

تم تحميل الكتاب من موقع الدراسة الجزائري

[www.eddirasa.com](http://www.eddirasa.com)



# البيان في الكيمياء

## 3AS BAC

موقع  
الدراسة الجزائري  
[www.eddirasa.com](http://www.eddirasa.com)

خاص بشعب :  
العلوم التجريبية  
الرياضيات  
تقني رياضي

دروس مختصرة

تطبيقات نموذجية

تمارين محلولة بالتفصيل

إشراف :

عبدالقادر العبادوي  
مهندس دولة في الكهروتقني

عباس جمال  
ش.دع في فيزياء  
الطاقة

سعيداني عبدالكريم  
ش.دع في فيزياء المواد  
ومركباتها



مقدمة :

الحمد لله حمدا كثيرا ، و الصلاة والسلام على رسول الله و على آله و صحبه ، و من دعا بدعوته ، و اهتدى بهديه إلى يوم الدين .

و بعد :

تشهد الجزائر نهضة شاملة في مرافق الحياة و بخاصة النهضة التعليمية المتمثلة في إصلاح المنظومة التربوية التي باشرتها وزارة التربية الوطنية في المرحلة الثانوية ، و التي تعتبر المرحلة الخصبه لتنمية معارف الطلبة و ترسيخها و تماشيا مع هذا الإصلاح ، نضع بين يدي طلابنا هذا الكتاب ، الذي توخينا في عرض موضوعاته ما استطعنا سهولة العبارة و اختيار أفضل الطرق و أبسطها ، و جودة السبك في طرح الموضوعات العلمية ، و جلاء الهدف باختيار المسائل و التمارين الهادفة و انتقاء الحلول البسيطة حتى تكون في متناول كل الطلاب .

و نأمل أن يجد الطلاب في هذا الكتاب بغيتهم المنشودة و يكون لهم مفتاحا للنجاح في شهادة البكالوريا .

لقد عاجلنا كل الموضوعات المقررة في برنامج الثالثة ثانوي و قمنا بتزويد كل موضوع بعدد جم من المسائل و التمارين التي تتم انتقاؤها من مواضيع البكالوريا أجنبية و وطنية و كذا مسابقات دولية ، و لقد ألحقنا محور الإشعاعات و التفاعلات النووية بكتاب الكيمياء و هذا لضخامة كتاب الفيزياء .

و في الأخير نرجوا أن نكون قد وفقنا الخدمة أبناء وطننا بما نستطيع من تذليل الصعوبات ، كما نرجوا أن يكون سندا لإخواننا الأساتذة في تحضير دروسهم و امتحاناتهم .

المؤلفون

# ي ن ل ي ب ا

بمقرات الطبع بمقرات الطبع بمقرات الطبع  
٢٠٠٧ / ٢٨٧٦

رقم الإيداع : 2007 / 2876

ردمك : ISBN : 978 - 9947 - 0 - 1821 - 4

البريد الإلكتروني : labda10@yahoo.fr

موقع  
الدراسة الجزائري  
www.eddirasa.com



# المجال I : التطورات الرتيبة الوحدة رقم: 01

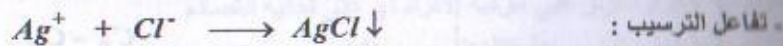
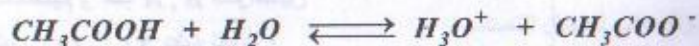
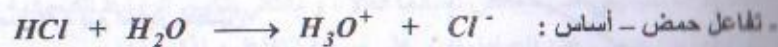
## تطور كميات المادة المتفاعلات و النواتج

### مقدمة

عند حدوث أي تفاعل كيميائي لا يد و أن يستغرق مدة زمنية محدودة خلال تطور التفاعل ، و تختلف المدة الزمنية لتطور المتفاعلات و النواتج من تفاعل إلى آخر ، و من خلال هذه المدة الزمنية يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية .

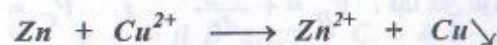
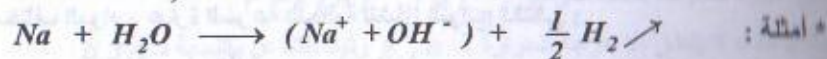
**I / التصنيف الحراري للتفاعلات الكيميائية :** تصنف التفاعلات الكيميائية إلى عدة أصناف

أ - التفاعلات السريعة : إذا استحال قياس مدة التفاعل نقول أنه تفاعل سريع .  
\* أمثلة عن التفاعلات السريعة :

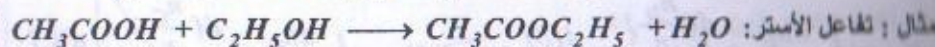


ملاحظة : يمكن للتفاعل السريع أن يؤدي إلى حالة توازن و أن يكون تاما .

ب / التفاعلات البطيئة : نقول عن تفاعل أنه بطيء إذا استغرق من بضعة ثواني إلى بضع دقائق



ج / التفاعلات البطيئة جدا : هي التفاعلات التي تستغرق بضعة ساعات أو عدة أيام .



- يمكن للتفاعل البطيء جدا أن يكون تاما و أن يؤدي إلى حالة توازن .

د / التفاعلات عديمة التطور : هي التفاعلات التي تكون سرعتها معدومة .

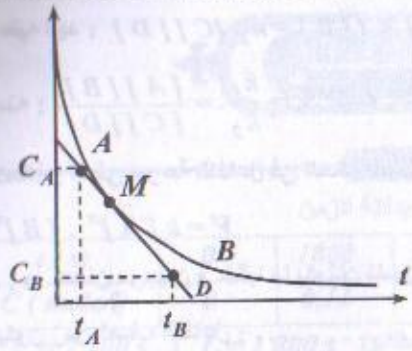
مثال : تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لا يحدث شيئا ما لم يقرب منه شرارة أو لهب .

هـ / التفاعلات المستحيلة : هي تفاعلات مستحيلة من الناحية الديناميكية الحرارية

مثال : تفكك الماء ( مستحيل دون إعطائه طاقة )

المجال	الوحدة	الفهرس	الصفحة
التطورات الرتيبة	تطور كميات المادة للتفاعلات و النواتج	1- التصنيف الحراري للتفاعلات الكيميائية	5
		2- سرعة التفاعل	6
		3- زمن نصف التفاعل	7
	دراسة التحولات الكيميائية	تمارين محلولة بالتفصيل	28 - 9
		مقدمة	29
		1- تماسك النواة	29
		2- استقرار النواة	31
		3- النشاط الإشعاعي الطبيعي	33
		4- الإشعاعات و أنواعها	33
		تمارين محلولة بالتفصيل	72 - 46
تطور جملة كيميائية	I - PII للمحلول المائي	1- بنية جزيء من الماء	73
		2- قوالين مهمة	73
		3- تشرذ الماء	74
		4- مفهوم الـ PII و قياسها	74
		5- الجداء الشاردي للماء	75
		6- إزاحة التوازن الكيميائي	75
		II - تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن	
		1- مقارنة التقدم النهائي و الأعظمي	76
		2- مفهوم حالة التوازن	76
		3- كتابة معادلة التفاعل	77
	4- كسر التفاعل	77	
	III - الأحماض و الأسس	1- تعاريف	78
		2- أنواع الأحماض و الأسس	79
		3- ثنائية حمض / أساس	81
		4- ثابت الحموضة $K_A$	81
		5- تعريف $PK_A$	82
		IV - تفاعل الأحماض مع الأسس	
		1- تفاعل حمض قوي مع أساس قوي	85
		2- تفاعل حمض ضعيف مع أساس قوي	87
		3- تفاعل حمض قوي مع أساس ضعيف	88
تمارين محلولة بالتفصيل		131 - 95	
التطور التلقائي لجملة كيميائية	1- مقدمة	132	
	2- وعاء فونتا - استقطاب عمود فولت	132	
	3- الأعددة	132	
	4- المدخرات	136	
	تمارين محلولة بالتفصيل	156 - 132	
	مراقبة تحول كيميائي	الأسطرة و إمامة الأسطر	
		1- تعريف الأسطرة / نوعا الأسطرة	157
		2- البنية الأسطرة	158
		3- خواص تفاعل الأسطر - الإمامة	159
		- التصنيف	160
- الأهمية الصناعية للأسطرة و الإمامة		160	
تمارين محلولة بالتفصيل		184 - 161	
اختبر معلوماتك	185		





$$V_A = -\frac{1}{\nu} \frac{dn_A}{dt} = \frac{d\left(\frac{n_A}{\nu}\right)}{dt} = \frac{d[A]}{dt}$$

$$V_B = -\frac{1}{\nu} \frac{dn_B}{dt} = \frac{d\left(\frac{n_B}{\nu}\right)}{dt} = \frac{d[B]}{dt}$$

ملاحظة : يمكن تعريف سرعة التفاعل إذا

$$\text{كان } (X) \text{ تقدم التفاعل كالتالي : } V = -\frac{dX}{dt}$$

$$\text{و تكون السرعة الحجمية للتفاعل : } V = \frac{1}{\nu} \frac{dX}{dt} = \frac{d[X]}{dt}$$

3- زمن نصف التفاعل : هو الزمن اللازم لاختفاء نصف المتفاعلات ( $t_{1/2}$ ) :

4- العوامل الحركية : تحتاج التفاعلات الكيميائية إلى عوامل حركية التي تعمل على تصادم

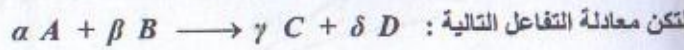
الأفراد الكيميائية بعضها ببعض تصادما فعلا ، وبالتالي تنكسر الروابط الكيميائية و يعاد تركيبها من جديد ، هذه العوامل تؤثر على سرعة التفاعل و تذكر منها :

أ/ تراكيز المتفاعلات تؤثر على احتمال التصادم .

ب/ درجة الحرارة تؤثر على حركية الأفراد أي على فعالية التصادم

ج/ الوسيط يؤثر على سرعة التفاعل

5 العوامل تأثير التراكيز على السرعة :



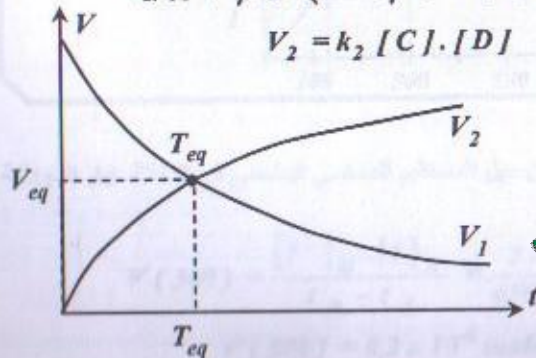
$$\text{تعطى عبارة السرعة بدلالة التراكيز : } V = k [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$$

حيث  $k$  ثابت لا يتعلق إلا بدرجة الحرارة ،  $\alpha$  ،  $\beta$  رتبنا التفاعل بالنسبة لـ  $A$  و  $B$

حالة خاصة : في حالة التفاعل العكوس  $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D$

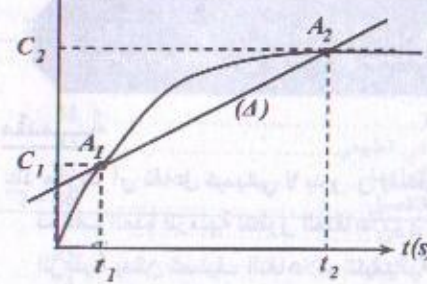
$$\text{يكون : } V_1 = k_1 [A] \cdot [B] \quad \text{و} \quad V_2 = k_2 [C] \cdot [D]$$

و عند نقطة التكافؤ يكون  $V_1 = V_2$



2 / سرعة التفاعل : هي المقدار الفيزيائي الذي يسمح لنا بتصنيف التفاعلات تصنيفا دقيقا

2-1 / السرعة الوسطية : تعرف السرعة الوسطية لتفاعل كيميائي كالتالي  $C(\text{mole/l})$



$$v_{\text{may}} = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{mole/l.s})$$

حيث  $C$  هي التركيز المولي للتفاعل ، و تكون السرعة هي عبارة عن ميل المستقيم  $(A)$  .

ب / السرعة اللحظية :

تعرف السرعة اللحظية بالعلاقة

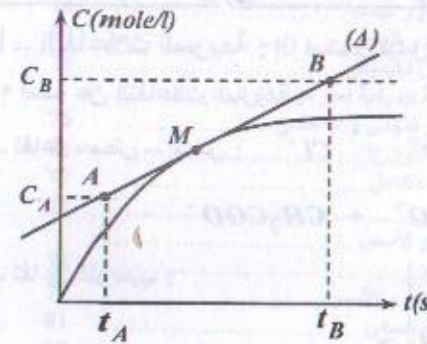
$$V(t_M) = \left(\frac{dC}{dt}\right)_{t=t_M}$$

و لتحديد هذه السرعة ، يتم اختيار نقطتين

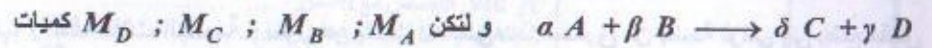
من المستقيم و هما  $B, A$  الموافقتين

للزمنين  $t_B$  و  $t_A$  و عليه تكون :

$$V(t_M) = \frac{C_B - C_A}{t_B - t_A} \quad (\text{mole/l.s})$$



ب-1 / السرعة اللحظية لتشكل النواتج : ليكن التفاعل التالي



المادة لمختلف المواد ، عبارة السرعة اللحظية لتشكل النواتج كالتالي :

$$V_D = +\frac{dn_D}{dt} \quad \text{و} \quad V_C = +\frac{dn_C}{dt}$$

تكون السرعة الحجمية لتشكل النواتج  $C$  و  $D$  هما :

$$V_D = \frac{1}{\nu} \frac{dn_D}{dt} = \frac{d\left(\frac{n_D}{\nu}\right)}{dt} = \frac{d[D]}{dt} \quad \text{و} \quad V_C = \frac{1}{\nu} \frac{dn_C}{dt} = \frac{d\left(\frac{n_C}{\nu}\right)}{dt} = \frac{d[C]}{dt}$$

ب-2 / السرعة اللحظية لاختفاء  $A$  و  $B$  :

$$V_B = -\frac{dn_B}{dt} \quad \text{و} \quad V_A = -\frac{dn_A}{dt}$$

فإذا كان الوسط محلولاً حجمه  $\nu$  ، تكون السرعة الحجمية لاختفاء النوع الكيميائي :



## تمارين محلولة بالتفصيل

### التمرين الأول

يعطى الجدول التالي المعبر عن تشكل الأسترة بدلالة الزمن

t (s)	0	1800	3600	5400	7200	9000
C (mole/l)	0	0,11	0,17	0,218	0,247	0,265

- أحسب السرعة المتوسطة لهذا التفاعل بين اللحظتين  $t_1 = 1800$  s و  $t_2 = 7200$  s وذلك بـ  $mole/Lm$  و  $mole/Ls$

الحل:

$$V_{\text{moy}} = \frac{C(t_2) - C(t_1)}{t_2 - t_1}$$

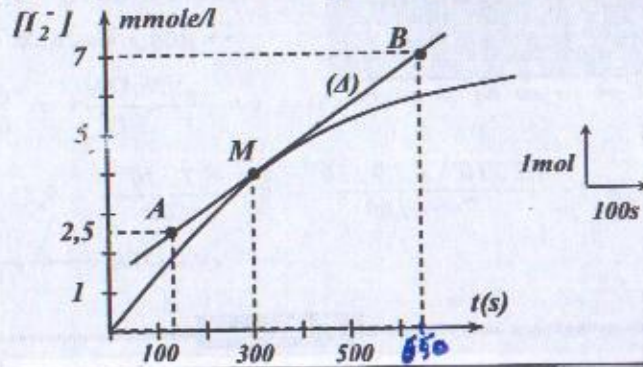
حسب تعريف السرعة المتوسطة :

$$= \frac{0,247 - 0,11}{7200 - 1800} = \frac{0,137}{5400} = 2,54 \times 10^{-5} \text{ mole/Ls} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ mole/Lm}$$

### التمرين الثاني

يعطى بيان أكسدة أيون اليود  $[I_2^-]$  بماء الأكسجين في وسط حمضي كالتالي :

بالاعتماد على البيان أحسب السرعة اللحظية عند الزمن  $t = 300$  s بـ  $mol/Ls$



الحل:

السرعة اللحظية بالتعريف هي عبارة عن ميل المستقيم المماسي للمنحنى في النقطة M الموافقة لـ  $t = 300$  s ومنه

$$V(300) = \frac{[I^-]_B - [I^-]_A}{t_B - t_A} = \frac{7 - 2,5}{650 - 150} = 8,2 \times 10^{-3} \text{ mmole/Ls}$$

لأن  $V(300) = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mole/Ls}$  ( $1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol}$ )

و عليه نجد :  $k_1 [A][B] = k_2 [C][D]$

ومنه :  $k = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[A][B]}{[C][D]}$  ندعو الثابت k بثابت التوازن  $k_c$

ملاحظة : نعطي سرعة التفاعل في الحالة العامة بدلالة التراكيز كالتالي :

$$V = k [A]^n \cdot [B]^m$$

n, m عدنان موجبان و غالبا ما يكونان تامين ، نقول بأن n + m هو الرتبة الإجمالية للتفاعل.

$$t_{1/2} = \frac{1}{k} \log 2 \dots \dots \dots$$

و يكون زمن نصف التفاعل :

$$[A] = [A_0] e^{-kt} \dots \dots \dots$$

و تعطى عبارة تناقص التركيز كالتالي :





t (h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
مولات الحمض المتبقي n	1	0,61	0,45	0,39	0,35	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33
مولات الأنتر المتكون n'										

أ - أكمل الجدول

ب - أعط التمثيل البياني  $n = f(t)$  مع  $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ h}$  و  $1 \text{ cm} \rightarrow 0,1 \text{ mole}$

ج - ما هي النتيجة الممكنة استخراجها من وسط التفاعل خلال المدة  $t = 7 \text{ h}$  ؟

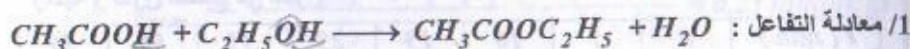
3 - من المنحنى السابق حدد ما يلي :

أ - اللحظة الزمنية التي بصرف فيها نصف الإيتانول .

ب - ميل المماس للمنحنى في اللحظة  $t = 3 \text{ h}$  ، وما هو المعنى الفيزيائي لهذا البعد ؟

ج - كيف تتغير سرعة تشكل الأستر مع الزمن ، وكيف يمكن تسريع هذا التفاعل ؟

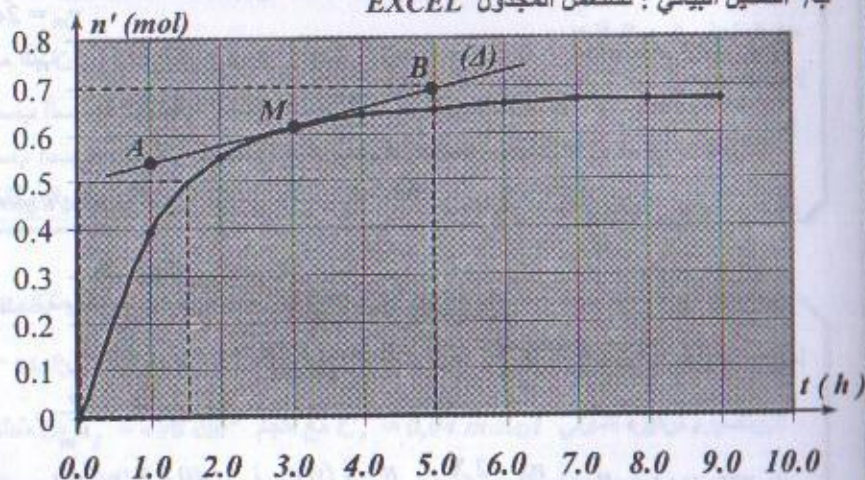
الحل :



2/ إتمام الجدول : لدينا  $n = 1 - n'$

n' (mole)	0	0,39	0,55	0,61	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,67
-----------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------

ب/ التمثيل البياني : نستعمل المجدول EXCEL



ج - نرى من الجدول ومن المنحنى أنه ابتداء من الساعة  $t = 7 \text{ h}$  يتوقف التفاعل أي يصل إلى

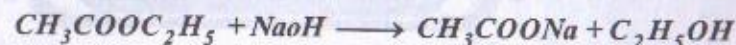
نهايته الحدية أو يصبح عندها التفاعل متوازن . ويكون حد الأستر 67%

3- أ/ عندما  $n' = 0,5 \text{ mole}$  نجد  $t = 1,5 \text{ h}$

ب/ ميل المماس في اللحظة  $t = 3 \text{ h}$  يمثل السرعة اللحظية لتشكيل الأستر

تمارين الثالث

تتابع التفاعل المعطى بالمعادلة



و ذلك لمعايرة الصود المتبقية في المحلول فنجد النتائج كالتالي :

t (s)	0	150	300	450	600	750
NaOH (mole/l)	$10^{-2}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$6,25 \cdot 10^{-3}$	$5,25 \cdot 10^{-3}$	$4,55 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$

1- أرسم المنحنى الذي يعطي تراكيز الصودا بدلالة الزمن .

2- حدد سرعة التفاعل في الزمنيين  $t = 150 \text{ s}$  ،  $t = 300 \text{ s}$

الحل :

1- المنحنى

2- السرعة عند  $(t = 300)$  : نرسم المماس في

هذه النقطة و ليكن (A) ، ثم نختار نقطتين من

المستقيم و ليكننا A و B حيث :

$A(t = 100 \text{ s} ; [\text{NaOH}] = 8,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})$

$B(t = 700 \text{ s} ; [\text{NaOH}] = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})$

و عليه نجد السرعة عند اللحظة  $t = 300 \text{ s}$

$$v = - \frac{\Delta[\text{NaOH}]}{\Delta t} = - \frac{CA}{CB}$$

$$v = - \frac{2,2 \cdot 10^{-3} - 7,9 \cdot 10^{-3}}{700 - 100} = - \frac{-5,7 \cdot 10^{-3}}{600} = 9,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol} / \ell \cdot \text{s}$$

\* و بنفس الطريقة يتم حساب  $v(150 \text{ s})$

التمرين الرابع

في تجربة لدراسة تفاعل الأستر بين حمض الإيتانويك و الإيتانول نأخذ في اللحظة الابتدائية

خليطاً يتكون من  $1 \text{ mole}$  لكل من الحمض و الكحول

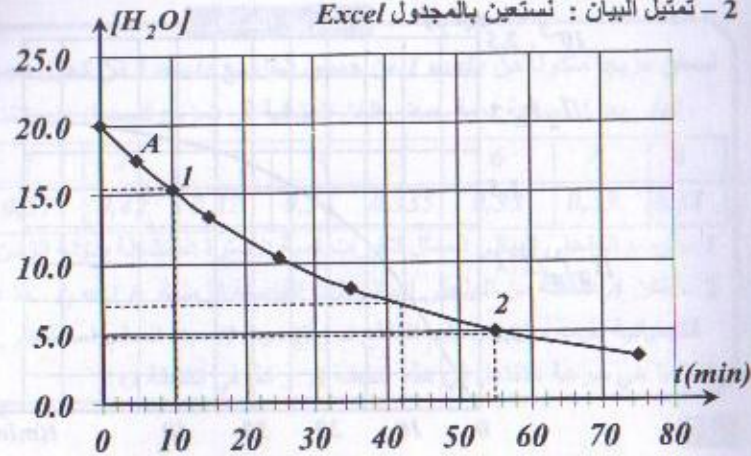
1 - أكتب معادلة التفاعل .

2 - نعاير في درجة حرارة ثابتة الحمض المتبقي من ساعة لأخرى فنحصل على النتائج

المسجلة في الجدول .



2 - تمثيل البيان : نستعين بالمجدول Excel



3 - حساب السرعة الوسطية : (سرعة الاختفاء) نختار نقطتين (1) و (2)

$$v_{\text{moy}} = - \frac{[H_2O_2]_2 - [H_2O_2]_1}{t_2 - t_1} = - \frac{4,9 - 15,3}{55 - 10} = 0,23 \text{ mmole/l.s}$$

وفي حالة عدم تعيين الزمنين نقوم برسم مستقيم (A') ثم نختار نقطتين (A) و (B) ونسقطهما على المحورين وبعدها نحسب السرعة بنفس الكيفية.

4 - السرعة اللحظية : هي ميل المنحنى (A) و المماس في (A) و لحساب الميل نختار نقطتين من المنحنى A و B فنجد :

$$A \rightarrow t_A = 5 \text{ min} ; [H_2O_2] = 17,5 \text{ mmole/l}$$

$$B \rightarrow t_B = 42 \text{ min} ; [H_2O_2] = 7 \text{ mmole/l}$$

$$v = - \frac{[H_2O_2]_B - [H_2O_2]_A}{t_B - t_A} = - \frac{(7 - 17,5)10^{-3}}{42 - 5} = 2,84 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l.min}$$

التمرين السادس

نمزج حجما قدره  $v_1 = 400 \text{ cm}^3$  من محلول  $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$  كبريتات بروكسيد

البوتاسيوم تركيزه المولي  $C_1 = 0,04 \text{ mole/l}$  مع حجم  $v_2 = 400 \text{ cm}^3$  من محلول اليود

البوتاسيوم  $(K^+ + I^-)$  تركيزه المولي  $C_2 = 0,4 \text{ mole/l}$  ، الحجم الكلي للمزيج  $800 \text{ cm}^3$

1 - أكتب معادلة التفاعل الحادثة .

2 - أحسب تركيز اليود ( $I_2$ ) عند نهاية التفاعل .

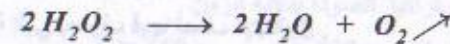
3 - يعطى منحنى تركيز ( $I_2$ ) بـ ( $\text{mole/l}$ ) أحسب من المنحنى  $t_{1/2}$  .

$$V = \frac{n'_B - n'_A}{t_B - t_A} = 0,046 \text{ mole/h} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mole/s}$$

ج / هذا الميل لظل المنحنى يتناقص مع مرور الزمن و يزول إلى الصفر (التعادل) و يمكن تسريع التفاعل بواسطة منشط ( $H_3O^+$ ) أو برفع درجة الحرارة ، و مع ذلك فإن حد الأسترة لا يتغير .

التمرين الخامس

يتفك أكسيد الماء  $H_2O_2$  حسب المعادلة التالية :



في اللحظة  $t = 0$  يكون حجم المحلول  $v_0 = 2 \text{ l}$  و يكون عدد المولات

$n_0 = 40 \text{ mmole}$  من أكسيد الماء . نقوم بمتابعة حجم الأوكسجين المتشكل في كل لحظة

زمنية و ندون النتائج في جدول :

t (min)	0	5	10	15	25	35	55	75
v(O <sub>2</sub> ) litres	0	60	112	158	230	286	362	404

1 - انطلاقا من حجم الأوكسجين الناتج في كل لحظة أوجد تركيز  $[H_2O_2]$  الموافقة ، يعطى

$$v_m = 24 \text{ l}$$

2 - أرسم البيان  $f(t) = [H_2O_2]$  حيث  $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ mmole/l}$  ،  $1 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ min}$

3 - أحسب السرعة الوسطية لاختفاء أكسيد الماء بين  $t_1 = 10 \text{ min}$  و  $t_2 = 55 \text{ min}$

4 - أحسب السرعة اللحظية لاختفاء أكسيد الماء في اللحظة  $t_A = 5 \text{ min}$  بـ  $\text{mole/l.s}$  و

$$\text{mole/l.min}$$

الحل :

1 - في اللحظة  $t$  يكون عدد مولات  $H_2O_2$  المتبقية هي :

$$n(t) = n_0 - 2X \dots \dots \dots (1)$$

$$X = \frac{v}{v_m} \dots \dots (2)$$

$$[H_2O_2] = \frac{n}{v_0} = \frac{n_0 - 2X}{v_0} = \frac{n - 2(v/v_m)}{v_0} = \frac{40 - 2(v/24)}{2} = 20 - \frac{v}{24}$$

و بناء على العلاقة السابقة يصبح الجدول التالي :

t (min)	0	5	10	15	25	35	55	75
v(O <sub>2</sub> ) litres	0	60	112	158	230	286	362	404
[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]	20	17,5	15,3	13,4	10,4	8,1	4,9	3,2



التحريين السابع

نسخن مزيجاً متكوناً من 1 mole من حمض الخل مع 1 mole من كحول مجهول  $R-OH$  ،  
نعابير بعد كل ساعة كمية حمض الخل المتبقية في المزيج فنحصل على النتائج التالية :

t (h)	1	2	3	4	5	6	7	8
n حمض (mole)	0,57	0,42	0,37	0,34	0,335	0,33	0,33	0,33

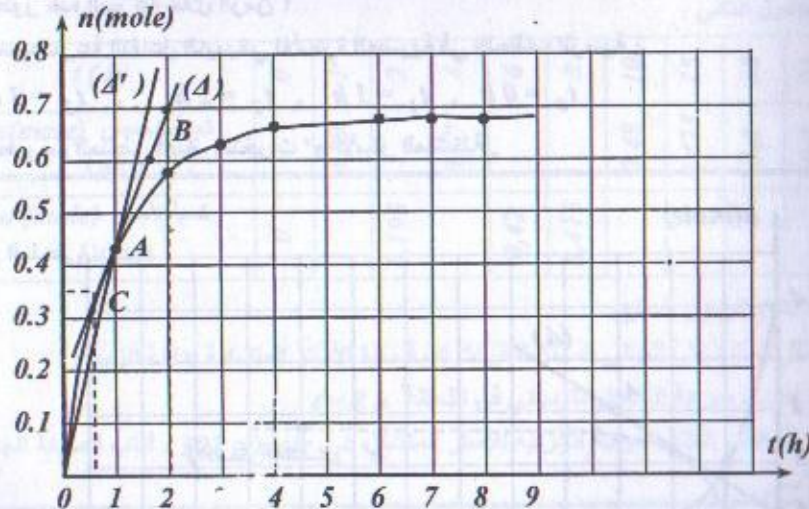
- 1 - ارسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات كمية الأسترة المتشكلة بدلالة الزمن t .
- 2 - لتكن A النقطة من المنحنى البياني ذات الفاصلة الزمنية  $t_1 = 1 h$  ، ما هي الدلالة الكيميائية لقيمة ميل المستقيم القاطع لـ OA حيث O مبدأ المعلم المستخدم .
- 3 - ما هي سرعة التفاعل في هذه النقطة A و كذا في النقطة O ؟

الحل :

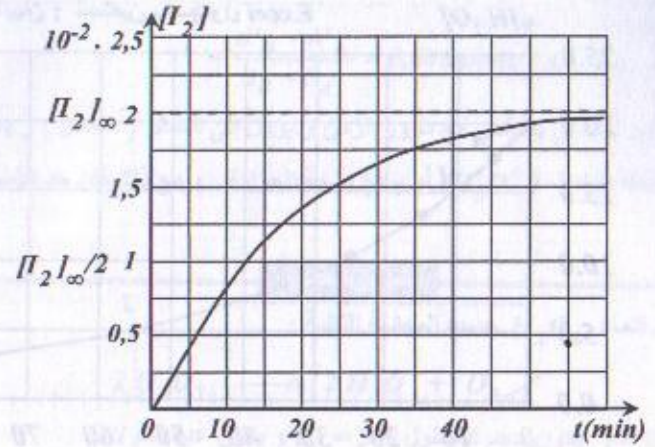
1- لرسم المنحنى يجب إيجاد كمية الأسترة المتشكلة و التي يتم الحصول عليها من

$$n_{\text{أسترة}} = 1 - n_{\text{حمض}}$$

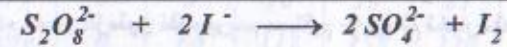
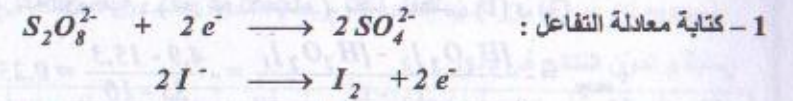
t (h)	1	2	3	4	5	6	7	8
n حمض	0,57	0,42	0,37	0,34	0,335	0,33	0,33	0,33
n أسترة	0,43	0,58	0,63	0,66	0,665	0,67	0,67	0,67



- ب / الدلالة الكيميائية للمستقيم (A) هو أن هذا المستقيم يمثل سرعة التفاعل في اللحظة  $t = 1 h$  أما الدلالة الكيميائية للمستقيم OA (A') هو أن ميله يمثل السرعة الوسطية بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t = 1$  و  
ج / حساب  $V_A$  : نختار نقطتين من المنحنى (A) و لكن B و C



الحل :



- 2 - حساب تركيز  $[I_2]$  :  $n_1(S_2O_8^{2-}) = C_1 V_1 = 0,04 \times 0,4 = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mole}$   
 $n_2(I^-) = C_2 V_2 = 0,4 \times 0,4 = 1,6 \times 10^{-1} \text{ mole}$

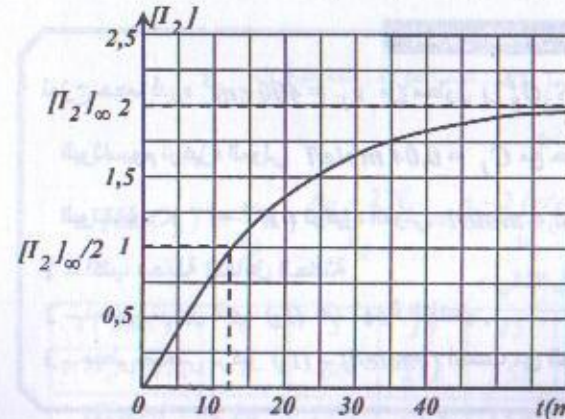
إذن :  $n_2 = 10 n_1$

و حسب المعادلة فإن عدد المولات النهائية ليوود  $n_{I_2}(\infty)$  تساوي مولات  $S_2O_8^{2-}$  أي :  $n_{\infty}(I_2) = n_1$  ومنه :

$$[I_2]_{\infty} = \frac{n_{\infty}[I_2]}{v_1 + v_2} = \frac{n_1}{v_1 + v_2} = \frac{C_1 V_1}{v_1 + v_2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mole/l}$$

3 - حساب زمن نصف التفاعل :

- $t_{1/2}$  يوافق  $[I_2]_{\infty}/2$  ثم نسقطها على محور الزمن فنجد من البيان أن  $\frac{[I_2]_{\infty}}{2} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mole/l}$  يوافق  $t_{1/2} = 12 \text{ min}$



موقع  
الدراسة الجزائري  
www.eddirasa.com



2 - حساب  $V_{moy}$

$$V_1 = -\frac{0,8 - 1,4}{1 - 0} = 0,6 \text{ mole/h}$$

$$V_2 = -\frac{0,59 - 0,8}{2 - 1} = 0,21 \text{ mole/h}$$

$$V_3 = -\frac{0,52 - 0,59}{3 - 2} = 0,07 \text{ mole/h}$$

$$V_4 = -\frac{0,48 - 0,52}{4 - 3} = 0,04 \text{ mole/h}$$

$$V_5 = -\frac{0,46 - 0,47}{6 - 5} = 0,01 \text{ mole/h}$$

$$V_6 = -\frac{0,46 - 0,46}{7 - 6} = 0 \text{ mole/h}$$

نلاحظ أن السرعة تتناقص حتى تنعدم تماما مع مرور الزمن .

3 - حساب ( أستر ) في اللحظات  $t_2 = 2 \text{ h}$  : نرسم المستقيم المماسي للمنحنى أستر في النقطة

الموافقة  $t = 2 \text{ h}$  ثم نحسب ميل هذا المستقيم فنجد :

$$V(2h) = \frac{1 - 0,6}{3,7 - 0} = \frac{0,4}{3,7} = 0,1 \text{ mole/h}$$

و بنفس المنهجية نحسب  $V(1h)$  ،  $V(3h)$  ... الخ

### التمرين التاسع

في تجربة أسترة عضوية لحمض الخل مع كحول ما في شروط معينة ، وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي :

$t (h)$	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25
كمية الحمض المتبقية $n(\text{mole})$	1	0,89		0,67			0,48	0,425	0,4	0,4
كمية الأستر المتشكلة $n'(\text{mole})$	0		0,195		0,42	0,475				

1 - أكمل الجدول السابق

2 - أرسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات كمية مادة الأستر المتشكلة بدلالة الزمن .

3 - أحسب سرعة التفاعل الكيميائي في اللحظة  $t = 8 \text{ h}$

4 - إذا كانت الكتلة المولية الجزئية للأستر المتشكل هي  $102 \text{ g/mole}$  ، أكتب الصيغة الجزئية للأستر .

### الحل:

1 - إكمال الجدول : لدينا الحمض المتبقية  $n$  - الحمض الابتدائية  $n_0 = 1$  الأستر المتشكل  $n'$

بما أن كمية الحمض الابتدائية في  $t = 0 \text{ h}$  هي  $1 \text{ mole}$  ، إذن : الحمض المتبقية  $n = 1 - n'$

$$V_A = \frac{0,7 - 0,36}{2 - 0,5} = 0,23 \text{ mole/h}$$

\* حساب  $V_0$  : لتكن النقطتين  $O(0; 0)$  و  $A(1; 0,43)$

$$V = \frac{0,43 - 0}{1 - 0} = 0,43 \text{ mole/h}$$

$$A_2 = 0,9$$

$$A_1 = 0,1$$

### التمرين العاشر

مزيج متساوي المولات مؤلف من حمض الإيثانويك و الإيثانول ، أجرينا عليه عملية تسخين في درجة حرارة  $200^\circ \text{C}$  ، ثم عايرنا كمية الحمض المتبقية خلال فواصل زمنية متتالية ، فتحصلنا على الجدول :

$t (h)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
مولات الحمض المتبقية $n$	1,4	0,8	0,59	0,52	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46

1 - أرسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات كمية حمض الخل بدلالة الزمن

2 - أحسب السرعة المتوسطة للتفاعل الكيميائي الحادث خلال المجالات الزمنية التالية :

$$(7; 6), (6; 5), (4; 3), (3; 2), (2; 1), (1; 0)$$

كيف تتطور هذه السرعة خلال الزمن ؟

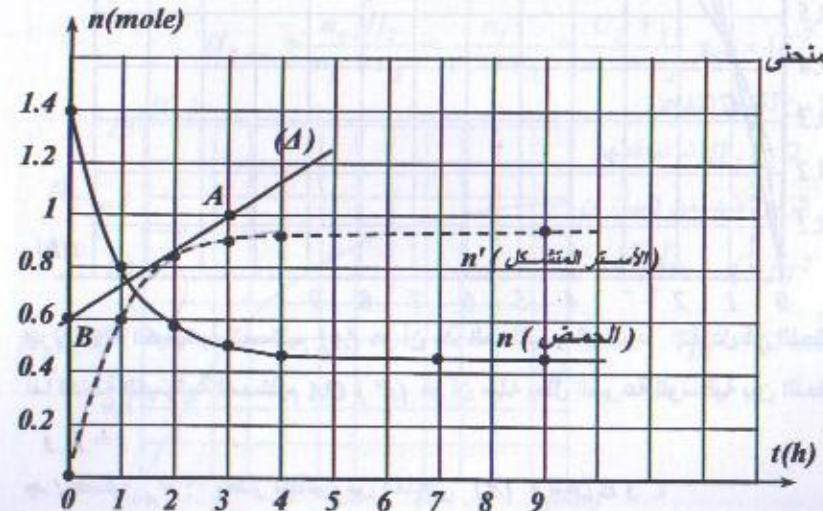
3 - أحسب سرعة التفاعل الكيميائي للأسترة العضوية في اللحظات الزمنية :

$$t_0 = 0 \text{ h} , t_1 = 1 \text{ h} , t_2 = 2 \text{ h} , t_3 = 3 \text{ h}$$

و هذا بعد رسم المنحنى البياني لتغيرات  $n'$  الأستر المتشكلة .

### الحل:

1 - رسم المنحنى

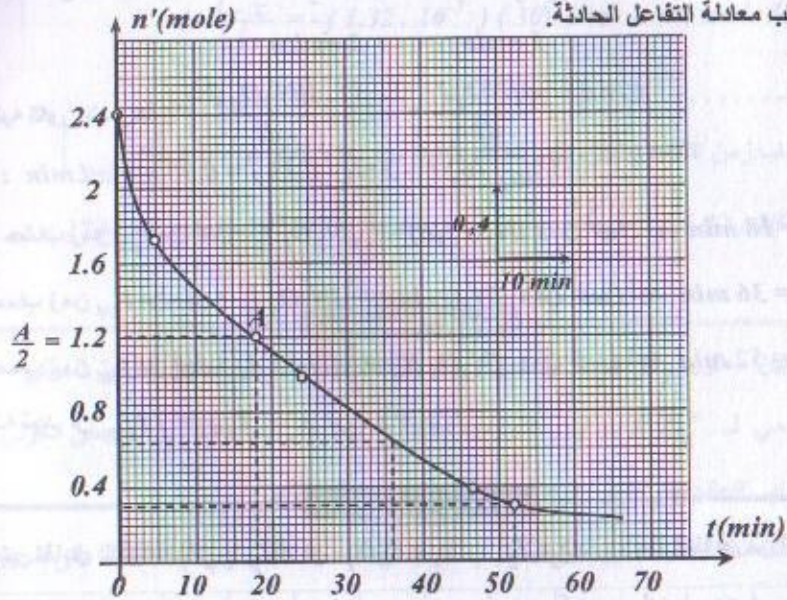




التمرين العاشر

في محلول ثلاثي كلور الميثان يتحلل  $N_2O_5$  إلى ثنائي أكسيد الأزوت و غاز الأوكسجين .  
نعطي منحنى تناقص تركيز  $[N_2O_5]$  بدلالة الزمن  $t$  كالآتي .

1 - أكتب معادلة التفاعل الحادثة.

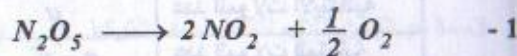


2 - أوجد السرعة الوسطية الحجمية لتناقص  $N_2O_5$  بين الزمنين  $t_1 = 0 \text{ min}$  و  $t_2 = 24 \text{ min}$

3 - استنتج من البيان السرعة الحجمية الابتدائية لإختفاء  $N_2O_5$  ثم استنتج السرعة الحجمية لتشكل  $NO_2$  الموافقة .

4 - استنتج من البيان زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  ;  $t_{3/4}$  ;  $t_{3/8}$  ، ماذا تلاحظ ؟

الحل :



2 - من البيان نجد  $[N_2O_5]$  الموافقة لـ  $t = 24 \text{ min}$  هي  $[N_2O_5] = 0,91 \text{ mole/l}$

3 - السرعة الوسطية بالتعريف هي :  $V(t_2 ; t_1) = -\frac{[N_2O_5](t_2) - [N_2O_5](t_1)}{t_2 - t_1}$

$$= -\frac{0,91 - 2,4}{24 - 0} = 61,2 \cdot 10^{-3} \text{ mole/l.min}$$

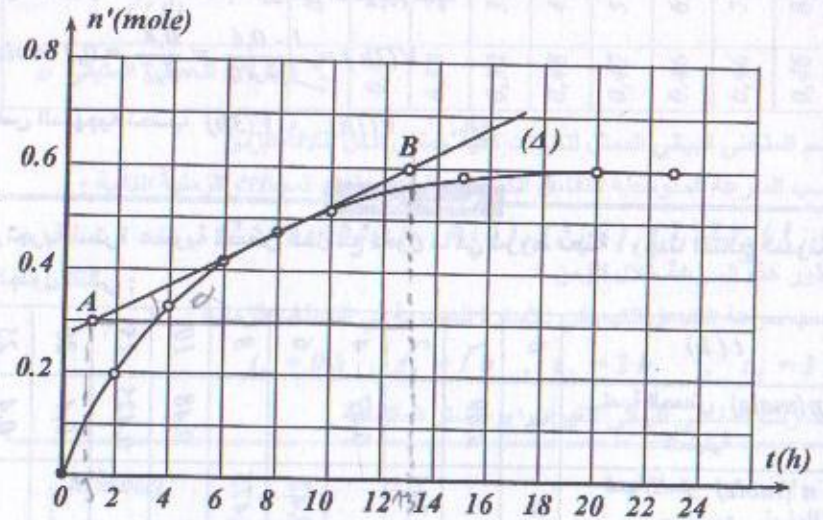
ومنه  $V_{N_2O_5}(t_2 ; t_1) = 62 \cdot 10^{-3} \text{ mole/l.min}$

و عليه يصبح الجدول :

$t \text{ (h)}$	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25
كمية الحمض المتبقية $n \text{ (mole)}$	1	0,89	0,805	0,67	0,58	0,525	0,48	0,425	0,4	0,4
كمية الأستر المتشكلة $n' \text{ (mole)}$	0	0,11	0,195	0,33	0,42	0,475	0,52	0,575	0,6	0,6

2 - رسم المنحنى البياني :  $n' = f(t)$

\* نختار مقياس الرسم المناسب :  $0,1 \text{ mole} \longrightarrow 1 \text{ cm}$  ،  $1 \text{ h} \longrightarrow 1 \text{ cm}$



3 - حساب سرعة التفاعل  $V(8h)$  : نقوم برسم المماس للمنحنى عند  $t = 8 \text{ h}$  وليكن المستقيم  $(A)$  ونختار نقطتين  $A$  و  $B$  من المنحنى ، فنجد أن إحداثياتهما على الترتيب :  $A(1h ; 0,3)$

و  $B(13h ; 0,6)$  ، ومنه :  $V(8h) = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{0,6 - 0,3}{13 - 1} = \frac{0,3}{12} = 0,025 \text{ mole/h}$

4 - إيجاد صيغة الأستر : نعلم أن الصيغة العامة للأستر هي من الشكل  $R' - COO - R$

$$\text{أو } C_nH_{2n}O_2 \text{ أي : } (12n + 2n + 32) = 102$$

ومنه :  $n = 5$  ومنه نجد صيغة الأستر الإجمالية هي  $C_5H_{10}O_2$

و هو لإيثانوات البروبيل .



في اللحظة  $t=0$  يكون  $x=0$  و عليه  $-\ln(a) = c$  و بالتعويض في المعادلة (1) نجد :

$$-\ln(a-x) = kt - \ln a \Rightarrow \ln \frac{a-x}{a} = -kt$$

باخذ  $a = 1 \text{ mole/l}$  نجد :  $(30) \ln \frac{1-x}{1} = -(1,32 \cdot 10^{-3}) t$

ومنه : .....  $x = 0,039$  و تكون النسبة المتفككة هي 3,9%

2 - حساب زمن التفاعل اللازم لكي يتفكك 90% من  $SO_2Cl_2$  أي  $x' = 0,9$  :

ومنه :  $\ln \frac{1-0,9}{1} = -(1,32 \cdot 10^{-3}) t'$  و منه :  $t' = 1744,38 \text{ min} = 29^h 12^{min}$

### التمرين الثاني عشر

تمزج بين محلول  $K_2S_2O_8$  و محلول  $KI$  في اللحظة  $t=0$  s فيكون التركيز المولي

الحجمي لـ  $S_2O_8^{2-}$  يساوي  $[S_2O_8^{2-}] = 10^{-2} \text{ mole/l}$  و التركيز الحجمي المولي  $I^-$

يساوي  $[I^-] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mole/l}$  و هذا في بداية التفاعل .

\* في اللحظة الزمنية  $t$  نزيد من تركيز  $[I^-]$  و في كل مرة نقيس  $[I_2]$  فنحصل على الجدول :

$t \text{ (min)}$	0	2	4	6	8	10	12	15	18	22
$[I_2] \text{ (mole/l)}$	0	2,4	4,2	5,7	6,8	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5

1 - أرسم المنحنى البياني  $[I_2] = f(t)$  باستعمال المقاييس

$$1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ mmole/l} , \quad 1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ min}$$

2 - باعتبار معادلة التفاعل :  $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$

\* استنتج من البيان الحد الأقصى للتفاعل  $[I_2]$  (القيمة النهائية)

3- ما هو الزمن اللازم لتشكيل نصف التركيز  $[I_2]$  أي  $[I_2]/2$

و ما هو تركيز العناصر المودودة في المحلول في هذا الزمن ؟

4 - استنتج من البيان السرعة الابتدائية الحجمية لتشكيل  $I_2$

- أحسب السرعة الحجمية لتشكيل  $I_2$  عند اللحظة  $t = 10 \text{ min}$

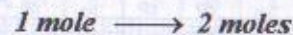
- قارن بين سرعتين ، ماذا تستنتج ؟

- ما هي سرعة اختفاء شاردة اليود  $[I^-]$  ؟

3 - حساب السرعة الابتدائية :

$$V_{N_2O_5}(0) = - \left( \frac{d[N_2O_5]}{dt} \right) = + \frac{2,4}{16} = 0,15 \text{ mole/l.min}$$

و انطلاقا من المعادلة :



و عليه تكون السرعة :  $\frac{d[NO_2]}{dt} = -2 \left( - \frac{d[N_2O_5]}{dt} \right)$

إذن :  $V_{NO_2}(0) = -2 \times (-0,15) = 0,30 \text{ mole/l.min}$

4 - حساب زمن  $t_{1/2}$  من أجل :  $[N_2O_5](t) = \frac{1}{2} [N_2O_5]_0$  ومن البيان نجد  $t_{1/2} = 18 \text{ min}$

\* حساب زمن  $t_{3/4}$  من أجل :  $[N_2O_5](t) = \frac{1}{4} [N_2O_5]_0$  ومن البيان نجد  $t_{3/4} = 36 \text{ min}$

\* حساب زمن  $t_{7/8}$  من أجل :  $[N_2O_5](t) = \frac{1}{8} [N_2O_5]_0$  ومن البيان نجد  $t_{7/8} = 52 \text{ min}$

ومنه نجد أن  $t_{3/4} = 2t_{1/2}$  و  $t_{7/8} = 3t_{1/2}$

### التمرين الحادي عشر

نعتبر تفاعل التفكك التالي :  $SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$  ، هذا التفاعل من الرتبة

الأولى يجري تحت درجة حرارة  $600^\circ K$  ، و ثابت سرعته  $k = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$

1 - ما هي النسبة المئوية (%) لـ  $SO_2Cl_2$  المتفككة بعد 30 دقيقة ؟

2 - ما هو زمن التفاعل اللازم لكي يتفكك 90% من  $SO_2Cl_2$  ؟

الحل :

1 - إيجاد النسبة المئوية المتفككة في اللحظة  $t$

	$SO_2Cl_2 = SO_2 + Cl_2$		
عدد المولات الابتدائية	$a$	$0$	$0$
عدد المولات المتبقية	$a-x$	$x$	$x$

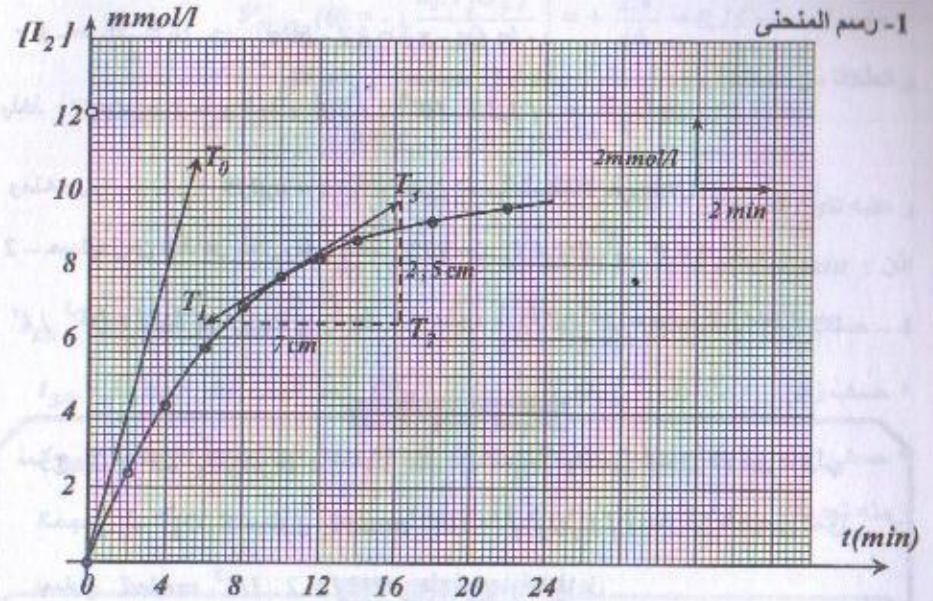
إذا افترضنا  $x$  هي كمية  $SO_2Cl_2$  المتفككة في اللحظة  $t$

نعطي عبارة سرعة اختفاء  $SO_2Cl_2$  :  $\frac{d[SO_2Cl_2]}{dt} = -k [SO_2Cl_2]^1$

أي :  $-\frac{d(a-x)}{a-x} = k dt$  و منه :  $-\frac{d(a-x)}{dt} = k(a-x)$

بالمكاملة نجد :  $\ln(a-x) = kt + c$  ..... (1)





$$[I_2] = \frac{[I^-]_0}{2} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} = 10 \text{ mmole/l} \quad \text{أي } \frac{[I^-]_0}{2} \text{ هو } [I_2] \text{ حد تشكل}$$

$$[I_2]_{\max} = 10 \text{ mmole/l} \quad \text{أي}$$

3/ من أجل  $t = 5 \text{ min}$  لدينا  $[I_2] = 5 \text{ mmol/l}$  و انطلاقا من الأعداد السكومترية

$$[I^-](t) = [I^-]_0 - 2[I_2](t) \quad (\text{أعداد التناسب}) \text{ في كل لحظة:}$$

$$[SO_4^{2-}](t) = 2[I_2](t)$$

$$[S_2O_8^{2-}](t) = [S_2O_8^{2-}]_0 - 2[I_2](t)$$

و من أجل  $t = 5 \text{ min}$  لدينا  $[I^-](t) = 10 \text{ mmol/l} = [SO_4^{2-}]$

$$[S_2O_8^{2-}](t) = [I_2] = 5 \text{ mmol/l}$$

- نرسم المماس  $OT_0$  ثم نقوم بحساب ميله من أجل  $(3 \text{ cm}; 5,4 \text{ cm})$  و عليه نجد:

$$V_{I_2}(0) = \left( \frac{d[I_2]}{dt} \right)_{t=0} = \frac{5,4 \times 2}{3 \times 2} = 1,8 \text{ mmol/l}$$

$$V_{I_2}(10) = \frac{T_2 T_3}{T_2 T_1} = \frac{2,5 \times 2}{7 \times 2} = 0,36 \text{ mmol/l}$$

تناقص السرعة تشكل  $I_2$  بتناقص تركيز  $[I_2]$

$$[I^-](t) = [I^-]_0 - 2[I_2](t) \quad , \quad V_{I_2}(0) = - \left( \frac{d[I^-]}{dt} \right)_{t=0} \quad -4$$

في كل لحظة  $\frac{d[I^-]}{dt} = -2 \frac{d[I_2]}{dt}$  و منه:  $V_{I_2}(0) = 1,8 \times 2 = 3,6 \text{ mmol/l.min}$

### التمرين الثالث عشر

نعطي المعادلة التالية:  $H_2O_2 + 2(I^- + H^+) \rightarrow I_2 + 2H_2O$

نحضر محلول  $S_1$  من ماء الأوكسجين  $H_2O_2$  ذو التركيز  $C = 4,5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، في اللحظة  $t = 0$  نمزج في بشر  $100 \text{ ml}$  من  $S_1$  مع  $100 \text{ ml}$  من محلول اليود البوتاسيوم

$(K^+ ; I^-)$  ذو التركيز  $C_1 = 0,2 \text{ mol/l}$  و نضيف لهما حمض الكبريتيك.

نأخذ 10 أنابيب بشر و نضع في كل واحدة منها حجم  $v = 20 \text{ ml}$  من المحلول السابق.

\* في اللحظة  $t = 3 \text{ min}$  نضيف بسرعة كمية من الجليد في البشر الأول و نرفع من تركيز

اليود و نضيف كبريتيك الصوديوم  $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$  ذو التركيز  $C' = 0,1 \text{ mol/l}$

بتغيير  $v'$  حجم  $S_2O_3$  المضاف في التكافؤ

\* في كل 3 دقائق نعيد التجربة في البشر (2) ثم 3 ثم 4 إلى 10.

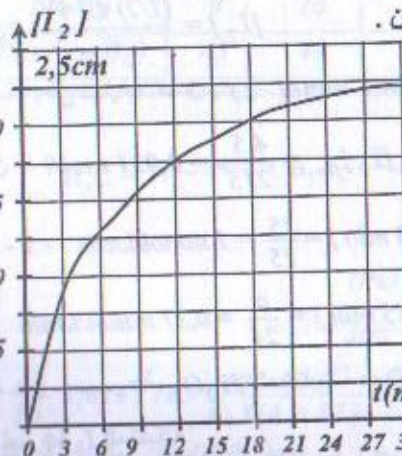
فيما كانت معادلة التفاعل الحادث:  $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

1- برهن بأن أيونات اليود تنتج بوفرة.

2- لماذا نضيف الجليد بسرعة في اللحظة ؟

3- برهن أن تركيز اليود في البشر عند اللحظة  $t$  يعطي بالعلاقة  $[I_2](t) = \frac{1}{2} \frac{C'v'}{v}$

4- يعطى منحنى تغير تركيز  $[I_2]$  بدلالة الزمن.



أ- أحسب قيمة  $[I_2]$  في نهاية التفاعل، ثم

بينها على البيان

ب- نعرف سرعة تشكل اليود بدلالة الزمن

$$V = \frac{d[I_2]}{dt}$$

ب- 1- استنتج من المنحنى السرعة  $V$  في

اللحظة  $t_2 = 15 \text{ min}$  و  $t_1 = 5 \text{ min}$

ب- 2- استنتج سرعة اختفاء  $H_2O_2$

انطلاقا من سرعة  $[I_2]$  المتشكلة عند  $t_2$

ج- أنكر طريقتين يمكن بهما تسريع التفاعل.



التمرين الرابع عشر

نسخن سوارا (نطاق) حجمه  $v = 400 \text{ cm}^3$  حتى  $300^\circ \text{C}$  من الإيزوميثان صفته  $\text{CH}_3 - \text{N} = \text{N} - \text{CH}_3$  فينفكك تحت هذه درجة الحرارة إلى ثنائي الأزوت و الإيثان

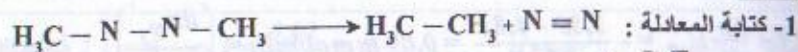
- 1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث .
- 2- تعتبر  $P_0$  الضغط الابتدائي للإيزوميثان في الوعاء .
- 3- أثبت أنه يمكن حساب عدد المولات الابتدائية انطلاقا من معرفة  $V$  و  $P_0$  و  $T$  .
- 3- في اللحظة  $t$  يتفكك جزء من الإيزوميثان ، فإذا كان  $\alpha(t)$  معامل التفكك (نسبة عدد المولات المتفككة في اللحظة  $t$  على عدد المولات الابتدائية)

- أ- استنتج عدد مولات الإيزوميثان  $n(t)$  غير المتفككة بدلالة  $\alpha(t)$  و  $n_0$
- ب- استنتج كمية الإيثان و كمية ثنائي الأزوت الناتجة
- ج- ما هي كمية المادة الكلية  $N(t)$  التي تحويها السوار ، عبر عن  $P(t)$  بدلالة  $\alpha(t)$  و  $P_0$
- 4- أ- نعتبر  $P(t)$  الضغط العام الصادر عن السوار ، عبر عن  $P(t)$  بدلالة  $\alpha(t)$  و  $P_0$
- ب- أحسب خلال مختلف اللحظات حسب الجدول المعطى في الأسفل قيمة  $\alpha(t)$
- ج- أرسم على نفس الورقة بيان كمية الإيزوميثان و ثنائي الأزوت بدلالة الزمن .
- د- استنتج من البيان نصف التفاعل  $t_{1/2}$
- هـ- أحسب من البيان سرعة اختفاء الإيزوميثان و سرعة تشكل ثنائي الأزوت الابتدائيين ( $t=0$ ) .
- و- كيف تتغير هاتين السرعتين ، و لماذا ؟

الجدول :

$t \text{ (min)}$	0	10	20	33	46	65
$P(t) \text{ (cmHg)}$	43	49	54,9	61	65,6	70,7

الحل :



2- لدينا :  $P_0 = \frac{n_0 R T}{V}$  ( غاز مثالي )

في الوحدة الدولية تكون وحدة الضغط بالباسكال (Pa)

حيث :  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

و عليه :  $n_0 = \frac{43}{76} \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot \frac{400 \times 10^{-6}}{8,314 \times 573} = 4,81 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,81 \text{ mmol}$

3- انطلاقا من تعريف  $\alpha(t)$  و حيث  $(\alpha(t) \times n_0)$  هي كمية الأيزوميثان المتفككة في اللحظة  $t$

ومنه :  $n = n_0 - n_0 \alpha(t) = n_0 [1 - \alpha(t)]$

الحل :

كمية المادة الابتدائية :

$n_1 = 0.1 \times 4.5 \times 10^{-2} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ mol} = 4.5 \text{ mmol} : \text{H}_2\text{O}_2$

$n_2 = 0.1 \times 0.2 = 2 \times 10^{-2} = 20 \text{ mmol} : \text{I}^-$

	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{I}^-$	$\text{I}_2$
بداية التفاعل	4,5 mmol	20 mmol	0
أثناء التفاعل	4,5-x	20-2x	X
نهاية التفاعل	0	11 mmol	4,5 mmol

التفاعل ينتهي عند  $x_{\text{max}}$  : مقبول ....  $4,5 - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = 4,5 \text{ mmol}$

مرفوض ....  $20 - 2x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = 10 \text{ mmol}$

إذن التقدم الأعظمي يساوي 4,5 mmol و عليه  $\text{I}^-$  يكون بوفرة

2- نضيف الجليد بسرعة من أجل إيقاف التفاعل (خفض درجة الحرارة)

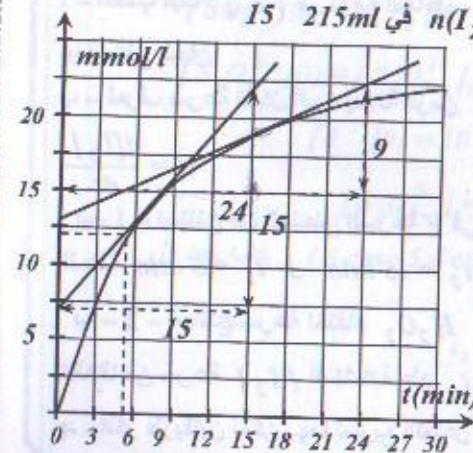
3- في حالة التكافؤ يكون اليود :

	$\text{I}_2$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
عوامل التناسب السكومترية	1	2
كمية الماد (mmol)	$n(\text{I}_2)$	$C' V'$

و عليه يكون :  $n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} C' V'$  و بما أن حجم البشرو هو  $V(\text{ml})$

إذن :  $[\text{I}_2] = \frac{(1/2) C' V'}{V}$

4- أ / في نهاية التفاعل يكون  $n(\text{I}_2) = 4,5 \text{ mmol}$  في 15 215ml



إذن :  $[\text{I}_2]_{\text{fin}} = \frac{4,5}{215} = 0,021 \text{ mol/l}$

ب- 1-  $V(5 \text{ min}) = \frac{15}{15} = 1 \text{ mmol/l.min}$

\*  $V(15 \text{ min}) = \frac{9}{24} = 0,37 \text{ mmol/l.min}$

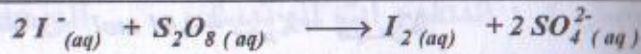
ب- 2- سرعة  $\text{H}_2\text{O}_2$  المختفية مماثلة

لسرعة  $\text{I}_2$  المتشكلة .

