طارد للحرارة وتكون ΔH سالبة

(٥) إذا كانت الطاقة الممتصة لتكسير روابط المتفاعلات أكبر من الطاقة المنطلقة عند تكوين روابط النواتج

كان التفاعل ماص للحرارة و كانت ΔH موجبة

جدول يوضح متوسط الطاقة لبعض الروابط (للإيضاح فقط)

متوسط طاقة الرابطة kJ/mol	الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ/mol	الرابطة
745	C = O	346	C - C
318	Si - H	610	C = C
432	H - H	835	C ≡ C
467	O - H	413	C - H
498	O = O	358	C - O

حساب التغير في المحتوى الحراري بدلالة طول الرابطة:

(١) نزن المعادلة الكيميائية.

(٢) نحول المعادلة الى روابط.

(٣) نعوض بقيمة الروابط .

(٤) نحسب التغير في المحتوى الحراري من العلاقة :

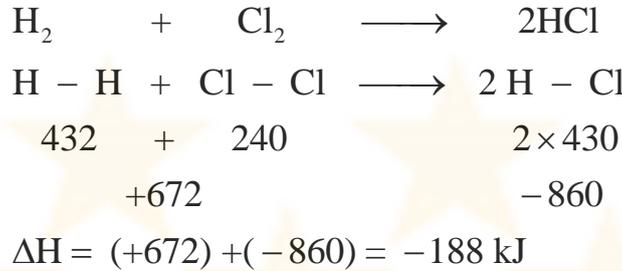
$$\Delta H = \text{طاقة تكوين روابط النواتج (بإشارة سالبة)} + \text{طاقة تكسير روابط المتفاعلات (بإشارة موجبة)}$$

مسائل على طاقة الرابطة:

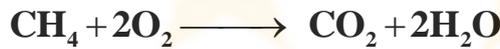
مثال (٥) : احسب التغير في المحتوى الحرارى عند اتحاد مول من الهيدروجين مع مول من الكلور لتكوين ٢ مول من كلوريد الهيدروجين علماً بأن طاقة الرابطة بالكيلو جول هي :

$$(H - H) = 432 \text{ , } (Cl - Cl) = 240 \text{ , } (H - Cl) = 430$$

الحل :



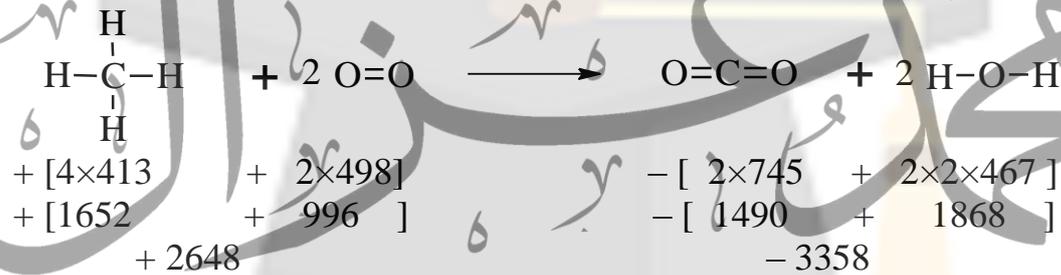
مثال (٦) : احسب حرارة التفاعل الأتى وحدد ما اذا كان طارد أم ماص للحرارة :



علماً بأن طاقة الروابط بالكيلو جول هي :

$$(C = O) = 745 \text{ , } (O - H) = 467 \text{ , } (C - H) = 413 \text{ , } (O = O) = 498$$

الحل :



$$\Delta H = (+2648) + (-3358) = -710 \text{ kJ}$$

التفاعل طارد للحرارة لأن التغير في المحتوى الحرارى سالب .

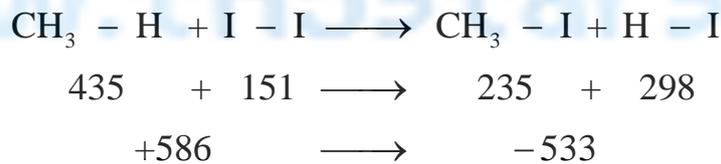
مثال (٧) : احسب حرارة التفاعل الأتى و حدد ما اذا كان طارد أم ماص للحرارة :



علماً بأن طاقة الروابط بالكيلو جول هي :

$$(CH_3 - H) = 435 \text{ , } (I - I) = 151 \text{ , } (CH_3 - I) = 235 \text{ , } (H - I) = 298$$

الحل :



$$\Delta H = (+586) + (-533) = +53 \text{ kJ}$$

التفاعل ماص للحرارة

تقويم الفصل الأول (المحتوى الحراري)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- وحدة قياس الحرارة النوعية هي
 أ - Joule ب - kJ/mol ج - J/K د - J/g.°C
- ٢- أي المواد التالية لها حرارة نوعية أكبر
 أ - 1 g ماء ب - 1 g حديد ج - 1 g ألومنيوم د - 1 g زيتيق
- ٣- في التفاعلات الطاردة للحرارة
 أ - تنتقل الحرارة للنظام من الوسط المحيط ب - تنتقل الحرارة من النظام للوسط المحيط
 ج - لا تنتقل الحرارة من أو إلى النظام د - تنتقل الحرارة من وإلى النظام في نفس الوقت
- ٤- في النظام المعزول
 أ - يحدث تبادل الحرارة والمادة مع الوسط المحيط ب - يحدث تبادل للحرارة مع الوسط المحيط
 ج - يحدث تبادل للمادة مع الوسط المحيط د - لا يحدث تبادل للحرارة أو المادة مع الوسط المحيط
- ٥- المقصود بالظروف القياسية للتفاعل
 أ - تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 0°C ب - تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25°C
 ج - تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 100°C د - تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 273°C

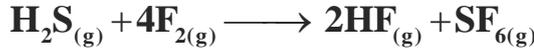
٢ اكتب المصطلح العلمي لكل مما يأتي :

- ١- الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من صورة لأخرى.
- ٢- العلم الذي يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها.
- ٣- العلم الذي يهتم بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية والكيميائية.
- ٤- أي جزء من الكون يكون موضعاً للدراسة تتم فيه تغيرات فيزيائية أو كيميائية.
- ٥- الحيز المحيط بالنظام والذي يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة على هيئة حرارة أو شغل.
- ٦- النظام الذي يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط.
- ٧- النظام الذي يسمح بتبادل الطاقة والمادة مع الوسط المحيط.
- ٨- النظام الذي لا يسمح بتبادل أيّاً من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط.
- ٩- الطاقة الكلية لأي نظام معزول تظل ثابتة حتى لو تغير النظام من صورة لأخرى.
- ١٠- مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من السخونة أو البرودة.
- ١١- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء بمقدار 1°C
- ١٢- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18}$ °C
- ١٣- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من المادة بمقدار 1°C
- ١٤- مجموع الطاقات المختزنة في مول واحد من المادة.
- ١٥- الفرق بين مجموع المحتوى الحراري للنواتج ومجموع المحتوى الحراري للمتفاعلات.
- ١٦- معادلة كيميائية رمزية موزونة تتضمن التغير في المحتوى الحراري المصاحب للتفاعل.
- ١٧- تفاعلات ينتج عنها طاقة حرارية كنتاج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارته.
- ١٨- تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط فتنخفض درجة حرارته.
- ١٩- مقدار الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو المنطلقة عند تكوين الروابط في مول واحد من المادة.

أجب عن المسائل التالية :

١- عند إذابة مول من نترات الأمونيوم في كمية من الماء وأكمل حجم المحلول إلى 1000 ml انخفضت درجة الحرارة بمقدار 6°C ، احسب كمية الحرارة الممتصة (افتراض أن كثافة المحلول = 1g/ml والحرارة النوعية للمحلول $= 4.18\text{J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$) (-25.08 kJ)

٢- احسب التغير القياسي في المحتوى الحراري للتفاعل التالي :



إذا علمت أن حرارة التكوين كما يلي :

$\text{H}_2\text{S} = -21\text{kJ/mol}$, $\text{HF} = -273\text{kJ/mol}$, $\text{SF}_6 = -1220\text{ kJ/mol}$ (-1745 kJ/mol)

٣- امتصت عينة من حبيبات الذهب امتصت 276 J من الحرارة عند تسخينها ، فإذا علمت أن الحرارة الابتدائية كانت 25°C والحرارة النوعية للذهب $0.13\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ ، احسب درجة الحرارة النهائية $(T_2=496.79^{\circ}\text{C})$

٤- امتصت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g كمية من الحرارة مقدارها 5700 J فارتفعت من درجة حرارة 25°C إلى 40°C ، احسب الحرارة النوعية لها. $(2.45\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C})$

٥- احسب كمية الحرارة الممتصة عند تبريد 350 g من الزئبق من 77°C إلى 12°C إذا علمت أن الحرارة النوعية للزئبق $0.14\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ (-3185 J)

٦- احسب ΔH للتفاعل التالي ثم استنتج نوع هذا التفاعل مع رسم مخطط الطاقة :



إذا علمت أن طاقة الروابط مقدرة بالكيلو جول/مول هي :

$(\text{N} - \text{H}) = 389$, $(\text{N} \equiv \text{N}) = 941$, $(\text{H} - \text{H}) = 435$

(-88 kJ/mol)

٧- احسب ΔH في التفاعل التالي : $\text{C}_2\text{H}_{2(g)} + \frac{5}{2}\text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}$

علماً بأن طاقة الروابط بالكيلو جول/مول هي :

$(\text{C} \equiv \text{C}) = 835$, $(\text{C} - \text{H}) = 413$, $(\text{O} = \text{O}) = 498$, $(\text{C} = \text{O}) = 803$, $(\text{O} - \text{H}) = 467$ (-1240 kJ/mol)

أعد كتابة العبارات التالية بعد تصويب ما تحته خط :

- ١- الحرارة النوعية ثابتة لجميع المواد.
- ٢- تنشأ الطاقة الكيميائية في الجزء من طاقة المستوى ، والذي هو محصلة طاقة حركة الإلكترون بالإضافة إلى طاقة وضعه.
- ٣- التغير في المحتوى الحراري هو مجموع الطاقات المخزنة في مول واحد من المادة ويرمز للمحتوى الحراري بالرمز H
- ٤- في التفاعلات الماصة للحرارة تنتقل الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط ، مما يؤدي إلى نقص درجة حرارة النظام وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط بمقدار ما فقد النظام.
- ٥- في حالة تكوين الرابطة يتم امتصاص مقدار من الطاقة من الوسط المحيط لكسر الرابطة.
- ٦- تعتبر الحرارة مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجزيئات التي تكون المادة أو النظام.

- ٧- يعرف **الجول** بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (من 15°C إلى 16°C)
- ٨- وحدة قياس الحرارة النوعية هي **J**.
- ٩- يكون النظام **مفتوحاً** عندما لا يحدث انتقال أي من الطاقة والمادة بين النظام والوسط المحيط.
- ١٠- يستخدم **الترموتر** كنظام معزول لقياس الحرارة الممتصة أو المنطلقة في التفاعل الكيميائي.
- ١١- المحتوى الحراري للمادة عبارة عن مجموع الطاقات المخزنة في **1 kg** من المادة.

٥ علل لما يأتي :

- ١- يعتبر الترمومتر الطبي نظام مغلق.
- ٢- تظل الطاقة الكلية للكون ثابتة حتى لو تغيرت طاقة الأنظمة الموجودة به.
- ٣- الحرارة النوعية خاصية مميزة للمادة.
- ٤- يتسبب الماء في اعتدال المناخ في المناطق الساحلية شتاءً وصيفاً.
- ٥- يستخدم الماء في المسعر الحراري كمادة يتم معها التبادل الحراري.
- ٦- يختلف المحتوى الحراري من مادة لأخرى.
- ٧- يلزم كتابة الحالة الفيزيائية لكل من المتفاعلات والنواتج في المعادلات الكيميائية الحرارية.
- ٨- يمكن كتابة المعاملات في صورة كسور عند وزن المعادلة وليس من الضروري أعداد صحيحة.
- ٩- التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بإطلاق قدر من الطاقة الحرارية.
- ١٠- التفاعلات الماصة للحرارة تكون مصحوبة بامتصاص قدر من الطاقة الحرارية.
- ١١- التفاعل الكيميائي يكون مصحوباً بتغيير في المحتوى الحراري.
- ١٢- استخدام مفهوم متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة.

٦ فكر واستنتج :

- ١- إذا علمت أن الحرارة النوعية للبلاتين = $0.133 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ، والتيتانيوم = $0.528 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ، والزنك = $0.388 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ، فإذا كان لدينا عينة كتلتها **70 gm** من كل معدن عند درجة حرارة الغرفة ، أي المعادن ترتفع درجة حرارتها أولاً عند تسخينهم تحت نفس الظروف ، مع ذكر السبب ؟
- ٢- عند خروج قطعة من الكيك المحشو بالشوكولاته من فرن درجة حرارته 200°C ، هل تتساوى درجتي حرارة الكيك والحشو ؟ أم يختلفان ؟ فسر إجابتك.
- ٣- يتسبب الماء في إعتدال المناخ في المناطق الساحلية شتاءً أو صيفاً ؟ فسر إجابتك.
- ٤- في الترمومتر الطبي ، هل النظام مفتوح أم مغلق ؟ وكيف تحول هذا النظام لنظام معزول ؟
- ٥- لماذا يقوم المزارعون في البلدان ذات الجو شديد البرودة برش أشجار الفاكهة بقليل من الماء ؟
- ٦- متى تتساوى قيمة Δq مع ΔH ؟
- ٧- ما معنى قولنا أن ؟
- ① الحرارة النوعية للماء = $4.18 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ② متوسط طاقة الرابطة $(\text{C} - \text{C}) = 346 \text{ kJ/mol}$
- ٨- وضح كيف أن عملية كسر وتكوين الرابطة المصاحبة للتفاعل الكيميائي تحدد نوع التفاعل إذا ما كان ماصاً للحرارة أو طارداً للحرارة.

