نسخة مجانية

الملتقى
Al Multaqa

مذكرة ملتقى الكيمياء "الهاشمي"

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الأول

2026 / 2027

للاشتراك في شرح المادة ومعرفة محتويات الباقة الكاملة
يرجى زيارة موقعنا

www.mltqa.net

1

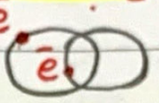
* الأفلاك الجزيئية *.

* هناك بعض المفاهيم تم دراستها في الصف الحادي عشر لابد من مراجعتها

[الترتيب الإلكتروني حسب تحت المستويات - حسب الأفلاك - الإلكترونات التكافؤ - الترتيب النقطي - الإلكترونات المفردة - الروابط التساهمية
شكل الأفلاك (s - p)]

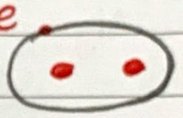
* تنشأ الرابطة التساهمية من خلال تداخل الأفلاك الذرية.

* نظرية رابطة التكافؤ: تفترض أن الإلكترونات تشغل الأفلاك الذرية في الجزيئات.



ص ٤٢

* نظرية الفلك الجزيئي: تفترض تكوين فلك جزيئي من الأفلاك الذرية يغطي كل من النواتين المرتبطتين ويسمى الفلك الجزيئي.



ص ٤٣

* ملاحظة مهمة *

الإلكترونات المفردة هي التي تقوم بتكوين الرابطة التساهمية ويحدد عدد الروابط بين الذرات على عدد الإلكترونات المفردة في هذه الأفلاك.

---

* أنواع التداخل *

١- التداخل المحوري.
٢- التداخل الجانبي.

(١) التداخل المحوري (الرأسي): عبارة عن تداخل فلكين ذريين رأساً لرأس وينتج عنه الرابطة سيجما σ

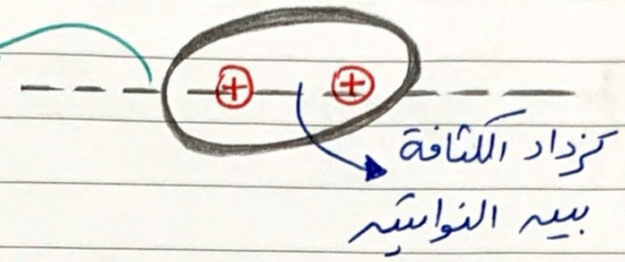
ص ٤٤

انتبه (وأحياناً يسألك عن تعريف الرابطة سيجما)

Scanned with CamScanner

* تابع الأفلاك الجزيئية *

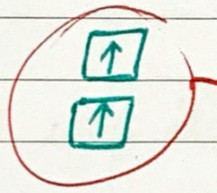
* تتوزع الكثافة الإلكترونية بشكل متماثل على طول المحور الذي يصل بين نواتي الذرتين المترابطتين.



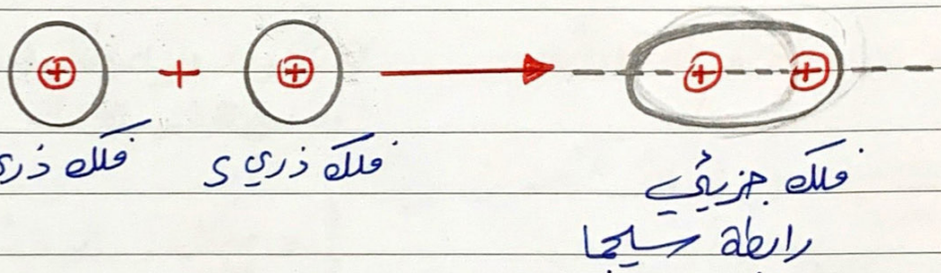
* يحدث التداخل المحوري بين الأفلاك التالية:

P: تداخل فلكين (S - S): مثال: جزيء الهيدروجين H_2

$_1H: 1s^1$
$_1H: 1s^1$

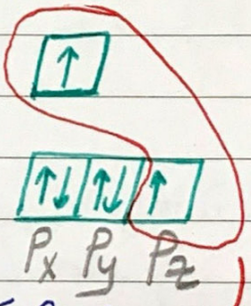


* يحدث تداخل بين الفلكين (محوري) وينتج عنه الرابطة سيجما σ



ب: تداخل فلك (S) مع فلك (p): مثال: كلوريد الهيدروجين HCl

$_1H: 1s^1$
$_{17}Cl: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$



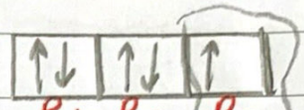
يحدث تداخل محوري بين فلك (S) وفلك (P_z) وينتج عنه الرابطة سيجما σ.

انظر شكل التداخل ص16 شكل (3)

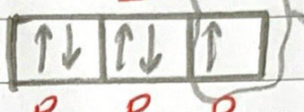
* تابع التراكيب الجزيئية *.

ب: تداخل فلكيه (P_P): مثال: جزيئ الكلور Cl_2

$_{17}Cl: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$



$_{17}Cl: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$



يحدث تداخل محوري بين الفلكين P_z وينتج عنه الرابطة σ
لاتنسى تذكر المحور (z)

(c) التداخل الجانبي: عبارة عن تداخل فلكين ذرتين جنباً إلى جنب وينتج عنه الرابطة (باي π)

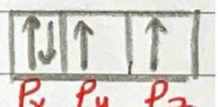
* سؤال * عرّف [الرابطة باي π] ؟

* ملاحظة مهمة جداً *.

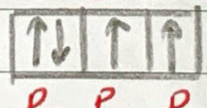
لا تتكون الرابطة (باي) إلا إذا سبقتها الرابطة (سيجما).

* مثال: جزيئ الأكسجين O_2

$_8O: 1s^2 2s^2 2p^4$



$_8O: 1s^2 2s^2 2p^4$

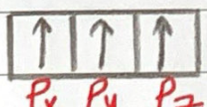


* يحدث تداخل محوري بين الفلكيه (Py) وينتج عنه رابطة (σ)

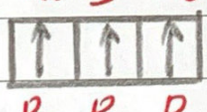
* ويحدث تداخل جانبي بين الفلكيه (Pz) وينتج عنه الرابطة (π باي)

* مثال: جزيئ النيتروجين N_2

$_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$



$_7N: 1s^2 2s^2 2p^3$



* يحدث تداخل محوري بين الفلكيه (Px) وينتج عنه رابطة (سيجما).

* ويحدث تداخل جانبي بين الفلكيه (Py) وكذلك الفلكيه (Pz) وينتج عنه الرابطة (باي π).

* تابع.. الأفلاك الجزيئية *.

الهاشمي

* ملاحظة مهمة جداً *.

* كل رابطة تساهمية أحادية ـــ يكون فيها: رابطة سيجما واحدة فقط.

* كل رابطة تساهمية ثنائية = يكون فيها: - رابطة سيجما واحدة
- رابطة باي واحدة
($\sigma 1 + \pi 1$)

* كل رابطة تساهمية ثلاثية ≡ يكون فيها: - رابطة سيجما واحدة
- رابطتين باي
($\sigma 1 + \pi 2$)

* أمثلة *

حدد عدد الروابط σ و π في كل من الجزيئات التالية:

١- $O=C=O$
رابطتين سيجما σ
رابطتين باي π

٢- $H-\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{N}}}}-H$
٣ روابط سيجما σ

٣- $H-C\equiv C-H$
٣ روابط سيجما σ
رابطتين باي π

* تابع / ا- فلاك الجزيئية *

أوجه المقارنة	الرابطة سيجما σ	الرابطة باي π
* نوع التداخل	محوري (رأسي)	جانبي
* طول الرابطة وقوتها	قصيرة وقوية	طويلة وضعيفة
* تتواجد في المركبات التساهمية	ا- حادية	الثنائية أو الثلاثية
* محور التداخل	محور التناظر	التوازي
* نوع التفاعلات الكيميائية	تفاعلات ا- ستبدال	تفاعلات ا- ضافة .
* ملاحظات أخرى	يصعب كسرها في التفاعلات لأن كثافة ا- لكترونية كبيرة .	يسهل كسرها في التفاعلات لأن كثافة ا- لكترونية أقل .

* علل * الرابطة سيجما أقوى من الرابطة باي .

- في حالة الرابطة سيجما يكون التداخل رأساً برأس فتكون المسافة بين نواتي الذرتين أقصر وكثافة ا- لكترونية كبيرة بينما الرابطة باي ناتجة عن التداخل الجانبي فتكون طويلة وضعيفة وكثافة ا- لكترونية قليلة .