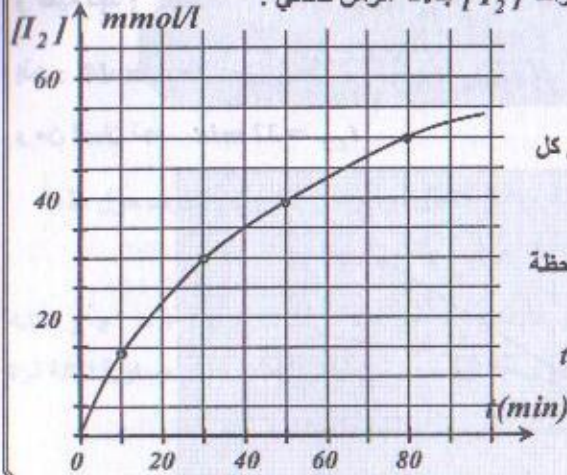
ج- نرفع من درجة الحرارة أو نضيف بعض

المحفزات





في الدراسة التجريبية يعطى بيان تغيرات  $[I_2]$  بدلالة الزمن كالتالي :



1- أنشئ الجدول الذي توضح فيه تقدم التفاعل X

2- أثبت أن التقدم الحجمي  $\frac{X}{V}$  في كل لحظة مساو لتركيز  $[I_2]$

3- استنتج السرعة الحجمية في اللحظة  $t_1 = 30 \text{ min}$

4- استنتج زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$

**الحل :**

حساب التركيب المولي في بداية التفاعل :

$$N_1(S_2O_8^{2-}) = C_1 V_1 = 0,12 \times 0,1 = 0,012 \text{ mol}$$

$$N_2(I^-) = C_2 V_2 = 0,2 \times 0,1 = 0,02 \text{ mol} \quad \text{ومنه } X_{max} = 0,01 \text{ mol}$$

المعادلة	$2 I^-$	$+ S_2O_8^{2-}$	$= I_2$	$+ 2 SO_4^{2-}$
الحالة الابتدائية	0,02	0,012	0	0
حالة التفاعل	$0,02 - 2x$	$0,012 - x$	$x$	$x$
الحالة النهائية	0	0,002	0,01	0,02

$$0,02 - 2x = 0 \Rightarrow x = \frac{0,02}{2} = 0,01 \dots \dots \text{مقبول} \quad \text{في نهاية التفاعل :}$$

$$0,012 - x = 0 \Rightarrow x = 0,012 \dots \dots \text{مرفوض}$$

و عليه يكون التقدم الأعظمي  $x_{max} = 0,01 \text{ mol}$

$$\frac{X}{V} = \frac{n(I_2)}{V} = [I_2] \quad \text{و بتعريف أن التقدم الحجمي}$$

$$3- \text{حساب السرعة : } V(t) = \frac{d[I_2]}{dt} = \left(\frac{bc}{ab}\right) = \frac{39}{60} = 6,5 \cdot 10^{-1} \text{ mmol/l.min}$$

$$V = 6,5 \cdot 10^{-1} \text{ mmol/l.min} = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l.min}$$

ولدينا  $n_{N_2} = n_{C_2H_6} = n_0 \times a(t)$  لأن كل 1 مول من الإيزوميتان عندما يتفكك ينتج عنه 1 مول من  $N_2$  و 1 مول من الإيثان .

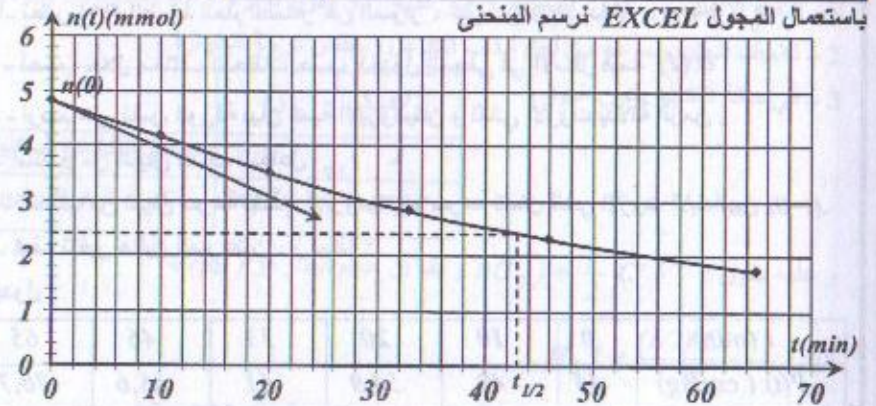
$$N(t) = n(t) + n_{N_2} + n_{C_2H_6} = n_0 [1 + a(t)]$$

$$P(t) = \frac{N(t) \cdot R \cdot T}{V_0} = \frac{n [1 + a(t)] R T}{V_0} = P_0 [1 + a(t)] \quad - 4$$

$$\text{ومنه : } a(t) = \frac{P(t)}{P_0} - 1$$

$t \text{ (min)}$	0	10	20	33	46	65
$a(t)$	0	0,139	0,277	0,419	0,526	0,644
$N(t) \text{ (mmol)}$	4,81	4,14	3,48	2,8	2,28	1,71
$n_{N_2} \text{ (mmol)}$	0	0,67	1,33	2,01	2,53	3,10

باستعمال المجول EXCEL نرسم المنحنى



ب- من البيان نجد الزمن الموافق  $n(0)/2$  هو  $t_{1/2} = 43 \text{ min}$

$$\text{ج- نعرف السرعة } \left(-\frac{dn}{dt}\right)_{t=0} = -\frac{2,53 - 4,81}{25 - 0} = 0,09 \text{ mmol/min} = \left(\frac{dn_{N_2}}{dt}\right)_{t=0}$$

- في كل حالة تتناقص لأن التركيز يتناقص مع مرور الزمن .

### التمرين الخامس عشر

في اللحظة  $t = 0$  نقوم بتركيب المزيج التالي :

نأخذ  $V_1 = 100 \text{ ml}$  من محلول  $S_1$  بروكسيد الكبريت أمونيوم ذو التركيز  $C_1 = 0,12 \text{ mol/l}$

و نأخذ  $V_2 = 100 \text{ ml}$  من محلول اليود البوتاسيوم ذو التركيز  $C_2 = 0,20 \text{ mol/l}$

- تتأكسد شاردة اليود ببطء بأيونات البروكسيد الكبريت وفق المعادلة التالية :



## المجال I : التطورات الرتيبة الوحدة رقم : 02

### دراسة التحولات النووية

#### مقدمة

لقد تعرفنا في السنة الأولى ثلثي أن الذرة  ${}^A_Z X$  تتكوّن من نواة و الكترونات تطوف حول هذه النواة، و أن النواة تتكون من ثلاث عناصر أساسية هي :

أ / البروتونات : عبارة عن جسيمات ذات شحنة موجبة  $e^+ = +1,6 \times 10^{-19} C$  و كتلته تساوي تقريبا  $m_p = 1,00782 \mu$  وحدة دولية و يمكن اعتبار كتلته عمليا مساوية لكتلة ذرة الهيدروجين ، و تم اكتشافها من قبل العالم راذرفورد سنة 1910 .

ب / النيوترونات : عبارة عن دقائق غير مشحونة كهربائيا و كتلته أكبر بقليل من كتلة البروتون  $m_n = 1,00867 \mu$  وحدة دولية، و لا توجد حرة إلا في حاشدة أو قنبلة ذرية ، فالنيوترونات توجد دائما مترافقة مع البروتونات في النواة و بعدد مماثل أو يزيد عن عدد البروتونات. و اكتشفها العالم شادويك سنة 1930 .

جـ / البوزيتونات : هي دقائق مماثلة للإلكترون من حيث الكتلة و شحنته موجبة  $e_{+1} = 1,6 \times 10^{-19} C$  ، و لكنه يتلاشى بسرعة و يعتقد العلماء بأنها موجودة في الأشعة الكونية المنبعثة من العوالم الأخرى و هذا ما جعل بعضهم يطلق عليها اسم الجبار الفضائي .

أبعاد النواة الذرية : النواة عبارة عن كرة نصف قطرها من رتبة  $10^{-12} m$  إلى  $10^{-15} m$  و هذا ما يجعل النويات متراسة في النواة و في هذه الشروط تكون قوى التناثر الكولومية كبيرة

$$F = \frac{|q_a||q_b|}{d^2}$$

و رغم شدة القوة التنافرية إلا أن النواة تحافظ على تماسكها ، فلماذا ؟

الجواب : لا يفسر قانون كولوم التجاذب المتبادل بين النوكليونات فمثلا النيوترونات لا تمارس بسبب اعتدالها فعلا كهربائيا على البروتونات و لا على النيوترونات الأخرى و كذلك البروتونات ، إذن هناك قوى أخرى تعمل على تماسك النواة و التي تدعوها بالقوة النووية.

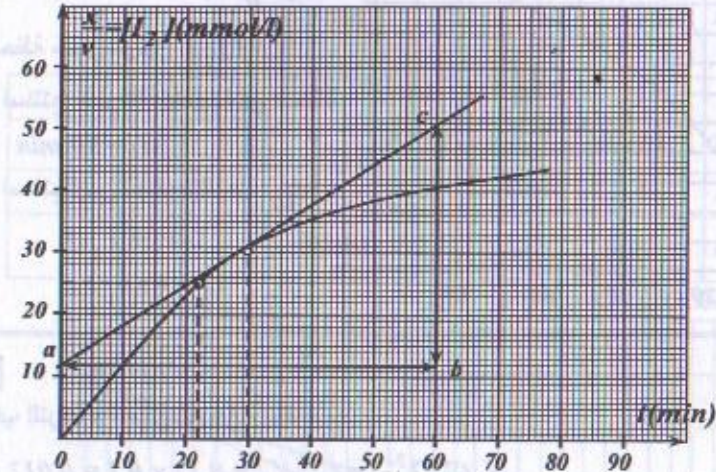
1 / تماسك النواة : يتم تماسك النواة بطاقة ندعوها طاقة الارتباط و هي عبارة عن الطاقة التي تلتصق بها النوكليونات فيما بينها. فمثلا يرافق تشكل نواة الهليوم ( $He$ ) ضياعا في

4- حساب زمن نصف التفاعل :  $X_{\text{تهتم}} = X_{\text{max}} = 0,01 \text{ mol}$

و عليه نجد :  $X_{1/2} = \frac{0,01}{2} = 0,005 \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$

إذن :  $H_2 l_{1/2} = \left(\frac{X}{V}\right)_{1/2} = \frac{5}{0,2} = 25 \text{ mmol/l}$

و من البيان نجد  $t_{1/2} = 22 \text{ min}$



موقع  
الدراسة الجزائري  
www.eddirasa.com



الطاقة تقدر بـ  $28,35 \text{ Mev}$  و على العكس من ذلك إذا أردنا أن نتفك نواة الهليوم إلى بروتونات و نيوترونات فيجب تقديم طاقة قدرها  $28,35 \text{ Mev}$  و تعطى عبارة الطاقة الارتباطية بالعلاقة التالية :

$$E_t = [Z m_p + (A - Z) m_N - m] C^2 \dots\dots\dots (I)$$

حيث :  $m_p$  : كتلة البروتون ،  $m_N$  : كتلة النيوترون ،  $m$  : كتلة النواة

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

و تكون هذه الطاقة دوما موجبة  $E_t > 0$  و التي يمكن تبسيطها كالآتي :

$$\text{لدينا : } I \mu = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{و.ك.د.})$$

ومنه طاقة الربط من أجل  $I \mu$  ( و.ك.د. )

$$E_{L_i} = (1,66 \times 10^{-27}) \times (2,9979 \times 10^8)^2 = 1,4922 \times 10^{-10} \text{ joule}$$

$$\text{و لدينا : } 1 \text{ ev} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$$

$$\text{إذن : } E_{e_i} = 931,48 \times 10^{-6} \text{ ev} = 931,48 \text{ Mev}$$

و بهذا تصبح العلاقة ( I ) كالآتي :

$$E_e = [Z m_p + (A - Z) M_N - m] \times 931,48$$

$$E_e = \Delta m \times 931,48 \text{ Mev} \dots\dots\dots (II)$$

حيث يتم أخذ الكتل بالوحدة  $\mu$  ( و.ك.د. )

تطبيق : أحسب طاقة الربط لنواة الهليوم ( ${}^4_2\text{He}$ ) إذا علمت أن كتلته الذرية  $2,014102 \mu$

الحل :

$$\text{لدينا : } m = 2,014402 \mu \text{ ، } m_N = 1,0087 \mu \text{ ، } m_p = 1,0073 \mu$$

$$\text{إذن : } E_e = \Delta m \times 931 = [Z m_p + N m_N - m] \times 931$$

$$= [1 \times 1,0073 + 1 \times 1,0087 - 2,014102] \times 931 = 1,767 \text{ Mev}$$

$$E_e = 1,767 \text{ Mev}$$

تطبيق 2 : أحسب طاقة الربط لنواة نظير اليورانيوم  ${}^{238}_{92}\text{U}$  علما أن الكتلة الذرية له

$238,131 \mu$  و أن كتلة البروتون  $m_p = 1,0073 \mu$  و كتلة النيوترون

$$m_N = 1,0087 \mu \text{ ، } \text{Mev} \text{ بـ } \text{و.ك.د.}$$

الحل :

$$\text{عدد البروتونات في النواة } (Z = 92)$$

$$\text{عدد النيوترونات في النواة } (N = A - Z = 146)$$

ومنه تكون طاقة الربط :

$$E_e = \Delta m \times 931 = [(92 \times 1,0073 + 146 \times 1,0087) - 238,131] \times 931$$

$$E_e = 1685,85 \text{ Mev}$$

$$\text{حساب الطاقة بالجول : } 931 \text{ Mev} = 1,4922 \times 10^{-10} \text{ joule}$$

$$E_e = \frac{1685,85 \times 1,4922 \times 10^{-10}}{931} = 2,7 \times 10^{-10} \text{ joule} \text{ و منه :}$$

$$E_e = 1685,85 \text{ Mev} = 2,7 \times 10^{-10} \text{ joule}$$

ملاحظة : يمكن استعمال العلاقة ( I ) فنجد الطاقة بالجول ثم نقوم بتحويلها إلى Mev

## 2 - استقرار النواة :

يوجد بين 331 نوكليدا طبيعياً 284 نوكليدا ثابتاً ، أما النيكليدات الأخرى فهي تتفكك تلقائياً و بالتالي نقول أنها مشعة ، و قد سمحت التفاعلات النووية من جهة أخرى بتحضير أكثر من 1000 نوكليد صناعي جميعها مشعة ، في حين لم يتم الحصول على أي نوكليد اصطناعياً ثابت ، إذن تكون النواة أكثر استقراراً كلما كانت طاقة التماسك للنيكلون الواحد كبيرة و بهذا نقول أنه لا تكون النواة دوماً مستقرة إذا كان تماسكها كبيراً و إنما الاستقرار يرتبط بطاقة التماسك لكل

$$\text{نيوكلون أي : } E_N = \frac{E_e}{A} = \Delta m \times \frac{931}{A}$$

تطبيق : أحسب طاقة الربط لنيوكلون  ${}^{238}_{92}\text{U}$

$$E_N = \frac{E_e}{A} = \Delta m \times \frac{931}{A} = \frac{1685,8548}{238} = 7,08 \text{ Mev}$$

$$E_N = 7,08 \text{ Mev} \dots\dots\dots \text{طاقة ربط النيكلويد}$$

ملاحظة : إن الحديد مستقر أكثر من اليورانيوم لأن طاقة الربط لنيوكلون الحديد  $E_N = 8,79 \text{ Mev}$

$$\text{أكبر من طاقة الربط لنيوكلون اليورانيوم } E_N = 7,08 \text{ Mev}$$

تطبيق : أحسب طاقة الربط لنيوكلون في نواة كل من :

$$\text{أ / الأكسجين } {}^{16}_8\text{O} \text{ حيث } m_o = 16 \mu \text{ تقريباً}$$

$$\text{ب / الحديد } {}^{56}_{26}\text{Fe} \text{ حيث } m_{Fe} = 56 \mu \text{ تقريباً}$$





15 انطلاقاً من  $A = 210$  (البوتونيوم) تكون جميع النيوكلييدات مشعة

16 تتمتع أربعة نوكليدات مستقرة فقط بعدد فردي من النيوترونات و عدد فردي من البروتونات و

هي :  $^1_1H$  ،  $^2_3Li$  ،  $^{10}_5B$  ،  $^{14}_7N$

17 إذا كان عدد البروتونات أوالنيوترونات يساوي : 2 ، 8 ، 20 ، 50 ، 82 أو 126 فإن النواة

تتمتع باستقرار خاص ، ويكون التوكليد الموافق وأفرا نسبياً في الطبيعة و ندعو هذه الأعداد (بالأعداد السحرية)

3 - النشاط الإشعاعي الطبيعي : يعود اكتشاف هذا النشاط إلى العالم بيكريل هنري (Henri Becqueril) وذلك أثناء بحثه في كيفية تصوير الأشعة السينية وإبرازها على صفائح فوتوغرافية من صنعه، حيث لاحظ تأثر الصفائح الفوتوغرافية في الظلام رغم عدم قذفها بأشعة مهبطية وأرجع ذلك إلى الأملاح التي تحتوي على اليورانيوم الموجودة في الصفائح ، و أطلق عليها اسم إشعاعات يورانيومية (في 1896 م) ، و لقد تأكد كل من ماري كوري و زوجها بيار من سبب هذا النشاط الإشعاعي و ذلك بعد دراسة صفائح بيكريل الفوتوغرافية ، إذ تبين أن اليورانيوم هو الذي يملك النشاط نظراً للتناسب الطردي الملحوظ بين شدة هذا النشاط و كمية اليورانيوم المتواجد في هذه الأملاح .

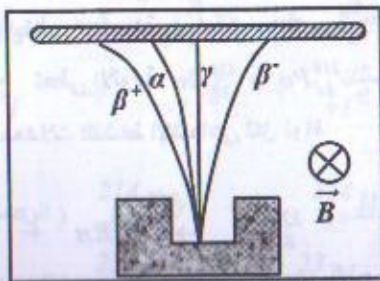
4 الإشعاعات و أنواعها : مما سبق وجدنا أنه يوجد في الطبيعة نوعان من النوى

أ / نوى مستقرة ( غير مشعة )

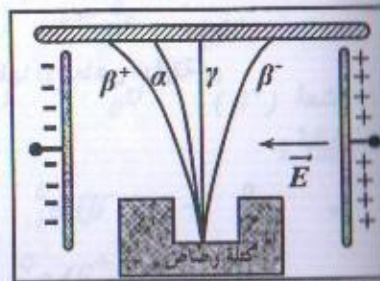
ب / نوى غير مستقرة ( المشعة ) والتي تنبثق عنها ثلاث أنماط من الأشعة و ذلك حسب ثقل و خفة النوى .  
 أمثلاً : تبث أخف ( النوى ) غير المستقرة الكترونات أو ( دقائق  $\beta$  ) ويمكن للنوى الأثقل أن تبث الكترونات أو نوى هليوم ( دقائق  $\alpha$  ) و يرافق بث  $\alpha$  و  $\beta$  غالباً بث فوتونات شديدة الفعالية تشكل الإشعاع  $\gamma$  .

و قد تم التمييز بين مختلف هذه الإشعاعات بدراسة انحرافها في حقل كهربائي  $\vec{E}$  أو في حقل

مغناطيسي  $\vec{B}$  كما توضح التجربة التالية :  $\alpha$



فعل الحقل المغناطيسي



فعل الحقل الكهربائي

الحل :  $E_e(^{16}_8O) = \Delta m \times 931 = [8 \times 1,0073 + 8 \times 1,0087 - 16] \times 931$   
 $= 0,128 \times 931 = 119,168 \text{ Mev}$

$E_N(^{16}_8O) = \frac{E_e}{16} = 7,448 \text{ Mev}$

\* طاقة الربط للحديد :

$E_e = \Delta m \times 931 = [(26 \times 1,0073 + 30 \times 1,0087) - 56] \times 931$   
 $= (56,4508 - 56) \times 931 = 0,4508 \times 931 = 379,848 \text{ Mev}$

$E_N(Fe) = \frac{E_e}{A} = \frac{379,848}{56} = 7,1494 \text{ Mev}$

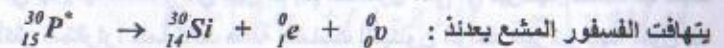
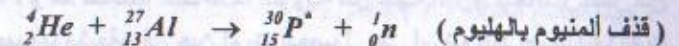
$E_N(^{16}_8O) = 7,448 \text{ Mev}$

$E_N(^{56}_{26}Fe) = 7,145 \text{ Mev}$

و بالتالي نقول أن الأكسجين أكثر استقراراً من الحديد ملاحظات :

1/ يتم الحصول على العناصر المشعة الصناعية بقذف العناصر المستقرة بقذائف مختلفة )

نيوترونات، بروتونات، نزيوتونات، هليونات . . . الخ ) كما يوضح المثال التالي :



يصدر البوزيتونات بصورة جوهريّة من قبل العناصر المشعة الصناعية .

2/ معظم النوى الطبيعية مستقرة و ذلك لأن طاقة الربط الواحدية كبيرة جدا و هي قريبة من  $8 \text{ Mev}$  ، فالعناصر ذات الرقم الكتلي القريب من  $A \simeq 60$  تكون طاقة الربط للنكليون الواحد فيها حوالي  $8,6 \text{ Mev}$  و هي القيمة العظمى ثم تتناقص بالنسبة للعناصر الأكبر رقماً كتلياً حتى عنصر الأورانيوم المعقد بتركيبه النووي فهو عنصر مستقر اعتياداً .

3/ نرّمز للعناصر المشعة بإضافة (\*) فوق العنصر مثل :  $T^*$  ،  $P^*$  . . . الخ

4/ لا يرتبط استقرار النواة بطاقة الربط فقط بل يرتبط كذلك بشقعية العددين  $Z$  و  $N$  أو بشقعية أحدهما ، وهذا يعني أن النوكليونات تتجمع بعضها إلى بعض أزواجا أزواجا كما نوضح في الجدول التالي :

عدد النيوترونات $N$	عدد البروتونات $Z$	عدد النوكليونات المستقرة
زوجي	زوجي	166
فردى	زوجي	57
زوجي	فردى	53
فردى	فردى	04



## خلاصة :

- مما سبق يتبين لنا أنه توجد ثلاث أنماط من الأشعة  
1- الأشعة  $\alpha$  وهي أشعة تنحرف قليلا في الجهة السالبة للمهبط  
2- الأشعة  $\beta$  تنقسم إلى نوعين

أ / أشعة  $\beta^+$  وهي تنحرف في الجهة السالبة للمهبط

ب / أشعة  $\beta^-$  وهي تنحرف في الجهة الموجبة للمهبط

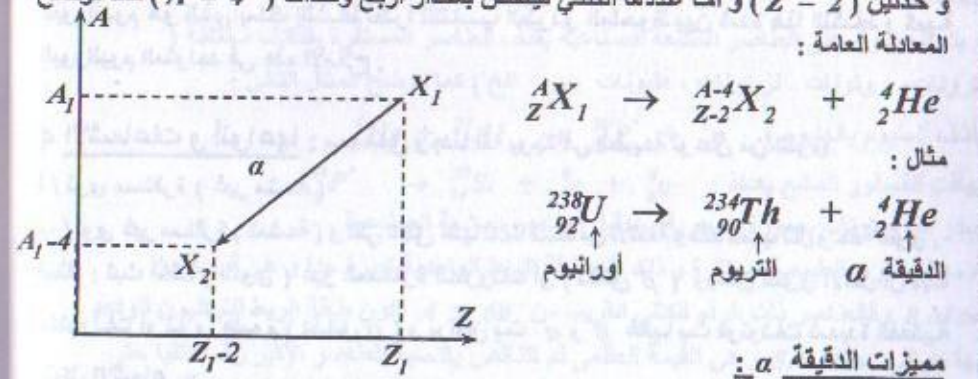
3- الأشعة  $\gamma$  : وهي أشعة لا تنحرف

سندرس كل نمط على حده ثم نقارن بينهم .

## أ) الأشعة $\alpha$ :



هي نوى الهليوم أو الهيليونات  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  اكتشفها العالم رذرفورد سنة 1909 ، وهي تصدر بصورة رئيسية عن النوى الثقيلة، فعندما تصدر الذرة دقيقة  $\alpha$  فإن عددها الذري ينقص بمقدار وحدتين (  $Z - 2$  ) وأما عددها الكتلي فينقص بمقدار أربع وحدات (  $A - 4$  ) كما توضح المعادلة العامة :



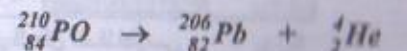
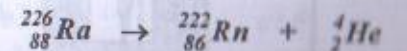
## مميزات الدقيقة $\alpha$ :

- 1- سرعتها تصل إلى 20000 كم/ثا (  $\text{km/s}$  )
- 2- قليلة النفاذ فسيراتها في الهواء لا تتجاوز بضع السنتمترات، ولا يتم نفاذها في الصفائح المعدنية
- 3- ذات طاقة تصل إلى بضع  $\text{Mev}$
- 4- يتم إيقافها بسهولة باستعمال حاجز ورقي

تطبيقات : تعطى الأنوية  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  و  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  أثناء نشاطها الإشعاعي الدقيقة  $\alpha$

- أكتب معادلات النشاط الإشعاعي لكل نواة

الحل :



## ب / الأشعة $\beta$ :

ماهي إلا عبارة عن دقائق سالبة ( الكترونات  ${}^0_{-1}e$  ) أو هي عبارة عن البوزيتونات  ${}^0_{+1}e$  ، تندفع الدقائق  $\beta$  بسرعة عظيمة جدا قد تصل إلى 290000 (  $\text{Km/s}$  ) لهذا يجب استعمال كمونات مسرعة عالية جدا قد تبلغ مليون فولط ( المدافع الإلكترونية )

## خواصها :

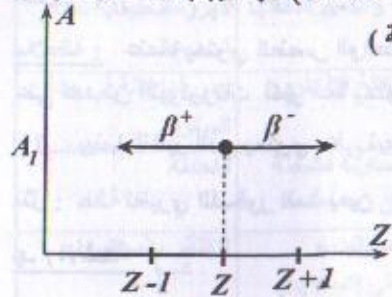
- الدقائق  $\beta$  خفيفة جدا فهي أخف بكثير من دقائق  $\alpha$

- قدرة تأيينها أقل من قدرة تأيين الدقيقة  $\alpha$

- أشد نفاذية من  $\alpha$  فبإمكانها النفاذ من صفيحة

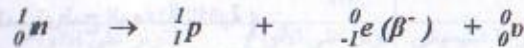
الألمنيوم لا تتجاوز بضع مليمترات

- سرعتها أكبر بكثير من سرعة  $\alpha$



أنواعها : تنقسم الأشعة  $\beta$  إلى نوعين  $\beta^+$  (  ${}^0_{+1}e$  ) و  $\beta^-$  (  ${}^0_{-1}e$  )

- يتشكل (الإلكترون) النغانون عند تحول نوترون في النواة إلى بروتون كما توضح المعادلة :



مضاد النيترينو      نغانون      بروتون      نيترينو

( مضاد النيوترون  ${}^0_0 \bar{\nu}$  عبارة عن جسيمة معدومة الكتلة صعبة الالتقاط ، اكتشفها العالم باولي

سنة 1930 )

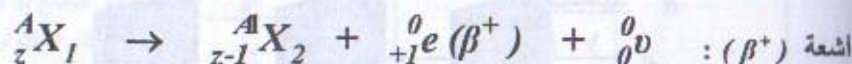
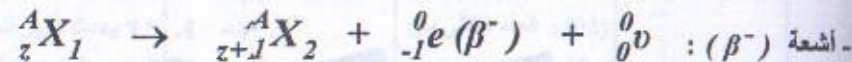
- يتشكل النيترينو عندما يتحول بروتون إلى نيترينو كما توضح المعادلة



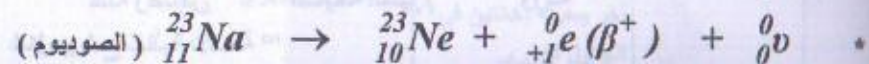
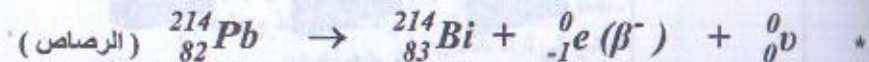
مضاد النيترينو      بوزيتون      نيترينو      بروتون

- يزداد العدد الذري للذرة عند إصدار  $\beta^-$  بمقدار ( + 1 ) وينقص بالمقدار نفسه عند إصدار

$\beta^+$  ، إنما العدد الكتلي فيبقى ثابتا كما توضح المعادلة العامة التالية :



## أمثلة :



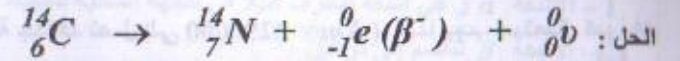


مقارنة بين طبيعة و خواص الجسيمات  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$

الرقم	وجه المقارنة	اشعة ( $\alpha$ )	اشعة ( $\beta$ )	اشعة ( $\gamma$ )
1	طبيعتها	أنوية ذرات الهليوم ( ${}^4_2\text{He}$ )	لها خواص الإلكترونات السريعة و نفس شحنتها	- موجات كهرومغناطيسية ذات تردد عال
2	كتلتها	(04) وحدة كتلة ذرية	تساوي كتلة الإلكترون	ليس لها كتلة في حالة السكون
3	شحنتها	موجبة (ضعف شحنة الإلكترون)	سالبة مساوية لشحنة الإلكترون	متعادلة
4	تأثيرها بالمجال الكهرومغناطيسي	تتأثر بالمجالين و تتحرف في اتجاه يدل على أنها موجبة	تتأثر بالمجالين و تتحرف في اتجاه يدل على أنها سالبة أو موجبة	لا تتأثر بالمجالين
5	سرعتها	( $\frac{1}{10}$ ) سرعة الضوء	(0,99) سرعة الضوء	تساوي سرعة الضوء
6	تأثيرها الكيميائي الحساسة	تؤثر على الألواح	تؤثر على الألواح	تؤثر على الألواح
7	النفوذ	لها قدرة صغيرة على النفوذ ، يمكن إيقافها بصفحة من الألمنيوم سمكها $10^{-2} \text{ cm}$	لها قدرة أكبر على النفوذ ، يمكن إيقافها بصفحة من الألمنيوم سمكها $1 \text{ cm}$	لها قدرة فائقة على النفوذ تخترق صفحة الألمنيوم ( $100 \text{ cm}$ )
8	التنوع	لا يوجد	نوعان ( $\beta^-$ ; $\beta^+$ )	لا يوجد
9	أثر انطلاقها من النواة	- عند انطلاقها من نواة العنصر المشع فإن : * العدد الذري للنواة المتحولة يقل بمقدار (02) و العدد الكتلي يقل بمقدار (4) $A \rightarrow A - 4$ $Z \rightarrow Z - 2$ - تتحول نواة العنصر المشع إلى نواة عنصر آخر يسبقه بخاتين في الجدول الدوري	- عند انطلاقها فإن العدد الذري يزداد بمقدار (1) أو يقل بـ (1) و العدد الكتلي لا يتغير . $A \rightarrow A$ $Z \xrightarrow{\beta^-} Z + 1$ تتحول نواة العنصر إلى نواة العنصر الذي يليه في الجدول الدوري	- عند انطلاقها فإن : * العدد الذري و العدد الكتلي للنواة المتحولة لا يتغير . * لا يحدث تغيير لنواة العنصر المشع إلا أنها تصبح أكثر استقرارا

تطبيق : إن النيكليد  ${}^{14}_6\text{C}$  نشيط إشعاعيا من النوع  $\beta^-$

- اكتب معادلة الاختزال النووية



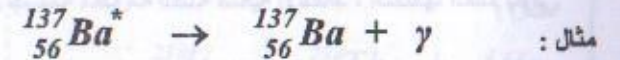
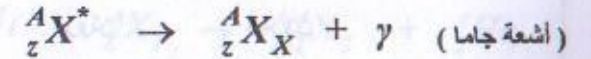
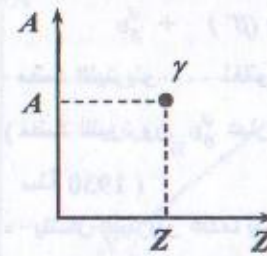
ملاحظة : عندما يحتوي العنصر الواحد على عدة عناصر مشعة ، فإن النظير المشع الذي يحتوي على عدد من النيوترونات أكبر مما يحتوي عليه النظير المستقر فإنه يؤدي إلى النشاط الإشعاعي  $\beta^-$  ، بينما النظير الذي يحتوي على نيوترونات أقل فيؤدي إلى النشاط الإشعاعي ( $\beta^+$ )

مثل : حالة نظيري الفسفور المشع  ${}^{32}_{15}\text{P}$  ،  ${}^{30}_{15}\text{P}$  بالنسبة للفسفور المستقر  ${}^{31}_{15}\text{P}$

جـ / الأشعة  $\gamma$  :

هي عبارة عن إشعاعات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير جداً ( $10^{-1} \text{ \AA}$  إلى  $10^{-4} \text{ \AA}$ ) تنتج عند مرور النواة من الحالة المثارة إلى الحالة الأقل إثارة .

- لا يحول الإصدار  $\gamma$  العدد الذري و لا العدد الكتلي ، بل ينقص الكتلة الذرية فقط بكمية مكافئة إلى طاقة  $\lambda \nu$  للإشعاع الصادر كما توضح المعادلة التالية )



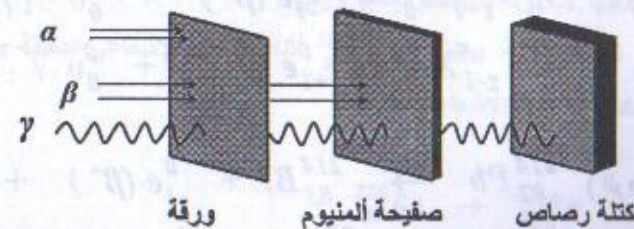
خواصها :

- الأشعة  $\gamma$  أقل تشردا من الأشعة  $\alpha$  و  $\beta$

- للأشعة  $\gamma$  قدرة نفوذ أكثر من قدرة نفوذ الأشعة  $\alpha$  و  $\beta$  فهي تستطيع اختراق حاجز رصاص سمكه  $20 \text{ cm}$

- تصل سرعتها إلى سرعة الضوء  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

- تعتبر الأشعة  $\gamma$  خطيرة جداً فهي تمتاز بفعل تخريبي أكبر (تخرب الخلايا الحية)



ورقة

صفحة ألومنيوم

كتلة رصاص

" شكل يوضح نفاذية الأشعة "



## العائلات المشعة :

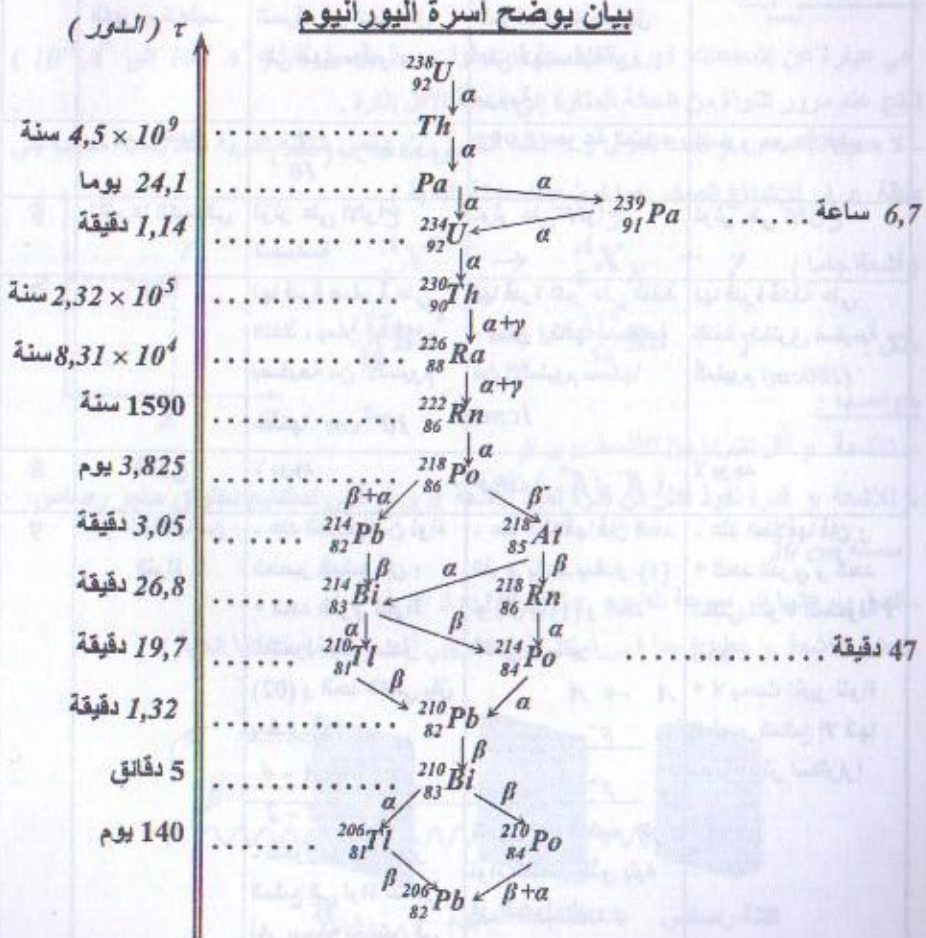
إذا تحول النيوكلويد المشع إلى نيوكلويد آخر مشع ، فإن هذا التحول يستمر إلى غاية الحصول على نيوكلويد غير مشع ( مستقر )

مثل : تحول اليورانيوم  $^{238}_{92}U$  إلى  $^{206}_{82}Pb$  ندعو النيوكلويدات المنحدرة عن نفس النواة الأم بعائلة العناصر المشعة .

و لقد تم تصنيف النيوكلويدات المشعة إلى أربع عائلات :

- أ - عائلة اليورانيوم
  - ب - عائلة الثوريوم
  - ج - عائلة الأكتينوم
  - د - عائلة الثوريوم
- بيان يوضح أسرة اليورانيوم  $\alpha$

## بيان يوضح أسرة اليورانيوم



## 1) قانون التهاافت الإشعاعي :

وهو عبارة عن تغير عدد الذرات المشعة بتغير الزمن ، وتعطى عبارته بالعلاقة التالية :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  حيث :

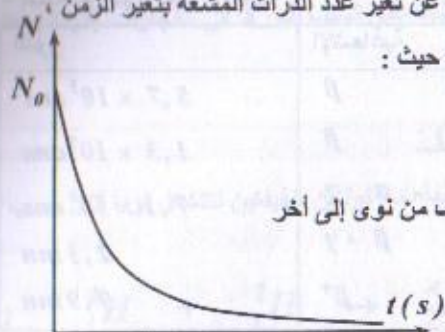
$N$  : عدد النوى المشعة

$N_0$  : العدد الابتدائي للنوى غير المستقرة

$\lambda$  : الثابت الإشعاعي أو ثابت التهاافت وهو يختلف من نوى إلى آخر

\* ويكون منحني تغير النوى غير المستقرة

بدلالة الزمن من الشكل



ملاحظة 1 : ندعو المقدار  $T = \frac{1}{\lambda}$  بالثابت الزمني

ملاحظة 2 : لا يتوقف التهاافت الإشعاعي على درجة الحرارة و لا على الاتحادات الكيميائية التي تخضع فيها الذرات المشعة

## 2) الفعالية المطلقة A :

و نعني بها عدد التهاافتات في واحدة الزمن ، وتعطى عبارتها  $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$  و تدعى كذلك بسرعة الانحلال

لا تتعلق A بطبيعة الدقائق المبعوثة و لا بطاقاتها

- يتم التعبير عنها :

أ / بالتهاافتات في الدقيقة (dpm)

ب / بالتهاافتات في الثانية (dps)

ج / بالكوري (ci) بحيث  $1 ci = 3,7 \times 10^{10} (dps)$

## 3) الدور الإشعاعي ( نصف العمر ) :

هو الزمن اللازم حتى ينحل نصف العدد الأصلي من نويات هذا العنصر المشع  $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda \tau} \Rightarrow \tau = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$

ومنه :  $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$

ملاحظة :

1 - لا يتوقف الدور  $\tau$  على العدد الأصلي للنوى

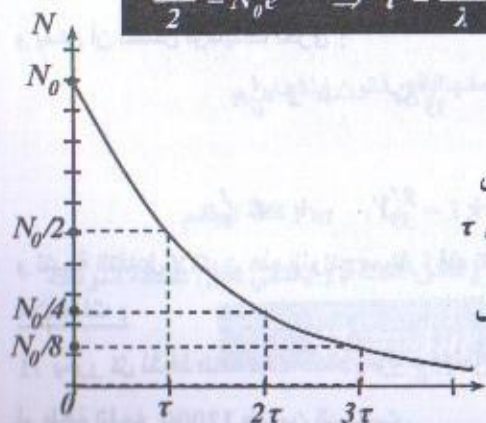
2 - لا تؤثر درجة الحرارة و الضغط عمليا على  $\tau$

3 - يميز الدور التوكليد المعطى

4 - يتم بواسطته مقارنة سرعة الانحلال لمختلف

المواد المشعة

5 - يرمز له كذلك بـ  $\tau = t_{\frac{1}{2}}$





\* أمثلة عن دور بعض الأنوية :

الدور	الإشعاعية	النوكليد
$5,7 \times 10^3 \text{ ans}$	$\beta$	$^{14}\text{C}$
$1,3 \times 10^9 \text{ ans}$	$\beta$	$^{40}\text{K}$
$7,1 \times 10^8 \text{ ans}$	$\alpha, \gamma$	$^{235}\text{U}$
$2,3 \text{ mn}$	$\beta, \gamma$	$^{28}\text{Al}^*$ مشع اصطناعياً
$9,9 \text{ mn}$	$\beta^+$	$^{13}\text{N}^*$

## 2 - الانشطار و الاندماج النووي

مقدمة : الإشعاعات النووية هي جزء من التفاعلات النووية ، و تنقسم هذه التفاعلات إلى أربعة أقسام

1/ الاضمحلال : تتحول النواة نتيجة الإشعاع إلى نواة أخف و أكثر استقرارا و يرافق ذلك إصدار جسيمات  $\alpha, \beta, \gamma$

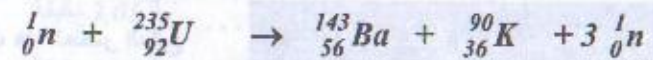
2/ الانحلال : تُقذف النواة المستقرة بدقائق  $\alpha$  لتمتص النواة طاقة نتيجة الارتطام و بالتالي تتحول إلى نواة غير مستقرة فتتهافت لتعطي إشعاعات كهرومغناطيسية أو جسيمية

3/ الانشطار : تنشطر النوى الثقيلة جدا لتعطي نوى متوسطة أكثر ثباتا ( الانشطار النووي )

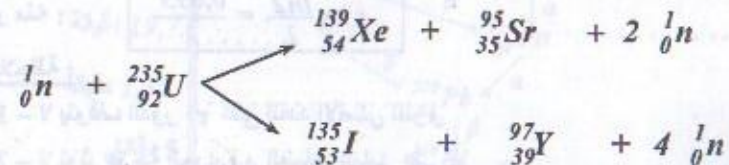
4/ الاندماج : تندمج نوى خفيفة لتولد نواة أثقل و أكثر ثباتا .

و سندرس التفاعلين الرئيسيين الانشطار و الاندماج ( الانصهار )

I - الانشطار النووي : يحدث الانشطار النووي عند قذف الأورانيوم  $^{235}_{92}\text{U}$  بالنيوترونات :



و يمكن أن تتشكل نوكليدات أخرى :



و نتيجة التفاعل لا تكون هذه النواتج مستقرة فقد تتحول الأنوية إلى أنوية مختلفة .

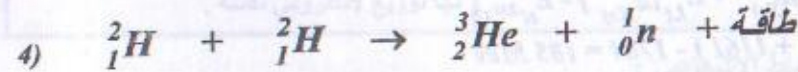
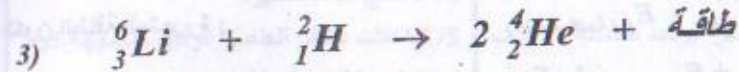
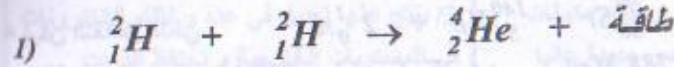
ملاحظات :

1/ يحرر كل نشاط طاقة هائلة فمثلا يحرر  $1\text{kg}$  من  $^{235}_{92}\text{U}$  طاقة تعادل احتراق 2500 طن الفحم، أو طاقة انفجار 12000 طنا من الديناميت .

2/ تبث كل نواة منشطرة نوترونين أو ثلاثة نوترونات التي تسبب بدورها في انفجارات جديدة و هذا ما يجعله تفاعل تسلسلي يقضي نفسه بنفسه .

## II الاندماج النووي ( الانصهار النووي ) :

لكي يتم هذا التفاعل يجب توفير طاقة ، و عندما يبدأ دمج نواتين خفيفتين لتتشكل نواة أثقل حسب التفاعل التالي :



ملاحظة 1 :

أ- تحرر تفاعلات الانصهار كميات هائلة من الطاقة فمثلا التفاعل ( 1 ) يحرر 17,6 ميغاكيلو إلكترون- فولط لكل نواة هليوم ، أما التفاعل ( 3 ) فيحرر 22,3Mev لكل نواة لوتشيوم .

ب- تحتاج تفاعلات الاندماج ( الانصهار ) كي تثار إلى درجات حرارة عالية مرتفعة جدا تصل إلى  $50\,000\,000\text{ }^\circ\text{C}$

ملاحظة 2 : جميع التفاعلات النووية تحقق :

- 1- مبدأ حفظ الشحنة
- 2- مبدأ حفظ العدد الكتلي
- 3- مبدأ حفظ ( الكتلة - الطاقة )
- 4- مبدأ حفظ كمية الحركة

## III طاقة التفاعل النووي :

عند حدوث أي تفاعل نووي تتحرر طاقة يتم احصائها وفق قانون أينشتاين :

$$E = m C^2$$

حيث :  $C$  هي سرعة الضوء  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  ،  $m$  كتلة الجسم

\* يرافق التفاعل النووي خسارة في الكتلة  $\Delta m$  ( نقص الكتلة ) و بالتالي تكون الطاقة الموافقة

$$\Delta E = \Delta m \times C^2$$

( طاقة متحررة ) هي :

مناقشة :



## الفرق بين التفاعلات النووية و التفاعلات الكيميائية

الجدول المقارنة

التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
1/ تحدث عن طريق الإلكترونات و التكافؤ دون التأثير في النواة	1/ النواة هي أساس التفاعلات
2/ ينطبق عليها قانون حفظ المادة أو بقائها	2/ ينطبق عليها قانون أينشتاين $AE = \Delta m \cdot C^2$
3/ ينتج عنها تعديل في عدد و نظام الإلكترونات في المستويات الخارجية و تحتفظ الذرات بكيانها في الجزينات .	3/ ينتج عنها تعديل في عدد و نظام مكونات النواة و لذلك يتم إنتاج عناصر جديدة غالبا
4/ قد تنتج طاقة صغيرة	4/ تنتج طاقة هائلة جدا
5/ تفاعلات نظائر العنصر الواحد متشابهة لأن لها توزيع إلكتروني نفسه .	5/ تفاعل نظائر العنصر الواحد مختلفة لاختلاف عدد النيوترونات

### \* فوائد النشاط الإشعاعي :

العديد من النظائر المشعة الصناعية أصبحت تتداول الآن في العديد من المجالات نذكر منها :

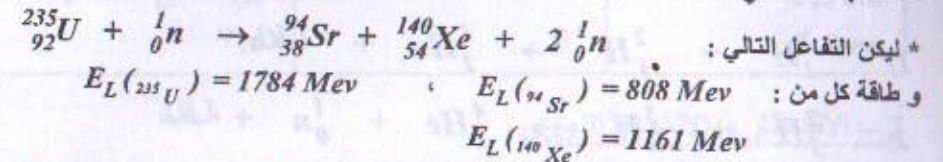
- 1 - التشخيص و اقتفاء الأثر: ففي عملية التشخيص نستعمل بعض النظائر المشعة التي تدخل الجسم ثم يرصد أثرها في أنحاء الجسم و تركيزها في النواحي المصابة و خاصة الأنسجة السرطانية لكون تركيز العناصر المشعة فيها أكثر من الأنسجة السليمة و ذلك لفرط نموها، كما تم استخدام النظائر المشعة كمقنفيات الأثر لدراسة وظائف الأعضاء السليمة ( في عمليات البحث العلمي الطبي أو الزراعي ) و هذا يرصد أثر الأشعة داخل مختلف أجزاء النبات بواسطة قياس الإشعاعات الصادرة عنه و قد استخدم لذلك الفوسفور  $P^*$  المشع و الكريون المشع  $C^*$  .
- 2 - التطبيب و المعالجة : تستخدم النظائر المشعة لمعالجة مرض السرطان فهي أنجع وسيلة بعد الاستئصال، و تعتمد هذه الطريقة على تخريب الخلايا السرطانية بالأشعة، و يكون هذا التخريب على أشده عندما تكون الخلايا في بداية نموها، و لما كان السرطان عيارة عن نمو و تكاثر مفرط في خلايا بعض الأنسجة كالمعدة و الأجهزة التناسلية و الغدة الدرقية، و الرئة و غير ذلك، كان تخريب الخلايا في بداية عهدها أمر سهل بواسطة الأشعة، إلا أنه لا يعرف السرطان إلا بعد أن يستشري و بذلك تصبح المعالجة صعبة.
- 3 - الصناعة : نستعمل النظائر المشعة في الصناعة للتصوير بالأشعة و القياس بدقائق  $\beta$  و يكشف بالتصوير بالأشعة  $\gamma$  عن الخلل في المنتجات المعدنية و هذا باستعمال ( الأيوبيديوم 192 ، الكوبالت 60 ، السيزيوم 137 و التوليوم 170 ) كما تقاس الصفائح بدقائق  $\beta$  ، كما تم استعمال النظائر من أجل تحسين زيوت التشحيم و الحصول على اللدائن عالية المقاومة .

\* إذا كانت  $\Delta m < 0$  فإن  $\Delta E < 0$  و النظام ينشر حرارة إلى الوسط الخارجي و بالتالي كتلته تقل .  
\* إذا كانت  $\Delta m > 0$  فإن  $\Delta E > 0$  و النظام يمتص حرارة من الوسط الخارجي و بالتالي كتلته تزداد .

و وحدة الطاقة : تقدر وحدتها بـ " الإلكترون فولط " ( ev )

$$\Delta m = m_{\text{النواتج}} - m_{\text{المفاعلات}}$$

حيث : .....  
أ- حساب الطاقة في حالة الانشطار :



تكون الطاقة المتحررة :

$$E = E_{L(\text{طاقة مقسمة})} - E_{L(\text{طاقة نتيجة})}$$

$$E = [E_{L({}_{38}^{94}\text{Sr})} + E_{L({}_{54}^{140}\text{Xe})}] - E_{L({}_{92}^{235}\text{U})}$$

$$E = (808 + 1161) - 1784 = 185 \text{ Mev}$$

و منه الطاقة المتحررة هي :  $E_{(\text{المحررة})} = 185 \text{ Mev}$

ب- حساب الطاقة في حالة الاندماج : لنفرض التفاعل التالي



و إليك :  $m_{{}_1^3\text{H}} = 3,3437 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ،  $m_{{}_1^2\text{H}} = 5,0074 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$m_{{}_2^4\text{He}} = 6,6447 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ،  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,6750 \times 10^{-27} \text{ kg}$

ولدينا :  $E = \Delta m \cdot C^2 = (m_{(\text{مفاعلات})} - m_{(\text{نواتج})}) C^2$

$$E = (5,0074 \times 10^{-27} + 3,3437 \times 10^{-27}) - (6,6447 \times 10^{-27} + 1,6750 \times 10^{-27})$$

$$\times (3,0 \times 10^8)^2$$

$$= 3,14 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 = 2,8260 \times 10^{-12} \text{ joule}$$

$$= \frac{2,8260 \times 10^{-12}}{1,6 \times 10^{-13}} = 17,6 \text{ Mev}$$

بعض التحولات :

$$1 \text{ ev} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$$

$$1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ u} = 931,75 \frac{\text{Mev}}{C^2}$$



4 - التعقيم : نستعمل لذلك الأشعة  $\gamma$  التي تخرب العضويات الحية في الماء والأغذية والحليب ، كما يستفاد من الأشعة في تعقيم الأجهزة الطبية وفي بعض اللقاحات .

5- الزراعة : يستفاد من الأشعة في عملية تطعيم البذور الزراعية والحصول على بذور أجود تكون مقاومة للأمراض النباتية ، كما تستخدم في إنبات الأوقات الزراعية .

5 - التاريخ بالكربون : تبين أن أنسجة وعظام الكائن الحي لها نشاط إشعاعي معين ، وقد ثبت أن مصدر هذا النشاط الإشعاعي هو الكربون  $^{14}_6C$  الذي يدخل ضمن تركيب الأنسجة الحية بنسبة

صغيرة جداً ، إذ تتعرض ذرات النيتروجين ( $^{14}_7N$ ) في طبقات الجو العليا إلى تأثير الأشعة الكونية التي تدخل النيترونات ( $^1_0n$ ) في تكوينها وبذلك تتحول ذرات الأوت إلى ذرات الكربون المشع

وفق المعادلة  $^{14}_7N + ^1_0n \rightarrow ^{14}_6C + ^1_1H$  وتأتي الرياح فتوزع ذرات الكربون المشع في الغلاف الجوي على هيئة غاز ( $CO_2$ ) فيدخل صلب الكائنات الحية عن طريق التنفس أو غيره ، و

يستعمله النبات في عملية تركيب اليخضور ، وبما أن نسبة الكربون ثابتة مادام حياً وذلك لأنه يعوض بالتغذية ما يفقده من الكربون المشع في هواء الزفير ، وعندما يموت الكائن الحي يتوقف

دخول الكربون المشع إلى جسمه ومع مرور الزمن يقل تركيزه فيتحول إلى ( $^{14}_7N$ ) وبعد مرور نحو 5700 سنة ( دور الكربون المشع ) يصبح النشاط الإشعاعي في الجسم الميت نصف ما

كان في الجسم الحي وعلى هذا الأساس يمكن معرفة عمر الكائن الحي .

6 - تقدير عمر الأرض : تبين لدى العلماء أن عنصر اليورانيوم ( $^{238}_{92}U$ ) ينتشر بكثرة في الصخور باطن الأرض وعلى سطحها ، كما أن خاماته تحتوي بالإضافة إلى اليورانيوم على كل

عناصر سلسلة اليورانيوم ومشتقاتها ومن ضمنها نظير الرصاص المستقر ( $^{206}_{82}PB$ ) ، وبعد

دراسة عينة من ( $U$ ) تبين للعلماء أن النشاط الإشعاعي النسبي لهذه العينات متقاربة ، وهذا يدل على أن كل الصخور تكونت في نفس الوقت ، وفي حالة معرفة كمية اليورانيوم وكمية الرصاص

الموجودة في الصخرة يصبح بالإمكان تقدير عمر الأرض ، وبهذا قدر عمر الأرض بحوالي أربعة بلايين سنة ( العمر الإشعاعي للأرض )

أخطار الإشعاع :

تؤثر الإشعاعات بيولوجياً على الإنسان وهذا التأثير على نوعين :

النوع الأول : التأثير الجسماني : ويظهر غالباً على الإنسان حيث يصاب ببعض الأمراض الخطيرة مثل سرطان الجلد والدم ، وإصابة العيون بالمياه البيضاء ، ونقص القدرة على الإخصاب .

النوع الثاني : التأثير الوراثي : للإشعاعات أثر وراثي تظهر آثاره على الأجيال المتعاقبة ويظهر ذلك بوضوح على اليابانيين بعد إلقاء القنبتين النوويين على هيروشيما وناغازاكي في سبتمبر

1945 مما أدى إلى وفاة الآلاف من السكان وإصابتهم بحروق وتشوهات وإصابة أطفالهم بالأمراض الخطيرة القاتلة ( كذلك في الجزائر بقران )

- ويجب مراعاة عدم تعرض المرأة الحامل للأشعة السينية كوسيلة لتشخيص حتى لا تصيب الطفل بتخلف عقلي

- كما أن هذه الأشعة ( التلوث الإشعاعي ) تؤدي إلى تشوهات في المواليد مثل الشلل ، وتشوهات أخرى كثيرة .

ولهذا لزم الأمر أن تتضافر الجهود سواء على مستوى الإنسان الفرد أو الجماعات والدول لدرء هذا الخطر المحدق بنا جميعاً وذلك بالقضاء على كل مسببات التلوث البيئي حتى يتسنى للبشرية جمعاء أن تحيا الحياة الأفضل في ظلال قيم الحب والخير والجمال .

الاحتياطات الواجب اتخاذها للوقاية من النشاط الإشعاعي :

1 - يجب حفظ المواد المشعة في أماكن خاصة ، إضافة إلى استعمال المغلفات المزدوجة عند نقل المواد المشعة

2 - ينبغي تغطية الطاولات والكراسي بطبقة من مواد ماصة للإشعاع فيسهل التخلص منها في حالة التلوث

3 - يجب تزويد أماكن العمل بحواجز وقائية ذات سمك كاف يمنع تسرب الإشعاع إلى العاملين في المصانع والمفاعلات النووية.

4 - ينبغي فحص كل الأماكن التي يمكن أن تصل إليها الإشعاعات النووية بصورة دورية لتقدير مستوى الإشعاع ضمنها .

5 - ينبغي إعادة فحص جميع العاملين بشكل دوري واستعمال أقلام الوقاية وأجهزة كشف الإشعاع

6 - ينبغي إعادة فحص أجهزة الوقاية دورياً وصيانتها بحيث تكون صالحة للعمل عند أي طارئ

7 - يجب وضع ألبسة للوقاية في المعمل وعدم الخروج بها حتى لا تنقل الإشعاعات التي ربما تكون عالقة بها

- أهم مؤسسي علم الفيزياء النووية : لقد لعبت ماري سكولود وفسكا كوري *Marie s . curie* البولونية الأصل والتي أمضت معظم حياتها المهنية في فرنسا ، دوراً مهماً في أول الدراسات حول النشاط الإشعاعي وهي الوحيدة التي نالت جائزة نوبل مرتين عن أعمالها وأعمال زوجها بيار كوري في الحقل العلمي ، وقد اكتشفت عنصر الراديوم والبولونيوم ، فكانت من مؤسسي علم الفيزياء النووية .



