

التراكيز والمحاليل الإلكتروليتية

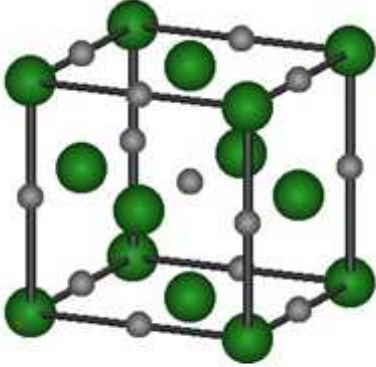
التراكيز والمحاليل الإلكتروليتية Concentration et solutions electrolytiques

ملخص الدرس

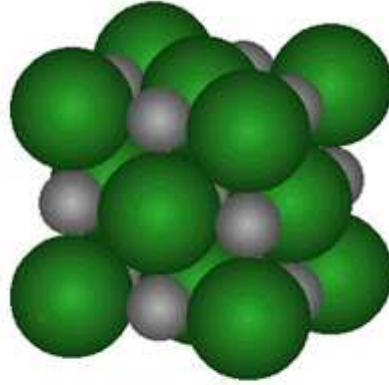
I - الجسم الصلب الأيوني

1 - أمثلة لجسم صلب أيوني

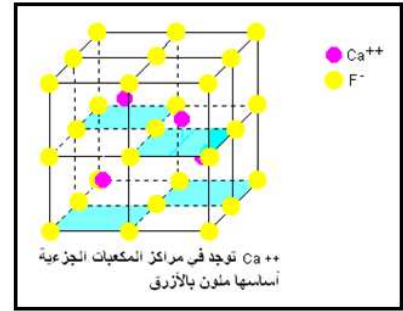
* الجسم الصلب الأيوني يتكون من أنيونات (أيونات سالبة الشحنة) وكاتيونات (أيونات موجبة الشحنة) . تنتظم حسب توزيع منظم يكون ما يسمى **بشبكة بلورية** .
مثلا بلورة كلورور الصوديوم $NaCl(s)$ وبلورة فليورور الكالسيوم CaF_2 تنتظم الأيونات في كل من هذاتين البلورتين في شبكة بلورية مكعبة .



النموذج المنفصل لبلورة
كلورور الصوديوم NaCl



النموذج المتراص لبلورة
كلورور الصوديوم



* قوى التجاذب الكهربائي تتضمن تماسك الجسم الصلب الأيوني
* الجسم الصلب الأيوني متعادلا كهربائيا .

2 - ما هي الصيغة الكيميائية لجسم صلب أيوني ؟

بلورة كلورور الصوديوم تحتوي على نفس العدد من الأيونات Cl^- والأيونات Na^+ إذن فالصيغة الكيميائية لهذا الجسم الأيوني هي : $NaCl$

بالنسبة لبلورة فليورور الكالسيوم فكل أيون كالسيوم Ca^{2+} يكون مرفقا بأيونين من الفليورور F^- وبالتالي فالصيغة الكيميائية لهذه الجسم هي CaF_2 . وتسمى هذه الصيغة بالصيغة الإحصائية لجسم الصلب الأيوني

* تدل الصيغة الإحصائية لجسم الصلب الأيوني على **نسبة وطبيعة الأيونات** دون الإشارة إلى شحنتها

II - الميزة الثانية القطبية لجزيئة

* تكون الرابطة بين ذرتين **مستقطبة** polarise إذا كانت إحدهما أكثر كهرسلبية من الأخرى .
نذكر بالكهرسلبية ذرة : تسمى قابلية الذرة لجذب زوج إلكترونين إليها بالكهرسلبية .

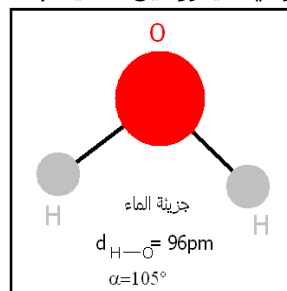
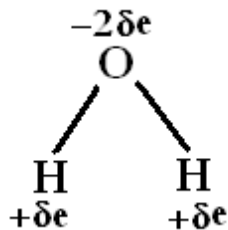
(**فحسب الترتيب الدوري للعناصر الكيميائية أن العناصر الأكثر كهرسلبية تتزايد من اليسار نحو اليمين ومن**

الأسفل نحو الأعلى للترتيب الدوري)

* في الحالة الجزيئة التي يكون فيها مرجح الشحن السالبة لا يتطابق مع مرجح الشحن الموجبة فإن الجزيئة تكون **قطبية** polaire .
عند تحقق هذين الشرطين نقول أن الجزيئة لها ميزة ثنائية قطبية .