* تابع .. الأفلاك الجزيئية *

* ملاحظة مهمة *

- من خواص الرابطة سيجما أن طاقة الرابطة تعتمد على المسافة بين الذرتين اغترابطيتين (ولذلك الرابطة سيجما في جزيئ الهيدروجين أقوى من الرابطة سيجما في جزيئ الكلور بسبب قصر المسافة بين نواتي ذرتين الهيدروجين) ← (الطاقة عكسية)

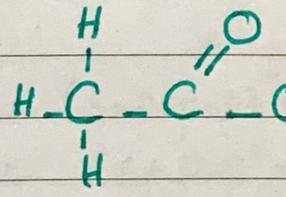
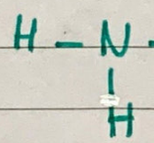
- وتعتمد أيضاً على عدد الروابط التي تشكلها ذرتان (مثال الرابطة بين ذرتين الكربون)

$-C\equiv C- \;>\; C=C \;>\; -C-C-$

↑ هنا تكون أقوى بسبب عدد الروابط

(الطاقة طردية)

* تدريبات *

صيغة الجزيئ	الصيغة التركيبية	عدد روابط سيجما σ	عدد روابط باي π
H_2	$H-H$	1	—
HCl	$H-Cl$	1	—
N_2	$N\equiv N$	1	2
CO_2	$O=C=O$	2	2
CH_3COOH		7	1
NH_3		3	—

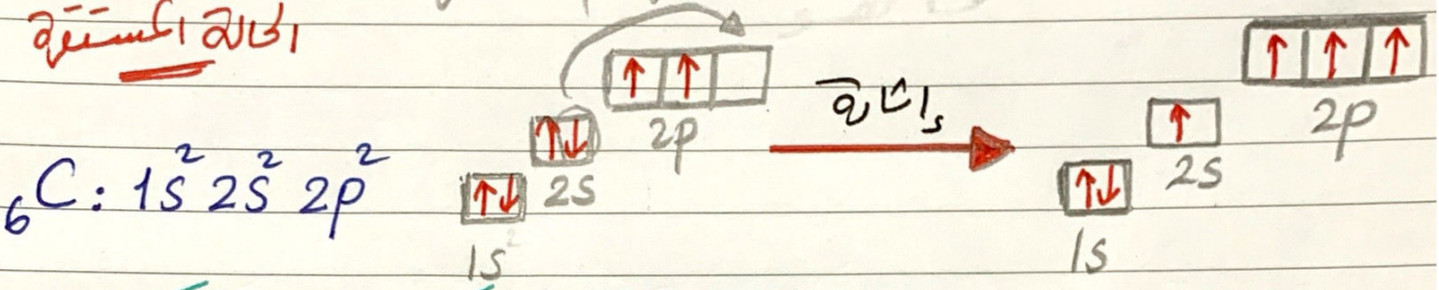
Scanned with CamScanner

7

* الأفلاك الهجينة *

* تكلمنا في الدروس السابقة عن نظرية رابطة التكافؤ وأنها فسرت تكوين الروابط الكيميائية بناءً على عدد الإلكترونات المفردة ، مثال (جزيء H_2 ، جزيء O_2 ...) ولكنه هذه النظرية لا يمكن تطبيقها على ذرة الكربون. وبالتالي يدخل هنا مفهوم التهجين.

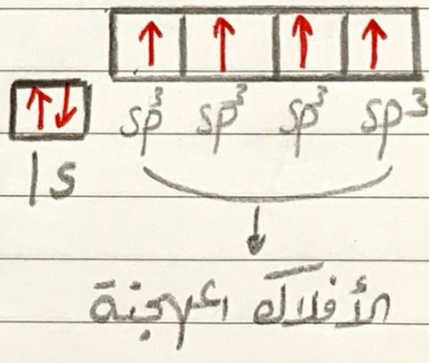
الحالة المستقرة



* عملية الإثارة تنتقل الإلكترون من فلك 2s إلى الفلك الفارغ 2p

التهجين

* بعد عملية الإثارة يصبح هناك ٤ إلكترونات مفردة ولكنه هناك اختلاف في الشكل والطاقة لوجود الإلكترون في فلك s وباقي الإلكترونات في أفلاك p ، وبعدها نحصل على التهجين.



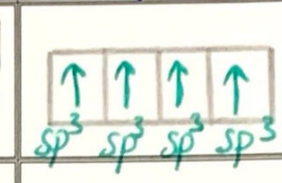
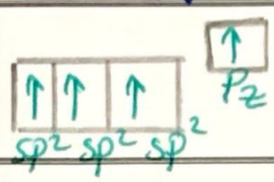
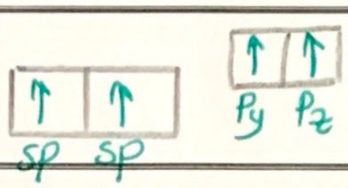
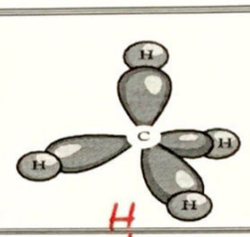
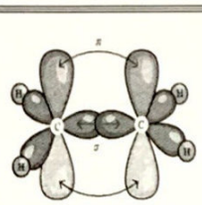
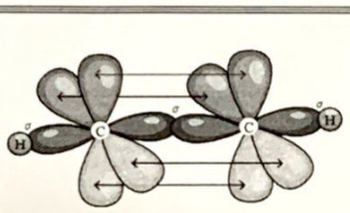
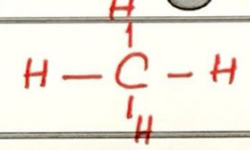
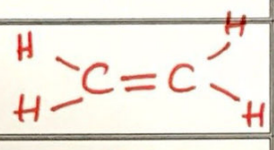
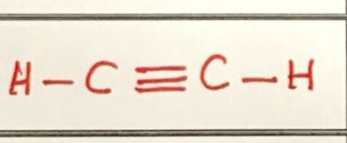
* التهجين: اندماج الأفلاك الذرية المختلفة لنفس الذرة لتكوين أفلاك جديدة تمتاز الخواص وسطية بين الأفلاك المندمجة.

* أنواع التهجين

- sp^3 (s+p+p+p) عدد الأفلاك الهجينة = ٤
- sp^2 (s+p+p) عدد الأفلاك الهجينة = ٣
- sp (s+p) عدد الأفلاك الهجينة = ٢

Scanned with CamScanner

أنواع التهجين

أوجه المقارنة	تهجين sp^3	تهجين sp^2	تهجين sp
التعريف	يتم مزج دمج فلك s مع ٣ أفلاك p لتكوين ٤ أفلاك مهجنة	يتم مزج دمج فلك s مع فلكين p لتكوين ٣ أفلاك مهجنة	يتم مزج دمج فلك s مع فلك p لتكوين فلكين مهجنين.
التوزيع الإلكتروني لإلكترونات مستوى التكافؤ لذرة الكربون			
مثال (الاسم ، الصيغة)	الميثان CH_4	الإيثين C_2H_4	الإيثاين C_2H_2
الشكل الفراغي (الرسم الهندسي)			
الصيغة التركيبية			
عدد الأفلاك المهجنة لذرة الكربون	٤	٣	٢
عدد الأفلاك غير المهجنة لذرة الكربون	—	١	٢
قيمة الزوايا بين الأفلاك المهجنة في الجزيء	109.5°	120°	180°
الشكل الفراغي للأفلاك المهجنة	هرم رباعي السطوح	مثلث مستوٍ	خطي
عدد الروابط سيجما وباي حول كل ذرة كربون	٤ = σ — = π	٣ = σ ١ = π	٢ = σ ٢ = π
أسماء الأفلاك المتداخلة بين ذرتي الكربون للرابطة سيجما	—	sp^2-sp^2	sp-sp
أسماء الأفلاك المتداخلة بين ذرتي الكربون للرابطة باي	—	P_z-P_z	P_y-P_y P_z-P_z
أسماء الأفلاك المتداخلة بين ذرة الكربون وذرة الهيدروجين	sp^3-S	sp^2-S	sp-S

Scanned with CamScanner

* تابع .. الأفلاك الهجينة.

* لمعرفة نوع التهجين لذرة الكربون نحسب عدد روابط

أو

الطريقة الأسهل

سيجما σ

* $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$ عدد روابط σ = ٤ ، sp^3

* $=\overset{|}{C}-$ عدد روابط σ = ٣ ، sp^2

* $\equiv C-$ عدد روابط σ = ٢ ، sp

باي π

* عدد روابط π = صفر ، sp^3

* عدد روابط π = ١ ، sp^2

* عدد روابط π = ٢ ، sp

* مثال:

حدد نوع التهجين لكل ذرة كربون:

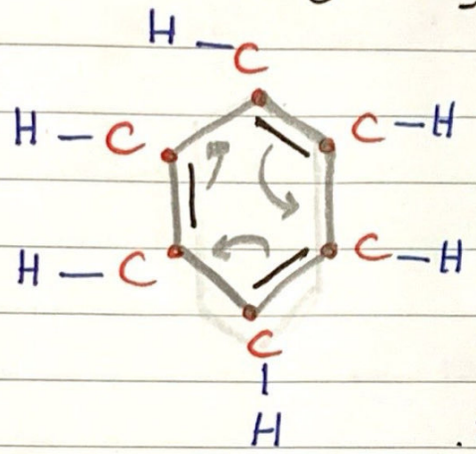
$CH_3 - CH = C = CH - C \equiv CH$

sp^3 sp^2 sp sp^2 sp sp

* البنزين *

* يعتبر البنزين أصل المركبات الأروماتية .

* الصيغة الجزيئية للبنزين هي C_6H_6



* ذرات الكربون الستة متكافئة من حيث طول الرابطة بينها والزوايا بين الروابط

* الروابط الأحادية سيجما σ قوية لذلك تبقى الحلقة متماسكة.

* علل * حلقة البنزين قوية ومتماسكة.
بإجابة

* علل * استقرار الشكل الحلقي السداسي لجزيء البنزين.
(يتكرر في الاختبارات)

- بسبب عدم التمركز التام للرابطة باي نتيجة حدوث تداخل جانبي للأفلاك الذرية P_z .