## تمارين محلولة بالتفصيل

### التمرين الأول:

وجد أن  $\frac{9}{10}$  من ذرات عينة من عنصر مشع قد تحللت خلال زمن  $t = 8 \text{ ans}$   
- أوجد نصف العمر (الدور) لهذا العنصر المشع

### الحل:

المعطيات: - عدد الذرات المنحلة:  $(N_0 - N) = \frac{9}{10}$  ولدينا:  $N_0 = \frac{10}{10}$

ومنه:  $N = \frac{1}{10}$  الكمية المتبقية من العنصر

ولدينا العلاقة:  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  إذن:  $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}$  نجد:  $\ln \frac{N_0}{N} = \lambda t$

ومنه:  $\lambda = \frac{\ln \frac{N_0}{N}}{t} = \frac{\ln(10)}{8} = \frac{2,302}{8} = 0,28782 \text{ ans}^{-1}$

ومنه نجد أن هذا دور العنصر هو:  $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda} = 2,4 \text{ ans}$  إذن:  $\tau = 2,4 \text{ ans}$

### التمرين الثاني:

أحسب النشاط الإشعاعي (سرعة الانحلال) لعينة كتلتها  $1 \text{ g}$  من النظير  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$  الذي دوره  $\tau = 28 \text{ ans}$  وياصدر  $(\beta^+)$

### الحل:

المعطيات:  $\tau = 28 \text{ ans} = 88,36 \times 10^7 \text{ s}$  و  $A = 90 \text{ u}$

1 / حساب الثابت الانحلاي  $(\lambda)$ :

لدينا:  $\lambda = \frac{\ln 2}{\tau}$  ومنه:  $\lambda = \frac{0,693}{88,36 \times 10^7} = 7,84 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$

2 / حساب عدد النوى:  $N = \frac{\lambda \times \mathcal{N}(\text{عدد أفوقايرة})}{A} = 6,69 \times 10^{21} \text{ atomes}$

3 / حساب النشاطية (الفعالية):

$A = N \lambda = 7,84 \times 10^{-10} \times 6,69 \times 10^{21} = 52,5 \times 10^{11} \text{ dps} = 141,8 \text{ Ci}$

### التمرين الثالث:

عندما يتحول العنصر  ${}^{238}_{92}\text{U}$  إلى الرصاص  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$

1 - كم هو عدد دقائق  $\alpha$ ،  $\beta^-$  الناتجة؟

2 - أكتب معادلة تحول الأورانيوم إلى الرصاص.

### الحل:

نعلم أن الاصدار  $\alpha$  ينقص العدد الكتلي بمقدار 4

إذن يكون عدد دقائق  $\alpha$  هي:  $N_\alpha = \frac{238 - 206}{4} = 8$  إذن:  $N_\alpha = 8$

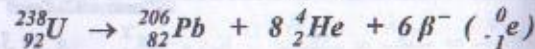
حساب عدد دقائق  $\beta^-$   $(N_\beta)$ :

ينقص رحيل دقائق  $\alpha$  العدد الذري بمقدار 2 ومنه:  $16 = 8 \times 2 = N_\alpha \times 2$  واحدة

في حين يزيد الاصدار  $\beta^-$  في العدد الذري  $(Z)$  بمقدار 1 وبالتالي يكون عدد دقائق  $\beta^-$

الصادرة هي:  $92 - 16 + N_{\beta^-} = 82 \Rightarrow N_{\beta^-} = 6$

معادلة تحول الأورانيوم إلى الرصاص:



\* طريقة ثانية:  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + x {}^4_2\text{He} + y \beta^- ({}^0_{-1}e)$

$$\begin{cases} x = 8 \\ y = 6 \end{cases} \leftarrow \begin{cases} 4x + 206 = 238 \\ 2x - y + 82 = 92 \end{cases}$$

ومنه:  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8 {}^4_2\text{He} + 6 \beta^- ({}^0_{-1}e)$

### التمرين الرابع:

يتهاافت عنصر البولونيوم 212 بدور مساو إلى 3,3 ساعة، فإذا علمت أن عنصر واحد منه

يتهاافت بـ  $4,5 \times 10^8$  ذرة في الثانية

1 - أحسب ثابت التهاافت  $\lambda$ .

2 - أحسب العدد المتوسط لنوى المشعة في هذا العنصر ثم أوجد كتلة البولونيوم الموافقة

3 - كم تبقى إشعاع النواة بعد 10 ساعات؟

4 - ما هي فعالية هذا النشاط؟

### الحل:

1 / حساب ثابت التهاافت:  $\lambda = \frac{\ln 2}{\tau}$



الحل:

حساب  $N$ : لدينا:  $\tau = \frac{\text{Log}2}{\lambda}$  و  $A = \lambda N$  ومنه:  $N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \times \tau}{\text{Log}2}$

ت ع:  $N = \frac{3,7 \times 10^{10} \times (1590 \times 365 \times 3600) \times 24}{\text{log} 2} = 2,67 \times 10^{21} \text{ atomes}$  ومنه تكون كتلة  $Ra$  التي تنتج العدد نفسه من التهاافت

$$m_{Ra} = 1 \text{ g} \quad \text{أي كتلة الراديوم:} \quad m_{Ra} = \frac{N \times A}{\mathcal{N}} = \frac{2,67 \times 10^{21} \times 226}{6,023 \times 10^{23}} = 1 \text{ g}$$

**التمرين السابع:**

بتهاافت الراديوم إلى رادون بدور مساوي إلى 1590 سنة علما أن الرادون نفسه مشع و دوره 3,8 يوماً ، فإذا حبس 1 g من الراديوم في حيز فارغ .  
- ما هي كتلة الرادون عند ما يتحقق التوازن الإشعاعي ؟ يعطى  $Ra = 226$  و  $Rn = 222$

الحل:

يتحقق التوازن إذا كان عدد الذرات  $Rn$  المتشكلة مساوي لعدد ذرات  $Ra$  المختفية:

$$\lambda_{Ra} N_{Ra} = \lambda_{Rn} N_{Rn}$$

منه:  $\frac{N_{Ra}}{N_{Rn}} = \frac{\lambda_{Rn}}{\lambda_{Ra}} = \frac{\tau_{Ra}}{\tau_{Rn}}$  إذن:  $N_{Ra} = N_{Rn} \frac{\tau_{Ra}}{\tau_{Rn}}$  ..... (1)

وبما أن:  $m = \frac{N \times A}{\mathcal{N}} \Leftrightarrow N = \frac{m \mathcal{N}}{A}$   
بتعويض (2) في (1) نجد:

$$N_{Rn} = N_{Ra} \frac{\tau_{Rn}}{\tau_{Ra}} \Leftrightarrow \frac{m_{Rn} \mathcal{N}}{A_{Rn}} = \frac{\tau_{Rn}}{\tau_{Ra}} \times \frac{m_{Ra} \mathcal{N}}{A_{Ra}}$$

ومنه:  $m_{Rn} = \frac{\tau_{Rn}}{\tau_{Ra}} \times \frac{A_{Rn}}{A_{Ra}} \times m_{Ra} = \frac{222}{226} \times \frac{3,8}{1590 \times 365} \times 1 \text{ g}$

ومنه:  $m_{Rn} = 6,43 \times 10^{-6} \text{ g}$

**التمرين الثامن:**

- كمية من اليزموث  $^{210}_{83}Bi$  قدرها 1g وبعد زمن قدره عشرة أيام وجد أن الكمية الباقية 0,25 g
- 1 - أحسب ثابت الانحلال لهذا العنصر.
  - 2 - أحسب الكمية الباقية بعد يوم واحد من بداية الانحلال.
  - 3 - أحسب دور هذا العنصر ( نصف العمر )

ومنه:  $\lambda = \frac{0,693}{3,3 \times 60 \times 60} = \frac{0,693}{11880} = 5,83 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$

2 / العدد المتوسط لنوى المشعة: لدينا في اللحظة  $t = 0 \text{ s}$  يكون  $A_0 = \lambda N_0$

ومنه:  $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{4,5 \times 10^8}{5,83 \times 10^{-5}} = 7,72 \times 10^{12} \text{ atomes}$  أي:

3 - حساب الكتلة: لدينا:  $N = \frac{m \times \mathcal{N}}{A} \Leftrightarrow m = \frac{N \times A}{\mathcal{N}}$

ت ع:  $m = 7,72 \times 10^{12} \times \frac{212}{6,023 \times 10^{23}} = 2,7 \times 10^{-9} \text{ g}$

4 حساب عدد النوى المتبقية بعد 10 ساعات

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 7,72 \times 10^{12} e^{-2,1} = 9,45 \times 10^{11} \text{ atomes}$$

أي:  $N = 9,45 \times 10^{11} \text{ atomes}$

5 - الفعالية:  $A = \lambda N \Leftrightarrow A = 5,83 \times 10^{-5} \times 9,45 \times 10^{11} = 5,5 \times 10^7 \text{ Bp}$

**التمرين الخامس:**

لتفرض مادة مشعة دورها  $\tau = 30 \text{ ans}$   
ما هو الزمن الضروري ليتهاافت 99,9 % من ذرات هذه المادة ؟

الحل:

لدينا:  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Leftrightarrow N = N_0 e^{-\lambda t}$

ومنه: (1)  $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$  و (2)  $\tau = \frac{\text{Ln} 2}{\lambda}$

من (1) و (2) نجد:  $\text{Ln} \frac{N}{N_0} = \frac{t \times \text{Ln} 2}{\tau} \Leftrightarrow t = \frac{\tau \text{ Ln} \frac{N}{N_0}}{\text{Ln} 2}$

ت ع:  $t = 300 \text{ annees}$

**التمرين السادس:**

- دور عنصر  $^{226}_{88}Ra$  يقدر بـ 1590 سنة ، فإذا علمت وحدة شدة الشعاع هي الكوري (ci) يوافق تعريفا كمية المادة المشعة ينشأ فيها  $3,7 \times 10^{10}$  تهافتا في الثانية (dps)
- 1 - ما هي كتلة الراديوم  $^{226}_{88}Ra$  التي شدتها واحد كوري ؟



بإدخال اللوغاريتم الطبيعي نجد أن :  $\ln \frac{A_1}{A_2} = \lambda (t_2 - t_1) \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln \frac{A_1}{A_2}}{t_2 - t_1}$

ت.ع : نجد :  $\lambda = 5 \times 10^{-3} \text{ jour}^{-1}$

2 / حساب  $A_0$  مما سبق :  $A_0 = A_1 e^{\lambda t_1}$

ت.ع :  $A_0 = 3,181 \times 10^{10} e^{5 \times 10^{-3} \times 90} = 4,99 \times 10^{10} \text{ Bq}$

#### التمرين العاشر :

نقذف نواة البريليوم بجسم  ${}^4_2\text{He}$  فينتج تبعاً لذلك الكربون و نوترون :



إذا علمت أن الطاقة الحركية  $\alpha$  :  $E_C = 0,0057u$

$B = 9,015u$  ,  $\alpha = 4,0039u$  ,  $n = 1,0087u$  ,  $C = 12,0039u$

- أحسب الطاقة المتحررة من هذا التفاعل .

#### الحل :

لدينا :  $E_{\text{متحررة}} = \Delta m c^2$

حساب  $\Delta m$  :  $\Delta m = [m(B) + m(\text{He}) + \alpha] - [m(C) + m({}_0^1n)]$

$= [(9,015 + 4,0039 + 0,057) - (12,0039 + 1,0087)] = 0,012 \mu$

ومنه :  $\Delta E = \Delta m C^2 = 0,012 \times 931 = 11,172 \text{ Mev}$

$\Delta E = 11,172 \text{ Mev}$

#### التمرين الحادي عشر :

إن التورיום  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  نشيط إشعاعياً من النوع  $\alpha$  والطاقة الناتجة عن هذا النشاط الإشعاعي

تتواجد على شكل طاقة حركية للجسيمة  $\alpha$  .

1 / أكتب معادلة الاختزال الحادثة .

2 / أحسب الطاقة المتحررة أثناء هذا الاختزال .

3 / أحسب سرعة الجسيمة  $\alpha$  .

يعطى :  $m(\text{Th}) = 232,0287u$  ، كتلة النواة البننت  $= 228,0202u$

$1u = 1,66055 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ،  $m(\alpha) = 4,0026u$

#### الحل :

لدينا :  $m = 0,25 \text{ g}$  ،  $m_0 = 1 \text{ g}$  ،  $t = 10$  أسابيع

$$\left. \begin{aligned} N_0 &= \frac{m_0 \mathcal{N}}{A} \\ N &= \frac{m \mathcal{N}}{A} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \tau = \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ و } N = N_0 e^{-\lambda t} \\ & \text{ولدينا :} \end{aligned}$$

ومنه :  $e^{\lambda t} = \frac{m_0}{m} \Leftrightarrow \frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}$

بإدخال لوغاريتم نجد :  $\ln \frac{m_0}{m} = \lambda t \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln \frac{m_0}{m}}{t} = \frac{\ln 4}{10 \times 7 \times 24}$   
 $= 8,25 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1} = 0,1387 \text{ jour}^{-1}$

2 - حساب كتلة المادة بعد يوم :

بما أن :  $\frac{m_0}{m} = e^{\lambda t}$  أي :  $m = 0,87 \text{ g}$   $\Leftrightarrow \frac{1}{m} = e^{0,1387 \times 1}$

3 - حساب نصف العمر  $\tau$  :  $\tau = \frac{\ln 2}{0,1386} = 5 \text{ jours}$

#### التمرين التاسع :

نقيس النشاط الإشعاعي لعينة من البولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  ذات الكتلة  $m_0$  وهذا في لحظتين مختلفتين فنجد :

عندما :  $t_1 = 90 \text{ jours}$  تكون  $A_1 = 3,181 \times 10^{10} \text{ Bq}$

عندما :  $t_2 = 120 \text{ jours}$  تكون  $A_2 = 2,736 \times 10^{10} \text{ Bq}$

المطلوب : - أحسب ثابت الانحلال لها العنصر .

- أحسب النشاط الإشعاعي  $A_0$  عند اللحظة  $t = 0 \text{ s}$  .

#### الحل :

لدينا :  $\left\{ \begin{aligned} N_1 &= N_0 e^{-\lambda t_1} \\ N_2 &= N_0 e^{-\lambda t_2} \end{aligned} \right. \quad (1)$  و  $\left\{ \begin{aligned} A_1 &= \lambda N_1 \\ A_2 &= \lambda N_2 \end{aligned} \right. \quad (2)$

من (1) و (2) نجد :  $\lambda = \frac{A_1}{N_1} = \frac{A_2}{N_2}$  ومنه :  $\frac{A_1}{A_2} = \frac{N_1}{N_2} = e^{\lambda(t_2 - t_1)}$



بادخال اللوغاريتم التبريري نجد أن :  $\ln \frac{A_1}{A_2} = \lambda (t_2 - t_1) \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln \frac{A_1}{A_2}}{t_2 - t_1}$

ت.ع : نجد :  $\lambda = 5 \times 10^{-3} \text{ jour}^{-1}$

2 / حساب  $A_0$  مما سبق :  $A_0 = A_1 e^{\lambda t_1}$

ت.ع :  $A_0 = 3,181 \times 10^{10} e^{5 \times 10^{-3} \times 90} = 4,99 \times 10^{10} \text{ Bq}$

#### التحريين العاشر

نغذف نواة البريليوم بجسم  ${}^4_2\text{He}$  فينتج تبعاً لذلك الكربون و نوترون :



إذا علمت أن الطاقة الحركية  $a : E_C = 0,0057u$

$B = 9,015u$  ,  $a = 4,0039u$  ,  $n = 1,0087u$  ,  $C = 12,0039u$

- احسب الطاقة المتحررة من هذا التفاعل .

#### الحل :

لدينا :  $E_{\text{تحرر}} = \Delta m c^2$

حساب  $\Delta m$  :  $\Delta m = [(m(B) + m(\text{He}) + a) - (m(C) + m({}^1_0n))]$

$= [(9,015 + 4,0039 + 0,057) - (12,0039 + 1,0087)] = 0,012 \mu$

ومنه :  $\Delta E = \Delta m C^2 = 0,012 \times 931 = 11,172 \text{ Mev}$

$\Delta E = 11,172 \text{ Mev}$

#### التحريين الحادي عشر

إن التوريوم  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  نشيط إشعاعياً من النوع  $\alpha$  والطاقة الناتجة عن هذا النشاط الإشعاعي

تتواجد على شكل طاقة حركية للجسيمة  $\alpha$  .

1 / أكتب معادلة الاختزال الحادثة .

2 / احسب الطاقة المتحررة أثناء هذا الاختزال .

3 / احسب سرعة الجسيمة  $\alpha$  .

يعطى :  $m(\text{Th}) = 232,0287u$  ، كتلة النواة البننت =  $228,0202u$

$1u = 1,66055 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ،  $m(\alpha) = 4,0026u$

#### الحل :

لدينا :  $t = 10$  أسابيع ،  $m = 0,25 \text{ g}$  ،  $m_0 = 1 \text{ g}$

$N_0 = \frac{m_0 \mathcal{N}}{A}$  }  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  و  $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda}$  ولدينا :

$N = \frac{m \mathcal{N}}{A}$

ومنه :  $e^{\lambda t} = \frac{m_0}{m} \Leftrightarrow \frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}$

بادخال لوغاريتم نجد :  $\ln \frac{m_0}{m} = \lambda t \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln \frac{m_0}{m}}{t} = \frac{\ln 4}{10 \times 7 \times 24}$

$= 8,25 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1} = 0,1387 \text{ jour}^{-1}$

2 - حساب كتلة المادة بعد يوم :

بما أن :  $\frac{m_0}{m} = e^{\lambda t}$  أي :  $m = 0,87 \text{ g}$   $\Leftrightarrow \frac{1}{m} = e^{0,1387 \times 1}$

3 - حساب نصف العمر  $\tau$  :  $\tau = \frac{\ln 2}{0,1386} = 5 \text{ jours}$

#### التحريين التاسع

نقيس النشاطية لإشعاعية لعينة من البولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  ذات الكتلة  $m_0$  و هذا في لحظتين

مختلفتين فنجد :

عندما :  $t_1 = 90 \text{ jours}$  تكون  $A_1 = 3,181 \times 10^{10} \text{ Bq}$

عندما :  $t_2 = 120 \text{ jours}$  تكون  $A_2 = 2,736 \times 10^{10} \text{ Bq}$

المطلوب : - احسب ثابت الاتحلال لها العنصر .

- احسب النشاطية الإشعاعية  $A_0$  عند الحظة  $t = 0 \text{ s}$  .

#### الحل :

لدينا :  $N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}$  (1) و  $A_1 = \lambda N_1$  (2)  $N_2 = N_0 e^{-\lambda t_2}$

من (1) و (2) نجد :  $\lambda = \frac{A_1}{N_1} = \frac{A_2}{N_2}$  ومنه :  $\frac{A_1}{A_2} = \frac{N_1}{N_2} = e^{\lambda(t_2 - t_1)}$



الحل:

لدينا:  $\Delta E = \Delta m C^2$  أي:  $\Delta E = [(m(Th) - (m(\alpha) + m(X))] C^2$   
 $\Delta E = [232,0287 - (228,0202 + 4,0026)] \times 931,5 = 5,49 \text{ Mev}$

معادلتى الاختزل: (الرييوم)  ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{88}^{228}\text{Ra}$   
 حساب السرعة  $v_\alpha$ : لدينا  $\Delta E = m_\alpha C_\alpha^2$  حيث  $\Delta E$  بالجول

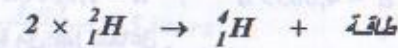
$$\Delta E = 5,49 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 8,784 \cdot 10^{-13} \text{ joule}$$

$$v_\alpha^2 = \frac{\Delta E}{m_\alpha} = \frac{8,784 \cdot 10^{-13}}{4,0026 \times 1,66055 \cdot 10^{-27}} = 1,3215 \cdot 10^{14}$$

$$v_\alpha = 1,1496 \cdot 10^7 \text{ m/s} \dots\dots\dots \text{ ومنه:}$$

**التمرين الثاني عشر:**

احسب الطاقة المتحررة من اندماج نواتي ديتريوم  ${}^2_1\text{H}$  لتكوين نواة هليوم وفق المعادلة التالية:



علما ان:  ${}^4_2\text{He} = 4,0026 \text{ u}$  ،  ${}^2_1\text{H} = 2,0141 \text{ u}$

الحل:

علما ان:  ${}^4_2\text{He} = 4,0026 \mu$  ،  ${}^2_1\text{H} = 2,0141 \mu$

$$E = \Delta mc^2 = (2 \times 2,0141 - 4,0026) \times 931,5 = 23,8336 \text{ Mev}$$

$$E_{\text{تحرر}} = 23,8336 \text{ Mev}$$

**التمرين الثالث عشر:**

لتكن الأنوية التالية:  ${}^4_2\text{He} = 4,0015 \text{ u}$  ،  ${}^6_3\text{Li} = 6,0135 \text{ u}$  ،  ${}^5_3\text{Li} = 5,0109 \text{ u}$

1/ احسب طاقة الربط المتوسطة لكل نوكليون من هذه الأنوية .

2/ تعتبر التفاعلات النووية التالية:  ${}^5_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H}$  (1).....

(2).....  ${}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$

ا- احسب في كل حالة طاقة التفاعل .

ب- أي تفاعل يحدث تلقائيا ؟

الحل:

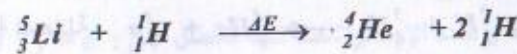
1/ نعلم أن طاقة نوكليون:  $E_{LN}(\text{He}) = \frac{E_L}{A}$

$$E_L = [Z m_p + (A - Z) m_n - m] C^2$$

$$E_{LN}(\text{He}) = \frac{1}{4} (2 \times 1,00728 + 2 \times 1,00856) - 4,0015 \times 931,5 = 7,08 \text{ Mev}$$

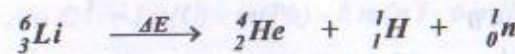
بنفس الطريقة:  $E_{LN}({}^5\text{Li}) = 5,27 \text{ Mev}$  ،  $E_{LN}({}^6\text{Li}) = 5,33 \text{ Mev}$

2/ احسب الطاقة النووية: من أجل التفاعل (نفذ الليثيوم حتى ينشطر)



$$\Delta E = E_{L2} - E_{L1} = 5,27 \times 5 - 4 \times 7,08 = 1,97 \text{ Mev}$$

و تكون الطاقة المتحررة:  $\Delta E = -1,97 \text{ Mev}$  ناشر للحرارة



$$\Delta E = 5,33 \times 6 - 4 \times 7,08 = +3,66 \text{ Mev}$$

و تكون الطاقة المتحررة:  $\Delta E = +3,66 \text{ Mev}$  يمتص الحرارة

ب/ مما سبق نستنتج أن التفاعل الأول هو الذي يتم تلقائيا لأن  $\Delta E < 0$

**التمرين الرابع عشر:**

تعطى ذرة البور  ${}^{10}_5\text{B}$  ، إذا علمت ان:  $M_p = 1,00728 \text{ u}$  و  $M_N = 1,00856 \text{ u}$

- احسب النقص في الكتلة وطاقة التماسك الكلية بالجول و بالميغاكيلترون فولط .

- احسب طاقة التماسك لكل نوكليون (نوية) .

الحل:

$$\Delta m = Z (m_p + m_N) - m(B) \quad 1/$$

$$\Delta m = 5 (1,00728 + 1,00856) - 10,01294 = 0,06676 \text{ u}$$

$$\Delta E = \Delta m_{\text{kg}} C^2 = \Delta m_u \times 931,5 = 0,06676 \times 931,5 = 62,5 \text{ Mev}$$

$$\Delta E = 62,5 \text{ Mev} = 10^{-11} \text{ joule}$$

$$2/ \text{ طاقة التماسك لكل نوكليون: } \Delta E_N = \frac{\Delta E}{A} = \frac{62,5}{10} = 6,25 \text{ Mev}$$



الحل:

$$E_L = \Delta m C^2 \text{ لدينا } 1/$$

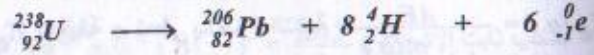
$$E_L(^{238}_{92}\text{U}) = 1760,5 \text{ Mev} \Leftrightarrow E_L(\text{U}) = [92 m_p + 146 m_N - m(\text{U})] \text{ ومنه:}$$

$$E_N = \frac{E_L}{A} = \frac{1760,5}{238} = 7,4 \text{ Mev} \text{ ومنه تكون طاقة الربط لكل نوية هي:}$$

$$E_N(^{206}_{82}\text{Pb}) = 7,41 \text{ Mev} \text{ ، } E_L(^{206}_{82}\text{Pb}) = 1526,46 \text{ Mev} \text{ ونفس الشيء نجد:}$$

إذن يكون  $^{206}_{82}\text{Pb}$  أكثر استقرارا من  $^{238}_{92}\text{U}$

2/ أ - بتطبيق قانون انحفاظ الشحنة و العدد الإجمالي للكتلة نجد نحصل على:  $x = 8$  ;  $y = 6$



ب/ الطاقة المحررة خلال التهاافت هي:

$$E = \Delta m C^2 = [m(\text{U}) - m(\text{Pb}) - 8 m(\alpha) - 6 m(\beta^-)] \times 931,5 = -2,6 \text{ Mev}$$

3/ نحسب عدد الأنوية الموجودة في  $m(\text{Pb}) = 10 \text{ mg}$

$$N_{\text{Pb}} = \frac{10 \text{ mg}}{m(\text{Pb})} = \frac{10 \times 10^{-6}}{206,0385 \times 10^{-27}} = 2,93 \cdot 10^{19} \text{ نواة}$$

$$N_U = \frac{10^{-3}}{238,051 \times 1,66 \times 10^{-27}} = 2,5305 \cdot 10^{21} \text{ نواة}$$

$$* \text{ لدينا قانون التهاافت } N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ و } \lambda = \frac{\text{Ln}2}{\tau}$$

و بما أن الصخرة تحوي على كل من  $\text{Pb}$  و  $\text{U}$  و  $N_0 = N_{\text{Pb}} + N_U$

$$N_U = (N_{\text{Pb}} + N_U) e^{-\lambda t} \text{ و } \lambda = \frac{0,634}{4,5 \times 10^9} = 1,54 \times 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$$

$$\text{Ln} \frac{N_U}{N_{\text{Pb}} + N_U} = -\lambda t \Leftrightarrow t = \frac{-\text{Ln}(N_U / (N_{\text{Pb}} + N_U))}{\lambda} = \frac{-\text{Ln}(0,0114)}{1,54 \times 10^{-10}}$$

أي العمر التقريبي للصخرة:  $t = 7,46 \times 10^7 \text{ ans}$  .....

التمرين الخامس عشر:

نقوم بدمج نواة ديتريوم ( $^2_1\text{H}$ ) بنواة ترينيوم  $^3_1\text{H}$  فيتحرر نوترون و تنتج نواة الهليوم  $^4_2\text{He}$   
أ/ اكتب معادلة التفاعل النووي الحادث.

ب/ احسب مقدار الطاقة الناتجة من هذا التفاعل

$$\text{نعطي: } ^3_1\text{H} = 3,0165 \text{ u} \text{ ، } ^4_2\text{He} = 4,0026 \text{ u} \text{ ، } ^2_1\text{H} = 2,0147 \text{ u}$$

$$n = 1,0087 \text{ u}$$

الحل:

أ/ كتابة المعادلة:  $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0n$  (مبدأ صناعة القنبلة الهيدروجينية)

ب/ حساب الطاقة: لدينا  $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$$\Delta E = [(4,0026 + 1,0087) - (2,0147 + 3,0165)] 1,6 \times 10^{-27} \text{ J} \times (3 \cdot 10^8)^2$$

$$= -3 \times 10^{-10} \text{ joule} < 0$$

يعني أن التفاعل ناشر للحرارة لأن  $(\Delta E < 0)$

التمرين السادس عشر:

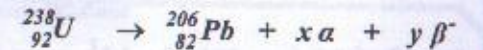
لتكن النويبتان  $^{238}_{92}\text{U}$  ،  $^{206}_{82}\text{Pb}$  فإذا علمت أن:

$$m_p = 1,0087 \text{ u} \text{ ، } ^{206}_{82}\text{Pb} = 206,0385 \text{ u} \text{ ، } ^{238}_{92}\text{U} = 238,051 \text{ u}$$

$$m(\beta^-) = 5,5 \times 10^{-4} \text{ u} \text{ ، } m(\alpha) = 4,0015 \text{ u} \text{ ، } m_p = 1,0073 \text{ u}$$

1/ احسب طاقة الربط لكل من  $^{238}_{92}\text{U}$  و  $^{206}_{82}\text{Pb}$  ، و من هي الأكثر استقرارا ؟

2/ إذا اعتبرنا أن  $^{238}_{92}\text{U}$  تتهاافت إشعاعيا لتعطي  $^{206}_{82}\text{Pb}$  و ينتج عن هذا الإشعاع  $\alpha$  ،  $\beta^-$



1/ أوجد  $x$  و  $y$ .

2/ احسب  $\Delta E$  خلال هذا التهاافت.

3/ نعتبر صخرة معدنية قديمة تحتوي في اللحظة  $t$  على  $1 \text{ g}$  من  $^{238}_{92}\text{U}$  و  $10 \text{ mg}$  من

$^{206}_{82}\text{Pb}$  فإذا اعتبرنا لحظة  $t=0$  هي اللحظة التي تكونت فيها الصخرة ، و أن  $^{206}_{82}\text{Pb}$  قد

نتج عن تهاافت  $^{238}_{92}\text{U}$  و أن دور الإشعاع للأورنيوم هو  $\tau = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}$

- أوجد عمر هذه الصخرة.



ومنه :  $E_c(\alpha) = \frac{E}{1 + \frac{m_\alpha}{m_{Tl}}}$  ، ت . ع :  $E_c(\alpha) = 0,98 E$

و هذا يعني أن 98% من الطاقة الناتجة تأخذها  $(\alpha)$

### التمرين الثامن عشر :

احسب الكتلة المتبقية من 20 mg من نظير  $^{35}_{16}S$  بعد 36,13 عام ، إذا علمت أن نصف عمر  $^{35}_{16}S$  هو 87,1 عام .

### الحل :

\* حساب ثابت الإشعاع :  $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda}$  أي :  $\lambda = \frac{\ln 2}{\tau} = \frac{0,693}{87,1} = 7,95 \cdot 10^{-3} \text{ ans}^{-1}$

\* حساب الكتلة المتبقية بعد مضي 36,13 ans

لدينا :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  حيث  $N$  الكمية المتبقية ،  $N_0$  الكمية الابتدائية

ومنه :  $N = 20 e^{-7,95 \cdot 10^{-3} \times 36,13} = 15 \text{ mg}$  أي :  $N = 15 \text{ mg}$

### التمرين التاسع عشر :

لتكن النويدتين  $^{226}_{88}Ra$  و  $^{222}_{86}Rn$  ،  $m(Ra) = 225,977 u$

$m(Rn) = 221,970 u$

1/ عرف طاقة الربط  $E_L$  للنواة .

2/ احسب الربط لنواة  $Rn$

3/ 1- قارن طاقة الربط بين  $Rn$  و  $Ra$  ، إذا علمت أن طاقة الربط لنواة الراديوم

$E(Ra) = 7,74 \text{ Mev/nucleon}$

2/3 - أوجد النوية أكثر استقرارا .

4/ 1- تهاقت نوية الراديوم إلى نوية الراديوم ويرافق هذا التهاقت انطلاق إشعاع

- حدد نوع هذا الإشعاع .

- اكتب معادلة هذا التهاقت

4/ 2- لتكن  $N_0 = 10^{25}$  عدد نويدات الراديوم عند اللحظة  $t = 0 s$  و  $N$  عدد النويدات

المتبقية عند اللحظة  $t = \tau/2$  حيث  $\tau$  دور الإشعاع للنويد .

- احسب  $N$

### التمرين السابع عشر :

تعتبر النوكليدة  $^{212}_{83}Bi$  (البزموت) تتهاقت إشعاعيا  $(\alpha)$

1/ أذكر قوانين الانحفاظ التي تخضع لها التفاعلات النووية .

2/ اكتب بالاعتماد على الجدول معادلة هذا التهاقت وتعرف على  $^4_2X$  المتولدة .

الاسم	الرمز	الخصائص	التاليم	الزئبق	الذهب
		$^{82}Pb$	$^{81}Tl$	$^{80}Hg$	$^{79}Au$

3/ احسب الطاقة المتحررة خلال هذا التهاقت .

4/ إذا علمت أن الطاقة الناتجة عن هذا التهاقت تحول كليا إلى طاقة حركية  $(\alpha)$

- بين أن الطاقة الحركية  $E_c(\alpha)$  للدقيقة  $\alpha$  تعطى بالعلاقة التالية  $E_c(\alpha) = \frac{\Delta E}{1 + \frac{m(\alpha)}{m(Tl)}}$

نعطي :  $m(\alpha) = 4,0015 u$  ،  $m(Tl) = 207,9831 u$  ،  $m(Bi) = 211,9913 u$

### الحل :

- 1- مبدأ انحفاظ الشحنة
- 2- مبدأ انحفاظ العدد الكتلي
- 3- مبدأ انحفاظ ( الكتلة - الطاقة )
- 4- مبدأ انحفاظ كمية الحركة

1/ قوانين الانحفاظ



2/ كتابة معادلات التهاقت :

3/ الطاقة المتحررة :

$\Delta E = \Delta m C^2 = [m(Bi) - m(\alpha) - m(Tl)] \cdot 931 = 6,24 \text{ Mev} = 10^{-12} \text{ joule}$

4/ بما أن مبدأ انحفاظ كمية الحركة محقق إذن :

$\vec{P}(\alpha) + \vec{P}(Tl) = \vec{0} \Leftrightarrow m_\alpha v_\alpha - m_{Tl} v_{Tl} = 0$

بتربيع الطرفين :  $(m_\alpha v_\alpha)^2 = (m_{Tl} v_{Tl})^2 \Leftrightarrow m_\alpha E_c(\alpha) = m_{Tl} E_c(Tl)$

إذن :  $E_c(\alpha) = \frac{m_{Tl}}{m_\alpha} E_c(Tl)$

وبما أن الطاقة الكلية لهذا التهاقت هي :

$E = E_c(\alpha) + E_c(Tl) = E_c(\alpha) + \frac{m_\alpha}{m_{Tl}} E_c(\alpha) = E_c(\alpha) \left( 1 + \frac{m_\alpha}{m_{Tl}} \right)$



1/ طاقة الربط لنواة  ${}^A_ZX$  هي الطاقة اللازمة لفصل نويتها و هي في حالة سكون و نعبّر عنها :

$$E_L ({}^A_ZX) = [Zm_p + (A - Z) m_n - m(X)] C^2$$

2/ طاقة الربط لنواة Rn :

$$E_L ({}^{222}_{86}Rn) = [86m_p + (222 - 86) m_n - m(Rn)] C^2 = 1728,86 \text{ Mev}$$

3/ و منه طاقة الربط بالنسبة لنوية النواة الرادون :

$$E(Rn) = \frac{E_c(Rn)}{222} = \frac{1728,86}{222} = 7,788 \text{ Mev}$$

بما أن :  $E(Rn) > E(Ra)$  إذن نواة الراديوم أكثر استقراراً

$${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{226}_{86}Rn + {}^4_2He \quad \text{معادلة التهاافت}$$

$$t = \frac{T}{2} \quad \text{لما : } -2/4$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\lambda \frac{T}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

يكون :

$$N = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda N = \ln 2 \dots \dots \dots (2)$$

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}} = 7,07 \times 10^{24} \text{ نوية} \quad \text{من (1) و (2) نجد :}$$

$$N = 7,07 \times 10^{24} \text{ نوية}$$

التمرين العشرون:

حدد النيكليد X في المعادلات التالية ثم وازن المعادلة

- |   |   |
|---|---|
| 1) ${}^4_2He + {}^{14}_6C \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_1H$            | 7) ${}^3_1H \rightarrow {}^3_2H + {}^A_ZX$                                    |
| 2) ${}^9_4B + {}^4_2He \rightarrow {}^A_ZX + {}^{12}_6C$            | 8) ${}^{106}_{47}Ag \rightarrow {}^{106}_{48}Cd + {}^A_ZX$                    |
| 3) ${}^{14}_7N + {}^4_2He \rightarrow {}^A_ZX + {}^{17}_8O$         | 9) ${}^A_ZX + {}^{14}_7N \rightarrow {}^{15}_8O + {}^1_0n$                    |
| 4) ${}^{23}_{11}Na + {}^4_2He \rightarrow {}^A_ZX + {}^{26}_{12}Mg$ | 10) ${}^{27}_{13}Al + {}^0_0\gamma \rightarrow {}^A_ZX + 2 {}^1_1H + {}^1_0n$ |
| 5) ${}^A_ZX + {}^4_2He \rightarrow {}^{57}_{27}Co + {}^1_0n$        | 11) ${}^{16}_8O + {}^{238}_{92}U \rightarrow {}^A_ZX + {}^1_0n$               |
| 6) ${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^A_ZX$             | 12) ${}^A_ZX + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$                        |

تحديد النيكليد X

- |   |  |
|---|--|
| 1) ${}^4_2He + {}^{14}_6C \rightarrow {}^{17}_7N + {}^1_1H$         | 7) ${}^3_1H \rightarrow {}^3_2H + {}^0_{-1}e$  |
| 2) ${}^9_4B + {}^4_2He \rightarrow {}^1_0n + {}^{12}_6C$            | 8) ${}^{106}_{47}Ag \rightarrow {}^{106}_{48}Cd + {}^0_{-1}e$                        |
| 3) ${}^{14}_7N + {}^4_2He \rightarrow {}^1_1H + {}^{17}_8O$         | 9) ${}^2_1H + {}^{14}_7N \rightarrow {}^{15}_8O + {}^1_0n$                           |
| 4) ${}^{23}_{11}Na + {}^4_2He \rightarrow {}^1_1H + {}^{26}_{12}Mg$ | 10) ${}^{27}_{13}Al + {}^0_0\gamma \rightarrow {}^{24}_{11}Na + 2 {}^1_1H + {}^1_0n$ |
| 5) ${}^{55}_{25}Mn + {}^4_2He \rightarrow {}^{57}_{27}Co + {}^1_0n$ | 11) ${}^{16}_8O + {}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{249}_{100}Fm + 5 {}^1_0n$           |
| 6) ${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^0_{-1}e$          | 12) ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$                               |

التمرين الواحد والعشرون:

يمكن تبسيط المعادلات النووية  ${}^A_ZX(x; y) \rightarrow {}^A_ZX'$

حيث تمثل القذيفة x و تمثل الجسيمة الناتجة y.

مثال :  ${}^{24}_{12}Mg + {}^2_1d \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{22}_{11}Na$  تبسيط كالتالي :

$${}^{24}_{12}Mg(d; \alpha) \rightarrow {}^{22}_{11}Na$$

\* بالاعتماد على المثال السابق قم بتبسيط المعادلات المذكورة في التمرين 20

${}^{14}_7N(\alpha, {}^1_1H) {}^{15}_8O$ /9	${}^{55}_{25}Mn(\alpha, 2 {}^1_0n) {}^{57}_{27}Co$ /5	${}^{14}_6C(\alpha, {}^1_1H) {}^{17}_7N$ /1
$Al(\gamma, (H, n)Na)$ /10	${}^{30}_{15}P(\alpha, {}^0_{-1}e) {}^{30}_{14}Si$ /6	${}^9_4B(\alpha, {}^1_0n) {}^{12}_6C$ /2
${}^{238}_{92}U(\alpha, 5 {}^1_0n) {}^{240}_{100}Fm$ /11	${}^3_1H(\alpha, {}^0_{-1}e) {}^3_2He$ /7	${}^{14}_7N(\alpha, {}^1_1H) {}^{17}_8O$ /3
${}^3_1H(\alpha, {}^1_0n) {}^4_2He$ /12	${}^{106}_{47}Ag(\alpha, {}^0_{-1}e) {}^{106}_{48}Cd$ /8	${}^{23}_{11}N(\alpha, {}^1_1H) {}^{26}_{12}Mg$ /4

التمرين الثاني والعشرون:

تتحول ذرة البولونيوم  ${}^{210}_{84}Po$  إلى ذرة رصاص  ${}^{206}_{82}Pb$  و تصدر جسيمة (α)

1/ أكتب معادلة التفاعل النووي الحادث

2/ أحسب قيمة الطاقة المتحررة بـ Mev و بالجول

\* نعطي :  $Po = 210,0856 u$  ،  $Pb = 206,0789 u$



الحل :

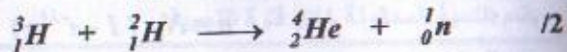


حساب الطاقة المتحررة :  $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$$\Delta E = [2 \times 4,00260 - (1,00783 + 7,01601)] 931,5$$

$$= -17,13 \text{ Mev} = -0,278 \cdot 10^{-11} \text{ joule}$$

بما أن  $\Delta E < 0$  إذن التفاعل ناشر للحرارة



حساب الطاقة المتحررة :  $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$$\Delta E = [(4,00260 + 1,00867) - (3,01605 + 2,01410)] 931,5$$

$$= -17,586 \text{ Mev} = -0,282 \cdot 10^{-11} \text{ joule}$$

بما أن  $\Delta E < 0$  إذن التفاعل ناشر للحرارة

التحريين الخاصس والعشرون :

يعطي 1g من  ${}^{212}_{83}\text{Bi}$  حوالي  $928 \cdot 10^{18}$  تهافتا في 34,5 mn

/1 أوجد نصف عمر الـ  ${}^{212}_{83}\text{Bi}$

/2 ما هو حجم الهليوم  ${}^4_2\text{He}$  الناتج في زمن 1 heure من 1g وهذا في الشروط النظامية ؟

الحل :

لدينا :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  ..... (1) و  $\tau = \frac{\text{Ln}2}{\lambda}$  ..... (2)

من (1) و (2) نحصل على :  $\lambda = -\frac{1}{t} \text{Ln} \frac{N}{N_0}$  ومنه :  $\tau = \frac{t \cdot \text{Ln}2}{\text{Ln}(N_0/N)}$

\* حساب الكمية الابتدائية  $N_0$  بعدد الذرات في الزمن  $t = 34,5 \text{ mn}$

$$N_0 = 2839 \cdot 10^{18} \text{ atomes} \longleftarrow \begin{cases} 212 \text{ g} \longrightarrow 6,023 \cdot 10^{23} \text{ ذرة} \\ 1 \text{ g} \longrightarrow N_0 \text{ ذرة} \end{cases}$$

\* حساب الكمية المتهافتة  $N$  :

لدينا :  $N_0 - N = 928 \cdot 10^{18}$  أي :  $N = 1911 \times 10^{18} \text{ atomes}$

\* حساب دور نصف العمر  $\tau$  :  $\tau = \frac{34,5 \times 0,693}{\text{Ln}(2839 \cdot 10^{18} / 1911 \cdot 10^{18})} = 60,78 \text{ mn}$

الحل :

/ا كتابة المعادلة :  ${}^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$   
ب/ حساب الطاقة المتحررة :

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 = [(206,0789 + 4,0026) - 210,0856] \cdot 931,5$$

$$= -3,812 \text{ Mev} = -5,904 \times 10^{-13} \text{ joule}$$

و بما أن  $(\Delta E < 0)$  إذن التفاعل ناشر للحرارة

التحريين الثالث والعشرون :

في تفاعل متسلسل تتحول ذرة الأورانيوم  ${}^{238}_{92}\text{U}$  إلى ذرة بلوتونيوم  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  وهذا وفق المراحل التالية :

المرحلة 1: يتحول الأورانيوم  ${}^{238}_{92}\text{U}$  عند قذفه بـ نوترون  $({}^1_0\text{n})$  إلى نظير الأورانيوم  ${}^{239}_{92}\text{U}$

المرحلة 2: يتلقى الأورانيوم  ${}^{239}_{92}\text{U}$  انشطار من  $({}^0_{-1}\text{e})\beta^-$  ليتحول إلى نواة  ${}^A_Z\text{X}$

المرحلة 3: تتلقى النواة  ${}^A_Z\text{X}$  انشطار من  $({}^0_{-1}\text{e})\beta^-$  فتنتج نواة  ${}^{A'}_{Z'}\text{X}'$

المرحلة 4: تتلقى النواة  ${}^{A'}_{Z'}\text{X}'$  انشطار من نوع  $({}^4_2\text{He})\alpha$

/ا بالاعتماد على قوانين الاتحفاظ أكتب التفاعل النووي الحادث في كل مرحلة مع تحديد

العضرين  ${}^A_Z\text{X}$  و  ${}^{A'}_{Z'}\text{X}'$

ب/ أحسب مقدار الطاقة الناتجة المتحررة في كل تفاعل حادث .

الحل :

/ا المرحلة 1:  ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{239}_{92}\text{U}$

المرحلة 2:  ${}^{239}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{239}_{93}\text{Np}$  (التوتونيوم)

المرحلة 3:  ${}^{239}_{93}\text{Np} \longrightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{239}_{94}\text{Pu}$  (البلوتونيوم)

المرحلة 4:  ${}^{239}_{94}\text{Pu} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{235}_{92}\text{U}$  (الأورانيوم)

ب/ حساب الطاقة المتحررة : أنظر التحريين السابق

التحريين الرابع والعشرون :

أكمل التفاعلات النووية التالية ثم أحسب مقدار الطاقة المتحررة في كل تفاعل ، ثم أستنتج التفاعل الماص للحرارة والناشر لها :





**التمرين السابع والعشرون**

لتعيين حجم الدم في حيوان ، قام العلماء البيولوجيون بحقنه بمحلول يحوي نظير الصوديوم  $^{24}Na$  ، وكان حجم الحقنة  $1cm^3$  وبعد 6 ساعات من الحقن نزع الطعام  $1cm^3$  من دم هذا الحيوان قبلت فعالية الإشعاع فيه  $1dpm$  .  
فإذا علمت أن الدور الإشعاعي للصوديوم المقدم هو  $\tau = 18 h$  وفعالته  $2.10^3 dpm$  .  
\* أحسب حجم دم الحيوان و هذا بإهمال حجم الحقنة بالمقارنة مع الحجم الكلي للدم ، و اعتبار بقاء الكمية المحقونة خلال فترة التجربة .

**الحل :**

حساب حجم دم الحيوان :

\* حساب النشاطية الإشعاعية خلال 6h : لدينا

$$(1) \dots\dots\dots A_{6h} = \lambda N_{6h} \quad \text{و} \quad (2) \dots\dots\dots N = N_0 e^{-\lambda t}$$

من (1) و (2) نجد :  $A_{6h} = \lambda N_{6h} = \lambda N_0 e^{-\lambda(6h)}$  ولدينا :  $\lambda = \frac{\ln 2}{\tau}$

ومن هنا :  $A_{6h} = A_0 e^{-\lambda(6h)} = 2 \times 10^3 \cdot e^{-(0,693/18)6} = 1587,40 dpm$

$$\left. \begin{array}{l} 1 cm^3 \longrightarrow 1 dpm \\ x cm^3 \longrightarrow 1587,40 dpm \end{array} \right\} \text{ و منه يكون حجم الدم :}$$

و يكون حجم دم الحيوان :  $V = 1587,40 cm^3 = 1,5874 litre$

**التمرين الثامن والعشرون**

تُغذف أنوية اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  في قلب مفاعل نووي ببترونات بطينة ، فتنتشر وفق المعادلة التالية :  
 $^{235}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^A_ZX + {}^1_0n + \text{طاقة}$   
1/ عيّن كلا من A و Z ثم استنتج النواة الموافقة X .  
2/ إذا علمت أن الطاقة المتحررة من انشطار نواة اليورانيوم أثناء التفاعل النووي السابق هي في حدود (200 Mev)  
أ/ أحسب الطاقة النووية المتحررة من انشطار (1 g) من  $^{235}_{92}U$   
ب/ إذا علمت أن احتراق 1 mole من الفحم C (تفاعل كيميائي) ينتج مقداراً من الطاقة (0,393 Mjoulles) ، فأحسب كتلة الفحم التي تعطي نفس الطاقة التي يعطيها انشطار 1g من  $^{235}_{92}U$



موقع  
الدراسة الجزائرية  
www.eddirasa.com

$$\lambda = \frac{\ln 2}{\tau} = 0,0114 mn^{-1} \quad \text{و}$$

1/ حساب حجم الهليوم الناتج في الساعة :

$$\text{لدينا العلاقة : } PV = nRT \quad \text{أي : } V = \frac{nRT}{P}$$

ولدينا كمية الهليوم الناتجة = كمية  $Bi$  المتهاضفة  
\* حساب كمية  $Bi$  المتهاضفة :

$$\text{لدينا : } n = N_0 - N \quad \text{أي : } n = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

ومن هنا :  $N_0 = \frac{m}{M} = 4,72 \times 10^{-3} mole$  (عدد المولات الابتدائية)

$$\text{إذن : } n = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) = 4,72 \cdot 10^{-3} (1 - e^{-0,0114 \times 60}) = 2,189 mole$$

$$\text{وعليه : } V = \frac{nRT}{P} = \frac{2,189 \cdot 10^{-3} \times 0,082 \times 273}{1} = 0,049 l$$

$$V = 49 ml \quad \dots\dots\dots \text{أي :}$$

**التمرين السادس والعشرون**

في إحدى الحفريات القائمة في مصر عثر على خشبة في قبر فرعوني (تابوت) بلغ نشاط نظير الكربون في هذا التابوت  $^{14}C$  فيها  $7,3 dpm/g$  ، فإذا علمت أن نشاط عينة من الخشب الحديث يساوي  $12,6 dpm/g$  ، و أن دور النشاط الإشعاعي لنظير الكربون  $^{14}C$  هو  $\tau = 5590 ans$   
\* ما هو عمر هذه الخشبة ؟

**الحل :**

نعتبر ما يلي :  $A_0$  نشاط العينة الحديثة و  $A_1$  نشاط العينة القديمة

$$\text{لدينا : } A = \lambda N \quad \text{ومن هنا : } \frac{A_0}{A_1} = \frac{N_0}{N_1} = \frac{N_0}{N_0 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t}$$

$$\text{بإدخال اللوغاريتم نحصل على : } \ln \frac{A_0}{A_1} = \lambda t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A_1}$$

$$\text{ولدينا : } \tau = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{و عليه : } t = \frac{\tau}{0,693} \ln \frac{A_0}{A_1} = \frac{5590}{0,693} \ln \left( \frac{12,6}{7,3} \right)$$

ومن هنا :  $t = 4422 ans$  إذن عمر العينة الخشبية أربع و أربعين قرناً و 22 سنة .



### التمرين التاسع والعشرون

في تفاعل انشطاري لنواة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  بواسطة نيوترون ( $^1_0n$ ) نتج عنها نواة الموليبدينوم  $^{95}_{42}Mo$  ونواة اللانتانوم  $^{139}_{57}La$  وتطلق إشعاعات ( $\beta^-$ ) و عدد من النيوترونات ، و ينتج كذلك مقدار من الطاقة الحرارية .  
1/ أكتب معادلة الانشطار النووي السابق.

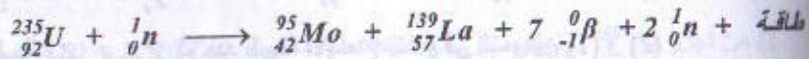
2/ بإهمال كتلة الإلكترونات و إعطاء كتلة النيكلونات كما يلي :  $^1_0n = 1,00866 u$

$$^{139}_{57}La = 138,9061 u, \quad ^{235}_{92}U = 235,04390 u, \quad ^{95}_{42}Mo = 94,90584 u$$

أحسب بالجول و  $Mev$  الطاقة المتحررة بالانشطار لنواة اليورانيوم، ثم لـ  $1 mole$  من نواة  $^{235}_{92}U$  علماً أن :  $1 u = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$  ،  $C = 3 \cdot 10^8 m/s$

**الحل :**

1/ معادلة الانشطار :



$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 = [(m_{Mo} + m_{La} + 2m_n) - (m_U + m_n)]C^2$$

$$= [138,90614 + 94,90584 + 2,01732 - 235,04390 - 1,00866] (3 \cdot 10^8)^2 \times 1,67 \cdot 10^{-27}$$

$$\Delta E = -3,36 \times 10^{-11} \text{ joule} \quad \text{بما أن } \Delta E < 0 \text{ إذن تفاعل ناشر للحرارة}$$

$$\Delta E = \Delta m \times 931,5 = -0,22326 \times 931,5 = -207,96 \text{ Mev} \quad \Delta E \rightarrow \text{حساب} *$$

$$1 \text{ mole} \longrightarrow N = 6,023 \cdot 10^{23} \quad \text{حساب الطاقة المتحررة من } 1 \text{ mole} :$$

$$\Delta E_{(1mole)} = N \Delta E = 6,023 \cdot 10^{23} \times 3,36 \cdot 10^{-11} = -1,2525 \cdot 10^{26} \text{ Mev}$$

### التمرين الثلاثون



\* يعطى منحنى تهافت التريوم  $^{230}Th$  بدلالة الزمن و  $N_0$  ( العدد الابتدائي للأتوية ) أي  $\frac{N(t)}{N_0} = f(t)$

1-1/ تتهاافت نواة التريوم  $^{230}_{90}Th$

إلى نواة  $^{226}_{86}Ra$  و ينتج عن ذلك

إشعاع من نوع  $\alpha$

أ / ماذا تمثل  $\alpha$

ب/ أكتب معادلة تهافت السابق مع

3/ يمكن التحكم في الطاقة النووية السابقة في المفاعلات النووية و تحويلها من شكلها الحراري إلى شكلها الكهربائي بمرودود 30% . ضمن هذه الشروط .

- أحسب كتلة اليورانيوم (235) التي تستهلكها المحطة الكهربائية النووية في يوم واحد علماً أنها تعطي استطاعة متوسطة كهربائية تساوي  $900 MWatt$

$$\text{يعطى : } N = 6,023 \cdot 10^{23} \quad , \quad 1MW = 10^6 W \quad , \quad C = 12 \text{ g/mole}$$

**الحل :**

1/ بتطبيق قانون حفظ العدد الكتلي و العدد الشحني نجد :  $Z = 56$  ،  $A = 142$

و منه تكون النواة هي نواة الباريوم  $^{142}_{56}B$

$$1 \text{ نواة} \xrightarrow{\text{تحرر}} 200 \cdot 10^6 \text{ ev} \quad \text{2. أ- لدينا :}$$

$$N \text{ نواة} \xrightarrow{\text{تحرر}} N \times 200 \cdot 10^6 \text{ ev}$$

$$235g \xrightarrow{\text{تحرر}} N \times 200 \cdot 10^6 \text{ ev} \quad \text{و عليه :}$$

$$1g \xrightarrow{\text{تحرر}} E$$

$$E = \frac{N \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^8}{235} = 13,5 \cdot 10^{29} \text{ ev} = 8,21 \cdot 10^{10} \text{ joules} \quad \text{و منه :}$$

ب/ حساب كتلة الفحم  $m_c$  التي تحرر نفس الطاقة :

$$12g \longrightarrow 0,393 \cdot 10^6 \text{ joules}$$

$$m_c \longrightarrow 8,21 \cdot 10^{10} \text{ joules}$$

$$\text{و منه : } m_c = \frac{8,21 \cdot 10^{10} \cdot 12}{0,393 \cdot 10^6} = 2,51 \cdot 10^6 \text{ g} \quad \text{أي : } m_c = 2,51 \text{ tonnes}$$

3/ حساب كتلة اليورانيوم : لنفرض أن  $E_{el}$  الطاقة الكهربائية و  $E_{ch}$  الطاقة الحرارية

$$\text{لدينا : } E_{el} = P \times t \quad \text{و} \quad E_{el} = \frac{30}{100} E_{ch}$$

$$\text{أي : } E_{el} = 900 \times 10^6 \times (24 \times 3600) = 7,78 \times 10^{13} \text{ joules}$$

و عليه تكون الطاقة الحرارية :

$$E_{ch} = \frac{E_{el} \times 100}{30} = \frac{7,78 \cdot 10^{13} \cdot 100}{30} = 2,6 \cdot 10^{14} \text{ joules}$$

$$\text{و بما أن : } 1g \text{ ( } ^{235}_{92}U \text{ ) } \longrightarrow 8,21 \cdot 10^{10} \text{ joules}$$

$$m \longrightarrow 2,6 \cdot 10^{14} \text{ joules}$$

$$\text{أي أن كتلة اليورانيوم هي : } m_U = 3,17 \text{ kg} \quad m = \frac{2,6 \cdot 10^{14}}{8,21 \cdot 10^{10}} = 3,17 \cdot 10^3 \text{ g}$$



تحديد A' و Z .

2-1/ ماذا نعني بنصف العمر  $t_{1/2}$  ، تأكد أن قيمة نصف العمر هو  $7,5 \cdot 10^4$  ans من البيان

3-1/ أكتب معادلة تناقص الإشعاع ثم أحسب ثابت التهاافت  $\lambda$  بـ  $ans^{-1}$

4-1/ من بين العناصر التالية :

أ/ عمر النواة  
ب/ العدد الابتدائي للنواة  $N_0$

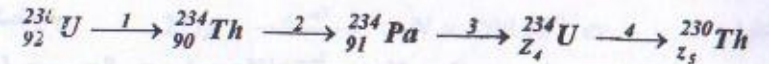
ج/ درجة الحرارة  
د/ طبيعة النواة

ما هو العنصر الذي يرتبط به نصف العمر .

5-1/ إذا علمت أن التريوم  $^{230}Th$  ينتمي إلى عائلة اليورانيوم  $^{238}U$  ، وهي عائلة تتألف من

مجموعة الأنوية المتهاافتة عبر سلسلة من التهاافتات المستمرة إلى نواة الرصاص المستقرة

$^{206}Pb$  ، فإذا كانت هذه سلسلة التهاافت :

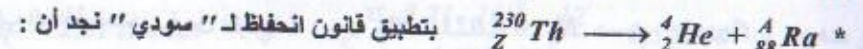


أ/ حدد قيمة  $Z_4$  و  $Z_5$  ثم حدد طبيعة الإشعاع الناتج في التحولين (1) و (2) .

ب/ أثبت أن  $\frac{N(^{234}Th)}{N(^{238}U)}$  ثابتة .

الحل :

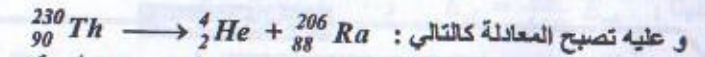
1-1/ تمثل  $\alpha$  نواة الهليوم  $^4_2He$



بتطبيق قانون انحفاظ لـ "سودي" نجد أن :

$$230 = 4 + A \Rightarrow A = 226$$

$$Z = 2 + 88 = 90$$



و عليه تصبح المعادلة كالتالي :

$$N(t) = \frac{N_0}{2} \Rightarrow t = t_{1/2}$$

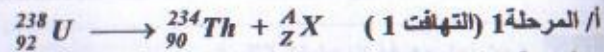
$$t_{1/2} = 7,5 \cdot 10^4 \text{ ans}$$

3-1/ عبارة التهاافت هي :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

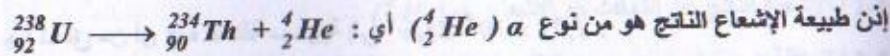
$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{7,5 \cdot 10^4} = 9,2 \cdot 10^{-6} \text{ ans}$$

4-1/ العنصر الذي يتعلق بالدور ( زمن نصف العمر ) هو طبيعة النواة أي لكل نواة دور تتميز به.

5-1/ تحديد  $Z_4$  و  $Z_5$  :

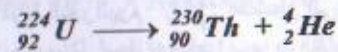


بتطبيق قوانين الانحفاظ :  $Z = 2$  و  $A = 4$



ومنه نجد :  $Z = -1$  و  $A = 0$  ويكون الإشعاع هو من نوع  $\beta^-$  ( $^0_{-1}e$ )

\* لدينا الأورانيوم  $^{234}U$  أي أن  $Z_4 = 92$  و عليه نجد  $Z_5 = 90$



ب/ إثبات ثابت النسبة :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{ومنه} \quad A = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = \lambda N(t)$$

1/ من أجل  $^{230}Th$  ، نعتبر  $\lambda_1$  ثابت التهاافت لهذه النواة  $A(t) = \lambda_1 N(Th)$

2/ من أجل  $^{238}U$  ، نعتبر  $\lambda_2$  ثابت التهاافت لهذه النواة  $A(t) = \lambda_2 N(U)$

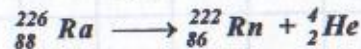
و في حالة التوازن بين الأورانيوم المتهاافت والتريوم الناتج  $\lambda_1 N(^{230}Th) = \lambda_2 N(^{238}U)$

$$\frac{N(^{230}Th)}{N(^{238}U)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \lambda \quad \text{إذن النسبة ثابتة}$$

التحريين الواحد و الثلاثون

\* دراسة الإشعاعات في عائلة اليورانيوم :

1/ تهاافت الراديون : يحوي الهواء  $^{222}Rn$  بكمية معتبرة ، و هذا الغاز يكون مشعا طبيعيا و الذي ينتج من تهاافت الراديوم ( من عائلة اليورانيوم ) حسب المعادلة التالية



1-1/ أنكر نوع التهاافت الإشعاعي في هذا التفاعل .

2-1/ أنكر العلاقة التي تعطي  $\Delta m$  للنواة  $^4_2X$  ذات الكتلة  $m_X$  ، ثم أحسب التغير في الكتلة

لنواة الراديوم بوحدة الكتلة الذرية  $u$

3-1/ أكتب العلاقة التي تعطي الطاقة ثم أحسبها .