مثال : جزيئة الماء

تتكون جزيئة الماء من ذرة أوكسجين وذرتي هيدروجين : صيغتها الكيميائية H_2O



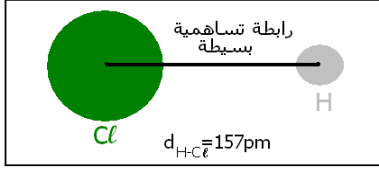
التراكيز والمحاليل الإلكتروليتية

تموضع ذرة الأوكسجين وذرة الهيدروجين في جدول الترتيب الدوري للعناصر يتبين أن الأوكسجين أكثر كهر سلبية من الهيدروجين لهذا فالزوجين الإلكترونيين للرابطين يكونا أقرب إلى ذرة الأوكسجين من ذرة الهيدروجين ، إذن الرابطة O-H مستقطبة . حيث تحمل ذرة الأوكسجين $-2\delta e$ وكل ذرة هيدروجين $+\delta e$. وبما أن جزيئة الماء مكوعة فإن مرجح الشحن

الموجبة لا ينطبق مع مرجح الشحن السالبة : إذن جزيئة الماء قطبية

الماء مذيب قطبي ، لأنه يتكون من جزيئات قطبية .

مثال 2 : جزيئة كلورور الهيدروجين : HCl



جزيئة الكلور حسب تمثيل لويس
H — $\overline{\text{Cl}}$

نوع الرابطة بين ذرتي الهيدروجين والكلور رابطة تساهمية ناتجة عن زوج إلكتروني مشترك تساهم فيه كل ذرة بالكترن واحد . تجريبيا فإن هذا الزوج الإلكتروني غير موزع بالتساوي بين الذرتين فهو إحصائيا أقرب إلى ذرة الكلور لكونها أكثر كهر سلبية من ذرة الهيدروجين . يؤدي هذا التوزيع اللاتماثل للزوج إلى ظهور شحنة جزئية $+\delta e$ بحيث أن $0 < \delta < 1$ ، على ذرة الهيدروجين وشحنة جزئية سالبة $-\delta e$ على ذرة الكلور : نقول أن الرابطة H-Cl مستقطبة .

كذلك أن مرجح الشحن الموجبة لا ينطبق مع مرجح الشحن السالبة .

إذن جزيئة كلورور الهيدروجين لها ميزة ثنائية القطبية .

III _ ذوبانية جسم صلب أيوني في الماء

محلول كلورور الصوديوم يوصل التيار الكهربائي أكثر من الماء المقطر .

إذن فهو يحتوي على أيونات التي تؤكد مرور التيار الكهربائي : نقول أن محلول كلورور الصوديوم **محلول إلكتروليتي** .

عند وجود بلورات كلورور الصوديوم في الماء فإن الخاصية أو الميزة القطبية للماء تضعف التأثيرات الكهربائية بين الأيونات حيث تصبح كل أيون محاط بعدد محدود من جزيئات الماء . نقول أنها أصبحت **متميهة** hydraté وهذا يؤدي إلى تحطم البناء البلوري

لكلورور الصوديوم فنحصل على محلول كلورور الصوديوم والذي يتكون أساسا من أيونات Na^+_{aq} و Cl^-_{aq}

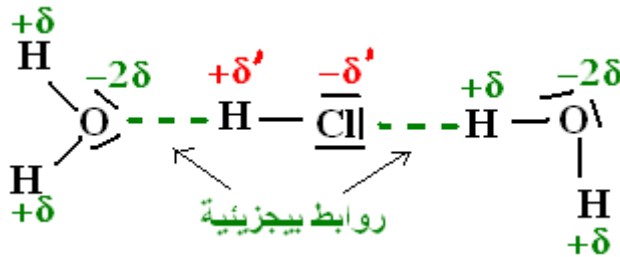
تكتب معادلة التفاعل الموافقة لذوبان كلورور الصوديوم في الماء كالتالي : $\text{NaCl(s)} \xrightarrow{\text{eau}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

نرمز لمحلول كلورور الصوديوم ب : $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ أو باختصار $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

IV _ ذوبان غاز ثنائي كلورور الهيدروجين في الماء

كلورور الهيدروجين أو حمض الكلوريدريك شديد الذوبان في الماء ويسمى المحلول المحصل عليه محلول حمض الكلوريدريك . (تجربة النافورة)

أثناء الذوبان يحدث تحول كيميائي نتيجة التأثيرات البينية بين جزيئات الماء القطبية و جزيئات كلورور الهيدروجين القطبية كذلك حيث تقام روابط بيجزيئية والتي تضعف كثيرا الرابطة التساهمية H-Cl فتتكسر وتؤدي إلى ظهور أيونات مميهة H^+_{aq} و Cl^-_{aq}



تكتب معادلة التفاعل الموافقة لذوبان كلورور الهيدروجين في الماء كالتالي : $\text{HCl(g)} \xrightarrow{\text{eau}} \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

محلول المائي لكلورور الهيدروجين إلكتروليتي .