الفصل الثاني : صور التغير في المحتوى الحراري

Forms of Changes in Heat Content

يعتبر حساب التغير في المحتوى الحراري من الأمور المهمة ، فالتعرف على التغير في المحتوى الحراري المصاحب لاحتراق أنواع الوقود المختلفة يساعد عند تصميم المحركات في معرفة أي نوع من الوقود ملائم لها ، كما يساعد رجال الإطفاء في التعرف على كمية الحرارة المصاحبة لاحتراق المواد المختلفة مما يساعدهم في اختيار أنسب الطرق لمكافحة الحريق. تختلف صور التغير في المحتوى الحراري تبعاً لنوع الحادث فيزيائياً أم كيميائياً.

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

حرارة الذوبان القياسية : Standard heat of Solution

الذوبان الماص للحرارة	الذوبان الطارد للحرارة
إذابة نترات الأمونيوم NH_4NO_3 في الماء تؤدي لإنخفاض درجة حرارة المحلول لامتناس كمية حرارة	إذابة هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماء تؤدي لارتفاع درجة حرارة المحلول لانطلاق كمية حرارة
$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{Water}} \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ $\Delta H_s^\circ = +25.7 \text{ kJ / mol}$	$\text{NaOH}(\text{s}) \xrightarrow{\text{Water}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ $\Delta H_s^\circ = -51 \text{ kJ / mol}$

حرارة الذوبان القياسية ΔH_s° : هي كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب في قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية.

ويمكن حساب حرارة الذوبان باستخدام العلاقة : $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

(علامة) في المحاليل المخففة يمكن التعبير عن كتلة المحلول (m) بدلالة الحجم

لأن كثافة الماء في الظروف القياسية العادية تساوي الواحد الصحيح

- ★ يمكن اعتبار الحرارة النوعية للمحلول مساوية أيضاً للحرارة النوعية للماء $4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$
- ★ إذا كان المحلول تركيزه 1 مولر (1 mol/L) أي أن كمية المادة المذابة (1 mol) والمحلول الناتج حجمه (1 L) فإن كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة في هذه الحالة تسمى حرارة الذوبان المولارية.

حرارة الذوبان المولارية : هي التغير الحراري الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لتر من المحلول.

مثال (٨) : عند إذابة 80 g من نترات الأمونيوم في كمية من الماء ، وأكمل حجم المحلول إلى لتر من المحلول ، فانخفضت درجة الحرارة من 25°C إلى 19°C ، احسب كمية الحرارة الممتصة ، هل يُعبر مقدار التغير الحراري لهذه العملية عن حرارة الذوبان المولارية ؟ مع التفسير . [N=14 , H=1 , O=16]

الحل : $T_1 = 25^\circ\text{C}$ $T_2 = 19^\circ\text{C}$ $m = 1000\text{ g}$ $c = 4.18\text{J/g}\cdot^\circ\text{C}$ $q_p = ?$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T = 1000 \times 4.18 \times (19 - 25) = -25080\text{ J} = -25.08\text{ kJ}$$

∴ كتلة المول من نترات الأمونيوم $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 14 + 4 + 14 + 48 = 80\text{ g}$

∴ التغير الحراري لهذا الذوبان يعبر عن حرارة الذوبان المولارية لأن :

★ كمية المادة المذابة = 1 mol ★ حجم المحلول = 1 L

ويمكن تفسير حرارة الذوبان في الخطوات التالية :

★ فصل جزيئات المذيب : وهي عملية ماصة للحرارة تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب ويرمز لها بالرمز ΔH_1 .

★ فصل جزيئات المذاب : وهي عملية ماصة للحرارة أيضاً تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_2 .

★ عملية الإذابة : وهي عملية طاردة للحرارة ، نتيجة لانطلاق طاقة عند ارتباط جسيمات المذيب بجزيئات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_3 . ويطلق عليها طاقة الإماهة إذا كان المذيب هو الماء.

وتتوقف قيمة حرارة الذوبان ΔH_s على محصلة هذه العمليات :

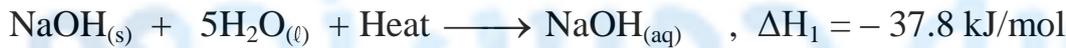
★ إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$ يكون الذوبان ماص للحرارة.

★ إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 < \Delta H_3$ يكون الذوبان طارد للحرارة.

حرارة التخفيف القياسية : Standard heat of dilution

حرارة التخفيف القياسية ΔH_{dil}° : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون في حالته القياسية

ادرس المثالين التاليين والذين يوضحان اختلاف حرارة الذوبان اختلاف كمية المذيب ، ثم حاول التوصل إلى تأثير التخفيف على التغير في المحتوى الحراري



(س) احسب حرارة التخفيف بدلالة قيمة ΔH في المعادلتين السابقتين .

تتم عملية التخفيف على خطوتين متعاكستين في الطاقة هما :

طاقة الارتباط	طاقة الأبعاد
عملية طاردة للحرارة .. لارتباط أيونات أو جزيئات المذاب بعدد أكبر من جزيئات المذيب مما ينتج عنه انطلاق طاق	عملية ماصة للحرارة .. لأن زيادة جزيئات الماء أثناء التخفيف تعمل على إبعاد أيونات أو جزيئات المذاب عن بعضها في المحلول الأعلى تركيز مما يحتاج قدراً من الطاقة.

★ ويمثل المجموع الجبري لطاقتي الأبعاد والارتباط بقيمة حرارة التخفيف

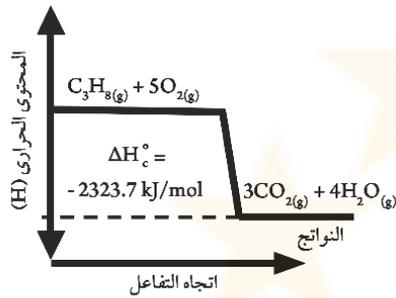
$$\Delta H_{dil}^\circ = \text{طاقة الارتباط (بإشارة سالبة)} + \text{طاقة الأبعاد (بإشارة موجبة)}$$

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية

حرارة الاحتراق القياسية Standard heat of combustion :

الاحتراق : هو عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين

وينتج عن احتراق بعض العناصر والمركبات احتراقاً تاماً إنطلاق كمية كبيرة من الطاقة تكون في صورة حرارة أو ضوء ، وتعرف الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق (ΔH_c°)



مخطط احتراق غاز البروبان

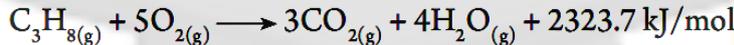
وتعرف حرارة الاحتراق القياسية كما يلي :

حرارة الاحتراق القياسية ΔH_c° : كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية

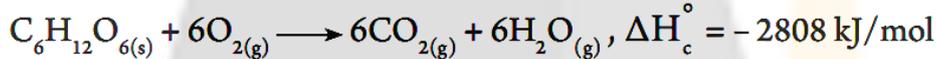
أمثلة على تفاعلات الاحتراق التي نستخدمها في حياتنا اليومية :

(1) احتراق غاز البوتاجاز (وهو خليط من البروبان C_3H_8

والسيوتان C_4H_{10}) مع أكسجين الهواء الجوي لإنتاج كمية كبيرة من الحرارة والتي يتم استخدامها في طهي الطعام وغيرها من الاستخدامات والمعادلة التالية تمثل احتراق غاز البروبان احتراقاً تاماً في وفرة من غاز الأكسجين.



(2) احتراق الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية احتراق تام في وفرة من الأكسجين لإمداد الكائن الحي بالطاقة اللازمة للقيام بالمهام الحيوية، كما بالمعادلة التالية :



حرارة التكوين القياسية Standard heat of formation :

التغير الحراري المصاحب لتكوين المركب من عناصره الأولية يسمى بحرارة التكوين (ΔH_f°) ، ويمكن تعريف حرارة التكوين القياسية كما يلي :

حرارة التكوين القياسية ΔH_f° : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون هذه العناصر في حالتها القياسية

العلاقة بين حرارة التكوين وثبات المركبات :

حرارة تكوين المركب هي المحتوى الحراري له ، وقد لاحظ العلماء من خلال نتائج التجارب أن المركبات التي تمتلك حرارة تكوين سالبة تكون أكثر ثباتاً واستقراراً عند درجة حرارة الغرفة ولا تميل إلى التفكك لأن المحتوى الحراري لها يكون صغيراً ، بعكس المركبات التي تمتلك حرارة تكوين موجبة ، حيث تميل إلى الانحلال التلقائي إلى عناصرها الأولية عند درجة حرارة الغرفة. ومعظم التفاعلات تسير في اتجاه تكوين المركبات الأكثر ثباتاً.

المركب	NO	NH ₃	NO ₂
حرارة التكوين (kJ)	+90	-46	+33

(س) رتب المركبات التالية تنازلياً حسب درجة ثباتها ؟
التعليق ؟

استخدام حرارة التكوين القياسية (ΔH_f°) في حساب التغير في المحتوى الحراري :

حرارة التكوين القياسية لجميع العناصر تكون مساوية للصفر في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة أي عندما يكون العنصر عند درجة حرارة 25°C وضغط جوي 1 atm .
وحيث أن التغير في المحتوى الحراري يمكن حسابه من العلاقة التالية :

$$\Delta H = \text{المحتوى الحراري للنواتج} - \text{المحتوى الحراري للمتفاعلات}$$

كذلك يمكن حساب التغير في المحتوى الحراري للمركبات باستخدام حرارة التكوين من العلاقة التالية :

$$\Delta H = \text{المجموع الجبري لحرارة تكوين النواتج} - \text{المجموع الجبري لحرارة تكوين المتفاعلات}$$

مثال (٩) : إذا كانت حرارة تكوين الميثان -74.6 kJ/mol وثنائي أكسيد الكربون -393.5 kJ/mol ونحار الماء -241.8 kJ/mol احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الموضح في المعادلة التالية :



الحل :

$\Delta H = \text{المجموع الجبري لحرارة تكوين النواتج} - \text{المجموع الجبري لحرارة تكوين المتفاعلات}$

$$\Delta H = (\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) - (\text{CH}_4 + 2\text{O}_2)$$

$$\Delta H = [(-393.5) + (2 \times -241.8)] - [(-74.6) + (2 \times 0)] = -802.5 \text{ kJ/mol}$$

قانون هس (المجموع الجبري الثابت للحرارة) Hess's Law

(علك) يلجأ العلماء في كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل وذلك للأسباب الآتية :

- (١) اختلاط المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة بمواد أخرى.
- (٢) بعض التفاعلات تحدث ببطء شديد وتحتاج إلى وقت طويل مثل تكوين الصدأ.
- (٣) وجود مخاطر عند قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية.
- (٤) وجود صعوبة عند قياس حرارة التفاعل في الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.

ولغرض قياس التغير الحراري لمثل هذه التفاعلات استخدم العلماء ما يعرف بقانون هس.

قانون هس : حرارة التفاعل مقدار ثابت في الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

الصيغة الرياضية لقانون هس يمكن التعبير عنها كما يلي : $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \dots$

(س) ما هي أهمية قانون هس ؟

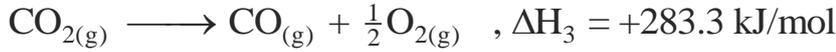
ترجع أهمية هذا القانون إلى إمكانية حساب التغير في المحتوى الحراري (ΔH°) للتفاعلات التي لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة ، وذلك باستخدام تفاعلات أخرى يمكن قياس حرارة كل منها.

مثال (١٠) : في ضوء فهمك لقانون هس ، احسب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون CO من المعادلتين التاليتين :

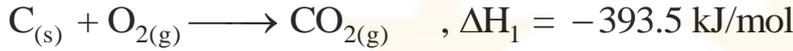


الحل :

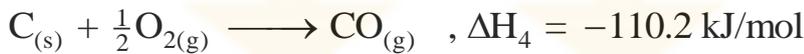
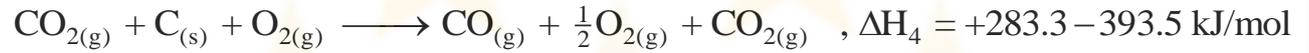
بعكس المعادلة الثانية فتصبح :



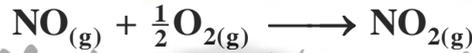
وبجمعها على المعادلة الأولى :



فتكون :



مثال (١١) : احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك NO تبعاً للمعادلة الآتية :



معلومات المعادلتين الحراريتين التاليتين :

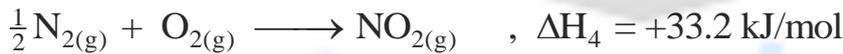


الحل :

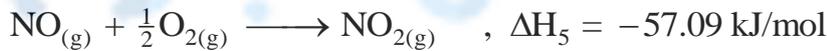
بعكس المعادلة الأولى لتصبح :



وبضرب المعادلة الثانية $\times \frac{1}{2}$ لتصبح :



لتصبح :



تقويم الفصل الثاني (صور التغير في المحتوى الحراري)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- في الذوبان الطارد للحرارة تكون قيمة أكبر ما يمكن.
أ - ΔH_1 ب - ΔH_2 ج - ΔH_3 د - $\Delta H_1 + \Delta H_2$
- ٢- تسمى عملية الإذابة بالإماهة إذا كان المذيب المستخدم هو
أ - البنزين ب - الزيت ج - الكحول د - الماء
- ٣- عملية التخفيف يصاحبها
أ - انطلاق طاقة فقط ب - امتصاص طاقة فقط
ج - انطلاق أو امتصاص طاقة د - ثبات حراري
- ٤- عملية الإماهة
أ - طاردة للحرارة فقط ب - ماصة للحرارة فقط
ج - قد تكون طاردة وقد تكون ماصة للحرارة د - لا يصاحبها تغير حراري
- ٥- من التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية حرارة
أ - الاحتراق ب - التكوين ج - الذوبان د - (أ) ، (ب) معاً
- ٦- حرارة تكوين مول واحد من فلوريد الهيدروجين في التفاعل التالي تساوي kJ/mol
$$H_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2HF(g) \quad \Delta H = -534.7 \text{ kJ/mol}$$

أ - 1069.4 - ب - 534.7 - ج - 267.35 - د - 178.2 -
- ٧- المركبات الثابتة حرارياً يكون محتواها الحراري المحتوى الحراري لعناصرها الأولية
أ - أقل من ب - أكبر من ج - يساوي د - (ب) ، (ج) معاً
- ٨- يسير التفاعل في اتجاه تكوين المركب
أ - ماص للحرارة ب - الأقل ثباتاً
ج - الأكثر ثباتاً د - الأكبر في المحتوى الحراري
- ٩- تتوقف حرارة التفاعل على
أ - طبيعة المواد المتفاعلة ب - طبيعة المواد الناتجة
ج - خطوات التفاعل د - (أ) ، (ب) معاً

٢ اكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

- ١- كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول من المذاب في قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع في الظروف القياسية.
- ٢- ذوبان ينتج عنه زيادة درجة حرارة المحلول.
- ٣- ذوبان ينتج عنه انخفاض درجة حرارة المحلول.
- ٤- عملية ماصة للحرارة تحتاج طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب.
- ٥- عملية ماصة للحرارة تحتاج طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب.
- ٦- عملية طاردة للحرارة نتيجة لإنتقال طاقة عند ارتباط جسيمات المذيب بجزيئات المذاب.
- ٧- ارتباط الأيونات المفككة بالماء.
- ٨- التغير الحراري الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لتر من المحلول.
- ٩- كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل بشرط أن يكون في حالته القياسية.
- ١٠- عملية أكسدة سريعة للمادة مع الأكسجين ينتج عنها انطلاق طاقة في صورة ضوء وحرارة.