4-1/ نعتبر كتلة الراديون  $\Delta m (Rn)$  مساوية لـ  $3,04 \times 10^{-27} \text{ kg}$





**الحل:** (من أجل معرفة المعطيات انظر الدرس)

1-1 / الإشعاع الناتج عن التهاافت هو الإشعاع  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}$ )

2-1 / العلاقة هي:  $\Delta m = [ (Z m_p + (A - Z) m_n - m_X ) ]$

حساب كتلة التغير في Ra:  $\Delta m(\text{Ra}) = [ (Z m_p + (A - Z) m_n - m_{\text{Ra}} ) ] = 1,881 \text{ u}$

3-1 / حساب طاقة الربط (Ra):

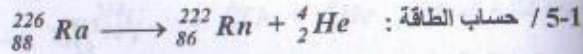
$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \times 1,881 \times (3 \cdot 10^8)^2 = 2,8111 \cdot 10^{-10} \text{ joule}$$

4-1 / تعريف طاقة الربط: هي الطاقة الواجب إعطاؤها لفصل نكليون من النواة وتعطى عبارتها كما يلي:

$$E_L(\text{Rn}) = \Delta m \cdot C^2 = 3,04 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 2,736 \times 10^{-10} \text{ joule}$$

$$\text{جـ} / \text{حساب الطاقة بـ Mev: } E_L = \frac{2,736 \cdot 10^{-10}}{1,6 \cdot 10^{-13}} = 1,71 \times 10^3 \text{ Mev}$$

$$\text{د} / \text{طاقة الربط للنكليون هي: } E_L = \frac{E_L}{A} = \frac{E_L(\text{Rn})}{222} = 7,7 \text{ Mev.nucleon}$$

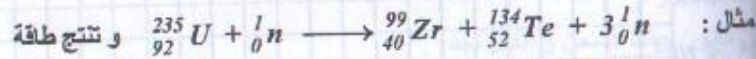


$$\Delta E = [ (m_{\text{Rn}} + m_{\text{He}}) - m_{\text{Ra}} ] \cdot C^2 = -8,97 \cdot 10^{-13} \text{ joule}$$

II / انشطار الأورانيوم:

أ / النظير هو كل عنصر يتغير عدده الكتلي ويبقى العدد الشحني ثابتا.

ب / تعريف الانشطار: عندما نقذف نواة غير مستقرة بقذيفة نترون أو غيرها ينتج عن ذلك نواتين أقل من النواة السابقة بحيث يكون قانون حفظ الكتلة محققا وكذلك قانون حفظ الشحنة.



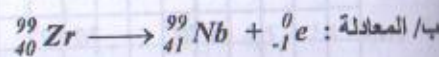
$$\text{III} / E_{\text{Liberee}} = 235 E_L/A(\text{U}) - [ 99 E_L/A(\text{Zr}) + 134 E_L/A(\text{Te}) ] < 0$$

لأنها تنشر طاقة للوسط الخارجي

$$\text{من البيان نجد: } \frac{E_L}{A(\text{Te})} = 8,5 \text{ Mev/n} \cdot \frac{E_L}{A(\text{Zr})} = 8,7 \text{ Mev/n} \cdot \frac{E_L}{A(\text{U})} = 7,2 \text{ Mev/n}$$

$$\text{إن: } E_{\text{Liberee}} = 235 \times 7,2 - [ 99 \times 8,7 + 134 \times 8,5 ] = -3,1 \times 10^2 \text{ Mev}$$

II / الإشعاع  $\beta^-$  هو عبارة عن إلكترون  ${}^0_{-1}\text{e}$



أ / عرف طاقة الربط للنواة  $E_L$ .

ب / أحسب بالجول طاقة الربط للراديوم  $E_L(\text{Rn})$ .

جـ / تحقق من أن هذه الطاقة مساوية إلى  $1,71 \times 10^3 \text{ Mev}$ .

د / استنتج طاقة الربط للنكليود  $E_L/A$  لنواة الراديوم بـ  $\text{Mev}$ .

5-1 / أحسب الطاقة الناتجة من تهاافت الراديوم إلى الراديوم بالجول و بـ  $\text{Mev}$ .

II / انشطار الأورانيوم: يوجد في الطبيعة نظيران من اليورانيوم  ${}^{238}_{92}\text{U}$  و  ${}^{235}_{92}\text{U}$

\* في مركز نووي يتم قذف نواة اليورانيوم  ${}^{235}_{92}\text{U}$  فتتنشط إلى نواة الزركونيوم  ${}^{99}_{40}\text{Zr}$  و

التيلوريوم  ${}^{134}_{52}\text{Te}$

أ / ماذا تعني كلمة نظير؟ ب / أذكر تعريف الانشطار جـ / أكتب معادلة هذا الانشطار

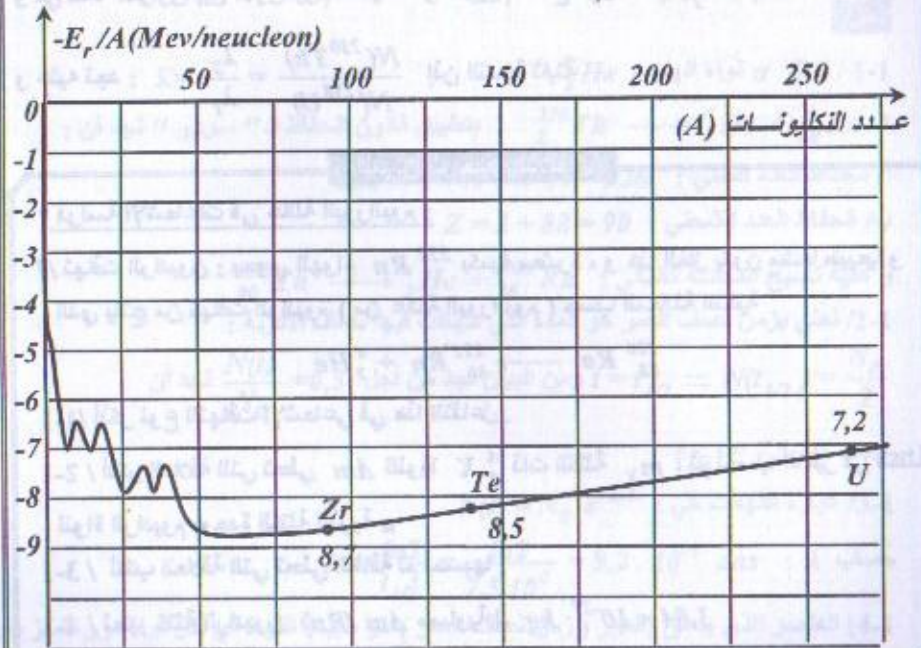
III / تم وضع النويات  $U$ ;  $Zr$ ;  $Te$  في المنحنى الأسفل، بالاعتماد على هذا المنحنى:

1 / أوجد الطاقة الناتجة من انشطار نواة اليورانيوم

2 / تهاافت نواة  $Zr$  الناتجة من انشطار اليورانيوم لتعطي لإشعاع  $\beta^-$  و نواة النيوبيوم  $Nb$ .

أ / أذكر تعريف الإشعاع  $\beta^-$

ب / أكتب معادلة تهاافت الزركونيوم  $Zr$ .





## VI - تحديد عمر الأرض :

1- دراسة عائلة اليورانيوم  $^{238}U$  - الرصاص  $^{206}Pb$

نحن نعلم أن نواة اليورانيوم  $^{238}U$  مشعة طبيعياً فهي تتهاافت عبر سلسلة مستمرة من التهاافتات إلى أن يعطي نواة الرصاص المستقرة، و ندرس هذا الموضوع مع علم الأخذ بعين الاعتبار الإشعاع  $\gamma$  الناتج .

1 - 1 في المرحلة الأولى نواة اليورانيوم ( $^{238}_{92}U$ ) تشع إشعاعاً من نوع  $\alpha$  ونواة التوريوم  $^{234}_{90}Th$  / ماذا نعني بقولنا نواة مشعة .

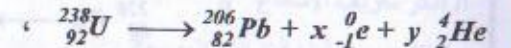
ب / اكتب المعادلة النووية لتهاافت ( $^{238}_{92}U$ ) إلى  $^{234}_{90}Th$  مع تحديد  $Z$  و  $A$  .

2-1 / ففي المرحلة الثانية تتهاافت نواة التوريوم  $^{234}_{90}Th$  بدورها إلى نواة  $^{234}_{91}Pa$  البروتكتينيوم و

ينطلق إشعاع من نوع  $^0_1e$

- اكتب معادلة التفاعل .

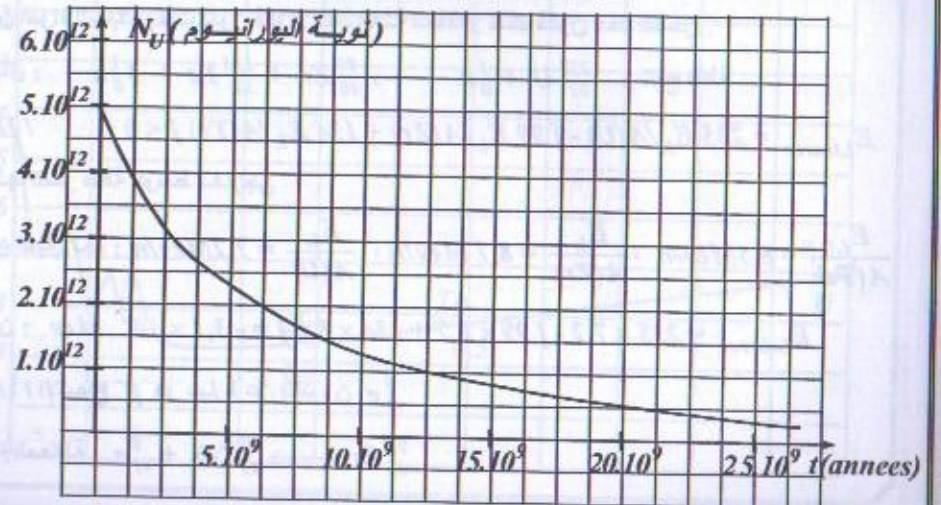
3-1 / نعطي معادلة تهاافت نواة اليورانيوم إلى نواة الرصاص كالتالي :



حدد  $x$  و  $y$  .

2- لتحديد عمر الأرض نأخذ عينة من الصخور التي تتشكل من اليورانيوم ، ثم نقوم بدراسة تناقص كتلة اليورانيوم مع مرور الزمن و تزايد كمية الرصاص الموازية لنواة اليورانيوم .

2-1 / نعطي منحنى يعبر عن عدد الأنوية  $^{238}U$  بدلالة الزمن لهذه العينة من الصخور



أ / استنتج من المنحنى الكمية الابتدائية  $N_U(0)$  لأنوية اليورانيوم .

ب / استنتج من البيان ثابت الزمن  $\tau$  للأورانيوم  $^{238}U$  ثم استنتج قيمة ثابت التهاافت  $\lambda$  .

ج / اكتب عبارة تغير عدد الأنوية  $N_U(t)$  بدلالة الزمن و  $N_U(0)$  ، ثم أحسب عدد الأنوية

اليورانيوم المتبقية بعد مرور زمن قدره  $t_1 = 1,5.10^9$  ans ، ثم تحقق من ذلك من البيان .

2-2 / إذا كانت كمية الرصاص الموجودة في العينة الصخرية في الزمن  $t_{terre}$  نرمل لها

$$N_{Pb}(terre) \text{ تساوي } 2,5 \times 10^{12} \text{ atomes}$$

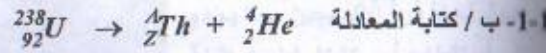
أ / اكتب العبارة التي تربط بين  $N_U(0)$  ،  $N_U(terre)$  ،  $N_{Pb}(terre)$

ب / أحسب كمية  $N_r(terre)$  نذرة اليورانيوم

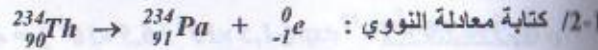
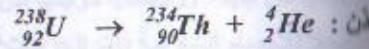
ج / استنتج عمر العينة الصخرية أي عمر الأرض .

### الحل :

1-1 أ / نعني بالنواة المشعة النواة غير المستقرة و بالتالي فهي تصدر إشعاعات من نوع  $\alpha$  أو  $\beta$  أو  $\gamma$



و حسب انحفاظ النيكليونات و الشحنات نجد :  $Z=92-2=90$  ،  $A=238-4=234$



$A'=234$  ،  $Z'=91$  ، الإشعاع الناتج هو من نوع  $\beta^-$  (إلكترون)

3-1 / تحديد  $x$  و  $y$

بتطبيق قانون حفظ الشحن و الكتل نجد :

$$238 = 206 + x(0) + 4y \quad \begin{cases} y = 8 \\ x = 6 \end{cases}$$

$$92 = 82 - x + 2y$$

1-2 أ / الكمية الابتدائية :

من البيان نجد أن الكمية الابتدائية ( $t=0$ ) هي : نواة  $N_U(0) = 5 \times 10^{12}$

$$2-1 \text{ ب / } N_U(t) = N_U(0) e^{-\lambda t} = N_U(0) e^{-t/T} \quad \text{حيث : } \lambda = \frac{1}{T}$$

لقوم برسم المماس للمنحنى و الذي يمر من  $N(0)$  ، نجد أن هذا المماس يقطع محور الزمن عند

$$\text{اللغة } T = 6,5 \times 10^9 \text{ ans}$$



## الوحدة رقم 04:

## المجال I:

### تطور جملة كيميائية

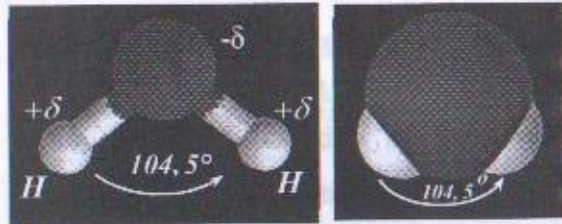
#### I - PH - المحلول المائي

أقبل التعرف على PH - المحلول يجب أن نتعرف على المحاليل المائية الشاردية والقوانين الضابطة لها.

1 - بنية جزيء الماء: يتألف جزيء الماء من ذرتين هيدروجينيتين مرتبطتين بذرة أكسجين

على شكل مثلث متقايس الساقين حيث تقدر المسافة  $(H - O) = 1,013 \text{ \AA}$  والمسافة

على شكل مثلث متقايس الساقين حيث تقدر المسافة  $(H - H) = 1,63 \text{ \AA}$  وتشكل الروابط فيما بينها زاوية قدرها  $104,5^\circ$  (انظر الشكل).



- إن الزوج الإلكتروني المكون لكل

رابطة تكافؤية يمكنه التحرك حول

النواتين مشكلا سحابة إلكترونية

واحدة تحيط بهما وتكون أكثر كثافة

حول نواة ذرة الأكسجين مما يؤدي

إلى استقطابه أي تشكل قطبين (قطب

سالب من جهة O وقطب موجب من جهة ذرتي H) وظاهرة الاستقطاب هي التي تجعل الماء

مُجَلًّا للأجسام الشاردية ذات الجزيئات المستقطبة.

- قوانين مهمة:

أ - التركيز المولي الحجمي: هو نسبة عدد مولات المذاب وحجم المحلول باللتر

$$C_v = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{حجم المحلول}} \left( \frac{\text{mol}}{\text{l}} \right)$$

ب - التركيز الكتلي: والنسبة بين كتلة المذاب بالغرام وحجم المحلول باللتر

$$C_m = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \left( \frac{\text{g}}{\text{l}} \right)$$

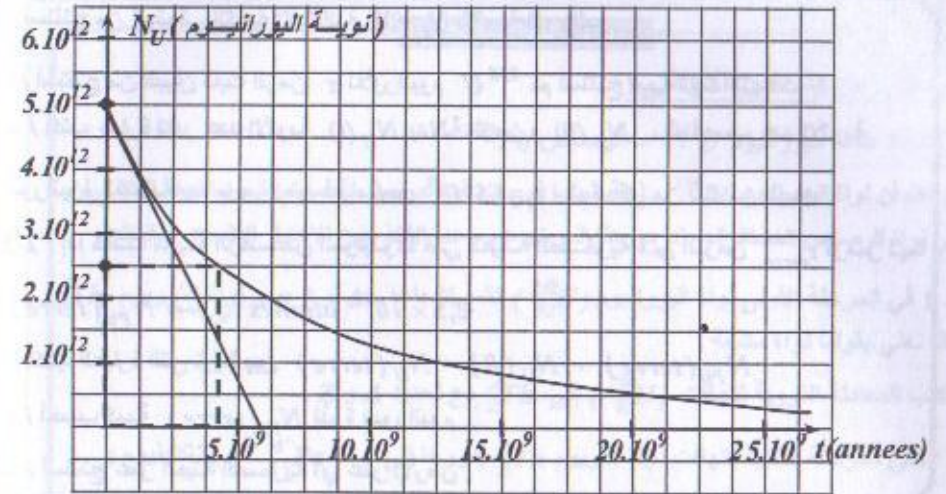
ج - التركيز المولي: وهو النسبة بين التركيز الكتلي والكتلة المولية

$$C = \frac{\text{التركيز الكتلي}}{\text{الكتلة المولية}} (\text{mol/l}) = \frac{C_m}{M}$$

د - المولارية: وهي عبارة عن التركيز المولي من شوارد معينة للمادة في المحاليل.

هـ - النظامية: وهي تعبر عن عدد المكافئات الغرامية من المادة في لتر من المحلول.

$$\frac{\text{المكافئ الغرامي}}{\text{الكتلة المولية (M)}} = \text{التكافؤ (ne^-)}$$



كما يمكن أن نحسب ثابت الزمن هذا انطلاقا من الدور :

$$t_{1/2} = T \cdot \ln 2 = 4,5 \cdot 10^9 \text{ ans} \Rightarrow T = \frac{4,5 \cdot 10^9}{0,639} = 6,5 \cdot 10^9 \text{ ans}$$

و عليه نجد أن ثابت التهاافت  $\lambda$  :  $\lambda = \frac{1}{T} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$

$$N_U(t) = N_U(0) e^{-\lambda t} = N_U(0) e^{-t/\tau} \quad | \text{ج} - 1 - 2$$

و عليه نجد : نواة  $N_U(t_1) = 5,0 \times 10^{12} \exp(-1,5 \times 10^9 / 6,5 \times 10^9) = 4,01 \times 10^{12}$

2 - 1 - ب / نجد أن نصف العمر يكون عندما تتهاافت نصف الكمية من المادة  $N_U(t)/2$  و عليها

نجد أن الزمن الموافق هو  $\tau = t_{1/2} = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}$

$$N_U(\text{terre}) = N_U(0) - N_{Pb}(\text{terre}) \quad | 1 - 2 - 2$$

$$N_U(\text{terre}) = 5 \times 10^{12} - 2,5 \times 10^{12} = 2,5 \times 10^{12} \text{ نواة} \quad | 2 - 2 - 2$$

2 - 2 - ج / إذن نستنتج أن عمر الأرض يمكن تحديدها كما يلي :

$$N_U(\text{terre}) = N_U(0) e^{-t_{\text{terre}}/T} \quad \text{بإدخال اللوغاريثم} : \ln \frac{N_U(t_{\text{terre}})}{N_U(0)} = -\frac{t_{\text{terre}}}{T}$$

$$t_{\text{terre}} = -T \ln \frac{N_U(t_{\text{terre}})}{N_U(0)} = 4,5 \times 10^9 \text{ ans} \quad \text{ومنه :}$$

أي أن عمر الأرض هو :  $t_{\text{terre}} = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}$  .....



### 6- الجداء الشاردي للماء:



أي:  $K_e = K_C \times [H_2O]^2 = [OH^-] \times [H_3O^+]$

إذن  $K_e = [OH^-] \times [H_3O^+]$  ثابت التفكك الشاردي للماء

ملاحظة: في كل المحاليل المائية وفي الدرجة  $25^\circ C$  يكون:

$$K_e = [OH^-] \times [H_3O^+] = 10^{-14}$$

### 7- إزاحة التوازن الكيميائي:

(أ) بإضافة شوارد  $(H_3O^+)$ : لتكن المعادلة  $2H_2O \xrightleftharpoons{1} H_3O^+ + OH^-$  عند إضافة

حمض كلور الماء  $(H_3O^+ + Cl^-)$  أي إضافة شوارد  $H_3O^+$  إذن ينزاح التوازن في الاتجاه

(2) مع إختفاء بعض شوارد  $(OH^-)$ ، أي أن:

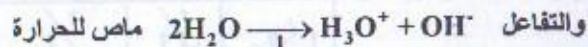
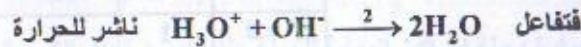
$$\begin{cases} [OH^-] < 10^{-7} \text{ mol/l} \\ [H_3O^+] > 10^{-7} \text{ mol/l} \end{cases}$$

(ب) بإضافة شوارد  $(OH^-)$ : عند إضافة محلول الصودا  $(Na^+ + OH^-)$  للماء النقي

فإنه يؤدي إلى انزياح التوازن في اتجاه (2) مع إختفاء بعض شوارد  $(OH^-)$  ويكون عندها:

$$\begin{cases} [OH^-] > 10^{-7} \text{ mol/l} \\ [H_3O^+] < 10^{-7} \text{ mol/l} \end{cases}$$

(ج) بتغيير درجة الحرارة: إن ارتفاع درجة الحرارة يسهل التفاعل الماص للحرارة



إذن التوازن ينزاح في اتجاه (1) ويؤدي إلى تشكيل زيادة  $H_3O^+$  و  $OH^-$  أكثر مما هو

موجود في  $25^\circ C$  أي  $K_e > 10^{-14}$ .

و- العيارية: هي التركيز المولي  $ne^- \times$

ي- قانون التخفيف: عند تخفيف محلول بالماء المقطر يكون أثناء التوازن

(بعد التخفيف)  $C \cdot V = C' \cdot V'$  (قبل التخفيف)، حيث (حجم الماء المقطر)  $V' = V + V_e$

### 3- تشرّد الماء:

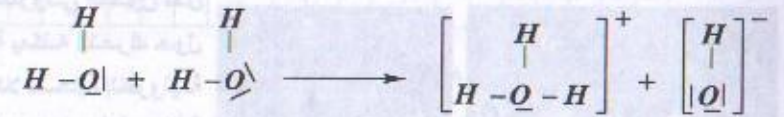
أ- الناقلية الكهربائية للماء النقي: لقد وجد العالم كوهلروس أن ناقلية الماء النقي عند

$25^\circ C$  تساوي  $w = 5,5 \times 10^{-6} \text{ } \frac{\%}{\text{cm}}$  أي أنه ناقل ضعيف للتيار الكهربائي، ندعو هذه

الخاصية بالتفكك الذاتي للماء (Auto protolyse).

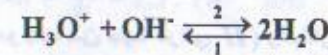
ب- تفاعل التفكك الذاتي للماء: يحدث تشرّد الماء عند انتقال بروتون  $H^+$  من جزيء إلى

آخر فتشكل نتيجة لذلك شاردتين  $H_3O^+$  و  $OH^-$  بكميات متساوية.



ج- التوازن الشاردي للماء: تتفاعل شوارد  $H_3O^+$  مع شوارد  $OH^-$  بمجرد أن يكون

تركيزها كافيا فيؤدي ذلك إلى تشكل الماء وفق المعادلة التالية:



وهو تفاعل بين حمض وأساس، كما أنه تفاعل عكوس.

4- مفهوم الـ **PH**: أول من أدخل مفهوم الـ **PH** هو العالم سورفينسن *sorvensen* وعرفه

كالتالي:  $\left\{ \begin{array}{l} PH = -\log [H_3O^+] \\ [H_3O^+] = 10^{-PH} \end{array} \right.$

### مناقشة:

- تزداد قيمة الـ **PH** عندما تتناقص قيمة  $[H_3O^+]$  والعكس صحيح.

- هذه العلاقة صالحة للتطبيق من أجل المحاليل الممددة أي في مجال:

$$10^{-12} \text{ mol/l} \leq [H_3O^+] \leq 10^{-2} \text{ mol/l}$$

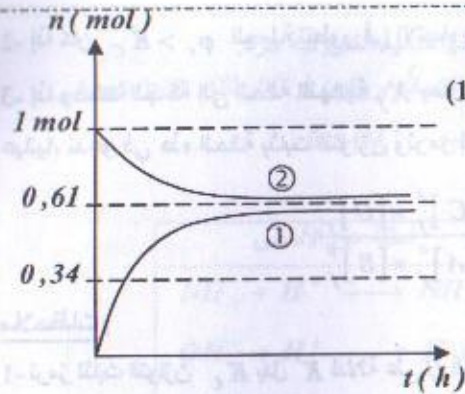
5- قياس الـ **PH**: يمكن قياس قيمة الـ **PH** بثلاثة طرق هي:

أ- بمقياس الـ **PH** - متر وهو أدق قياس.

ب- ورقة الـ **PH**.

ج- الكواشف الملونة (أزرق البروموثيمول، الهليانين، الفينول فيثالين).

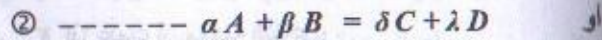
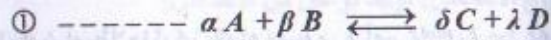




الأجسام مساوية لسرعة اختلافاتها  $V_1 = V_2$ .  
 - ويبقى هذا التفاعل مستمرا في الاتجاهين (1)  
 و(2) باستقرار ما لم يكن هناك مؤثرا خارجيا  
 (التركيز، درجة الحرارة، الضغط).

### 3- كتابة معادلة التفاعل:

بناء على توصيات IUPAC يمكن كتابة معادلة التفاعل الغير التام كالتالي:



ومن المستحسن استخدام الكتابة  $\textcircled{2}$  لأنها توحى بمبدأ انحفاظ الشحنة ومبدأ انحفاظ الذرات.

4- كسر التفاعل (Quotient)  $(\varphi)$ : إذا كان التحول يحدث من اليسار إلى اليمين نقول أنه

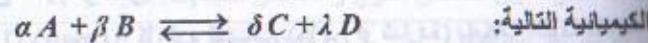
حدث في الاتجاه المباشر، وإذا كان التحول يحدث من اليمين إلى اليسار نقول أنه يحدث في الاتجاه العكسي ومن أجل متابعة تطور الجملة في الاتجاهين تعرف نسبة التفاعل  $\varphi$  في الوسط المتجانس

$$\varphi_r = \frac{[C]^{\delta} \times [D]^{\lambda}}{[A]^{\alpha} \times [B]^{\beta}} \quad (\text{ليس له وحدة})$$

ملاحظة: يمكن اعتبار  $\varphi$  هي المقياس الذي يعتمد عليه للتنبؤ بتطور الجملة وهذا في حالة ما

إذا كانت الجملة المدروسة لا تبادل المادة مع الوسط الخارجي (Système fermé).

5- ثابت التوازن  $K_C$ : تعتبر جملة كيميائية مؤلفة من العناصر (A, B, C, D) وفق المعادلة



في درجة حرارة معينة التراكيز المولية للجملة عند التوازن تحقق الكسر التالي:

$$K_C = \frac{[D]_f^{\lambda} \times [C]_f^{\delta}}{[A]_f^{\alpha} \times [B]_f^{\beta}}$$

مناقشة:

1- إذا كان  $\varphi_r < K_C$  الجملة تتطور في الاتجاه المباشر.

## II- تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

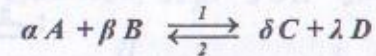
### 1- مقارنة التقدم النهائي والأعظمي:

كل التحولات الكيميائية التي تمت دراستها في السنة الأولى والثانية ثانوي اعتبرت تفاعلات تامة بمعنى آخر أن التقدم النهائي  $X_r$  مساوي للتقدم الأعظمي  $X_{max}$ ، وستدرس في هذا الموضوع التحولات الكيميائية الغير تامة (حمض-أساس) بمعنى آخر أنه عند الحالة النهائية لتطور العملية المدروسة يكون  $X_r < X_{max}$  وعليه تكون نسبة التفاعل  $Z_r$  أقل من 1 أي

وبهذا نقول أن الجملة تتطور حتى تصل إلى حالة التوازن الكيميائي بين

تفاعلين متعاكسين يحدثان في نفس الوقت.

2- مفهوم حالة التوازن: إذا اعتبرنا تفاعلا كيميائيا يجري وفق المعادلة التالية:

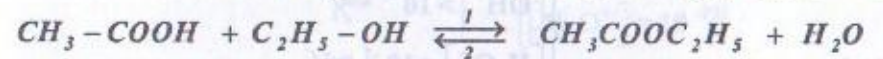


يكون غير تام أي أن تحول المتفاعلات في الاتجاه المباشر (1) وفي الاتجاه العكسي (2) يحدثان في نفس الوقت، ولكن في البداية تكون سرعة التفاعل المباشر  $V_1$  أكبر من سرعة التفاعل في

الاتجاه العكسي  $V_2$ ، وخلال تطور الجملة تتقارب  $V_1$  من  $V_2$  حتى تصبح مساوية لها في حالة التوازن  $V_1 = V_2$ .

- إن كمية النواتج في التفاعل المباشر تستهلك في التفاعل العكسي خلال نفس المدة لهذا عيانيا الجملة لا تتطور بينما على المستوى المجهرى التفاعلان المتعاكسان يحدثان باستمرار وندعوه (بالتوازن الديناميكي) ولنوضح ذلك بالمثال التالي:

مثال: نعتبر مزيجا متساوي المولات يتكون من 1 mol من كحول أولي الإيثانول مع 1 mol من حمض كربوكسيلي (حمض الإيثانويك) فيحدث التفاعل وفق المعادلة التالية:



بعد فترة زمنية نعاين المزيج فنجدته كالتالي:

الزمن	حمض	كحول	استر	ماء
$t = 0$	1	1	0	0
$t_{eq}$	$1/3$	$1/3$	$2/3$	$2/3$

ويكون المنحنى كالتالي:

- عندما يبلغ التفاعل حده تبقى النسب المولية للمركبات الأربعة (حمض، كحول، استر، ماء) ثابتة مهما تغير الزمن فنقول أن الجملة دخلت في حالة توازن كيميائي، ولهذا يتم تمثيلها بسهمين متعاكسين مما يوحي أن سرعة ظهور





2- إذا كان  $\phi_r > K_c$  الجملة تتطور في الاتجاه العكسي.

3- إذا وصلت الجملة إلى الحالة النهائية  $X_r$  يصل كسر  $\phi$  إلى قيمة ثابتة أي أن الجملة لا تتطور

عيانياً، ندعو في هذه الحالة بثابت التوازن ونرمز له بالرمز  $K_c$  بحيث

$$\phi = K_c = \frac{[C]_f^c \times [D]_f^d}{[A]_f^a \times [B]_f^b}$$

ملاحظات:

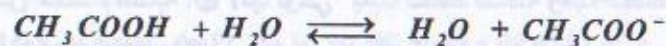
1- نرسم لثابت التوازن  $K_c$  بدل  $K$  لدلالة على أن القتون يتعلق بتركيز الأفراد وليس بالضغط أو غيره.

2- ثابت التوازن  $K_c$  يتعلق بدرجة الحرارة.

3- إذا كان  $K_c > 10^4$  يمكن اعتبار التحول تاماً.

4- إذا كان الوسط التفاعلي مائياً يكون اصطلاحاً تركيز الماء مساوي 1 أي  $[H_2O] = 1 \text{ mol/l}$ .

مثال: اكتب عبارة ثابت التوازن  $K_c$  إذا علمت أن معادلة التفاعل:



$$K_c = \frac{[H_3O^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

الحل:

### III- الأحماض والأسس

1- تعريف:

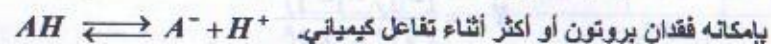
أ- تعريف الحمض: هناك عدة تعريف للحمض نذكر من أهمها:

1- تعريف أرنييس (Arrhenius) (1890): كل فرد كيميائي (جزيئ أو شاردة) عندما ينحل

في الماء يفقد بروتون  $H^+$  أو أكثر.

2- تعريف لويس (Lewis) (1923): كل فرد كيميائي (جزيئ أو شاردة) بإمكانه تثبيت ثنائية إلكترونية حرة.

3- برونشند ولوري (Brousted et Lory) (1923): كل فرد كيميائي (جزيئ أو شاردة)



ب- تعريف الأساس: هناك كذلك عدة تعريف نذكر من أهمها:

1- تعريف أرنييس: كل فرد كيميائي عندما ينحل في الماء يفقد شاردة من المئات ( $OH^-$ ) أو أكثر.

2- تعريف لويس: كل فرد كيميائي أحد ذراته لها ثنائية إلكترونية حرة.

3- برونشند ولوري: كل فرد كيميائي بإمكانه اكتساب بروتون أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي.



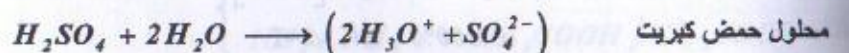
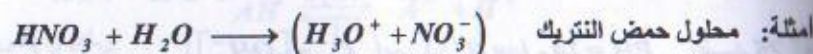
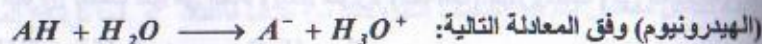
أمثلة

أمثلة عن الأساس	أمثلة عن الحمض
$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$	$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$
$OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$	$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
$H_2O + H^+ \longrightarrow H_3O^+$	

2- أنواع الأحماض والأسس:

أ- أنواع الأحماض: يوجد نوعان من الأحماض:

1- الحمض القوي: الحمض القوي هو كل حمض يتفكك كلياً في الماء وينتج شوارد  $H_3O^+$



ملاحظة: في الحمض القوي يكون ثابت التفكك التشردي  $\alpha = 1$  أو 100% حيث:

$$\alpha = \frac{\text{عدد الجزيئات أو الشوارد المتفككة}}{\text{عدد الجزيئات أو الشوارد الابتدائية}}$$

فإذا كان  $\alpha = 1$  (تفاعل تام) أما إذا كان  $\alpha = 0$  تفاعل غير تام

2- الحمض الضعيف: نقول عن حمض أنه ضعيف إذا كان تشرده في الماء جزئياً وينتج شوارد

الهيدرونيوم  $H_3O^+$  وفق تفاعل غير تام ويكون  $0 < \alpha < 1$ .

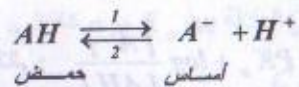
3- مقارنة بين الحمض القوي والحمض الضعيف:

الرقم	العناصر	الحمض القوي	الحمض الضعيف
①	إنحلال في الماء	$AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$ تفاعل تام	$AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$ تفاعل محدود
②	الأفراد الكيميائية	$[H_2O], [A^-], [OH^-], [H_3O^+]$	$[H_2O], [A^-], [OH^-], [H_3O^+], [AH]$



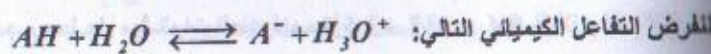
$PH < 14 + \log C_b \Leftrightarrow C_b > [OH^-]$	$PH = 14 + \log C_b \Leftrightarrow C_b = [OH^-]$	المحلل PH	③
$(\text{بهمل}) PH - 10 = [H_3O^+]$ $PH + 14 - 10 = [OH^-]$ $[OH^-] \simeq [BH^-]$ $[B] = C - [BH^+]$	$(\text{بهمل}) PH - 10 = [H_3O^+]$ $PH + 14 - 10 = [OH^-]$ $[OH^-] \simeq [BH^-]$	تركيز الأفراد	④
$1 > a > 0$	$a = \frac{[OH^-]}{C_b} = 1$	ثابت الحموضة	⑤

3- الثانية حمض/أساس: كل تفاعل كيميائي يتم فيه فقدان إلكترونات من طرف حمض AH برافقه تفاعل معاكس يتم فيه اكتساب إلكترونات من طرف قاعدة A<sup>-</sup> كما توضح المعادلة:



أمثلة:  $NH_4^+ / NH_3$  ،  $CH_3COOH / CH_3COO^-$

4- ثابت الحموضة  $K_a$  الثابتة (حمض/أساس) في الماء:



تكون الثانية حمض/أساس هي: أساس  $AH / A^-$  حمض

نميز كل معادلة كيميائية بثابت يسمى ثابت الحموضة أو ثابت توازن التشرذم في الماء ونرمز له بـ

$$K_a = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$$

$K_a$  يعطى بالعلاقة التالية:

$$K_a = K_c \cdot [H_2O] = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$$

ملاحظة:

- إن قيمة ثابت الحموضة  $K_a$  تحدد قوة الحمض النسبية.

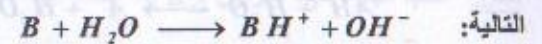
- إن  $K_a$  لا يتعلق إلا بدرجة الحرارة.

-  $K_a$  مقدار ليس له وحدة.

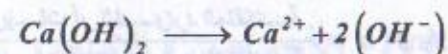
$PH > \log(C) \text{ و } C > [H_3O^+]$	$PH = \log(C) \Leftrightarrow C = [H_3O^+]$	المحلل PH	③
$PH - 10 = [H_3O^+]$ $(\text{بهمل}) \frac{K_e}{[H_3O^+]} = [OH^-]$ $[H_3O^+] \simeq [A^-]$ $[AH] = C - [A^-]$	$PH - 10 = [H_3O^+]$ $(\text{بهمل}) \frac{K_e}{[H_3O^+]} = [OH^-]$ $[H_3O^+] \simeq [A^-]$ $(\text{بهمل}) [OH^-]$	تركيز الأفراد	④
$a = \frac{[H_3O^+]}{C} < 1$	$a = \frac{[H_3O^+]}{C} = 1$	ثابت الحموضة	⑤

ب- أنواع الأساس (القواعد): هناك نوعان من القواعد هي:

ب-1- الأساس القوي: يتفكك كلياً في الماء وينتج شوارد (الماءات) هيدروكسيد وفق المعادلة



التالية: B أساس قوي يعني  $\left. \begin{array}{l} PH = 14 - \log(C_b) \text{ أي } C_b = [OH^-] \\ a = 100\% \text{ أو } a = 1 \end{array} \right\}$  عند  $25^\circ \text{م}$



ب-2- الأساس الضعيف: يتفكك جزئياً في الماء وينتج شوارد الماءات وفق المعادلة التالية



ب-3- مقارنة بين الأساس القوي و الضعيف:

الرقم	العناصر	القاعدة القوية	القاعدة الضعيفة
①	انحلال في الماء	$B + H_2O \xrightarrow{\text{تمام}} BH^+ + OH^-$	$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$
②	الأفراد الكيميائية	$[H_2O], [BH^+], [OH^-], [H_3O^+]$	$[H_2O], [B], [OH^-], [H_3O^+], [BH]$



ومنه  $[Na^+] = [HCOO^-]$  بإهمال كل من  $[H_3O^+]$  و  $[OH^-]$

$$[HCOO^-] = [Na^+] \frac{V}{V+200}$$

والدنيا:  $log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} + PK_a = PH$  ومنه نجد  $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 3,16$

وحسب قانون انحفاظ المادة:  $[HCOOH] + [HCOO^-] = [HCOOH]_{متبقى}$

إذن:  $\left(\frac{1}{3,16} + 1\right) \times [HCOO^-] = \frac{V \times 0,4 + 200 \times 0,2}{V+200}$

ومنه:  $\frac{4,16}{3,16} \times \frac{V \times 4}{200+V} = \frac{V \times 0,4 + 200 \times 0,2}{V+200}$

إذن:  $0,526V = 0,4V + 40 \Rightarrow V = \frac{40}{0,126} = 317 \text{ ml}$  أي:

العلاقة بين  $K_a$  و  $\alpha$ : تعطى العلاقة بين  $K_a$  و  $\alpha$  كالتالي:

$$K_a = \frac{C_0 \times \alpha^2}{1-\alpha}$$

ملاحظة: إذا كان الحمض ضعيفا جدا فإن  $1 \gg \alpha$  ومنه:  $K_a = \alpha^2 \times C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

التطبيقات: مجالات تغلب صفة الحمض أو صفة الأساس

اعتبر محلولاً مائياً لحمض ضعيف  $AH$ ، حيث يتواجد الحمض  $AH$  وأساسه الموافق:



إن تراكيز الأفراد  $H_3O^+$ ,  $AH$ ,  $A^-$  يتغير حسب قيم  $PH$  المحلول وتنضبط بالعلاقة التالية:

وتمكن لنا هذه العلاقة بتعريف ثلاث مجالات هي:  $Log \frac{[A^-]}{[AH]} + PK_a = PH$

(1) إذا كان:  $PH = PK_a \Leftrightarrow log \frac{[A^-]}{[AH]} = 0$  أي  $[AH] = [A^-]$

(2) إذا كان:  $PH > PK_a \Leftrightarrow log \frac{[A^-]}{[AH]} > 0$  أي  $[A^-] > [AH]$

(3) إذا كان:  $PH < PK_a \Leftrightarrow log \frac{[A^-]}{[AH]} < 0$  أي  $[A^-] < [AH]$

5- تعريف  $PK_a$ : تعرف الـ  $PK_a$  كما يلي:

$$K_a = 10^{-PK_a} \quad \text{أو} \quad PK_a = -log K_a$$

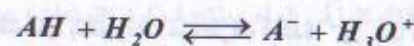
6- مقارنة بين الأحماض: يتم المقارنة بين الأحماض من حيث القوة بمقارنة  $K_a$  أو  $PK_a$ .

مثال:  $H_3O^+ + \text{أساس 1} \rightleftharpoons H_2O + \text{حمض 1}$  ،  $K_{a1} = \frac{[أساس 1] \times [H_3O^+]}{[حمض 1]}$

$H_3O^+ + \text{أساس 2} \rightleftharpoons H_2O + \text{حمض 2}$  ،  $K_{a2} = \frac{[أساس 2] \times [H_3O^+]}{[حمض 2]}$

إذا كان  $PK_{a1} < PK_{a2}$  أو  $K_{a1} < K_{a2}$  أي حمض 1 أقوى من حمض 2

7- العلاقة بين  $PH$  و  $PK_a$ : إذا كان لدينا المعادلة التالية:



تعطى العلاقة بين  $PH$  و  $PK_a$  كالتالي:  $PH = PK_a + log \frac{[A^-]}{[AH]}$

مناقشة: (1)  $PH > PK_a$  المحلول أساس. (2)  $PH < PK_a$  المحلول حمضي.

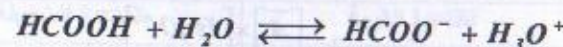
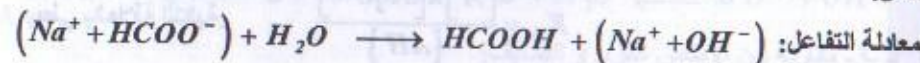
(3)  $PH = PK_a$  المحلول معتدل.

تطبيق: ما هو حجم محلول ميثانوات الصوديوم تركيزه  $0,4 \text{ mol/l}$  اللازم إضافته

إلى  $200 \text{ ml}$  من حمض الميثانويك ( $HCOOH$ ) تركيزه  $0,2 \text{ mol/l}$  للحصول على مزيج لـ

$PH = 4,3$ . علماً أن  $PK_a$  للتثنائية ( $HCOOH/HCOO^-$ ).

الحل:



لدينا:  $[H_3O^+] = 5 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$  أي:  $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-4,3} = 10^{-5} \times 5$

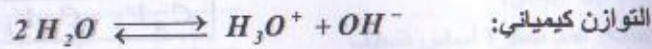
$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-5}} = 2 \times 10^{-10} \text{ mol/l}$$

وحسب قانون انحفاظ الشحنة  $[Na^+] + [H_3O^+] = [HCOO^-] + [OH^-]$

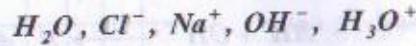








وعليه الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول هي:



وعليه نجد:  $[H_3O^+] = 10^{-7} \text{ mol/L}$  أي  $10^{-7} = [H_3O^+] = [OH^-]$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7} \text{ mol/L} \leftarrow K_e = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$

حساب  $[Na^+]$ :  $V = V_1 + V_2 = 20 + 20 = 40 \text{ cm}^3$

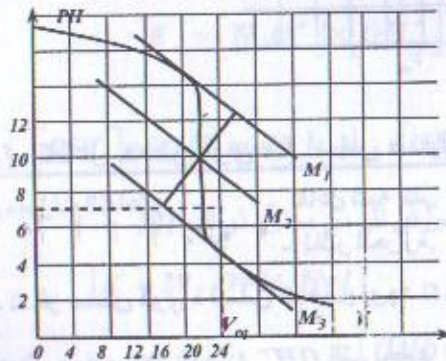
إن:  $[Na^+] \times V = V_2 \times C_2 \Rightarrow [Na^+] = \frac{C_2 V_2}{V}$

$[Na^+] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  أي  $[Na^+] = \frac{20 \times 10^{-2}}{40} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

حساب  $[Cl^-]$  من التعديل الكهربائي نجد:  $[Na^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [Cl^-]$

وعليه:  $[Cl^-] = [Na^+] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  ومنه:  $[Cl^-] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

ملاحظة ①: الكاشف المناسب في حالة معايرة حمض قوي بأساس قوي هو أزرق البروموتيمول لأن مجال تغيره اللوني هو (6, 2 - 7, 6).



ملاحظة ②: عند معايرة أساس قوي بحمض قوي نحصل على المنحنى من الشكل التالي:

II- تفاعل حمض ضعيف مع أساس قوي:

1- مميزات التفاعل: - تفاعل شبه تام.

- ناشر للحرارة.

2- تكافؤ حمض ضعيف - أساس قوي: يوجد تكافؤ حمض - أساس للمزيج إذا كان عدد الشوارد ( $OH^-$ ) الناتجة عن الأساس يساوي عدد الشوارد ( $H_3O^+$ ) الناتجة عن الحمض بالتفكك التام.

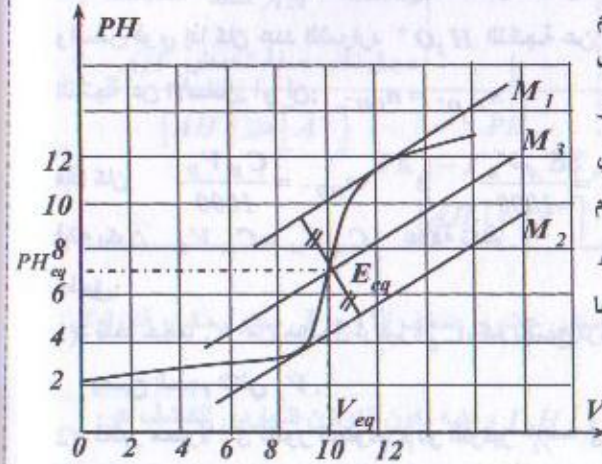
ومنه يكون حجم الماء المضاف هو  $V$ :

$V = 120 \text{ cm}^3$  أي  $V = V_2 - V_1 = 320 - 200 = 120 \text{ cm}^3$

3- المحلول عند التكافؤ:  $PH$  المزيج يتكون من حمض قوي - أساس قوي عند التكافؤ حمض - أساس يكون مساويا لـ 7 لأن:

$10^{-7} = [H_3O^+] = [OH^-]$  و  $10^{-14} = [H_3O^+] \times [OH^-]$

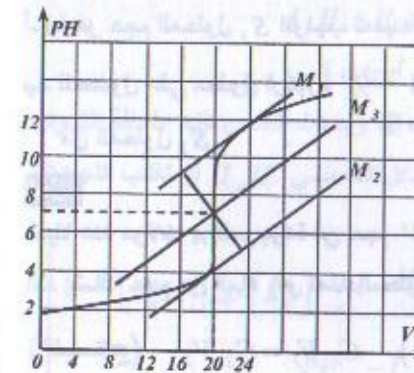
4- التحليل البياني لتفاعل حمض قوي وأساس قوي:



لتحديد نقطة التكافؤ من المنحنى نرسم على طرفي نقطة الانعطاف مماسين  $M_1$  و  $M_2$  متوازيين (انظر الشكل) ثم نرسم مستقيم عمودي على  $M_2$  ومن منتصفه نرسم المستقيم  $M_2$  الموازي لـ  $M_2$  و  $M_1$  فيمر من النقطة  $E_{eq}$  ندعوها بنقطة التكافؤ ونحدد

$E_{eq} (V_{eq}, PH_{eq} = 7)$

ملاحظة:



نضع في كأس بيشر حجما  $V_1$  من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $C_1$  نسكب تدريجيا بواسطة سحاحة مدرجة محلولاً من الصودا تركيزه المولي الحجمي  $C_2 = 10^{-2} \text{ mol/L}$ .

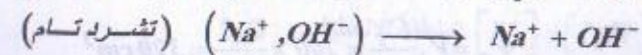
نقيس  $PH$  المزيج ثم نرسم المنحنى فنحصل على المنحنى التالي:

① - أوجد نقطة التكافؤ من المنحنى  $E_{eq}$ .

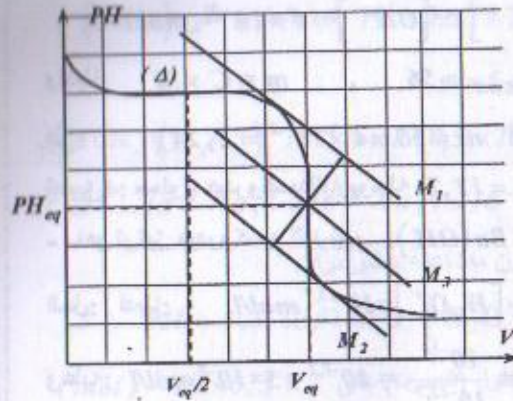
② - أحسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول.

الحل:

نرسم المماسات والمستقيم العمودي عليهما فنجد أن  $E_{eq} (20 \text{ cm}^3, PH = 7)$







4- التحليل البياني:

ملاحظة: عند معايرة أساس ضعيف بحمض قوي وباستعمال كاشف ملون يمكن الاختيار كاشف أحمر الميثيل لأن مجال تغيره اللوني هو (4,4 - 6,2).

لتطبيق 1:

محلول ممدد تركيز شوارد  $H_3O^+$  فيه هو  $2 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ .

ما هي قيمة PH له عند  $25^\circ C$  ؟

الحل:  $PH = -\log [H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log 2 \times 10^{-5}$  أي:  $PH = 4,7$

لتطبيق 2: محلول ممدد له  $PH = 8,6$  عند الدرجة  $25^\circ C$ . ما هو تركيز أيونات  $OH^-$  فيه؟

الحل: لدينا:  $PH = -\log [H_3O^+] = 8,6$

إذن:  $[H_3O^+] = 10^{-8,6} = 2,5 \times 10^{-9}$

ولدينا:  $K_e = [H_3O^+] \times [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$

أي:  $[OH^-] = 4 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$

لتطبيق 3: نذيب كتلة  $m$  من البوتاس في لتر من محلول نوال  $PH$

تساوي 12,6 ؟ - أحسب قيمة الكتلة  $m$  ؟  $[K = 39, O=16, H=1]$

الحل: لدينا:  $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-12,6}$

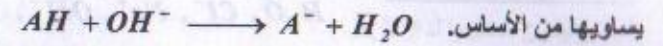
$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-12,6}} = 10^{-1,4} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$

وبتطبيق قانون انحفاظ الشحن:  $[H_3O^+] + [K^+] = [OH^-]$  مهمل

$$C_A V_A = C_B V_B$$

وعليه نجد:

3- نقطة نصف التكافؤ: عند نصف التكافؤ، تستهلك نصف كمية جزيئات الحمض الابتدائي بما

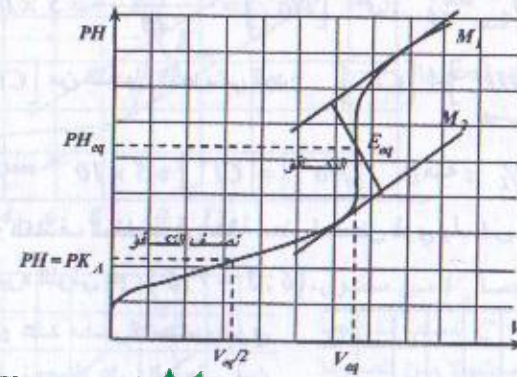


$$\begin{cases} [A^-] = [AH] \\ PH = PK_a + [\text{Log} \frac{[A^-]}{[AH]}]^{//0} \end{cases} \text{ عند نصف التكافؤ يكون:}$$

$$PK_a = PH \text{ وعليه عند نصف التكافؤ}$$

$$\frac{V_{eq}}{2} = \frac{V_B}{2} = \frac{\text{حجم الأساس عند التكافؤ}}{2} \text{ وعند نصف التكافؤ يكون}$$

4- التحليل البياني:



III- تفاعل حمض قوي مع أساس ضعيف:

1- مميزات التفاعل: - تفاعل شبه تام.

- ناشر للحرارة.

2- تكافؤ حمض قوي - أساس ضعيف: يوجد تكافؤ إذا كان عدد الشوارد  $H_3O^+$  الناتجة عن

الحمض يساوي عدد الشوارد  $OH^-$  التي يعطيها الأساس عن بالتفكك التام وعليه يتكون عند هذه

$$C_A V_A = C_B V_B \text{ النقطة}$$

3- نقطة نصف التكافؤ: عند نصف التكافؤ تستهلك نصف كمية جزيئات الأساس الابتدائي بما

يساويها من الحمض أي  $[B] = [BH^+]$  ويكون عنده  $PK_a = PH$ .



2- إن قطرة واحدة من الصودا حجمها  $V' = 5 \times 10^{-5} \text{ l}$  كما تحتوي على  $(\text{OH}^-)$

$$n = 5 \times 10^{-5} \times 0,1 = 0,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

إن لدينا في المحلول  $(\text{OH}^-)$   $10^{-5} \text{ mol} + 0,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$  وهكذا توجد

زيادة من شوارد  $\text{H}_3\text{O}^+$  تقدر بـ:  $\text{H}_3\text{O}^+ = 10^{-5} - 0,5 \times 10^{-5} = 0,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$

من أجل  $100 \text{ cm}^3$  وأما من أجل  $1 \text{ l}$  تكون مضاعفة بعشر مرات

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,5 \times 10^{-5} \times 10 = 5 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

وعليه تكون:  $\text{PH} = 4,3$

- بإضافة قطرتين من الصودا: يحتوي المحلول (الصودا) على  $2 \times 10^{-5} \text{ mol}$

من شوارد  $(\text{OH}^-)$  وهذه الكمية تعادل كمية الحمض إذن المحلول متعادل أي  $\text{PH} = 7$

- بإضافة ثلاثة قطرات من الصودا: في هذه الحالة لدينا زيادة من الصودا تقدر بـ

$0,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من شوارد  $(\text{OH}^-)$  في حجم  $100 \text{ cm}^3$  من المحلول إذن

$$[\text{OH}^-] = 5 \times 10^{-5} \text{ mol/l} \text{ (تضاعف 10 مرات)}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-5}} = 2 \times 10^{-10}$$

ومنه نجد  $\text{PH} = \log[2 \times 10^{-10}] = 9,7$  ومنه:  $\text{PH} = 9,7$

تطبيق 6: نأخذ  $5 \text{ cm}^3$  من محلول مركز لحمض الكبريت  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ونمددها إلى

$100 \text{ cm}^3$  بالماء المقطر، ثم نعدل  $10 \text{ cm}^3$  من المحلول السابق بمحلول  $0,1$  نظامي للصودا

بوجود الهليانين، فإذا وجدنا أنه يجب صب  $20 \text{ cm}^3$  من المحلول الأساسي للحصول على تحول

$$\text{لون الكاشف. } H = 1, O = 16, S = 32$$

أ- عين نظامية المحلول الممدد.

ب- عين نظامية المحلول المركز.

ج- أحسب كتلة الحمض الصافي في كل لتر من المحلول المركز.

الحل:

أ- نظامية المحلول الممدد (حمض)  $C_1 V_1 = C_2 V_2$  (أساس)

$$C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2} = \frac{20 \times 0,1}{10} = 0,2 \text{ (نظامي)}$$

ب- نظامية المحلول المركز:  $C_c V_c = C_D V_D$

$$[\text{K}^+] \simeq [\text{OH}^-] = 4 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

ولدينا:  $M_{\text{KOH}} = 56, m = C \times M$

إذن:  $m = 56 \times 4 \times 10^{-2} = 2,24 \text{ g}$  أي  $m = 2,24 \text{ g}$

تطبيق 4: محلول هيدروكسيد الباريوم له  $\text{PH} = 12,7$  علما أنه أساس قوي.

- ماهو تركيز هيدروكسيد الباريوم  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ؟

$$\text{الحل: لدينا: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12,7} \text{ mol/l}$$

$$\text{وعليه: } [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12,7}} = 10^{-1,3} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

بما أنه أساس قوي فهو يتشرد كالتالي:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{+2} + 2\text{OH}^-$

$$1 \text{ مول} \rightarrow 2 \text{ مول}$$

$$X \rightarrow 5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$\text{إذن: } [\text{Ba}(\text{OH})_2] = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol/l} \text{ أي } X = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

تطبيق 5: 1- إذا كان السنتمتر المكعب الواحد في السحاحة يحتوي على 20 قطرة. ننقذ قطرة

واحدة من محلول  $\text{HCl}$  ذو التركيز  $0,2 \text{ mol/l}$  على  $100 \text{ cm}^3$  من الماء، فما هو تركيز

شوارد  $\text{H}_3\text{O}^+$  في المحلول الناتج، وما قيمة الـ  $\text{PH}$  له؟

2- في نفس السحاحة نضع محلول صودا ذو التركيز  $0,1 \text{ mol/l}$  وتنقذ منه على المحلول

الحمضي السابق قطرة أخرى ثم ثلاثة بالتتابع.

- احسب تركيز شوارد  $(\text{H}_3\text{O}^+)$  وقيمة الـ  $\text{PH}$  للمحلول المتحصل عليه في كل مرحلة.

ماذا تستنتج؟

الحل: نعلم أن  $\text{HCl}$  و  $\text{NaOH}$  من المحاليل القوية (تامة التشرد).

$$1- \text{حجم القطرة الواحدة من الحمض} = \frac{1}{20} = 5 \times 10^{-2} \text{ l} = 5 \times 10^{-2} \times 1000 \text{ cm}^3 = 50 \text{ cm}^3$$

ولدينا:  $[\text{HCl}] = 0,2 \text{ mol/l}$  إذن تحتوي هذه القطرة على عدد مولات  $n$

$$n = [\text{HCl}] \times V = 0,2 \times 5 \times 10^{-2} = 10^{-2} \text{ mol}$$

وبما أن هذا التركيز في  $100 \text{ cm}^3$  إذ من أجل  $1 \text{ l}$  يكون (المادة تتضاعف 10 مرات) إذن:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/l} \Rightarrow \text{PH} = 2$$



ب- ما هو التركيب المولي للمزيج عند التوازن.

ج- احسب حاصل القسمة  $\phi_r$  لهذا التفاعل.

د- استنتج ثابت التوازن  $K_c$  لهذا التفاعل.

II- نضيف  $1 \text{ mol}$  من الكحول لتفاعل السابق، وعندما يحدث الاستقرار نعاير الحمض في

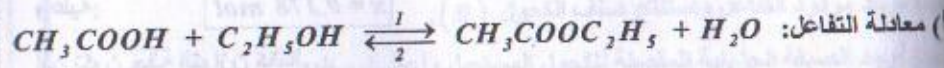
المزيج فنجد أن عدد مولاته  $0,152 \text{ mol}$ .

ا- ماذا يحدث للتفاعل عند إضافة  $1 \text{ mol}$  من الكحول وما هو اتجاه الانزياح.

ب- احسب التركيز المولي للمزيج عند نقطة التوازن.

ج- احسب من جديد ثابت التوازن وماذا تلاحظ؟

الحل:



ب) التركيب المولي للمزيج:

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	$\text{H}_2\text{O}$
الحالة الابتدائية	1	1	0	0
الحالة النهائية	1/3	1/3	2/3	2/3

حساب الكسر  $\phi_r$ : 
$$\phi_r = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 \times [\text{H}_2\text{O}]_0}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 \times [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_0}$$

لدينا:  $[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 = [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_0 = \frac{(1/3)}{V}$ ،  $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 = [\text{H}_2\text{O}]_0 = \frac{(2/3)}{V}$

ومنه نجد  $\phi_r = \frac{((2/3)/v)^2}{((1/3)/v)^2} = \frac{4}{1} = 4$  ومنه:  $\phi_r = 4$

حساب  $K_c$ : حالة توازن النهائية أي  $K_c = \phi_r$  أي  $K_c = 4$

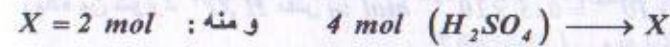
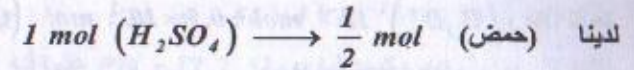
II- عند إضافة  $1 \text{ mol}$  من الكحول تصبح كالتالي:

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	$\text{H}_2\text{O}$
الحالة الابتدائية	1	1	0	0
حالة توازن	1/3	1/3	2/3	2/3
عند إضافة $1 \text{ mol}$ من الكحول	1/3	4/3	2/3	2/3

وعليه:  $\phi_r = \frac{[2/3][2/3]}{[4/3][1/3]} = 1$  إذن  $K_c > \phi_r$  إذن التفاعل ينزاح في الاتجاه ①

(نظامي)  $C_c = \frac{C_D V_D}{V_c} = \frac{100 \times 0,2}{5} = 4$

ج- كتلة الحمض الصافي في  $1 \text{ l}$  من المحلول المركز:



ولدينا  $m = X \times M = 2 \times 98 = 196 \text{ g}$

طريقة 2:  $m = 4 \times 49 = 196 \text{ g}$  الوزن المكافئ  $\times$  النظامية

تطبيق 7: لمعايرة حمض كلور الماء المركز تؤخذ بضعة سنتيمترات وتمددها إلى أن تصبح

عشرة أضعاف الحجم الابتدائي، ثم نأخذ  $20 \text{ cm}^3$  من هذا المحلول الجديد وتعلها بوجود عنصر

ملون بواسطة محلول صودا نظامي، فيحدث التحول يسكب  $22 \text{ cm}^3$  من المحلول الأخير.