V _ ذوبان حمض الكبريتيك في الماء

حمض الكبريتيك الخالص سائل جزيئي صيغته الكيميائية H_2SO_4

تجربة : عند إضافة 10ml من حمض الكبريتيك الخالص المركز إلى 100ml من الماء المقطر ونتتبع درجة حرارة المحلول بواسطة ممرار ترتفع درجة الحرارة و نحصل على محلول مائي لحمض الكبريتيك .

من ماذا يتكون هذا المحلول ؟

* ارتفاع درجة الحرارة يدل على حدوث ذوبان حمض الكبريتيك في الماء .

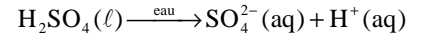
* نجري على المحلول رائر pH فنلاحظ أن المحلول المحصل عليه حمضي أي أنه يحتوي على الأيونات H^+ المميهة : $\text{H}^+_{(\text{aq})}$

* نضيف إلى أنبوب اختبار يحتوي على محلول كلورور الباريوم قطرات من محلول حمض الكبريتيك نلاحظ تكون راسب أبيض

* مما يدل على وجود أيونات الكبريتات $\text{SO}^{2-}_{4(\text{aq})}$.

التراكيز والمحاليل الإلكتروليتية

معادلة التفاعل الموافق لهذا الذوبان هو :



صيغة المحلول المائي لحمض الكبريتيك هي : $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$

VI - التركيز المولي لمذاب والتركيز المولي الفعلي لنوع كيميائي في محلول

1 - التركيز المولي للمذاب المستعمل أو التركيز المولي لمحلول إلكتروليتي :

$$C(X) = \frac{n(X)}{V}$$

$n(X)$ كمية مادة المذاب و V حجم المحلول غير المشبع المحصل عليه .

2 - التركيز المولي الفعلي أو التركيز المولي للأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول :

يرمز له ب $[X]$ بحيث X النوع الكيميائي الموجود في المحلول . ونعبر عنه بالعلاقة :

$$[X] = \frac{n(X)}{V}$$

3 - العلاقة بين التركيز المولي والتركيز الكتلي .

نعلم أن التركيز الكتلي $C_m(X) = \frac{m(X)}{V}$ وأن التركيز المولي $C(X) = \frac{n(X)}{V}$ وبما أن $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$ فإن $m(X) = n(X) \cdot M(X)$

أي أن :

$$C_m(X) = C(X) \cdot M(X)$$

تطبيقات لتتبع تفاعل كيميائي

I - تطور مجموعة خلال تحول كيميائي

1 - الدراسة التجريبية

تجربة : التفاعل بين محلول مائي لنترات الكالسيوم ومحلول مائي لفوسفات الصوديوم .

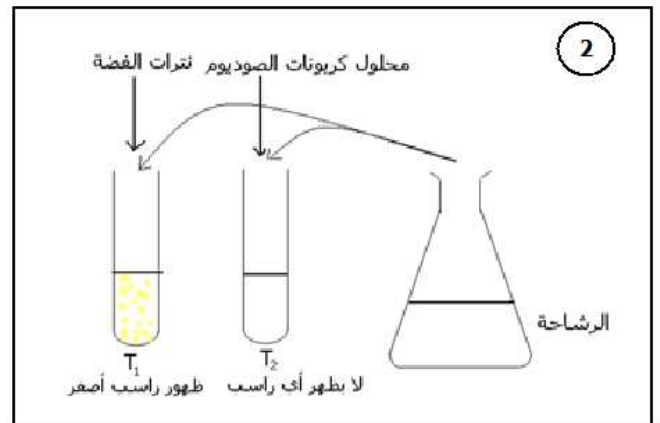
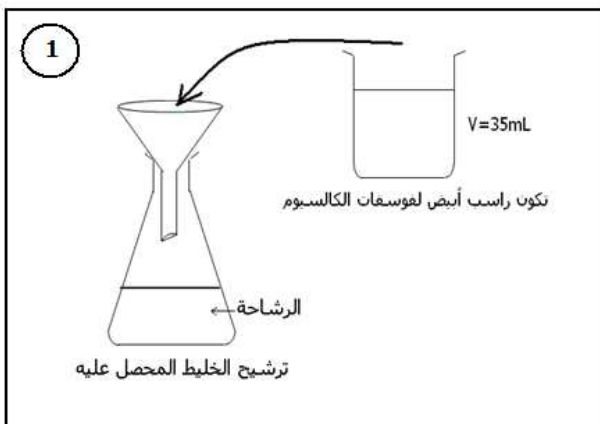
نصب في كأس حجما $V_1 = 20\text{ml}$ من محلول S_1 لنترات الكالسيوم $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$ تركيزه $C_1 = 0,20\text{mol}/\ell$

