



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

الكيمياء

العلمي والزراعي

الفترة الثانية

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps

f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbyWaltlym

هاتف +970 2 2983280 | فاكس +970 2 2983250

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

المحاليل.....	1.2
1.2 أنواع المحاليل	3
2.2 الذائبيّة	4
3.2 طرق التعبير عن تركيز المحاليل	5
4.2 التخفيف	9
أختبر نفسي.....	11
الكيمياء الحراريّة.....	
5.2 مفاهيم أساسيّة في الكيمياء الحراريّة.....	13
6.2 أنواع الأنظمة الحراريّة.....	14
7.2 حرارة التفاعل الكيميائي.....	15
8.2 طرق التعبير عن حرارة التفاعل.....	18
9.2 قانون هس	22
أختبر نفسي.....	24

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على
توظيف المعرفة بالمحاليل في سياقات حياتية متعددة، وكذلك توظيف المبادئ الأساسية للكيمياء
الحرارية في التعبير عن حرارة التفاعل وقياسها من خلال تحقيق الآتي:

- تصنيف أنواع المحاليل المختلفة بالمخططات والخرائط المفاهيمية.
- تصنيف المحاليل حسب درجة الإشباع عملياً.
- حساب تركيز المحاليل بطرق متنوّعة.
- تحضير محاليل بتراكيز محدّدة.
- إجراء حسابات تتعلق بعملية التخفيف.
- البحث في تطبيقات المحاليل المختلفة.
- توظيف النماذج المحسوسة للتمييز بين أنواع الأنظمة الحراريّة.
- توظيف القانون الأول في الديناميكا الحراريّة لحساب التغير في طاقة النظام.
- إجراء حسابات تتعلق بحرارة التكوين.
- حساب حرارة التفاعل، مستعيناً بقانون هس.

(1.2): أنواع المحاليل (Types of Solutions):

تعلمت في صفوف سابقة أنّ بعض المواد يمكن أن تكون نقيّة، كالذهب، والنحاس، وملح الطعام، ولكن معظمها مخاليط من مواد مختلفة، كالهواء، وماء البحر، والصخور، وإذا كان المخلوط متجانس التركيب، عندئذٍ يسمى محلولاً. فكيف تُصنّف المحاليل؟ وما معايير تصنيفها؟ للإجابة عن هذه التساؤلات، نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (1): تصنيف المواد:



تممّن في صور المواد الآتية، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليها:



ماء مقطر



ماء الشرب



حديد



رمل في الماء



نقود معدنية



سكر

1- أي هذه المواد نقيّة، وأيها مخاليط؟

2- صنّف المخاليط إلى متجانسة وغير متجانسة.

لعلّك لاحظت من النشاط السابق أنّ بعض المواد عبارة عن خليط متجانس، يتكوّن من مذاب ومذيب تُسمّى محاليل حقيقية. وهناك محاليل مائيّة يكون الماء أحد مكوناتها، بينما توجد محاليل أخرى لا تحتوي على الماء، كالهواء الجوي الجاف، والفولاذ، ووقود السيارات، هذا التنوع الهائل في تركيب المحاليل وأشكالها يجعل خيارات تصنيفها متعددة، منها الحالة الفيزيائية للمحلول، ونوع المذيب، والتركيز، وهناك معايير أخرى، مثل حجم دقائق المذاب، والطاقة المصاحبة لعملية الذوبان، وغيرها. وسوف يتم التركيز في هذه الوحدة على المحاليل المائية.

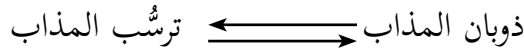
(2.2): الذائبية (Solubility):

تعرفت في صفوف سابقة إلى أنواع المحاليل من حيث الإشباع، فهناك المحلول غير المشبع الذي يستطيع إذابة كمية إضافية من المذاب، والمحلول المشبع الذي يحتوي على أكبر كمية من المادة المذابة عند درجة الحرارة نفسها، ويُرسب أية كمية إضافية من المذاب، أما المحلول فوق المشبع فهو يحتوي على كمية من المادة المذابة أكثر مما هو متوقع في حالة الإشباع، وهو حالة غير مستقرة، يمكن الإخلال بها بسهولة، مثل تحريك المحلول، أو إضافة كمية قليلة من بلورات المذاب، كما في الشكل (1).



الشكل (1): تبلور أسيتات الصوديوم من محلوله فوق المشبع

وتعرف الذائبية بأنها أكبر كمية من المذاب التي يمكن أن تذوب في 100 غم مذيب عند درجة حرارة معينة وضغط معين؛ للحصول على محلول مشبع. وعندما يصل المحلول إلى حد الإشباع يكون في حالة من الاتزان الديناميكي، وهو الحالة التي يكون فيها معدل ذوبان المذاب مساوياً تماماً لمعدل ترسبه:



ويمكن تحضير المحلول فوق المشبع بإذابة كمية زائدة عن حد الإشباع من المذاب في كتلة ثابتة من المذيب بواسطة التسخين، ويترك المحلول لتتخفض درجة حرارته في سكون دون تحريك.

وتتوقف ذائبية المواد في مذيب معين على عدة عوامل، منها: طبيعة المذاب والمذيب، ودرجة الحرارة، والضغط.



(3.2): طرق التعبير عن تركيز المحاليل

(Quantitative Ways of Expressing Concentration):

تحرص الشركات والمصانع الغذائية والدوائية، والمختبرات الطبيّة على استخدام المحاليل بتركيز محدّد؛ وللتعرّف إلى مفهوم تركيز المحلول، تأمل الشكل (2) الذي يبيّن محاليل مائيّة مختلفة لبيرومنغنات البوتاسيوم KMnO_4 ، ثمّ أجب عن السّؤال الذي يليه:



المحلول (3)



المحلول (2)



المحلول (1)

الشكل (2): محاليل مائيّة لبيرومنغنات البوتاسيوم

رتّب المحاليل المبيّنة في الشكل (2) حسب التركيز، وما المعيار الذي استندت إليه؟

تبيّن لك من خلال مناقشة السّؤال السابق، أنّه يمكن تصنيف المحاليل من حيث التركيز بطريقة وصفية من خلال اللون، ولكن هل يمكن تحديد كميّة المذاب بدقة؟ يشير مصطلح التركيز إلى العلاقة الكميّة بين المذاب والمذيب في المحلول، وللتعرّف إلى هذه العلاقة، نفدّ النشاط الآتي:

نشاط (2): العلاقة الكميّة بين المذاب والمذيب:



المواد والأدوات:

سكر المائدة (السكروز) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ، وماء مقطّر، ودورق حجمي سعة 100 مل، وقضييب زجاجي، وميزان حسّاس.

خطوات العمل:

- 1- زن الدورق الحجمي وهو فارغ وجاف، وسجّل كتلته (ك₁).
- 2- أضف 10 غم من السكر إلى الدورق الحجمي، وسجّل كتلته (ك₂).