- احسب عدد مولات  $\text{HCl}$  في  $1 \text{ l}$  من الحمض المركز.

- احسب كتلة كلور الهيدروجين.

- احسب حجمه مقاسا في الشرطين النظاميين.  $\text{Cl} = 35,5$  ،  $\text{H} = 1$

الحل:

- المحلول الممتد:  $C_1 V_1 (\text{HCl}) = C_2 V_2 (\text{NaOH})$

(نظامي)  $C_1 = \frac{C_2 V_2}{V_1} = \frac{22 \times 1}{20} = 1,1$

- المحلول المركز: إذا اعتبرنا أن حجم المحلول المركز  $V$  فبعد تمديد يصبح  $10 V$  وعليه

(مخفف)  $C_D V_D = C_c V_c$

(نظامي)  $C_c = \frac{10V \times 1,1}{V} = 11$  أي:  $C_c = 11 \text{ mol/l}$

حساب كتلة الحمض  $\text{HCl}$ :  $m = C \times M = 11 \times 36,5 = 401,5 \text{ g}$

حساب حجم غاز  $\text{HCl}$ :  $36,5 \text{ g} \longrightarrow 22,4 \text{ l}$

$401,5 \text{ g} \longrightarrow V$

ومنه:  $V = \frac{22,4 \times 401,5}{36,5} = 246,4 \text{ l}$   $V = 246,4 \text{ l}$

تطبيق 8:

I- نمزج  $1 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك مع  $1 \text{ mol}$  من الإيثانول عند بلوغ التفاعل حالة

الاستقرار يبقى  $0,33 \text{ mol}$  أي  $(1/3)$  من الحمض.

ا- اكتب معادلة التفاعل الحادث.



## تمارين محلولة بالتفصيل

### التمرين الأول

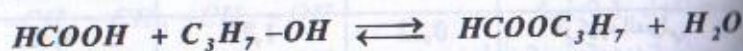
- (1) أستر (A) يحتوي على نسبة مئوية كتلية من الكربون قدرها 54,54%.  
 - أوجد الصيغة الجزيئية لهذا الأستر.  
 (2) تحضير الأستر السابق بمفاعلة 0,2 mol من حمض الميثانويك و 0,2 mol من كحول (B)، فكانت كتلة الأستر المتشكل عند التوازن 10,56 g.  
 (أ) اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل.  
 (ب) أوجد مردود التفاعل واستنتج صنف الكحول (B).  
 (ج) أوجد الصيغة الجزيئية المفصلة للكحول المستعمل وأعط اسمه.  
 (د) ما هي الصيغة الجزيئية الموافقة للأستر (A)؟  
 (هـ) أحسب ثابت التوازن  $K_c$  للتفاعل الكيميائي.  
 (3) تكون مزيجا من 2 mol من الكحول (B) و 1 mol من حمض الميثانويك ونوفر الشروط اللازمة لحدوث التفاعل.  
 (أ) أوجد التركيب المولي للمزيج عند التوازن.  
 (ب) استنتج تركيبه الكتلي. يعطى  $H = 1 \text{ g/mol}$  ,  $C = 12 \text{ g/mol}$  ,  $O = 16 \text{ g/mol}$

الحل:

(1) الصيغة الجزيئية للأستر (A): لدينا الصيغة العامة للأستر  $C_n H_{2n} O_2$

ولدينا:  $\frac{54,54}{100} = \frac{12n}{14n + 32} \Rightarrow n = 4$  وتكون الصيغة الجزيئية هي:  $C_4 H_8 O_2$

(2) (أ) معادلة التفاعل:

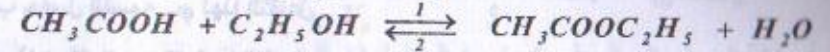


(ب) مردود التفاعل: لحساب مردود التفاعل يجب حساب كمية الأستر المتشكلة

$$n_{\text{أستر}} = \frac{10,56}{88} = 0,12 \text{ mol}$$

	$HCOOH$	$C_3H_7-OH$	$HCOOC_3H_7$	$H_2O$
ابتدائية $t = 0$	0,2	0,2	0	0
حالة التوازن	0,08	0,08	0,12	0,12

انزياح التفاعل  $\rightarrow$



→ التركيز المولي للمزيج عند التوازن الجديد:

	$CH_3COOH$	$C_2H_5OH$	$CH_3COOC_2H_5$	$H_2O$
الحالة عند إضافة 1 mol	1/3	4/3	2/3	2/3
حالة التوازن	$(1/3) - x$	$(4/3) - x$	$(2/3) + x$	$(2/3) + x$

بما أن عدد مولات الحمض في المزيج هي 0,152 mol إذن:  $\frac{1}{3} - x = 0,152$

$$x = 0,178 \text{ mol} \quad \text{وعليه:}$$

إذن تكون حالة التوازن كالتالي:

	$CH_3COOH$	$C_2H_5OH$	$CH_3COOC_2H_5$	$H_2O$
حالة التوازن	0,152	1,155	0,844	0,844

$$K'_c = \frac{(0,844/V)^2}{(0,152/V)(1,155/V)} \simeq 4 \quad \text{إذن:}$$

ومنه  $K'_c = K_c$  وهذا يعني أن ثابت التوازن يتعلق بدرجة الحرارة فقط.

موقع  
الدراسة الجزائري  
www.eddirasa.com



ب- أكتب الصيغ المفصلة الممكنة.

(2)- نفاعل (A) مع حمض عضوي (B) فينتج مركب (C) صيغته الجزيئية العامة  $C_nH_{2n}O_2$

(أ)- أوجد الصيغة الجزيئية الممثلة للمركب (C)، علما بأن كثافته بخاره بالنسبة للهواء هي  $d = 4$ .

(ب)- استنتج الصيغة الجزيئية الممثلة للحمض (B).

(3)- نفاعل  $14,8 \text{ g}$  من (A) مع  $12 \text{ g}$  من (B) فتحصل عند التوازن على  $13,92 \text{ g}$  من (C).

(أ)- ما هو مردود هذا التفاعل؟

(ب)- أحسب ثابت التوازن  $K_c$ .

(ج)- نمزج  $1 \text{ mol}$  من الكحول (A) مع  $2 \text{ mol}$  من الحمض (B). فما هو تركيب المزيج

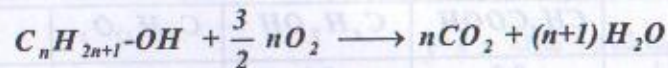
مقدرا بعد المولات عند التوازن.

يعطى  $V_0 = 22,4 \text{ mol}$  ,  $O = 16 \text{ g/mol}$  ,  $C = 12 \text{ g/mol}$  ,  $H = 1 \text{ g/mol}$

الحل:

(1)- (أ) لدينا الصيغة العامة للكحول هي:  $C_nH_{2n+1}-OH$

وتكون معادلة الاحتراق بالأكسجين هي:



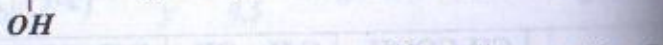
حساب عدد مولات  $CO_2$ :  $n = \frac{V}{V_0} = \frac{8,86}{22,4} = 0,4 \text{ mol}$



ومن هنا نجد أن  $n = 4$   $0,1 \text{ mol} \longrightarrow 0,4 \text{ mol}$

ومن هنا الصيغة الممثلة (A):  $C_4H_9-OH \equiv C_4H_{10}O$

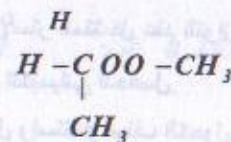
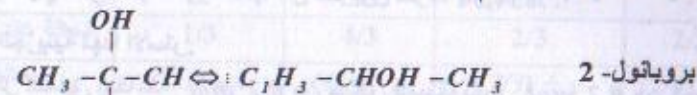
الصيغ النصف مفصلة:



نعرف مردود الأستر كالتالي:  $R = \frac{n_{\text{المتشكل}}}{n_{\text{المتفاعل}}} = 0,6 = 60\%$  ومنه  $R = \frac{0,12}{0,08} = 0,6 = 60\%$

بما أن المردود  $R = 60\%$  إذن الكحول المستخدم ثانوي.

ج- صيغة الكحول المستخدم:



د- الصيغة الجزيئية الموافقة للأستر الناتج:

هـ حساب ثابت التوازن للتفاعل الكيميائي

$$K_c = \frac{[HCOOC_3H_7][H_2O]}{[HCOOH][C_3H_7-OH]} = 2,25$$

3- التركيب المولي للمزيج الجديد عند التوازن:

	HCOOH	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -OH	HCOOC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	H <sub>2</sub> O
ت = 0 بداية التفاعل	1	2	0	0
حالة التوازن	1-x	2-x	x	x

ومن هنا يكون:  $K_c = \frac{x^2}{(1-x)(2-x)} = 2,25$

ومن هنا:  $1,25x^2 - 6,75x + 4,5 = 0$  et  $0 \leq x \leq 1$

بحل المعادلة من الدرجة II نجد:  $x_1 = 4,62 \text{ mol}$  (مرفوض) و  $x_2 = 0,78 \text{ mol}$  (مقبول)

ومن هنا:

	HCOOH	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -OH	HCOOC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	H <sub>2</sub> O
تركيب المولي	0,22	1,22	0,78	0,78
تركيب كتلي	10,12	73,2	68,64	14,04

التمرين الثاني

(1)- نقوم بحرق  $0,1 \text{ mol}$  من كحول (A) أحادي الوظيفة بالأكسجين، فينتج عن ذلك

$8,96 \text{ l}$  من غاز  $CO_2$  في الشرطين النظاميين.

أ- بين أن عدد ذرات الكربون في (A) هو 4 واستنتج الصيغة الجزيئية الممثلة له.



التمرين الثالث

يتكون مزيج ابتدائي من 30 g من حمض الإيثانويك و 30 g من كحول (A) أحادي الوظيفة ومشيح، وعند التوازن يتكون x mol من الأستر.

1- أكتب معادلة التفاعل (استر-اماهة) عند التوازن.

2- إن هذا التوازن يتميز بثابت  $K_C = 4$ .

(أ) عبر عن  $K_C$  بدلالة x و y حيث y عدد المولات الابتدائية للكحول (A).

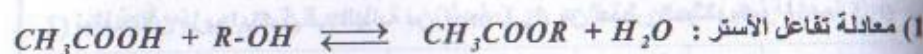
(ب) إذا كان  $x = \frac{1}{3}$  mol أحسب قيمة y وكذا الكتلة المولية للكحول (A).

(ج) أحسب مردود الأستر واستنتج صنف الكحول واكتب صيغته المفصلة.

(د) أعط الصيغة المفصلة للأستر المتشكل واسمه؟

(3) إذا أردنا تحسين مردود الأستر، أذكر إحدى الطرق العملية المؤدية لذلك.

الحل:



(2) عبارة ثابت التوازن بدلالة x و y

حساب كمية المادة الابتدائية للحمض:  $n_{\text{حمض}} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ mol}$  (ابتدائية)

	$CH_3COOH$	$R-OH$	$CH_3COOR$	$H_2O$
الحالة الابتدائية	$1/2 = 0,5$	y	0	0
حالة التوازن	$0,5 - x$	$y - x$	x	x

ومنه نجد ثابت التوازن:  $K_C = \frac{x^2}{((1/2) - x)(y - x)}$

(ب) حسام قيمة y: لدينا  $K_C = 4$  ومنه

$$\frac{(1/3)^2}{((1/2) - (1/3))(y - (1/3))} = 4 \Rightarrow y = 0,5 \text{ mol}$$

استنتاج الكتلة المولية:  $n_{\text{مردود}} = y = 0,5 = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{y} = \frac{30}{0,5} = 60 \text{ g/mol}$

حساب المردود:  $R = \frac{(1/3)}{(1/2)} = \frac{2}{3} = 67\%$

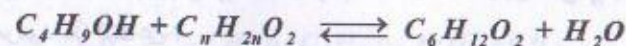
إن الكحول المستعمل هو أولي  $CH_3-CH_2-CH_2-OH$  البروبانول-1

(2) الصيغة الجزيئية العامة للمركب (C) هي:  $C_nH_{2n}O_2$

ومنه  $M = 29 \times d = 116 \text{ g/mol}$  و  $M = 14n + 32 = 116 \Rightarrow n = 6$

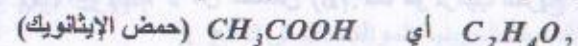
إذن الصيغة المجملية للمركب (C) هي:  $C_6H_{12}O_2$

(ب) الصيغة العامة للحمض (B)



(A) (B) (C)

بالمقارنة نجد عدد الذرات الفحم تساوي  $n = 2$ ، إذن الصيغة الجزيئية المجملية للحمض هي:



حساب عدد المولات الابتدائية والناتجة

$n_{\text{مردود}} = \frac{14,8}{74} = 0,2 \text{ mol}$  (ابتدائية) ،  $n_{\text{حمض}} = \frac{12}{60} = 0,2 \text{ mol}$  (ابتدائية)

$n_{\text{استر}} = \frac{13,92}{116} = 0,12 \text{ mol}$  (الناتج)

	$CH_3COOH$	$C_4H_9OH$	$C_6H_{12}O_2$	$H_2O$
ابتدائية	0,2	0,2	0	0
حالة التوازن	0,08	0,08	0,12	0,12

- حساب مردود التفاعل:  $R = \frac{n_{\text{استر}}}{n_{\text{حمض}}} = \frac{0,12}{0,08} = 0,6 = 60\%$  (المتشكل كل) (الابتدائي)

- حساب ثابت التوازن:  $K_C = \frac{[C_5H_{11}COOH] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [C_4H_9OH]} = 2,25$

(ب) التركيب المولي للمزيج الجديد عند التوازن

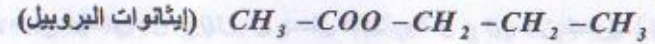
	$CH_3COOH$	$C_4H_9-OH$	$C_5H_{11}COOH$	$H_2O$
ابتدائية	2	1	0	0
حالة توازن جديدة	$2 - x$	$1 - x$	x	x

وعليه:  $K_C = \frac{x^2}{(2-x)(1-x)} = 2,25$  بعد حل المعادلة نجد:  $x = 0,78 \text{ mol}$

	$CH_3COOH$	$C_4H_9-OH$	$C_5H_{11}COOH$	$H_2O$
ابتدائية	2	1	0	0
حالة توازن	1,22	0,22	0,78	0,78



د- الصيغة نصف مفصلة للأستر المتشكلة:



(3) لتحسين مردود الأسترة نقوم بإحدى العمليات التالية:

أ- إضافة أحد المتفاعلات (حمض أو كحول).

ب- امتصاص أحد النواتج (الأستر أو الماء).

ج- يعوض الحمض الكربوكسيلي بكلور الحمض المرافق له.

### التمرين الرابع

(1) نمزج  $2,30 \text{ g}$  من حمض الميثانويك مع  $3 \text{ g}$  من البروناتول-2 في أنبوبة اختبار مسدودة

بإحكام وموضوعة في وسط درجة حرارته ثابتة، عندما يبلغ التفاعل حده، يتشكل  $2,64 \text{ g}$  من الأستر.

أ- اكتب معادلة التفاعل الكيميائية الحادث وأذكر اسم الأستر الناتج.

ب- أوجد مردود التفاعل.

ج- أوجد ثابت التوازن الكيميائي  $K_c$  لهذا التفاعل.

(2) نؤلف الآن مزيجا يتكون في البداية من  $0,3 \text{ mol}$  من حمض الميثانويك و  $0,5 \text{ mol}$  من

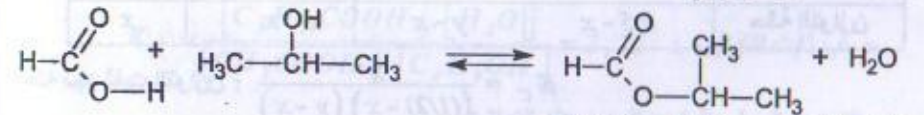
البروناتول-2، و  $1 \text{ mol}$  من الماء.

أ- في أي اتجاه ينزاح التوازن الكيميائي؟

ب- استنتج التركيب المولي للمزيج عند التوازن.

### الحل

معادلة التفاعل الكيميائي



الأستر الناتج هو: ميثانوات ميثيل الأيثيل

ب) مردود التفاعل: كمية الحمض الابتدائية:  $n_{\text{حمض}} = \frac{2,3}{46} = 0,05 \text{ mol}$

كمية الكحول الابتدائية:  $n_{\text{كحول}} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mol}$

كمية الأستر المتشكلة:  $n_{\text{أستر}} = \frac{2,64}{88} = 0,03 \text{ mol}$

	ماء	أستر	كحول	حمض
ابتدائية	0	0	0,05	0,05
نهاية التفاعل	0,03	0,03	0,02	0,02

$$R_{\text{أستر}} = \frac{n_{\text{حمض}}}{n_{\text{أستر}}} = 0,6 = 60\%$$

$$K_c = \frac{[\text{ماء}] [\text{أستر}]}{[\text{حمض}] [\text{كحول}]} = 2,25$$

(2-أ) نظرا لعدم وجود الأستر في البداية ينزاح التفاعل باتجاه الأستر (تشكيل الأستر والماء).

ب) التركيب المولي للمزيج الناتج عند التوازن.

	ماء	أستر	كحول	حمض
ابتدائية	1	0	0,5	0,3
حالة توازن	1+x	x	0,5-x	0,3-x

$$\text{ومنه: } K_c = \frac{x(x+1)}{(0,3-x)(0,5-x)} = 2,25$$

$$\text{ومنه: } \begin{cases} 1,25X^2 - 2,8X + 0,3375 = 0 \\ 0 \leq X \leq 0,3 \end{cases}$$

وعند حل المعادلة نجد:  $x_1 = 0,13 \text{ mol}$  (مقبول) ،  $x_2 = 2,1 \text{ mol}$  (مرفوض)

	ماء	أستر	كحول	حمض
حالة توازن	1,13	0,13	0,37	0,17

### التمرين الخامس

محلول (A) نحصل عليه من إذابة كتلة  $m = 3 \text{ g}$  من حمض كربوكسيلي في الماء، ثم نكمل

الحجم إلى  $1 \text{ litre}$ ، نعاير حجما  $V = 40 \text{ cm}^3$  من المحلول (A) بواسطة محلول ماءات

الصوديوم تركيزه المولي  $C = 0,1 \text{ mol/L}$ .

يمثل المنحنى في الشكل تغيرات الـ  $PH$  للمزيج

بدلالة حجم الصودا المضاف  $V_1$ .

① -  $D$  و  $E$  نقطتان من المنحنى تميزان المعايرة

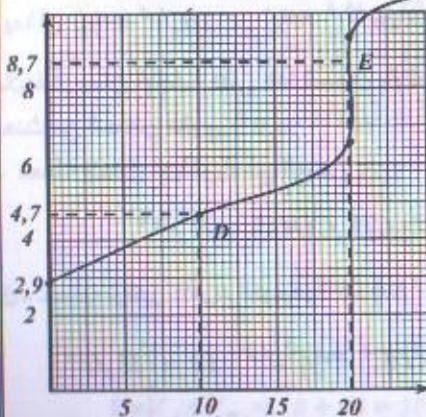
ما هو مدلولهما الكيميائي؟

② - أحسب الكتلة المولية للحمض المستعمل.

③ - أوجد الصيغة الجزيئية المجمل للحمض وما اسمه.

④ - تكد من أن الحمض المستعمل في المعايرة ضعيف.

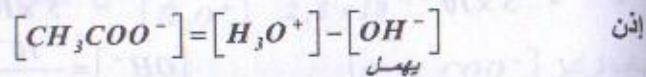
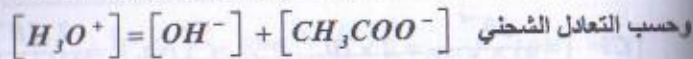
اكتب معادلة انحلاله في الماء.



⑤ - أحسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية المتواجدة عند النقطة  $D$  ثم أحسب ثابت

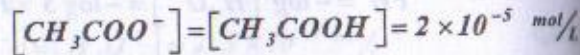
الحموضة  $K_a$ .





ومنه  $[CH_3COO^-] = 2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

وبما أن المحلول موجود عند نصف التكافؤ:  $PH = PK_a$



وعليه  $PK_a = 4,7 \Rightarrow K_a = 10^{-PK_a} = 10^{-4,7}$  ومنه:  $K_a = 2 \times 10^{-5}$

### التصريف السادس

نمزج  $10 \text{ cm}^3$  من حمض كلور الهيدروجين ذو التركيز  $C_A = 10^{-2} \text{ mol/L}$  مع  $40 \text{ cm}^3$  من

الصودا  $NaOH$  ذو التركيز  $C_B = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

أ- أذكر الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج؟

ب- أحسب تركيز هذه الأفراد في نهاية التفاعل؟

ج- ماهي قيمة  $PH$ ؟

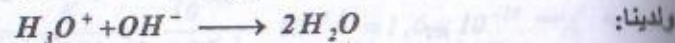
### الحل:

أ- الأفراد الكيميائية هي:  $Na^+, Cl^-, OH^-, H_3O^+$

ب- حساب تركيز الأفراد:

حساب عدد المولات:  $n_{OH^-} = n_{Na^+} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 40}{1000} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$n_{H_3O^+} = n_{Cl^-} = \frac{10^{-2} \times 10}{1000} = 10^{-4} \text{ mol}$



$10^{-2} \text{ mol} \longrightarrow x \Leftrightarrow x = 10^{-4} \text{ mol}$  (المتفاعلة)

إن كمية  $OH^-$  المتبقية هي:  $2 \cdot 10^{-4} - 10^{-4} = 10^{-4} \text{ mol}$

الحجم الإجمالي هو:  $V = V_A + V_B = 10 + 40 = 50 \text{ cm}^3 = 5 \times 10^{-2} \text{ L}$

وعليه تكون التراكيز الكيميائية:



### الحل:

①- تمثل النقطة E نقطة التكافؤ.

- تمثل النقطة D نصف التكافؤ ( $PK_a = PH$ )

②- حساب تركيز الحمض:  $n_A = n_B$  (عند نقطة التكافؤ)

$C_A V_A = C_B V_B$  و  $V_{eq} = 20 \text{ cm}^3$

إن:  $C_A = 0,05 \text{ mol/L}$  أي:  $C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = \frac{0,1 \times 20}{40} = 0,05 \text{ mol/L}$

حساب الكتلة المولية للحمض: لدينا  $M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{m}{M}$

وعليه  $M = 60 \text{ g/mol} \Leftrightarrow M = \frac{3 \text{ g}}{0,05 \text{ mol}}$

③- الصيغة الجزيئية للحمض:  $C_n H_{2n} O_2$  ومنه:  $60 = 32 + 14n \Leftrightarrow n = 2$

إن صيغته  $CH_3COOH$  حمض الإيثانويك.

④- تركيز هذا المحلول هو  $C = 0,05 \text{ mol/L}$

لو كان الحمض قوي لكان  $[H_3O^+] = C = 0,05 \text{ mol/L}$

$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 0,05 \text{ mol/L} \Rightarrow PH = 1,3$

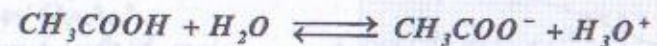
- وبداية المنحنى يكون  $PH = 2,9$  أي  $[H_3O^+] = 10^{-2,9} \text{ mol/L}$

وبما أن  $[H_3O^+] = 10^{-2,9} \text{ mol/L} < 10^{-1,3} \text{ mol/L}$  إذن الحمض ضعيف.

ملاحظة: يمكن الإجابة على هذا السؤال بالإشارة إلى وجود انعطاف عند نصف التكافؤ وهذا لا

يحدث مع الحمض القوي.

- معادلة انحلال الإيثانويك في الماء.



⑤- حساب تراكيز الأفراد الكيميائية عند (D). لدينا عند (D) تكون  $PH = 4,7$

$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  أي  $2 \times 10^{-5} \text{ mol/L} = 10^{4,7-10} = [H_3O^+]$

$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$



$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{2,5 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-12} \text{ mol/l}$$

حساب تركيز  $[C_6H_5COO^-]$

$$[C_6H_5COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] \quad \text{لدينا:}$$

$$[OH^-] \ll [H_3O^+] \quad \text{بما أن } [OH^-] \text{ إذن نهمل}$$

$$[C_6H_5COO^-] = [H_3O^+] = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol/l} \quad \text{وعليه}$$

$$[C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-] = C \quad \text{وباعتماد قانون حفظ الكتلة:}$$

$$[C_6H_5COOH] = C - [C_6H_5COO^-] \quad \text{وعليه:}$$

$$= 0,1 - 2,5 \times 10^{-3} = 97,5 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\alpha = \frac{[C_6H_5COO^-]}{C} = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{0,1} = 2,5 \times 10^{-2} \quad \text{حساب ثابت التشردي للماء:}$$

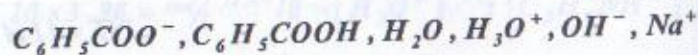
$$\alpha = 2,5 \times 10^{-2} < 1 \quad \text{وعليه الحمض ضعيف}$$

حساب  $K_a$

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{2,5 \times 10^{-3} \times 2,5 \times 10^{-3}}{97,5 \times 10^{-3}} = 6,4 \times 10^{-5}$$

$$K_a = 6,4 \times 10^{-5} \Leftrightarrow PK_a = -\log K_a = 4,2$$

(3) الأفراد الكيميائية هي:



$$[H_3O^+] = 10^{-4,2} = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mol/l} \quad \text{لدينا}$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-4,2}} = 10^{-9,8} = 1,6 \times 10^{-10} \text{ mol/l} \quad \text{وعليه}$$

$$[Na^+](V_A + V_B) = C_B V_B \quad \text{لدينا:} \quad \text{حساب } [Na^+]$$

$$[Na^+] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} \leftarrow \text{تركيز المحلول الناتج} \quad \text{وعليه نجد}$$

$$[Na^+] = \frac{0,1 \times 5}{15} = 0,033 \text{ mol/l}$$

$$[Cl^-] = \frac{10^{-4}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/l}, \quad [Na^+] = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{5 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-4}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$K_e = [H_3O^+] \times [OH^-] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-12} \text{ mol/l}$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log 5 \times 10^{-12} = 11,3 \quad \text{قيمة الـ } PH$$

### تمرين السابع

(1) ماهي كتلة حمض البنزويك ( $C_6H_5CO_2H$ ) التي يجب انحلالها في حجم  $200 \text{ cm}^3$

من الماء حتى يكون تركيز المحلول  $C = 0,1 \text{ mol/l}$

(2)  $PH$  هذا المحلول هي 2,6 ، أحسب تركيز مختلف الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول

- هل هذا المحلول لحمض ضعيف أو قوي. مع التعليل؟

(3) نأخذ  $10 \text{ cm}^3$  من هذا المحلول ونضيف إليه  $5 \text{ cm}^3$  من هيدروكسيد الصوديوم

(الصودا) تركيز المولي  $0,1 \text{ mol/l}$

- إذا كان  $PH = 4,2$  ، أحسب تركيز مختلف الأفراد الكيميائية في المحلول.

- أحسب  $PK_a$  لثنائية بنزويك / بنزوات.

### الحل:

$$M = 122 \text{ g/mol}$$

حساب الكتلة المولية للبنزويك  $M_{C_6H_5CO_2H}$

حساب عدد المولات الموجودة في  $200 \text{ cm}^3$

$$n = \frac{20}{100} = 2 \times 10^{-2} \Leftrightarrow \begin{array}{ccc} 0,1 \text{ mol} & \longrightarrow & 1000 \text{ cm}^3 \\ n & \longleftarrow & 200 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \times M = 2 \times 10^{-2} \times 122 = 2,44 \text{ g} \quad \text{ولدينا}$$

$$PH = 2,6 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2,6} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol/l} \quad \text{حساب التراكيز المولية:}$$

$$[H_3O^+] = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

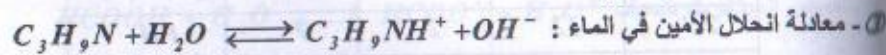
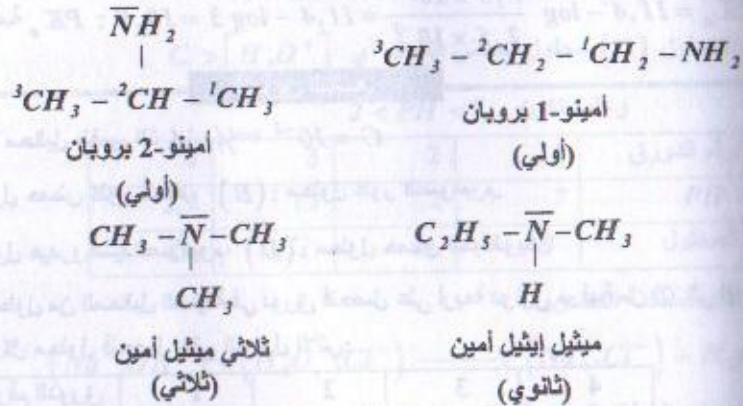
وبناء على الجداء الشاردي للماء نجد تركيز  $[OH^-]$



لدينا  $14n + 17 \leftarrow 100\%$  أي :  $100 \times 14 = 24 (14n + 17)$

لدينا  $14 (n) \leftarrow 24\%$  ،  $3 \approx n$

إذن الصيغة الجزيئية  $C_3H_9N$  ، الصيغ نصف المفصلة الممكنة



② - حساب قيمة  $PK_a$  للثنائية  $C_3H_9NH^+ / C_3H_9N$

لدينا  $PH - \log \frac{[C_3H_9N]}{[C_3H_9NH^+]} = PK_a \Leftrightarrow \log \frac{[C_3H_9N]}{[C_3H_9NH^+]} + PK_a = PH$

لدينا  $PH = 11,4$

حساب تركيز  $[C_3H_9NH^+]$  :  $mol/l^{12-10} \times 3,98 = mol/l^{11,4-10} = [H_3O^+]$

ولدينا الجداء الشاردي للماء :  $K_e = [OH^-][H_3O^+] \Rightarrow [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$

ومنه :  $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{11,4-10} = 2,5 \times 10^{-3} mol/l$

وحسب قانون انحفاظ الشحنة :  $[C_3H_9NH^+] + [H_3O^+] = [OH^-]$

إذن :  $2,5 \times 10^{-3} g/mol = 10^{-12} \times 3,88 - 10^{-3} \times 2,5 = [C_3H_9NH^+]$

$[C_3H_9NH^+] = 2,5 \times 10^{-3} g/mol$

وحسب قانون الشحن :  $[Na^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [C_6H_5COO^-]$

يُهمل

$[Na^+] = [C_6H_5COO^-] = 0,033 mol/l$

$[C_6H_5COO^-] = 0,033 mol/l$

حساب تركيز  $[C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-] = C$  ،  $[C_6H_5COOH]$

حيث  $C = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = 0,1 \times \frac{10}{15} = 0,066 mol/l$

$[C_6H_5COOH] = C - [C_6H_5COO^-] = 0,066 - 0,033$

$[C_6H_5COOH] = 0,033 mol/l$

نلاحظ أن  $[C_6H_5COOH] = [C_6H_5COO^-]$  وعليه نجد

$PH = PK_a + \log \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \leftarrow 0$

لأن  $\log 1 = 0$  نجد  $PH = PK_a = 4,2$

### التمرين الثامن

أمين صيغته العامة  $C_nH_{2n+3}N$  والنسبة الكتلية للأزوت فيه 24% حضر من هذا الأمين

محلولا تركيزه  $10^{-2}$  مول/ل ( $mol/l$ ) قيس  $PH$  المحلول (عند  $25^\circ C$ ) فوجد أنه

يساوي  $PH = 11,4$

1- أوجد الصيغة الجزيئية للأمين

2- أكتب الصيغ نصف المفصلة الممكنة للأمين ثم أذكر اسم وصنف الأمين الموافق لكل صيغة.

3- أكتب معادلة انحلال الأمين في الماء.

4- احسب قيمة  $PK_a$  للثنائية  $C_nH_{2n+3}NH^+ / C_nH_{2n+3}N$

يعطى  $H = 1 g/mol$  ،  $C = 12 g/mol$  ،  $N = 14 g/mol$  ،  $10^{-12} \times 3,98 = 10^{-11,4} - 10^{-3}$

الحل:

① - الصيغة الجزيئية للأمين :  $M(C_nH_{2n+3}N) = (14n + 17) g/mol$  لدينا



$$[OH^-] = C = 10^{-2} \text{ mol/l} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{K_e}{[OH^-]}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol/l} \Rightarrow PH = 12$$

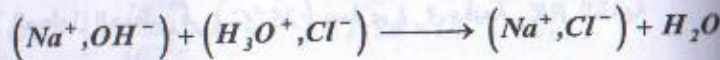
(3) المحلول (B) محلول لمادة معتدلة  $7 = PH \leftarrow$

(4) المحلول (D) محلول لحمض ضعيف أي  $C > [H_3O^+]$

وعليه تكون  $2 < PH < 7$

رقم الدورق	1	2	3	4
PH	7	2	12	2,9
المحلول	B	A	C	D

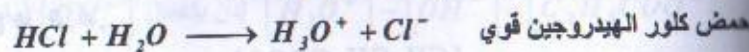
2- كتابة معادلة التفاعل:



3- حمض الميثانويك ضعيف  $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

$$\alpha = \frac{[HCOO^-]}{C} = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-2,9}}{10^{-2}} = 10^{-0,9} < 1 : \alpha \text{ حساب درجة التفكك}$$

وهذا يثبت بأنه حمض ضعيف لعدم انحلاله كلياً في الماء.



$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-2}}{10^{-2}} = 1 \text{ وهذا يثبت بأنه حمض قوي لإتحاله كلياً في الماء.}$$

$$4- \text{ حساب } K_a \text{ للثنائية } (HCOOH/HCOO^-) : K_a = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

البحث عن  $[HCOO^-]$  لدينا :  $[HCOO^-] = 10^{2,9-3} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2,9}} = 10^{-11,1} = 7,94 \times 10^{-12} \text{ mol/l}$$

$$[OH^-] + [HCOO^-] = [H_3O^+] \Rightarrow [HCOO^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$$

$$[HCOO^-] = 1,26 \times 10^{-3} - 7,94 \times 10^{-12} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[C_3H_9N] + [C_3H_9NH^+] = C \text{ (تركيز المحلول) ولدينا:}$$

$$[C_3H_9N] = C - [C_3H_9NH^+] \text{ إذن}$$

$$= 10^{-2} - 2,5 \times 10^{-3} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$PK_a = 11,4 - \log \frac{7,5 \times 10^{-3}}{2,5 \times 10^{-3}} = 11,4 - \log 3 = 10,9 : PK_a \text{ عليه تكون قيمة}$$

### التمرين التاسع

نحضر أربعة محاليل بنفس التركيز  $C = 10^{-2} \text{ mol/l}$

(A) : محلول حمض كلور الماء، (B) : محلول كلور الصوديوم.

(C) : محلول هيدروكسيد الصوديوم، (D) : محلول حمض الميثانويك.

يوضع لكل محلول من المحاليل السابقة في ورق فنتحصل على أربعة دوارق مرقمة من ① إلى ④.

نقيس PH كل محلول فنحصل على الجدول الآتي:

رقم الدورق	1	2	3	4
PH	7	2	12	2,9
المحلول				

1- أكمل الجدول، بوضع الحروف (A)، (B)، (C)، (D) في الخانة المناسبة.

2- أكتب معادلة التفاعل التي تعطي المحلول الموجود في الدورق رقم (1) انطلاقاً من محلولين في نفس الجدول.

3- بين أن حمض الميثانويك ضعيف وحمض كلور الهيدروجين قوي.

4- احسب  $K_a$  ثابت الحموضة للثنائية  $(HCOOH/HCOO^-)$ .

5- إذا علمت أن  $K_a$  للثنائية  $(CH_3COOH/CH_3COO^-)$  تساوي  $1,6 \times 10^{-5}$  قرن

قوتي الحمضين: الإيثانويك والميثانويك مع التعليل. يعطى  $10^{-2,9} = 1,26 \times 10^{-3}$

### الحل:

(1) محلول حمض كلور الماء هو عبارة عن حمض قوي يتشرد كلياً في الماء أي:

$$PH = 2 \leftarrow 10^{-2} \text{ mol/l} = C = [H_3O^+]$$

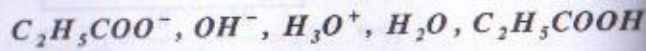
(2) المحلول (C) هو محلول لهيدروكسيد الصوديوم وهو أساس قوي يتشرد كلياً في الماء أي:



$$\text{Log} \frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]} = \text{PH} - \text{PK}_a \Leftrightarrow \text{Log} \frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]} + \text{PK}_a = \text{PH}$$

$$\frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]} = 10^{\text{PH} - \text{PK}_a} = 10^{3,1 - 4,9} = 10^{-1,8} = 1,58 \times 10^{-2}$$

باستخدام الأسس نجد:  $1,58 \times 10^{-2}$



$$\text{لدينا: } [H_3O^+] = 10^{-3,1} = 7,94 \times 10^{-4} \text{ mol/l}, [OH^-] = 10^{-10,9}$$

$$K_e = [H_3O^+] \times [OH^-] \Leftrightarrow [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-3,1}} = 10^{-10,9} = 1,26 \times 10^{-11} \text{ mol/l}$$

البحث عن  $[C_2H_5COO^-]$ : بالاعتماد على قانون انحفاظ الشحن نجد:

$$[H_3O^+] = [OH^-] + [C_2H_5COO^-]$$

ومنه

$$[H_3O^+] - [OH^-] = [C_2H_5COO^-]$$

$$[C_2H_5COO^-] = 7,94 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$\text{البحث عن } [C_2H_5COOH]: \text{ لدينا } \frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]} = 1,58 \times 10^{-2} \text{ إذن}$$

$$\frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]} = 1,58 \times 10^{-2}$$

$$[C_2H_5COOH] = \frac{[C_2H_5COO^-]}{1,58 \times 10^{-2}} = \frac{7,94 \times 10^{-4}}{1,58 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

3-1-  $\text{PK}_a = \text{PH} \Leftrightarrow$  أن المحلول موجود عند نصف التكافؤ أي:

$$1 = \frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]} \Leftrightarrow [C_2H_5COOH] = [C_2H_5COO^-]$$

$$[HCOOH] + [HCOO^-] = C \Rightarrow [HCOOH] = C - [HCOO^-]: \text{ لدينا}$$

$$[HCOOH] = 10^{-2} - 1,26 \times 10^{-3} = 8,75 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$K_a = \frac{(1,26 \times 10^{-3})^2}{(8,75 \times 10^{-3})} = 1,78 \times 10^{-4}: K_a \text{ يكون عليه}$$

5- بما أن  $K_a(CH_3COOH) < K_a(HCOOH)$  هذا يدل على أن حمض الميثانويك أقوى من الآخر.

### التمرين العاشر

تم تحضير 1 لتر من محلول حمض البروبانويك بإذابة كمية من الحمض في الماء.

1- أكتب معادلة انحلال حمض البروبانويك في الماء، ما هو الأساس الموافق لهذا الحمض؟

2- إذا كان  $\text{PH}$  المحلول الحمضي في  $(25^\circ C)$  يساوي 3,1 وقيمة  $\text{PK}_a$  للثنائية

حمض/أساس تساوي 4,9، أحسب:

أ- النسبة بين التركيز المولي للحمض والأساس والتركيز المولي للحمض  $\frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}$

ب- تراكيز مختلف الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول.

3- نضيف للمحلول السابق حجما  $V$  من محلول الصودا تركيزه  $C = 0,1 \text{ mol/l}$  فكان  $\text{PH}$

المحلول الناتج هو 4,9.

$$\frac{[CH_3CH_2COO^-]}{[CH_3CH_2COOH]} \text{ أ- استنتج بدون حساب قيمة النسبة}$$

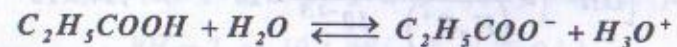
ب- أوجد قيمة الحجم  $V$  المضاف.

$$\text{يعطى: } 2^{-10} \times 1,58 = 1,8^{-10}, \quad 4^{-10} \times 7,9 = 3,1^{-10}$$

$$H = 1 \text{ g/mol}, O = 16 \text{ g/mol}, Na = 23 \text{ g/mol}$$

الحل:

معادلة انحلال حمض البروبانويك في الماء:



الأساس المرافق لحمض البروبانويك هي شاردة البروبانوات  $C_2H_5COO^-$

2-1- حساب النسبة  $\frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}$  باستعمال العلاقة:



$$\frac{C}{C'} = 10 \quad \text{و} \quad \frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]'} = 10 \Leftrightarrow \frac{10^{-PH}}{10^{-PH'}} = 10$$

بمساواة النسبة بينهما نجد:  $PH' = PH + 1$  إن  $(S_3)$  محلول لحمض قوي تركيزه  $C = [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol/l}$

١- حساب تركيز محلول الصودا المستعمل:

$$C_{(أساس)} V_{(أساس)} = C_{(حمض)} V_{(حمض)}$$

$$C_{(أساس)} = \frac{10^{-3} \times 10}{1} = 10^{-2} \text{ mol/l}$$

٢- حساب تركيز كل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$

$$C_{(أساس)} V_{(أساس)} = C_{(حمض)} V_{(حمض)}$$

$$C_{(S_1)} = \frac{C_{(أساس)} \times V_{(أساس)}}{V_{(حمض)}} = \frac{1 \times 10^{-2}}{10} = 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$C_{(S_2)} = \frac{16 \times 10^{-2}}{10} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$K_a = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$$

حساب  $[A^-]$  و  $[AH]$  لكل حمض:

$$[H_3O^+] = 10^{-3,9} \text{ mol/l} \quad \text{لدينا } PH = 3,9$$

$$[H_3O^+] = 1,26 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3,9}} = 10^{-10,1} = 7,94 \times 10^{-11} \text{ mol/l}$$

أي أن  $[OH^-]$  يهمل أمام  $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = [OH^-] + [A^-] \Leftrightarrow [A^-] = [H_3O^+] = 1,26 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[A_1] + [A_1H] = C \Leftrightarrow [A_1H] = 10^{-3} - 1,26 \times 10^{-4} = 8,74 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$K_{a_1} = \frac{(1,26 \times 10^{-4})^2}{8,74 \times 10^{-4}} = 0,18 \times 10^{-4}$$

$$C_{\text{حمض}} = [C_2H_5COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] = 5 \times 10^{-2} + 7,94 \times 10^{-4} \simeq 5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

حساب قيمة الحجم المضاف:

$$C_{(أساس)} V_{(أساس)} = C_{(حمض)} V_{(حمض)} \Leftrightarrow V = \frac{1 \times 0,05}{0,1} = 500 \text{ cm}^3$$

$$V_{eq} = \frac{1}{2} V = 250 \text{ cm}^3$$

وعليه نجد أن حجم التكافؤ

### التثمين الحادي عشر

نرمز لثنائين حمض/أساس للحمضين الضعيفين بـ  $(A_1H/A_1^-)$  و  $(A_2H/A_2^-)$

لدينا ثلاثة محاليل  $(S_1)$ ،  $(S_2)$ ،  $(S_3)$  لثلاثة أحماض أحدها قوي والأخران ضعيفان، قسنا

$PH_2 = 3,0$ ،  $PH_1 = 3,9$  فوجدنا على التوالي:

$PH_3 = 3,0$ ، قسنا بتمديد كل محلول 10 مرات أي أضفنا له الماء حتى تضاعف حجمه 10

مرات، ثم قسنا  $PH$  كل محلول من جديد فوجدنا على التوالي:

$$PH_3 = 4,0 \quad PH_2 = 3,5 \quad PH_1 = 4,4$$

١- بين أن المحلول  $(S_3)$  هو المحلول الحمض القوي، واستنتج التركيز المولي قبل تمديده.

٢- عايرنا  $10 \text{ cm}^3$  من كل حمض من الأحماض السابقة قبل تمديدها باستعمال نفس المحلول

من الصودا  $(NaOH)$ ، فوجب إضافة حجم  $V_1 = 1,0 \text{ cm}^3$  منه للمحلول  $(S_1)$  وحجم

$V_2 = 16,0 \text{ cm}^3$  منه للمحلول  $(S_2)$  وحجم  $V_3 = 1,0 \text{ cm}^3$  منه للمحلول  $(S_3)$ .

٣- أحسب تركيز محلول الصودا المستعمل لتحقيق التكافؤ.

٤- أحسب التركيز الابتدائي لكل حمض من الحمضين الضعيفين.

٥- أحسب ثابتي الحموضة  $K_{a_1}$  و  $K_{a_2}$  للحمضين الضعيفين واستنتج أقوامهما.

$$10^{0,1} = 1,26 \quad \text{يعطى}$$

الحل:

\* حمض قوي يعني أن  $C = [H_3O^+]$

لدينا: تركيز المحلول  $(S_3)$  قبل التمديد هو:  $C$  و  $[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol/l}$

تركيز المحلول  $(S_3)$  بعد التمديد هو:  $C'$  و  $[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ mol/l}$



بنفس الطريقة نجد:  $K_{a_2} = 6,7 \times 10^{-5}$  ,  $[A_2H] = 15 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$  و

ومنه  $K_{a_1} < K_{a_2}$  إذن الحمض  $A_2H$  أقوى من الحمض  $A_1H$  لأن تفككه أكبر في الماء.

### التمرين الثاني عشر

1- محلول لحمض الميثانويك  $HCOOH$  حجمه  $(0,3 \pm 10,0) \text{ cm}^3$  ، سكبنا عليه بواسطة

سحاحة محلولاً لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $(0,02 \pm 0,15) \text{ mol/l}$ .

1- أكتب معادلة التفاعل.

2- ما هو أفضل كاشف ينبغي استخدامه لتحديد نقطة التكافؤ؟

مجالات الـ  $PH$  التي تتغير ضمنها ألوان الكواشف هي: الهليانثين من 3,1 إلى 4,4 ، الفينول فتالين من 8,2 إلى 10,0 ، أزرقه البروموتيمول من 6,0 إلى 7,6 .

3- إذا علمت أن حجم الصودا اللازم لتحقيق التكافؤ يساوي  $(20,0 \pm 0,1) \text{ cm}^3$  .

أحسب تركيز الحمض في محلوله مصحوباً بالارتياب المطلق فيه.

4- إذا كان تركيز الملح الناتج عن التفاعل السابق في محلول هو  $C = 0,1 \text{ mol/l}$  وقيمة

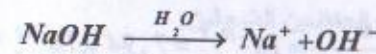
$PH$  المحلول 8,4 (درجة الحرارة 25° م).

أ- أحسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الموجودة فيه علماً أن  $10^{-8,4} = 4 \times 10^{-9}$ .

ب- أحسب ثابت الحموضة  $K_a$  للثنائية حمض ميثانويك/شاردة ميثانوات.

### الحل:

(1) كتابة معادلة التفاعل الحادث:  $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$



المعادلة الإجمالية:  $HCOOH + (Na^+, OH^-) \rightleftharpoons (Na^+, HCOO^-) + H_2O$   
ميثانوات الصوديوم

(2) بما أن التفاعل هو عبارة عن تفاعل حمض ضعيف مع أساس قوي (إذن الكاشف المناسب هو الفينول فتالين (2, 8 - 10) لأن المحلول الناتج له نفس سلوك الأساس.

(3) حساب تركيز الحمض في محلوله : عند نقطة التكافؤ يكون  $n_{\text{حمض}} = n_{\text{أساس}}$

$$C_{(\text{أساس})} V_{(\text{أساس})} = C_{(\text{حمض})} V_{(\text{حمض})}$$

$$C_{\text{حمض}} = \frac{(C_{\text{أساس}}) (V_{\text{أساس}})}{V_{\text{حمض}}} = \frac{20,0 \times 0,15}{10} = 0,3 \text{ mol/l} \text{ : إذن}$$

$$\text{بتطبيق قانون الإرتياب : } \frac{\Delta C_{\text{حمض}}}{C_{\text{حمض}}} = \frac{\Delta C_{\text{أساس}}}{C_{\text{أساس}}} + \frac{\Delta V_{\text{أساس}}}{V_{\text{أساس}}} + \frac{\Delta V_{\text{حمض}}}{V_{\text{حمض}}}$$

$$\Delta C_{\text{حمض}} = 0,3 \left( \frac{0,02}{0,15} + \frac{0,1}{20} + \frac{0,3}{10,3} \right) = 0,05 \text{ mol/l}$$

$$C_{\text{حمض}} = (0,3 \pm 0,05) \text{ mol/l} \text{ ومنه}$$

(4) - حساب تراكيز الأفراد الكيميائية الأخرى الموجودة في المحلول:

الأفراد الكيميائية هي:  $H_2O$  ،  $HCOOH$  ،  $HCOO^-$  ،  $Na^+$  ،  $OH^-$  ،  $H_3O^+$

$$\text{لدينا } [H_3O^+] = 10^{-PH} \text{ mol/l} = 10^{-8,4} = 3,98 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$$

$$[H_3O^+] = 3,98 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$$

وحسب الجداء الشاردي للماء

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-8,4}} = 10^{-5,6} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$[Na^+] = [Na^+] = 0,1 \text{ mol/l} \text{ تركيز الملح أي}$$

$$\text{وحسب قانون الشحن : } [H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-] + [HCOO^-]$$

$$\text{وعليه نجد : } [HCOO^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-]$$

$$= 0,1 + 3,98 \times 10^{-9} - 2,5 \times 10^{-6} \simeq 0,1 \text{ mol/l}$$

$$C_{\text{حمض}} = [HCOO^-] + [HCOOH]$$

$$\text{وعليه : } [HCOOH] = C_{\text{حمض}} - [HCOO^-] = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ mol/l}$$

ب- حساب ثابت الحموضة:

$$K_a = \frac{[HCOO^-] \times [H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{3,98 \times 10^{-9} \times 0,1}{0,2} = 1,9 \times 10^{-9}$$

$$K_a = 1,9 \times 10^{-9}$$



نسكب 4,6 g من حمض الميثانويك النقي في وعاء تحليل كهربائي، ثم يوصل على التسلسل مع مولد للتيار الكهربائي المستمر، ومقياس ميلي أمبير وقاطعة.

- 1- عند غلق القاطعة لا يلاحظ أي انحراف لمؤشر مقياس ميلي أمبير، استنتج من هذه التجربة بنية حمض الميثانويك.
- 2- تضاف إلى وعاء التحليل كمية من الماء المقطر فيلاحظ عند غلق القاطعة انحراف مؤشر مقياس ميلي أمبير.

أ- علل سبب مرور التيار الكهربائي في الدارة في هذه الحالة.

ب- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل بين الحمض والماء.

ج- ما هو الأساس المرافق لحمض الميثانويك؟

د- أكملنا حجم المحلول الحمضي السابق بإضافة الماء إلى وعاء التحليل فحصلنا على 1 لتر من المحلول الحمضي، أحسب التركيز المولي الحجمي لهذا الحمض.

3- أعطى قياس PH المحلول الحمضي السابق القيمة 2,4 عند  $25^\circ C$ .

أ- حدد الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول ثم أحسب تركيزها.

ب- أحسب  $K_a$  للتثنائية حمض/أساس واستنتج قيمة  $PK_a$ .

$$C=12 \text{ g/mol}, H=1 \text{ g/mol}, O=16 \text{ g/mol}, \text{Log } 6=0,8, 10^{-2,4}=4 \times 10^{-3}$$

الحل:

1- بنية الحمض غير شاردية (لا يحتوي على شوارد).

2- أ- مرور التيار الكهربائي دليل على أن المحلول يحوي شوارد  $(H_3O^+)(HCOO^-)$ .

ب- معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل:  $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$

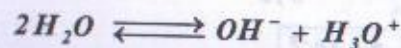
ج- الأساس المرافق لحمض الميثانويك هو شاردة الميثانوات  $(HCOO^-)$ .

د- حساب التركيز المولي الحجمي للمحلول الحمضي

$$M_{HCOOH} = 46 \text{ g/mol} \Rightarrow n = \frac{4,6}{46} = 0,1 \text{ mol} \text{ ومنه } C = \frac{n}{V} \text{ و } n = \frac{m}{M}$$

$$\text{إذن: } C_{HCOOH} = \frac{0,1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol/L}$$

3- أ- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول:  $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$



وعليه تكون الأفراد هي:  $HCOOH, HCOO^-, OH^-, H_3O^+$  المتبقي

لدينا  $PH = 2,4$  إذن  $[H_3O^+] = 10^{-2,4} \text{ mol/L}$  ومنه:  $[H_3O^+] = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

حساب  $[OH^-]$  لدينا:  $K_e = [H_3O^+] \times [OH^-]$

$$\text{إذن: } [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2,4}} = 10^{-14+2,4}$$

$[OH^-] = 0,25 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$  ومنه:  $[OH^-] = 10^{-11,6} = 0,25 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$

حساب  $[HCOO^-]$  بناءً على مبدأ انحفاظ الشحنة نجد:

$$[OH^-] \ll [H_3O^+] \text{ وبما أن } [H_3O^+] = [OH^-] + [HCOO^-]$$

إذن:  $[HCOO^-] = [H_3O^+] = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  ومنه:

$$[HCOO^-] = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

وباستعمال مبدأ انحفاظ المادة:

$$[HCOOH] + [HCOO^-] = C = \text{الإجمالي} [HCOOH] \text{ المتبقي}$$

ومنه:  $[HCOOH] = C - [HCOO^-] = 0,1 - 4 \times 10^{-3} = 96 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

ب- حساب  $K_a$ :

$$K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{(4 \times 10^{-3})^2}{96 \times 10^{-3}} = 0,166 \times 10^{-3}$$

استنتج  $PK_a$ :  $PK_a = -\text{Log } K_a = -\text{Log } [1,66 \times 10^{-4}]$  أي:  $PK_a = 3,78$

المحاليل مأخوذة في الدرجة  $25^\circ C$  تعطى:  $0,25 = 10^{-0,6}$ ,  $\text{Log } 24 = 1,4$

لدينا محلول مائي للنشادر تركيزه المولي هو  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$  وقيمة الـ PH هي 10,6.

1- أكتب معادلة التفاعل  $(NH_3)$  مع الماء.

2- ما هي الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول؟

3- أحسب التركيز المولي لكل منها.



$$K_a = \frac{[H_3O^+][\text{أساس}]}{[\text{حمض}]} \quad \text{II-1- تعريف ثابت الحموضة:}$$

$$K_a = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \quad \text{وحسب التمرين:}$$

$$PK_a = -\text{Log } K_a \quad \text{: (NH}_4^+/\text{NH}_3) \text{ للتثانية}$$

$$PK_a = -\text{Log} \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = PH - \text{Log} \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$PK_a = 10,6 - \text{Log} \frac{96 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-4}} = 9,2$$

3- المقارنة بين قوى الأساسين  $NH_3$  و  $CH_3 - NH_2$

لدينا  $K_{a_2} > K_{a_1}$  إذن المثل أمين  $(CH_3 - NH_2)$  أقوى من النشادر  $(NH_3)$ .

#### التمرين الخامس عشر

لدينا 1 litre من محلول مائي لحمض الميثانويك قيمة  $PH$  هذا المحلول (2,4).

1- أكتب معادلة تشتت هذا الحمض في الماء.

2- أعط عبارة ثابت الحموضة ( $K_a$ ) للتثانية  $HCOOH/HCOO^-$ .

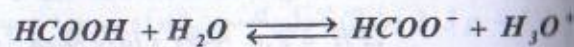
3- احسب كتلة الحمض ( $m$ ) المنحلة في الحجم السابق علما بأن  $PK_a$  للتثانية

$HCOOH/HCOO^-$  هو 3,8.

$$\text{يعطى} \quad 2^{-10} \times 4 \simeq 1,4^{-10} \quad , \quad 3^{-10} \times 4 = 2,4^{-10}$$

#### الحل:

1) كتابة معادلة تشتت حمض الميثانويك ( $HCOOH$ ) في الماء.



2) عبارة ثابت الحموضة ( $K_a$ ) للتثانية  $(HCOOH/HCOO^-)$

$$K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

3) حساب كتلة الحمض  $m$  المنحلة في (1g) :  $PK_a = -\text{Log } K_a$

II-1- عرف ثابت الحموضة ( $K_a$ ) للتثانية  $(NH_4^+/NH_3)$ .

2- احسب قيمة الـ ( $PK_a$ ) الموافقة.

3- إذا علمت بأن:

$K_{a_1}$  للتثانية  $(CH_3 - NH_3^+/CH_3 - NH_2)$  هو  $1,9 \times 10^{-11}$

$K_{a_2}$  للتثانية  $(NH_4^+/NH_3)$  هو  $5,6 \times 10^{-10}$

قارن بين قوتي الأساس  $(NH_3)$  و  $(CH_3 - NH_2)$  علل إجابتك.

#### الحل:

1- كتابة معادلة تفاعل النشادر مع الماء: لكتابة المعادلة يجب البحث إذا كان هذا التفاعل تام أم لا.

لدينا  $PH \simeq 10,6$  ,  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$  , إذن  $[H_3O^+] = 10^{-10,6}$

$$\text{وعليه} \quad [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-10,6}} = 10^{-3,4} \text{ mol/L} < 10^{-2} \text{ mol/L}$$

إذن الأساس ضعيف وهذا يعني أن تفاعله مع الماء غير تام



2- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول:  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $NH_4^+$ ,  $OH^-$ ,  $H_3O^+$

3- حساب التركيز المولي لكل منها:

لدينا  $PH = 10,6 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-10,6} = 0,25 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

$$K_e = [H_3O^+] \times [OH^-] \Leftrightarrow [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} \quad ; \quad ? = [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{0,25 \times 10^{-10}} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[OH^-] = [H_3O^+] + [NH_4^+] \quad \text{: حسب قانون انحفاظ الشحنة نجد:}$$

$$[NH_4^+] = [OH^-] - [H_3O^+] \simeq [OH^-] = 0,4 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad \text{إذن:}$$

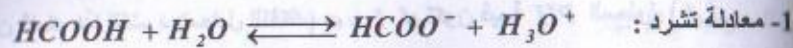
$? = [NH_3]$  حسب قانون انحفاظ المادة نجد:

$$C = [NH_3] + [NH_4^+] \Rightarrow [NH_3] = C - [NH_4^+] = 10^{-2} - 0,4 \times 10^{-3} = 96 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$





الحل:



2- التركيز المولي الحجمي للمحلول (A):

لدينا:  $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{13,8 \text{ g}}{46 \text{ g/mol} \times 3 \text{ l}}$  أي:  $C = 0,1 \text{ mol/L}$

3- حساب ثابت الحموضة  $K_a$  للثنائية  $(HCOOH/HCOO^-)$

الأفراد المتواجدة في المحلول هي:  $H_2O, HCOOH, HCOO^-, OH^-, H_3O^+$

ولدينا:  $K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$

ولدينا  $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

بتطبيق مبدأ انحفاظ الشحنة نجد:

$[H_3O^+] = [OH^-] + [HCOO^-] \Rightarrow [H_3O^+] \simeq [HCOO^-]$   
بإهمال  $[OH^-]$

إذن  $[HCOO^-] = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

بتطبيق مبدأ انحفاظ المادة:  $C = [HCOOH] + [HCOO^-]$

ومنه:  $[HCOOH] = C - [HCOO^-] = 0,1 - 4 \times 10^{-3} = 96 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

ومنه:  $K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{(4 \times 10^{-3})^2}{96 \times 10^{-3}} = 1,67 \times 10^{-4}$

**التمرين السابع عشر**

نؤكسد 2,3 g من الإيثانول بأكسجين الهواء وبوجود وسيط فتحصل على حمض الايثانويك بمرودود 100%.

1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث.

2- ما هي كتلة الحمض المحصل عليه؟

3- نأخذ هذه الكتلة من الحمض ونذيبها في الماء المقطر فتحصل على محلول (A) حجمه  $250 \text{ cm}^3$ .

أ- احسب التركيز المولي الحجمي لهذا المحلول.

$PK_a = -\text{Log} [H_3O^+] - \text{Log} [HCOO^-] + \text{Log} [HCOOH]$

$PK_a = PH - \text{Log} \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

حساب  $[HCOOH]$  المتبقية:

1-  $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2,5 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$  ؟  $[OH^-]$

يهمل أمام  $[H_3O^+]$  ومنه نجد:  $[H_3O^+] \simeq [HCOO^-] = 10^{-2,4} \text{ mol/L}$

إذن:  $-\text{Log} [HCOOH] = PH - PK_a - \text{Log} [HCOO^-]$   
 $= 2,4 - 3,8 - \text{Log} 10^{-2,4} = 1$

$\text{Log} [HCOOH] = -1$

ومنه  $[HCOOH] = 10^{-1} \text{ mol/L}$

وحسب قانون انحفاظ الكتلة:  $C = [HCOOH] + [HCOO^-]$

$C = 10^{-1} + 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 104 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

- حساب الكتلة (m) للحمض المنحلة في الحجم السابق (1g):  $M_{HCOOH} = 46 \text{ g/mol}$

إذن:  $1 \text{ mol} \longrightarrow 46 \text{ g}$

$m = 4,784 \text{ g}$  ومنه:  $0,104 \text{ mol} \longrightarrow m$

**التمرين السادس عشر**

كل المحاليل مأخوذة في درجة حرارة  $25^\circ \text{C}$ .  
- تحضر محلول (A) لحمض الميثانويك  $HCOOH$  بإذابة 13,8 g من الحمض النقي في الماء المقطر، فتحصل على محلول حجمه 3 litre وقيمة  $PH = 2,4$ .