- ١١- كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين في الظروف القياسية.
- ١٢- خليط من البروبان والبيوتان.
- ١٣- كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون في حالتها القياسية.
- ١٤- حرارة التفاعل مقدار ثابت في الظروف القياسية سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو عدة خطوات.

٣- اكتب التفسير العلمي لكل مما يأتي :

- ١- عند كتابة المعادلة الكيميائية يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والمواد الناتجة منه.
- ٢- يصاحب عملية الذوبان تغير حراري.
- ٣- يعتبر ذوبان يوديد البوتاسيوم في الماء ماص للحرارة.
- ٤- يعتبر ذوبان نترات الأمونيوم في الماء ماص للحرارة.
- ٥- يعتبر ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء طارد للحرارة.
- ٦- عند حدوث عملية التخفيف تزداد كمية المذيب وينتج عن ذلك زيادة في قيمة (ΔH) .
- ٧- احتراق الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية يعتبر من تفاعلات الاحتراق الهامة.
- ٨- حرارة التكوين علاقة كبيرة بثبات المركبات.
- ٩- يلجأ العلماء في كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل.
- ١٠- استخدام قانون هس في حساب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون.
- ١١- يعتبر قانون هس أحد صور القانون الأول للديناميكا الحرارية.

٤- فكر واستنتج :

- ١- متى تتساوى قيمة التغير في المحتوى الحراري للتفاعل وحرارة الاحتراق.
- ٢- لماذا تمر عملية التخفيف بعمليتين متعاكستين؟
- ٣- لماذا يستخدم سكان الصحراء نترات الأمونيوم في تبريد مياه الشرب؟
- ٤- ما الفرق بين الظروف القياسية ومعدل الضغط ودرجة الحرارة (STP)؟

٥- ما معنى قولنا أن :

- ١- ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء طارد للحرارة.
- ٢- ذوبان نترات الأمونيوم في الماء ماص للحرارة.
- ٣- حرارة ذوبان بروميد الليثيوم تساوي 49 kJ/mol
- ٤- حرارة الذوبان المولارية لحمض الكبريتيك تساوي 71.06 kJ/mol
- ٥- طاقة إمالة أيونات الفضة تساوي 510 kJ/mol
- ٦- حرارة التخفيف القياسية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم 4.5 kJ/mol
- ٧- حرارة الاحتراق القياسية للجلوكوز تساوي 2808 kJ/mol
- ٨- حرارة التكوين القياسية لغاز ثاني أكسيد الكربون تساوي 393.5 kJ/mol
- ٩- الجرافيت هو الحالة القياسية للكربون.
- ١٠- HCl مركب ثابت حرارياً.
- ١١- تكوين مول واحد من مركب HBr ينطلق عنه طاقة حرارية مقدارها 36 kJ
- ١٢- تكوين مول واحد من مركب HI يحتاج امتصاص طاقة حرارية مقدارها 26 kJ

مسائل متنوعة :

٦

حرارة الذوبان :

- ١- احسب كمية الحرارة الممتصة عند إذابة (80 g) من نترات الأمونيوم في كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول علماً بأن درجة الحرارة الابتدائية 20°C وأصبحت 14°C
 ثم أجب عن الأسئلة التالية :
 (أ) هل الذوبان طارد أم ماص ؟ مع ذكر السبب ؟
 (ب) هل يمكن اعتبار هذا التغير الحراري معبراً عن حرارة الذوبان المولارية أم لا ؟
 (- 25.08 kJ)

- ٢- عند إذابة 80 g من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء، لتكوين 1 L من المحلول ارتفعت درجة الحرارة من 20°C إلى 24°C احسب
 (أ) كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان
 (ب) حرارة الذوبان المولارية
 (16.72 kJ)
 (8.36 kJ)

- ٣- احسب حرارة الذوبان المولارية لكلوريد الكالسيوم CaCl_2 في الماء علماً بأن حرارة ذوبان 1.11 g منه تساوي 0.8 kJ
 (- 80 kJ/mol) [Ca=40 , Cl=35.5]

- ٤- إذا أذيب 1 mol من البوتاسا الكاوية في الماء وكانت طاقة فصل جزيئات المذيب عن بعضها 50 kJ وكافة تفكك جزيئات المذاب عن بعضها 100 kJ وطاقة الإماهة 400 kJ ، احسب حرارة ذوبان البوتاسا الكاوية في الماء ، موضحاً نوع الذوبان طارد أم ماص للحرارة مع بيان السبب
 (- 250 kJ/mol)

حرارة التخفيف :

- ٥- عند تخفيف محلول (NaOH) من تركيز أعلى إلى تركيز أقل كانت طاقة الإبعاد 151.3 kJ/mol ، وطاقة الارتباط 155.8 kJ/mol في الظروف القياسية ، احسب حرارة التخفيف القياسية $\Delta H_{\text{dil}}^{\circ}$
 (- 4.5 kJ/mol)

- ٦- من التفاعلين التاليين احسب حرارة التخفيف القياسية $\Delta H_{\text{dil}}^{\circ}$



(- 4.5 kJ/mol)

حرارة الاحتراق :

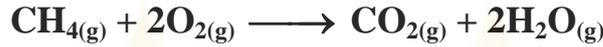
- ٧- إذا علمت أن التغير القياسي في المحتوى الحراري لاحتراق سائل الأوكتان (C_8H_{18}) 1367 kJ/mol - اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن احتراق مول واحد من هذا السائل احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين.

- ٨- يعتبر غاز الميثان CH_4 المكون الرئيسي للغاز الطبيعي ، فإذا علمت أن حرارة تكوينه ΔH_f° = -965.1 kJ/mol وحرارة احتراقه ΔH_c° = -74.6 kJ/mol ، احسب كلاً من كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين 50 g من غاز الميثان ، وكذلك عند احتراق 50 g منه .
 [C=12 , H=1] ΔH_c° = $- 233.125 \text{ kJ}$, ΔH_f° = $- 3015.93 \text{ kJ}$

٩- إذا علمت أن حرارة احتراق الإيثانول C_2H_5OH هي (1367 kJ/mol) فاكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك علماً بأن نواتج الإحتراق هي غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ، ثم احسب الحرارة الناتجة عن حرق (100 g) من الكحول $[C=12, O=16, H=1]$
 $(- 2971.74 \text{ kJ})$

حرارة التكوين :

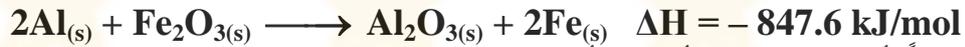
١٠- احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل التالي :



علماً بأن حرارة التكوين القياسية هي :

$CH_4(g) = - 74.6 \text{ kJ/mol}$, $CO_2(g) = - 393.5 \text{ kJ/mol}$, $H_2O(g) = - 241.8 \text{ kJ/mol}$
 $(- 802.5 \text{ kJ})$

١١- احسب حرارة تكوين أكسيد الحديد III تبعاً للمعادلة الحرارية التالية :



علماً بأن حرارة تكوين أكسيد الألومنيوم $- 1669.6 \text{ kJ}$

$(- 822 \text{ kJ})$

قانون هس :

١٢- في ضوء فهمك لقانون هس احسب حرارة التكوين القياسية لـ فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 من المعادلتين التاليتين :

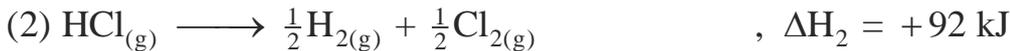


١٣- احسب ΔH للتفاعل : $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$

بدلالة المعادلات الكيميائية الحرارية التالية :



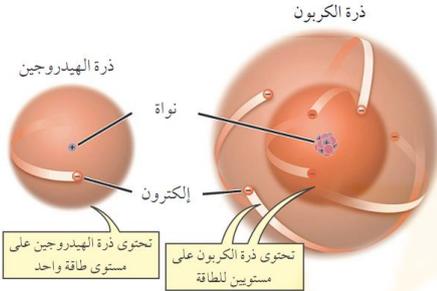
١٤- احسب ΔH للتفاعل التالي : $Na(s) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \longrightarrow NaCl(s)$ بدلالة المعادلتين :



الفصل الأول : نواة الذرة والجسيمات الأولية

Atomic Nucleus and Elementary Particles

مكونات الذرة Atom Components



من المعلوم أن المادة تتكون من ذرات ، هذه الذرات يعزى إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة.

اكتشاف الإلكترونات :

في نهاية القرن التاسع عشر :

✪ تأكد أن الإلكترونات من المكونات الأساسية للذرات ، وهي جسيمات كتلتها صغيرة جداً وشحنتها سالبة

✪ استنتج العلماء أن الذرة متعادلة كهربياً فهذا يعني أن الذرة تحمل

شحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة ، ولكن كيفية توزيع كل من هذه الشحنات في الذرة لم يكن معروفاً في ذلك الحين.

الإلكترونات : جسيمات سالبة الشحنة كتلتها ضئيل جداً

(علك) **الذرة متعادلة كهربياً**
لتساوي عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) داخل النواة مع عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) التي تدور حول النواة.

نموذجي رذرفورد 1911 وبور 1913 للذرة :

ترتب على إجراء تجربة رذرفورد ونظرية بور تغير جوهري في وصف تركيب الذرة

نموذج بور لوصف الذرة	نموذج رذرفورد لوصف الذرة
* تدور الإلكترونات السالبة حول النواة في مدارات معينة ثابتة تسمى مستويات الطاقة	* يوجد في مركز الذرة نواة موجبة الشحنة ثقيلة نسبياً تتركز فيها كتلة الذرة.
* كل مستوى يشغله عدد معين من الإلكترونات لا يمكن أن يزيد عنه	* تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة على بعد كبير نسبياً منها.
	* الذرة معظمها فراغ حيث أن حجم النواة صغير جداً بالنسبة لحجم الذرة حيث أثبتت حسابات رذرفورد أن : - قطر الذرة (0.1 nm) - قطر النواة يتراوح بين ($10^{-6} : 10^{-5}$ nm)

اكتشاف البروتونات :

أثبت العالم رذرفورد في عام 1919م أن النواة تحتوي على جسيمات تحمل الشحنة الموجبة تسمى "بروتونات"

(علك) تتركز معظم كتلة الذرة في النواة

لقلة كتلة الإلكترونات مقارنة بكتلة النواة (كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون بحوالي 1800 مرة)

اكتشاف النيوترونات :

اكتشف العالم شادويك 1932م أن النواة تحتوي على جسيمات لا تحمل شحنة تسمى "نيوترونات" وكتلة النيوترون تساوي كتلة البروتون.

عدد الكتلة والعدد الذري :

اصطلح العلماء على وصف نواة ذرة أي عنصر باستخدام ثلاث كميات نووية هي:

☆ عدد الكتلة (A) ☆ العدد الذري (Z) ☆ عدد النيوترونات (N)

المصطلح	الرمز	التعريف
العدد الكتلي (النيوكلونات)	A	عدد البروتونات + عدد النيوترونات في النواة
العدد الذري	Z	عدد البروتونات في النواة
عدد النيوترونات	N	$N = A - Z$

النيوكلونات : هي البروتونات والنيوترونات الموجودة داخل النواة

رمز النواة Nucleus Symbol :

A (عدد الكتلة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات)

إذا فرضنا عنصراً رمزاً كيميائياً هو X فإن نواة هذا العنصر يمكن وصفها بالطريقة الآتية :

Z (العدد الذري = عدد البروتونات)

وفي بعض الأحيان يكتب الرمز كآتي : ${}^A_Z X_N$

مثال (١) :

اكتب الرمز الكيميائي لنواة ذرة الألومنيوم إذا علمت أنها تحتوي على 13 بروتوناً بالإضافة إلى 14 نيوتروناً.

الحل :

رمز عنصر الألومنيوم Al ويكون رمز نواة ذرة الألومنيوم هو ${}^{27}_{13}Al$

النظائر Isotopes :

النظائر : هي ذرات العنصر الواحد التي تتفق في عددها الذري (Z) وتختلف في عددها الكتلي لاختلافها في

عدد النيوترونات في النواة

(علك) تتغير النظائر في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي

لاختلافها في عدد النيوترونات.

(علك) تتشابه النظائر في التفاعلات الكيميائية (الخواص الكيميائية)

لأنها تتشابه في عدد الإلكترونات وبالتالي ترتيبها حول النواة.