* عدد روابط سيجما في جزيء البنزين 12 رابطة σ

* عدد روابط باي في جزيء البنزين 3 روابط π

* نوع التهجين لكل ذرة كربون في الجزيء sp^2

* قيمة الزاوية بين الروابط 120°

هذه المعلومات مهمة جداً

الوحدة الثانية * الماء مذيب قوي *.
[المحاليل]

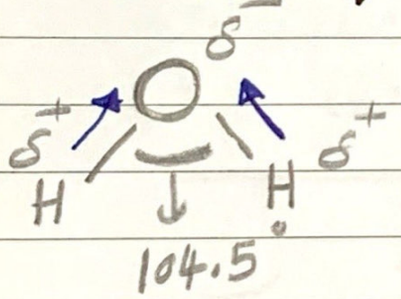
* يعتبر جزيء الماء بسيطاً، ويتكون من ٣ ذرات مرتبطة بروابط تساهمية. H_2O

*علل: الرابطة التساهمية (O-H) في جزيء الماء لها خاصية قطبية.

- لأن السالبية الكهربائية للأكسجين أعلى من سالبية الهيدروجين وبالتالي يجذب الأكسجين زوج الإلكترون المكون للرابطة (O-H)

*علل: جزيء الماء له خاصية قطبية.

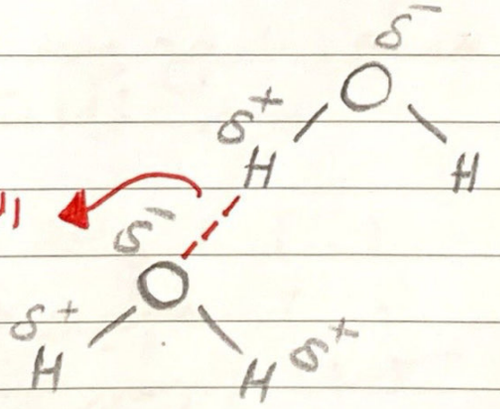
- بسبب الشكل الزاوي للجزيء وبالتالي فإن القطبية بين الرابطتين (O-H) لا تلغي بعضها الآخر.



* الزاوية بين روابط الهيدروجين والأكسجين في جزيء الماء = 104.5°

* تتجمع جزيئات الماء القطبية وتتكون الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء ولهذا السبب تتميز الماء عن المركبات المشابهة له مثل

- ارتفاع درجة الغليان والتوتر السطحي وحرارة التبخير والسعة الحرارية النوعية والانخفاض الضغط البخاري



* تابع.. الماء كمذيب قوي.

* علل: للماء قدرة عالية على الإذابة. (هذا يتكرر دائماً في الاختبارات.)

- بسبب القيمة العالية لثابتة العزل الخاصة به، وبسبب تجمع دقائقه أعلى القطبية التي تفصل الأيونات المختلفة الشحنة للمذاب.

المذيب (الماء)
المذاب (الملح)
مثال

* ماء البلر *.
.....

- يحدث نتيجة الاتحاد القوي بين الأيونات المنفصلة عن الماء و دقائقه الماء.

مثل
- كبريتات النحاس II الزرقاء ($CuSO_4.5H_2O$)
- الجبس ($CaSO_4.2H_2O$)

---

* تدريبات *.
.....

ركز ت

* س١: الروابط بين الذرات في جزيء الماء روابط تساهمية قطبية

بينما الروابط بين جزيئات الماء روابط هيدروجينية

* س٤: - يرجع سبب التوتر السطحي للماء وارتفاع درجة غليانه عن المركبات المشابهة له إلى تكوين الروابط:

(سؤال امتحان)

( ) التساهمية القطبية بين جزيئات الماء
( ) الهيدروجينية في جزيء الماء
(✓) الهيدروجينية بين جزيئات الماء

Scanned with CamScanner

* المحاليل المائية *.

* المذيب : هو الوسط المذيب في المحلول.

* المذاب : هي الدقائق المذابة

مثل : ملح الطعام في الماء ← الماء هو المذيب .
ملح الطعام هو المذاب .

* إذا قمت بترشيح محلول خلال ورقة ترشيح فلن تحجز أياً من المذيب أو المذاب .
⇐ وذلك بسبب متوسط أقطار جسيمات المذاب أقل من واحد نانومتر ($1\ nm = 10^{-9}\ m$)

* أنواع الشائعة من المحاليل *.

* حالة المحلول تعتمد على حالة المذيب

أمثلة على المحاليل	حالة المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب
هواء، غاز طبيعي	غاز	غاز	غاز
خلّ + ماء، مضادّ للتجمّد + ماء	سائل	سائل	سائل
سبائك (صلب، ذهب، برونز)	صلب	صلب	صلب
مياه البحر	سائل	صلب	سائل
مياه غازية	سائل	غاز	سائل
هيدروجين في البلاتين	صلب	غاز	صلب

جدول (1)

الأنواع الشائعة من المحاليل

Scanned with CamScanner

* تابع.. المحاليل المائية.

* سؤال امتحان سابق *.

- سبائك الذهب عبارة عن محاليل في الحالة الصلبة.....

* عملية إذابة وتكوين المحلول *.

1 : ذوبان المركبات الأيونية :

عند وضع كلوريد الصوديوم في الماء ، تصطدم جزيئات الماء بالبلورة وتجذب جزيئات الماء أيونات الملح (Na^+ ، Cl^-) وتبدأ عملية الإذابة بمجرد انفصال كاتيونات Na^+ وأنيونات Cl^- بعيداً عن البلورة

* هناك مركبات أيونية لا تذوب في الماء . علل

- لأن التجاذب بين أيونات هذه المركبات (أكبر) من التجاذب الذي تحدثه جزيئات الماء لهذه الأيونات.

كبريتات الباريوم $BaSO_4$

كربونات الكالسيوم $CaCO_3$

2 : ذوبان المركبات التساهمية :

- يذوب الزيت في البنزين ولا يذوب في الماء. علل.

- لأنهما كلاهما مركبات تساهمية غير قطبية وعندما يتم خلطهما يكونان محلولاً بسبب انعدام قوى التنافر بينهما.

ركز على هذا السبب

تابع.. المحاليل المائية.

* نستنتج من هذا القاعدة التالية: م٣ جداً جداً

المذيبات القطبية تذيب المركبات القطبية
المذيبات غير القطبية تذيب المركبات غير القطبية

* الشبيه يذيب الشبيه *.

* أسئلة امتحانات *.

2022/2021

* س *: أحد الأسباب التالية تؤدي إلى ذوبان الزيت في البنزين

( ) وجود جزيئات قطبية (✓) انعدام قوى التنافر
( ) تجاذب المذيب والمذاب ( ) وجود قوى التنافر

* س *: علية تحدث عندما يذوب المذاب وتتم إزالة الكاتيونات والأنيونات بالمذيب.

(الإذابة)

تعريف م٣ جداً

16

درس مهم جداً وبسيط

* المركبات الإلكتروليتية وغير الإلكتروليتية *

التعاريف مهمة وتيكرون في الامتحانات.

المركبات الإلكتروليتية

- هي المركبات التي توصل التيار الكهربائي في المحلول المائي أو في الحالة المنصهرة

* مثل: جميع المركبات الأيونية NaCl

- المركبات التساهمية القطبية HCl

المركبات غير الإلكتروليتية

- هي المركبات التي لا توصل التيار الكهربائي سواء في المحلول المائي أو في الحالة المنصهرة.

مثل: - المركبات التساهمية الجزيئية غير القطبية.

الجلوكوز - الجلسرول

* هناك مركبات تساهمية غير موصلة في حالتها النقية ولكنه عند إذابتها في الماء تصبح محاليل موصلة. علل ؟

مثال

الامتحان 2021/2022 (عال)

غاز الأمونيا NH_3

- لأن الغاز النقي يتكون من جزيئات ولا يحتوي على أيونات حرة الحركة، لكنه عند إذابته في الماء تنتج أيونات حرة الحركة تنقل التيار الكهربائي.

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

الحمض المرافق — القاعدة المرافقة

غاز كلوريد الهيدروجين HCl

- لأن في حالته النقية لا يحتوي على أيونات حرة الحركة وعند إذابته في الماء تنتج أيونات حرة الحركة.

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

Scanned with CamScanner

* تابع.. المركبات الإلكتروليتية وغير الإلكتروليتية *.

* علل : كبريتات الباريوم مركب أيوني يوصل الكهرباء في الحالة المنصهرة و لا يوصل في المحلول المائي.

- لأن $BaSO_4$ لا تذوب في الماء بسبب قوى التجاذب بين أيونات المتبلور أكبر من قوى التجاذب جزيئات الماء وبالتالي لا توجد أيونات حرة الحركة ، بينما في الحالة المنصهرة تصبح هناك أيونات حرة الحركة تنقل التيار.

الحالة المنصهرة يتم الإذابة بالحرارة.

* إختلاف الإلكتروليتات في قوة توصيل التيار الكهربائي

* الإلكتروليتات ودرجة التأين *.

الإلكتروليتات القوية	الإلكتروليتات الضعيفة	غير الإلكتروليتي
$NaCl$	$HgCl_2$	الجلوكوز
كلوريد الصوديوم	كلوريد الزئبق II	
- يتفكك كلياً (يتأين كلياً)	- يتفكك جزئياً (يتأين جزئياً)	- لا يتفكك (لا يتأين)

* سؤال امتحان * 2022 / 2021 ماذا يحدث ؟

- لإضاءة مصباح دائرة كهربائية بسيطة عند وضع محلول الجلوكوز في الكأس.

* الحدث : لا يضيء المصباح.

* التفسير : لعدم وجود أيونات حرة الحركة في المحلول فلا تنتقل التيار الكهربائي.