1- أكتب معادلة تشرود الميثانويك في الماء.

2- احسب التركيز المولي الحجمي للمحلول (A).

3- احسب ثابت الحموضة  $K_a$  للثنائية  $(HCOOH/HCOO^-)$ .

يعطى:  $\text{Log} 4 = 0,6$  ,  $16 = 0$  ,  $12 = C$  ,  $1 = H$



أ- حدد مع التبرير  $PK_a$  للثنائية المتشكلة من الأمونياك والحمض المرافق وكذا ثابت الحموضة  $K_a$  لها.

**الحل:**

أ- بالاعتماد على طريقة المماسات نجد أن:  $E_{eq} (19,2 \text{ cm}^3, PH = 5,3)$

ب- وعند هذه النقطة يكون:  $C_A V_A = C_B V_B$

ومنه:  $C_B = \frac{0,1 \times 19,2 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}}$  و  $C_B = \frac{C_A V_A}{V_B}$

التركيز المولي للنشادر  $C_B = 9,6 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

ج- معادلة التفاعل:  $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$  (تفاعل تام)

د- عند التعديل يكون  $PH = 5,3$

$[H_3O^+] = 10^{-5,3} \text{ mol/L} \Leftarrow PH - 10 = [H_3O^+]$

و  $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5,3}} = 10^{-8,7} \text{ mol/L}$

وبما أن  $[OH^-] < [H_3O^+]$  إذن المحلول حمضي.

هـ للبحث عن  $PK_a$  يجب تحديد نقطة نصف التكافؤ  $D$  من البيان

$E_{eq} (9,6 \text{ cm}^3, PH = 9,3)$  وعليه  $PK_a = PH$  عند نقطة نصف التكافؤ

$K_a = 10^{-PK_a} = 10^{-9,3} = 5 \times 10^{-10}$

**التمرين التاسع عشر**

أقمنا في تجربة أولي بمعايرة ( $10 \text{ cm}^3$ ) من محلول مائي لحمض ( $A_1H$ ) بمحلول الصودا

( $NaOH$ ) تركيزه ( $0,1 \text{ mol/L}$ ) وفي تجربة ثانية عايرنا نفس الحجم من محلول مائي

لحمض ( $A_2H$ ) بنفس المحلول السابق (الأساسي).

البيانات المرفقان يمثلان تغيرات الـ  $PH$  في التجريبتين بدلالة حجم الصودا المضاف ( $n_1$ )

نقطة التكافؤ عند استخدام ( $A_1H$ ).

1- بالاعتماد على البيانتين:

أ- أوجد إحداثي نقطة التكافؤ ( $n_2$ ) عند استخدام ( $A_2H$ ).

ب- اكتب معادلة تشتت حمض الايثانويك في الماء.

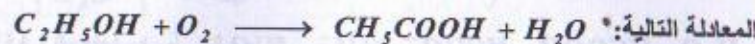
ج- لو كان ثابت هذا التشتت (معامل التفكك)  $1 = \alpha$  كم تكون قيمة  $PH$  المحلول ( $A$ ).

د- علما أن حمض الايثانويك حمض ضعيف أي  $1 > \alpha$  هل  $PH$  المحلول ( $A$ ) أكبر أم أصغر

من القيمة السابقة؟ يعطى:  $Log 2 = 0,3$

**الحل:**

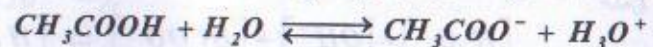
1- الأكسدة المقتصدة لكحول أولي تعطي إذا كان الأكسجين متوفرا حمض كربوكسيلي وفق



2- كتلة الحمض المحصل  $m_A = \frac{2,3 \times 60}{46} = 3 \text{ g}$   $46 \text{ g} \longrightarrow 60 \text{ g}$  (حمض)  $2,3 \text{ g} \longrightarrow m$  حمض عليها:

3- حساب التركيز المولي الحجمي لـ ( $A$ ):  $C = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{3}{60 \times 0,25} = 0,2 \text{ mol/L}$

ب- معادلة تشتت حمض الايثانويك في الماء:



ج- إذا كان  $1 = \alpha$  فهذا يعني أن التفاعل تام وبالتالي:

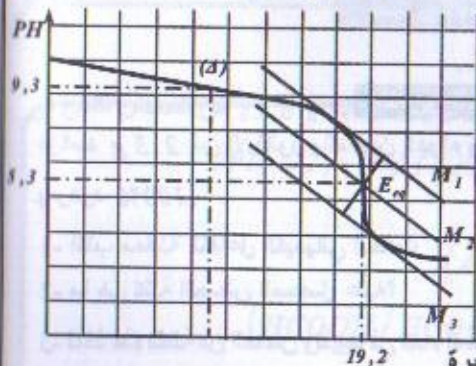
$[H_3O^+] = C \Rightarrow [H_3O^+] = 0,2 \Rightarrow PH = -Log(0,2)$

$PH = -Log \frac{2}{10} = 1 - Log 2 \Rightarrow PH = 0,7$

د- بما أن حمض الايثانويك حمض ضعيف  $1 > \alpha$  إذن  $PH$  المحلول له تكون أكبر من القيمة السابقة.

**التمرين الثامن عشر**

نعير محلول النشادر  $NH_3$  بمحلول حمض الكلور ذو التركيز  $0,1 \text{ mol/L}$ .



نضع في إناء حجم  $V_B = 20 \text{ cm}^3$  من

المحلول الأمونياك ثم نقطر عليه

كميات  $V_A$  من محلول حمض الكلور

بواسطة سحاحة مدرجة فنحصل على

البيان التالي:

أ- حدد بيانيا نقطة التعديل (التكافؤ).

ب- استنتج التركيز المولي لمحلول النشادر.

ج- استنتج معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة.

د- ما طبيعة المحلول الناتج عند التعديل؟ برر إجابتك.



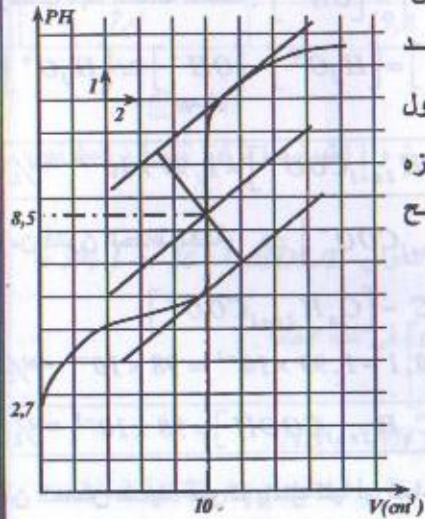
استنتاج تركيز  $Na^+$  : حساب حجم المزيج  $V = 10 + 5 = 15 \text{ cm}^3$

والدينا:  $n' = \frac{5 \times 0,1}{1000} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$   $\left\{ \begin{array}{l} n_{NaOH} = 0,1 \text{ mol} \rightarrow 1000 \text{ cm}^3 \\ n' \rightarrow 5 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$

وهو نفسه عدد مولات  $Na^+$  وعليه يكون تركيز  $Na^+$

$$[Na^+] = \frac{n'}{V} = \frac{5 \times 10^{-4}}{15 \times 10^{-3}} = 0,033 \text{ mol/L}$$

### التصريف العشرون



في  $500 \text{ cm}^3$  من الماء النقي، نذيب  $3 \text{ g}$  من حمض كربوكسيلي  $C_nH_{2n+1}-COOH$  وذلك عند الدرجة  $(25^\circ C)$  نلخذ  $20 \text{ cm}^3$  من المحلول المحضر ونعايره بمحلول من الصودا تركيزه المولي  $0,2 \text{ mol/L}$  البيان المرفق يوضح تغيرات  $PH$  المزيج بدلالة حجم الصودا المضاف.

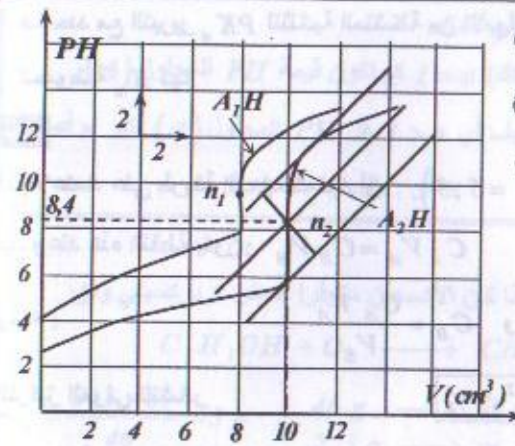
- 1- اعتمادا على البيان أوجد:
  - أ- قيمة  $PH$  محلول الحمض المستعمل.
  - ب- التركيز المولي للحمض المستعمل.
- 2- أثبت أن هذا الحمض ضعيف وأوجد  $PK_a$  الثلاثية التي ينتمي إليها هذا الحمض.
- 3- عين صيغة الحمض المفصلة وأعط اسمه.

### الحل:

أ- قيمة  $PH$  محلول الحمض المستعمل: قيمة الـ  $PH$  المطلوبة هي الموافقة لـ  $(V = 0)$  أي قبل إضافة أي حجم من محلول الصودا وعليه نستخرج من البيان أن  $PH = 2,7$ .

ب- حساب التركيز المولي للحمض المستعمل: عند نقطة التكافؤ يكون  $C_A V_A = C_B V_B$  ومن الرسم نجد أن نقطة التكافؤ هي:  $n(10 \text{ cm}^3, 8,5)$  ومن العلاقة نجد:  $C_A = \frac{10 \times 0,2}{20} = 0,1 \text{ mol/L}$

أثبت أن الحمض المستعمل ضعيف: لدينا  $2,7 = PH \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-2,7} \text{ mol/L}$



ب- أحسب قيمة  $(PK_a)$  لكل الثلاثيتين ثم  $(A_2H/A_2^-)$  و  $(A_1H/A_1^-)$  استنتج مع التعليل، أي الحمضين أقوى.

2- أحسب التركيزين  $[H_3O^+]$ ،  $[Na^+]$  في المزيج عند إضافة  $(5 \text{ cm}^3)$  من الصودا إلى المحلول  $(A_2H)$ .

$$\text{يعطى: } 10^{-0,8} = 6,3$$

### الحل:

1- نقطة التكافؤ لمعايرة  $(NaOH) \rightarrow (A_2H)$  هي:

$$n_2 \left( V = 10 \text{ cm}^3, PH_{n_2} = 8,4 \right)$$

ب- يمكن استنتاج  $(PK_a)$  الثلاثية (حمض/أساس) لكل حمض من المنحنى الموافق لكل معايرة

وهذا عند النقطة نصف التكافؤ أي  $V_e \frac{1}{2} = V$ ، إذ عند نقطة نصف التكافؤ يكون  $PH$

المزيج مساوي لـ  $(PK_a)$  الثلاثية  $(PH = PK_a)$   $\left( V_e \frac{1}{2} = V \right)$

المنحنى ①: المناسب لمعايرة  $(A_1H)$ .  $V_e = 8 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{V_e}{2} = 4 \text{ cm}^3$

إذن  $PH = 6,2$  (عند  $4 \text{ cm}^3$ )

المنحنى ②: المناسب لمعايرة  $(A_2H)$ .  $V_e = 10 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{V_e}{2} = 5 \text{ cm}^3$

$PH = 4,2$  (عند  $5 \text{ cm}^3$ ) ومنه  $6,2 = PK_{a1}$  و  $4,2 = PK_{a2}$

- كلما كان  $PK_a$  أصغر كان الحمض أقوى وعليه فإن الحمض  $(A_2H)$  أقوى من الحمض  $(A_1H)$ .

2- أ- استنتاج  $[H_3O^+]$  للمحلول  $(A_2H)$ :

لدينا:  $4,2 = PH$  و  $10^{-4,2} = [H_3O^+]$  إذن:  $10^{-4,2} = [H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$



التحريك الواحد والعشرون

انطلاقاً من المعطيات التالية

- الجداء الشاردي للماء عند  $25^\circ c$  هو  $k = 10^{-14}$

- من أجل الثنائية (أمونيوم / أمونيك) في  $25^\circ c$  يكون  $Pk_A = 9,24$

- عبارة الناقلية  $\sigma = \sum_i \lambda_i [x_i]$

الناقلية المولية  $\lambda_i$  للشوارد عند  $25^\circ c \rightarrow ms\ m^2 / mol$

شاردة أمونيوم	شاردة هيدروكسيد $OH^-$	شاردة هيدرونيوم $H_3O^+$
$NH_4^+(aq)$	$OH^-(aq)$	$H_3O^+(aq)$
7,4	19,8	35

1 - اكتب معادلة تفكك الأمونيك في الماء .

2 - هل المحلول الناتج هو محلول قاعدي يزر؟

3 - أعط عبارة الناقلية  $\sigma$  لمحلول أمونيك بدلالة  $\lambda$  و [ الشوارد ] تركيز الشوارد المتواجدة

في المحلول مع إهمال تركيز شاردة الهيدرونيوم.

4 - إذا علمت أن ناقلية محلول الأمونيك ذو التركيز المولي  $1 \times 10^{-2} MOL/L$  يقدر بـ  $14,9\ ms/m$  عند الدرجة  $25^\circ c$ .

- أوجد تركيز شاردة أمونيوم  $[NH_4^+]$  و  $[OH^-]$  في هذه الحالة .

- أوجد تركيز شاردة  $[H_3O^+]$  و تركيز  $[NH_3]$  .

5 - اكتب عبارة ثابت الحموضة بالنسبة للثنائية  $NH_3 / NH_4^+$  .

6 - أحسب قيمة ثابت الحموضة  $K_A$  للثنائية السابقة ثم استنتج  $Pk_A$  للثنائية السابقة .

- هل قيمة  $Pk_A$  متوافقة مع القيمة السابقة ؟

الحل:

1 - معادلة التفكك  $NH_3(aq) + H_2O(L) = NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

2 - انطلاقاً من معادلة التفكك نلاحظ أن المحلول يحتوي على شوارد  $(OH^-)$  هيدروكسيد وهذا دليل على أن المحلول قاعدي.

3 -  $\sigma = \lambda (NH_4^+(aq)) \times [NH_4^+] + \lambda (OH^-(aq)) \times [OH^-]_{aq}$

4 - انطلاقاً من المعادلة  $[NH_4^+(aq)]_{aq} = [OH^-(aq)]_{aq}$

و عليه تكون  $\sigma = [\lambda (NH_4^+(aq)) + \lambda (OH^-(aq))] [NH_4^+(aq)]_{aq}$  ومنه :

إن  $[H_3O^+] > 10^{-7} mol/l$  وعليه فإن الحمض ضعيف.

طريقة 2: لكي نثبت قوة حمض أو ضعفه نبحث عن  $[C_nH_{2n+1}COOH]$  في المحلول.

لدينا:  $2,7 = PH \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-2,7} mol/l$

$$[H_3O^+] = 1,99 \times 10^{-3} mol/l$$

$$[OH^-] = 0,5 \times 10^{-11} mol/l, [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{1,99 \times 10^{-3}}$$

وحسب مبدأ انحفاظ الشحنة:  $[H_3O^+] = [C_nH_{2n+1}COO^-] + [OH^-]$

$$[C_nH_{2n+1}COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-] \approx [H_3O^+]$$

$$[C_nH_{2n+1}COO^-] = 1,99 \times 10^{-3} mol/l$$

ومن قانون انحفاظ الكتلة:  $C = [C_nH_{2n+1}COOH] + [C_nH_{2n+1}COO^-]$

$$[C_nH_{2n+1}COOH] = C - [C_nH_{2n+1}COO^-] = 0,1 - 1,99 \times 10^{-3} = 98 \times 10^{-3} mol/l$$

$$[C_nH_{2n+1}COOH] = 98 \times 10^{-3} mol/l$$

إن الحمض ضعيف فهو لم يتفكك كلياً في الماء فتبقى منه  $98 \times 10^{-3} mol/l$ .

- إيجاد  $Pk_a$ : من البيان  $PH = Pk_a$  عند نقطة نصف التكافؤ  $PH = 4,8$  ومنه

$$. Pk_a = 4,8$$

- تعيين صيغة الحمض المفصلة وإعطاء اسمه:

حساب عدد مولات الحمض:  $C = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = C \times V = 0,5 \times 0,1 = 0,05\ mol$

$$M = \frac{3}{0,05} = 60\ g/mol \text{ ومنه: } n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n}$$

$$\text{ومنه: } 14n + 46 = 60 \Leftrightarrow n = 1$$

إن:  $CH_3COOH$  حمض الميثانويك.

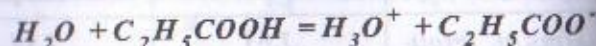


الحل:

عبارة الناقلية للمحلول  $s_1$  تعطى:

$$\sigma_1 = \lambda(H_3O^+) [H_3O^+]_{eq} + \lambda(C_2H_5COO^-) [C_2H_5COO^-]_{eq}$$

و بما أن معادلة التفاعل الحادث:



ومن هنا نجد:  $\sigma_1 = [\lambda(H_3O^+) + \lambda(C_2H_5COO^-)] [H_3O^+]_{eq}$

$$[H_3O^+]_{eq} = [C_2H_5COO^-]_{eq} = \frac{\sigma_1}{\lambda(H_3O^+) + \lambda(C_2H_5COO^-)}$$

$$[H_3O^+]_{eq} = [C_2H_5COO^-]_{eq} = \frac{143 \times 10^{-4}}{(35 \times 10^{-3} + 3,58 \times 10^{-3})} = 0,371 \text{ mol/m}^3$$

$$[H_3O^+] = [C_2H_5COO^-] = 3,71 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

- حساب تركيز  $[C_2H_5COOH]$ :

$$[C_2H_5COOH] = C_1 - [C_2H_5COO^-] = 1 \times 10^{-2} - 3,71 \times 10^{-4}$$

$$[C_2H_5COOH] = 9,63 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

- حساب كسر التفاعل:

$$Q_{1r_{eq}} = \frac{[H_3O^+] \times [C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]} = \frac{(3,71 \times 10^{-4}) \times (3,17 \times 10^{-4})}{9,63 \times 10^{-3}} = 1,4 \times 10^{-5}$$

3- بنفس الطريقة من أجل المحلول  $s_2$  نجد أن:

$$[H_3O^+] = [C_2H_5COO^-] = 0,111 \text{ mol/m}^3 = 1,11 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[C_2H_5COOH] = 8,89 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$Q_{2r_{eq}} = 1,4 \times 10^{-5}$$

التمرين الثالث والعشرون

نحضر محلولاً حجمه  $v = 400 \text{ ml}$  عن طريق إذابة كتلة  $m_1 = 0,124 \text{ g}$  عن ميثيل أمين

$CH_3NH_2$  وكتلته  $m_2 = 0,321 \text{ g}$  من كلور أمونيوم في الماء. المطلوب:

1- استحضّر تعريف الحمض والأساس والثانية حمض أساس.

2- أكتب معادلة التفاعل الحادثة.

$$[NH_4^+] = [OH^-] = \frac{\sigma}{\lambda(NH_4^+) + \lambda(OH^-)} = \frac{10,9}{7,4 + 19,8} = 4,01 \times 10^{-3} \text{ mol/m}^3$$

$$\sigma = 4,01 \times 10^{-4} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ mol/m}^3 = 10^{-3} \text{ mol/l})$$

$$k_e = [OH^-] [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{k_e}{[OH^-]} : [H_3O^+] \text{ تركيز شاردة}$$

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-4}} = 2,5 \times 10^{-11} \text{ mol/l}$$

5- حساب تركيز  $NH_3$ :  $C = [NH_4^+] + [NH_3]$

$$[NH_3] = C - [NH_4^+] = 1 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-4} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad \text{ومن هنا:}$$

6- حساب  $k_A$  للتثانية  $NH_3/NH_4^+$ :  $NH_4^+ + H_2O = NH_3 + H_3O^+$

$$k_A = \frac{[H_3O^+] [NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{2,5 \cdot 10^{-11} \times 9,6 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-4}} = 6 \cdot 10^{-10}$$

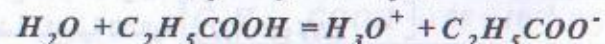
$$pK_A = -\log k_A = -\log(6 \cdot 10^{-10}) = 9,2$$

إذن قيمة  $pK_A$  متوافقة مع القيمة السابقة.

التمرين الثاني والعشرون

نضيف حمض البروبانويك إلى الماء من أجل تحضير محلولين  $s_1$  و  $s_2$  تركيزهما على الترتيب

معادلة تفكك الحمض في الماء تعطى كالتالي:



\* نقيس ناقلية المحلولين فنحصل على:

$C_1 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$	$C_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$
$\sigma_1 = 143 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}$	$\sigma_2 = 43 \cdot 10^{-4} \text{ s/m}$

\* تعطى الناقلية الشارديّة المولية للشوارد التالية:

$$\lambda_{C_2H_5COO^-} = 3,58 \text{ ms} \cdot \text{m}^2/\text{mol} \quad , \quad \lambda_{H_3O^+} = 35,0 \text{ ms} \cdot \text{m}^2/\text{mol}$$

1- أحسب من أجل المحلول  $s_1$  في حالة توازن تركيز شوارد  $[H_3O^+]$  و

$$[C_2H_5COOH] \text{ و } [C_2H_5COO^-]$$

2- أحسب كسر التفاعل في حالة التوازن  $Q_{r_{eq}}$

3- أعد نفس الأسئلة السابقة من أجل المحلول  $s_2$



5 - حساب التقدم النهائي :

$$[NH_4^+]_{eq} = \frac{\eta(NH_4^+)}{v} = \frac{0,006 - x_{eq}}{4 \times 10^{-4}} = 15 - 2500 x_{eq} \text{ (mol/m}^3\text{)}$$

$$[CH_3NH_3^+]_{eq} = \frac{\eta(CH_3NH_3^+)}{v} = \frac{x_{eq}}{4 \times 10^{-4}} = 2500 x_{eq} \text{ (mol/m}^3\text{)}$$

ناقلية المحلول بدلالة  $Cl^-$  و  $NH_4^+$  و  $CH_3NH_3^+$  :

$$\sigma = \lambda_1 [Cl^-]_{eq} + \lambda_2 [NH_4^+]_{eq} + \lambda_3 [CH_3NH_3^+]_{eq}$$

$$0,1206 = 7,63 \times 10^{-3} \times 15 + 7,34 \times 10^{-3} \times (15 - 2500 x_{eq})$$

$$+ 5,87 \times 10^{-3} (2500 x_{eq})$$

$$0,2106 = 0,11445 + 0,1101 - 18,35 x_{eq} + 14,675 x_{eq}$$

$$x_{eq} = 3,8 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ ومنه } 3,675 x_{eq} = 0,01395 \Rightarrow x_{eq} = 0,003796 \text{ mol}$$

ملاحظة : إذا كان التفاعل تام فإنه يصل إلى :  $x_{max} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$$\text{و عليه : } \tau = \frac{x_{sinal}}{x_{max}} = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{3,8 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} = 0,97 \text{ أي } 97\%$$

حساب التراكيز :  $[Cl^-]_{eq} = 15 \text{ mol/m}^3 = 15 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$

$$[NH_4^+]_{eq} = 15 - 2500 x_{eq} = 5,51 \text{ mol/m}^3 = 5,51 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[CH_3NH_3^+]_{eq} = 2500 x_{eq} = 9,49 \text{ mol/m}^3 = 9,49 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[CH_3NH_2]_{eq} = \frac{0,004 - x_{eq}}{0,4} = 5,1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[NH_3]_{eq} = \frac{x_{eq}}{0,4} = 9,49 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$k = \frac{[CH_3NH_3^+]}{[NH_4^+][CH_3NH_2]} \text{ : علاقة ثابت التوازن : } 7$$

$$k = \frac{(9,49 \times 10^{-3})(9,49 \times 10^{-3})}{(5,51 \times 10^{-3})(5,1 \times 10^{-4})}$$

ومنه :  $k = 32$

و عليه :  $PK_A = -\log k = -\log 32$  أي :  $PK_A = 1,5$

3 - أحسب الكتلة المولية الابتدائية للتفاعل ثم عدد المولات الابتدائية .

4 - أنشئ جدول يقدم التفاعل .

5 - أحسب التقدم النهائي للتفاعل في التوازن باعتبار أن ناقلية المحلول تقدر بـ  $\sigma = 210,6 \text{ ms/m}$

تعطي الناقلية المولية الشاردة التالية :

الشاردة	$Cl^-$	$NH_4$	$CH_3NH_3^+$
$\lambda(\text{ms.m}^2/\text{mol})$	7,63	7,34	5,87

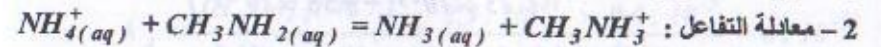
6 - أحسب بالمول / ل التركيز المولي للعناصر الموجودة في المحلول ؟

7 - استظهر العلاقة التي تعطي ثابت التوازن ثم أحسبه و  $PK_A$

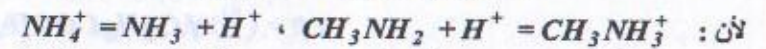
يعطى :  $C = 12 \text{ g/mol}$  ،  $H = 1 \text{ g/mol}$  ،  $N = 14 \text{ g/mol}$  ،  $Cl = 35,5 \text{ g/mol}$

الحل :

1 - تعريف الحمض و الأساس و الثنائية راجع الدرس السابق .



حمض + 2 أساس = 1 أساس + 1 حمض



حمض 2 أساس 1 أساس 1 حمض

ملاحظة : يوجد في المحلول شوارد  $H_3O^+$  و  $OH^-$  لكميات قليلة جدا التي يتم إهمالها ، ولم

تستظهرها في المعادلة

3 - حساب كتلة المولية :  $M(CH_3NH_2) = 12 + 1 \times 5 + 14 = 31 \text{ g/mol}$

$M(NH_4Cl) = 14 + 1 \times 4 + 35,5 = 43,5 \text{ g/mol}$

$$\eta(CH_3NH_2) = \frac{m_1}{M_1} = \frac{0,124}{31} = 0,004 \text{ mol} \text{ : عدد المولات}$$

$$\eta(NH_4Cl) = \frac{m_1}{M_1} = \frac{0,321}{53,5} = 0,006 \text{ mol}$$

4 - جدول التقدم :

المعادلة		$CH_3NH_2 + NH_4^+ = CH_3NH_3^+ + NH_3$			
الحالة الابتدائية (mol)	تقدم 0	0,004	0,006	0	0
حالة توازن (mol)	تقدم $x_{eq}$	$0,004 - x_{eq}$	$0,006 - x_{eq}$	$x_{eq}$	$x_{eq}$
حالة التوازن (mol/l)	تركيز مولي من أجل $v=0,4 \text{ l}$	$\frac{0,004 - x_{eq}}{0,4}$	$\frac{0,006 - x_{eq}}{0,4}$	$\frac{x_{eq}}{0,4}$	$\frac{x_{eq}}{0,4}$

كمية شوارد الكلور  $Cl^-$  ثابتة تساوي  $0,006 \text{ mol}$  تركيزه المولي :

$$[Cl^-] = \frac{\eta(Cl^-)}{v} = \frac{0,006}{0,4} = 0,015 \text{ mol/l}$$



## التطور التقني لجملة كيميائية

1 مقدمة: إن لتفاعلات الأكسدة والإرجاع تطبيقات جمة في حياتنا اليومية ، و من بين هذه

التطبيقات الأعمدة ( البيل ) و المدخرات التي تعتمد في أساسها على تفاعلات الأكسدة والإرجاع ، و كنتيجة لأهمية هذا الجانب تم استحداث فرع من فروع الكيمياء و هو الكيمياء الكهربائية ، التي تهتم بدراسة الموصلات الأيونية ، و انتقال الشحنة بين الوصلات الأيونية و الإلكترونية ، و اعتمادا على ذلك تم تقسيم المواد من حيث توصيلها لتيار الكهرباء إلى أربعة أقسام هي :

- الموصلات / المواد العازلة / أشباه الموصلات / الالكترونيات

2- أ / وعاء فولط : يتكون وعاء فولطا من وعاء

يحتوي على محلول ممدد من حمض الكبريت مغموس فيه

صفحة من النحاس Cu و صفحة من التوتياء Zn

- تمثل صفحة النحاس القطب الموجب ⊕

- تمثل صفحة التوتياء القطب السالب ⊖

و بذلك يشكل وعاء فولطا عمودا يدعى عمود فولط حيث

تصل قوته المحركة الكهربائية Fem إلى 1,1 V



ب - استقطاب عمود فولطا : الملاحظة التجريبية لعمود فولطا بين أنه بعد مدة من الزمن تتناقص

شدة التيار و هذا دليل على تناقص القوة المحركة الكهربائية Fem للعمود و تم تفسير ذلك

باستقطاب العمود ، و يرجع سبب هذا الاستقطاب إلى غاز الهيدروجين H<sub>2</sub> الذي يغير مسرى

النحاس مما يؤدي إلى زوال عدم التماثل بين المسرين ، و عند إزالة فقاعات الهيدروجين من

النحاس يعود العمود للاستغلال من جديد لذا تم استخدام أعمدة مانعة للاستقطاب .

3 - الأعمدة :

أ / الجانب النظري للأعمدة : ليكون عمود متشكل من الشافيين التاليين M<sup>n2+</sup> / M<sub>2</sub> و

M<sup>n1+</sup> / M<sub>1</sub> ، بحيث نصفا العمود موصلان بجسر شاردي ( K<sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) يمكن من

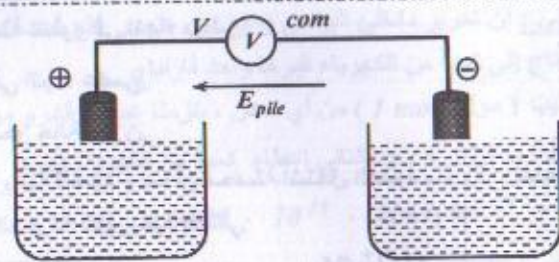
استمرارية النقل الكهربائي ، فهو عبارة عن ورقة ترشيح مبلل بمحلول نترات البوتاسيوم أو كلور البوتاسيوم

أ / 1 - قطبية العمود و القوة المحركة الكهربائية له :

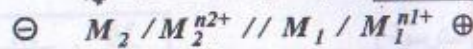
يمكن التعرف على القطب ⊕ و القطب السالب عن طريق الفولط متر إذ يكون فرق الكمون موجب

إذا كان القطب ⊕ للعمود موصل إلى القطب القياسي للفولط متر ، بينما القطب ⊖ للعمود يوصل

إلى القطب com للفولط متر و القيمة المقاسة تمثل القوة المحركة الكهربائية E ( تمثل فرق الكمون بين مسريي العمود عند الفراغ أي لا يجتازه تيار كهربائي )



أ / 2 - التمثيل الرمزي للعمود : يتمثل العمود اصطلاحا كالتالي:

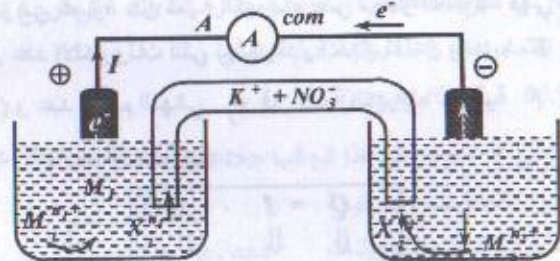
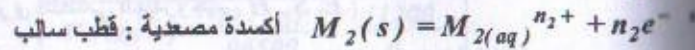


أ / 3 - انتقال حاملات الشحنة : في الدارة المغلقة ، التيار الكهربائي ينتقل من القطب ⊕ نحو

القطب أي : ⊕ ← I ⊖

أما الالكترونات فتنتقل من القطب ⊖ نحو القطب ⊕ هذه الحركة ناتجة عن أكسدة المعدن

M<sub>2</sub>(s) عند القطب السالب :

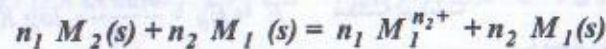
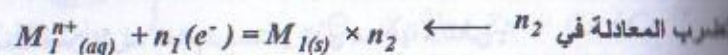
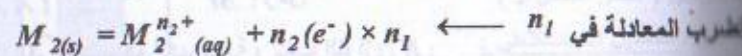


في داخل العمود التعادل الكهربائي تحققه حركة الشوارد

ملاحظة : الالكترونات لا تنتقل داخل العمود فالشوارد ( خاصة شوارد الجسر ) هي التي تمكن

الاستمرارية الكهربائية

أ / 4 / تشغيل العمود : يعود تشغيل العمود إلى حصيللة التفاعل في العمود



يولد العمود تيارا كهربائيا خلال تطور الجملة في الاتجاه المباشر حتى بلوغ حالة التوازن حيث

$$\text{العدم شدته : } Q_r = \frac{[M_2^{n2+}]^f}{[M_1^{n1+}]^f} \quad \text{و} \quad K = \frac{[M_2^{n2+}]^f}{[M_1^{n1+}]^f} \quad \text{بحيث : } Q_r < K$$



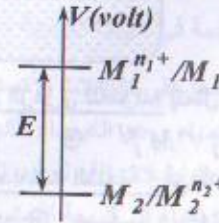
مناقشة :  $Q_r < k$  الجملة تتطور في اتجاه مباشر.

$Q_r > k$  الجملة تتطور في اتجاه عكسي.

$Q_r = k$  الجملة تتطور نحو حالة توازن.

أ - 5 / القوة المحركة الكهربائية للعمود : بما أن محصلة اشتغال العمود يتم وفق تفاعل الأكسدة

الارجاعية إذن تكون القوة المحركة الكهربائية كالتالي



$$E = Fem = \Delta_{dp} - \Delta_{dp} \\ M_1^{n_1+}/M_1 \quad M_2/M_2^{n_2+}$$

### ملاحظات

1 - يتم مقارنة كل الثنائيات منثنى منثنى بالنسبة للثنائية  $H^+/H_2$  التي تعتبر كثنائية مرجعي

$E = 0V$  (المسرى النظامي الهيدروجيني E. S. H)

2 - يرمز للقوة المحركة الكهربائية بالرمز Fem أو E و وحدتها فولت V

أ - 6 / سعة العمود وهي عبارة عن كمية الكهرباء التي تجتاز العمود ، فهي تتعلق بالتقدم x

للتفاعل ، ليكن عدد الالكترونات التي تجتاز الدارة خلال تفاعل واحد :  $Q_r = \tau \cdot x \cdot F$

(حيث F الفارادي) و عند التقدم النهائي  $x_r$  فإن كمية الكهرباء النهائية  $Q_r = \tau \cdot x_r \cdot F$

وفي حالة معرفة شدة التيار و الزمن تكون :

$$\begin{array}{ccc} Q = I \cdot \Delta t & & \\ \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow \\ Ah & A & h \end{array}$$

و تكون الطاقة الكهربائية في هذه الحالة  $E_{el} = U \cdot I \cdot \Delta t$  (وحدتها جول J)

حيث : U : فرق التوتر بين طرفي المولد وحدته فولت

I : شدة التيار (A) ،  $\Delta t$  : زمن

أ - 7 / العلاقة بين القوة المحركة الكهربائية و ثابت التوازن K :

تم توصل إلى هذه العلاقة من طرف العالم نرنست و الذي صاغها كالتالي :

$$E = E_0 - \frac{0,0592}{n} \log K$$

معادلة نرنست

أ - 8 / قوانين فاراداي :

القانون الأول : تكون كتلة الجسم الناتج عن التحليل الكهربائي عند أحد المسريين متناسبة طرديا

مع كمية الكهرباء المارة في وعاء التحليل الكهربائي

القانون الثاني : إن تحرير مكافئ غرامي واحد من عنصر عند أحد المسريين في عملية تحليل كهربائي يحتاج إلى كمية من الكهرباء قدرها واحد فاراداي

مثال : لترسيب 1 مول ( $1 \text{ mol}$ ) من أي معدن ، يلزمنا عدد أفوقالديرو من الالكترونات

(  $6,023 \cdot 10^{23} e^-$  ) و بالتالي إعطاء كمية من الكهرباء قدرها

$$Q_r = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 96500 C$$

ندعو هذه الكمية من الكهرباء بالفارادا :  $F = 96500 C$  : رمز لها بـ :

$$m(g) = \frac{I \Delta t}{96500} \cdot \frac{M}{n_e}$$

و بالتالي تكون الكتلة المترسبة :

حيث : M : الكتلة الذرية ،  $n_e$  : التكافؤ ( عدد  $e^-$  المفقودة أو المكتسبة )

و في حالة غاز فإن حجم الغاز يعطي بالعلاقة التالية :

$$V(\text{cm}^3) = \frac{I \cdot \Delta t}{96500} \cdot \frac{11200}{n_e}$$

تطبيق : ما هي قيمة Q الواجب تقديمها لشاردة النحاس  $Cu^{2+}$  حتى ترجع إلى Cu ؟

الحل : بما أن تكافؤ النحاس هو 2 لذا يجب تقديم 2F أي :

$$Q = n_e F = 2 \cdot 96500 = 19300 C$$

ب - الجانب العملي : ندرس في هذا الجانب << عمود دانيال >>

ب - 1 / يتكون عمود دانيال من صفيحة

توتياء Zn مغموسة في محلول كبريتات

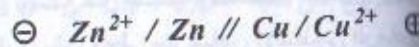
التوتياء  $ZnSO_4$  و صفيحة نحاس Cu

مغموسة في محلول كبريتات النحاس

$CuSO_4$  موجودة داخل مسامي يفصل

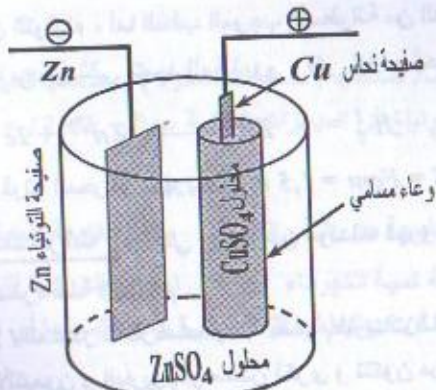
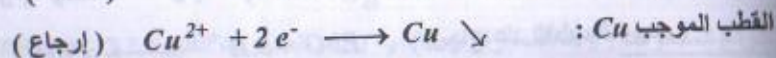
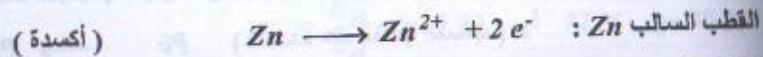
المحلولين ( أنظر الشكل 2 )

ب - 2 / التمثيل الاصطلاحي :



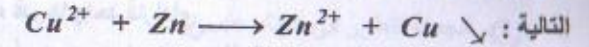
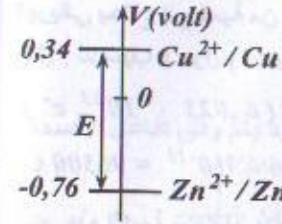
كما يمكن تمثيله كما يلي :  $\ominus Zn / (Zn^{2+} + SO_4^{2-}) // (Cu^{2+} + SO_4^{2-}) / Cu \oplus$

3- التفاعل الحادث في العمود :





4- القوة المحركة الكهربائية : بما أن محصلة اشتغال العمود يتم وفق التفاعل أكسدة-إرجاع



و بالتالي تكون القوة المحركة الكهربائية :

$$E = A_{dp} - A_{dp} = A_{Cu/Cu^{2+}} - A_{Zn/Zn^{2+}} = 0,34 - 0,76 = 1,1$$

5- مدة اشتغال العمود :

\* لتكن  $At$  مدة اشتغالي الفريديّة و الموافقة للتقدم النهائي  $x_f$  وليكن  $I$  شدة التيار خلال هذا

الزمن فإن :  $\Phi_f = I \times At$  و بتعويض :  $\Phi_f = Z \cdot x_f \cdot F$   $At = \frac{\Phi_f}{I}$

يكون.....  $At = \frac{Z \cdot x_f \cdot F}{I}$

6 - الحصيلة الطاقوية : الجملة عمود تملك طاقة داخلية  $E_i$  فخلال  $E_{i1}$

اشتغاله تحدث تحولات كيميائية عند المسريين مما يجعل الطاقة

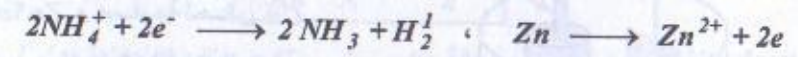
الداخلية تتحول إلى طاقة كهربائية :  $E_{i1} - w_e = E_{i2}$

ملاحظة : هناك أعمدة أخرى مثل :

أ / عمود لكالانشيه : المتحلل الكهربائي محلول من كلور الأمونيوم  $NH_4 Cl$  و القطب السالب قلم

من التوتياء ، أما القطب الموجب فأسطوانة من الفحم الكاتب موضوعة داخل إناء ذي مسمار ملئ

بمزيج من ثاني أكسيد المغنزيوم  $MnO_2$  و فحم الكوك و يتم اشغاله وفق المعادلات التالية



وقوته المحركة الكهربائية  $E = Fem = 1,5 v$

المدخرات : هي عبارة عن مولدات كهروكيميائية قابلة للشحن والتفريغ، تم صناعة أول

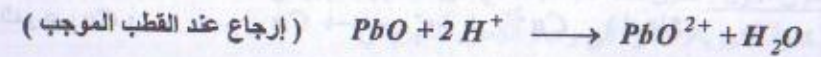
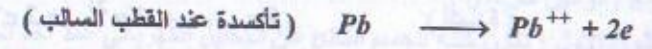
مدخرة سنة 1860 م

2 / المدخرات الرصاصية : أغلب بطاريات الخزن تصنع من شبكية رصاصية تحتوي على

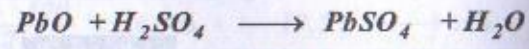
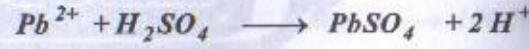
الانثيمون و الباريوم أو معادن أخرى و تتكون من قطب سالب معطى بالرصاص الإسفنجي الرمادي

و قطب موجب مشبع بثاني أكسيد الرصاص  $PbO_2$  في حمض الكبريت بتركيز قدره 37%

و تكون التفاعلات الكيميائية عبارة عن أكسدة و إرجاع عند الأقطاب كما يلي :



و تتكوّن كبريتات الرصاص على اللوحين نتيجة التفاعل :



و هناك أنواع أخرى من بطريات خزن (نيكل كادميوم) و تستخدم هذه البطارية للراديو الصغير و مصابيح الجيب الكهربائية .

3 / عيوب البطاريات : التآكل ظاهرة تحدث للمعدن و يعني ذلك تلفها أو تحطما نتيجة لتفاعل كيميائي،

وقد يحدث مباشرة بين المعدن و مادة كيميائية مثل  $Cl_2$  مع  $Mg$  و تفاعل  $O_2$  مع  $Na$  و  $Mg$

(المغنزيوم) عند درجة حرارة عالية ، بينما يحدث هذا التفاعل بين الأكسجين و المعادن الأخرى عند

درجة حرارة عالية و يسمى هذا بتآكل الجاف و لكن أغلب حالات التآكل تحدث نتيجة للتفاعلات

الكيميائية في الخلية الكهربائية و يسمى بالتآكل الرطب، و هناك بعض العوامل المهمة المؤثرة على

التآكل و التي لها علاقة بالمعدن و هما : الجهد الكهروكيميائي ، ووجود معدن أو مادة أخرى تعمل

كقطب سالب ، زيادة جهد المعدن ، نقاوة المعدن الحالة الطبيعية المعدنية ، المسافة النسبية لمسطح

المعدن في حالة القطبين ، قابلية ذوبان المواد الناتجة من عملية التآكل ، وجود الرطوبة .

- موانع التآكل : هذه الموانع تعتبر إحدى الطرق لمعالجة عدد من المشاكل الناتجة عن التآكل وهي

مركبات عضوية و غير عضوية و من المواد غير العضوية مثلاً السيليكات و الكرومات و

الفوسفات و البورات المطفئ  $Ca(OH)_2$  (ثلاثي هيدروكسيد)

أما موانع التآكل العضوية فمنها الجبر و القواعد العضوية مثل الأمينات ... إلخ .

4 / مميزات المدخرات :

كمية الكهرباء : التي يمكن أن تعطيها بعد شحنها (سعة المدخرة) و وحدتها أمبير

ساعي (Ah) و تتوقف على سطح الصفائح ، و تبلغ في المدخرات الحالية حوالي  $\phi = 12 Ah$

لكل  $1 Kg$  من الصفائح الرصاصية .

- مقاومة المدخرة : تكون مقاومة المدخرة الرصاصية من رتبة  $\frac{1}{100} \Omega$  و هي مقاومة ضعيفة

- مردود كمية الكهرباء : و هو عبارة عن نسبة كمية الكهرباء  $\phi'$  التي تعطيها المدخرة أثناء

التفريغ إلى كمية الكهرباء  $\phi$  التي كان علينا أن نجعلها تجتاز المدخرة حتى نشحنها أي :

$$\text{أو } R_{\phi} = \frac{\phi'}{\phi} \simeq 0,9 = 90\% \text{ تقريباً}$$

- مردود القدرة : نسبة القدرة التي تعطيها المدخرة أثناء التفريغ على القدرة التي وجب صرفها من

$$\text{أجل الشحن } \rho_E = \frac{E'_{cl}}{E_{cl}} \simeq 0,72 \text{ أي } 72\%$$

أنواع المدخرات : 1 - المدخرة الرصاصية / 2 - المدخرات القلوية / 3 - المدخرات القصبية



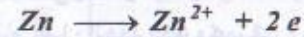
## تارين محلولة بالتفصيل

### التمرين الأول

يحتوي عمود على قطب سالب يتكون من 12 g من التوتياء و باعتبار أن هذا العمود لا يستعمل حقيقة إلا 65% من التوتياء .  
1- / فسر ماذا يحدث عند هذا العطب ؟  
2- / احسب كمية الكهرياء (سعة العمود) .

**الحل:**

1 / تحدث عملية الأكسدة لهذا العمود وفق المعادلة التالية :



2 / حساب السعة :  $\varphi = n_e \times N \times e = 2 \times 6,023 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-19} = 193000C$

هذه السعة من أجل 1 mol و لكن بما أن لدينا 12 g :

$$n = \frac{m}{M} \times \frac{65}{100} \Rightarrow n = \frac{12 \times 65}{100 \times 65,5} = 0,119 \text{ mol}$$

$$\varphi_{(12g)} = \varphi \times n = 2,3 \times 10^4 C$$

### التمرين الثاني

عمود لوكلاتشي قوته المحركة الكهربية  $F_{em} = 1,5 v$  بإمكانه تمرير تيار كهربي شدة  $I = 0,2 A$  في ناقل أومي مقاومته  $R = 4,5 \Omega$  لمدة 80 ساعة . احسب :  
أ - مقاومة العمود .  
ب - كتلة التوتياء المستهلكة .  
ج - النسبة الكتلية المنوية للتوتياء المستعملة ، مع العلم أن العمود كان يحتوي في البداية على 32 g من التوتياء . يعطى :  $Zn = 65,4 g/mol$

**الحل:**

أ - مقاومة العمود : ( ناقل أومي )  $U_{AB} = RI$  و ( ناقل أومي )  $U_{AB} = F_{em} - rI$

$$\text{ومنه : } U_{AB} = F_{em} - rI \Rightarrow F_{em} = (R + r) I \Rightarrow r = \frac{1,5}{0,2} - 4,5 = 3 \Omega$$

ب - كتلة التوتياء المستهلكة :  $n_e = 2$  ( تكافؤ التوتياء )

$$m(g) = \frac{I \times \Delta t}{96500} \times \frac{m_a}{n_e} = \frac{0,2 \times 80 \times 3600 \times 65,4}{96500 \times 2} = 19,5 g$$

3 - النسبة الكتلية للتوتياء المستعمل :

$$32 g \longrightarrow 100 \%$$

$$x = \frac{19,5 \cdot 100}{32} \simeq 61 \%, \quad 19,5 g \longrightarrow x\%$$

إذن النسبة المنوية الكتلية 61%

### التمرين الثالث

استغرقت عملية شحن بطارية مدخرات بتيار كهربي شدة 6 A تحت توتر  $U = 2,25 v$  زمنا قدره 10 h علما بأنه خلال عملية التفريغ تنتج هذه البطارية تيارا شدة 7,5 A تحت توتر قدره  $U' = 2 v$  ، وأن مردودها في كمية الكهرياء 0,9 . احسب :  
أ - سعة البطارية .  
ب - مدة التفريغ .  
ج - المردودية في الطاقة .

**الحل:**

أ - سعة البطارية  $\varphi'$  : لدينا :  $\varphi = I \Delta t = 6 \cdot 10 = 60 Ah$

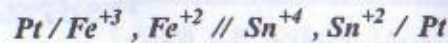
$$R = \frac{\varphi'}{\varphi} \Rightarrow \varphi' = R \cdot \varphi = 0,9 \cdot 60 = 54 Ah$$

ب - مدة التفريغ :  $\Delta t = \frac{\varphi'}{I} = \frac{54}{7,5} = 7,2 h$  ومنه :  $\Delta t = 7,2 h$

مردود الطاقة :  $\rho = \frac{E'_{el}}{E_{el}} = \frac{U' \cdot \varphi'}{U \cdot \varphi} = \frac{2 \cdot 54}{2,25 \cdot 60} = 0,8$  ومنه :  $\rho = 80\%$

### التمرين الرابع

يعطي التمثيل الاصطلاحي لخلية كهروكيميائية كالتالي :



1 - أكتب التفاعل الكيميائي الحادث في هذا السمود .

2 - أكتب التفاعل الكيميائي الحادث عند كل قطب .

**الحل:**

1 : يمكن تمثيل تفاعل هذه الخلية كما يلي :  $2 \text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{+4} \rightleftharpoons 2 \text{Fe}^{+3} + \text{Sn}^{+2}$

و نلاحظ أن  $(2e^-)$  قد رافقا عملية الإرجاع بالنسبة لأيون  $\text{Sn}^{+4}$  إلى أيون  $\text{Sn}^{+2}$  و عليه فإن

الانزان الإلكترون للمعادلة لابد أن يكون مصحوبا بتشكيل شاردة  $\text{Fe}^{2+}$  .

2 - تفاعل عند الجهة اليمنى :  $\text{Sn}^{+4} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{+2}$

- تفاعل عند الجهة اليسرى :  $2 \text{Fe}^{+3} + 2e^- \rightleftharpoons 2 \text{Fe}^{+2}$



2 - هذا التفاعل قصري

$$\eta_{O_2} = \frac{V}{V_m} \times 60 = \frac{0,3}{25} \times 60 = 0,72 \text{ mol} \quad / 1-3$$

ب- كمية الأكسجين التي تستنشقها الرنتين

كمية المادة $e^-$ بالمول	$2 H_2O = O_2 + 4 H^+ + 4 e^-$			
0	$\eta_{H_2O}$	0	0	الحالة الابتدائية
$4x$	$\eta_{H_2O} - x$	$x$	$4x$	أثناء التفاعل
$4x_f$	$\eta_{H_2O} - x_f$	$x_f = \eta_{O_2}$	$4x_f$	الحالة النهائية

بعد الجدول المقدم :  $x_f = \eta_{O_2} = \frac{n_e}{4}$

$$\eta_e = 4 \eta_{O_2} = 4 \times 0,72 = 2,88 \text{ mol}$$

ج / حساب كمية الكهرباء :  $\varphi = n_e \times f = 2,88 \times 96500 = 2,78 \times 10^5 \text{ C}$

د / حساب شدة التيار :  $\varphi = I \cdot \Delta t \Rightarrow I = \frac{\varphi}{\Delta t} = \frac{n_e \cdot f}{\Delta t}$

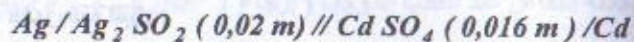
و منه :  $I = \frac{2,88 \times 96500}{3600} = 77,2 \text{ A}$

هـ / حساب الطاقة  $E_{el}$  :  $E_{el} = U \cdot \varphi = U \cdot n_e \cdot f = 5,00 \times 2,88 \times 96500$

$$E_{el} = 1,39 \times 10^6 \text{ joul}$$

### التمرين السابع

يعطى التمثيل الاصطلاحي للبيبل التالي :



- أكتب معادلة التفاعل الخاصة بالقطبين السالب والموجب .

- أحسب القوة المحركة الكهربائية للخلية .

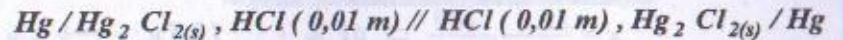
الحل :



حساب  $F_{em}$  :  $F_{em} = F_{Ag^+/Ag} - F_{Cd^{2+}/Cd} = -0,8 - 0,4 = -1,2 \text{ volt}$

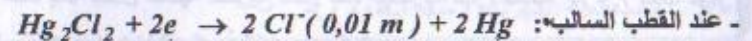
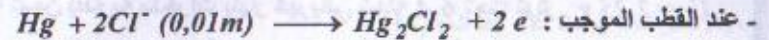
### التمرين الخامس

يعطى التمثيل الاصطلاحي لخلية كهروكيميائية كالتالي :



- أكتب المعدلات الكيميائية عند كل قطب .

الحل :



### التمرين السادس

تعطى معادلة انحلال الماء كالتالي :  $2H_2O = O_2 \uparrow (g) + 2H_2 \uparrow (g)$

نعتبر الثنائيتين :  $H_2O / H_2 (g)$  و  $O_2 (g) / H_2O$

1 - بين في رسم توضيحي التفاعل الكيميائي الحاصل في كل قطب .

2 - هل التفاعل الحادث تلقائي أم قصري ؟

3 - في كل دقيقة يستنشق إنسان حجم  $v = 0,3 L$  من الأكسجين

باعتبار أن  $1Faraday = 96500 C/mol$  و  $v_m = 25 L/mol$

أ / احسب كمية المادة  $\eta_{O_2}$  (عدد مولات) الأكسجين المستنشق من طرف الرنتين خلال ساعة (1h)

ب / هذه الكمية من الأكسجين يتم إنتاجها من التحليل الكهربائي للماء ، وضع في جدول تقدم

التفاعل الحاصل لكمية مادة الإلكترونات المتغيرة و تحقق أنها تساوي  $n_e = 2,88 \text{ mol}$  .

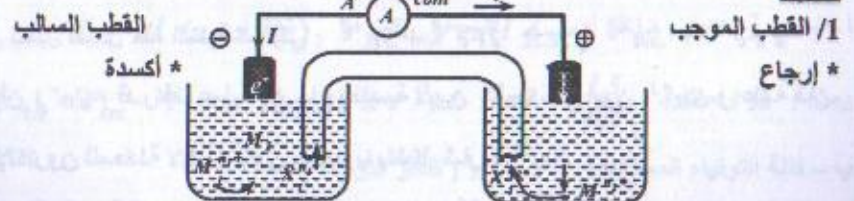
ج / أوجد كمية الكهرباء  $\varphi$  .

د / أوجد شدة التيار  $I$  خلال زمن  $1h$  باعتباره ثابت .

هـ / إذا كان فرق التوتر بين طرفي المولد  $U = 5 v$  .

- احسب الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال  $1h$  .

الحل :





التمرين الثامن

تعتبر البيل التالي :  $Zn / Zn^{2+} (10^{-1} mol/c) // Ag^+ (10^{-1} mol/l) Ag$   
 أ / أحسب الكمون  $E_1$  لمسرى الفضة و الكمون  $E_2$  لمسرى الزنك ثم حدد قطبية البيل .  
 ب / أكتب التفاعلين الحاصلين عند القطبين و استنتج التفاعل الإجمالي .  
 ج / أحسب القوة المحركة الكهربائية للبيل عند اشتغاله .  
 - إذا علمت أن : كمون النظامي  $E_0 (Ag^+ / Ag) = +0,8$  فولت (v)  
 - كمون النظامي  $E_0 (Zn / Zn^{2+}) = -0,76$  فولت (v)

الحل :

تمثيل البيل  $Zn / Zn^{2+} (10^{-1} M) // Ag^+ (10^{-1} M) / Ag^{\ominus}$   
 أ / \* حساب كمون مسرى الفضة  $Ag$  :  $Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$

و حسب معادلة نرنست :

$$E_1 = E_1^0 + 0,06 \log [Ag^+] = 0,8 + 0,06 \log 10^{-1} = 0,8 + 0,06 (-1) = 0,74 v$$

\* حساب كمون مسرى الزنك  $Zn$  :  $Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$

$$E_2 = E_2^0 + \frac{0,06}{2} \log [Zn^{2+}] = -0,76 - 0,03 = -0,79 v$$

بما أن  $E_2 < E_1$  إذن مسرى الفضة يمثل القطب الموجب و مسرى الزنك يمثل القطب السالب

ب / عند القطب الموجب يحدث الإرجاع :  $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

عند القطب السالب يحدث أكسدة :  $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

التفاعل الإجمالي :  $2Ag^+ + Zn \longrightarrow 2Ag + Zn^{2+}$

ج / حساب القوة المحركة الكهربائية للبيل :

$$F_{em} = 1,53 v \quad \text{إذن} \quad F_{em} = \Delta E = E^+ - E^- = 0,74 - (-0,79) = 1,53 v$$

التمرين التاسع

لدينا البيل الكهروكيميائي التالي :

- نصف البيل الأول عبارة عن مسرى من البلاتين  $Pt$  مغموس في محلول البروم  $Br_2$  تركيزه

$(1 mol/l)$  و شوارد البروم  $Br^-$  تركيزها  $(0,1 mol/l)$

- نصف البيل الثاني عبارة عن مسرى البلاتين مغموس محلول من شوارد الحديد الثنائي  $Fe^{2+}$

تركيزه  $(10^{-2} mol/l)$  و شوارد الحديد الثلاثي  $Fe^{3+}$  تركيزه  $(5 \times 10^{-2} mol/l)$

1 - أحسب كمون كلا من المسريين ثم استنتج القوة المحركة الكهربائية لهذا البيل في بداية اشتغاله .

2 - مثل عبارة (سلسلة) هذا البيل محددًا قطبيه (رمز اصطلاحه) .

3 - أكتب معادلة التفاعل النصفى الحاصل عند كل من المسريين ثم استنتج التفاعل الإجمالي .

4 - أحسب ثابت الاتزان  $K$  لهذا التفاعل .

يعطى : الكمون النظامي للإرجاع :  $E^0 (Br_2 / Br) = 1,06 V$

الكمون النظامي للإرجاع :  $E^0 (Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,771 V$

الحل :

أ / حساب كمون المسرى الأول :  $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$   
 و حسب معادلة نرنست :

$$E_1 = E_{Br_2 / Br}^0 + \frac{0,06}{2} \log \frac{[Br_2]}{[Br^-]^2} = 1,06 + 0,03 \log \frac{1}{(10^{-1})^2} = +1,12 v$$

ب / حساب كمون المسرى الثاني :  $Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$

$$E_2 = E_{Fe^{3+} / Fe^{2+}}^0 + 0,06 \log \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = 0,77 + 0,06 \log \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = +0,812 v$$

ج - القوة المحركة الكهربائية للبيل :  $\Delta E = E_1 - E_2 = 1,12 - 0,812 = 0,308 v$

2 - عبارة البيل (الشكل الاصطلاحي) :

$Pt / Fe^{2+} (10^{-2} mol/l), Fe^{3+} (5 \times 10^{-2} mol/l) // Br^- (10^{-1} mol/l) / Pt^{\ominus}$   
 أو اختصارًا :  $Fe^{2+} / Fe^{2+} // Br_2 / Br^-^{\ominus}$

3 - معادلة التفاعل عند القطب السالب (أكسدة) :  $2Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$

- معادلة التفاعل عند القطب الموجب (إرجاع) :  $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$

المعادلة الإجمالية :  $2Fe^{2+} + Br_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2Br^-$

4 - حساب ثابت التوازن عند توقف البيل :

$$K = \frac{[Fe^{3+}]^2 + [Br^-]^2}{[Fe^{2+}]^2 + [Br]} \quad \text{و} \quad 2Fe^{2+} + Br_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 2Br^-$$

و حسب معادلة نرنست فإن :

$$\log K = \frac{n (E_1^0 - E_2^0)}{0,06} = \frac{2 (1,06 - 0,771)}{0,06} = 9,63 \quad \text{و} \quad n = 2$$

إذن :  $K = 4,26 \cdot 10^9$



التمرين العاشر

I - نعتبر بيلا (عمودا) مؤلف من قطبي نحاس مغموسين في محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$ ، كل محلول له حجم  $v = 100 ml$  وتركيز شوارد النحاس في كل محلول كالتالي :

$$[Cu^{2+}]_1 = 1 mol/l, [Cu^{2+}]_2 = 1 \times 10^{-2} mol/l$$

1 - I - أكتب معادلة التفاعل الحاصلة في كل قطب و أذكر اسم كل تفاعل (أكسدة ، إرجاع)  
 2 - أكتب معادلة التفاعل الحاصلة في البيلا من أجل تفاعل في حالة توازن  $K = 1$  (معامل التوازن)

3 - أحسب قيمة كسر التفاعل الابتدائي  $\phi_{r,i}$

4 - هل هذه القيمة متناسبة مع الاستقطاب المقترح ؟

5 - نربط البيلا السابق مع ناقل أومي و أمبير متر .

أ / أرسم الدارة الموافقة .

ب / وضع على الرسم اتجاه التيار و اتجاه حركة الإلكترونات .

ج / كيف تصيح التراكيز عندما نصل إلى حالة توازن؟

II - نستبدل قطب من النحاس بحلقة من معدن ناقل مطلي بالنحاس .