- 1- أضف قليلاً من الماء إلى الدورق الحجمي مع التحريك بشكل دائري بعناية حتى تذوب كمية السكر.
- 2- أكمل حجم المحلول في الدورق الحجمي حتى العلامة 100 مل الموجودة على عنق الدورق الحجمي.
- 3- زن الدورق ومحتوياته (ك₃).



دورق حجمي

$$4- \text{جد كتلة الماء كما يأتي: كتلة الماء} = (ك_3) - (ك_1 + ك_2).$$

باستخدام النتائج التجريبية، جد ما يأتي:

- * عدد مولات المذاب (السكروز)، وعدد مولات المذيب (الماء).
- * النسبة بين كتلة المذاب إلى مجموع كتلة المذاب والمذيب.
- * النسبة بين كتلة المذاب إلى حجم المحلول.
- * النسبة بين عدد مولات المذاب إلى حجم المحلول.

لعلك توصلت من النشاط السابق أنه باستطاعتك التعبير عن تركيز المحلول بطرق مختلفة، منها النسبة المئوية للمذاب، والمولارية.

أولاً: النسبة المئوية للمذاب (Percent Concentration):

يمثل الشكل (3) محاليل متنوعة مكتوب عليها تراكيز بنسب مئوية مختلفة. ماذا تعني لك هذه النسب؟



الشكل (3): محاليل بتركيزات متنوعة

تعبّر هذه النسب المئوية عن نسبة المذاب إلى المذيب في المحلول، فإذا كانت كمية المذاب والمذيب بوحدة الكتلة، يسمى التركيز النسبة المئوية الكتلية (Mass Percent). ويمكن إيجادها من العلاقة الرياضية الآتية:

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب} = (\text{كتلة المذاب} \div \text{كتلة المحلول}) \times 100\%$$

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

وعند التعبير عن تركيز محاليل السوائل في السوائل يفضل استخدام النسبة المئوية الحجمية للمذاب. ويمكن إيجادها من العلاقة الرياضية الآتية:

$$\text{النسبة المئوية الحجمية للمذاب} = (\text{حجم المذاب} \div \text{حجم المحلول}) \times 100\%$$



1 لتر = 1000 سم³
1000 مل =

مثال: فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 سائل لا لون له، يُستخدم محلوله مطهرًا، وفي قصر ألوان المواد الحساسة، كالشعر، والريش، والقطن، ويُستخدم أيضًا في تنظيف الصور الزيتية القديمة. فإذا تم تحضير محلول مائي من فوق أكسيد الهيدروجين، تركيزه 3 % بالحجم. فما حجم فوق أكسيد الهيدروجين الموجود في 400 مل من هذا المحلول؟

الحل:

$$\text{النسبة المئوية الحجمية للمذاب} = (\text{حجم المذاب} \div \text{حجم المحلول}) \times 100\%$$

$$3\% = (\text{حجم } H_2O_2 \div 400) \times 100\%$$

إذن، حجم H_2O_2 الموجود في 400 مل من هذا المحلول = 12 مل.

وهناك طريقة أخرى للتعبير عن النسبة المئوية لتركيز المحاليل تتمثل بنسبة كتلة المذاب إلى حجم المحلول، ومثال ذلك: إذابة كلوريد الصوديوم الصلب في حجم معين من الماء.

مثال: يُستخدم محلول سكر الجلوكوز في المشافي بتركيز 5 % (غم/سم³)، كم غرامًا من سكر الجلوكوز يلزم لتحضير 1.5 لتر من هذا المحلول؟

الحل:



$$\text{النسبة المئوية (كتلة/حجم)} = (\text{كتلة المذاب} \div \text{حجم المحلول}) \times 100\%$$

$$5\% = (\text{كتلة سكر الجلوكوز} \div 1500) \times 100\%$$

إذن، كتلة سكر الجلوكوز اللازمة = 75 غم.

المحتويات	mg/L	Ingredients
بيكربونات	313.5	HCO ₃ ⁻
كالمسيوم	75.85	Ca ⁺⁺
كلوريد	50	Cl ⁻
صوديوم	25.3	Na ⁺
كبريتات	20.5	SO ₄ ⁺⁺
مغنيسيوم	28.7	Mg ⁺⁺
نترات	26.3	NO ₃ ⁻
بوتاسيوم	2.9	K ⁺
فلوريد	0.2	F ⁻
فوسفات	0.16	PO ₄ ⁺⁺⁺
حديد	0	Fe
نيتريت	0	NO ₂ ⁻
الإملاح الكلية الذائبة	390	TDS
الرقم الهيدروجيني	8.05	PH

إذا كانت كمية المذاب في المحلول صغيرة جدًا، فيمكن التعبير عن تركيزه بنسبة جزء من مليون (ppm)، والتي تعبر عن كمية المذاب مثلاً بالمليغرام لكل لتر من المحلول. أو بنسبة جزء من بليون (ppb)، والتي تعبر عن كمية المذاب بالمليغرام/م³ من المحلول. وتُستخدم هذه الطريقة في القياسات الدقيقة، خاصةً في مصانع الأدوية، وتركيز المبيدات الحشرية والعشبية في الأنسجة الحية، وتركيز الأيونات المعدنية في الماء، والشكل (4) يوضح تركيز الأيونات في مياه الشرب. فعلى سبيل المثال، نلاحظ أن تركيز أيونات الفلوريد يساوي 0.2 ppm، وهذا يعني أن كل لتر من المحلول يحتوي على 0.2 ملغم.

الشكل (4): تركيز الأيونات في مياه الشرب





سؤال يُعدُّ الجليسرين $C_3H_8O_3$ مادة كيميائية عديمة اللون والرائحة، ويمتاز بخواص طبيعية تجعل منه مادةً مهمةً في صناعة مواد التجميل. ما النسبة المئوية الكتلية والحجمية للجليسرين في محلول يحتوي على 10 سم³ جليسرين مذاب في 250 غم ماء، علماً أنَّ كثافة الجليسرين تساوي 1.26 غم/سم³، وكثافة الماء تساوي 1 غم/سم³.

ثانيًا: المولارية (م) (Molarity(M):

تعلم أنَّ هناك كثيرًا من التفاعلات لا تتم إلا في وسط مائي، وحيث إنَّ المعادلة الكيميائية تحدث بنسب مولية ثابتة، لذا كان لابد من إيجاد تعبير للتركيز يرتبط بعدد المولات، فلجأ الكيميائيون إلى مصطلح **التركيز المولاري (م)**، والذي يساوي عدد مولات المذاب في لتر من المحلول.

المولارية (مول/لتر) = عدد مولات المادة المذابة ÷ حجم المحلول (لتر)

مثال: يُستخدم هيدروكسيد الصوديوم NaOH في صناعة الصابون، فعند تحضير محلول بإذابة 10 غم من هيدروكسيد الصوديوم في 630 مل من محلوله المائي. جد تركيز المحلول بالمولارية (م)، علماً أنَّ الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم = 40 غم/مول.

الحل:

المولارية (مول/لتر) = عدد مولات المادة المذابة ÷ حجم المحلول (لتر)

عدد المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية

= 10 غم NaOH ÷ 40 غم/مول.