Scanned with CamScanner

إلكتروليت قوي	إلكتروليت ضعيف	غير إلكتروليتي
أملاح تذوب في الماء KCl $MgSO_4$ $KClO_3$ $CaCl_2$	هاليدات الفلزّات الثقيلة $HgCl_2$ $PbCl_2$	معظم المركّبات العضوية الجلوكوز الجليسرين
القواعد (غير عضوية) $NaOH$ KOH	القواعد (غير عضوية) NH_3	
الأحماض (غير عضوية) HCl HBr HI HNO_3 H_2SO_4 $HClO_4$	الأحماض (عضوية) حمض الأسيتيك CH_3COOH	
	القواعد (عضوية) أنيلين $C_6H_5NH_2$ (ضعيف جدًّا)	

جدول (2)

أمثلة على بعض الإلكتروليتات القوية والإلكتروليتات الضعيفة وغير الإلكتروليتية

Scanned with CamScanner

* العوامل المؤثرة على الذوبانية في المحاليل *.

أنواع المحاليل

المحلول المشبع : هو المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة ثابتة .

المحلول غير المشبع : هو المحلول الذي لا يزال باستطاعته إذابة مذاب عند نفس درجة الحرارة .

المحلول فوق المشبع : هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب زائدة عن الكمية المسموح بها نظرياً .

* الذوبانية * :

كتلة المادة التي تذوب في كمية معينة من المذيب عند درجة حرارة معينة لتكون محلولاً مشبعاً .

* في المحلول المشبع يوجد اتزان ديناميكي بين المحلول والكمية الزائدة من المذاب ، في هذه الحالة

(معدل سرعة الذوبان = معدل سرعة البلورة)

* تابع.. العوامل المؤثرة على الذوبانية في المحاليل *.

* امتزاج السوائل
اختلاط السائليه

* الأمثلة على

امتزاج كلي : إذا ذاب أحدهما في الآخر.
مثل: الماء والإيثانول

امتزاج جزئي : يكون الذوبان شحيح
كل منهما في الآخر
مثل: الماء وثنائي إيثيل الإيثر

عدم الامتزاج : لا يذوب أحدهما في الآخر.
مثل: الزيت والخل

---

* العوامل المؤثرة على ذوبانية المركبات *.

1): الخلط أو المزج والتقليب. (السكر مع الشاي) تذكر

2): الطحن أو مساحة السطح. الطحن يحول الحبيبات إلى حبيبات صغيرة، ما يوسع مساحة السطح المشتركة بين المذيب والمذاب وبذلك تسرع عملية الإذابة.

سؤال (أكمل) 2022/2021

3): درجة الحرارة.
عند التسخين تزداد طاقة حركة جزيئات الماء بسطح البلورات مما يساعد على سرعة ذوبانه.

20

*تابع.. العوامل المؤثرة على ذوبانية المركبات *.

1 م.م

* ذوبانية الغازات تقل كلما زادت درجة الحرارة. علل.

- لأن عند زيادة درجة حرارة المحلول تكتسب جزيئات الغاز طاقة حركية تكون كافية لخروجها من المحلول وبالتالي تقل ذوبانيتها.

(علل)

* الماء الساخن الذي تحدده المصانع إلى الأنهار يؤثر سلباً على الحياة المائية بـ. ماذا يحدث (2022/2021)

- لأن الماء الساخن يؤدي لارتفاع درجة حرارة مياه النهر مما يؤدي إلى تقليل تركيز الأكسجين المذاب مما يؤثر سلباً على الحياة النباتية والحيوانية المائية.

---

4) الضغط: (لا تنسى العوامل السابقة في الصفحة السابقة)

- تزداد ذوبانية الغاز كلما ازداد الضغط الجزيئي له على سطح المحلول. (المشروبات الغازية)

* علل: عند فتح زجاجات المشروبات الغازية CO_2 لفترة طويلة يتغير طعمها. امتحان 2022/2021

- لأن الضغط يقل وبالتالي ذوبانية غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 تقل مما يسبب في تغير الطعم.

21

* تركيب المحاليل *

* تركيز المحلول هو مقياس لكمية المذاب في كمية معينة من المذيب.

المحلول المركّز
هو الذي يحتوي على تركيز مرتفع من المذاب.
مثال: (30 g من NaCl في 100 g من الماء)

 # الهامشي

المحلول المخفّف
هو الذي يحتوي على تركيز منخفض من المذاب
مثال: (1 g من NaCl في 100 g من الماء)

---

* طُرق التعبير عن التراكيز *

* المولارية (M)
- هي عدد مولات المذاب في 1 L من المحلول

التركيز المولاري أو المولارية = عدد مولات المذاب / حجم المحلول

M أو $C = \frac{n}{V} = \left(\frac{mol}{L}\right)$ أو M مولار

وحدة القياس

* المولالية (m)
- هي عدد مولات المذاب في 1 kg من المذيب

المولالية = عدد مولات المذاب / كتلة المذيب (kg)

$m = \frac{n}{kg(\text{المذيب})} = \left(\frac{mol}{kg}\right)$ أو m مولال

وحدة القياس

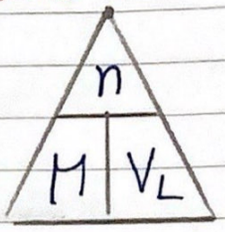
* تابع.. تركيب المحاليل *

للتحويل من : (مم)

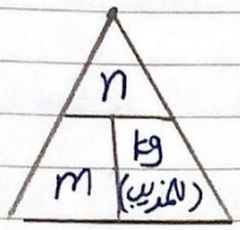
ML → L
g → kg
نقسم على 1000

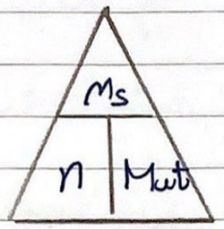
* تدريبات *

المولارية



المولالية





* مثال: احسب مولارية محلول يحتوي على 0.9 g من NaCl (58.5 g/mol) في 100 mL من المحلول .

المعلوم والمعطيات
ms = 0.9 g للمذاب
V = 100/1000 mL = 0.1 L
Mwt = 58.5 g/mol
M = ?

* الحل *

① $n = \frac{ms}{Mwt} = \frac{0.9}{58.5} = 0.015 \text{ mol}$

② $M = \frac{n}{V_L} = \frac{0.015}{0.1} = 0.15 \text{ M}$

---

* مثال: كم عدد جرامات يوديد البوتاسيوم الذي يلزم لتذوب في 500 g من الماء للتحضير محلول KI مولاليته 0.06 m . علماً بأن الكتلة المولية لـ KI تساوي 166.1 g/mol

المعلوم والمعطيات
كتلة المذيب = 500 g
m = 0.06 m
Mwt = 166.1 g/mol
ms = ? المذاب

* الحل *

$m = \frac{ms}{Mwt \times kg(\text{المذيب})}$

* تم التوصل لهذا القانون عن طريق قانون المولارية (n)

$ms = m \times Mwt \times kg(\text{المذيب})$

$= 0.06 \times 166.1 \times 0.5$

$= 4.98 \text{ g}$.

Scanned with CamScanner

* تابع.. تركيب المحاليل *

الهاشمي

* ملاحظات مهمة *

- حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب
- كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب
- إذا كانت المعطيات (المولارية، الكتلة المولية للمذاب، حجم المحلول) والمطلوب [حساب كتلة المذاب]

$$m_s \text{ للمذاب} = M \times M.wt \times V_L$$

- إذا كانت المعطيات (المولالية، الكتلة المو للمذاب، كتلة المذيب) والمطلوب [حساب كتلة المذاب]

$$m_s \text{ للمذاب} = m \times M.wt \times kg(\text{للمذيب})$$

* في مسائل المولارية والمولالية لا تنسَ تحويل الحجم من الـ mL إلى الـ L بالقسمة على 1000 في المولارية وأما المولالية لا تنسَ أن كتلة المذيب تكون بوحدة الـ kg ، وأحياناً يعطيك كتلة المحلول وكتلة المذاب وأنت توجد كتلة المذيب من خلال

$$\text{كتلة المذيب (kg)} = \text{كتلة المحلول} - \text{كتلة المذاب}$$

* تابع.. تركيب المحاليل *.

* التخفيف *. يتم تحويل محلول مركز ← محلول مخفف

- عدد مولات المذاب قبل التخفيف وبعد التخفيف تبقى ثابتة. (مهم)

عدد مولات المذاب قبل التخفيف = عدد مولات المذاب بعد التخفيف

$$C \text{ أو } M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \times V$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$ (قبل التخفيف) (بعد التخفيف)

* مثال: كم عدد المليلترات من محلول $MgSO_4$ مولاريته 2 M اللازم لتحضير 100 mL من $MgSO_4$ مولاريته 0.4 M ؟

* الحل *

المطلوب والمعطيات

$C_1 = 2\ M$

$C_2 = 0.4\ M$

$V_2 = 100\ mL$

$V_1 = ?$

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1}$$

$$= \frac{0.4 \times 100}{2} = 20\ mL$$

* في مسائل التخفيف لا يشترط التحويل في الحجم وللكتلة يجب أن تكون الوحدات متشابهة.

25

* تابع .. تركيب المحاليل *.

* ملاحظات مهمة *.

الهاشمي

- في بعض مسائل التخفيف يطلب حجم الماء المضاف وهنا لا بد أن نطرح ($V_2 - V_1$) حتى نحصل على حجم الماء المضاف.