نضيف إليه حجما $V_2 = 15\text{ml}$ من محلول S_2 لفوسفات الصوديوم $3\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$ تركيزه $C_2 = 0,20\text{mol}/\ell$

نلاحظ تكون راسب أبيض فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$ نرشح الخليط ونصب جزء في أنبوب اختبار T_1 والجزء الآخر في أنبوب اختبار T_2 .

نضيف إلى الأنبوب T_1 بعض قطرات نترات الفضة $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ نلاحظ تكون راسب أصفر .

نضيف إلى الأنبوب T_2 بعض قطرات من محلول كربونات الصوديوم $2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ ، نلاحظ عدم ظهور أي راسب .



استثمار :

1 - أحسب كمية مادة هذه الأنواع الكيميائية الموجودة في الكأس قبل ظهور راسب فوسفات الكالسيوم .

التراكيز والمحاليل الإلكتروليتية

$$n_1(\text{Ca}^{2+}) = C_1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ mmol}$$

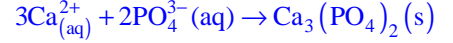
$$n_1(\text{PO}_4^{3-}) = C_2 \cdot V_2 = 0,2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 3 \text{ mmol}$$

2 - أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في الكأس بعد ظهور الراسب .
الأنواع الكيميائية الموجودة في الكأس بعد ظهور الراسب :

فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$ ، $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$ ، $\text{Na}^+(\text{aq})$ ، $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ بينما $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ تفاعلت كليا .

أي أن التفاعل تام بحيث أنه اختفي إحدى المتفاعلات كليا خلال التفاعل .

3 - أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل بين المحلولين S_1 و S_2 .



أ - تقدم التفاعل :

تعريف : تسمى كمية المادة x ، تقدم التفاعل ويعبر عنها بالمول mol .

يمكن تقدم التفاعل من تحديد كميات مادة مختلف الأنواع الكيميائية المساهمة في التفاعل خلال تطور كيميائي .

ب - الجدول الوصفي وحصلة المادة .

4 - أنشئ جدول التقدم بالنسبة للتفاعل الكيميائي الحاصل بين S_1 و S_2

يمكن الجدول الوصفي للتفاعل من تقديم بطريقة تحليلية تطور كميات المادة للمتفاعلات والنواتج .

المعادلة الكيميائية		$3\text{Ca}_{(\text{aq})}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$		
الحالة	التقدم	كميات المادة ب mmol		
الحالة البدئية	0	$C_1 V_1 = 4,00 \text{ mmol}$	$C_2 V_2 = 3,00 \text{ mmol}$	0
خلال التفاعل	x	$4,00 - 3x$	$3,00 - 2x$	x
الحالة النهائية	x_f	$4,00 - 3x_f$	$3,00 - 2x_f$	x_f

ج - التقدم النهائي والمتفاعل المحد

تعرف الحالة النهائية لمجموعة كيميائية الحالة التي

تتوقف فيها المجموعة عن التطور . عندما يختفي كليا

أحد المتفاعلات ويسمى هذا المتفاعل بالمتفاعل المحد .

في هذه الحالة يساوي التقدم النهائي x_f التقدم الأقصى

x_{max}

5 - حدد التقدم الأقصى والمتفاعل المحد اعتمادا على الطريقة

الحسابية تم الطريقة المبيانية .