أمثلة على النظائر :

(١) نظائر الهيدروجين :

رمز النظير	1_1H	2_1H	3_1H
اسم ذرة النظير	البروتيوم (الهيدروجين)	الديوتيريوم	التريتيوم
اسم نواة النظير	البروتون	الديوترون	التريتيون
العدد الذري (عدد البروتونات)	1	1	1
العدد الكتلي (عدد النيوكلونات)	1	2	3
عدد النيوترونات	$1 - 1 = 0$	$2 - 1 = 1$	$3 - 1 = 2$

(٢) نظائر الأكسجين :

رمز النظير	${}^{16}_8O$	${}^{17}_8O$	${}^{18}_8O$
العدد الذري (عدد البروتونات)	8	8	8
العدد الكتلي (عدد النيوكلونات)	16	17	18
عدد النيوترونات	$16 - 8 = 8$	$17 - 8 = 9$	$18 - 8 = 10$

مثال (٢) : احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس ، علماً بأنه يتواجد في الطبيعة على هيئة نظيرين هما ^{63}Cu (نسبة وجوده 30.91%) و ^{65}Cu (نسبة وجوده 69.09%)
 $[^{63}\text{Cu}=62.9298\text{amu} , ^{65}\text{Cu}=64.9278 \text{amu}]$

الحل :

$$43.4782 \text{ amu} = \frac{69.09}{100} \times 62.9298 = \text{مساهمة } ^{63}\text{Cu} \text{ في الكتلة الذرية}$$

$$20.0692 \text{ amu} = \frac{30.91}{100} \times 64.9278 = \text{مساهمة } ^{65}\text{Cu} \text{ في الكتلة الذرية}$$

$$\boxed{63.5474 \text{ amu}} = 20.0692 + 43.4782 = \text{الكتلة الذرية للنحاس}$$

وحدات الكتلة والطاقة Mass and Energy Units

(علك) لا تُقدّر كتل ذرات النظائر بوحدة الكيلو جرام kg

لأن كتل النظائر صغيرة جداً لذا فهي تقدر بوحدة الكتل الذرية amu والتي تختصر إلى u في التفاعلات النووية تتحول المادة إلى طاقة وذلك من خلال حل قانون أينشتاين

قوانين هامة:

$E = m \times 931$ <p>(MeV) (u)</p> <p>(m) الكتلة مقدر بوحدة الكتل الذرية (E) الطاقة الناتجة مقدر بوحدة مليون إلكترون فولت MeV</p>	$E = m \times C^2$ <p>(J) (kg) $(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$</p> <p>(m) الكتلة مقدر بوحدة الكيلو جرام (C) سرعة الضوء في الفراغ (E) الطاقة الناتجة بوحدة الجول</p>
--	--

تحويلات هامة:

$u \xrightarrow[\div 1.66 \times 10^{-27}]{\times 1.66 \times 10^{-27}} \text{kg}$	$u \xrightarrow[\div 1.66 \times 10^{-24}]{\times 1.66 \times 10^{-24}} \text{g}$	$\text{kg} \xrightarrow[\div 1000]{\times 1000} \text{g}$	$\text{MeV} \xrightarrow[\div 1.604 \times 10^{-13}]{\times 1.604 \times 10^{-13}} \text{J}$
--	---	---	--

مثال (٣) : احسب كمية الطاقة الناتجة من تحول 5 g من مادة إلى طاقة مقدر بوحدة (J – MeV)

الحل :

$$(1) m = \frac{5}{1000} = 0.005 \text{ kg}$$

$$E = m \times C^2 = 0.005 \times (3 \times 10^8)^2 = \boxed{4.5 \times 10^{14} \text{ J}}$$

$$(2) m = \frac{5}{1.66 \times 10^{-24}} = 3.012 \times 10^{24}$$

$$E = m \times 931 = 3.012 \times 10^{24} \times 931 = \boxed{2.8 \times 10^{27} \text{ MeV}}$$

مثال (٤) : احسب كمية الطاقة بالجول الناتجة من تحول 25 % من مادة مشعة كتلتها 1.4 g إلى طاقة
الحل :

$$m = 1.4 \times \frac{25}{100} = 0.35 \text{ g}$$

$$E = m \times c^2 = \frac{0.35}{1000} \times (3 \times 10^8)^2 = \boxed{3.15 \times 10^{13} \text{ J}}$$

مثال (٥) : احسب الكتلة بالكيلو جرام التي تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV
الحل :

$$m = \frac{E}{931} = \frac{190}{931} = 0.2 \text{ u}$$

$$m = 0.2 \times 1.66 \times 10^{-27} = \boxed{3.32 \times 10^{-28} \text{ kg}}$$

هل تعلم :

- ✪ يستخدم في قياس الطاقة وحدة أخرى بالإضافة إلى الجول تسمى "إلكترون فولت" ويرمز لها بالرمز (eV) حيث أن : $1 \text{ eV} = 1.604 \times 10^{-19} \text{ J}$
- ✪ هناك وحدة أكبر تسمى "مليون إلكترون فولت" ويرمز لها بالرمز (MeV) حيث أن : $1 \text{ MeV} = 1.604 \times 10^{-13} \text{ J}$

القوى النووية Nuclear Forces

ما الذي يجعل نواة الذرة متماسكة ؟ أمج ما الذي يؤدي إلى تماسك النيوكلونات داخل النواة ؟

- ✪ توجد داخل النواة نيوكليونات وهي : البروتونات والنيوترونات.
- ✪ يوجد نوعان من القوى داخل النواة وهي :
 - ① قوى تنافر كهربائية كبيرة : بين البروتونات الموجبة وبعضها البعض.
 - ② قوى تجاذب مادي ضعيفة : بين البروتونات والنيوترونات ، وبين النيوترونات المتعادلة وبعضها.
- ✪ مقدار قوى التجاذب المادي صغيرة جداً و لا يمكن أن يتعادل مع قوى التنافر الكهربائية بين النيوكلونات وبذلك يستحيل تماسك النيوكلونات داخل النواة إلا بوجود قوى أخرى تعمل على ترابط هذه النيوكلونات وهذه القوى تسمى القوة النووية الكبيرة وذلك لأن تأثيرها كبير جداً على النيوكلونات.

القوى النووية القوية : هي القوى التي تعمل على ترابط النيوكلونات داخل النواة

(علك) تسمى القوى التي تعمل على ترابط النيوكلونات ببعضها باسم القوى النووية القوية

لأن تأثيرها على النيوكليونات كبير جداً داخل الحيز الصغير للنواة

خصائص القوى النووية القوية :

- ١- قوى قصيرة المدى.
- ٢- (علك) لا تعتمد على ماهية (شحنة) النيوكلونات لأنها واحدة من الأزواج الأتية :
- ① بروتون - بروتون ② بروتون - نيوترون ③ نيوترون - نيوترون
- ٣- قوة هائلة جداً.

طاقة الترابط النووي Nuclear Binding Energy

(علك) **تعل كتلة النواة الفعلية المتماثلة عن مجموع كتل النيوكلونات المكونة لها**
لأن هذا النقص في الكتل يتحول إلى طاقة تستخدم في ربط مكونات النواة لتستقر داخل الحيز النووي المتناهي في الصغر تسمى "طاقة الترابط النووي"

خطوات حل مسائل طاقة الترابط النووي :

① حساب الكتلة النظرية لمكونات النواة من العلاقة :

$$\text{الكتلة النظرية} = (\text{عدد البروتونات} \times \text{كتلة البروتون}) + (\text{عدد النيوترونات} \times \text{كتلة النيوترون})$$

② حساب النقص في كتلة مكونات النواة من العلاقة :

$$\text{النقص في الكتل} = \text{الكتلة النظرية} - \text{الكتلة الفعلية}$$

③ حساب طاقة الترابط النووي من العلاقة :

$$\text{طاقة الترابط النووي (BE)} = \text{النقص في الكتل} \times 931$$

④ حساب طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون من العلاقة :

$$\text{طاقة الترابط لكل نيوكليون} = \left(\frac{\text{BE}}{A} \right) = \frac{\text{طاقة الترابط النووي الكلية (BE)}}{\text{عدد النيوكلونات «العدد الكتلي» (A)}}$$

ملاحظة الترابط النووي لكل نيوكلون : هي القيمة التي تساهم بها كل نيوكلون في طاقة الترابط النووي للنواة

(علك) **تتخذ طاقة الترابط لكل نيوكلون $\left(\frac{BE}{A}\right)$ مقياساً لثبات (استقرار) النواة**
لأن ثبات الأنوية يزداد بزيادة قيمة $\left(\frac{BE}{A}\right)$ لها

مثال (٦) :

إذا علمت أن الكتلة الفعلية لنواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$ $u = 4.0015$ المقاسة عملياً ، احسب طاقة الترابط النووي بوحدات المليون إلكترون فولت ، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكلون ، إذا علمت أن كتلة البروتون $u = 1.00728$ ، وكتلة النيوترون $u = 1.00866$

الحل :

$$\text{الكتلة النظرية} = (2 \times 1.00728 + 2 \times 1.00866) = 4.03188 \text{ u}$$

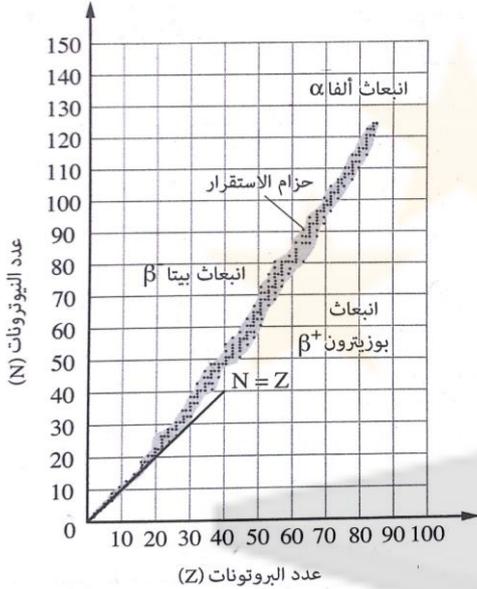
$$\text{النقص في الكتل} = 4.03188 - 4.0015 = 0.03038 \text{ u}$$

$$\text{طاقة الترابط النووي BE} = 0.03038 \times 931 = 28.28378 \text{ MeV}$$

$$\text{طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون} = \frac{\text{BE}}{A} = \frac{28.28378}{4} = 7.071 \text{ MeV}$$

استقرار (ثبات) النواة ، ونسبة (النيوترون / بروتون) Nucleus Stability , (Neutron / Proton) ratio

العنصر غير المستقر (المشع)	العنصر المستقر (الثابت)
العنصر الذي تنحل نواته مع الزمن من خلال النشاط الإشعاعي	العنصر الذي تبقى نواة ذرته ثابتة على مر الزمن ، فلا يكون له أي نشاط إشعاعي



عند رسم علاقة بيانية بين عدد النيوترونات (N) وعدد البروتونات (Z) وذلك لجميع أنوية ذرات العناصر المستقرة والموجودة في الجدول الدوري فإننا نجد أن جميع الأنوية تقع على أو قريبة من خط ينحرف قليلاً إلى أعلى بزيادة Z عن الخط الذي يمثل $N=Z$ كما في الشكل التالي :

بدراسة الشكل البياني نتبين أن :

(١) أنوية ذرات العناصر الخفيفة المستقرة :

يكون فيها عدد النيوترونات يساوي عدد البروتونات وتكون النسبة $N=Z$ هي 1:1 وتتزايد هذه النسبة تدريجياً كلما انتقلنا للعناصر الأثقل في الجدول الدوري إلى أن تصل إلى

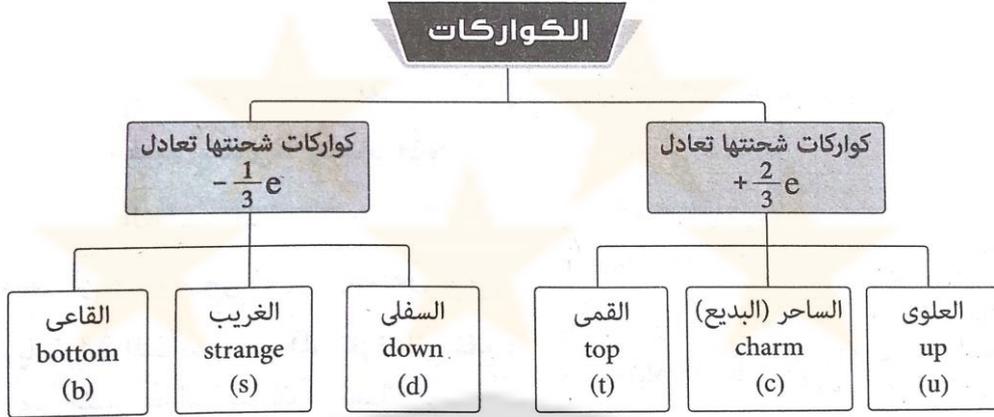
حوالي 1:1.53 في حالة نواة ذرة الرصاص $^{208}_{82}\text{Pb}$

(٢) أنوية ذرات العناصر غير المستقرة :

كيفية وصول الأنوية غير المستقرة لحالة الاستقرار	سبب عدم استقرار أنوية الذرات	موقع الأنوية غير المستقرة
بانبعث جسيم بيتا (إلكترون نواة سالب) ويرمز له بالرمز (β^-) من نواة العنصر المستقر ... علا ؟ لتحويل أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار $^1_0n \longrightarrow ^1_1H + ^0_{-1}e$ بيتا	عدد النيوترونات فيها أكبر من حد الاستقرار النسبة $(\frac{N}{Z})$ كبيرة	يسار حزام الاستقرار
بانبعث جسيم بوزيترون (إلكترون نواة موجب) ويرمز له بالرمز (β^+) من نواة العنصر المستقر ... علا ؟ لتحويل أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار $^1_1H \longrightarrow ^1_0n + ^0_{+1}e$ بوزيترون	عدد البروتونات فيها أكبر من حد الاستقرار النسبة $(\frac{N}{Z})$ صغيرة	يمين حزام الاستقرار
بانبعث دقيقة ألفا (^4_2He) من نواة العنصر غير المستقر... علا ؟ لفقد (2 بروتون ، 2 نيوترون) حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار	عدد النيوترونات فيها أكبر من حد الاستقرار	أعلى حزام الاستقرار

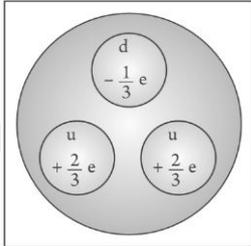
مفهوم الكوارك Quark

في عام 1964م أثبت العالم (موري جيل مان) أن البروتونات عبارة عن تجمع من جسيمات أولية أطلق عليها اسم كواركات ، يبلغ عددها ستة أنواع وكل كوارك يتميز برقم يرمز له الرمز Q يعبر عن شحنة منسوبة إلى شحنة الإلكترون وتأخذ القيم $(+\frac{2}{3}e$ or $-\frac{1}{3}e)$ والمخطط التالي يوضح أنواع الكواركات وقيم Q لكل منها :



تركيب البروتون

يتركب البروتون من ارتباط 2 كوارك علوي (u) مع 1 كوارك سفلي (d) وتفسر الشحنة الكهربائية الموجبة للبروتون Q_p بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

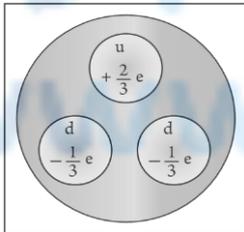


$$Q_p = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

(u) (u) (d)

تركيب النيوترون

يتركب النيوترون من ارتباط 1 كوارك علوي (u) مع 2 كوارك سفلي (d) وتفسر الشحنة الكهربائية المتعادلة للنيوترون Q_n بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.