* مثال : محلول قياسي لكربونات الصوديوم حجمه 100 mL وتركيزه 0.5 M . احسب حجم الماء اللازم إضافته إليه للحصول على محلول تركيزه 0.1 M

المعطيات والمطلوب

$C_1 = 0.5\ M$

$V_1 = 100\ mL$

$C_2 = 0.1\ M$

$V_2 = ?$

* حجم الماء المضاف ؟

* الحل *

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

$$V_2 = \frac{C_1 \times V_1}{C_2}$$

$$= \frac{0.5 \times 100}{0.1} = 500\ mL$$

حجم الماء المضاف $= V_2 - V_1$

$= 500 - 100$

$= 400\ mL$.

* الخواص المجمعة للمحاليل *

* **الخواص المجمّعة :** التغيرات التي تحدث للخواص الفيزيائية للسائل المذيب عند إضافة المذاب إليه .

* وتعتمد على عدد الجزيئات للمذاب ولا تتأثر بنوعه. (الخواص)

* الخواص الفيزيائية
  - الضغط البخاري .
  - درجة الغليان .
  - درجة التجمد .

* ماذا يحدث عند إضافة مادة مذابة غير متطايرة وغير إلكتروليتية لمذيب نقي ؟ (أطلع محلول)

- يحدث
  - انخفاض في الضغط البخاري
  - ارتفاع في درجة الغليان .
  - انخفاض في درجة التجمد .

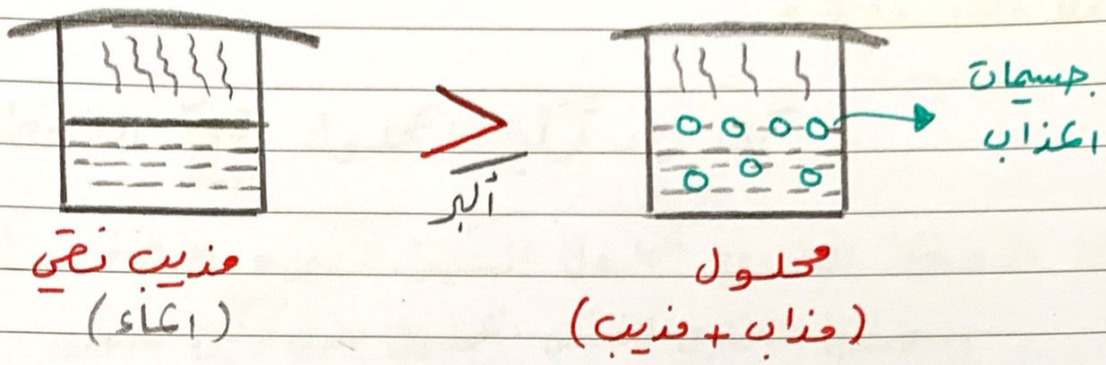
* ١. انخفاض في الضغط البخاري *

- **الضغط البخاري :** ضغط البخار على السائل عند حدوث حالة اتزان بين السائل وبخاره عند درجة حرارة معينة .

(تعريف ٣)

27

* الضغط البخاري *.



* ماذا يحدث: للضغط البخاري للماء النقي عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية فيه وتكوين محلول (ص 42 أ)

علله - يجي سؤال علل

* الحدث: يقل الضغط البخاري للمحلول عن الضغط البخاري للماء النقي.

* التفسير: لأن جسيمات المذاب تحل محل جزيئات المذيب على سطح السائل فيقل عدد جسيمات المذيب المتبخرة فيقل الضغط البخاري.

** الضغط البخاري للمحلول أقل من الضغط البخاري للمذيب النقي

---

* توضيح شكل (46) ص 71 *.

- هناك علاقة بين الضغط البخاري وقوى التجاذب بين جزيئات السائل (علاقة عكسية)

كلما كانت قوى التجاذب كبيرة قل الضغط البخاري ولذلك

الضغط البخاري لشنائي إيثيل إيثر **ألبر من** الضغط البخاري للكحول (الإيثانول) **ألبر من** الضغط البخاري للماء

* ملاحظات مهمة *

- كلما زاد تركيز المحلول قلّ الضغط البخاري.

مثال: الضغط البخاري لمحلول السكروز تركيزه 0.2M أكبر من الضغط البخاري لنفس المحلول الذي تركيزه 0.4M

- الضغط البخاري لمحلول السكر في الماء الذي تركيزه 1M يساوي الضغط البخاري لمحلول اليوريا في الماء الذي تركيزه 1M . علل ؟

* لأن الضغط البخاري لا يعتمد على نوع المذاب وإنما يعتمد على عدد جسيمات في المحلول، وأيضاً لأن تركيز المحلولين متساوي.

---

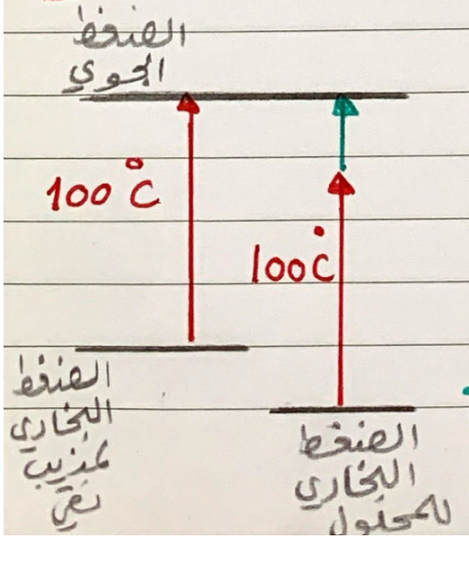
* اكتب تعريف درجة الغليان *

درجة غليان المذيب النقي (الماء) = 100°C

* درجة الغليان: هي الدرجة التي يتساوى فيها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي (الخارجي)

* درجة غليان المحلول أعلى من درجة غليان المذيب النقي علل.

- لأن وجود جسيمات المذاب في المحلول يؤدي إلى انخفاض في الضغط البخاري لذلك يجب أن نسخن المحلول إلى درجة أعلى حتى يتساوى الضغط البخاري مع الضغط الجوي لذلك ترتفع درجة غليان المحلول.



درجة تجمد المذيب النقي (الماء) = 0 °C صفر

* اك نخفاض في درجة التجمد *.

* درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي

علل.

- لأن في الحالة الصلبة تترتب في بنية أكثر تنظيماً، ووجود جسيمات المذاب في المحلول يؤدي إلى إضعاف قوى التجاذب بين جسيمات المذيب فتمنع المذيب من الوصول إلى الحالة الصلبة عند درجة التجمد لذلك تنخفض درجة تجمد المحلول.

---

* ملاحظة مهمة *.

- يتناسب الضغط البخاري تناسباً طردياً مع الارتفاع في درجة الغليان واك نخفاض في درجة التجمد.

30

* المسائل الحسابية المتعلقة بالخواص المجمّعة *

boiling point

ΔT_{bp} * الارتفاع في درجة الغليان *

$$\Delta T_{bp} = K_{bp} \cdot m$$

$$\Delta T_{bp} = K_{bp} \cdot \frac{n}{kg(\text{المذيب})}$$

$$\Delta T_{bp} = K_{bp} \cdot \frac{ms}{Mwt \times kg(\text{المذيب})}$$

ΔT_{bp}: الارتفاع في درجة الغليان وتساوي (درجة غليان المحلول − درجة غليان المذيب النقي)

K_{bp}: ثابت الغليان المولالي (معطى دائماً)

m: المولالية

** عادةً يطلب درجة غليان المحلول أو الكتلة المولية للمركب

31

* س * ما كتلة سكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) اللازمة للذوبان في 1500 g من الماء لرفع درجة الغليان بمقدار 0.2°C علماً بأن الكتلة المولية للسكروز = 342 g/mol ، وثابت الغليان المولالي (للماء) = 0.512 °C/m .

* الحل *

التعويض

$$\Delta T_{bp} = k_{bp} \times \frac{m_s}{Mwt \times kg_{(المذيب)}}$$

$$m_s = \frac{\Delta T_{bp} \times Mwt \times kg_{(المذيب)}}{k_{bp}}$$

$$= \frac{0.2 \times 342 \times 1.5}{0.512}$$

$$m_s = 200.4 \text{ g}$$

المعطيات والمطلوب

$m_s = ??$

كتلة المذيب $= \frac{1500 \text{ g}}{1000} = 1.5 \text{ kg}$

$\Delta T_{bp} = 0.2 \text{ °C}$

$Mwt = 342 \text{ g/mol}$

$k_{bp} = 0.512 \text{ °C/m}$

---

* ثابت الغليان المولالي k_{bp} .

مهم التعريف

- التغير في درجة غليان محلول تركيزه مولالي واحد لمذاب جزيئي وغير متطاير .

* وتعتمد قيمة المقدار على نوعية المذيب

* وحدة قياسه : °C/m

32

* س * ما هي درجة غليان محلول يحتوي على 1.25 mol من $C_2H_4(OH)_2$ في 1400 g من الماء ، علماً أن K_{bp} للماء = 0.512 $\frac{C}{M}$.