= 0.25 مول.

التركيز = 0.25 مول NaOH ÷ 0.63 لتر = 0.39 مول/لتر.



سؤال يُسمَّى المحلول المائي للفورمالدهيد (HCOH) بالفورمالين؛ إذ يُستخدم المحلول المخفف منه في حفظ العينات البيولوجية. احسب حجم محلول فورمالين تركيزه 0.1 مول/لتر يحتوي على 6 غم من فورمالدهايد.

سؤال محلول من حمض الكبريتيك H_2SO_4 حجمه 100 سم³ وتركيزه بالنسبة المئوية الكتلية يساوي 27 %، احسب مولارية ومولالية المحلول علماً أنَّ كثافته تساوي 1.198 غم/سم³.



(4.2): التخفيف (Dilution):

يلجأ بائع العطور إلى إضافة مذيبيات آمنة مثل الزيوت أو الكحول الإيثيلي لعطوره المركزة، وفي منازلنا نخفف كثيرًا من العصائر بإضافة الماء إليها؛ بهدف الحصول على محاليل أقل تركيزًا، وذات استخدام عملي ومقبول. وللتعرف إلى مبدأ التخفيف، ننفذ النشاط الآتي:

نشاط (3): تخفيف المحلول:

المواد والأدوات:

سكر المائدة، وماء مقطر، وميزان حسّاس، ودورق حجمي سعة 100 مل، وقضيب زجاجي، ومخبار مدرّج سعة 100 مل، وكأس زجاجي سعة 400 مل.

خطوات العمل:

- 1- زن 10 غم سكر باستخدام ميزان حسّاس.
- 2- أضف 10 غم سكر إلى الدورق الحجمي سعة 100 مل، وأضف كمية من الماء المقطر، ثم حرّك المزيج جيدًا حتى يذوب السكر، واستمر بإضافة الماء المقطر مع التحريك حتى الإشارة المبيّنة على عنق الدورق.
- 3- اسكب المحلول الذي حضّرته في كأس، ثم باستخدام مخبار مدرّج، ضع 50 مل ماء مقطر إلى المحلول السابق.

الأسئلة:

- 1- ما العلاقة بين عدد مولات المذاب قبل إضافة الماء، وبعد إضافته؟
- 2- أي المحلولين أقل تركيزًا؟
- 3- قارن بين تركيز المحلول بالمولارية في الحالتين.
- 4- اشتقّ العلاقة بين تركيز المحلول المركز والمخفف.

نستنتج من النشاط السابق أنّ عدد مولات المذاب يبقى ثابتًا في المحلول المركز والمخفف، والاختلاف الوحيد بينهما هو زيادة كمية المذيب في المحلول.





عند تخفيف المحاليل الحمضية المركزة، نضيف الحمض تدريجيًا إلى الماء، ويُحذّر من إضافة الماء إلى الحمض؛ لأنّ الحرارة الناتجة عن الاذابة تكفي لغيلان المحلول الحمضي الناتج، ما يؤدي إلى فورانه، وتناثره خارج الإناء المستخدم للتخفيف.

مثال: إذا كان لدينا محلول من هيدروكسيد الصوديوم NaOH، تركيزه 4 مول/لتر، أُخذت منه كمية حجمها 500 سم³، وأضيف إليها كمية من الماء حتى أصبح تركيزه الجديد 1 مول/لتر، احسب حجم الماء المضاف.

الحل:

عدد مولات المذاب قبل التخفيف = عدد مولات المذاب بعد التخفيف

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

حيث C_1 : تركيز المحلول المركز.
 C_2 : تركيز المحلول المخفف.
 V_1 : حجم المحلول المركز.
 V_2 : حجم المحلول المخفف.
 $V_2 = \text{حجم الماء المضاف} + \text{حجم المحلول المركز}$.

لاحظ تماثل الوحدات المستخدمة على جانبي المساواة.

$$4 \text{ مول/لتر} \times 500 \text{ سم}^3 = 1 \text{ مول/لتر} \times (500 + S) \text{ سم}^3$$

$$2000 = 500 + S$$

$$S = 2000 - 500 = 1500 \text{ سم}^3 = 1.5 \text{ لتر}$$

سؤال: معظم الأحماض المتوفرة في المختبرات الجامعية والمدرسية تكون مركزة، فإذا علمت أنّ حمض الهيدروكلوريك HCl يوجد بتركيز 32% بالكتلة، وكثافته 1.18 غم/سم³، وأردنا تخفيف كمية من هذا المحلول للحصول على محلول حجمه 250 مل بتركيز 1 مول/لتر. بيّن الخطوات الآلية الواجب اتباعها لمعرفة الحجم المطلوب أخذه من الحمض المركز.

إختبر نفسي

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

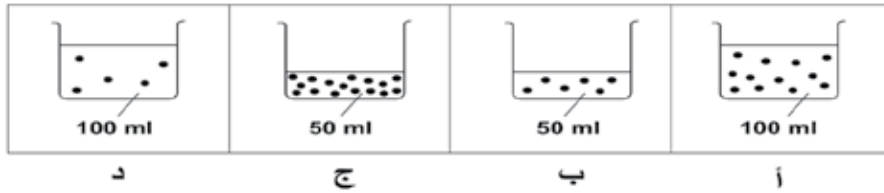
1 ما المحلول المشبع؟

- (أ) محلول يمكنه استيعاب كمية إضافية من المذاب عند الظروف نفسها.
 (ب) محلول يحتوي على كمية من المذاب أكثر مما يلزم للإشباع عند الظروف نفسها.
 (ج) مخلوط غير متجانس.
 (د) محلول في حالة اتزان ديناميكي، ولا يستطيع استيعاب كمية إضافية من المذاب عند الظروف نفسها.

2 أي من الوحدات الآتية تعبر عن ذائبية المواد الصلبة في الماء؟

- (أ) مول/100 غم ماء. (ب) مول/كغم ماء. (ج) غم/100 غم ماء. (د) غم/سم³ ماء.

3 أي المحاليل الآتية لها أعلى تركيز؟



4 ما حجم الماء اللازم إضافته إلى محلول حمض الهيدروكلوريك الذي حجمه 40 مل، وتركيزه 0.6 مول/لتر، ليصبح تركيزه 0.1 مول/لتر؟

- (أ) 60 مل. (ب) 160 مل. (ج) 200 مل. (د) 240 مل.

5 ما تركيز المحلول الناتج عن إضافة 1.5 لتر من الماء إلى محلول مائي، حجمه 0.5 لتر، وتركيزه 1 مول/لتر؟

- (أ) 0.25 مول/لتر. (ب) 0.5 مول/لتر. (ج) 1 مول/لتر. (د) 1.5 مول/لتر.

6 ما مولارية محلول مكوّن من إذابة 0.25 مول من $MgCl_2$ في 500 مل ماء؟

- (أ) 5×10^{-4} مول/لتر. (ب) 0.125 مول/لتر. (ج) 0.5 مول/لتر. (د) 2 مول/لتر.