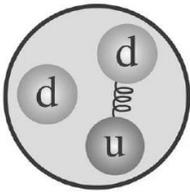
$$Q_n = \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

(u) (d) (d)

تقويم الفصل الأول (نواة الذرة والجسيمات الأولية)

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- اكتشف العالم أن النواة تحتوي على بروتونات.
أ - بور ب - أينشتاين ج - شادويك د - رذرفورد
- ٢- تتركز كتلة الذرة في
أ - النواة ب - البروتونات ج - النيوترونات د - الإلكترونات
- ٣- \square تتفق نظائر العنصر الواحد في جميع ما يلي ما عدا
أ - الخواص الكيميائية ب - العدد الذري ج - عدد النيوترونات د - عدد البروتونات
- ٤- لا تحتوي نواة على نيوترونات.
أ - الكربون ب - البروتيوم ج - التريوم د - النيتروجين
- ٥- تقدر كتل ذرات النظائر بوحدة الكتل الذرية amu والتي تساوي g
أ - 6.02×10^{23} ب - 1.66×10^{-24} ج - 6.02×10^{-24} د - 1.66×10^{23}
- ٦- الطاقة الناتجة عن تحول كتلة مقدارها 1 u إلى طاقة تساوي MeV
أ - 1.545×10^{-24} ب - 1.489×10^{-10} ج - 931 د - 931×10^6
- ٧- \square إذا كان الفرق بين مجموع كتل النيوكليونات الحرة والنيوكليونات المترابطة في نواة ذرة الحديد $^{56}_{26}\text{Fe}$ هو (0.5 u) فإن طاقة الترابط النووي لنواة ذرة الحديد تساوي
أ - 0.5 J ب - 0.5 MeV ج - 465.5 MeV د - 465.5 J
- ٨- \square إذا كانت طاقة الترابط النووي لنواة ذرة الهيليوم (^4_2He) تساوي 28 MeV فإن طاقة الترابط النووي لكل نيوكليون فإنها تساوي MeV
أ - 7 ب - 14 ج - 56 د - 112
- ٩- \square الشكل المقابل يمثل
أ - بروتون ب - نيوترون ج - إلكترون د - ميزون
- ١٠- \square عندما يتحول البروتون إلى نيوترون ينطلق
أ - (α) ب - (β^+) ج - (β^-) د - (δ)
- ١١- عندما يتحول النيوترون إلى بروتون ينطلق
أ - (α) ب - (β^+) ج - (β^-) د - (δ)
- ١٢- \square النيوكليونات اسم يطلق على
أ - البروتونات ودقائق ألفا. ب - دقائق ألفا ودقائق بيتا.
ج - دقائق بيتا والنيوترونات. د - النيوترونات والبروتونات.
- ١٣- \square رقم الشحنة (Q) لكوارك من النوع (u) يساوي
أ - (0) ب - $(-\frac{1}{3})$ ج - $(+\frac{2}{3})$ د - (-1)



٢ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- جسيمات سالبة الشحنة تدور حول نواة الذرة.
- ٢- جسيمات سالبة الشحنة توجد داخل نواة الذرة.
- ٣- \odot جسيم يتكون عندما يتحول أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون.
- ٤- جسيم يتكون عندما يتحول أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون.
- ٤- جسيمات تحمل شحنة موجبة توجد داخل نواة الذرة كتلتها تعادل 1800 مرة كتلة الإلكترون.
- ٥- \odot جسيم يتكون من ارتباط 2 كوارك علوي (u) مع 1 كوارك سفلي (d).

- ٥- جسيمات متعادلة الشحنة توجد داخل نواة الذرة.
- ☆ جسيم يتكون من ارتباط 1 كوارك علوي (u) مع 2 كوارك سفلي (d).
- ٦- عدد البروتونات الموجبة الموجودة داخل النواة.
- ٧- مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات داخل نواة ذرة العنصر.
- ٨- ذرات العنصر الواحد التي تتفق في عددها الذري وتختلف في عددها الكتلي.
- ٩- نظير عنصر لا تحتوي نواته على نيوترونات.
- ١٠- قوى تعمل على ترابط النيوكليونات داخل نواة الذرة.
- ١١- كمية الطاقة المكافئة لمقدار النقص في كتلة مكونات النواة.
- ١٢- العنصر الذي تبقى نواته ثابتة على مر الزمن.
- ١٣- العنصر الذي تتحلل نواته مع الزمن نتيجة حدوث نشاط إشعاعي.

٣ علل لما يأتي :

- ١- تتركز كتلة الذرة في النواة.
- ٢- الذرة متعادلة كهربياً.
- ٣- تتفق نظائر العنصر الواحد في الخواص الكيميائية.
- ٤- تساوي العدد الذري مع العدد الكتلي لنواة البروتيوم.
- ٥- لا تقدر كتلة ذرات النظائر بوحدة الكيلو جرام.
- ٦- تماسك نواة ذرة العنصر رغم وجود قوى تنافر داخلها.
- ٧- الكتلة الفعلية لنواة أي ذرة أقل من مجموع كتلة مكوناتها.
- ٨- تعتبر طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون مقياساً مناسباً لدى الاستقرار النووي.
- ٩- أنوية ذرات العناصر التي تقع على يسار حزام الاستقرار غير مستقرة.
- ☆ أنوية ذرات العناصر التي تقع على يسار حزام الاستقرار تفقد دقيقة بيتا.
- ١٠- أنوية ذرات العناصر التي تقع على يمين حزام الاستقرار غير مستقرة.
- ☆ أنوية ذرات العناصر التي تقع على يسار حزام الاستقرار تفقد دقيقة بوزيترون.
- ١١- أنوية ذرات العناصر التي تقع على أعلى حزام الاستقرار غير مستقرة.
- ☆ أنوية ذرات العناصر التي تقع على أعلى حزام الاستقرار تفقد دقيقة ألفا.
- ١٢- يحمل البروتون شحنة كهربية موجبة، بينما يحمل النيوترون شحنة كهربية متعادلة.

٤ ما الدور الذي يقوم به كل من العلماء الآتي اسماؤهم:

- ١- رذرفورد.
- ٢- بور.
- ٣- شادويك.
- ٤- أينشتاين.
- ٥- موري جيلمان.

٥ ما النتائج المترتبة على كل من :

- ١- زيادة عدد النيوترونات في نواة ذرة عنصر مُشع عن حد الاستقرار.
- ٢- احتواء نواة ذرة عنصر ما على عدد من البروتونات أكبر من حد الاستقرار.
- ٣- زيادة عدد النيوكليونات في نواة ذرة عنصر مُشع عن حد الاستقرار.
- ٤- خروج إلكترون من ذرة عنصر.
- ٥- خروج إلكترون من نواة عنصر مُشع.

٦ اجب عن المسائل التالية :

١- احسب كمية الطاقة الناتجة من تحول (5 g) من مادة إلى طاقة مقدره بالجول ، وبوحدة (MeV) $(4.5 \times 10^{14} \text{ J} , 2.8 \times 10^{27} \text{ MeV})$

٢- احسب كمية الطاقة الناتجة من تحول $(1.66 \times 10^{-24} \text{ g})$ من مادة ما مقدره بوحدات (أ) الجول. (ب) MeV

$(1.494 \times 10^{-10} \text{ J} , 931 \text{ MeV})$

٣- احسب كمية الطاقة المنطلقة عند تحول 0.00234 u من البلاتين (215) مقدره بوحدته MeV وبوحدة الجول $(2.179 \text{ MeV} , 3.495 \times 10^{-13} \text{ J})$

٤- استخدم معادلة أينشتاين في حساب الكتلة بالكيلو جرام اللازم تحولها إلى طاقة مقدارها 190 MeV $(3.39 \times 10^{-28} \text{ kg})$

٥- احسب كمية الطاقة بوحدته MeV الناتجة عن تحول 50% من مادة مشعة كتلتها 10 g $(2.8 \times 10^{27} \text{ MeV})$

٦- إذا علمت أن الكتلة الفعلية للديوتيريوم $({}^2_1\text{H})$ 2.014102 u ، وكتلة البروتون 1.00728 u وكتلة النيوترون 1.00866 u ، احسب طاقة ترابط الديوتيريوم بوحدته MeV (1.71 MeV)

٧- احسب طاقة ترابط النيوترون في النواة $({}^{43}_{20}\text{Ca})$ علماً بأن كتلة النيوترون النظرية 1.00866 u ، $M_x({}^{43}_{20}\text{Ca}) = 42.958767 \text{ u}$ الكتلة الفعلية $M_x({}^{42}_{20}\text{Ca}) = 41.958618 \text{ u}$ ، (7.923741 MeV)

٨- احسب طاقة الترابط النووي لكل نيوكليون في نواة ذرة الهيليوم $({}^4_2\text{He})$ علماً بأن : الكتلة الفعلية لها 4.00151 u وكتلة كل من البروتون 1.00728 u وكتلة النيوترون 1.00866 u (7.0686 MeV)

٩- أيهما أكثر استقراراً نواة ذرة الأكسجين $({}^{16}_8\text{O})$ أم نواة الأكسجين $({}^{17}_8\text{O})$ علماً بأن : $M_x({}^{17}_8\text{O}) = 16.999139 \text{ u}$ ، $M_x({}^{16}_8\text{O}) = 15.994915 \text{ u}$ ، $m_n = 1.00866 \text{ u}$ ، $m_p = 1.00728 \text{ u}$ $({}^{16}_8\text{O} = 7.7 \text{ MeV} , {}^{17}_8\text{O} = 7.5 \text{ MeV})$

١٠- احسب الكتلة الفعلية لنواة ذرة الصوديوم $({}^{23}_{11}\text{Na})$ إذا علمت أن طاقة الترابط النووي لها 90.8656 MeV ، علماً بأن : $m_n = 1.00866 \text{ u}$ ، $m_p = 1.00728 \text{ u}$ (23.0864 u)

١١- احسب الكتلة النظرية لنواة أحد نظائر النيتروجين إذا علمت أن طاقة الترابط لها 90.8656 MeV ، الكتلة الفعلية للنواة 13.0057 u (13.1033 u)

الفصل الثاني : النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

Radioactivity and Nuclear Reactions

التفاعلات النووية Nuclear Reactions

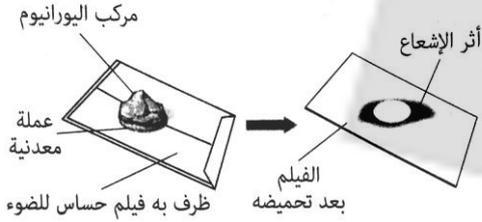
التفاعلات النووية : هي عمليات تتضمن تغير تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عندما تلتقي أنوية الذرات المتفاعلة.

(علك) التفاعلات النووية تختلف عن التفاعلات الكيميائية

لأن التفاعل الكيميائي يحدث بين ذرات العناصر عن طريق الارتباط بين الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية لذرات العناصر المتفاعلة ولا يحدث تغير لنوى هذه الذرات.



أولاً : تفاعلات التحول الطبيعي للعناصر «النشاط الإشعاعي الطبيعي»



تخترق الإشعاعات الصادرة من مركب اليورانيوم الورق ولكنها لا تخترق الأجسام المعدنية

اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي :

★ في أوائل عام 1896م من اكتشاف هذه العالم "هنري بيكريل" عن طريق الصدفة - أحد مركبات اليورانيوم يُصدر إشعاعات غير مرئية تلقائية تؤدي لتكوين ظلال على ألواح التصوير الحساسة.

★ في عام 1898م اطلقت "مدام كوري" على هذه الظاهرة اسم النشاط الإشعاعي.

★ عند اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي كان اهتمام الباحثين موجهاً إلى معرفة طبيعة الإشعاعات المنطلقة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبع في ذلك طريقتان هما :

(1) اختبار مقدرة الإشعاعات على اختراق المواد.

(2) قياس انحراف الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغناطيسي والمجال الكهربائي.

★ دلت التجارب على أن هناك ثلاثة إشعاعات مختلفة تنطلق من المواد ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي وهي :

(1) إشعاعات ألفا (α) : هي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم وهي دقائق تتكون كل منها من بروتونين

ونيترونين. ويرمز لها بالرمز α

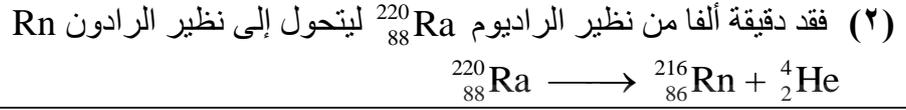
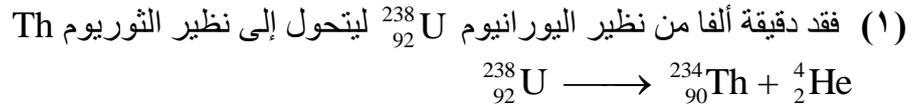
(علك) اختلاف دقبة ألفا عن ذرة الهيليوم رغم أن رمز كل منهما ${}^4_2\text{He}$

لأن دقبة ألفا تعبر عن النواة فهي موجبة بينما ذرة الهيليوم متعادلة الشحنة

(علك) انبعاث دقبة ألفا α من نواة عنصر مُشع يؤدي لحوث تحول عنصري

لتكون عنصر جديد عدده الذري أقل بمقدار 2 وعدد الكتلي أقل بمقدار 4 بالنسبة للنواة الأصلية

(س) اكتب المعادلة النووية الدالة على كل من :

(٢) إشعاعات بيتا (β^-) :(علك) يطلق على دقيقة بيتا β^- اسم الإلكترونلأنها تحمل صفات الإلكترونات (^-_1e) من حيث الكتلة والسرعة والشحنة.