* الحل *

التعويض	المعطيات والمطلوب
$\Delta T_{bp} = K_{bp} \times \frac{n}{kg \text{ المذيب}}$	درجة غليان المحلول = ؟؟
$\begin{pmatrix} \text{درجة غليان المحلول} \\ - \\ \text{درجة غليان المذيب النقي} \end{pmatrix} = K_{bp} \times \frac{n}{kg \text{ المذيب}}$	$n = 1.25$ mol
بإشارة مختلفة ←	كتلة المذيب = $\frac{1400}{1000} = 1.4$ kg
درجة غليان المحلول $- 100 = 0.512 \times \frac{1.25}{1.4}$	$K_{bp} = 0.512 \frac{C}{M}$
درجة غليان المحلول $= 0.512 \times \frac{1.25}{1.4} + 100$	درجة غليان المذيب النقي (الماء) $= 100\ C^\circ$ لا زم تحفظه
درجة غليان المحلول $= 100.45\ C^\circ$	

* ملاحظة مهمة *

- يتناسب التركيز المولالي تناسباً طردياً مع مقدار الارتفاع في درجة الغليان.

$(\Delta T_{bp} \propto m)$

33

ΔT_{fp} * الانخفاض في درجة التجمد *.

Freezing-point

$$\Delta T_{fp} = k_{fp} \cdot m$$

$$\Delta T_{fp} = k_{fp} \cdot \frac{n}{kg(\text{المذيب})}$$

$$\Delta T_{fp} = k_{fp} \cdot \frac{ms}{Mwt \times kg(\text{المذيب})}$$

ΔT_{fp} = الانخفاض في درجة التجمد

(درجة تجمد المذيب النقي − درجة تجمد المحلول)

k_{fp} : ثابت التجمد الاولالي (مُعطى دائماً)

m : المولالية

الكتلة المولية $\rightarrow Mwt = \frac{k_{fp} \times ms}{\Delta T_{fp} \times kg(\text{المذيب})}$

---

* س * تنخفض درجة تجمد الماء إلى $-0.390\,^{\circ}C$ عندما يُذاب 3.9 g من مذاب جزيئي وغير متطاير في 475 g من الماء. احسب الكتلة المولية للمذاب.

$(k_{fp} = 1.86\ ^{\circ}C/m)$

$Mwt = ??$

درجة تجمد المحلول $= -0.390$

$ms = 3.9\ g$

كتلة المذيب $= \frac{475}{1000} = 0.475\ kg$

درجة تجمد المذيب النقي $= 0\,^{\circ}C$

$k_{fp} = 1.86\ ^{\circ}C/m$

* الحل *

$$\Delta T_{fp} = k_{fp} \cdot \frac{ms}{Mwt \times kg(\text{مذيب})}$$

$$(\text{درجة تجمد المذيب النقي} - \text{درجة تجمد المحلول}) = k_{fp} \cdot \frac{ms}{Mwt \times kg(\text{مذيب})}$$

$$0 - (-0.390) = \frac{1.86 \times 3.9}{Mwt \times 0.475}$$

$$Mwt = \frac{1.86 \times 3.9}{0.390 \times 0.475}$$

$$= 39.15\ g/mol$$

34

* هذا السؤال جاء مرتين في الامتحانات النهائية *

* س * محلول يحتوي على 16.9 g من مركب جزيئي وغير متطاير في 250 g من الماء، ودرجة تجمده $-0.744\ ^\circ C$، ما هي الكتلة المولية للمذاب.

$\left(K_{fp} = 1.86\ \frac{^\circ C}{m}\right)$

* الحل *

المعطيات والمطلوب

درجة تجمد المحلول $= -0.744\ ^\circ C$

$m_s = 16.9\ g$

كتلة المذيب $= \frac{250}{1000} = 0.250\ kg$

$K_{fp} = 1.86\ \frac{^\circ C}{m}$

درجة تجمد المذيب النقي $= 0\ ^\circ C$

$M_{wt} = ??$

التعويض

$$\Delta T_{fp} = K_{fp} \times \frac{m_s}{M_{wt} \times kg\ (\text{المذيب})}$$

$$\left(\begin{matrix}\text{درجة تجمد المذيب النقي} \\ - \\ \text{درجة تجمد المحلول}\end{matrix}\right) = \frac{K_{fp} \times m_s}{M_{wt} \times kg\ (\text{المذيب})}$$

$$0 - (-0.744) = \frac{1.86 \times 16.9}{M_{wt} \times 0.250}$$

$$0.744 = \frac{1.86 \times 16.9}{M_{wt} \times 0.250}$$

$$M_{wt} = \frac{1.86 \times 16.9}{0.744 \times 0.250}$$

$$M_{wt} = 169\ \frac{g}{mol}$$

---

* ثابت التجمد المولالي K_{fp} * (التعريف مهم)

- يساوي التغير في درجة تجمد محلول تركيزه مولالي واحد لمذاب جزيئي وغير متطاير.

* ملاحظة مهمة:

- يتناسب التركيز المولالي تناسباً طردياً مع مقدار الانخفاض في درجة التجمد.

$\Delta T_{fp} \propto m$

هذا الفصل مهم جداً وعليه درجات كبيرة في الاختبار.

* الكيمياء الحرارية *

* تعتبر الشمس المصدر الطبيعي للطاقة التي نستحوذ على الأرض، وتسبب أشعة الشمس التفاعلات لتعطينا الحرارة.

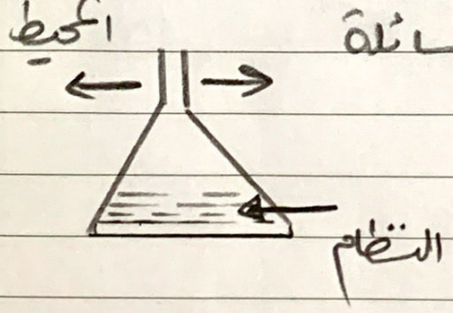
* **الكيمياء الحرارية**: أهم فروع الكيمياء الفيزيائية الذي يهتم بدراسة التغيرات الحرارية التي ترافقه التفاعلات الكيميائية.

(مصطفى علي 2022/2021)

* حتى نفهم مفهوم التغيرات الحرارية في التفاعلات الكيميائية نحتاج إلى توضيح بعض المصطلحات.

النظام	المحيط	الفضاء
- جزء معين من المحيط الفيزيائي الذي هو موضوع الدراسة.	- الجزء المتبقي من الفضاء الذي يحيط بالنظام.	- النظام + المحيط

يمكنه أن يتواجد في أنبوب اختبار أو دورق
ويمكنه أن يكون النظام مادة نقية أو خليط، ويمكن أن يكون في الحالة الصلبة، السائلة أو الغازية.



* تابع .. الكيمياء الحرارية ..

* الحرارة (ح م): هي الطاقة التي تدفعه داخل النظام أو خارجه بسبب وجود اختلاف في درجة الحرارة بينه النظام و محيطه.

---

* أنواع التفاعلات الكيميائية بحسب التغيرات الحرارية *.

- التفاعلات الطاردة للحرارة
- التفاعلات الماصة للحرارة
- التفاعلات اللاحرارية.

* التفاعلات الطاردة للحرارة: (متفاعلات → نواتج + طاقة (ح م))

تنتقل الحرارة من (النظام) إلى (المحيط) ←

أمثلة

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ kJ$$

(كيلو جول)

↓ إذا كانت الطاقة مع النواتج فإن التفاعل يكون طاردا للحرارة.

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O + 57\ kJ$$

* تابع.. الكيمياء الحرارية..

* التفاعلات الماصة للحرارة: (تفاعلات + طاقة → نواتج)

تنتقل الحرارة من (المحيط) إلى (النظام)

أمثلة

$$2C + H_2 + 227\ kJ \rightarrow C_2H_2$$

إذا كانت الطاقة موجودة مع المتفاعلات فإن التفاعل يكون ماصاً للحرارة.

$$CO_2 + 395\ kJ \rightarrow C + O_2$$

---

* التفاعلات اللاحرارية: لا يطرد ولا يمتص الحرارة.

* علل * يُسمّى هذا التفاعل تفاعلاً لاحرارياً (٣٢)

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

- لأن كمية الحرارة اللازمة لتفكيك الروابط في المتفاعلات تساوي كمية الحرارة اللازمة لتكوين الروابط في النواتج

وبالتالي تكون $\Delta H = 0$

---

* تابع .. الكيمياء الحرارية ..

* حرارة التفاعل : كمية الحرارة التي تنطلق أو تمتص عندما يتفاعل عدد مول من المولات للمواد المتفاعلة مع بعض خلال تفاعل كيميائي لتتكون مواد ناتجة.

* التغير في المحتوى الحراري (الإنثالبي) ΔH : كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة خلال تفاعل كيميائي تحت ضغط ثابت.

التغير في الإنثالبي للمواد المتفاعلة	− التغير في الإنثالبي للمواد الناتجة	= التغير في الإنثالبي لتفاعل ما

$$\Delta H_{\text{للتفاعل}} = \Delta H_{\text{للنواتج}} - \Delta H_{\text{للمتفاعلات}}$$

ص ٣٧ جـ ١

* هذا الجدول ص ٣٧ جـ ١	التغير في الإنثالبي	قيمة التغير الحراري
− التفاعلات الطاردة	$\Delta H_{\text{للمتفاعلات}} > \Delta H_{\text{للنواتج}}$	$\Delta H =$ − سالبة
− التفاعلات الماصة	$\Delta H_{\text{للنواتج}} > \Delta H_{\text{للمتفاعلات}}$	$\Delta H =$ + موجبة
− التفاعلات اللاحرارية	$\Delta H = 0$	$\Delta H = 0$

Scanned with CamScanner

* تابع.. الكيمياء الحرارية *.

* أسئلة امتحانات سابقة *.