7 أي من الآتية يبقى ثابتاً عند تخفيف المحلول؟

- (أ) عدد مولات المذاب. (ب) عدد مولات المذيب. (ج) كتلة المحلول. (د) حجم المحلول.

السؤال الثاني: وضح المقصود بكل من: المولارية، والذائبية.

السؤال الثالث: احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الفوسفوريك، تركيزه بالنسبة المئوية الكتلية تساوي 85%، وحجمه لتر واحد، علماً أنّ كثافة المحلول تساوي 1.7 غم/مل.

السؤال الرابع: حُضِّرَ محلول مائي بإذابة 10 مل من الكحول C_2H_5OH ، (كثافته = 0.789 غم/مل) في حجم مناسب من الماء، ليصبح حجم المحلول = 100 مل، وكثافته = 0.982 غم/مل. احسب تركيز المحلول بوحدة:

1- النسبة المئوية الكتلية للمذاب. 2- النسبة المئوية الحجمية للمذاب.

3- المولارية.

السؤال الخامس: احسب مولارية محلول ناتج من إضافة 0.5 لتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم، تركيزه 0.5 مول/لتر إلى محلول من المادة نفسها، حجمه 0.25 لتر، وتركيزه 0.2 مول/لتر.



(5.2): مفاهيم أساسية في الكيمياء الحرارية

(Basic Concepts in Thermochemistry):

تتطلب دراسة علم الكيمياء الحرارية التعرف إلى عدد من المفاهيم الأساسية المرتبطة بتغيرات الطاقة المصاحبة، فعند دراسة أي ظاهرة في الكون، كالتفاعل الكيميائي، لا بدّ من تحديد الحيز موضوع الدراسة؛ بهدف ضبط المتغيرات، وقياس الكميات، وللتعرف إلى بعض هذه المفاهيم، ننفذ النشاط الآتي:

نشاط (4): مفاهيم أساسية في الكيمياء الحرارية:



تأمل الصورة الآتية التي تمثل عملية إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك HCl إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH في كأس زجاجي،

ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:

1- حدّد الحيز الذي يجري فيه التفاعل.

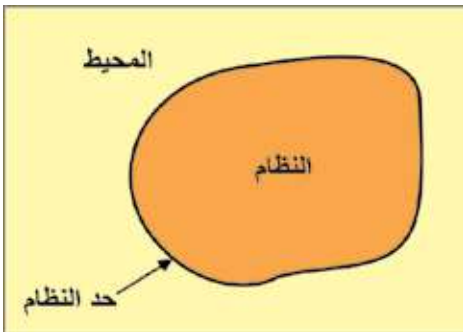
2- ما الذي يفصل مواد التفاعل عن محيطها الخارجي؟

3- إذا كان التفاعل طارداً للحرارة، حدد اتجاه انتقال الحرارة.



لعلّك لاحظت أنّ من الأمور المهمّة عند دراسة الظواهر المختلفة هي التمييز بين النظام (System) موضع الاهتمام، والمحيط (Surroundings)، فالنظام: يعني ذلك الجزء من الكون الذي تجري عليه الدراسة، وقد يكون نظاماً بسيطاً، مثل قطعة ثلج في كأس، أو معقّداً، مثل محتويات بحيرة ملوثة، وفي هذا النشاط يمثل النظام محلول حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم، أما المحيط، فهو: ذلك الجزء من الكون الذي له علاقة بالنظام قيد الدراسة، وهو هنا

يمثل باقي الكون، ونعني بالعلاقة: حدوث تبادل بين النظام والمحيط في واحد أو أكثر من الأمور الأساسية للطاقة والمادة. والنظام من الناحية العملية متصل بالمحيط، ولكن يستحسن لغرض الدراسة أن تتخيّل حاجزًا يحيط بالنظام، فيغلّفه، ويسمّى هذا الحاجز حدّ النظام (System Boundary)، وهو هنا يمثل جدران الكأس الذي يحدث فيه التفاعل، والشكل (5) المجاور يوضّح النظام، والمحيط، وحدّ النظام.



الشكل (5): النظام والمحيط وحد النظام

(6.2): أنواع الأنظمة الحرارية

غالبًا ما يحدث تبادل للمادة أو الطاقة بين النظام والمحيط، وبناءً على ذلك، تمّ تصنيف الأنظمة الحرارية إلى ثلاثة أنواع، وللتعرّف إليها نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (5): أنواع الأنظمة الحرارية:



- 1- اقترح تصنيفاً للأنظمة في الأشكال أدناه حسب تبادل المادة والطاقة بين النظام والمحيط؟
- 2- كيف يمكن تحويل النظام ب إلى النظام أ؟



(ج)



(ب)

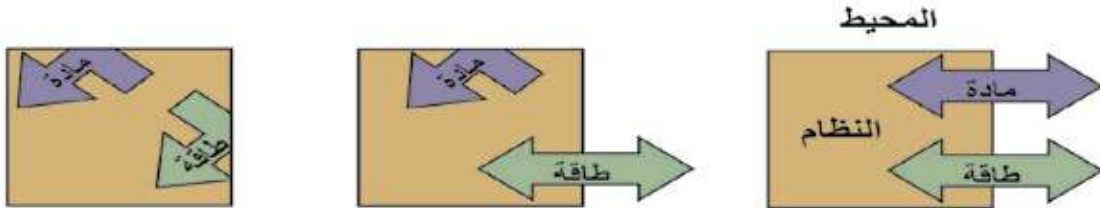


(أ)

لعلّك توصّلت بعد الإجابة عن أسئلة النشاط السابق أنّ هناك ثلاثة أنواع من الأنظمة حسب قابليّتها لتبادل المادة والطاقة، وهي:

- 1- النظام المفتوح (Open System): النظام الذي يحدث فيه تبادل للمادة والطاقة بين النظام والمحيط.
- 2- النظام المغلق (Closed System): النظام الذي لا يسمح بتبادل المادة، ويسمح بتبادل الطاقة بين النظام والمحيط.
- 3- النظام المعزول (Isolated System): النظام الذي لا يحدث فيه تبادل للمادة والطاقة بين النظام والمحيط.

والشكل (6) الآتي يوضح تبادل المادة والطاقة في النظام المفتوح، والنظام المغلق، والنظام المعزول:



الشكل (6): تبادل المادة والطاقة في الأنظمة الحرارية

(7.2): حرارة التفاعل الكيميائي (Heat of Chemical Reaction):

في التفاعل الكيميائي عادةً ما يكون مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة مختلفاً عن مجموع المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة، ويسمى الفرق بينهما **التغير في المحتوى الحراري أو حرارة التفاعل**، ويرمز له بالرمز ΔH ، وبما أن المادة في ذاتها صورة من صور الطاقة، فإنها تخضع لقانون يسمى قانون حفظ الطاقة الذي ينص على أن «الطاقة لا يمكن أن تفتنى أو تُستحدث من العدم، وإنما تتحول من شكل إلى شكل آخر»؛ أي أن المجموع الكلي للطاقة في الكون ثابت، فإذا كان لديك نظام، فإنه يمكن أن يتبادل الطاقة مع الوسط المحيط من خلال حده، إما على شكل شغل أو حرارة.