(علك) يمكن إهمال كتلة دقيقة بيتا

لضآلتها بالنسبة لوحدة الكتل الذرية تعادل $\frac{1}{1800}$ من وحدة الكتل الذرية.(علك) يرمز لدقيقة بيتا بالرمز ^-_1e

لأن (-1) تعني أن شحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة (الإلكترون) والصفري يعني أن كتلتها مُهملة مقارنة بكتلة البروتون والنيوترون.

(علك) حدوث تحول عنصري عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مُشع

لتكون عنصر جديد عدده الذري أكبر بمقدار 1 لتحول أحد النيوترونات إلى بروتون بينما عدده الكتلي لا يتغير بالنسبة للنواة الأصلية

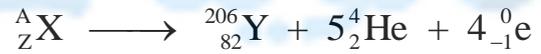


(س) اكتب المعادلة النووية الدالة على كل من :



(س) اكتب العدد الذري والعدد الكتلي لعنصر مُشع يتحول إلى عنصر مُستقر عدده الذري 82 وعدده الكتلي 206

بعد ما يفقد 5 جسيمات ألفا ، و4 جسيمات بيتا



العدد الكتلي (A) = 206 + (5×4) + (4×0) = 226

العدد الذري (Z) = 82 + (5×2) + (4×-1) = 88

(٣) أشعة جاما (γ) : هي عبارة عن فوتونات «موجات كهرومغناطيسية»

- ذات طول موجي قصير جداً - سرعتها سرعة الضوء - ترددها كبير

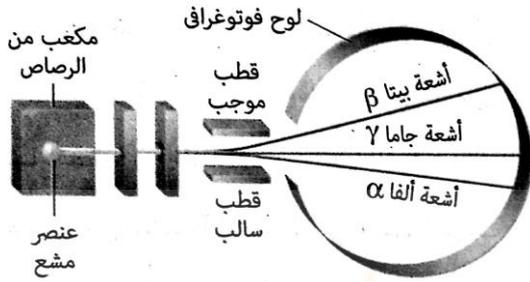
(علك) طاقة فوتوناتها عالية

لأنها أقصر الأمواج الكهرومغناطيسية في طولها الموجي بعد الأشعة الكونية وبذلك فإن ترددها كبير

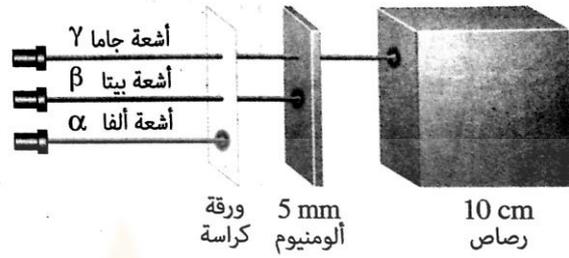
(علك) انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة العنصر المُشع لا يؤدي إلى تغير في العدد الذري أو العدد الكتلي لها

لأنها أمواج كهرومغناطيسية (فوتونات) عديمة الكتلة والشحنة.

- تتبع أشعة جاما من نوى ذرات العناصر عندما تكون هذه النوى غير مُستقرة (تكون طاقتها زائدة عما هي عليه في حالة استقرارها)



تأثير المجال الكهربائي على إشعاعات ألفا وبيتا وجاما



نفاذية إشعاعات ألفا وبيتا وجاما

والجدول التالي ، يوضح مقارنة بين خواص الأنواع الثلاثة من الإشعاعات التي تنطلق من مادة مُشعة.

أوجه المقارنة	أشعة ألفا	أشعة بيتا	أشعة جاما
الرمز	α	β^-	γ
الطبيعة	نواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$	إلكترون نواة ${}^0_{-1}\text{e}$	فوتون عالي الطاقة
الكتلة	أربعة أمثال كتلة البروتون تقريباً	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	عديمة الكتلة
القدرة على النفاذ	"ضعيفة" لا يمكنها النفاذ من ورقة كراسة	"متوسطة" لا يمكنها النفاذ من شريحة ألومنيوم سُمكها 5 mm	"عالية جداً" تستطيع النفاذ خلال شريحة من الرصاص سُمكها عدة سنتيمترات وإن كانت شديداً تقل أثناء النفاذ
القدرة على تأيين الغازات	عالية جداً	عالية	منخفضة
التأثير بالمجال الكهربائي	تتحرف قليلاً ناحية القطب السالب	تتحرف انحرافاً كبيراً ناحية القطب الموجب	لا تتأثر بالمجال الكهربائي
التأثير بالمجال المغناطيسي	تتأثر بانحراف صغير	تتأثر بانحراف كبير	لا تتأثر بالمجال المغناطيسي

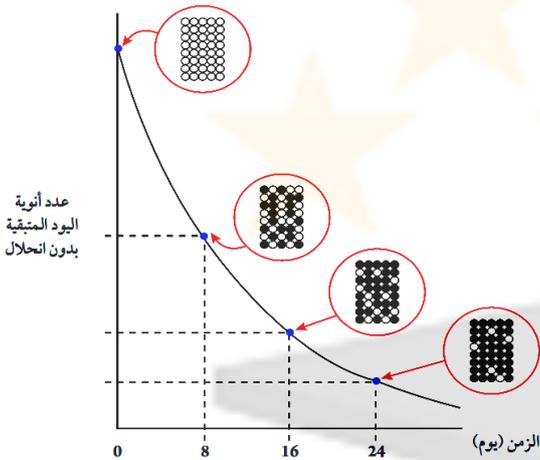
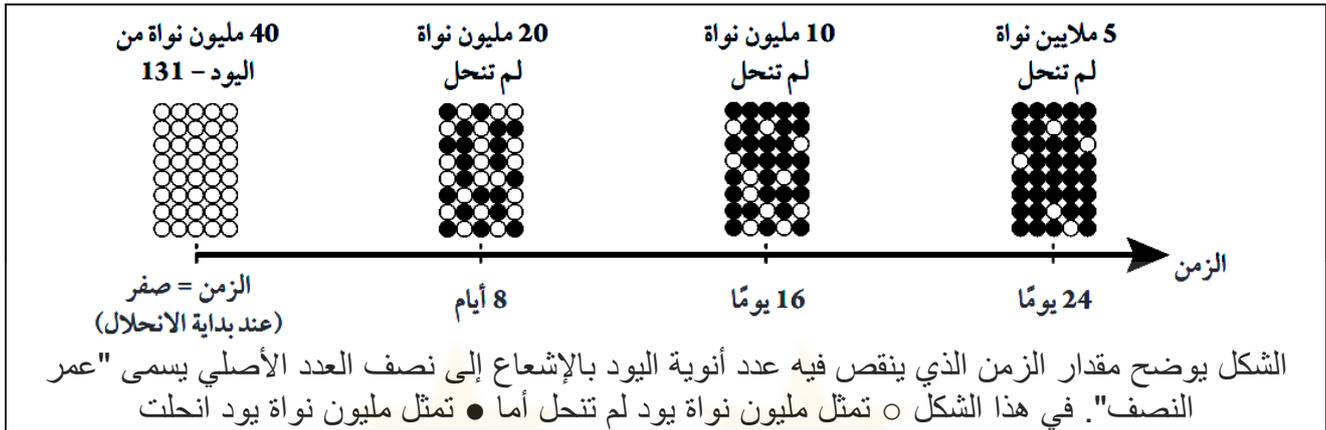
عمر النصف Half-life

عندما تتبع دقائق ألفا أو دقائق بيتا أو أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مُشع فإنه يقال : إن هذه النواة حدث لها انحلال إشعاعي ويقل نشاط المادة المُشعة بمرور الزمن

فترة عمر النصف $t_{1/2}$: الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات العنصر المُشع إلى النصف

الاستخدام : يستخدم فترة عمر النصف في تحديد عمر الصخور والموميا.

فإذا أخذنا على سبيل المثال عينة من عنصر اليود المُشع (يود - 131) تتحلل نواة واحدة فقط كل ثانية من 1,000,000 نواة يود موجودة في هذه اللحظة. والشكل التالي يمثل انحلال (يود - 131)



(س) ماذا نعلم بقولنا أن فترة عمر النصف لليود 131 يساوي 8 days ؟

ج : يعني هذا أن الزمن الذي يتناقص فيه عدد أنوية عنصر اليود المشع إلى نصف عددها الأصلي عن طريق الانحلال الإشعاعي يساوي 8 days

مثال (٧) : احسب فترة عمر النصف لعنصر مشع ، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

الحل :

$$12 \text{ g} \xrightarrow{(1) \frac{t_1}{2}} 6 \text{ g} \xrightarrow{(2) \frac{t_1}{2}} 3 \text{ g} \xrightarrow{(3) \frac{t_1}{2}} 1.5 \text{ g}$$

$$\therefore D = 3 \quad \therefore t_{1/2} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15 \text{ days}$$

مثال (٨) : عينة من عنصر مشع تحتوي على 4.8×10^{12} atom بعد مرور 8 years إذا علمت أن عمر النصف له 2 years ، احسب : ① عدد أنوية الذرات المتبقية. ② عدد أنوية الذرات التي انحلت.

الحل :

$$\therefore D = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{8}{2} = 4$$

$$4.8 \times 10^{12} \xrightarrow{(1) \frac{t_1}{2}} 2.4 \times 10^{12} \xrightarrow{(2) \frac{t_1}{2}} 1.2 \times 10^{12} \xrightarrow{(3) \frac{t_1}{2}} 0.6 \times 10^{12} \xrightarrow{(4) \frac{t_1}{2}} 0.3 \times 10^{12}$$

∴ عدد الأنوية المتبقية = 0.3×10^{12} atom

∴ عدد الأنوية التي انحلت = $4.8 \times 10^{12} - 0.3 \times 10^{12} = 4.5 \times 10^{12}$ atom

ثانياً : تفاعلات التحول النووي «العنصري»

تفاعلات نووية يتم فيها قذف نواة عنصر ما «يُعرف بالهدف» بجسيم ذو طاقة حركة مناسبة «يُعرف بالقذيفة» فتتحول إلى نواة عنصر جديد في صفاتها الفيزيائية والكيميائية
أمثلة على القذائف :

① دقيقة ألفا ${}^4_2\text{He}$ ② البروتون ${}^1_1\text{H}$ ③ الديوترون ${}^2_1\text{H}$ ④ النيوترون ${}^1_0\text{n}$

المعجلات النووية : هي أجهزة تستخدم في تسريع القذائف

أمثلة : ① جهاز فان دي جراف ② جهاز السيكلترون

(١) استخدام جسيم ألفا ${}^4_2\text{He}$ كقذيفة :

لقد كان أول من أجرى تفاعلاً نووياً صناعياً هو العالم "رذرفورد" عام 1919م ، حيث استخدم :
– دقائق ألفا كقذيفة – غاز النيتروجين كهدف كالتالي :



① الخطوة الأولى : دقيقة ألفا تمتزج بنواة ذرة النيتروجين مكونة نواة

ذرة الفلور $[{}^{18}_9\text{F}^*]$ وتسمى "النواة المركبة"

② الخطوة الثانية : نواة الفلور تكون غير مستقرة وذات طاقة عالية

، وتتخلص من الطاقة الزائدة لكي تعود إلى وضع الاستقرار فينتقل

بروتون سريع ${}^1_1\text{H}$ «خلال زمن قدره 10^{-9}s » وتتحول نواة ذرة

النيتروجين إلى نواة ذرة الأكسجين 17 المُستقر.



(٢) استخدام البروتون ${}^1_1\text{H}$ كقذيفة :



(٣) استخدام الديوترون ${}^2_1\text{H}$ كقذيفة :



(٤) استخدام النيوترون ${}^1_0\text{n}$ كقذيفة :

(علك) يُعتبر النيوترون من أفضل القذائف

لأنه لا يحتاج إلى سرعة عالية لاختراق النواة حيث أنه جسيم مُتعادل الشحنة لا يلاقي تنافراً مع الإلكترونات المحيطة بالنواة

ملاحظة هامة :

من المهم أن ننتبه عند موازنة المعادلات النووية إلى مراعاة قانوني حفظ الشحنة وحفظ المادة «الكتلة»

قانون حفظ الشحنة : مجموع الأعداد الذرية في طرف المعادلة الأيسر مساوياً لمجموع الأعداد الذرية في طرف المعادلة الأيمن

قانون حفظ المادة «الكتلة» : مجموع أعداد الكتلة في طرف المعادلة الأيسر مساوياً لمجموع أعداد الكتلة في طرف المعادلة الأيمن

ثالثاً : تفاعلات الانشطار النووي :

توصل العلماء عام 1939م لنوع من التفاعلات النووية سُمي الانشطار النووي.