الطريقة الحسابية :

نفترض أن التفاعل المحد هو PO_4^{3-} أي أن

$$3 - 2x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = 1,5 \text{ mmol}$$

إذا كان هو Ca^{2+} :

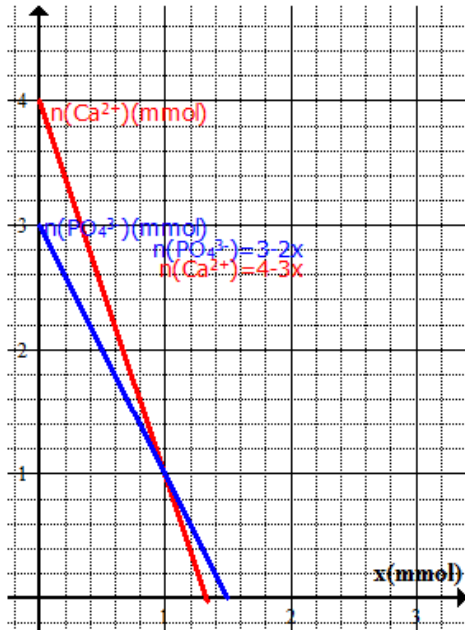
$$4 - 3x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = 1,33 \text{ mmol}$$

وبالتالي فإن التفاعل المحد هو Ca^{2+}

الطريقة المبيانية : (أنظر المبيان جانبه)

6 - أعط حصلة المادة لهذا التفاعل .

أنظر الجدول الوصفي للتفاعل .



المعادلة الكيميائية		$3\text{Ca}_{(\text{aq})}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$		
الحالة	التقدم	كميات المادة ب mmol		
الحالة البدئية	0	$C_1 V_1 = 4,00 \text{ mmol}$	$C_2 V_2 = 3,00 \text{ mmol}$	0
خلال التفاعل	x	$4,00 - 3x$	$3,00 - 2x$	x
الحالة النهائية	x_{max}	$4,00 - 3x_{\text{max}}$	$3,00 - 2x_{\text{max}}$	x_{max}
حصلة المادة النهائية	1,33 mmol	0	0,34 mmol	1,33 mmol

التراكيز والمحاليل الإلكتروليتية

ج - الخليط الستوكيومترى

يكون الخليط ستوكيومترى ، إذا كانت كميات المادة البدئية للمفاعلات متوفرة حسب معاملات استوكيومترية للمفاعلات في المعادلة .

في الحالة النهائية ، تختفي المتفاعلات كلها .

II - كيف يمكن توقع الحالة النهائية لمجموعة ؟

- تحديد ضغط غاز .

ندخل في حوجلة قطعة من فلز الزنك Zn كتلتها $m = 0,11g$ ونضيف إليها $20ml$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C = 5,00.mol/l$. بواسطة جهاز مانومتر لقياس الضغط p ، نقيس ضغط الغاز المحصل عليه خلال هذه التجربة حيث نسجل الضغط النهائي p_f عند توقف انتشار الغاز المحصل عليه .

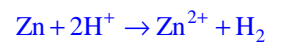
في ظروف التجربة : يحتل الغاز المتكون الحجم $V = 1,1l$ عند درجة الحرارة $T = 293K$.

الضغط البدئي في الحوجلة هو ضغط الهواء $p_i = 1025hPa$.

1 - ما هو الغاز المحصل عليه خلال هذا التفاعل ؟

الغاز المحصل عليه خلال هذا التفاعل هو غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$

2 - أكتب المعادلة الكيميائية الحصيلة لهذا التفاعل .



3 - أحسب كمية المادة البدئية للمفاعلات . تم أنشئ جدول لتقدم التفاعل واستنتج التقدم الأقصى والمتفاعل المحد لهذا التفاعل .

كميات المادة البدئية للمفاعلات :

$$n_i(Zn) = \frac{m(Zn)}{M(Zn)} = 1,7.10^{-3} mol$$

$$n_i(H^+) = C.V = 5,0.20.10^{-3} = 0,10 mol$$

Zn	+ 2H ⁺	→	Zn ²⁺	+	H ₂	التقدم	
$1,7.10^{-3} mol$	$0,10 mol$		0		0	0	الحالة البدئية
$1,7.10^{-3} x$	$0,10 - 2x$		x		x	x	خلال التحول
$1,7.10^{-3} x_{max}$	$0,10 - 2x_{max}$		x_{max}		x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
0 mol	0,098 mol		$1,7.10^{-3} mol$		$1,7.10^{-3} mol$	$1,7.10^{-3} mol$	حصيلة المادة

4 - أعط حصيلة المادة لهذا التفاعل واستنتج ضغط الحالة النهائية .

انطلاقاً من معادلة الغازات الكاملة يمكن

حساب ضغط ثنائي الهيدروجين داخل القنينة :

$$p(H_2) = \frac{n(H_2).RT}{V} = 37,65 hPa$$

وبالتالي الضغط في الحالة النهائية هو : $p_f = p(H_2) + p_{air} = 1062,65 hPa$

خلاصة

يمكن المقادير الكيميائية المرتبطة بكمية المادة من توقع كتلة و ضغط وحجم المتفاعلات والنواتج .