وعلى ضوء قانون حفظ الطاقة، يمكن التعبير عن العلاقة بين النظام والمحيط بدلالة الكميات الثلاث: الشغل w الذي يُنجز من النظام على المحيط، أو قد يُنجز من المحيط على النظام، والحرارة q التي يتبادلها مع المحيط، **والتغير في الطاقة الداخلية ΔE للنظام**، التي تمثل مجموع ما يمتلكه جسيمات النظام من طاقة؛ نتيجة لحركتها، أو لقوى التجاذب بينها، من خلال العلاقة الرياضية $q + w = \Delta E$.

وتُعَدُّ هذه الصيغة إحدى صيغ القانون الأول للديناميكا الحرارية (First Law of Thermodynamics) الذي هو تعبيرٌ كمّي لقانون حفظ الطاقة. ولتوضيح مفهوم القانون الأول في الديناميكا الحرارية، نَفِّذِ النَّشَاطَ الآتِي، ثمَّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

نشاط (6): القانون الأول في الديناميكا الحرارية:



المواد والأدوات:

كأس زجاجي حجم 1 لتر، وقنينة ماء بلاستيكية فارغة، وبالون، ولاصق، ولهب بنسن.

خطوات العمل:

- 1- ثبّت البالون على فوهة القنينة البلاستيكية بإحكام من خلال اللاصق.
- 2- سخّن الكأس الزجاجي المحتوي على 500 مل ماء حتى درجة الغليان.
- 3- ضع القنينة في الكأس الزجاجي، وثبّتها لمدة خمس دقائق.



- 1- ماذا يمثل النظام والمحيط في هذا النشاط؟
- 2- ما سبب انتفاخ البالون؟
- 3- أيهما أعلى درجة حرارة، النظام أم المحيط؟
- 4- هل الشغل المبذول أنجز من النظام أم من المحيط؟
- 5- برأيك، ماذا يحدث للبالون لو تمّ نقل القنينة إلى وعاء يحتوي على ماء بارد بعد الماء الساخن؟

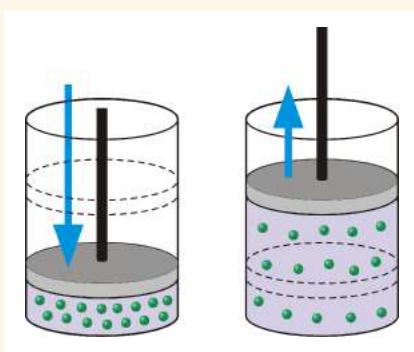
لعلّك لاحظت أنّ النظام قد يمتص حرارة من المحيط، كما في التفاعلات الماصة للطاقة؛ أي أنّ المحيط أنجز شغلاً على النظام، أو قد ينجز النظام شغلاً على المحيط، كما في التفاعلات الطاردة للحرارة، فإذا كان الشغل منجزاً من النظام أُعطي إشارة سالبة، وإذا كان منجزاً على النظام أُعطي إشارة موجبة. وبصورة مماثلة، تكون قيمة كمية الحرارة موجبة إذا امتصّ النظام حرارة من المحيط، وتكون سالبة إذا فقد النظام حرارة إلى المحيط، والجدول (1) الآتي يوضح إشارة الشغل والحرارة في الأنظمة الحرارية.

الجدول (1) : إشارة الشغل والحرارة في الأنظمة الحرارية

الإشارة	العملية
-	أنجز النظام شغل w على المحيط
+	أنجز المحيط شغل w على النظام
+	امتصّ النظام الحرارة q من المحيط
-	امتصّ المحيط الحرارة q من النظام



الكيمياء الحرارية تهتم بدراسة تغيرات الحرارة المصاحبة للتفاعل الكيميائي، أمّا الديناميكا الحرارية فتهتم بدراسة تحولات الطاقة بأشكالها المختلفة.



مثال: إذا أنجز شغل مقدار 387 جول عند ضغط غاز موجود في أسطوانة بوساطة مكبس متحرك، كما في الشكل المجاور، وأدى ذلك إلى انبعاث حرارة من النظام باتجاه المحيط، مقدارها 152 جول. احسب مقدار التغير في الطاقة لهذه العملية؟

الحل:

في هذه الحالة، أنجز شغل من المحيط على النظام، فتكون إشارة w موجبة، وانبعثت حرارة من النظام إلى المحيط، فتكون إشارة q سالبة .

نحسب التغير في الطاقة الداخلية حسب العلاقة: $q + w = \Delta E$

والتغير في الطاقة بوحدة الجول $= 387 + (-152) = 235$ جول.

سؤال: احسب التغير في طاقة نظام طارد للحرارة، إذا كانت كمية الحرارة المنبعثة تساوي 15.6 كيلو جول، وأنجز شغل على النظام مقداره 1.4 كيلو جول.

وبما أن معظم التفاعلات التي نتعامل معها في المختبر تجري تحت ضغط ثابت، بحيث تكون الطاقة الداخلية للنظام تكافئ المحتوى الحراري ΔH ، وأن المحتوى الحراري دالة حالة تربط بين الطاقة الداخلية للنظام وبين ضغطه، وحجمه، يمكن حساب حرارة أي تفاعل يجري تحت ضغط ثابت بالفرق في المحتوى الحراري ΔH بين المواد الناتجة والمواد المتفاعلة، حسب العلاقة الآتية:

حرارة التفاعل ΔH = المحتوى الحراري للمواد الناتجة - المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة

فإذا كانت طاقة المواد الناتجة أكبر من طاقة المواد المتفاعلة يكون التفاعل ماصاً للحرارة، وتكون قيمة ΔH موجبة، أما إذا كانت طاقة المواد الناتجة أقل من طاقة المواد المتفاعلة فيكون التفاعل طارداً للحرارة، وتكون قيمة ΔH سالبة. والمثال الآتي يوضح ذلك:



تفاعل 2 مول من غاز الهيدروجين مع 1 مول من غاز الأكسجين؛ لإنتاج 2 مول من بخار الماء.

- 1- هل التفاعل ماص للحرارة أم طارد لها؟
- 2- أيهما أكبر، المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة، أم المحتوى الحراري للمواد الناتجة؟

الحل:

- 1- بما أن كمية الحرارة مع المواد الناتجة، فإن هذا التفاعل طارداً للطاقة.
- 2- المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة أكبر.

نلاحظ من المثال السابق أنّ تغيرات الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية تعكس الفرق بين مجموع الطاقة الكامنة المتعلقة بالروابط في المواد المتفاعلة والنتيجة، لذا فإنّ قياس كمية الطاقة الممتصة أو المنبعثة عند حدوث تفاعل يستفاد منها في معرفة درجة ثبات الجزيئات، وقوة الروابط الكيميائية.