الانشطار النووي : تفاعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة ذات طاقة حركة منخفضة فتنتشر

إلى نواتين متقاربتين في الكتلة وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة

(علك) لا يحتاج النيوترون لسرعة عالية لدخول النواة عندما تعذف نواة ذرة اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ بنيوترون

لأنها قذيفة متعادلة فلا تلاقي تنافراً عند دخولها النواة

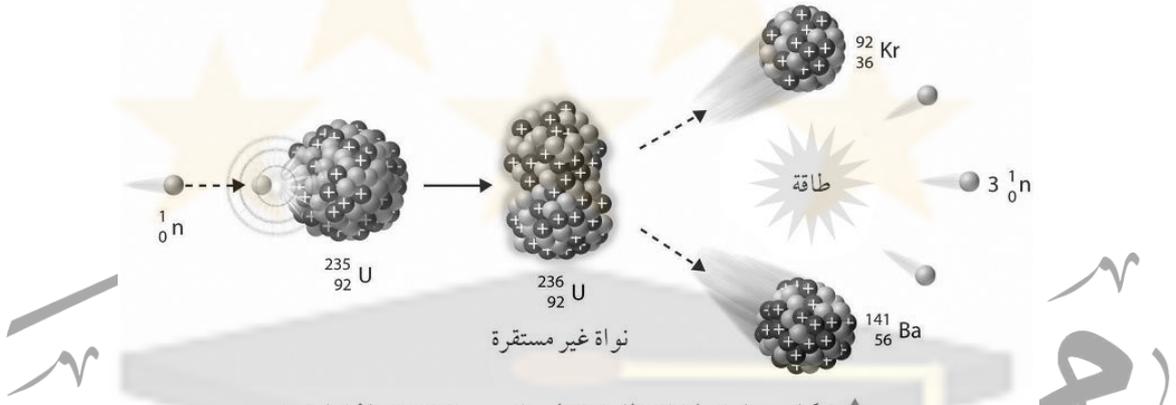
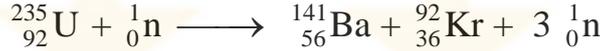
★ النيوترون البطيء يدخل نواة اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ التي تتحول إلى نظير يورانيوم $^{236}_{92}\text{U}$ غير المستقر لا يزيد مدة بقاؤه عن 10^{-12} ثانية

★ تنتشر بعدها «نواة اليورانيوم $^{236}_{92}\text{U}$ » إلى نواتين (X)، (Y) تسميان شظايا الانشطار النووي

★ هناك العديد من الاحتمالات الممكنة لهذه الشظايا، إذ يوجد حوالي 90 نواة وليدة مختلفة يمكن أن تنتج من هذا الانشطار، كما ينتج في الغالب ما بين نيوترونين أو ثلاثة في العملية، ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة



ومن النواتج الشهيرة للتفاعل الانشطاري الباريوم والكريبتون طبقاً للمعادلة التالية:

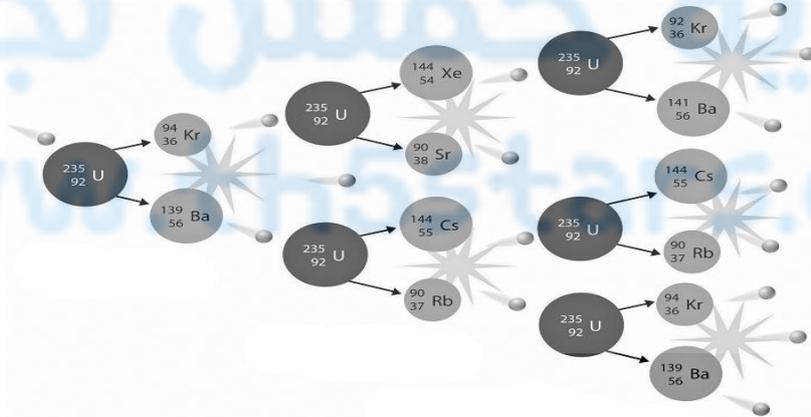


شكل يمثل عملية انشطار نواة اليورانيوم - $^{235}_{92}\text{U}$ عند قذفها بنيوترون

التفاعل المتسلسل:

تفاعل نووي انشطاري تستخدم النيوترونات الناتجة منه كقذائف بشكل يضمن استمراره تلقائياً بمجرد بدئه رأينا في عملية الانشطار النووي أن مجموعة من النيوترونات تنتج من التفاعل بالإضافة إلى شظايا الانشطار.

ويستطيع كل من النيوترونات (إذا كانت سرعته مناسبة) أن يشطر نواة جديدة من نوى $^{235}_{92}\text{U}$ وينتج عن هذه الانشطارات الجديدة نيوترونات جديد أخرى تستطيع أن تقوم بالعملية السابقة نفسها فتشطر نوى أخرى من نوى $^{235}_{92}\text{U}$... وهكذا، ويطلق على هذا التفاعل اسم "التفاعل المتسلسل" ويوضح الشكل التالي كيفية مضاعفة عدد النوى التي تنتشر إذا استمر التفاعل بهذا الشكل



(علك) يتولد عن التفاعل المتسلسل طاقة حرارية ضخمة

لاستمرار عملية شطر أنوية اليورانيوم والتي تتزايد باستمرار التفاعل نتيجة للزيادة المستمرة في أعداد النيوترونات

فكرة عمل المفاعل النووي :

★ يعتبر المفاعلات النووية الانشطارية من التطبيقات السلمية الهامة للتفاعلات الانشطارية المتسلسلة حيث تُستخدم في إنتاج الطاقة (توليد الكهرباء) في محطات القوى الكهربائية.

★ التفاعل الأساسي فيها هو تفاعل انشطار نواة اليورانيوم.

★ **الحجم الحرج** : هو عبارة عن كمية من اليورانيوم 235 التي يقوم فيها نيوترون واحد - في المتوسط - من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد

(علك) يُستخدم في المفاعل كمية من اليورانيوم تساوي الحجم الحرج

لضمان استمرار التفاعل المتسلسل بطريقة ذاتية وبالتالي يظل التفاعل مستمراً بنفس معدله الابتدائي البطيء

(علك) لا يُستخدم في المفاعلات الانشطارية كمية من اليورانيوم حجمها أكبر بكثير من الحجم الحرج

لكي تؤدي التفاعلات الانشطارية المتسلسلة الحادثة بداخل المفاعلات إلى إنتاج طاقة دون حدوث انفجار

★ إذا أردنا التحكم في التفاعل المتسلسل بحيث ينتج في النهاية طاقة ولا يحدث انفجار ففي هذه الحالة لا بد من التحكم في عدد النيوترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل ويتم ذلك في المفاعل النووي بواسطة التحكم في :

(١) وضع قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووي «اليورانيوم 235» : حيث يؤدي إنزال قضبان

الكادميوم بين قضبان الوقود النووي في المفاعل النووي إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات

وبالتالي يقل معدل تفاعلات الانشطار، أما عند رفع قضبان الكادميوم فتحدث عملية عكسية.

(٢) عدد قضبان الكادميوم : حيث يؤدي زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة إلى زيادة معدل

امتصاص النيوترونات وبالتالي يقل معدل تفاعلات الانشطار

فكرة عمل القنبلة الانشطارية :

★ تعتبر القنبلة الانشطارية من التطبيقات اللاسلمية (الحربية) للتفاعلات الانشطارية

(علك) يُستخدم في القنبلة الانشطارية كمية من اليورانيوم 235 أكبر بكثير من الحجم الحرج

لضمان استمرار التفاعل الانشطاري بمعدل سريع وهو ما يؤدي لحدوث انفجار

رابعاً: تفاعلات الاندماج النووي :

دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل منهما وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة

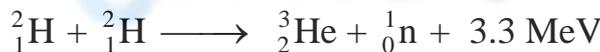
★ الاندماج النووي هو مصدر الطاقة المدمرة للقنبلة الهيدروجينية.

تطبيق: اندماج ديوتيريونان لتكوين نواة هيليوم 3

(علك) عند دمج ديوتيريونان ${}^2_1\text{H}$ معاً تكون كتلة النواتج أقل من كتلة المتفاعلات

لتحول هذا الفرق في الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 MeV تتحرر مع دمج هذين الديوتيريونين.

هذا الاندماج النووي يمكن تمثيله بالمعادلة النووية التالية :



(علك) حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل نجم الشمس وصعوبة تحقيق ذلك في المختبرات

لأن التفاعلات النووية الاندماجية تتم عند درجة حرارة مرتفعة جداً من رتبة 10^7 درجة كلفينية (مطلقة)

مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية :

التفاعلات النووية	التفاعلات الكيميائية
تتم عن طريق نيوكليونات النواة	تتم عن طريق إلكترونات المستوى الخارجي
تؤدي إلى تحول العنصر إلى نظيره أو إلى عنصر آخر	لا تؤدي إلى تحول العنصر إلى عنصر آخر
نظائر العنصر الواحد تُعطي نواتج مختلفة	نظائر العنصر الواحد تُعطي نفس النواتج
تكون مصحوبة بانطلاق كميات هائلة من الطاقة	تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص قدر محدد من الطاقة

الاستخدامات السلمية للنظائر المشعة :

المجال	الاستخدام السلمي
مجال الطب	قتل الخلايا السرطانية عن طريق : ★ توجيه أشعة جاما التي تنبعث من نظير الكوبلت 60 أو السيزيوم 137 المشع إلى مركز الورم. ★ غرس إبر تحتوي على نظير الراديوم 226 المشع في الورم السرطاني.
مجال الصناعة	★ التحكم الآلي في بعض خطوط الإنتاج كما يحدث في صب الصلب المُنصهر حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما مثل نظير الكوبلت 60 أو نظير السيزيوم 137 عند أحد جوانب آلة الصب ويوضع في الجانب الآخر كاشف إشعاعي يستقبل أشعة جاما ، وعندما تصل كتلة الصلب إلى أبعاد معينة لا يستطيع الكاشف استقبال أشعة جاما ، وهنا يتم وقف عملية الصب.
مجال الزراعة	★ إحداث طفرات بالأجنة وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية وأكثر مقاومة للآفات الزراعية وذلك عن طريق تعريض البذور لجرعات مختلفة من أشعة جاما. ★ تعقيم المنتجات النباتية والحيوانية باستخدام أشعة جاما؛ لحفظها من التلف وإطالة فترة تخزينها ★ تعقيم ذكور الحشرات باستخدام أشعة جاما ؛ للحد من انتشار الآفات الزراعية.
مجال البحوث العلمية	★ تتبع مسار (دورة) بعض المواد في النباتات بإدخال نظائر مشعة في المواد الأساسية التي يستخدمها النبات ثم تتبع الإشعاعات الصادرة منها لمعرفة دورتها في النبات كإدخال ماء به أكسجين مشع وتتبع أثره.

الآثار الضارة للإشعاعات النووية :

بصفة عامة يوجد نوعان من الإشعاع :

الإشعاع المؤين	الإشعاع غير المؤين	التعريف
الإشعاع الذي يحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض له	الإشعاع الذي لا يحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض له	
★ أشعة ألفا ★ أشعة بيتا ★ أشعة جاما ★ الأشعة السينية و تسمى بالإشعاعات المؤينة لأنه عندما تتصادم مع ذرات أي مادة فإنها تؤينها	★ إشعاعات الراديو المنبعثة من الهاتف المحمول ★ الضوء ★ الأشعة تحت الحمراء ★ أشعة الليزر ★ الأشعة فوق البنفسجية	أمثلة
عند سقوط الإشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تؤدي إلى تأين جزيئات الماء الذي يمثل الجزء الأكبر من أي خلية حية ، وهذا يؤدي إلى إتلاف الخلية وتكسير الكروموسومات وإحداث بعض التغيرات الجينية. وعلى المدى البعيد آثار في الخلية تؤدي إلى : ① منع أو تأخر انقسام الخلية أو زيادة معدل انقسامها مما يؤدي إلى الأورام السرطانية. ② حدوث تغيرات مستديمة في الخلية تنتقل وراثياً إلى الأجيال التالية وتكون النتيجة ظهور مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين المنتجين. ③ موت الخلايا.	★ الإشعاعات الصادرة من أبراج المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية في الجهاز العصبي وينتج عن ذلك أن سكان المناطق القريبة من هذه الأبراج يعانون من الصداع ودوخة وأعراض إعياء وقد اتفق العلماء أنه يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وبرج المحمول عن 6 أمتار وهي مسافة آمنة. ★ خطورة الهاتف المحمول تكمن في أشعة المذياع (الراديو) المنبعثة منه، حيث يؤثر المجال المغناطيسي والكهربي لهذه الأشعة على الخلايا علاوة على ارتفاع درجة الحرارة في الخلايا نظراً لامتصاص الخلايا للطاقة، وقد أشارت بعض الأبحاث إلى أن استخدام الحاسب المحمول (اللاب توب) بوضعه على الركبتين يؤثر على الخصوبة.	الأضرار

تقويم الفصل الثاني (النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية)

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- ١- تفاعلات تتضمن تغير في تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتحويلها إلى أنوية ذرات عناصر جديدة.
- ٢- تفاعلات تتم عن طريق إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي للذرات.
- ٣- جسيمات موجبة الشحنة تشبه في تركيبها أنوية ذرات الهيليوم.
- ٤- جسيمات تحمل صفات الإلكترون من حيث الكتلة والشحنة والسرعة.
- ٥- ⚡ دقائق يؤدي انبعاثها من نواة ذرة عنصر مُشع إلى تكون عُنصر جديد عدده الذري أكبر بمقدار 1 موجات كهرومغناطيسية لا يؤدي انبعاثها من أنوية العناصر المُشعة إلى حدوث تغير في أعدادها الكتلية أو الذرية.
- ٦- الزمن الذي يقل فيه عدد أنوية العنصر المُشع إلى النصف.
- ٧- تفاعلات نووية يتم فيها قذف نواة عنصر ما بقذيفة فتتحول إلى نواة جديدة.
- ٨- أجهزة تستخدم في تسريع الجسيمات النووية بغرض زيادة طاقة حركتها.
- ٩- مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات يساوي مجموع الأعداد الذرية للنواتج في المُعادلة النووية.
- ١٠- مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات يساوي مجموع الأعداد الكتلية للنواتج في المُعادلة النووية.
- ١١- تفاعل قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة ينتج عنه نواتين متقاربتين في الكتلة وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة.
- ١٢- تفاعل انشطار نووي يستمر تلقائياً بمجرد بدئه.
- ١٣- حجم كمية اليورانيوم 235 التي تتضمن استمرار التفاعل المُتسلسل في المُفاعل النووي الانشطاري.
- ١٤- دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة عنصر آخر أثقل منهما وكتلتها أقل من مجموع كتلتهما.
- ١٥- إشعاعات لا تحدث تغير في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها.
- ١٦- إشعاعات تحدث تغير في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها.