(امتحان 2022/2021)

* ماذا يحدث: لقيمة التغير في المحتوى ΔH لتفاعل كيميائي حراري اذا كانت قيمة (للنواتج ΔH) أكبر من (للمتفاعلات ΔH)

- الحدث: تكون قيمة موجبة.

- التفسير: لأن التفاعل ماص للحرارة.

(امتحان 2022/2021)

* أكمل الفراغ: طبقاً للمعادلة الحرارية التالية $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} + 44\ kJ/mol$ فإن المحتوى الحراري لبخار الماء **أكبر من** المحتوى الحراري للماء السائل في الظروف القياسية.

(توضيح الحل)

* لأن الطاقة في النواتج وبالتالي هذا التفاعل طارد للحرارة

لذلك $\Delta H_{\text{للنواتج}} < \Delta H_{\text{للمتفاعلات}}$

(امتحان 2020/2019)

التفاعل الكيميائي	إشارة ΔH	نوع التفاعل
لاحظ مكان الطاقة $2C + H_2 + 227\ kJ \rightarrow C_2H_2$	موجبة (+)	ماص للحرارة.
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ kJ$	(−) سالبة	طارد للحرارة.

40

* حرارة التكوين القياسية

حرارة الاحتراق القياسية *.

* حرارة التفاعل: _ هي محصلة تغيرات الطاقة الناتجة عن (تعريف آخر) تحطم الروابط الكيميائية في المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة في المواد الناتجة.

* من أنواع حرارة التفاعل:

- حرارة التكوين.
- حرارة الاحتراق.
- حرارة الانصهار.
- حرارة التعادل.
- حرارة التبخير.

	حرارة التكوين القياسية ΔH°_f	حرارة الاحتراق القياسية ΔH°_c
التعريف	- التغير في المحتوى الحراري الناتج عن تكوين مول واحد من المركب انطلاقاً من عناصره الأولية وأن جميع المواد تكون في حالتها القياسية عند الظروف القياسية	- كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة عنصرية أو مركبة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين أو الهواء الجوي عند الظروف القياسية.
إشارة ΔH ونوع التفاعل	* موجبة أو سالبة (+) (-) * طاردة أو ماصة للحرارة	* سالبة (-) * طاردة للحرارة.

41

* تابع.. حرارة التكوين القياسية + حرارة الاحتراق القياسية *.

* ماذا تعني "الظروف القياسية" ؟

- (تكون درجة الحرارة 25 °C وضغط 1 atm)

* يشترط لحرارة التكوين القياسية أن: مهم جداً جداً جداً

- يتكون 1 مول من المركب (النواتج)

- يتكون من عناصره الأولية ويكون في حالتها القياسية.

مثال

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} \quad \Delta H = -285.8 \ \frac{KJ}{mol}$$

معادلة "حرارة التكوين القياسية للماء"

* يشترط لحرارة الاحتراق القياسية أن: مهم جداً جداً جداً

- يحترق 1 مول من المادة (المتفاعلات) سواء كانت عنصر أو مركب.

- يكون الاحتراق احتراقاً تاماً وفي كمية وافرة من الأكسجين في الظروف القياسية.

مثال

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H = -283.5 \ \frac{KJ}{mol}$$

لازم تكون الإشارة سالبة لأن تفاعلات الاحتراق تفاعلات طاردة للحرارة.

* تابع .. حرارة التكوين واحتراقه القياسية *.

* ملاحظات مهمة جداً *.

١- حرارة التكوين القياسية للعناصر في حالاتها القياسية = صفر

مثلة

$C_{(s)}$ ، $Fe_{(s)}$ ، $Na_{(s)}$ ، $Br_{2(\ell)}$ ، $Cl_{2(g)}$

$H_{2(g)}$ ، $O_{2(g)}$ ، $Hg_{(\ell)}$ ، $I_{2(s)}$ ، $F_{2(g)}$

٢- عند احتراق الكربون (C) احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين ينتج عنه (CO_2)

- واحتراق الهيدروجين ينتج عنه (H_2O)

- وعند احتراق أي مركب عضوي (مثلاً: CH_4) ينتج (H_2O و CO_2)

هذه المعلومة مهمة جداً في أسئلة كتابة المعادلات.

مثال

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

$\Delta H^\circ_c = -890.3$ kJ/mol

- وعند احتراق الفلزات تتكون أكاسيد الفلزات.

---

* س*: إحدى المواد التالية حرارة تكوينها القياسية تساوي صفر:

$I_{2(g)}$ ( )

$Br_{2(g)}$ ( )

$F_{2(g)}$ (✓)

$Hg_{(g)}$ ( )

43

* تابع.. حرارة التكوين والاحتراق القياسية *.

سؤال امتحان سابقه
وفكرته مهمه جداً

* س * : مستعيناً بالمعادلة التالية

$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)} \quad , \Delta H^\circ = -3340 \text{ kJ}$$

- قيمة حرارة الاحتراق القياسية للألومنيوم $\Delta H^\circ_c = \frac{-3340}{4} = -835$

* عندما يذكر كلمة "القياسية" نطبعه الشروط وتكون المادة المطلوب حرقها 1 مول وبالتالي نقسم قيمة ΔH على 4

- قيمة حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألومنيوم

$$\Delta H^\circ_f = \frac{-3340}{2} = -1670 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

* عندما يذكر كلمة "القياسية" نطبعه الشروط وتكون المادة المراد تكوينها 1 مول وبالتالي نقسم قيمة ΔH على 2

* علل: حرارة الاحتراق القياسية للألومنيوم تساوي نصف حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألومنيوم، طبقاً للتغير التالي: (٢٠٢٣)

$$2Al_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Al_2O_{3(s)}$$

- لأنه عند احتراق مولين من الألومنيوم احتراقاً تاماً في كمية وافرة من الأكسجين عند الظروف القياسية يتكون مول واحد من أكسيد الألومنيوم وتتطلق نفس الكمية من الحرارة.

* تابع.. حرارة التكوين و احتراقه القياسية *.

* س * اكتب المعادلات الكيميائية الحرارية الموزونة في الظروف القياسية لكل مما يلي :

١- احتراق غاز الميثان CH_4 لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون و الماء السائل علماً بأن حرارة التفاعل هي -890 kJ

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}, \quad \Delta H = -890 \ \frac{kJ}{mol}$$

يعني إشارة ΔH = -

٢- حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألومنيوم ، الطاقة المنطلقة 1670 kJ

$$2\,Al_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow Al_2O_{3(s)}, \quad \Delta H^\circ = -1670 \ \frac{kJ}{mol}$$

٣- احتراق مول من أول أكسيد الكربون CO في وفرة من الأكسجين علماً بأن الطاقة المصاحبة للتفاعل 283 kJ

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}, \quad \Delta H = -283 \ kJ$$

* من الأسئلة التي تأتي في الامتحان (كتابة المعادلات) وسيتم التركيز على إشارة ΔH وكذلك وزن المعادلة .

Scanned with CamScanner

* تابع.. حرارة التكوين و الاحتراق القياسية *

* س * إذا كانت حرارة التكوين القياسية لـ CO_2 تساوي (-394 kJ/mol) فإن حرارة الاحتراق القياسية للكربون تساوي

$C_{(s)} + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H = -394 \ kJ/mol$ ..... -394 kJ/mol

هذه المعادلة تمثل حرارة تكوين قياسية لـ CO_2 وكذلك احتراق قياسية للكربون.

* س * إذا كانت حرارة الاحتراق القياسية لغاز ($C_2H_6 = 30$) تساوي ($-1560 \ kJ/mol$)، فإن كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق (15 g) من غاز الإيثان C_2H_6 تساوي ؟

* عندما يذكر حرارة احتراق قياسية يعني احتراق 1 مول واحد من المادة.

$$n = \frac{m_s}{M_{wt}} = \frac{15}{30} = 0.5 \ mol.$$

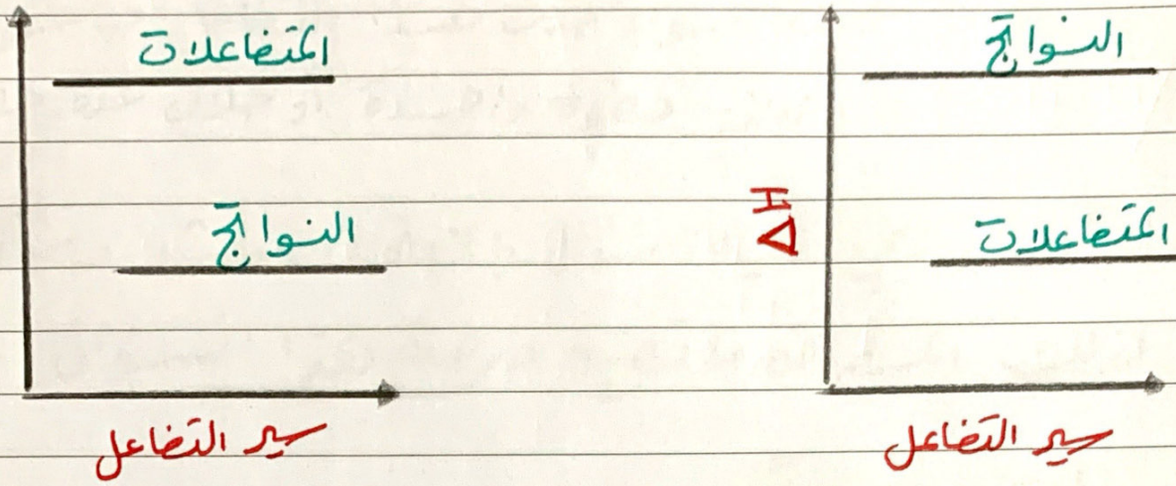
عند احتراق 1 مول من غاز الإيثان ← يعطي ← -1560