1 - ما هو العنصر الواجب إضافته للدارة حتى يحدث التفاعل (الاستقطاب) ؟

2 - أكتب نصف المعادلتين الحادثتين في كل قطب .

3 - استنتج اتجاه التيار الكهربائي و اتجاه الإلكترونات (على الرسم) .

4 - البيلا يشتغل لمدة ساعة بتيار شدته  $I = 400 mA$

أ / أحسب قيمة السعة الكهربائية  $\phi$  .

ب / أحسب كمية الإلكترونات  $n(e^-)$  المتحركة في الدارة خلال هذا الزمن .

ج / ما هي العلاقة بين كمية شوارد النحاس المختفية  $[Cu^{2+}]_{disq}$  و كمية

الإلكترونات المتحركة في الدارة  $n(e^-)$  ؟

د / أحسب كمية مادة النحاس موضوعة  $n'_{disq}(Cu)$  .

هـ / ما هي كتلة النحاس  $m(Cu)$  الموافقة ؟

الحل :

1 - I / القطب الموجب :  $Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^- = Cu_{(l)}(s)$  إرجاع

القطب السالب :  $Cu_{(2)}(s) = Cu_{(2)}^{2+}(aq) + 2e^-$  أكسدة

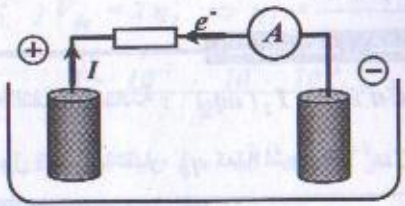
2 -  $Cu_{(l)}^{2+}(aq) + Cu_{(2)}(s) = Cu_{(2)}^{2+}(aq) + Cu_{(l)}(s)$

3 - حساب  $\phi_{r,i}$  :  $\phi_{r,i} = \frac{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{2l}}{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{1l}} \Rightarrow \phi_{r,i} = \frac{1 \times 10^{-2}}{1} = 1 \times 10^{-2} = 0,01$

4 - لدينا :  $K = 1$  و  $\phi_{r,i} = 0,01$  أي أن :  $\phi_{r,i} < K$  الجملة تتطور في الاتجاه المباشر

و هذا يعني أنها متناسبة مع الاستقطاب المعطى :

1-5



5 - عند حالة التوازن :

$$\phi_{r,i} = K \Rightarrow \frac{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{2,eq}}{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{1,eq}} = 1 \Rightarrow [Cu_{(aq)}^{2+}]_{2,eq} = [Cu_{(aq)}^{2+}]_{1,eq}$$

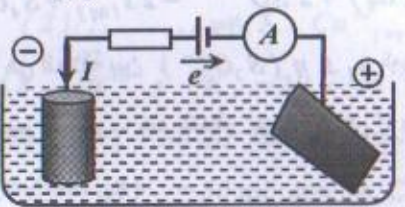
وهذا يعني أن تركيز شوارد النحاس متساوي في حالة التوازن .

II - 1 - العنصر المهم الذي يجب إضافته هو مولد .

2 - قطب 1 : أكسدة  $Cu_{(s)} = Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^-$

قطب 2 : إرجاع  $Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^- = Cu_{(s)}$

المولد يدفع بالتفاعل في الاتجاه العكسي



4 - أ / حساب  $\phi$  : لدينا  $I = \frac{\phi}{\Delta t}$

ومنه :  $\phi = I \cdot \Delta t \Rightarrow \phi = 400 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 1,44 \cdot 10^3 C$

ب / حساب  $n(e^-)$  لدينا :  $n(e^-) = \frac{\phi}{N \cdot e^-}$

$$\Rightarrow n(e^-) = \frac{1,44 \cdot 10^3}{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,5 \cdot 10^{-2} mol$$

ج / بما أنه كلما تنتج شاردة  $Cu^{2+}$  تعابها  $2e^-$  :  $Cu^{2+} \longrightarrow 2e^-$

$\eta_{dis} = X \longrightarrow \eta(e)$

$$X = \frac{\eta(e)}{2} \Rightarrow \eta_{dis}(Cu^{2+}) = \frac{1}{2} n(e^-) = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,75 \cdot 10^{-2} mol$$

د / لدينا :  $Cu \rightarrow Cu^{2+}$

وعليه :  $\eta_{dep}(cu) = \eta_{dep}(cu^{2+}) \Rightarrow \eta_{dep}(cu) = 0,75 \cdot 10^{-2} mol$



هـ / كتلة النحاس :

$$\eta = \frac{m}{M} \Rightarrow m = \eta_{dep}(Cu) \cdot M(Cu) = 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot 63,5 = 4,8 \cdot 10^{-1} g$$

### التمرين الحادي عشر

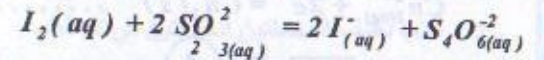
نعتبر معادلة التفاعل الحادثة :  $2Cu^{2+}_{(aq)} + 4I^{-}_{(aq)} = 2CuI_{(s)} + I_2(aq)$

أ / أكمل الجدول التالي باعتبار  $\eta_0$  كمية شوارد  $Cu^{2+}$  الابتدائية و  $\eta_1$  للبيود المقدمة :

$2Cu^{2+}_{(aq)} + 4I^{-}_{(aq)} = 2CuI_{(s)} + I_2(aq)$				
	فانض			الحالة الابتدائية
				أثناء التفاعل
				الحالة النهائية

ب / استنتج العلاقة بين  $\eta_1$  و  $\eta_0$ .

ج / ترفع من كمية  $\eta_1$  ( للبيود ) المعطى في المعادلة التالية :



1 - ما هي العلاقة بين  $\eta_1$  و  $\eta(S_2O_3^{2-})$  كمية  $(I_2)$  ؟

2 - الحجم المصبوب عند التكافؤ  $V_{ep} = 10,0 ml$  وتركيز شوارد  $S_2O_3^{2-}$  هو  $1 \times 10^{-1} mol/l$

3 - أحسب قيمة  $\eta_1$ .

4 - استنتج قيمة  $\eta_0$ .

5 - استنتج تركيز شوارد النحاس  $C_0$  في  $100 ml$  من المحلول

الحل :

أ / - اكمل الجدول :

$2Cu^{2+}_{(aq)} + 4I^{-}_{(aq)} = 2CuI_{(s)} + I_2(aq)$					
$n_0$	فانض	0	0	$x = 0$	الحالة الابتدائية
$n_0 - 2x$		$2x$	$x$	$x$	أثناء التفاعل
$n_0 - 2x_{max}$		$2x_{max}$	$n_1 = x_{max}$	$x_{max}$	الحالة النهائية

ب / العلاقة بين  $\eta_1$  و  $\eta_0$  لدينا من الجدول :

$$\eta_1 = \frac{\eta_0}{2} \quad \text{إذن} \quad \eta_0 - 2x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{\eta_0}{2}$$

2 - عند التكافؤ :  $\eta(S_2O_3^{2-}) = 2\eta_1$

$$C(S_2O_3^{2-})V_{eq} = 2\eta_1 \Rightarrow \eta_1 = \frac{C(S_2O_3^{2-})V_{eq}}{2} \quad \text{حساب قيمة } \eta_1$$

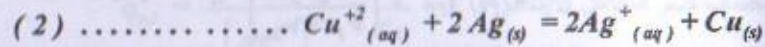
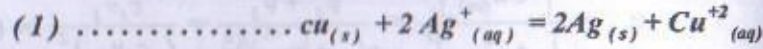
$$\Rightarrow \eta_1 = \frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2} = 5 \cdot 10^{-4} mol$$

4 - قيمة  $\eta_0$  لدينا :  $\eta_0 = 2\eta_1$  و  $\eta_0 = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-3} mol$

$$5 - \text{قيمة تركيز } C_0 = \frac{\eta_0}{V} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-2} mol/l$$

### التمرين الثاني عشر

انطلاقا من التشاريتين أكسدة / إرجاع لكل من :  $Ag^{+}_{(aq)} / Ag$  ,  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$  يمكن كتابة المعادلتين :



ثابت التوازن لكل معادلة على الترتيب :  $K_1 = 2,1 \cdot 10^{15}$  و  $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-16}$

1 / قام تلميذ بتحقيق التجربة التالية : وضع في بشر حجم  $V_1 = 50 ml$  من محلول كبريتات

النحاس (II) ذو التركيز  $C_1 = 1 mol/l$  مع حجم  $V_2 = 50 ml$  من محلول نترات الفضة

ذو التركيز  $C_2 = 0,5 mol/l$  ، باعتبار أن محلول كبريتات النحاس ذو لون أزرق بينما

محلول نترات الفضة عديم اللون .

- وضع سلكا من الفضة ثم أضاف  $3 g$  من برادة النحاس الأحمر ثم قام بتحريك المزيج و بعد مدة

قام بترشيح المحلول فتحصل على ما يلي :

- تلون المحلول باللون الأزرق القاتم .

- وجود مواد رمادية اللون في القاع .

أ / انطلاقا من المعادلتين السابقتين ما هي المعادلة التي توضح التفاعل الكيميائي الحادث في البشر ؟

ب / أذكر الاحتمالات الممكنة لاتجاه تقدم التفاعل.

ج / أحسب كسر التقدم  $\eta_{II}$  الابتدائي .

د / هل التقدم في الاتجاه المباشر أم العكسي .



الحل:

ا / المعادلة التي تعطي لما يحدث في البئر هي ( I ) :



و هذا لتلون المحلول باللون الأزرق دليل على شكل شوارد النحاس بكميات معتبرة و البقع هي ذرات الفضة المترسبة ذات اللون الرمادي .

ب / هناك ثلاث احتمالات ممكنة :

1 /  $\varphi_{r,i} < k$  التفاعل يتقدم الاتجاه المباشر

2 /  $\varphi_{r,i} = k$  التفاعل في حالة توازن

3 /  $\varphi_{r,i} > k$  التفاعل يتقدم في الاتجاه العكسي

ج / حساب كسر التقدم :  $\varphi_{r,i}$

$$\varphi_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_I}{[Ag^+]_I^2} = \frac{\frac{c_1 v_1}{v_1 + v_2}}{\left(\frac{c_2 v_2}{v_1 + v_2}\right)^2} = \frac{c_1 v_1}{(c_2 v_2)^2} \times (v_1 + v_2)$$

$$\varphi_{r,i} = \frac{50 \times 1}{(0,5 \times 50)^2} \times 100 = 8$$

و بما ان  $k_1 = 2,1 \times 10^{15}$  هذا يعني أن التفاعل يتقدم في اتجاه مباشر  $\varphi_{r,i} < k_1$

### التمرين الثالث عشر

يعطى ما يلي :

1 - صفحة من النحاس

3 - محلول كبريتات النحاس ( II ) حجمه  $V_1 = 50 \text{ ml}$  وتركيزه  $C_1 = 1 \text{ mol/l}$

4 - محلول نترات الفضة حجمه  $V_2 = 50 \text{ ml}$  وتركيزه  $C_2 = 1 \text{ mol/l}$

5 - جسر من نترات البوتاسيوم

أ - انطلاقاً من المعطيات السابقة أرسم تركيب هذا العمود .

ب / أكتب المعادلتين النصفيتين للتفاعلين الحادثين عند القطبين .

ج / أكتب المعادلة الكيميائية الحادثة في العمود .

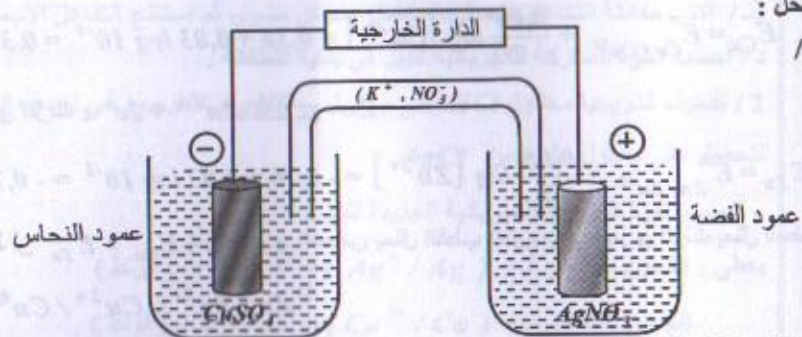
د / أحسب كسر التفاعل الابتدائي  $\varphi_{r,i}$  .

هـ / هل التفاعل يتقدم في اتجاه مباشر أم العكسي علماً أن  $k_1 = 2,1 \cdot 10^{15}$

و / متى يصبح العمود في حالة توازن ؟

الحل :

ا /



ب / المعدلتين النصفيتين

القطب السالب ( نحاس ) :  $Cu_{(s)} = Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$  أكسدة

القطب الموجب ( فضة ) :  $Ag_{(aq)} = Ag$  ارجاع

ج / المعادلة الإجمالية :  $Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

د / حساب كسر التفاعل الابتدائي :  $\varphi_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_I}{[Ag^+]_I^2} = \frac{c_1}{c_2} = I$

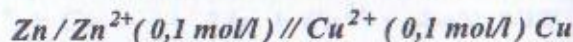
إذن التفاعل يتقدم في الاتجاه المباشر  $\varphi_{r,i} < k_1$

عندما يشتغل العمود تزداد شوارد  $[Cu^{2+}_{(aq)}]$  وتقل  $[Ag^+_{(aq)}]$  إذن  $\varphi_r$  يزداد حتى يقترب

من  $K$  و عندما يصبح  $\varphi_r = K$  نقول أن العمود في حالة توازن .

### التمرين الرابع عشر

نجز البيل الكهربائي الممثل بالمسلسلة التالية :



1 - أحسب كمون كل مسرى .

2 - استنتج قطبية البيل .

3 - أحسب القوة المحركة الكهربائية للبيل عند بداية اشتغاله .

4 - أكتب معادلة التفاعل النصفى الحاصل عند كل مسرى ، ثم استنتج التفاعل الإجمالي .

5 - أحسب قيمة ثابت الاتزان  $K$  ، ماذا تستنتج ؟

يعطى :  $E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} = -0,76 \text{ v}$  ،  $E^\circ_{Cu/Cu^{2+}} = +0,34 \text{ v}$

الحل :

1 / - مسرى النحاس :  $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$



ج / اكتب معادلة التفاعل النصفى الحاصل عند كل مسرى ثم استنتج التفاعل الإجمالي.

د / أحسب القوة المحركة الكهربائية للخلل في بداية اشتغاله .

2 / نضيف تدريجيا محلول  $HCl$  إلى محلول  $AgNO_3$  الموجود في نصف البييل  $A$  حتى

نتحصل على محلول مشبع من  $AgCl$  .

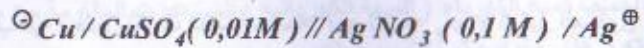
- أحسب القوة المحركة الكهربائية الجديدة للخلل .

يعطى : الكمون النظامي لـ :  $(Ag^+ / Ag) : +0,8 \text{ V}$  ( فولط )

الكمون النظامي لـ :  $(Cu^{2+} / Cu) : +0,34 \text{ V}$  ( فولط )

**الحل :**

أ / عبارة السلسلة ( الرمز الاصطلاحي )



ب / حساب الكمون  $E_1$  لمسرى الفضة : لدينا :  $Ag \rightleftharpoons Ag^+ + e^-$

وحسب معادلة نرنست :  $E_1 = E_1^0 + 0,06 \log [Ag^+] = 0,8 + 0,006 \log 10^{-1} = 0,74 \text{ v}$

- حساب الكمون  $E_2$  لمسرى النحاس :  $Cu \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2e^-$

$$E_2 = E_2^0 + \frac{0,06}{2} \log [Cu^{2+}] = 0,34 + 0,03 \log 10^{-2} = 0,34 - 0,06 = 0,28 \text{ v}$$

التفاعل الكيميائي الحاصل في كل مسرى : نلاحظ أن  $E_1 > E_2$  ومنه مسرى الفضة يمثل القطب الموجب بينما مسرى النحاس القطب السالب .

ج / معادلة التفاعل عند مسرى النحاس  $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$  (أكسدة)

- معادلة التفاعل عند مسرى الفضة :  $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$  (إرجاع)

التفاعل الإجمالي :  $2Ag^{2+} + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$

د / حساب  $\Delta E$  ( ق م ك ) للخلل :  $F_{em} = \Delta E = E_1 - E_2 = 0,74 - 0,28 = 0,46 \text{ v}$

2 / حساب قوة المحركة الجديدة  $\Delta E$  : لدينا :  $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

$$K' = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = [Ag^+]^2$$

ومنه :  $E_1' = E_1^0 + 0,06 \log [Ag^+] = E_1^0 + 0,06 \log \sqrt{K'}$

$$E_1' = 0,8 + \frac{1}{2}(0,06) \log \sqrt{K'} = 0,8 + 0,03 \log 1,7 \cdot 10^{-10} = 0,51 \text{ v}$$

$$\Delta E' = E_1' - E_2 = 0,51 - 0,28 = 0,23 \text{ v} \quad \text{ومنه : } \Delta E' = 0,23 \text{ v}$$

$$E_{Cu} = E_{Cu/Cu^{2+}}^0 + \frac{0,06}{2} \log [Cu^{2+}] = 0,34 + 0,03 \log 10^{-1} = 0,31 \text{ volt}$$

ب / مسرى الزنك :  $Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^-$

$$E_{Zn} = E_{Zn/Zn^{2+}}^0 + \frac{0,06}{2} \log [Zn^{2+}] = -0,76 + 0,03 \log 10^{-1} = -0,79 \text{ volt}$$

2 / نلاحظ أن  $E_{Cu} > E_{Zn}$  إذن مسرى النحاس يمثل القطب الموجب و مسرى الزنك يمثل القطب

السالب  $\ominus Zn / Zn^{2+} // Cu^{2+} / Cu^{\oplus}$

$$\Delta E = E_{Cu} - E_{Zn} = 0,31 - (-0,79) = 1,1 \text{ v} : F_{em} \text{ حساب } 3$$

كتابة المعادلتين النصفيتين :

أ / عند القطب السالب : أكسدة  $Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^-$  .....

عند القطب الموجب : إرجاع  $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$  .....

المعادلة الإجمالية :  $Zn + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu$  .....

5 - حساب  $k$  :  $Zn + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu$

وحسب معادلة ترست

$$E_{Cu/Cu^{2+}}^0 - E_{Zn/Zn^{2+}}^0 = \frac{0,06}{n} \log k \Rightarrow \log K = \frac{n(E_{Cu/Cu^{2+}}^0 - E_{Zn/Zn^{2+}}^0)}{0,06}$$

$$= \frac{2(0,34 + 0,76)}{0,06} = \frac{2,2}{0,06}$$

$$k = 10^{36,66} = 4,57 \cdot 10^{36}$$

نلاحظ أن قيمة  $k$  :  $(k = 4,57 \cdot 10^{36})$  كبيرة جدا إذن التفاعل يعتبر عمليا تاما

#### التمرين الخامس عشر

تنجز البييل الكهروكيميائي المكون من نصفي البييل التاليين :

- نصف البييل (قطب) " A " عبارة عن سلك من الفضة مغموس في محلول من نترات الفضة تركيزه  $(0,1 \text{ mol/l})$

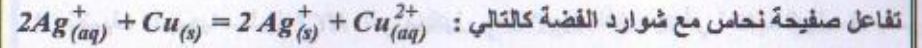
- نصف البييل " B " عبارة عن صفيحة من النحاس مغموسة في محلول من كبريتات النحاس تركيزه  $(0,01 \text{ mol/l})$  ( II )

أ / مثل عبارة ( الرمز الاصطلاحي ) للبييل .

ب / أحسب الكمون  $E_1$  لمسرى الفضة و  $E_2$  لمسرى النحاس .



إليك المعطيات التالية :



- ثابت التوازن بالنسبة لهذا التفاعل :  $K = 2,2 \cdot 10^{15}$

- لون شوارد  $Ag^+$  في المحلول (لا لون له)

- لون شوارد  $NO_3^-$  في المحلول (لا لون له)

- لون شوارد  $Cu^{2+}$  في المحلول (أزرق)

$1Ah = 3,6 \cdot 10^3 C \quad 1 \text{ faraday} = 96500 C/mol$

$M(Cu) = 63,5 \text{ g/mol}$

I - نأخذ كأس بشر ونصب فيه محلول نترات الفضة حجمه  $v_1 = 20 \text{ ml}$  وتركيز المحلول

$C_1 = 1 \times 10^{-1} \text{ mol/}\ell$  ثم نضيف حجم  $v_2 = 20 \text{ ml}$  من محلول نترات النحاس

تركيزه المولي  $C_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ mol/}\ell$  في كأس البشر .

- ما هي الشوارد المتواجدة في المحلول ؟

2- أحسب تركيز كلا من  $[Ag^+]_i$  و  $[Cu^{2+}]_i$  الابتدائية في البشر.

II - نغمس في البشر السابقة صفيحة من النحاس و صفيحة من الفضة .

1 - أكتب العلاقة الحرفية لكسر التفاعل  $\varphi_r$  انطلاقا من المعطيات السابقة.

2 - أحسب كسر التفاعل الابتدائي  $\varphi_{r,i}$ .

3 - هل التفاعل يتطور في الاتجاه المباشر؟

4 - ماذا نلاحظ (تتوقع) بعد  $3 \text{ min}$  من هذا التفاعل ؟

5 - سيعتبار أن شوارد النحاس موجودة بوفرة و يقدر تركيزها  $[Cu^{2+}] = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/}\ell$

- أحسب تركيز شوارد  $[Ag^+]$  الموجودة في المحلول .

III - من أجل إنشاء بيلا (عمود) نوفر الوسائل التالية :

- كأس بشر A يحتوي على حجم  $v_1 = 20 \text{ ml}$  من محلول نترات الفضة ذو التركيز

$C_1 = 1 \times 10^{-1} \text{ mol/}\ell$

- كأس بشر B يحتوي على حجم  $v_1 = 20 \text{ ml}$  من محلول نترات النحاس ذو التركيز

$C_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ mol/}\ell$

- صفيحة من النحاس كتلتها  $m = 1 \text{ g}$  و صفيحة من الفضة

- جسر من محلول نترات البوتاسيوم .

- 1 - أعط رسم توضيحي للعمود ( بيلا ) انطلاقا من الوسائل السابقة .  
2 - نربط مع العمود المسبق على التسلسل كل من ناقل أومي (مقاومة)  $R = 100 \Omega$  و جهاز أمبير متر .

أ / حدد جهة التيار الكهربائي في الدارة و كذا جهة حركة  $(e^-)$  .

ب / أكتب المعادلتين النصفيتين للتفاعلين الحادثين في كل قطب .

ج / أكتب المعادلة الإجمالية لتفاعل الحادث في العمود .

د / ما هو الدور الذي يلعبه الجسر ؟

هـ / أرسم جدول توضح فيه عملية تقدم التفاعل في العمود .

و / أوجد الحد الأقصى لهذا التفاعل  $X_{max}$  .

ي / أحسب تركيز شوارد النحاس في نهاية التفاعل .

ن / أحسب كمية الكهرباء (السعة الكهربائية) التي عبرت المقاومة من بداية اشتغال العمود إلى نهايته و هذا بالكولوم ثم بالأمبير ساعي .

الحل :

I - 1 - الشوارد المتواجدة في المحلول :  $Cu^{2+}$  ،  $NO_3^-$  ،  $Ag^+$

2 -  $[Ag^+] = \frac{\eta_1}{V_1 + V_2} = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 20}{40} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/}\ell$

$[Cu^{2+}] = \frac{\eta_2}{V_1 + V_2} = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 20}{40} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/}\ell$

II - 1 - العلاقة الحرفية  $\varphi_r$  :  $2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

$\varphi_r = \frac{[Cu^{2+}_{(aq)}]}{[Ag^+]^2}$

2 - كسر التفاعل الابتدائي :  $\varphi_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2} = \frac{2,5 \cdot 10^{-2}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 10$

II - 3 - بما أن  $\varphi_{r,i} < K$  إذن التفاعل يتطور في الاتجاه المباشر .

4 - نتوقع مزيدا من تشكل شوارد  $Cu^{2+}$  و هذا يظهر في تلون المحلول باللون الأزرق القاتم ، و

تشكل بقع رمادية على صفيحة النحاس و التي تمثل معدن الفضة

II - 5 - حساب شوارد الفضة :  $[Ag^+] = \sqrt{\frac{[Cu^{2+}]}{K}}$



د / تركيز شوارد  $[Cu^{+2}]$

$$[Cu^{2+}]_f = \frac{C_2 V_2 + X_{max}}{V_2} = \frac{5 \times 10^{-2} \cdot 20 \cdot 10^{-3} + 1 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$$

هـ / كمية الكهرباء : لدينا :  $\varphi = n(e^-) \cdot F$

$$\varphi = 2 \cdot X_{max} \cdot F = 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 96500 = 193 \text{ C}$$

لدينا :  $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$  ومنه :  $\varphi(Ah) = \frac{193}{3600} = 53,6 \cdot 10^{-3} \text{ Ah}$

$$\varphi(Ah) \simeq 54 \cdot 10^{-3} \text{ Ah}$$

#### التصنيف السابع عشر

نحصل على الألمنيوم بالتحليل الكهربائي لمغس مقعد يتفكك فيه أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  ، أحسب الإنتاج اليومي لوعاء تحليل يجتازه تيار شدته  $I = 10^5 \text{ A}$  أي أحسب كتلة الألمنيوم الحاصل خلال 24 ساعة .

**الحل :**

لدينا :  $M_{Al} = 27 \text{ g/mol}$  و تكافؤه 3  $n(e^-)$

$$t = 24 \text{ h} \cdot 3600 = 86400 \text{ s}$$

و بتطبيق القانون :

$$m(g) = \frac{I \cdot \Delta t}{96500} \cdot \frac{M_{Al}}{n(e^-)} = \frac{10^5 \cdot 86400}{96500} \cdot \frac{27}{3} = 8058031,1 \text{ g}$$

$$m(g) = 8058 \text{ Kg}$$

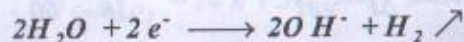
#### التصنيف الثامن عشر

نحلل تحليلًا كهربائيًا محلولًا من كلور الصوديوم  $NaCl$  لمصريين من الغرافيت ( الفحم الكاثود ) - أحسب حجمي الغازين الحاصلين في مدة 10 دقائق بتيار شدته  $10 \text{ A}$  ، باعتبار أن الحجمين مقسومين في الشرطين النظاميين من الحرارة والضغط .

**الحل :**

- ينطلق غاز الكلور من مصدر الغرافيت :  $2 Cl^- \rightarrow 2e^- + Cl_2$

- و على المهبط يتشكل شوارد  $OH^-$  وينطلق  $H_2$  :



$$[Ag^+] = \sqrt{\frac{5 \times 10^{-2}}{2,2 \times 10^{15}}} = 4,8 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$$

صفحة فضة

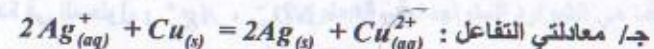


III - 1 - تمثيل البييل :  
صفحة نحاس

2 - أ / التيار الكهربائي ينتقل من الفضة نحو النحاس بينما حركة الالكترونات تكون في الاتجاه العكسي ( من النحاس إلى الفضة )

ب / - معادلة التفاعل عند صفحة النحاس (قطب - ) :  $Cu_{(s)} \rightarrow Cu_{(aq)}^{2+} + 2e^-$  (أكسدة)

- معادلة التفاعل عند صفحة الفضة (قطب + ) :  $Ag_{(aq)}^+ + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$  (إرجاع)



د / دور الجسر : يلعب الجسر دور الناقل لتيار الكهربائي بين المحلولين فهو يعمل على أن تكون الدارة مغلقة

هـ / الجدول الخاص بالتفاعل :

التفاعل الكيميائي				حالة التفاعل	التقدم
معادلتى التفاعل					
$2Ag_{(aq)}^+ + Cu_{(s)} = 2Ag_{(s)} + Cu_{(aq)}^{2+}$				0	الحالة الابتدائية
كميات المادة بالمول				X	أثناء التفاعل
$n_1 = C_1 V_1$	$n_{Cu} = \frac{m}{M}$	$n(Ag)_0$	$n_2 = C_2 V_2$	$X_{max}$	الحالة النهائية
$n_1 - 2X$	$n - X$	$n(Ag)_0 + 2X$	$n_2 + X$		
$n_1 - 2X_{max}$	$n - X_{max}$	$n'(Ag)_0 + 2X_{max}$	$n_2 + X_{max}$		

و / البحث عن  $X_{max}$  :  $X_{max} = \frac{C_1 V_1}{2}$  بالنسبة للفضة  $C_1 V_1 - 2X_{max} = 0 \Rightarrow X_{max} = \frac{C_1 V_1}{2}$

$$X_{max} = \frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(Cu) - X_{max} = 0$$

$$X_{max} = \frac{m}{M} = \frac{1}{63,5} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

نأخذ أقل قيمة و عليه يكون :  $X_{max} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

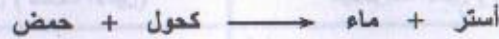


## مراقبة تحول كيميائي

### الأسطرة وإماهة الأستر:

1- تعريف الأسطرة: هو تفاعل كيميائي يحدث بين كحول وحمض (عضويين) و ينتج نتيجة

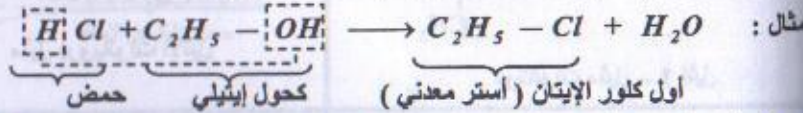
لذلك مركب عضوي يدعى أسطرة مرفقا بتشكيل الماء



2- نوعا الأسطرة: هناك نوعان من الأسطرة:

أ / أسطرة معدنية: و هي تفاعل كيميائي بين كحول وحمض معدني كحمض كلور الماء  $HCl$ ،

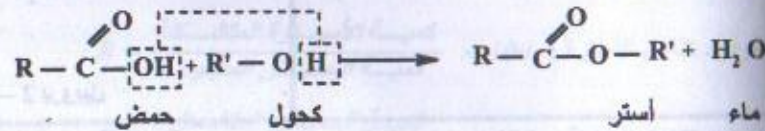
حمض الكبريت  $H_2SO_4$ ، حمض الأزون  $HNO_3$  ... إلخ.



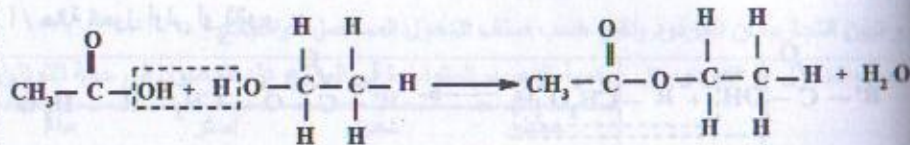
ب- أ / أسطرة عضوية: هي تفاعل كيميائي يحدث بين كحول وحمض عضوي كحمض الميثانويك

$H-COOH$  أو حمض الخل  $CH_3COOH$  و ينتج عن ذلك أسطرة و ماء كما تبين

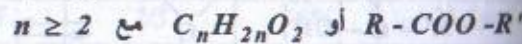
المعادلة التالية:



مثال:



ب / 2- الصيغة العامة للأسطرة العضوية: تعطى الصيغة العامة للأسطر العضوية:



ب- 3- الوظيفة الكربونية للأسطر:

ب- 4- الكتلة المولية للأسطر: يعطى  $M_{C_nH_{2n}O_2} = 14n + 32$

و بتطبيق العلاقة:

$$V(\text{cm}^3) = \frac{I \times \Delta t}{96500} \times \frac{11200}{n(e)} = \frac{10 \times 600}{96500} \times \frac{11200}{1} = 966,37 \text{ cm}^3$$

و عليه يكون حجم الكلور:  $V_{Cl}(\text{cm}^3) = 696,37 \text{ cm}^3$

و حجم الهيدروجين:  $V_{H_2}(\text{cm}^3) = 696,37 \text{ cm}^3$  لأن:  $Cl_2 \longrightarrow H_2$

### التمرين التاسع عشر

نجمع في مختبر حجمه  $20 \text{ cm}^3$ ، الهيدروجين المنطلق على المهبط في التحليل الكهربائي من الصودا، فيمتلئ المختبر في 3 دقائق في شروط من درجة الحرارة و الضغط يكون الحجم المولي فيها يساوي  $24 \text{ l}$ .  
- أحسب شدة التيار.

الحل:

إن مرور فاراداي واحد ( $1F = 96500 \text{ C}$ ) يعطي  $\frac{1}{2} \text{ mol}$  من  $H_2$  بمعنى أنه ينتج حجم

عند مسرى  $12 \text{ l} = \frac{24}{2}$  و حسب القانون

$$V(\text{cm}^3) = \frac{I \cdot \Delta t}{96500} \cdot \frac{11200}{n(e)}$$

$$\Rightarrow I = \frac{V(\text{cm}^3) \cdot 96500 \cdot 1}{11200 \cdot 3 \cdot 60} = \frac{20 \cdot 96500 \cdot 1}{11200 \cdot 3 \cdot 60} = 0,893 \text{ A}$$

$$I = 0,893 \text{ A}$$

### التمرين العشرين

وعاء للتحليل الكهربائي يحتوي على محلول من كبريتات النحاس مغموس فيه مسريين من النحاس، تجري فيه تيارا خلال نصف ساعة، فنلاحظ أن كتلة المهبط زادت  $1,265 \text{ g}$

- أحسب شدة التيار: يعطى  $M_{(Cu)} = 63,6 \text{ g}$

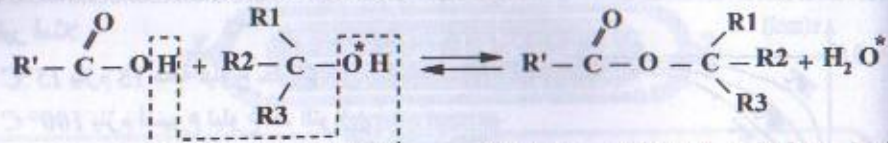
الحل:

لدينا:  $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ ، تكافؤ النحاس  $n(e) = 2$

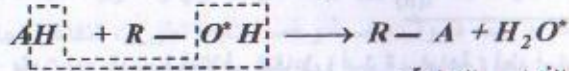
$$m(\text{g}) = \frac{\Delta t \cdot I}{96500} \cdot \frac{M}{n(e)}$$

$$\Rightarrow I = \frac{m(\text{g}) \cdot n(e) \cdot 96500}{\Delta t \cdot M} = \frac{1,265 \cdot 2 \cdot 96500}{30 \cdot 60 \cdot 63,6} = 2,13 \text{ A}$$



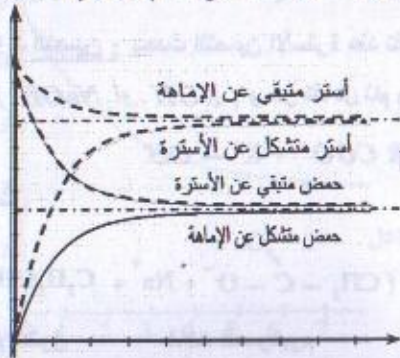


أما في حالة الأستر المعدنية نعبّر عنها كما يلي :



4 - خواص تفاعل الأستر - الإمهاء :

أ / التفاعل بطيء ( سرعة التفاعل ) تكون سرعة الأستر في بداية التفاعل سريعة ثم تتناقص تدريجياً إلى أن تتعدم أما تفاعل الإمهاء بطيء في البداية ويستمر كذلك حتى تتعدم ، ويتم التعبير عن سرعة التفاعل كالتالي :



المسرعة الوسطية :  $V_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} (mol/s)$

المسرعة اللحظية :  $V(t) = \lim \frac{\Delta n}{\Delta t} (mol/s)$

ب - التفاعل محدود ( مردود التفاعل ) :

إن تفاعلات الأسترة و الإمهاء غير تامة فهي تتعدم عند حدود معينة .  
نعرف مردود التفاعل على هذا الأساس كما يلي :

$$R = \frac{\text{كمية الأسترة المتشكلة}}{\text{كمية الحمض المتبقية}} \times 100$$

$$R = \frac{\text{كمية الحمض المتشكل}}{\text{كمية الأستر الابتدائية}} \times 100$$

و تبين التجارب أن المردود يتغير حسب صنف الكحول المستعمل أ و الناتج :

صف الكحول	المردود R	كمية الأجسام المتواجدة في المزيج عند الوصول إلى حالة التوازن		
		ماء	أستر	كحول
كحول أولي	67%	2/3	2/3	1/3
كحول ثانوي	60%	3/5	3/5	2/5
كحول ثلاثي	1-5%	/	/	/

ملاحظة : يمكن تغير قيمة هذا المردود بإضافة أحد المتفاعلات أو إزالة أحد النواتج .

ج / لحراري : إن تفاعل الأسترة و الإمهاء لا حراريان ، إذا لا تقيس أبدا انطلاقه أو امتصاص الحرارة أثناء التفاعلين فإذا رفعا درجة الحرارة فإننا نبلغ حد التوازن أكبر و لكن هذا الحد لا

ب - 5 - التسمية : تخضع تسمية الأستر العضوية إلى قاعدتين :

القاعدة 1 : نأخذ السلسلة الكربونية المرتبطة بالمجموعة الكربوكسيلية - COO - R

اسم الألكان الموافق لها بإضافة ( وات ) فنحصل على الاسم الأساسي الكاتوات

القاعدة 2 : نظيف لاسم الكاتوات اسم المجموعات الألكية R' - المرتبطة بذرة الأكسجين للمجموعة الكربوكسيلية.

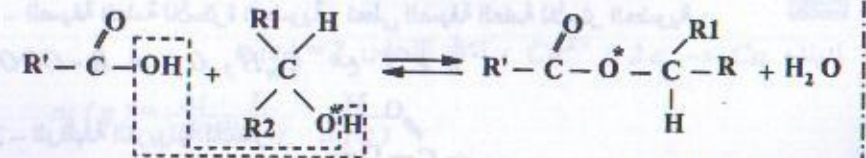
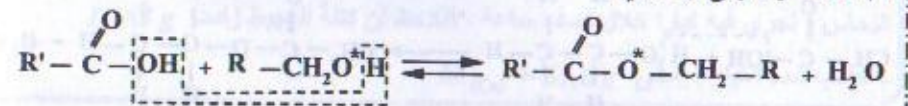
من القاعدتين يصبح الأستر R - COO - R' في الأخير موافق للتسمية الكاتوات الأكيل أمثلة :

1 / $CH_3COO - C_2H_5$ إيثانوات الأثيل ( خلاص الأثيل )	2 / $H - COO - C_2H_5$ ميثانوات الأثيل ( نملات الأثيل )
3 / $CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-O-CH_2-CH_3$ ميثيل بروبوات الأثيل	4 / $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3$ بوتانات ميثيل - 1 أثيل
5 / $CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ إيثانوات ميثيل - 2 بروبيل	



3 - آلية الأسترة : تيمز حالتين في الكيمياء العضوية

أ / حالة كحول أولى أو ثانوي :



ب / حالة كحول ثلاثي :

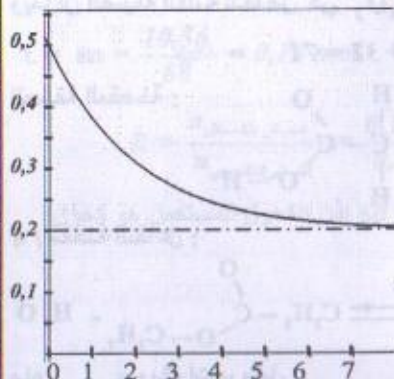


## تأريين محلولة بالتفصيل

### التأريين الأول

يوضح مزيج متساوي المولات، يتكون من حمض عضوي و كحول ، كلاهما مشبع و أحادي الوظيفة ، في بشر و تحت ظروف مناسبة و قصد متابعة تطورات التفاعل الحاصل يعاير الحمض المتبقي - بعد كل ساعة - لمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم .

البيان المقابل يمثل تغيرات عدد مولات الحمض المتبقي (  $n$  ) بدلالة الزمن



1 - باستعمال البيان استنتج :

أ / التركيب المولي للمزيج عند التوازن

ب / مردود التفاعل

2 - إذا كانت النسبة المولية الكتلية للهيدروجين في

الكحول المستعمل هي 13,33 %

- أوجد صيغة المجمل و اكتب صيغة المفصلة

3 - إذا كانت كتلة الحمض المتبقي عند ما يبلغ التفاعل

الكيميائي حده هي 14,8 g

- أوجد صيغة الجزئية المفصلة

4 - اكتب معادلة التفاعل الحاصل بين الحمض العضوي و الكحول باستعمال الصيغ نصف

المفصلة لكل من المتفاعلات و النواتج و اذكر أسمائها :

تعطى :  $C = 12 \text{ g/mol}$  ،  $O = 16 \text{ g/mol}$  ،  $1 \text{ g/mol} = H$

### الحل :

أ / انطلاقاً من البيان نجد أن التركيب المولي للمزيج عند التوازن هو :

- كمية الحمض المتبقية :  $0,2 \text{ mol}$

- كمية الكحول المتبقية :  $0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ mol}$

- كمية الماء الناتجة = كمية الأستر الناتج =  $0,3 \text{ mol}$

ب - مردود التفاعل : بالتعريف  $R = \frac{\text{استر ناتج}}{\text{استر نظري}} = \frac{\text{حمض متفاعل}}{\text{حمض مستعمل}}$

$R = \frac{0,3}{0,5} = 0,60$  إذن :  $R = 60 \%$

2 - صيغة الكحول المستعمل : الصيغة العامة للكحول  $C_nH_{2n+1} - OH$

و بما أن نسبة الهيدروجين 0,1333 إذن : من المركب  $M_{\text{كحول}} = 14n + 18$

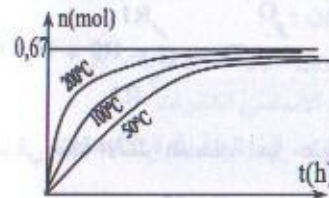
$0,1333 = \frac{2n+2}{14n+18} \Rightarrow n = 3$  و عليه :  $M_H = 2n + 2$

يتغير فمثلاً :

-  $15^\circ C$  يلزم 15 سنة لبلوغ حد التوازن

-  $100^\circ C$  يلزم أسبوع لبلوغ حد التوازن

-  $200^\circ C$  يصنع ساعات



د / دور الوسيط : يكون دور الوسيط فعالاً في التفاعل ( أسترة - إماهة ) فعند أسترة الكحول الأثيلي

مع حمض الخل بإضافة  $(H_3O^+ + Cl^-)$   $1 \text{ g}$  منه إلى  $100 \text{ g}$  من المزيج نلاحظ أن التوازن

يتحقق بعد نصف ساعة و ذلك في  $100^\circ C$  و هذا راجع إلى شوارد  $H_3O^+$  التي تلعب دور الوسيط

5 - التصين : يحدث التصين الأسترة عند تفاعلها مع شوارد  $OH^-$  الآتية من أساس قوي

(  $NaOH$  أو  $KOH$  ) و هو تفاعل تام و معادلته الإجمالية :



مثال :



الإيتانول      خلاص الصوديوم      الصود      خلاص الإيتيل

هذه العملية هي أساس صناعة الصابون من المواد الدسمة المحتوية على الأسترات العضوية

الثقيلة هي أسترات الغليسيرول  $(COOR)_3$   $C_3H_8$

6 - الأهمية الصناعية للأسترة و الإماهة :

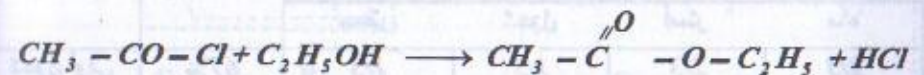
ليس للأسترة العضوية بصورة عامة أهمية صناعية كبيرة ماعدا الأسترة العضوية ذات الكتلة

المولية الجزئية الصغيرة حيث يستفاد من هذه الصناعة في صناعة مفتحات الشهية وبعض العطريات

التي تضاف إلى المواد الغذائية ، كما يستفاد منها في صناعة الدهان ، و نظراً لطعم عملية الأسترة و

ظروفها فإنه يفضل استبدالها بطرق كيميائية أخرى أسهل ، كاستخدام بعض المركبات الحمضية

الكلورية  $R - CO - Cl$  مثل كلور الأستيل  $CH_3 - CO - Cl$  كما في المعادلات :



أو بصورة عامة :



و تستخدم الأسترات العضوية الدسمة في صناعة الصابون و الزبدة و السمن الحيواني و

النباتي ... الخ



الحل:

1- الصيغة الجزيئية للأستر  $C_nH_{2n}O_2$  أي  $M_{\text{أستر}} = 14n + 32$

$$n = 4 \text{ وعليه نجد بعد الحساب أن } \frac{(14n + 32) \times 54,54}{100} = 12n \text{ (كتلة كربون)}$$

إن صيغة الأستر:  $C_4H_8O_2$

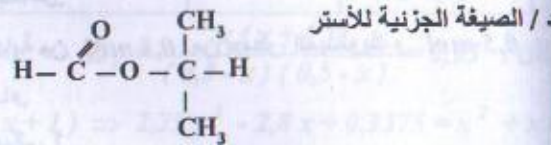
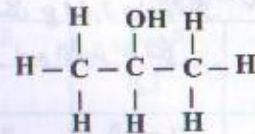
2- أ - معادلة التفاعل:  $HCOOH + R - OH \rightleftharpoons HCOO - R + H_2O$

ب - مردود التفاعل:

$$n = \frac{10,56}{88} = 0,12 \text{ mol} \text{ وعليه } n = \frac{m}{M} \text{ حساب عدد مولات الأستر المتشكلة}$$

$$R = \frac{n_{\text{أستر متشكل}}}{n_{\text{أستر نظري}}} = \frac{0,12}{0,2} = 0,6 \Rightarrow R = 60\% \text{ وعليه يكون المردود}$$

بما أن المزيج الابتدائي متساوي المولات والمردود 60% إذن الكحول المستعمل هو كحول ثانوي صيغته:



$$K_c = \frac{[\text{ماء}] \times [\text{أستر}]}{[\text{كحول}] \times [\text{حمض}]} : K_c \text{ ثابت التوازن}$$

في حالة التوازن يكون الأستر: 0,12 mol ، الماء: 0,12 mol ، الحمض: 0,08 mol

$$K_c = \frac{(0,12)^2}{(0,08)^2} = 2,25 \text{ إذن: الكحول: } 0,08 \text{ mol}$$

3- إيجاد التركيب المولي للمزيج:

كميات	الحمض	الكحول	الأستر	الماء
عند: $t = 0$	1	2	0	0
عند التوازن	$1 - x$	$2 - x$	$x$	$x$

$$K_c = \frac{x^2}{(2-x)(1-x)} = 2,25 \text{ إذن:}$$

الصيغة المجدلة للكحول:  $C_3H_7 - OH$  بروبانول

بما أن مردود التفاعل 60% يستلزم كحول ثانوي و عليه صيغة الكحول:



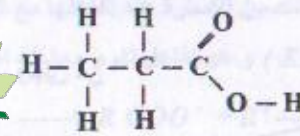
3- صيغة الحمض: عدد مولات الحمض عندما يبلغ التفاعل حده هو  $n = 0,2 \text{ mol}$

$$M_{\text{حمض}} = \frac{14,8}{0,2} = 74 \text{ g/mol} \text{ وعليه } n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n}$$

وبما أن الصيغة العامة للحمض هي  $C_nH_{2n}O_2$  أي  $M = 14n + 32$

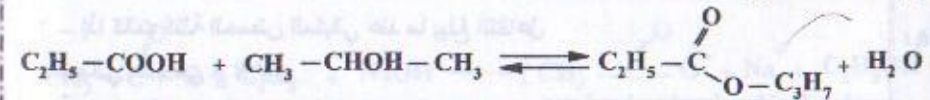
$$M = 14n + 32 = 74 \Rightarrow n = 3$$

الصيغة المفصلة:



موقع  
الدراسة الجزائري  
www.eddirasa.com

4 / معادلة التفاعل:



ماء بروبانوات بروبيول بروبانول - 2 حمض البروبانويك

التمرين الثاني

1- أستر (A) يحتوي على نسبة مئوية كتلية من الكربون 54,54% أوجد الصيغة الجزيئية لهذا الأستر

2- تم تحضير الأستر السابق بمفاعلة 0,2 mol من حمض الميثانويك و 0,2 mol من كحول مشبع (B)، فكانت كتلته الأستر المتشكلة عند التوازن 10,56 g

أ - أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل.

ب - أحسب مردود التفاعل و استنتج صنف الكحول (B)

ج - أوجد الصيغة الجزيئية المفصلة للكحول المستعمل و أعط اسمه.

د - ما هي الصيغة الجزيئية الموافقة للأستر (A) ؟

هـ - أحسب ثابت التوازن  $K_c$  للتفاعل الكيميائي.

3- تكون مزيجاً من 2 mol من كحول (B) و 1 mol من حمض الميثانويك و توفر

الشروط اللازمة لحدوث التفاعل الكيميائي

أ - أوجد التركيب المولي للمزيج عند التوازن

ب - استنتج تركيبه الكتلي:  $H = 1 \text{ g/mol}$  ،  $C = 12 \text{ g/mol}$  ،  $O = 16 \text{ g/mol}$



$$n_{\text{استر متشكل}} = \frac{m}{M} = \frac{2,64}{88} = 0,03 \text{ mol} \quad , \quad n_{0(\text{كحول})} = \frac{m_0}{M} = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ mol}$$

$$R = \frac{0,03}{0,05} = 0,06 \Rightarrow R = 60\% \quad : \quad \text{مردود التفاعل}$$

$$K_c = \frac{[\text{استر}] \times [\text{ماء}]}{[\text{كحول}] \times [\text{حمض}]} \quad : \quad \text{ج - ثابت التوازن}$$

$$\text{حساب كمية الحمض المتبقية} : \quad n_{\text{حمض}} = n_0 - n_{\text{استر}}$$

$$n_{\text{حمض المتبقية}} = 0,05 - 0,03 = 0,02 \text{ mol} \quad (\text{كمية الكحول المتبقية})$$

$$K_c = \frac{(0,03)^2}{(0,02)^2} = 2,25 \quad \text{وعليه}$$

2 - أ / بما أن كميات الماء كبيرة فإن التوازن ينزاح في اتجاه الإماهة و بمردود مختلف عن السابق إذا يكون أقل منه افتراضا.

ب - التركيب المولي للمزيج :

كميات	الحمض	الكحول	الاستر	الماء
$t = 0$	0,3	0,5	0	1
التوازن eq	$0,3 - x$	$0,5 - x$	$x$	$x + 1$

$$\text{إذن} : \quad K_c = \frac{x(x+1)}{(0,3-x)(0,5-x)} = 2,25 \quad , \quad \text{ومنه}$$

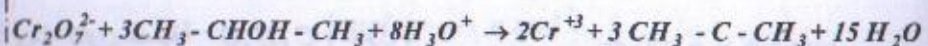
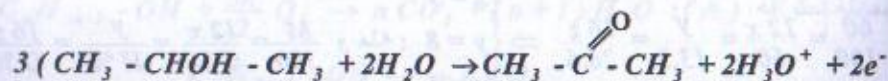
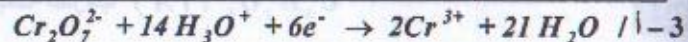
$$2,25(0,3-x)(0,5-x) = x(x+1) \Rightarrow 2,25x^2 - 2,8x + 0,3375 = x^2 + x$$

$$\Rightarrow x^2 - 2,24x + 0,27 = 0$$

$$\Delta = (2,24)^2 - 4(0,27)(1) = (1,98)^2$$

$$x_2 = \frac{2,24 - 1,98}{2} = 2,11 \text{ mol} \quad , \quad x_1 = \frac{2,24 + 1,98}{2} = 0,13 \text{ mol} \quad \text{مرفوض}$$

كميات	الحمض	الكحول	الاستر	الماء
عند التوازن	0,17 mol	0,37 mol	0,13 mol	1,13 mol



ب - المركب العضوي الناتج هو كيتون و اسمه البروبانون

$$x^2 - 5,4x + 3,6 = 0 \quad \text{بالتبسيط نجد} : \quad 2,25 \cdot (1-x)(2-x) = x^2$$

$$\text{ومنه} : \quad x_1 = 4,62 \text{ mol} \quad (\text{مرفوض}) \quad \text{و} \quad x_2 = 0,78 \text{ mol} \quad (\text{مقبول})$$

كميات	الحمض	الكحول	الاستر	الماء
عند $t = 0$	1	2	0	0
قبل التوازن	$1 - X$	$2 - X$	$X$	$X$
عند التوازن	0,22 mol	1,22 mol	0,78 mol	0,78 mol
التركيز الكتلي	10,12 g	73,20 g	68,64 g	14,04 g

### التمرين الثالث

1 / نمزج 2,3 g من حمض الميثانويك (HCOOH) مع 3 g من البروبانول - 2 (CH<sub>3</sub> - CH - OH - CH<sub>3</sub>) في أنبوبة اختبار مسدودة بإحكام و موضوعة في وسط

درجة حرارته ثابتة عندما يبلغ التفاعل حده ، يتشكل 2,64 g من الاستر

أ - اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث مع ذكر اسم الاستر الناتج .

ب - أوجد مردود هذا التفاعل.

ج - أوجد ثابت التوازن K<sub>c</sub> لهذا التفاعل.

2 / نؤلف الآن مزيجا يتكون في البداية من 0,3 mol من حمض الميثانويك و 0,5 mol

من البروبانول - 2 و 1 مول من الماء.

أ - في أي اتجاه ينزاح التوازن الكيميائي ؟

ب - استنتج التركيب المولي للمزيج عند التوازن .

3 / نؤكسد البروبانول - 2 بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> , 2K<sup>+</sup>)

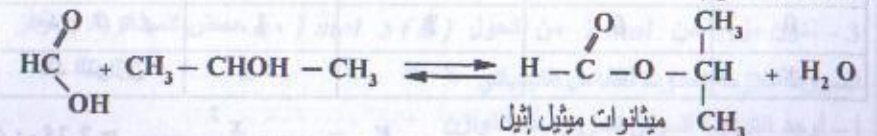
المحمض بحمض الكبريت المركز.

أ / اكتب المعادلة النصفية للأكسدة و المعادلة النصفية للإرجاع ثم استنتج المعادلة الإجمالية .

ب - ما هي وظيفة المركب الناتج ؟ أذكر اسمه .

الحل :

أ - معادلة التفاعل :



$$\text{ب - حساب مردود التفاعل} = \frac{m_0}{M} = \frac{2,3}{46} = 0,05 \text{ mol} \quad (\text{حمض ابتدائية})$$



ومنه نجد  $R = H$  إذن الحمض هو  $HCOOH$  الميثانويك

$$b - \text{ نوع الكحول المستعمل : } R = \frac{52,8}{88} = 0,6 = 60 \%$$

الكحول (A) ثانوي صيغته  $CH_3 - CHOH - CH_3$   
البروبانول-2

و عليه تكون صيغة الأستر  $HCOOC_3H_7$  ميثانوات البروبيل

ج - حساب ثابت التوازن :

$$K_c = \frac{[C_4H_8O_2][H_2O]}{[HCOOH][C_3H_7OH]} = \frac{0,6}{0,4} \cdot \frac{0,6}{0,4} = 2,25$$

### التحريين الخامس

1 - نقوم بحرق  $0,1 \text{ mol}$  من كحول (A) أحادي الوظيفة فينتج عن ذلك  $8,96 \text{ l}$  من غاز  $CO_2$  في الشرطين النظامين.

أ- بين أن عدد ذرات الكربون في (A) هو 4

ب - استنتج الصيغة الجميلة له.

ج - أكتب صيغته المفصلة الممكنة

2 - تفاعل (A) مع حمض عضوي (B)، فينتج مركب (C)، صيغته الجزئية العامة  $C_nH_{2n}O_2$

- أوجد الصيغة الجزئية الجميلة للمركب (C) علماً أن كثافة بخاره بالنسبة للهواء هي  $d = 4$

ثم استنتج الصيغة الجزئية الجميلة للحمض (B)

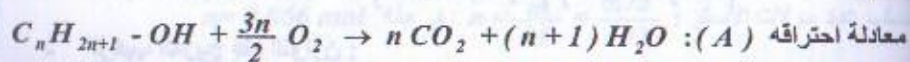
3 - تفاعل  $14,8 \text{ g}$  من (A) مع  $12 \text{ g}$  من (B) فنحصل عند التوازن على  $13,92 \text{ g}$  من (C)

ما هو مردود هذا التفاعل ؟ أحسب ثابت التوازن  $K_c$ .

4 - نمزج  $1 \text{ mol}$  من الكحول (A) مع  $2 \text{ mol}$  من الحمض (B)، ما هو تركيب المزيج

مقدراً بعدد المولات عند التوازن.

الحل:



$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \rightarrow n \text{ mol} \\ 0,1 \text{ mol} \rightarrow x \end{array} \right\} \Rightarrow x = n \times 0,1 \text{ mol}$$

### التحريين الرابع

1 - إن الاحتراق التام لكتلة مقدارها  $6 \text{ g}$  من مركب عضوي (A) يحتوي على الكربون

الهيدروجين والأكسجين أعطى  $13,2 \text{ g}$  من  $CO_2$  و  $7,2 \text{ g}$  من الماء، فإذا كانت الكثافة

البخارية للمركب بالنسبة للهواء هي  $2,07 \text{ g}$  عين :

أ - التركيب الكتلتي المنوي للعناصر المكونة (A).

ب - الصيغة الجزئية الجميلة للمركب (A).

2 - نمزج  $1 \text{ mol}$  من المركب (A) مع  $1 \text{ mol}$  من حمض عضوي (B) صيغته العامة

من الشكل  $R - COOH$  فنحصل على أستر صيغته  $C_4H_8O_2$  وعند حدوث التوازن

الكيميائي تكون كتلة الأستر في المزيج هي  $52,8 \text{ g}$ .

أ / أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث.

ب / أوجد الصيغة المفصلة لكل من الحمض (B) والمركب (A) والأستر المتشكل

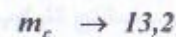
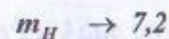
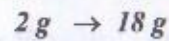
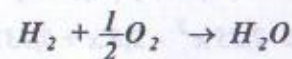
ج / أحسب ثابت التوازن  $K_c$  للمزيج المتشكل.

الحل:

أ - التركيب الكتلتي للعناصر المكونة لـ (A)

1 - الكتلة المولية للمركب (A) هي:  $M = 29 \cdot d = 29 \cdot 2,07 = 60 \text{ g/mol}$

2 - حساب كتلة الكربون والهيدروجين :



$$m_O = m - (m_H + m_C) = 6 - (3,6 + 0,8) = 6 - 4,4 = 1,6 \text{ g}$$

$$\text{ومنه نجد : } C\% = \frac{m_C}{m} \times 100 = \frac{3,6}{6} = 60\% \text{ , } H\% = 13,3\% \text{ , } O\% = 26,6\%$$

ب - الصيغة الجزئية الجميلة للمركب (A) :  $C_xH_yO_z$

$$\frac{60}{100} = \frac{12x}{60} = \frac{y}{13,3} = \frac{16z}{26,6} \Rightarrow \begin{cases} x=3 \\ y=8 \\ z=1 \end{cases} \text{ ومنه : } \frac{M}{100} = \frac{12x}{C\%} = \frac{y}{H\%} = \frac{16z}{O\%}$$

ومنه تكون الصيغة  $C_3H_8O$  (كحول)

2 - أ - معادلة التفاعل الحادث :  $R - COOH + C_3H_7OH \rightleftharpoons H_2O + C_4H_8O$



$$x = 0,78 \text{ و بحل المعادلة نجد } K_c = \frac{x^2}{(x-1)(x-2)} = 2,5$$

حالة المزيج عند التوازن	أستر	ماء	حمض	كحول
	0,78	0,78	0,22	0,22

### التمرين السادس

1 / أستر عضوي (A) النسبة الكتلية للحمض فيه 58,52 %

- أوجد صيغته الجزيئية المجملة ؟

2 / تم تحضير هذا الأستر من تفاعل 0,1 mol من حمض الايثانويك و 0,1 mol من كحول

مشبع (B) ، فكانت كتلة الأستر المتشكلة عند التوازن 6,73 g

أ - أحسب مردود التفاعل .

ب - أوجد الصيغة المفصلة للكحول (B) و أذكر اسمه ؟

د - أحسب ثابت التوازن  $K_c$  .

3 - نكون مزيجا من 2 mol من الكحول (B) و 1 mol من حمض الايثانويك و نوفر

الشروط اللازمة لحدوث التفاعل.

- أوجد التركيب المولي للمزيج عند حدوث التوازن الكيميائي.