٢ علل لما يأتي :

- ١- تعتبر أي معادلة نووية موزونة.
- ٢- اختلاف دقيقة ألفا عن ذرة الهيليوم رغم أن رمز كل منهما ${}^4_2\text{He}$
- ٣- حدوث تحول عنصري عند خروج دقيقة ألفا من نواة ذرة عنصر مُشع.
- ٤- عند خروج جسيم ألفا من نواة ذرة عنصر مُشع يقل العدد الذري بمقدار 2 والعد الكتلي بمقدار 4
- ٥- يُطلق على دقيقة بيتا اسم إلكترون النواة.
- ٦- يرمز لدقيقة بيتا بالرمز ${}^0_{-1}\text{e}$
- ٧- حدوث تحول عنصري عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مُشع.
- ٨- عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر يتكون عنصر جديد عدده الذري أكبر بمقدار 1 في حين لا يتغير عدده الكتلي.
- ٩- عدم حدوث تحول عنصري عند انبعاث إشعاع جاما من نواة ذرة عنصر مُشع.
- ١٠- ⚡ لا يتغير العدد الذري أو العدد الكتلي لنواة العنصر المُشع عند انبعاث أشعة جاما.
- ١١- كبر طاقة فوتونات أشعة جاما.
- ١٢- أشعة جاما لا تتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي.
- ١٣- اختلاف كتلة المتبقي من كتلتين متساويتين من عنصرين مُشعين مُختلفين بعد مرور نفس الفترة الزمنية.

- ١٣- تنحل النواة المركبة سريعاً بعد تكوينها.
 ١٤- يُعتبر النيوترون من أفضل القذائف النووية.
 ١٥- يُستخدم في المُفاعل النووي كمية من اليورانيوم تساوي الحجم الحرج.
 ١٦- لا يُستخدم في المُفاعلات الإنشطارية كمية من اليورانيوم أكبر بكثير من الحجم الحرج.
 ١٧- يستمر التفاعل المُتسلسل تلقائياً بمجرد بدئه.
 ١٨- تتزايد الطاقة الناتجة عن التفاعل الإنشطاري المُتسلسل لليورانيوم 235 باستمرار التفاعل.
 ١٩- يمكن التحكم في التفاعل النووي المُتسلسل في المُفاعل الإنشطاري.
 ٢٠- توقف التفاعل النووي عند إنزال قضبان الكادميوم فيه كلياً.
 ☆ يقل معدل التفاعل الإنشطاري داخل المُفاعل بزيادة عدد قضبان الكادميوم.
 ٢١- عند اندماج ديوترونان ${}^2_1\text{H}$ معاً تكون كتلة النواتج أقل من كتلة المُتفاعلات.
 ٢٢- حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل الشمس وصعوبة تحقيق ذلك في المُختبرات.
 ٢٣- تعقيم المنتجات النباتية والحيوانية باستخدام أشعة جاما.
 ٢٤- تُستخدم أشعة جاما في تعقيم ذكور الحشرات.
 ٢٥- تسمية الإشعاعات المؤينة بهذا الاسم.
 ٢٦- تسمية الإشعاعات غير المؤينة بهذا الاسم.
 ٢٧- يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وأبراج تقوية المحمول عن 6 m

٣ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- ١- اكتشف العالم ظاهرة النشاط الإشعاعي.
 أ - هنري بيكريل ب - أينشتاين ج - رذرفورد د - بور
 ٢- يُعبر الرمز ${}^4_2\text{He}$ عن
 أ - جسيم بيتا ب - نيوترون ج - جسيم ألفا د - بروتون
 ٣- أي العبارات التالية لا تنطبق على جسيمات ألفا؟
 أ - عبارة عن أنوية هيليوم ب - أكثر قدرة على تأين الهواء
 ج - أكثر قدرة على النفاذ في الهواء د - تتأثر بالمجال المغناطيسي
 ٤- عندما يفقد عنصر مُشع جسيم ألفا بمقدار 4
 أ - يقل العدد الذري ب - يقل العدد الكتلي
 ج - يزداد العدد الذري د - يزداد العدد الكتلي
 ٥- المعادلة تمثل إشعاع نواة العنصر ${}^B_A\text{X}$ لدقيقة ألفا.
 أ - ${}^B_A\text{X} \longrightarrow {}^{B+4}_{A+2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ ب - ${}^B_A\text{X} \longrightarrow {}^{B-4}_{A-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$
 ج - ${}^B_A\text{X} \longrightarrow {}^{A-4}_{B-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ د - ${}^B_A\text{X} \longrightarrow {}^{B-2}_{A-4}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$
 ٦- يرمز للنواة الناتجة عن انحلال نواة ذرة العنصر ${}^A_Z\text{X}$ بإنبعاث دقيقة ألفا ، ثم دقيقة بيتا بالرمز
 أ - ${}^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$ ب - ${}^{A-4}_{Z-1}\text{Y}$ ج - ${}^{A-1}_{Z-4}\text{Y}$ د - ${}^{A-4}_Z\text{X}$
 ٧- ينحل الثوريوم ${}^{228}_{90}\text{Th}$ متحولاً إلى البولونيوم ${}^{216}_{84}\text{Po}$ نتيجة انطلاق عدد من جسيمات ألفا تساوي
 أ - 2 ب - 3 ج - 4 د - 5
 ٨- ${}^{206}_{80}\text{Y}$ نواة ذرة عنصر مُشع فقدت (5) جسيمات ألفا على التوالي فتحولت إلى نواة العنصر ${}^{206}_{80}\text{Y}$ فإن نواة ذرة العنصر الأصلي X هي
 أ - ${}^{226}_{90}\text{X}$ ب - ${}^{216}_{82}\text{X}$ ج - ${}^{226}_{86}\text{X}$ د - ${}^{226}_{94}\text{X}$

- ٩- أي الصفات التالية تنطبق على أشعة جاما ؟
 أ - لها شحنة موجبة
 ب - لها شحنة سالبة
 ج - عبارة عن إلكترونات
 د - عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية
- ١٠- أي الجسيمات التالية أقل من حيث الكتلة ؟
 أ - البروتون
 ب - جسيم ألفا
 ج - النيوترون
 د - جسيم بيتا
- ١١- عينة نقية من عنصر مُشع تنحل 75% من أنويته بعد مرور 12 min فإن عمر النصف لهذا العنصر يساوي min
 أ - 3
 ب - 4
 ج - 6
 د - 9
- ١٢- عينة من عنصر مُشع تحتوي على 4.8×10^{12} atom وعمر النصف لهذا العنصر 2 years فإن عدد أنوية ذرات العنصر التي أنحلت بعد 8 years تساوي
 أ - 0.3×10^{12}
 ب - 4.2×10^{12}
 ج - 3.6×10^{12}
 د - 4.5×10^{12}
- ١٣- كل مما يأتي يستخدم كقذيفة عدا
 أ - البروتون
 ب - جسيم ألفا
 ج - النيوترون
 د - جسيم بيتا
- ١٤- يستخدم جهازي قان دي جراف والسيكلترون في زيادة القذيفة.
 أ - شحنة
 ب - طاقة حركة
 ج - كتلة
 د - كل ما سبق
- ١٥- ينسب أول تفاعل تحول نووي للعناصر إلى العالم
 أ - رذرفورد
 ب - بيكريل
 ج - بور
 د - شادويك
- ١٦- عند قذف نواة عنصر الماغنسيوم 26 بديوترون يتكون نظير
 أ - الماغنسيوم 24
 ب - السيليكون 28
 ج - الصوديوم 24
 د - الألومنيوم 26
- ١٧- يمكن الحصول على جسيم ألفا عند قذف نواة بنيوترون
 أ - الماغنسيوم 26
 ب - النيتروجين 14
 ج - الألومنيوم 27
 د - الليثيوم 6
- ١٨- في التفاعل النووي : ${}^{12}_6\text{C} + \chi \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be}$ تمثل χ
 أ - γ
 ب - p
 ج - n
 د - e
- ١٩- تستخدم قضبان من للتحكم في معدل التفاعل الانشطاري المتسلسل.
 أ - الراديوم
 ب - الثوريوم
 ج - الكاديوم
 د - البريليوم
- ٢٠- عند إنزال قضبان الكاديوم جزئياً داخل المفاعل النووي التفاعل النووي.
 أ - يبطئ
 ب - يتوقف
 ج - يستمر
 د - يزداد
- ٢١- تعتبر تفاعلات مصدر الطاقة المُدمرة للقتلة الهيدروجينية.
 أ - التحول الطبيعي للعناصر
 ب - التحول الصناعي للعناصر
 ج - الانشطار النووي
 د - الاندماج النووي
- ٢٢- من النظائر المُستخدمة في مجال الصناعة للتحكم في خطوط الإنتاج
 أ - الراديوم 226
 ب - الكوبلت 60
 ج - الأكسجين 18
 د - اليورانيوم 235
- ٢٣- كل مما يأتي إشعاعات مؤينة ، عدا
 أ - أشعة جاما
 ب - الأشعة السينية
 ج - أشعة بيتا
 د - الأشعة تحت الحمراء
- ٢٤- التعرض المُستمر للإشعاعات المؤينة قد يؤدي إلى
 أ - حدوث تغيرات مستديمة في الخلايا
 ب - منع أو تأخر انقسام الخلايا
 ج - موت الخلايا
 د - جميع ما سبق
- ٢٥- من الإشعاعات غير المؤينة
 أ - أشعة الليزر
 ب - أشعة ألفا
 ج - أشعة بيتا
 د - أشعة جاما
- ٢٦- يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وأبراج تقوية المحمول عن m
 أ - 3
 ب - 6
 ج - 9
 د - 12

٤ ماذا يحدث عند «مع كتابة المعادلات كلما أمكن» :

- ١- انحلال الراديوم $^{220}_{88}\text{Ra}$ معطياً دقيقة ألفا.
- ٢- انبعاث جسيم ألفا من نواة ذرة اليورانيوم $^{228}_{92}\text{U}$
- ٣- فقد جسيم ألفا ثم 2 جسيم بيتا من نواة ذرة $^{228}_{92}\text{U}$
- ٤- انبعاث جسيم بيتا من نواة ذرة الكربون $^{14}_6\text{C}$.
- ٥- انبعاث إشعاع جاما من نواة ذرة عنصر مُشع.
- ٦- سقوط جسيمات ألفا وبيتا على ورقة كراسة.
- ٧- ترك عينة من عنصر مُشع كتلتها 50 g لفترة زمنية تساوي فترة عمر النصف.

٥ ما النتائج المترتبة على كل من :

- ١- استخدام كمية من اليورانيوم يعرف مقدارها بالحجم الحرج في المفاعل النووي.
- ٢- انزال قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووي في المفاعل جزئياً.
- ٣- زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة في المفاعل النووي.
- ٤- سقوط إشعاع مؤين على الخلية الحية.
- ٥- تعريض بذور النباتات لجرعات محددة من أشعة جاما.
- ٦- امتصاص خلايا الجسم لأشعة الراديو الصادرة من الهواتف المحمولة.

٦ قارن بين كل من :

- ١- أشعة ألفا وبيتا وجاما.
- ٢- قانون حفظ الشحنة وقانون حفظ المادة «الكتلة»
- ٣- الانشطار النووي والاندماج النووي.
- ٤- التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية.
- ٥- الإشعاعات المؤينة والإشعاعات غير المؤينة.

٧ اذكر استخدام كل مما يأتي :

- ١- أجهزة المعجلات النووية «جهاز فان دي جراف - جهاز السيكلترون»
- ٢- المفاعل النووي الانشطاري
- ٣- قضبان الكادميوم في المفاعل الانشطاري
- ٤- التفاعلات النووية الاندماجية
- ٥- النظائر المشعة في مجال الطب
- ٦- النظائر المشعة في مجال الصناعة
- ٧- النظائر المشعة في مجال الزراعة
- ٨- النظائر المشعة في مجال البحوث العلمية

٨ مسائل متنوعة :

حساب انبعاث جسيمات ألفا وبيتا :

- ١- عنصر $^{238}_{92}\text{U}$ فقد 2 دقيقة ألفا ، ثم 4 دقيقة بيتا ، احسب العدد الذري والعدد الكتلي للعنصر الناتج ، وما علاقة نواة العنصر الناتج بنواة العنصر الأصلي (A=230 ، Z=90)

٢- ما هو العدد الذري والعدد الكتلي للعنصر المشع الذي يتحول إلى عنصر $^{206}_{80}\text{X}$ المُستقر بعد سلسلة من النشاطات الإشعاعية الطبيعية يفقد فيها 5 جسيمات ألفا و 4 جسيمات بيتا.
(A=226 , Z=86)

٣- احسب عدد جسيمات ألفا المنبعثة أثناء تحول الثوريوم $^{228}_{90}\text{Th}$ إلى نظير البولونيوم $^{216}_{84}\text{Po}$ (3)

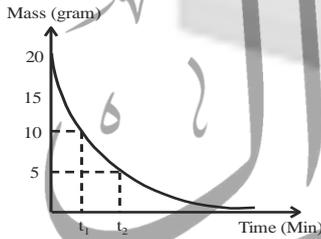
حساب عمر النصف :

٤- احسب عمر النصف لعنصر مُشع كتلته 32 g إذا علمت أنه يتبقى منه 1 g بعد مرور 100 days (20 days)

٥- حفظت مادة مُشعة كتلتها 12 g في مكان آمن وبعد 50 days وجد أن الكتلة المتبقية منها 0.75 g ، احسب عمر النصف لهذه المادة المُشعة. (12.5 days)

٦- عند وضع عنصر مُشع أمام عداد جيجر كانت قراءته 2400 تحلل/دقيقة ، وبعد مرور 15 days صارت قراءته 300 تحلل/دقيقة ، احسب فترة عمر النصف (5 days)

٧- تبقى 12.5% من مادة مشعة بعد مرور 24 years عليها ، احسب عمر النصف لهذه المادة المُشعة (8 years)



حساب الزمن الكلي للتحلل :

٨- الشكل المقابل يمثل العلاقة بين كتلة العنصر والزمن الذي يستغرقه حتى يتحول إلى عنصر مُستقر وكانت كتلة عنصر مُشع في البداية 20 g وفترة عمر النصف له 20 min فما قيمة كل من t_1 , t_2

(20 min , 40 min)

٩- احسب الزمن اللازم لتحلل 75% من عينة من الرادون علماً بأن فترة عمر النصف لها 3.82 days (7.64 days)

حساب كتلة المواد المُشعة :

١٠- عنصر مُشع فترة عمر النصف له 11 days احسب ما تبقى منه بعد 33 days (12.5%)

١١- كم يتبقى من 2 g من عنصر مُشع فترة عمر النصف له 20 sec بعد مرور 2 min ؟ (0.03125 g)

١٢- كم ذرة تتبقى من 1 mol من عنصر الثوريوم 234 المشع بعد مرور 72.3 days ؟ علماً بأن فترة عمر النصف له 24.1 days

(7.525×10^{22} atom)