∴ عند احتراق 0.5 مول ← يعطي ← X

ضرب تقاطعي

$$X = \frac{0.5X - 1560}{1} = -780 \ kJ$$

* تابع .. حرارة التكوين والاحتراق القياسية *



نوع التفاعل : ماص للحرارة

إشارة ΔH : موجبة (+)

ΔH للمتفاعلات > ΔH للنواتج

نوع التفاعل : طارد للحرارة

إشارة ΔH : سالبة (−)

ΔH للمتفاعلات > ΔH للنواتج

---

* س * إذا كانت حرارة التكوين القياسية لكل من Cr_2O_3 ، Al_2O_3 هي على الترتيب (−1670) ، (−1246) kJ/mol فإن قيمة المحتوى الحراري (ΔH) لهذا التفاعل

$$2Al_{(s)} + Cr_2O_{3(s)} \rightarrow 2Cr_{(s)} + Al_2O_{3(s)} \quad \Delta H = ??$$

$$\Delta H = \Sigma \Delta H(\text{للنواتج}) - \Sigma \Delta H(\text{للمتفاعلات})$$

$$= [(2 \times 0) + (-1670)] - [(2 \times 0) + (-1246)]$$

$$= -424 \text{ kJ}$$

* لاحظ أن حرارة التكوين القياسية للعناصر في حالاتها القياسية تساوي صفراً

47

* قانون "هس" *.

* قانون هس : حرارة التفاعل الكيميائي تساوي قيمة ثابتة سواء حدث هذا التفاعل مباشرة خلال خطوة واحدة أو خلال عدة خطوات.

* هذا الدرس يجي عليه سؤال بالامتحان مباشر وسهل لذلك المفروض ما تضيع درجة هذا السؤال

* ملاحظات مهمة جداً *.

١- ضرب أو قسمة المعادلة على عدد يجب أن يشمل جميع معاملات المعادلة وكذلك قيمة ΔH.

٢- عندما نعكس (نقلب) المعادلة يجب أن نغير إشارة ΔH

٣- عندما نقوم بالجمع الجبري للمعادلات فإننا نقوم بشطب المركبات والعناصر المتشابهة إذا تواجدوا في المتفاعلات والآخر في النواتج، ونقوم بعملية الجمع إذا كانوا في نفس الطرف.

مثال

نجمع

$$A + B \rightarrow C + D$$
$$C + 2B \rightarrow A$$

$$3B \rightarrow D$$

48

تطبيقات ومسائل على قانون " هس "

(4 = 4 × 1) | امتحان 2022\2021

(ب) حل المسألة التالية:

مستعينا بالمعادلات الحرارية التالية:

1- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -571 kJ$

2- $C_3H_{4(g)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -1943.71$ kJ

3- $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -2215.4$ kJ

احسب قيمة الطاقة المصاحبة للتفاعل التالي :

$C_3H_{4(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_3H_{8(g)}$, $\Delta H =$ ..... kJ

* يتم قلب (عكس) المعادلة رقم (3)

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O$, $\Delta H = -571$ kJ

$C_3H_{4(g)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -1943.71$ kJ

$3CO_{2(g)} + 4H_2O \rightarrow C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)}$, $\Delta H = +2215.4$ kJ

$C_3H_{4(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_3H_{8(g)}$, $\Delta H = -299.31$ kJ

نوع التفاعل: طارد للحرارة (ΔH = - إشارة)

(4 × 1 = 4) | امتحان 2020\2019

(ج) حل المسألة التالية :

مستعينا بالمعادلات الحرارية التالية

1- $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta H = -393$ kJ

2- $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -286$ kJ

3- $2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -3000$ kJ

احسب حرارة التكوين القياسية للايثان وفقاً للمعادلة التالية : $2C_{(s)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$, ΔH ..... kJ

* يتم ضرب معادلة (1) بـ 2
* يتم ضرب معادلة (2) بـ 3
* يتم عكس المعادلة (3) و القسمة على 2

$2C_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$, $\Delta H = -786$ kJ

$3H_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow 3H_2O_{(\ell)}$, $\Delta H = -858$ kJ

$2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(\ell)} \rightarrow C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)}$, $\Delta H = +1500$ kJ

$2C_{(s)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$, $\Delta H = -144$ kJ

Scanned with CamScanner

49

(ج) مستعينا بالمعادلات الحرارية التالية: امتحان 2019\2018 (1x3 =3)

1- $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta H = -393.5$ kJ/mol

2- $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$, $\Delta H = -297$ kJ/mol

3- $C_{(s)} + 2S_{(s)} \rightarrow CS_{2(l)}$, $\Delta H = +88$ kJ/mol

احسب الطاقة الحرارية المصاحبة للتفاعل :

$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + CO_{2(g)}$, $\Delta H = ??$ kJ

* يتم ضرب معادلة (2) بـ 2

* يتم قلب (عكس) معادلة (3)

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta H = -393.5$ kJ/mol

$2S_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)}$, $\Delta H = -594$ kJ/mol

$CS_{2(l)} \rightarrow C_{(s)} + 2S_{(s)}$, $\Delta H = -88$ kJ/mol

$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + CO_{2(g)}$, $\Delta H = -1075.5$ kJ/mol

(ج) مستعينا بالمعادلات التالية: امتحان 2018\2017 (3 درجات)

1- $3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \rightarrow C_3H_{8(g)}$ $\Delta H = -126$ kJ/mol

2- $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H = -394$kJ/mol

3- $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -286$kJ/mol

$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H = ?$ أحسب حرارة التفاعل التالي :

* يتم عكس (قلب) معادلة (1)

* يتم ضرب معادلة (2) بـ 3

* يتم ضرب معادلة (3) بـ 4

$C_3H_{8(g)} \rightarrow 3C_{(s)} + 4H_{2(g)}$, $\Delta H = +126$ kJ/mol

$3C_{(s)} + 3O_2 \rightarrow 3CO_{2(g)}$, $\Delta H = -1182$ kJ/mol

$4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 4H_2O_{(l)}$, $\Delta H = -1144$ kJ/mol

$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$,

$\Delta H = -2200$ kJ/mol

نوع التفاعل : طارد للحرارة (ΔH إشارة -)

50

(1x4 =4) | امتحان 2017\2016

(ج) مستعينا بالمعادلات الحرارية التالية:

1- $PCl_{3(l)} + Cl_{2(g)} \rightarrow PCl_{5(s)}$ ، $\Delta H = -137\ kJ$

2- $P_{4(s)} + 6Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{3(l)}$ ، $\Delta H = -1264\ kJ$

احسب الطاقة الحرارية المصاحبة للتفاعل التالي:

$P_{4(s)} + 10Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{5(s)}$ ، $\Delta H = \ldots . kJ$

* يتم ضرب معادلة رقم (1) بـ 4

$4PCl_{3(l)} + 4Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{5(s)}$ ، $\Delta H = -548\ kJ$

$P_{4(s)} + 6Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{3(l)}$ ، $\Delta H = -1264\ kJ$

$P_{4(s)} + 10Cl_{2(g)} \rightarrow 4PCl_{5(s)}$ ، $\Delta H = -1812\ kJ$

(د) مستعينا بالمعادلات الحرارية التالية: (1x5 =5)

$N_{2(g)} + 3O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow 2HNO_{3(l)}$ ، $\Delta H = -348\ kJ$

$2HNO_{3(l)} \rightarrow N_2O_{5(g)} + H_2O_{(g)}$ ، $\Delta H = +77\ kJ$

$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ ، $\Delta H = +484\ kJ$

احسب الطاقة الحرارية المصاحبة للتفاعل التالي:

$2N_2 + 5O_2 \rightarrow 2N_2O_5$ ، $\Delta H = \ldots . kJ$ | امتحان 2016\2015

* يتم ضرب معادلة (1) بـ 2

* يتم ضرب معادلة (2) بـ 2

$2N_{2(g)} + 6O_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow 4HNO_{3(l)}$ ، $\Delta H = -696\ kJ$

$4HNO_{3(l)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)} + 2H_2O_{(g)}$ ، $\Delta H = +154$

$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ ، $\Delta H = +484\ kJ$

$2N_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)}$ ، $\Delta H = -58\ kJ$

Scanned with CamScanner

51

امتحان 2015\2014

السؤال السادس : أ – أحسب حرارة التكوين القياسية لغاز البروبان (C_3H_8)

$$3C_{(s)}+4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)} \quad , \quad \Delta H = \quad kJ/mol$$

مستعينا بالمعادلات التالية :

1- $C_3H_8(g) + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O \quad , \Delta H = -2200 kJ/mol$

2- $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_2(g) \quad , \Delta H = -394 kJ/mol$

3- $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O(l) \quad , \Delta H = -286 kJ/mol$

* يتم قلب (عكس) معادلة (1)

* يتم ضرب معادلة (3)

* يتم ضرب معادلة (4)

$3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \quad , \Delta H = +2200 \frac{kJ}{mol}$

$3C_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} \quad , \Delta H = -1182 \frac{kJ}{mol}$

$4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)} \quad , \Delta H = -1144 \frac{kJ}{mol}$

$$3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_8 \quad , \Delta H = -126 \frac{kJ}{mol}$$

Scanned with CamScanner