### الحل :

1 - الصيغة الجزيئية لـ (A) :

$$M = 14n + 32 \Leftarrow C_nH_{2n}O_2$$

$$12n \rightarrow 58,82$$

$$C_5H_{10}O_2 \text{ إذن المركب هو } n=5 \Leftarrow 14n+32 \rightarrow 100$$

2 - حساب مردود التفاعل :  $CH_3 - COOH + R - OH \rightleftharpoons C_5H_{10}O_2 + H_2O$

$$R = \frac{n_{\text{أستر متشكل}}}{n_{\text{حمض مستعمل}}} \text{ منه نجد أن } R = C_3H_7 \text{ وعليه يكون مردود}$$

$$\text{حساب عدد مولات الأستر : } n = \frac{m}{M} = \frac{6,73}{102} \text{ و منه } n = 0,066 \text{ mol}$$

$$\text{وعليه يكون } R = \frac{0,066}{0,1} = 0,66 \Rightarrow R = 66 \%$$

ب - صيغة الكحول : بما أن مردود 66 % يستلزم الكحول الأولي صيغته  $C_3H_7 - OH$

و تكون صيغته المفصلة :  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$  بروبانول - 1

$$\text{ومن جهة أخرى } x = \frac{8,96}{22,4} = 0,1 \cdot n \text{ إذن : } n = 4 \text{ ومنه : } n = 4$$

إذن صيغة الكحول المجملة  $C_4H_9 - OH$  الصيغ المفصلة :

$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_2 - OH \\   \\ CH_3 \end{array}$ مثيل بروبانول - 1	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ بوتانول - 1
$\begin{array}{c} CH_3 - CH_2 - CH - CH_3 \\   \\ OH \end{array}$ بوتانول - 2	$\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ CH_3 - CH - OH \\   \\ CH_3 \end{array}$ مثيل - 2 بروبانول - 2

2 - الصيغة الجزيئية للأستر المتشكل :  $R - COOH + (A) \rightleftharpoons (C) + H_2O$

$$M = 29 \cdot d = 29 \cdot 4 = 116 \text{ g/mol}$$

$$\text{ولدينا : } C_nH_{2n}O_2 \text{ أي } n=6 \Leftarrow 14n+32=116$$

و عليه تكون صيغة الأستر  $C_6H_{12}O_2$  الأسترات البوتانول

استنتاج صيغة الحمض :  $R - COOH + C_4H_9 - OH \rightleftharpoons C_6H_{12}O_2 + H_2O$

ومنه نجد أن :  $R = CH_3$  إذن صيغة الحمض  $CH_3 - COOH$

$$3 - \text{مردود التفاعل : } R = \frac{n_{\text{حمض متشكل}}}{n_0} = \frac{0,12}{0,2} = 0,6 = 60\%$$

$$\text{لأن عدد المولات (A) المستعملة } \frac{14,8}{74} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{لأن عدد المولات (B) المستعملة } \frac{12}{60} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{و عدد المولات (C) المتشكل } \frac{13,92}{116} = 0,12 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[H_2O][C_6H_{12}O_2]}{[CH_3COOH][C_4H_9 - OH]} = \frac{(0,12/v) \cdot (0,12/v)}{(0,08/v)(0,08/v)} = 2,25$$

- تركيب المزيج عند التوازن :

حالة ابتدائية	أستر	ماء	حمض	كحول
	0	0	2	1
حالة التوازن	x	x	2-x	1-x



الحل:

- 1- يتميز هذا النوع من التفاعل : 1 - تفاعل عكوس 2 - بطيء ( غير تام ) 3 - لا حراري  
2 - أ / بما أن مجال التغير اللوني لكاشف الفينول فتالين  $8,2 \leq PH \leq 10$  وكون نقطة التكافؤ تقع في كنف هذا المجال لهذا تم اختيار هذا الكاشف .  
ب - د. صيغة الكحول : لمعرفة صيغة الكحول نقوم بحساب المردود

$$R = \frac{0,5 - \frac{12}{60}}{0,5} = 0,6 \Rightarrow R = 60\%$$

و عليه الكحول المستعمل ثانوي صيغته  $CH_3 - CHOH - CH_3$  بروبوتول - 2  
حساب ثابت التوازن :

$$K_c = \frac{[ماء][أستر]}{[حمض][كحول]} = \frac{0,3 \cdot 0,3}{(0,2 \cdot 0,3)} = 2,25$$

$$n_{أستر} = 0,5 - \frac{12}{60} = 0,3 \text{ mol} = (n_{eau})$$

- 3 - إذا أضفنا الحمض الكربوكسيلي فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه ( 2 ) قصد التوازن أي يبقى  $K_c$  ثابت

- إذا أضفنا الكحول ينزاح التفاعل في الاتجاه ( 2 ) لنفس السب السابق .

- إذا أضفنا الماء فإنه يؤدي إلى نقص تركيز الأستر و بمقابل يزداد تركيز الحمض.

#### التمرين الثامن

II / نقوم بتسخين مزيجا يتكون من 1 mol من حمض الخل مع 1 mol من كحول مجهول  $R - OH$

- أكتب معادلة التفاعل و حدد خصائصه باختصار.

II / نعاير من ساعة لأخرى الحمض المتبقي في المزيج فنحصل على النتائج التالية :

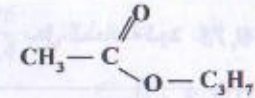
الزمن t	1	2	3	4	5	6	7
مولات الحمض المتبقية	0,57	0,42	0,37	0,34	0,33	0,33	0,33

1 - أنشئ البيان  $y = f(t)$  حيث y يمثل الكسر المولي من الأستر المتشكل ، t الزمن المقدر بالساعات .

2 - لتكن  $A_T$  نقطة من المنحنى السابق الموافقة لـ  $t = 1 \text{ h}$  ، ما هو المعنى الكيميائي لميل القاطع  $OA_T$  ( حيث O مبدأ الإحداثيات )

III - نجري بعد ذلك التحليل الكمي لهذا الأستر فنجد أن 0,51 g من الأستر المعالج بكمية

إيثانوات البروبيل



- صيغة الأستر هي :

- حساب ثابت التوازن  $K_c$

$$K_c = \frac{[C_3H_7OH][CH_3COOH]}{[C_3H_7O_2][H_2O]} = \frac{(0,66)^2}{(0,33)^2} = 4$$

3 - ايجاد التركيب المولي في حالة توازن انطلاقا من 2 mol

كحول	حمض	أستر	ماء	
2	1	0	0	حالة ابتدائية
2 - x	1 - x	x	x	حالة التوازن

$$K_c = \frac{x^2}{(1-x)(2-x)} = 4 \text{ و عليه نجد } x^2 = 4(1-x)(2-x)$$

$$x^2 = 4[2-x+x^2] \Rightarrow 3x^2 - 12x + 8 = 0$$

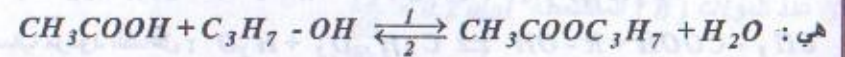
باستعمال المميز نجد :  $x_1 = 2 - \sqrt{\frac{4}{3}}$  مقبول ،  $x_2 = 2 + \sqrt{\frac{4}{3}}$  مرفوض

و عليه يكون المزيج كالتالي :  $[x_1 = 0,84 \text{ mol}]$

كحول	حمض	أستر	ماء	
2	1	0	0	حالة ابتدائية
0,16	0,16	0,84	0,84	

#### التمرين السابع

نمزج 0,5 mol من حمض كربوكسيلي مع 0,5 mol من كحول معادلة التفاعل الكيميائي



1 - أذكر مميزات هذا التفاعل الكيميائي.

2 - عند التوازن الكيميائي ، عايرنا الحمض المتبقي ، بمحلول من ماءات الصوديوم باستعمال كاشف الفينول فتالين ، فتبين أن كتلة الحمض المتبقي هي 12g .

أ - ما سبب اختيار كاشف الفينول فتالين في هذه المعايرة ؟

ب - أكتب الصيغة المفصلة للكحول المستعمل.

ج - أحسب ثابت التوازن للتفاعل الكيميائي الحادث.

3 - ما تأثير إضافة إلى المزيج السابق كل مادة من المواد التالية ؟

الحمض الكاربوكسيلي / الكحول / الماء ، علل إجابتك ؟





و عيه تكون النسبة :  $O\% = 31,37$  ،  $H\% = 9,80$  ،  $C\% = \frac{m_C}{m} \cdot 100 = 58,82$  :  
 الطريقة الثانية : يمكن مما سبق استنتاج القانون التالي :

$$C\% = m_{CO_2} \cdot \frac{12}{44} \cdot \frac{100}{m_{\text{استر}}} = 1,1 \cdot \frac{12}{44} \cdot \frac{100}{0,51} = 58,82\%$$

$$H\% = m_{H_2O} \cdot \frac{12}{18} \cdot \frac{100}{m_{\text{استر}}} = 0,45 \cdot \frac{12}{18} \cdot \frac{100}{0,51} = 9,8\%$$

$$O\% = 100 - (58,82 + 9,8) = 31,37$$

2 / الصيغة الأولى :

بفرض أن الصيغة العامة هي :  $C_xH_yO_z$  :

$$\text{ولدينا : } (*) \quad \frac{12x}{0,3} = \frac{y}{0,05} = \frac{16z}{0,16} = \frac{102}{0,51}$$

$$\text{لأن : } M = 29 \cdot d = 29 \cdot 3,51 = 102 \text{ g/mol}$$

$$\text{ومن } (*) \text{ نجد : } x = 5 \Rightarrow 0,51 \cdot 12x = 0,3 \cdot 102 \Rightarrow x = 5$$

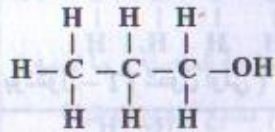
$$z = 2 \quad , \quad \frac{y}{0,05} = \frac{102}{0,51} \Rightarrow y = 10$$

إذن الصيغة الإجمالية للمركب هي :  $C_5H_{10}O_2$  :

3 - كتابة المعادلة من جديد :  $CH_3 - COOH + R' - OH \rightleftharpoons C_5H_{10}O_2 + H_2O$

بالمقارنة نجد أن  $R' = C_3H_7$

4 - صيغة الكحول هي :  $C_3H_7 - OH$  بروبانول



5 - من البيان نجد أن مردود التفاعل  $R = 66\%$  أي أن الكحول المستعمل هو أولي

### التصريح التاسع

أستر عضوي (A) يحتوي على نسبة مئوية كتلية من الأوكسجين قدرها  $31,37\%$

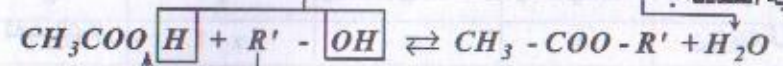
- أوجد الصيغة الجزيئية المجرىة لهذا الأستر .
- تحصلنا على الأستر (A) من تفاعل حمض الميثانويك و كحول مشبع (B) ، أوجد الصيغة الجزيئية المجرىة للكحول (B) و أكتب الصيغة المنشورة الممكنة مع ذكر أسمائها الموافقة .

كافية من أكسيد النحاس تعطي  $1,1 \text{ g}$  من  $CO_2$  و  $0,45 \text{ g}$  من الماء .

- ما هو التركيب المنوي لهذا الأستر ؟
- ما هي الصيغة الجزيئية علماً بأن كثافته بالنسبة للهواء  $d = 3,51$  ؟
- ما هي الصيغة الجزيئية للكحول الذي عالجناه بواسطة الحمض ( حمض الخل ) و ما هو اسمه ؟
- ما هي الصيغة المفصلة لهذا الكحول ؟
- إن نتائج التجربة المذكورة في الفقرة (II) تسمح باختيار الصيغة الحقيقية - أذكر لماذا ؟

الحل :

I - كتابة المعادلة :

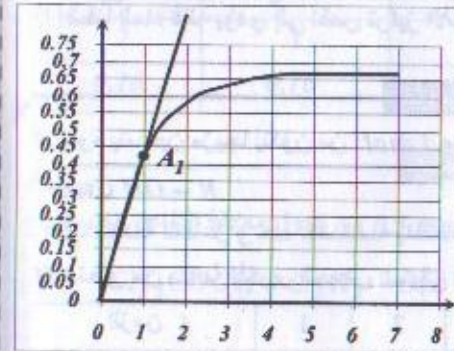


- خصائص التفاعل : بطيء - عكوس ، غير تام - متوازن

II - انشاء البيان : يجب البحث عن كمية الأستر المتشكلة و هذا بالاعتماد على العلاقة التالية :

$$\text{حمض متبقي } n - \text{استر متشكل } n$$

الزمن $t(h)$	1	2	3	4	5	6	7
الحمض المتبقي	0,57	0,42	0,37	0,34	0,33	0,33	0,33
الأستر المشكل mol	0,43	0,58	0,63	0,66	0,67	0,67	0,67



2 / الميل المماسي  $OA_1$  يمثل السرعة

اللحظية للتفاعل عند  $t(1h)$

$$\begin{cases} \Delta y = 0,43 - 0 \\ \Delta t = 1 - 0 \end{cases}$$

$$\text{حيث } V = \frac{\Delta y}{\Delta t} = 0,43 \text{ mol/h}$$

III - التركيب المنوي للأستر

الطريقة الأولى :

حساب كتلة الكربون	حساب كتلة الهيدروجين	كتلة الأوكسجين
$C + O_2 \rightarrow CO_2$	$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$	$m_O = m - (m_H + m_C)$
$12 \text{ g} \rightarrow 44 \text{ g}$	$2 \text{ g} \rightarrow 18 \text{ g}$	$= 0,51 - (0,05 + 0,3)$
$m_C \rightarrow 1,1$	$m_H \rightarrow 0,45$	$m_O = 0,16 \text{ g}$
$m_C = 0,3 \text{ g}$	$m_H = 0,05 \text{ g}$	



3 - نفاعل كتلة قدرها 9,2 g من حمض الإيثانويك مع كتلة قدرها 14,8 g من الكحول (B)

و عند بلوغ التفاعل حده تحصلنا على كتلة قدرها 12,84 g من الأستر (A)

أ / من بين الصيغ المنشورة السابقة حدد الصيغة الموافقة للكحول (B)

ب / ما هي إذن الصيغة المنشورة الموافقة للأستر (A) ؟

4 - نقوم بالأكسدة المقتصدية للكحول (B) باستعمال محلول بكرومات البوتاسيوم

( $K_2Cr_2O_7$ ) المحمض بحمض الكبريت المركز .

أ / أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة - الإرجاع ، ثم المعادلة الإجمالية

ب / ما اسم المركب الكيميائي العضوي الناتج عن التفاعل السابق ؟ وما هي الوظيفة الكيميائية

المميزة له ؟ كيف يمكن التعرف عليها تجريبيا ؟

الحل :

1 - الصيغة الجزيئية المجملة للأستر : نعلم أن الصيغة العامة للأستر هي من شكل  $C_nH_{2n}O_2$

لدينا :  $M_{C_nH_{2n}O_2} = (14n + 32) \text{ g/mol}$

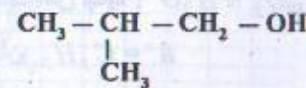
ومنه :  $n = \frac{31,37}{100} = \frac{32}{14n + 32} \Rightarrow n = 5$  ومنه نجد أن

و عليه تكون الصيغة المجملة للأستر :  $C_5H_{10}O_2$

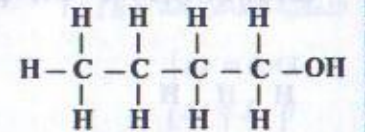
2 - الصيغة الجزيئية للكحول (B) :



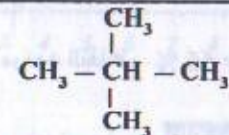
و عليه نجد أن :  $R = C_4H_9$  إذن صيغة الكحول تكون  $C_4H_9-OH$



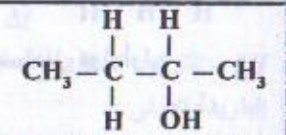
مثيل - 2 بروبانول-2 (كحول أولي)



بوتانول - 1 (كحول أولي)



مثيل - 2 بروبانول-2 (كحول ثلاثي)



بوتانول - 2 (كحول ثانوي)

3 - أ / تحديد صيغة الكحول الموافق :

$$n_{\text{حمض}} = \frac{9,2}{46} = 0,2 \text{ mol} \quad / \quad n_{\text{كحول}} = \frac{14,8}{74} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{استر}} = \frac{m}{M} = \frac{12,84 \text{ g}}{102} = 0,12 \text{ mol}$$

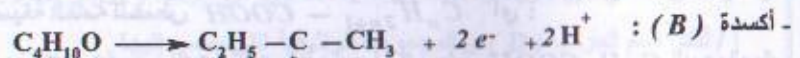
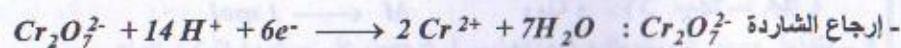
و عليه يكون مردود التفاعل :  $R = \frac{0,12}{0,2} = 0,62$  أي :  $R = 62\%$

يكون الكحول المستعمل هو ثانوي صيغته  $CH_3-CH_2-CH-OH-CH_3$  البوتانول - 2

و بناءً على ذلك تكون صيغة الأستر :  $H-COO-CH-C_2H_5$  : ميثانات البيوتيل

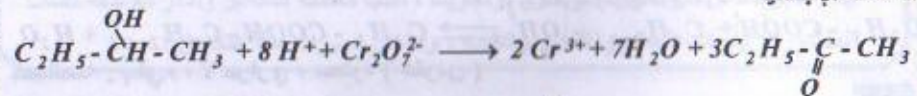


4 - أ / المعادلتان النصفيتان للأكسدة - الإرجاع



كحول ثانوي

المعادلة الإجمالية



المركب العضوي الناتج هو  $C_2H_5-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_3$  يدعى بوتانون (كيتون)

الوظيفة المميزة له  $-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-$  يمكن الكشف عليها باستعمال محلول  $D.N.PH$  فيتشكل راسب أصفر .

### التسعين العاشر

تذيب في وعاء 1,85 g من حمض كربوكسيلي (A) مشبع أحادي الوظيفة الكيميائية، لتعديل

المحلول الحمضي الناتج ، يلزم استعمال 25 cm<sup>3</sup> من محلول ماءات الصوديوم NaOH

تركيزه المولي 1 mol/l

1 - أحسب الكتلة المولية الجزيئية للحمض (A) ، أكتب صيغته الجزيئية المفصلة و ما اسمه ؟

2 - نمزج 14,8 g من هذا الحمض مع 0,2 mol من كحول (B) مشبع أحادي الوظيفة

الكيميائية فنحصل على مركب عضوي (C) صيغته الجزيئية المجملة من الشكل  $C_nH_{2n}O_2$

- ما هي خصائص التفاعل الكيميائي الحادث ؟

3 - لمعرفة الصيغة الجزيئية للمركب (C) ، نحرق 5,1 g منه بالأكسجين فيتشكل 11 g من  $CO_2$

أ / أكتب معادلة الاحتراق الحادث .

ب / ما هي الصيغة الجزيئية المجملة للمركب (C) ؟

ج / ما هي الصيغة الجزيئية المجملة للكحول (B) ؟ أكتب صيغته الجزيئية المفصلة ، ما اسمه ؟

4 - ما هي أكبر كتلة للمركب (C) الممكن الحصول عليها في التفاعل المذكور في - 2 ؟



التمرين الحادي عشر

نعتبر الكحول (A) ذو الصيغة الإجمالية  $C_4H_9OH$

- 1- أعط الصيغة نصف المنشورة و اسم و صنف كل متوابع لـ A .
- 2- ننجز الأكسدة المقتصدة للبتانول - 1 في غاز الأوكسجين .
  - أ- أكتب معادلة التفاعل و أذكر اسم المركب الناتج (B) .
  - ب- يتأكسد (B) بدوره فنحصل على مركب عضوي (C) ، أذكر الصيغة نصف المنشورة و اسم المركب (C) .
  - 3- يتفاعل حمض البوتانويك و البوتانول - 1 فنحصل على مركب (D) و الماء .
    - أ / أذكر اسم المركب (D) و المجموعة الوظيفية التي ينتمي إليها .
    - ب / أكتب معادلة التفاعل و ما هي مميزات هذا التفاعل ؟
    - ج / ننجز تفاعل البوتانول-1 و كلور بوتانويك ، أكتب معادلة التفاعل و أذكر الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي الناتج و اسمه ، و ما هي مميزات هذا التفاعل ؟

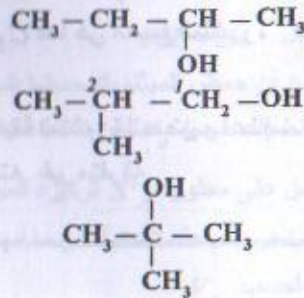
الحل:

1- الصيغة:  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$  بوتانول - 1 : كحول أولي

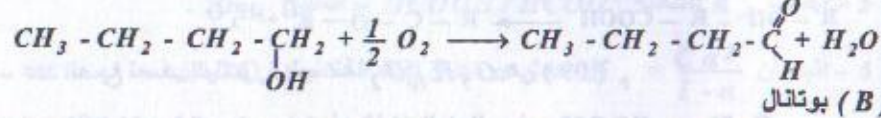
بوتانول - 2 - كحول ثانوي

مثيل - 2 بوتانول - 1 كحول أولي

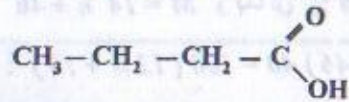
مثيل - 2 بروبانول - 2 كحول ثالثي



2- أ / معادلة التفاعل :



2- ب / صيغة و اسم المركب C : إن أكسدة الألدريد تؤدي إلى تكون C حمض كربوكسيلي و هو حمض بوتانويك صيغته :



3 / اسم المركب (D) و معادلة التفاعل :

الحل:

1 - حساب الكتلة المولية للحمض (A) : بما أن التفاعل بين حمض و أساس فعند نقطة التعديل بينهما يكون :

$$V_B C_B = V_A C_A \quad \Leftarrow n_{\text{أساس}} = n_{\text{حمض}}$$

$$\text{ومنه : } V_A C_A = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

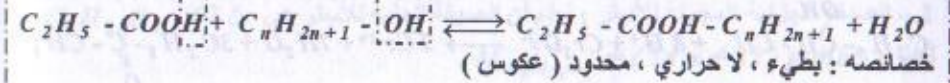
$$\text{و عليه : } 1,85 \text{ g} \longrightarrow 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M \longleftarrow 1 \text{ mol} \quad \text{ومنه : } M = 74 \text{ g}$$

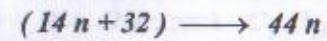
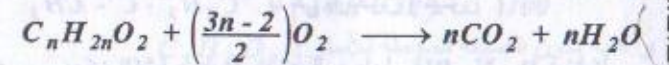
و بما أن الصيغة العامة للحمض  $C_n H_{2n+1} - COOH$  أي :

$$M = 14n + 46 = 74 \Rightarrow n = 2 \quad \text{، إذن صيغة الحمض } C_2 H_5 COOH \text{ البروبانويك}$$

2- التفاعل الكيميائي في الحادث :

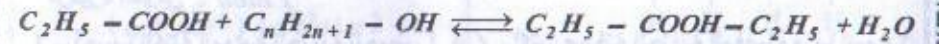


3- معادلة الاحتراق الحادثة :



$$\text{ومنه نجد } n = 5 \quad 5,1 \text{ g} \longrightarrow 11 \text{ g}$$

و بالتالي يكون المركب (C) هو  $C_2 H_5 - COO - C_2 H_5 \equiv C_5 H_{10} O_2$  ج / صيغة الكحول :



بالمقارنة نجد أن صيغة الكحول  $C_2 H_5 - OH$  الأيثانول .

4- حساب كتلة المركب (C) الناتجة : لدينا :  $M_{C_5 H_{10} O_2} = 102 \text{ g/mol}$

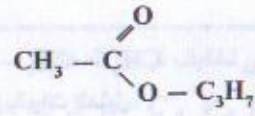
$$\text{و لدينا كمية الحمض الابتدائية : } n_0 = \frac{14,8}{74} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{و بما أن الكحول المستعمل هو أولي أي أن : } R = \frac{2}{3} = 0,66$$

$$\text{إذن تكون كتلة الأستر : } m = R \cdot n_0 \cdot M = 0,66 \cdot 0,2 \cdot 102 = 13,6 \text{ g}$$

$$m_{\text{أستر}} = 13,6 \text{ g}$$





4- بما أن الأستر غير متفرع أي أن صيغته :

و عليه تكون صيغة الكحول :  $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{OH}$  بروبانول

### التمرين الثالث عشر

نعتبر مركبا عضويا  $E$  صيغته العامة  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  و كتلته المولية  $88 \text{ g/mol}$

1- أوجد الصيغة الإجمالية للمركب  $E$ .

2- علما أن المركب  $E$  أستر ، حدد الصيغ نصف المنشورة وأسماء تماكباته .

3- توي إمامة أحد تماكبات  $E$  إلى تشكل مركبين  $A$  و  $B$  .

أ- ما هي المجموعات الوظيفية التي يمكن أن ينتمي إليها  $A$  و  $B$  ؟

ب- يجري الأكدسة المعتدلة للمركب  $A$  فنحصل على مركب عضوي  $D$  يؤثر على

$D.N.P.H$  و لا يؤثر على كاشف شين .

- استنتج الصيغ نصف المنشورة للمركبات  $A$  و  $B$  و  $D$

ج- أكتب معادلة تفاعل إمامة الأستر  $E$  و حدد مميزات هذا التفاعل .

4- نعتبر محلولا مائيا  $S_A$  لحمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  تركيزه  $0,1 \text{ mol/l}$  و  $C_A$

ذوال  $\text{PH} = 2,4$

أ- بين أن حمض الميثانويك حمضا ضعيفا .

ب- نضيف حجما  $V_e$  من الماء الخالص ( مقطر ) إلى حجم  $V_A = 20 \text{ ml}$  من المحلول  $S_A$

فنحصل على محلول  $S'_A$  تركيزه المولي  $10^{-2} \text{ mol/l}$  و  $C'_A$  و  $\text{PH} = 2,9$

1- ما هو اسم هذه العملية ؟ و ما الهدف منها ؟

2- أحسب  $V_e$

3- أحسب  $K_A$  للتثانية  $\text{HCOOH/HCOO}^-$  ثم استنتج  $\text{PK}_A$  .

4- أثبت أن  $K_A = \frac{C \alpha^2}{1 - \alpha}$  حيث  $\alpha$  معامل تفكك الحمض و  $C$  تركيزه

5- أحسب  $\alpha$  و  $\alpha'$  للحمض  $\text{HCOOH}$  في المحلول  $S_A$  و في المحلول  $S'_A$

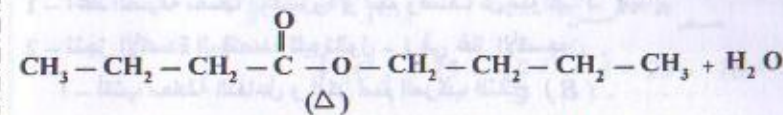
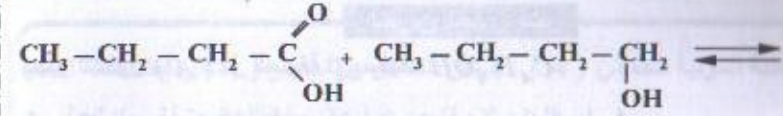
ماذا تستنتج ؟

**الحل :**

1- الصيغة المجملة لـ  $E$  : لدينا  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

ومن الصيغة العامة لـ  $E$  هي  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  و  $M(E) = 14n + 32 = 88 \Rightarrow n = 4$

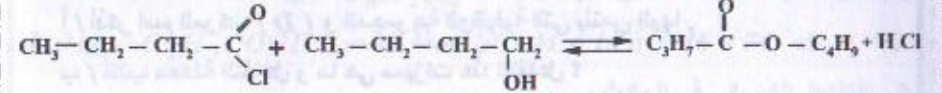
2- الصيغ المنشورة :



بيوتانوات البيوتيل ( مجموعة الأسترات )

مميزات التفاعل : تفاعل محدود و بطيء و لا حراري

جـ / معادلة التفاعل :



هذا التفاعل سريع و تام و ناشر للحرارة .

### التمرين الثاني عشر

يعطى التفاعل بين حمض كربوكسيلي  $R - \text{COOH}$  و الكحول  $R' - \text{OH}$  الماء و الأستر

1- أكتب المعادلة الحاصلة لهذا التفاعل .

2- إذا كانت الصيغة الإجمالية للأستر هي  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  فما هي الصيغ المنشورة

المقابلة ( الممكنة ) ؟

3- تمثل كتلة الكربون % 40 من كتلة الحمض ، أوجد الصيغة المنشورة للحمض و أعط اسمه .

4- حدد الصيغة المنشورة للأستر و اسمه علما أن جزيئته غير متفرقة .

- استنتج الصيغة المنشورة للكحول و أذكر اسمه .

**الحل :**

1- معادلة التفاعل :



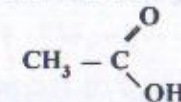
2- عدد الصيغ نصف المنشورة الممكنة  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  هي (09)

3- الصيغة المنشورة للحمض : نعلم أن الشكل العام للحمض  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$

أي :  $M = 14n + 46$  و بما أن  $C\% = 40\%$

$$\frac{40}{100} = \frac{12n + 12}{14n + 46} \Rightarrow (14n + 46) 40 = 100 (12n + 12)$$

و بعد التبسيط نجد  $n = 1$



و بالتالي صيغة الحمض :



ب- 1 / ندعو هذه العملية بعملية التخفيف تهدف إلى تخفيف تركيز المحلول

ب- 2 / حساب  $V_e$  لدينا : (بعد التخفيض)  $C_A V_A = C'_A V'_A$  (قبل التخفيف)

حيث :  $V'_A = V_A + V_e$  ومنه  $V_e = V_A \left( \frac{C_A}{C'_A} - 1 \right)$   $C_A V_A = C'_A (V_A + V_e) \Rightarrow V_e = V_A \left( \frac{C_A}{C'_A} - 1 \right)$

تطبيق عددي :  $V_e = 180 \text{ ml}$

ب- 3 / حساب  $K_A$   $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

$$K_A = \frac{[HCOO^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

حساب التركيز :  $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-2,9} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2,9}} = 10^{-11,1} = 7,97 \times 10^{-12} \text{ mol/l}$$

و بتطبيق قانون إنحفاظ الشحن :  $[H_3O^+] = [HCOO^-] + [OH^-]$

$$[H_3O^+] = [HCOO^-] = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

- بتطبيق قانون انحفاظ المادة :

$$C'_A = [HCOOH]_{\text{متبقي}} + [HCOO^-] \Rightarrow [HCOOH] = C'_A - [HCOO^-]$$

$$[HCOOH]_{\text{متبقي}} = 8,74 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

و عليه نجد أن :  $K_A = 1,82 \times 10^{-4}$  ومنه :  $PK_a = -\log K_a = 3,74$

ب- 4 /

$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$					
C	C		0	0	الحالة الابتدائية
C - Ca	C - Ca		Ca	Ca	الحالة النهائية

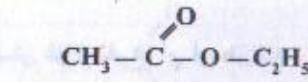
$$K_A = \frac{Ca^2}{1-a} \quad \text{ومنه} \quad K_A = \frac{Ca \times Ca}{C(1-a)} = \frac{C^2 a^2}{C(1-a)}$$

$$K_A = \frac{Ca^2}{1-a} = 1,8 \times 10^{-4} \quad : a \text{ و } a' \text{ حساب}$$

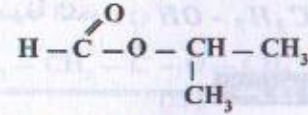
$$Ca^2 = (1-a) 1,82 \times 10^{-4}$$

$$0,1a^2 + 1,82 \times 10^{-4} a - 1,82 \times 10^{-4} = 0 \quad (a > 0)$$

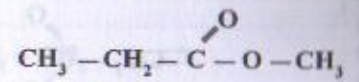
$$A = (1,82 \times 10^{-4})^2 - 4(0,1)(-1,82 \times 10^{-4}) \quad : \text{ معادلة من الدرجة II}$$



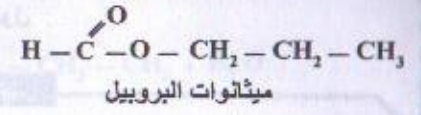
إيتاتوات الإيثيل



ميثاتوات ميثيل-1 الإيثيل



بروباتوات الميثيل

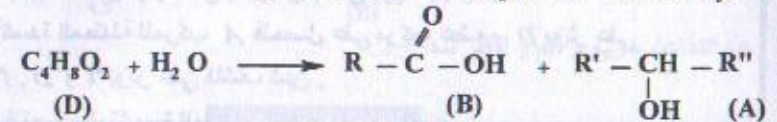


ميثاتوات البروبيل

3- 1 / تؤدي عملية الإماهة إلى تشكل حمض كربوكسيلي و كحول أي أن A و B أحدهما

ينتمي إلى حمض و الآخر كحول .

ب / يؤثر على DNPH و لا يؤثر على كاشف شيق هذا يعني أن D عبارة عن سيتون و بالتالي يكون A كحول ثانوي و B حمض كربوكسيلي



(D)

(B)

(A)

مع أن  $R''$  و  $R'$  جذران الكيليان لا يمكن أن يكونا ذرة هيدروجين لأن A كحول ثانوي أما R'' فيمكن أن يكون ذرة هيدروجين H بفرض أن  $R' = C_y H_{2y+1}$  و  $R'' = C_z H_{2z+1}$

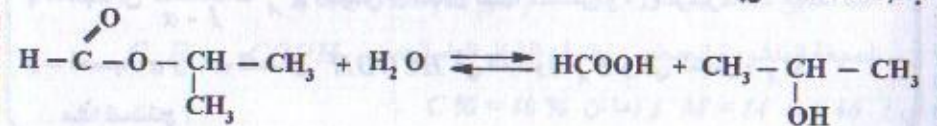
حيث Y و Z أعداد طبيعية تختلف عن الصفر ، و باعتبار  $R = C_x H_{2x+1}$  و بتطبيق قانون انحفاظ الكتل نجد بالنسبة للكربون :

$$\begin{cases} x+1 + y + z + 1 = 4 \\ x+y+z = 2 \end{cases}$$

و باعتبار أن  $x=0$  و  $y=z=1$  و عليه نجد أن :

(D)	(B)	(A)
$CH_3 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - CH_3$	HCOOH	$\begin{matrix} H \\   \\ CH_3 - C - CH_3 \\   \\ OH \end{matrix}$
بروبانون	حمض الميثانويك	بروبانول-2

ج / معادلة التفاعل :



مميزاته : تفاعل محدود و بطيء و لا حراري

4- 1 / لدينا  $PH = 2,4$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-2,4} = 3,98 \times 10^{-3} \ll 0,1 \quad : \text{ أي}$$

$$[-\log C_A = -\log 0,1 = 1 \neq PH] \quad \text{إذن حمض ضعيف}$$

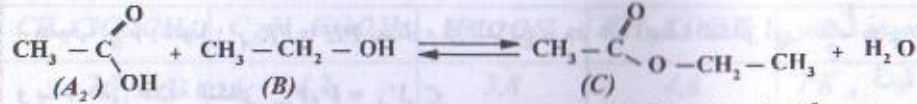


الحل:

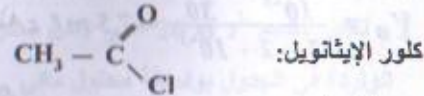
$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix} \quad (A_2)$	$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix} \quad (A_1)$	- 1
أحماض كربوكسيلية	الألدهيدات	الوظيفة

2- الكحول (B) كحول أولي : صيغته  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$  إيثانول

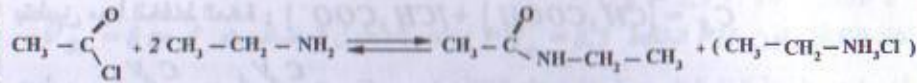
3- معادلة التفاعل :



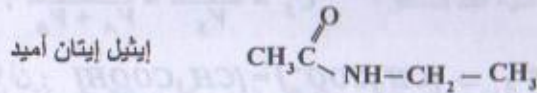
4- الصيغة نصف منشورة للمركب (D) :



معادلة التفاعل :



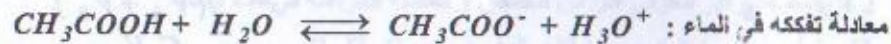
الأميد :



ب- نقارن بين  $\text{PH}$  و  $\log C_A$

لدينا  $-\log C_A = -\log 10^{-3} = 3$  ولدينا  $\text{PH} = 3,9$  وبما أن  $\text{PH} \neq -\log C_A$

إن الحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  حمض ضعيف



حساب التراكيز :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,9} \text{ mol/l}$

$$[\text{CH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3,9}} = 10^{-10,1} \text{ mol/l}$$

و حسب مبدأ انحفاظ الشحن :  $[\text{CH}_3\text{COO}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,9} \text{ mol/l} = 1,26 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

و حسب مبدأ انحفاظ المادة :

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_A - [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 10^{-3} - 1,26 \times 10^{-4} = 8,74 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$A = 7,28 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \sqrt{A} = 8,56 \cdot 10^{-3}$$

ومنه :  $\alpha = 4,17\%$

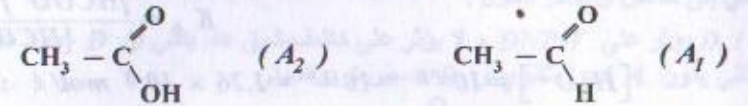
$$\alpha = \frac{1,82 \cdot 10^{-4} + 8,53 \cdot 10^{-3}}{0,2}$$

و منه :  $\alpha' = 12,6\%$

بنفس الطريقة نجد أن :  $\sqrt{A'} = 8,72 \cdot 10^{-4}$

### التمرين الرابع عشر

نعتبر المركبين العضويين  $(A_1)$  و  $(A_2)$  التاليين :



1- حدد المجموعة الوظيفية لكل من المركبين  $(A_1)$  و  $(A_2)$ .

2- نحصل على المركب  $(A_1)$  بأكسدة مقتصدّة للكحول  $(B)$ .

3- حدد صنف الكحول  $(B)$  و أعط صيغته نصف المنشورة و اسمه.

4- يؤدي تفاعل المركب  $(A_2)$  مع الكحول  $(B)$  إلى تكون مركب عضوي  $(C)$  و الماء.

أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة معادلة هذا التفاعل و أذكر اسم المركب  $(C)$ .

4- يؤدي تفاعل المركب  $(A_2)$  مع كلور التيونيل  $\text{SOCl}_2$  إلى تكون مركب عضوي  $(D)$ .

حدد الصيغة نصف المنشورة للمركب  $(D)$  و أذكر اسمه.

5- يتفاعل المركب  $(D)$  مع الإيثيل أمين فينتج أميد  $(E)$  و كلور الإيثيل أمينيوم.

أ / أكتب باستعمال الصيغ المنشورة المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل و أذكر اسم الأميد  $(E)$ .

ب / نعتبر محلولاً مقبياً  $(S_A)$  للحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  تركيزه المولي  $C_A = 10^{-3} \text{ mol/l}$

و له  $\text{PH} = 3,9$  ، كل القياسات أنجزت عند  $25^\circ \text{C}$  حيث  $K_e = 10^{-14}$

- بين أن  $\text{CH}_3\text{COOH}$  حمض ضعيف و أكتب معادلة تفككه في الماء.

- أحسب تركيز كل من الحمض و قاعدته المرافقة في المحلول  $(S_A)$  و استنتج قيمة  $\text{PK}_A$

الثنائية  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

6- نضيف إلى الحجم  $V_A = 30 \text{ ml}$  من المحلول  $(S_A)$  حجماً  $V_B$  من محلول مائي لهيدروكسيد

الصوديوم ذو التركيز المولي  $C_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$  فنحصل على محلول مقبئ  $(S)$  ذو  $\text{PH} = \text{PK}_A$

- أكتب المعادلة الخاصة بهذا التفاعل (بين  $S_A$  و  $S_B$ )

- أحسب الحجم  $V_B$

- أوجد علاقة التركيز المولي  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  في المحلول  $(S)$  بدلالة  $C_A$  و  $C_B$ .



# اختبر معلوماتك

## التمرين الأول

الجزءان I و II مستقلان

I - يعطي الجدول التالي صيغ بعض الأحماض مرفوقة بقيم  $PK_A$  للمزدوجات (حمض -

أساس) باعتبار أن القياسات أخذت عند  $25^\circ C$  حيث  $k_e = 10^{-14}$

صيغة الحمض	$CH_3COOH$	$HCOOH$	$C_6H_5COOH$	$CH_2ClCOOH$
قيمة $PK_A$	4,8	3,8	4,2	2,9

1 - رتب ، مطلا جوابك ، الأحماض الموضحة في الجدول حسب تزايد قوتها .

2 - نعاير الحجم  $V_A = 20 \text{ m l}$  من محلول مائي  $S_A$  تركيزه المولي  $C_A$  لأحد الأحماض

الواردة في الجدول بواسطة محلول مائي  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي

$$C_B = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$$

عند التكافؤ يكون  $PH = 8,3$  الخليط  $PH_e = 8,3$  وحجم المحلول المضاف هو  $V_{Be} = 8 \text{ m l}$

أ / ما هي طبيعة الخليط المحصل عليه عند التكافؤ ؟

ب / أحسب  $C_A$ .

ج / عند إضافة الحجم  $V_B = 4 \text{ m l}$  من المحلول  $S_B$  إلى الحجم  $V_A = 20 \text{ m l}$  من

المحلول  $S_A$  يكون  $PH$  الخليط هو  $PH = 3,8$ .

1 - استنتج صيغة الحمض المستعمل ، وأكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل  $S_B$  مع  $S_A$ .

2 - أحسب التركيز المولي لكل من الحمض وقاعدته المرافقة في هذه الحالة .

II - نعتبر أستر (A) صيغته الإجمالية هي :  $C_4H_8O_2$ .

1 - أكتب الصيغ نصف المنشورة الممكنة للإستر (A).

2 - تؤدي إماهة الأستر (A) إلى تشكل كحول (B) وحمض كربوكسلي (C)، وينتج عن

الأكسدة المقتصدة للكحول (B) بواسطة محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم

(  $K^+ + M_nO_4^-$  ) المحمض تكون مركب عضوي (D) لا يؤثر على نترات الفضة

الأمونيومي ويعطي راسب أصفر مع ثنائي نثرو - 2 ، 4 فنيل هيدرازين (DNPH)

أ - حدد المجموعة العضوية التي ينتمي إليها المركب (D) واستنتج صنف الكحول (B).

ب - حدد اسم الإستر (A) والصيغة نصف المنشورة للحمض (C) واسمه .

ج - يتفاعل الحمض (C) مع خماسي كلورو الفوسفور  $PCl_5$  فنحصل على مركب عضوي (E)

د - أعط الصيغة نصف المنشورة واسم المركب (E)

قيمة  $PK_A$  :

$$PH = PK_A + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow PK_A = PH - \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$PK_A = 4,74 \text{ ومنه } PK_A = 3,9 - \log \frac{1,26 \cdot 10^{-4}}{8,74 \cdot 10^{-4}} = 4,74$$

6 - كتابة المعادلة :  $CH_3COOH + [Na^+ + OH^-] \rightarrow [CH_3COO^- + Na^+] + H_2O$

- حساب  $V_B$  : لدينا :  $PH = PK_A$  يستلزم أن المزيج يوجد عند نصف التكافؤ أي  $V_B = \frac{V_{eq}}{2}$

و بناء على علاقة التكافؤ  $C_A V_A = V_B V_{eq}$

$$V_B = \frac{10^{-3} \cdot 30}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 7,5 \text{ ml} \text{ ومنه } V_{eq} = \frac{C_A V_A}{C_B} \Rightarrow V_B = \frac{V_{eq}}{2} = \frac{C_A V_A}{2 C_B}$$

- علاقة التركيز :  $C_B$  و  $C_A$  و  $[CH_3COOH]$

بتطبيق مبدأ انحفاظ المادة :  $C_S = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

$$\text{حيث : } C_S = \frac{C_A V_A}{V_S} = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B}$$

و بما أن :  $PH = PK_A \Rightarrow [CH_3COO^-] = [CH_3COOH]$

$$\text{فإن : } \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 0 = \log 1 \text{ ومنه : } \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1$$

$$\text{إذن : } \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = 2 [CH_3COOH] \Rightarrow [CH_3COOH] = \frac{C_A V_A}{2(V_A + V_B)}$$

مع العلم أن  $V_B = \frac{C_A V_A}{2 C_B}$  (مما سبق) ، إذن :

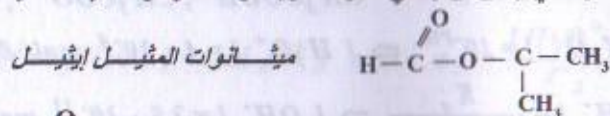
$$[CH_3COOH] = \frac{C_A V_A}{2(V_A + \frac{C_A V_A}{2 C_B})} = \frac{C_A V_A}{2 V_A (1 + \frac{C_A}{2 C_B})}$$

$$\Rightarrow [CH_3COOH] = \frac{C_A C_B}{2 C_B + C_A}$$



يعطي راسب أصفر مع  $DNPH$  ولا يؤثر على نترات الفضة الأمونيومي  
إذن الكحول (B) هو عبارة عن كحول ثانوي .

ب - الأستر الذي يمكن أن يعطي كحولا ثانويا هو الأستر ذو الصيغة التالية :



و عليه تكون صيغة الحمض الناتج عن إماهة الأستر السابقة هو : حمض الميثانويك  $HC(=O)-OH$

ج - صيغة المركب E هو : كلور الميثانويك  $H-C(=O)-Cl$

### التمرين الثاني

نعتبر أن جميع القياسات مأخوذة عند الدرجة  $25^\circ C$  و الجداء الشارد للماء :  $K_e = 10^{-14}$

1 - نعتبر محلولاً مائياً ( $S_1$ ) لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  تركيزه  $C_1 = 10^{-2} mol/l$

و قيمة الـ  $PH$  له هي  $PH = 3,4$

أ - أحسب تراكيز الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول ( $S_1$ ) .

ب - استنتج قيمة ثابت الحموضة  $K_A$  لثنائية  $CH_3COOH / CH_3COO^-$

ج - أحسب قيمة معامل التفكك  $\alpha_1$  لحمض الإيثانويك في المحلول ( $S_1$ ) .

2 - نضع في حوجلة حجماً  $V_1 = 4 ml$  من المحلول ( $S_1$ ) و نضيف إليه حجماً  $V$  من

الماء المقطر فنحصل على محلول مائي ( $S_2$ ) تركيزه المولي  $C_2$  .

أ - علماً أن قيمة معامل التفكك لحمض الإيثانويك في المحلول ( $S_2$ ) هي  $\alpha_2 = 0,5$  بين في

هذه الحالة أن :  $PH = PK_A$  .

ب - أحسب التركيز  $C_2$  بأخذ  $PH = 4,8$  .

ج - استنتج الحجم  $V$  للماء المضاف .

3 - نضع في حوجلة أخرى حجماً  $V_A$  من محلول ( $S_1$ ) و نضيف إليه تدريجياً حجماً  $V'$  من

محلول ( $S_B$ ) لهيدروكسيد الصوديوم ذو التركيز  $C_B$  .

أ - اكتب معادلة التفاعل الحادثة

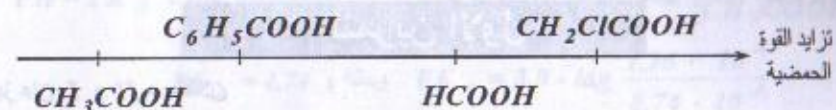
ب - بين أن  $PH$  الخليط المحصل عليه في الحوجلة عند إضافة الحجم  $V'$  بحيث :

$PH = PK_A + \log \frac{V'}{V_e - V'}$  : الشكل التالي :

ج - عند إضافة الحجم  $V' = 15 ml$  بأخذ  $PH$  المزيج القيمة  $5,27$

1- أحسب الحجم  $V_e$  . / 2 - استنتج التركيز  $C_B$  علماً أن  $V_A = 20 ml$  .

1 - 1 - كلما كانت قيمة  $PK_A$  أصغر كلما كان الحمض أقوى و عليه



2 - 1 - بما أن  $PH_e > 7$  هذا يعني أن المحلول المحصل عليه عبارة عن أساس

2 - ب - عند التكافؤ يكون  $C_A V_A = C_B V_B$

ومنه :  $C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = \frac{2,5 \cdot 10^{-1} \cdot 8}{20}$  أي :  $C_A = 10^{-1} mol/l$

ج - 1 - بما أن  $V_{Be} = 8 ml$  و عند إضافة  $V_B = \frac{V_{Be}}{2} = 4 ml$  هذا يعني أنه توجد عند

نصف التكافؤ حيث تكون  $PH = PK_A = 3,8$  و عليه يكون الحمض المستعمل حسب الجدول هو  $HCOOH$  ميثانويك -

معادلة التفاعل :  $HCOOH + (Na^+, OH^-) \rightarrow (HCOO^- + Na^+) + H_2O$

ج - 2 - التركيز المولي لكل من الحمض و القاعدة المرافقة :

لدينا : عند نصف التكافؤ  $PH = PK_A$  و بالتالي  $[HCOOH] = [HCOO^-]$

و حسب قانون انحفاظ المادة :  $\eta_0(HCOOH) = \eta(HCOOH) + \eta(HCOO^-)$

$C_A V_A = [HCOOH](V_A + V_B) + [HCOO^-](V_A + V_B)$

$C_A V_A = 2 [HCOOH](V_A + V_B) \Rightarrow [HCOOH] = \frac{C_A V_A}{2(V_A + V_B)}$

إذن :  $[HCOOH] = [HCOO^-] = \frac{C_A V_A}{2(V_A + V_B)}$

تطبيق عددي :  $[HCOOH] = [HCOO^-] = \frac{10^{-1} \cdot 20}{2(20+4)} = 0,42 \cdot 10^{-1} mol/l$

II - 1 - الصيغ التصف منشورة الممكنة للأستر A :

(ب) $CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH_3$	(أ) $CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_3$
(د) $H-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_3$	(ج) $H-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3$

II - 2 - 1 - المجموعة الوظيفية التي ينتمي إليها المركب (D) هي مجموعة السيتونات لأنه



$$PH = PK_A + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = PK_A + \log \frac{0,5 C_2}{0,5 C_2} \quad \text{ولدينا :}$$

$$PH = PK_A \quad \text{ومنه :}$$

2- ب - حساب التركيز  $C_2$  :

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] \quad \text{لأن } a_2 = \frac{[H_3O^+]}{C_2} \quad \text{لدينا :}$$

$$C_2 = \frac{[H_3O^+]}{a_2} = \frac{10^{-PH}}{a_2} \quad \text{ومنه :}$$

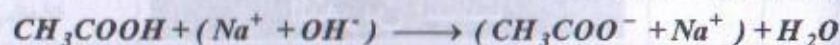
$$C_2 = 3,2 \times 10^{-5} \text{ mol/l} \quad \text{أي } C_2 = \frac{10^{-4,8}}{0,5} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ mol/l} \quad \text{إنن :}$$

2- ج - حجم الماء المضاف : ندعو هذه العملية بعملية التخفيف :

$$C_1 V_1 = C_2 (V_1 + V) \quad \text{بعد التخفيف}$$

$$V = 1,25 \text{ l} \quad \text{أي :} \quad V = \frac{C_1 V_1}{C_2} - V_1 \quad \text{ومنه : قبل التخفيف}$$

3- أ - معادلة التفاعل :



معايرة حمض ضعيف  $CH_3COOH$  بقاعدة قوية  $(Na^+ ; OH^-)$

3- ب - إثبات العلاقة : بما أن الحمض ضعيف ( $S_1$  المحلول) حيث تفككه لا يتجاوز  $\alpha_1 = 4\%$

فإننا سوف نهمل كمية مادة  $CH_3COO^-$  الموجودة في  $S_1$  مقارنة مع كمية مادة  $CH_3COOH$

- حسب علاقة التكافؤ ، نستنتج أن :  $C_1 V_A = C_B V_e$  ولدينا :

	$CH_3COOH + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$		
كميات المادة قبل المعايرة	$C_1 V_A$	0	متواجدة بوفرة
عند إضافة الحجم $V$	$C_1 V_A - C_B V$	$C_B V$	
عند التكافؤ	$C_1 V_A - C_B V_e = 0$	$C_B V_e$	

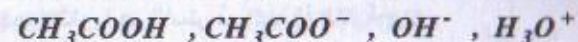
$$[CH_3COOH] = \frac{C_1 V_A - V C_B}{V_T} \quad \text{و } PH = PK_A + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{C_B \cdot V}{V_T} \quad \text{و}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{C_B V_e - C_B V}{V_T} \quad \text{و حسب العلاقة التكافؤ نجد :}$$

الحل :

1- أ - حساب التراكيز : الأنواع الكيميائية المتواجدة في محلول حمض الإيثانويك هي :



$$[H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} \Rightarrow [OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l}$$

- حسب معادلة التوازن الشحني :

$$[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-]$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

- حسب معادلة انحفاظ المادة :

$$C_1 = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$$

$$\Rightarrow [CH_3COO^-] = C_1 - [CH_3COOH]$$

$$[CH_3COOH] = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

1- ب - قيمة الثابت  $K_A$  لثنائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$

$$K_A = 1,67 \cdot 10^{-5} \quad \text{ومنه :} \quad K_A = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \quad \text{لدينا :}$$

1- ج - حساب معامل التفكك  $\alpha_1$  : نعبر عن معامل التفكك  $\alpha$  لحمض  $AH$  تركيزه  $C_A$

$$\alpha = \frac{[A^-]}{C_A} = \frac{[H_3O^+]}{C_A} \quad \text{بالعلاقة :}$$

$$\alpha_1 = \frac{[CH_3COO^-]}{C_1} = \frac{[H_3O^+]}{C_1} \quad \text{و عليه نكتب } \alpha_1 \text{ لحمض الإيثانويك}$$

$$\alpha_1 = 4 \cdot 10^{-2} = 4\% \quad \text{ومنه :}$$

2- أ - إثبات أن :  $PH = PK_A$

$$[CH_3COO^-] = 0,5 C_2 \quad \text{ومنه :} \quad \alpha_2 = \frac{[CH_3COO^-]}{C_2} = 0,5 \quad \text{لدينا :}$$

$$C_2 = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-] \quad \text{و حسب قانون انحفاظ المادة :}$$

$$[CH_3COOH] = C_2 - [CH_3COO^-] = C_2 - 0,5 C_2 \quad \text{إنن :}$$

$$[CH_3COOH] = 0,5 C_2 \quad \text{ومنه :}$$



ب - انطلاقاً من المعطيات التالية : نمزج نفس الحجم  $V = 10 \text{ m } \ell$  لمحاليل الأربعة التالية

$$C = [\text{HCOOH}]_f = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]_f = 10^{-2} \text{ mol} / \ell$$

$$C' = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]_f = [\text{HCOO}^-] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell$$

- أحسب تقدم التفاعل  $Q_{T_i}$  ثم استنتج اتجاه تقدم التفاعل .

ج - إذا كان  $C = 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  ما هي القيمة التي يأخذها  $C'$  حتى يكون التفاعل في حالة التوازن.

**الحل :**

(أ)

المعادلة الكيميائية		$\text{HCOOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}(\ell) = \text{HCOO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+$			
الحالة	تقدم (mol)	كمية المادة (mol)			
الحالة الابتدائية	0	CV	بوفرة	0	0
انشاء التفاعل	x	CV-x	بوفرة	x	x
الحالة النهائية للتوازن	$x_{eq}$	CV - $x_{eq}$	بوفرة	$x_{eq}$	$x_{eq}$
الحالة النهائية الأعظمي	$x_{max}$	CV - $x_{max}$	بوفرة	$x_{max}$	$x_{max}$

ب ( التقدم النهائي :  $X_{eq} = n(\text{H}_3\text{O}^+)_{eq} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{eq} \times V = 10^{-\text{PH}} \cdot V$

$$X_{eq} = 10^{-2,9} \times 10^{-2} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

التقدم الأعظمي : لدينا :

$$CV - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = CV = 1,0 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3}$$

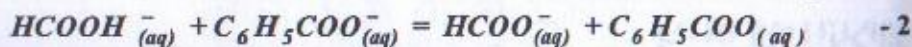
$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{10^{-\text{PH}} \times V}{C \times V} = \frac{10^{-\text{PH}}}{C} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{ج - معامل التقدم النهائي :}$$

$$\tau = \frac{10^{-2,9}}{1,0 \times 10^{-2}} = 10^{0,9} = 0,13 = 13 \%$$

د -  $\tau \ll 100 \%$  إن تفكك حمض الميثانويك في الماء غير تام فهو تفكك محدود .

هـ - لدينا  $\tau = \frac{10^{-\text{PH}}}{C}$  وبما أن تركيز المحلولين هو نفسه  $C$  إذن كلما كانت قيمة  $\text{PH}$

صغيرة كلما كان معامل التقدم أكبر وبما أن  $\text{PH}_1 < \text{PH}_2$  إن تفكك حمض الميثانويك في الماء يكون أسرع من تفكك حمض البنزويك .



$$k = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(aq)}] [\text{HCOO}^-_{(aq)}]_{eq'}}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(aq)}]_{eq'} [\text{HCOOH}_{(aq)}]_{eq'}} \quad \text{أ - 2 - ثابت التوازن :}$$

$$\text{ومنه : } \text{PH} = \text{PK}_{A_1} + \log \frac{C_B V / V_T}{C_B (V_e - V) / V_T} \quad \text{إذن :}$$

$$\text{PH} = \text{PK}_{A_1} + \log \frac{V}{V_e - V}$$

3 - ج - (1) حساب الحجم  $V_e$  :

$$\text{PH} = \text{PK}_{A_1} + \log \frac{V}{V_e - V} \Rightarrow \text{PH} - \text{PK}_{A_1} = \log \frac{V}{V_e - V}$$

$$\Rightarrow \text{PH} - \text{PK}_{A_1} = \log \frac{V}{V_e - V} \Rightarrow 10^{(\text{PH} - \text{PK}_{A_1})} = \frac{V}{V_e - V}$$

$$\Rightarrow V = V_e \cdot 10^{\text{PH} - \text{PK}_{A_1}} - V \cdot 10^{\text{PH} - \text{PK}_{A_1}}$$

$$\text{إذن : } V_e = \frac{V (1 + 10^{\text{PH} - \text{PK}_{A_1}})}{10^{\text{PH} - \text{PK}_{A_1}}} = 20 \text{ m } \ell$$

3 - ج - (2) حساب التركيز  $C_B$  :

$$C_B = \frac{C_1 V_A}{V_e} \Rightarrow C_B = 10^{-2} \text{ mol} / \ell \quad \text{ومنه : } C_1 V_A = C_B V_e \quad \text{لدينا } C_1 V_A = C_B V_e$$

### التمرين الثالث

(إليك المعطيات التالية :

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	$\text{HCOOH} / \text{HCOOH}^-$	الثنائية
$\text{PK}_{A_1} = 4,2$	$\text{PK}_{A_1} = 3,8$	$\text{PK}_A$

1 - نحضر محلولين لكل من حمض الميثانويك و حمض البنزويك لهما نفس التركيز المولي

$$C = 10^{-2} \text{ mol} / \ell$$

إن قياس قيمة  $\text{PH}$  لحجم  $V = 10 \text{ m } \ell$  لكل محلول نعطي :

- محلول حمض الميثانويك  $\text{PH}_1 = 2,9$  - محلول حمض البنزويك  $\text{PH}_2 = 3,1$

أ - أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء ( حمض الميثانويك ) .

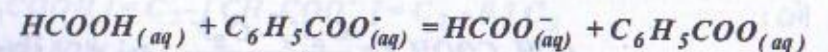
ب - أحسب التقدم النهائي ثم التقدم الأعظمي .

ج - استنتج معامل التقدم النهائي ، من المستحسن استخدام الجدول .

د - ماذا نستنتج بالنسبة لتفكك حمض الميثانويك في الماء ؟

هـ - بالاعتماد على قيمة الـ  $\text{PH}$  و التركيز ما هو الحمض الأسرع تقدماً من الآخر ؟

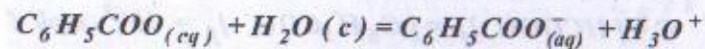
2 - (إليك المعادلة التالية :



أ - استنتج عبارة ثابت التوازن لهذه المعادلة ثم أحسبه .

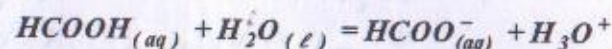


و تكون معادلة تفكك البنزويك في الماء :



$$k_{A_2} = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COO]}$$

و معادلة تفكك حمض الميثانويك في الماء :

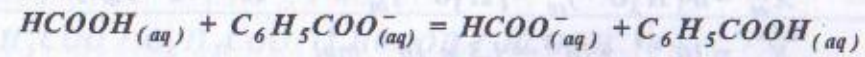


$$k_{A_1} = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

ولدينا :  $k = \frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \frac{k_{A_1}}{k_{A_2}}$  إذن :  $k = \frac{k_{A_1}}{k_{A_2}} = \frac{10^{-pk_{A_1}}}{10^{-pk_{A_2}}} = 10^{(pk_{A_2} - pk_{A_1})}$

أي :  $k = 2,5$   $k = 10^{4,2 - 3,8} = 10^{0,4} = 2,5$

ب - حساب تقدم التفاعل :



$$Q_{ri} = \frac{[C_6H_5COO]_t [HCOO^-]_t}{[C_6H_5COO^-]_t [HCOOH]_t} = \frac{C'V}{uV} \times \frac{CV}{uV} = C'^2 = \frac{(5 \times 10^{-3})^2}{(1 \times 10^{-2})^2}$$

إذن :  $Q_{ri} < K$  وهذا يعني أن التفاعل يتقدم في الاتجاه المباشر .

ج - يحدث حالة التوازن عندما  $Q_r = k$  ولأجل تحقيق ذلك بحيث أن  $Q_{ri} = K$

إذن :  $\frac{C'^2}{C^2} = k \Rightarrow C'^2 = kC^2 \Rightarrow C = \sqrt{kC^2} = C\sqrt{k}$

ومنه :  $C' = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  أي :  $C' = 10^{-2} \times \sqrt{2,5} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$

ويعون الله وبركاته

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