وتختلف قيمة الطاقة المصاحبة للتفاعل باختلاف درجة حرارته، والحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة، والنتيجة، والضغط الذي يجري عنده، وكميات المواد المتفاعلة، لذا تمّ الاتفاق على أن تكون هناك حالة قياسية من الضغط، والحرارة، وحالة المادة تقاس عندها حرارة التفاعل، فإذا تمّ التفاعل تحت الظروف القياسية (درجة الحرارة 25°س، والضغط 1 جوي)، وكانت المواد المتفاعلة بالكميات التي تحددها المعادلة الكيميائية للتفاعل، رُمزَ لحرارة التفاعل بالرمز ΔH° ، وأُطلق عليها مصطلح حرارة التفاعل القياسية (Standard Heat of Reaction).

لذا تعني المعادلة الآتية:



أنه عند تفاعل مول واحد من غاز الهيدروجين مع نصف مول من غاز الأكسجين في الحالة الغازية، وننتج مول واحد من بخار الماء عند واحد ضغط جوي و 25 درجة مئوية، فإنّ كمية الحرارة المنطلقة من التفاعل تساوي 241.8 كيلو جول.

(8.2): طرق التعبير عن حرارة التفاعل

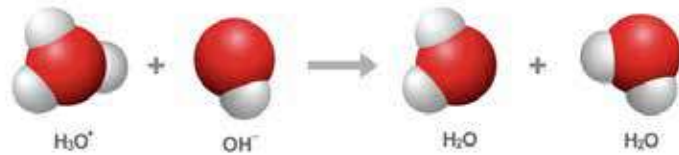
(Methods of Expressing Heat of Chemical Reaction)

يوجد عدد من الطرق التي يمكن من خلالها التعبير عن حرارة التفاعل، منها: حرارة التعادل، وحرارة التكوين، وحرارة الاحتراق، وغيرها.

أولاً: حرارة التعادل (Heat of Neutralization):

يُعدّ تفاعل التعادل نوعاً من أنواع التفاعلات الكيميائية التي يصاحبها تغيير في الطاقة، ويُعرّف بأنه: التفاعل الذي يتم فيه تعادل أيونات الهيدروجين H^+ الناتجة من تأيّن الحمض مع

أيونات الهيدروكسيد OH^- الناتجة من تأيّن القاعدة؛ لتكوين جزيئات الماء، كما هو موضح في الشكل (7) الآتي:



الشكل (7): تفاعل أيون الهيدرونيوم مع أيون الهيدروكسيد

وتسمى كمية الحرارة المنطلقة عند تفاعل مول واحد من أيونات الهيدروجين الناتجة من الحمض القوي مع واحد مول من أيونات الهيدروكسيد الناتجة من القاعدة القوية بحرارة التعادل، وعند حسابها في الظروف القياسية تسمى حرارة التعادل، القياسية. ويبيّن الجدول (2) الآتي حرارة التعادل القياسية لعدد من تفاعلات الحموض والقواعد القوية:

الجدول (2): حرارة التعادل القياسية لعدد من تفاعلات الحموض والقواعد القوية

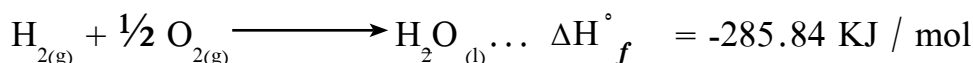
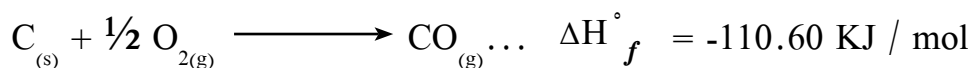
تفاعل التعادل	حرارة التعادل
$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \longrightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-58 كيلو جول
$\text{HNO}_{3(aq)} + \text{KOH}_{(aq)} \longrightarrow \text{KNO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-58 كيلو جول
$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{KOH}_{(aq)} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-58 كيلو جول

تلاحظ أنّ حرارة التعادل متساوية على الرغم من اختلاف المواد المتفاعلة، فسّر سبب الثبات بكتابة معادلة أيونية صافية لكل تفاعل.

سؤال قارن بين القيمة الحقيقية في الجدول والقيمة التي أوجدتها في النشاط السابق؟ وما سبب الاختلاف؟

ثانيًا: حرارة التكوين القياسية (Standard Heat of Formation):

تُعرّف كميّة الحرارة المصاحبة لتكوّن مول واحد من المادة من عناصرها الأولية في حالتها القياسية بحرارة التكوين القياسية ، فمثلاً: يتكون كل من غاز أول أكسيد الكربون والماء من عناصرها الأولية، وفقاً للمعادلات الآتية:



ولا بدّ من الإشارة إلى أنه تمّ الاتفاق على أن تكون حرارة التكوين القياسية لأي عنصر في أكثر أشكاله استقراراً تساوي صفراً، فمثلاً: نجد أنّ حرارة تكوين الأكسجين الجزيئي O_2 عند ضغط واحد جوي، ودرجة حرارة 25°س تساوي صفراً، بينما لا تساوي صفراً في حالة الأكسجين الذري أو الأوزون O_3 ، وقد قام العلماء بتدوين قيم ΔH_f° لعدد كبير من المواد، كما في الجدول (3) الآتي:

الجدول (3): قيم حرارة التكوين القياسية لبعض المواد عند 25°س

المادة	حرارة التكوين كيلو جول/مول	المادة	حرارة التكوين كيلو جول/مول
$\text{Ag}_{(s)}$	0	$\text{H}_2\text{O}_{2(l)}$	-187.6
$\text{AgCl}_{(s)}$	-127.04	$\text{Hg}_{(l)}$	0
$\text{Al}_{(s)}$	0	$\text{I}_{2(s)}$	0
$\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$	-1669.8	$\text{HI}_{(g)}$	25.94
$\text{Br}_{2(l)}$	0	$\text{Mg}_{(s)}$	0
$\text{HBr}_{(g)}$	-36.2	$\text{MgO}_{(s)}$	-601.8
$\text{C}_{(\text{graphite})}$	0	$\text{MgCO}_{3(s)}$	-1112.9
$\text{C}_{(\text{diamond})}$	1.9	$\text{N}_{2(g)}$	0
$\text{CO}_{(g)}$	-110.5	$\text{NH}_{3(g)}$	-46.3
$\text{CO}_{2(g)}$	-393.5	$\text{NO}_{(g)}$	90.4
$\text{Ca}_{(s)}$	0	$\text{NO}_{2(g)}$	33.85

المادة	حرارة التكوين كيلو جول/مول	المادة	حرارة التكوين كيلو جول/مول
CaO _(s)	635.6-	N ₂ O _{4(g)}	9.66
CaCO _{3(s)}	1206.9-	N ₂ O _(g)	81.56
Cl _{2(g)}	0	O _(g)	249.4
HCl _(g)	92.3-	O _{2(g)}	0
Cu _(s)	0	O _{3(g)}	142.2
CuO _(s)	155.2-	S _(rhombic)	0
F _{2(g)}	0	S _(monoclic)	0.3
HF _(g)	268.61-	SO _{2(g)}	296.1-
H _{2(g)}	0	SO _{3(g)}	395.2-
H ₂ O _(g)	241.8-	H ₂ S _(g)	20.15-
H ₂ O _(l)	285.8-	ZnO _(s)	347.98-
Na ₂ CO _{3(s)}	1131-	ZnS _(s)	202.9-
NaCl _(s)	411.1-	NaOH _(s)	426.7-
Fe ₂ O _{3(s)}	822.2-	HgO _(s)	90.7-
Fe ₃ O _{4(s)}	1120.9-	CaCl _{2(s)}	795-
CS _{2(l)}	87.9	CH _{4(g)}	74.9-
C ₃ H ₇ OH _(l)	238.6-	HCN _(g)	135

وباستخدام حرارة التكوين ΔH_f° ، يمكن حساب حرارة التفاعل الكلية ΔH° ، وحرارة التكوين القياسية لمواد مختلفة، باستخدام المعادلة الآتية:

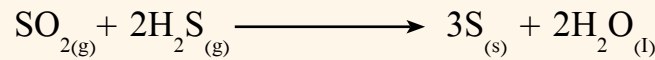
حرارة التفاعل = مجموع حرارة التكوين للمواد الناتجة - مجموع حرارة التكوين للمواد المتفاعلة

حرارة التفاعل ΔH° = مجموع ΔH_f° للمواد الناتجة - مجموع ΔH_f° للمواد المتفاعلة



21

مثال: اعتمادًا على قيم حرارة التكوين المولية الواردة في الجدول (3)، احسب المحتوى الحراري ΔH° للتفاعل الآتي:



الحل:

حرارة التفاعل ΔH° = مجموع ΔH_f° للمواد الناتجة - مجموع ΔH_f° للمواد المتفاعلة.

$$\begin{aligned} \text{حرارة التفاعل } \Delta H^\circ &= (\text{SO}_{2(g)} \Delta H_f^\circ \times 1 + \text{H}_2\text{S}_{(g)} \Delta H_f^\circ \times 2) - (\text{S}_{(s)} \Delta H_f^\circ \times 3 + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \Delta H_f^\circ \times 2) \\ \text{حرارة التفاعل } \Delta H^\circ &= (296.1 \times 1 + 20.15 \times 2) - (0 \times 3 + 285.8 \times 2) \\ &= -235.2 \text{ كيلوجول.} \end{aligned}$$

سؤال يحتفظ عددٌ من الطباخين بمادة كربونات الصوديوم الهيدروجينية NaHCO_3 في متناول اليد؛ كونها مادة جيدة لإطفاء حرائق الزيوت والدهون؛ لأن المركبات الناتجة من تفككها تخدم اللهب، ويمثل تفاعل تفكك كربونات الصوديوم الهيدروجينية بالمعادلة الآتية:



احسب حرارة تكوين كربونات الصوديوم الهيدروجينية إذا كانت حرارة التفاعل تساوي 128 كيلو جول.

(9.2): قانون هس (Hess's Law):

تصعب عملية قياس الحرارة المصاحبة لعدد من التفاعلات بشكل مباشر في المختبر؛ لأسباب منها بطء التفاعل، وظهور نواتج جانبية، وبما أن التغير الحراري في التفاعلات يكون دائماً دالة حالة، ولا يعتمد على المسار الذي يجرى فيه التفاعل، لجأ الكيميائيون إلى تعيين حرارة التفاعل بطريقة غير مباشرة، استعمال قانون هس.

والذي ينص على ما يأتي: «إذا تمّ التعبير عن تفاعل كيميائي بمجموعة من التفاعلات، فإنّ التغيّر في المحتوى الحراري لهذا التفاعل يساوي المجموع الجبري للتغيّر في المحتوى الحراري لهذه التفاعلات».

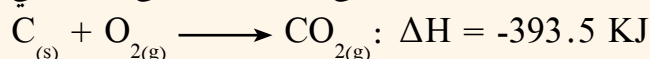
ويُكتب قانون (هس) بصورة رياضية كما يأتي: $\Delta H_n + \dots + \Delta H_3 + \Delta H_2 + \Delta H_1 = \Delta H_{\text{التفاعل}}$
ولتتعرف على تطبيقات قانون هس لحساب حرارة تفاعل ما، تمعّن المثال الآتي:

مثال: احسب ΔH للتفاعل: $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$ باستخدام المعادلات الآتية:

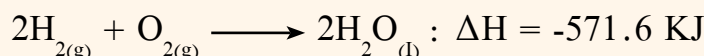
رقم المعادلة	المعادلة	قيمة ΔH
1	$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H = -393.5 \text{ KJ}$
2	$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$	$\Delta H = -285.8 \text{ KJ}$
3	$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$	$\Delta H = -890.4 \text{ KJ}$

الحل:

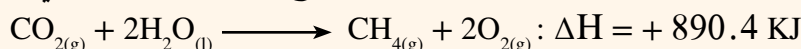
● نلاحظ أنّ عنصر الكربون في المعادلة الأولى موجود كمادة متفاعلة بعدد مولات يطابق عدد مولات الكربون في المعادلة المطلوبة؛ لذا تبقى المعادلة الأولى كما هي.



● المحتوى الحراري خاصيّة جمعيّة؛ أي أنّ قيمة ΔH تعتمد بصورة مباشرة على المواد المتفاعلة، والمواد الناتجة، فلو أننا ضربنا طرفي المعادلة الحراريّة بمعامل معيّن، فيجب ضرب ΔH بالمعامل نفسه، لذا يتم ضرب المعادلة الثانية في 2؛ نظراً لأنّ عدد مولات الهيدروجين في المعادلة المطلوبة يساوي 2 مول، لتصبح المعادلة على الشكل الآتي:



● التغيّر في المحتوى الحراري لتفاعل معيّن يساوي محتوى التفاعل المنعكس في المقدار، وبخالفه في الإشارة، لذا يتم قلب المعادلة الثالثة؛ لأنّ الميثان CH_4 موجود كمادة ناتجة في المعادلة المطلوب حساب حرارة التفاعل لها، لتصبح المعادلة كما يأتي:



فتكون حرارة التفاعل الكليّة $\Delta H_3 + \Delta H_2 + \Delta H_1$ بعد التعديل.

حرارة التفاعل $\Delta H = (-393.5) + (-571.6) + (890.4) = -74.7$ كيلو جول.

إختبر نفسي

السؤال الأول: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

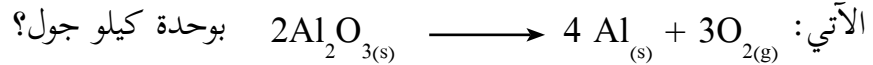
1 أي من الآتية تمثل نظامًا معزولاً؟

- (أ) ميزان حرارة زئبقي. (ب) مصباح كهربائي.
(ج) تيرموس مغلق. (د) كأس قهوة ساخن.

2 ما المعادلة التي يكون التغير في المحتوى الحراري لها مساوياً لحرارة التكوين المولية ΔH_f° للناتج؟



3 إذا علمت أن حرارة التكوين المولية لـ Al_2O_3 تساوي - 1676 كيلو جول/مول، فما قيمة ΔH° للتفاعل

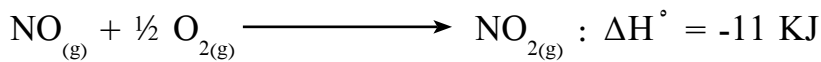
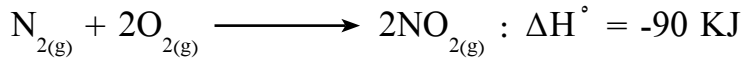


- (أ) 3352^- (ب) 838^- (ج) 838 (د) 3352

4 إذا حدثت التفاعلات الآتية في الظروف القياسية:

فما حرارة تكوين NO بوحدة كيلو جول/مول؟

- (أ) 78^- (ب) 78 (ج) 34^- (د) 101^-



السؤال الثاني: ما الفرق بين كل من:

1 حرارة التفاعل ΔH° وحرارة التكوين ΔH_f° .

2 دالة الحالة ودالة المسار.

3 النظام المغلق والنظام المعزول.

السؤال الثالث: لديك التفاعل الآتي: $2\text{Na}_2\text{O}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow 4\text{NaOH}_{(s)} + \text{O}_{2(g)}$

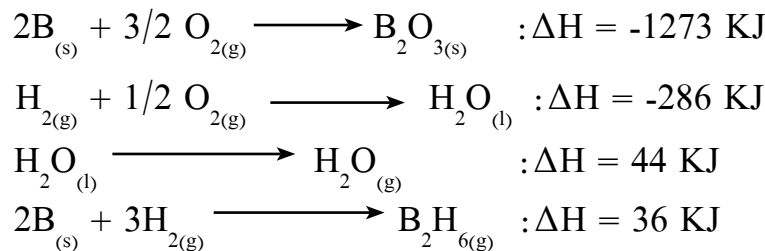
1 احسب حرارة التفاعل القياسية، باستخدام جدول حرارة التكوين القياسية، علماً أن حرارة التكوين

القياسية لـ $\text{Na}_2\text{O}_{2(s)}$ تساوي -504.5 كيلو جول/مول.

2 ما مقدار الطاقة المصاحبة بالكيلو جول عندما يتفاعل 25 غم من Na_2O_2 ، علماً أن كتلته المولية تساوي

78 غم/مول؟

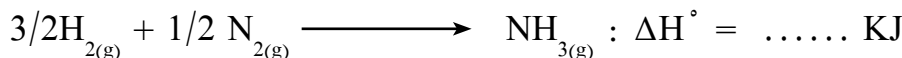
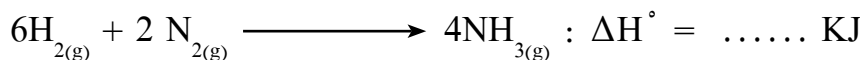
السؤال الرابع: احسب حرارة التفاعل الآتي: $\text{B}_2\text{H}_{6(g)} + 3\text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{B}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H \dots\dots$ باستخدام المعادلات الآتية:



السؤال الخامس: إذا كانت حرارة التفاعل القياسية للمعادلة الآتية:



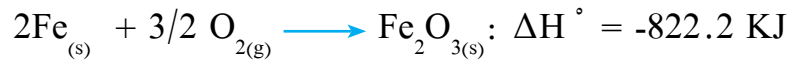
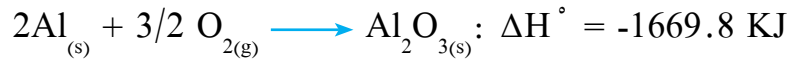
فما حرارة التفاعل القياسية للمعادلتين الآتيتين؟



السؤال السادس: احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل



باستخدام المعادلتين الآتيتين:



السؤال السابع: صنّف الأنظمة الآتية إلى مفتوح، ومغلق، ومعزول:

1 | حساء طعام في قارورة تيرموس مغلقة.

2 | الطالب في غرفة نومه.

3 | الهواء في كرة التنس.

اختبار الفترة الثاني

المحاليل والكيمياء الحرارية

السؤال الاول: اختر رمز الاجابة الصحيحة فيما يلي:

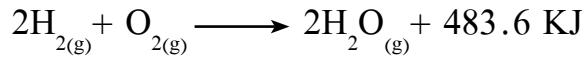
(1) أيّ الآتية يبقى ثابتاً عند تخفيف محلول مائي؟

- (أ) عدد مولات المذيب
(ب) عدد مولات المذاب
(ج) كتلة المحلول
(د) تركيز المحلول

(2) ما تركيز المحلول الناتج عن إضافة 1.5 لتر من الماء النقي إلى محلول كلوريد الصوديوم تركيزه (0.5) مول/لتر، وحجمه 0.5 لتر؟

- (أ) 0.17 مول/لتر
(ب) 0.5 مول/لتر
(ج) 0.125 مول/لتر
(د) 0.25 مول/لتر

(3) أي العبارات الآتية صحيحة فيما يخص التفاعل؟



- (أ) إشارة ΔH موجبة والتفاعل ماص للطاقة.
(ب) إشارة ΔH سالبة والتفاعل ماص للطاقة.
(ج) إشارة ΔH سالبة والتفاعل طارد للطاقة.
(د) إشارة ΔH موجبة والتفاعل طارد للطاقة.

(4) ما النظام الذي لا يسمح بتبادل المادة ويسمح بتبادل الطاقة بين النظام والمحيط؟

- (أ) النظام المغلق
(ب) النظام المفتوح
(ج) النظام المعزول
(د) النظام المثالي

السؤال الثاني:

(أ) ما المقصود بكل من: الذاتية، القانون الأول للديناميكا الحرارية؟

(ب) علل:

تتأثر مولارية المحلول بدرجة الحرارة.

السؤال الثالث:

تم إذابة 22 غم HCl (ك.م المذاب = 36.5 HCl غم/مول) في كمية من الماء لتكوين محلول تركيزه بالنسبة المئوية الكتلية يساوي 37% ، وكثافة المحلول تساوي 1.19 غم/مل. احسب ما يلي:

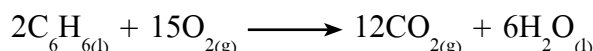
- (1) النسبة المئوية (كتلة/حجم) بوحدة غم/مل.
(2) المولية.

السؤال الرابع:

أ) تم إضافة 30 مل من حمض الكبريتيك (H_2SO_4) الذي كثافته 1.8 غم/مل تدريجياً إلى 70 مل من الماء المقطر، فإذا علمت أن الكتلة المولية لحمض الكبريتيك 98 غم/مول، احسب ما يلي:

- تركيز المحلول بوحدة (غم/سم³)
- المولية.

ب) إذا علمت أن حرارة التفاعل تساوي -3268.4 كيلوجول للتفاعل الآتي:



احسب حرارة التكوين القياسية للبنزين (C_6H_6) علماً أن حرارة التكوين المولية لـ O_2 = صفر، H_2O ، CO_2 = -393.5 ، -285.8 كيلوجول/مول

ج) احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل الآتي: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$ باستخدام المعادلات الآتية:

