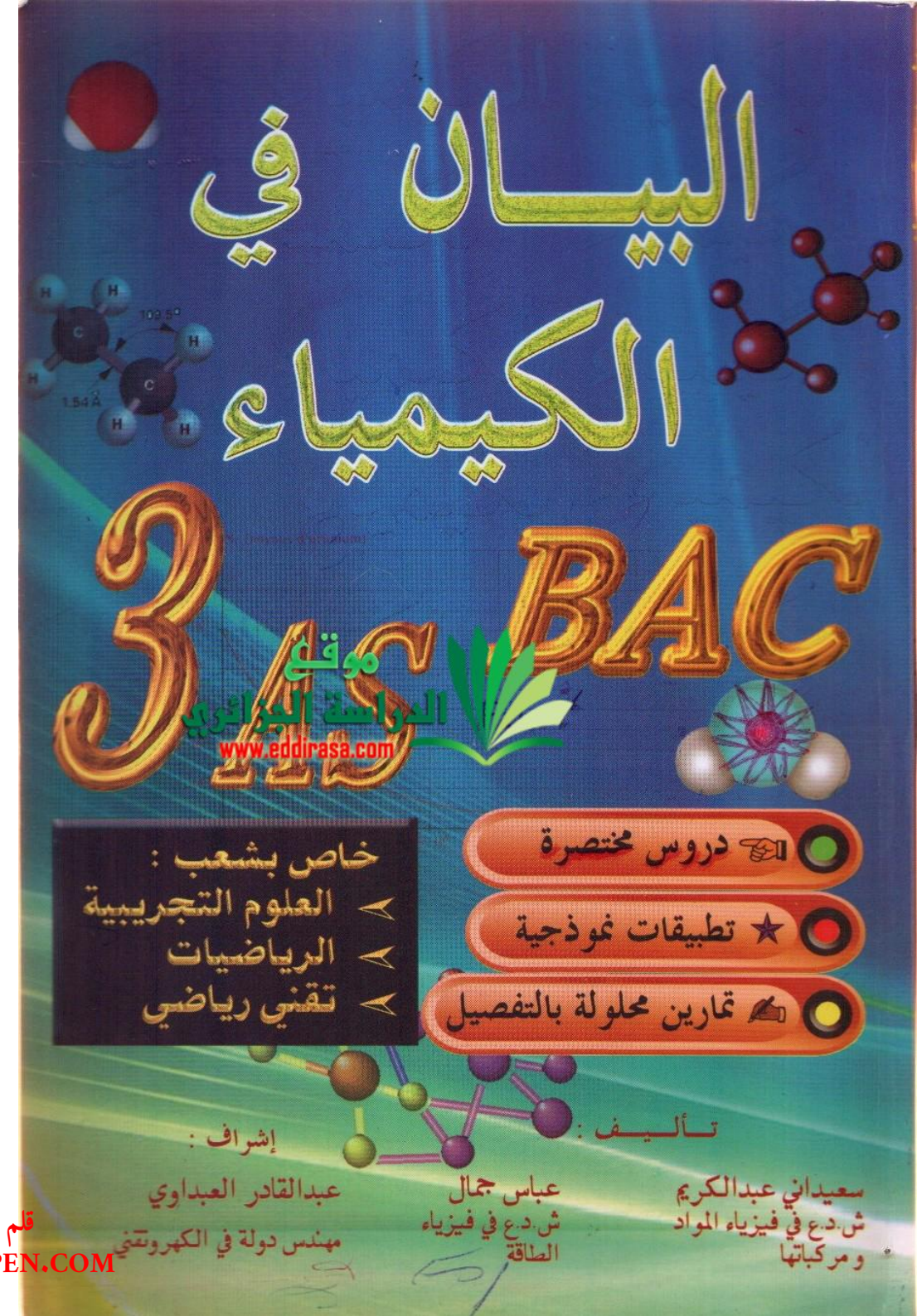
تم تحميل الكتاب من موقع الدراسة الجزائري

www.eddirasa.com

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

البيان في الكيمياء



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف

رقم الإيداع : 2007 / 2876

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

البريد الإلكتروني : labda10@yahoo.fr

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

مقدمة :

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

وبعد :

تشهد الجزائر نهضة شاملة في مرافق الحياة و بخاصة النهضة التعلمية المتمثلة في إصلاح المنظومة التربوية التي باشرتها وزارة التربية الوطنية في المرحلة الثانوية ، و التي تعتبر المرحلة الخصبة 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 عالجنا 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 ووطنية 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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال	الوحدة	العناوين	الصفحة
التطورات الزمنية	تطورات كميات المادة للتفاعلات و النواتج	1- التصنيف الحركي للتفاعلات الكيميائية	5
		2- سرعة التفاعل	6
		3- زمن نصف التفاعل	7
		تمارين محلولة بالتفصيل	9 – 28
	دراسة التحولات الكيميائية	مقدمة	29
		1- تماسك النواة	29
		2- استقرار النواة	31
		3- النشاط الإشعاعي الطبيعي	33
		4- الإشعاعات و أنواعها	33
		تمارين محلولة بالتفصيل	46 – 72
	تطور جملة كيميائية	I- PH للمحلول المائي	
		1- بنية جزيء من الماء	73
		2- ثوابت مهمة	73
		3- تشرد الماء	74
		4- مفهوم الـ PH و قياسها	74
		5- الجداء الشاردي للماء	75
		6- إزاحة التوازن الكيميائي	75
		II – تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن	
		1- مقاربة 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	95 – 131
مراقبة تطور جملة كيميائية	التطور التلقائي لجملة كيميائية	1- مقدمة	132
		2- وعاء فولتا – استقطاب عمود فولت	132
		3- الأعمدة	132
		4- المدخرات	136
		تمارين محلولة بالتفصيل	132 – 156
	مراقبة تحول كيميائي	الأسترة و إماهة الأستر	
		1- تعريف الأسترة / نوعا الأسترة	157
		2- آلية الأسترة	158
		3- خواص تفاعل الأستر – الإماهة	159
		- التصبن	160
		- الأهمية الصناعية للأسترة و الإماهة	160
		تمارين محلولة بالتفصيل	161 – 184
		اختبر معلوماتك	185

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال I : التطورات الرتيبة الوحدة رقم :01

تطور كميات المادة للمتفاعلات و النواتج

مقدمـــة

عند حدوث أي تفاعل كيميائي لا بد و أن يستغرق مدة زمنية محدودة خلال تطور التفاعل ، و تختلف المدة الزمنية لتطور المتفاعلات و النواتج من تفاعل إلى أخر ، 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 :

- تفاعل حمض – أساس :

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$$

- تفاعل الترسيب :

$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow$$

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4\downarrow$$

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

* أمثلة :

$$Na + H_2O \longrightarrow (Na^+ + OH^-) + \frac{1}{2}H_2\nearrow$$

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu\searrow$$

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

مثال : تفاعل الأستر: $CH_3COOH + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

- 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 .

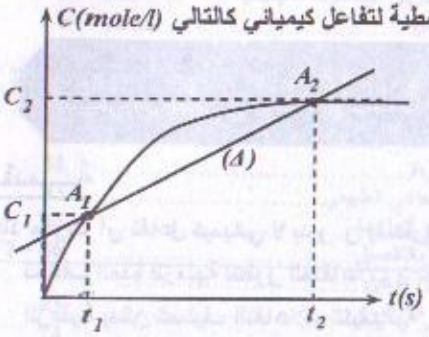
هـ / **التفاعلات المستحيلة :** هي تفاعلات مستحيلة من الناحية الديناميكية الحرارية

مثال : تفكك الماء (مستحيل دون إعطائه طاقة)

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

2-أ / السرعة الوسطية : تعرف السرعة الوسطية لتفاعل كيميائي كالتالي

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



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

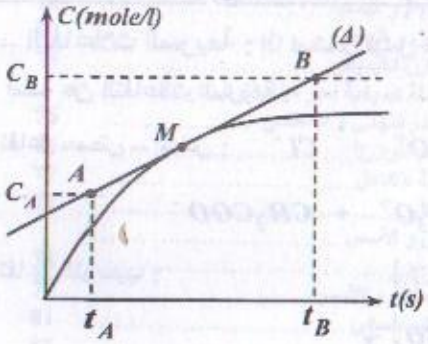
ب / السرعة اللحظية :

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 A , B الموافقتين
للزمنين t_A و t_B و عليه تكون :

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



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

$\alpha A + \beta B \longrightarrow \delta C + \gamma D$ و لتكن M_A ; M_B ; M_C ; M_D كميات المادة لمختلف المواد ، عبارة السرعة اللحظية لتشكل النواتج كالتالي :

$V_C = +\frac{dn_C}{dt}$ و $V_D = +\frac{dn_D}{dt}$ ، فإذا كان الوسط محلولا و كان حجم المحلول v

تكون السرعة الحجمية لتشكل النواتج C و D هما :

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

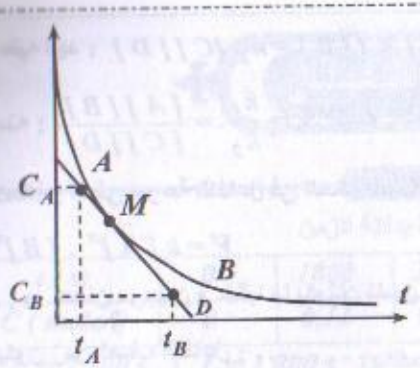
ب – 2 / السرعة اللحظية لاختفاء A و B :

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

فإذا كان الوسط محلولا حجمه v ، تكون السرعة الحجمية لاختفاء النوع الكيميائي :

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

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



ملاحظة : يمكن تعريف سرعة التفاعل إذا
كان (X) تقدم التفاعل كالتالي : $V = -\frac{dX}{dt}$

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

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 فعالا ، و بالتالي تنكسر الروابط الكيميائية و يعاد تركيبها من جديد ، هذه العوامل تؤثر على سرعة التفاعل و نذكر منها :

أ/ تراكيز المتفاعلات تؤثر على احتمال التصادم .

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

جـ / الوسيط يؤثر على سرعة التفاعل

5) العوامل تأثير التراكيز على السرعة :

لتكن معادلة التفاعل التالية : $\alpha A + \beta B \longrightarrow \gamma C + \delta D$

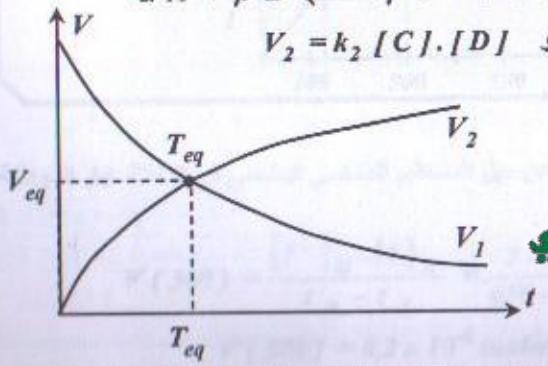
تعطى عبارة السرعة بدلالة التراكيز : $V = k[A]^{\alpha}.[B]^{\beta}$

حيث k ثابت لا يتعلق إلا بدرجة الحرارة ، α , β رتبتا التفاعل بالنسبة لـ A و B

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

يكون : $V_1 = k_1[A].[B]$ و $V_2 = k_2[C].[D]$

و عند نقطة التكافؤ يكون $V_2 = V_1$



موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

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

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

$V = k[A]^n . [B]^m$

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

و يكون زمن نصف التفاعل : ..... $t_{1/2} = \frac{1}{k} log2$

و تعطى عبارة تناقص التركيز كالتالي : ..... $[A] = [A_0] e^{-kt}$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

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 $t_1 = 1\,800\ s$ و $t_2 = 7\,200\ s$

و ذلك بـ $mole/l.s$ و $mole/l.m$

الحل :

حسب تعريف السرعة المتوسطة :

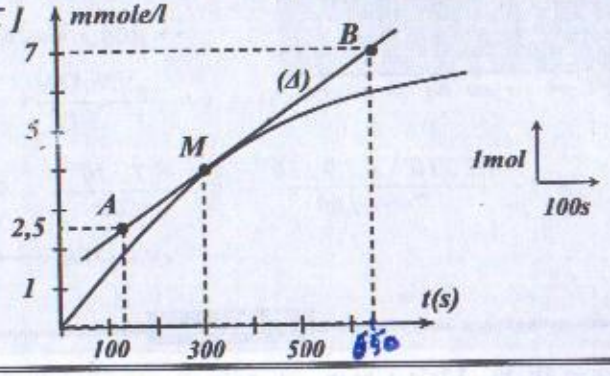
$$V_{moy} = \frac{C(t_2) - C(t_1)}{t_2 - t_1}$$

$$= \frac{0,247 - 0,11}{7\,200 - 1\,800} = \frac{0,137}{5\,400} = 2,54 \times 10^{-5}\ mole/l.s = 1,52 . 10^{-3}\ mole/l.m$$

التمرين الثاني :

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

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



الحل :

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

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تمارين الثالث

تتابع التفاعل المعطى بالمعادلة

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

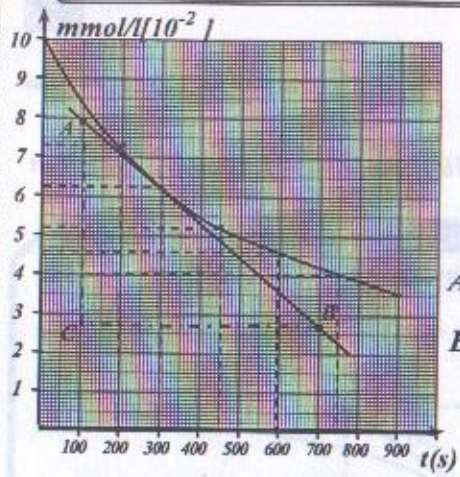
و ذلك لمعايرة الصود المتبقية في المحلول فنجد النتائج كالتالي :

$t\ (s)$	0	150	300	450	600	750
$NaOH\ (mole/l)$	10^{-2}	$7,7.10^{-3}$	$6,25.10^{-3}$	$5,25.10^{-3}$	$4,55.10^{-3}$	4.10^{-3}

1- أرسم المنحنى الذي يعطي تراكيز الصودا بدلالة الزمن .

2- حدد سرعة التفاعل في الزمنيين $t = 300\ s$, $t = 150\ s$

الحل :



1- المنحنى

2- السرعة عند $(t = 300)$: نرسم المماس في هذه النقطة و ليكن (Δ) ، ثم نختار نقطتين من المستقيم و ليكنا A و B حيث :

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

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

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

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

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

*و بنفس الطريقة يتم حساب $v\ (150s)$.

التمرين الرابع

في تجربة لدراسة تفاعل الأسترة بين حمض الإيتانويك و الإيتانول نأخذ في اللحظة الابتدائية خليطا يتكوّن من $1\ mole$ 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 .

$t\ (h)$	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 المتكوّن n'										

أ – أكمل الجدول

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

جـ - ما هي النتيجة الممكن استخراجها من وسط التفاعل خلال المدة $t = 7\ h$ ؟

3 – من المنحنى السابق حدد ما يلي :

أ – اللحظة الزمنية التي يصرف فيها نصف الإيتانول .

ب – ميل المماس للمنحنى في اللحظة $t = 3\ h$ ، و ما هو المعنى الفيزيائي لهذا البعد ؟

جـ - كيف تتغير سرعة تشكل الأستر مع الزمن ، و كيف يمكن تسريع هذا التفاعل ؟

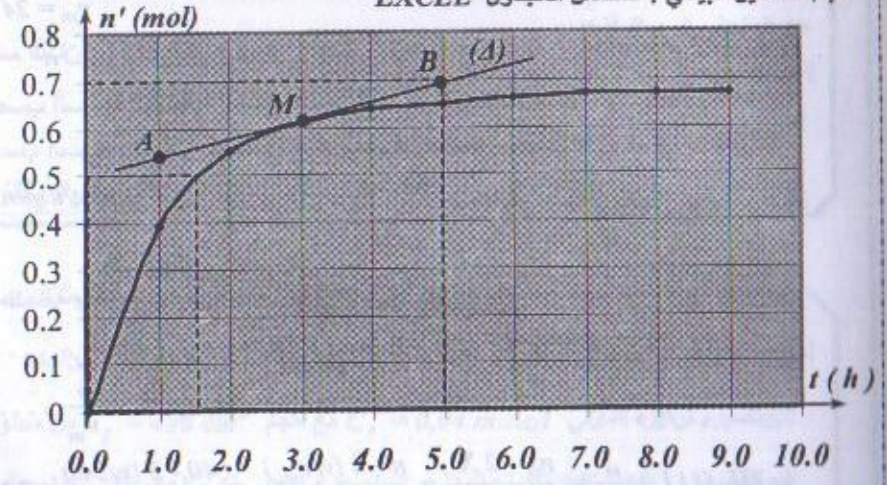
الحل :

1/ معادلة التفاعل : $CH_3COOH + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

2/ أ / 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 $EXCEL$



جـ / نرى من الجدول و من المنحنى أنه ابتداء من الساعة $t = 7\ h$ يتوقف التفاعل أي يصل إلى نهايته الحدية أو يصبح عندها التفاعل متوازن . و يكون حد الأستر 67%

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

ب / ميل المماس في اللحظة $t = 3\ h$ يمثل السرعة اللحظية لتشكل الأسترة

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

جـ / هذا الميل لظل المنحنى يتناقص مع مرور الزمن و يؤول 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

يتفكك أكسيد الماء H_2O_2 حسب المعادلة التالية :

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$$

في اللحظة $t = 0$ يكون حجم المحلول $v_0 = 2\ l$ و يكون عدد المولات $n_0 = 40\ mmole$ من أكسيد الماء . نقوم بمتابعة حجم الأكسجين المتشكل في كل لحظة زمنية و ندوّن النتائج في جدول :

$t\ (min)$	0	5	10	15	25	35	55	75
$v(O_2)\ litres$	0	60	112	158	230	286	362	404

1- انطلاقا من حجم الأكسجين الناتج في كل لحظة أوجد تركيز $[H_2O_2]$ الموافقة، يعطى $v_m = 24\ l$

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

3 – أحسب السرعة الوسطية لاختفاء أكسيد الماء بين $t_1 = 10\ min$ و $t_2 = 55\ min$

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

الحل :

1 – في اللحظة t يكون عدد مولات H_2O_2 المتبقية هي :

$n(t)$ (عدد المولات المتبقية) ، $n(t) = n_0 - 2X$ ..... (1)

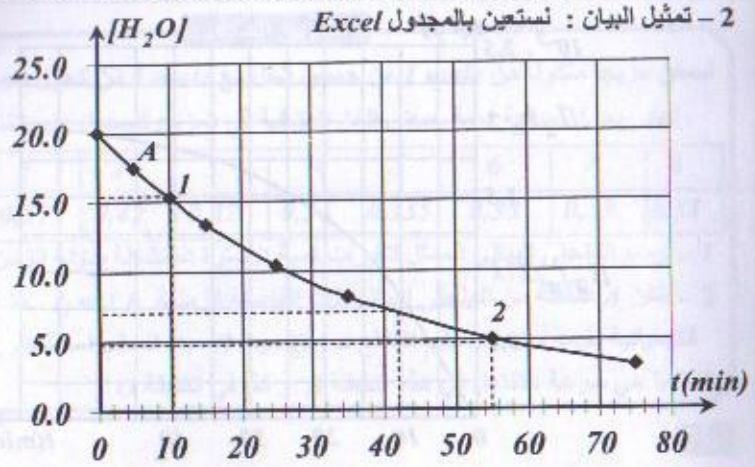
$X = \frac{v}{v_m}$ .... (2) من (1) و (2) نجد

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

و بناء على العلاقة السابقة يصبح الجدول التالي :

$t\ (min)$	0	5	10	15	25	35	55	75
$v(O_2)\ litres$	0	60	112	158	230	286	362	404
$[H_2O_2]$	20	17,5	15,3	13,4	10,4	8,1	4,9	3,2

2 – تمثيل البيان : نستعين بالمجدول Excel



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

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

و في حالة عدم تعيين الزمنين نقوم برسم مستقيم (Δ') ثم نختار نقطتين (A) و (B) و نسقطهما على المحورين و بعدها نحسب السرعة بنفس الكيفية .

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

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

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

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

التمرين السادس

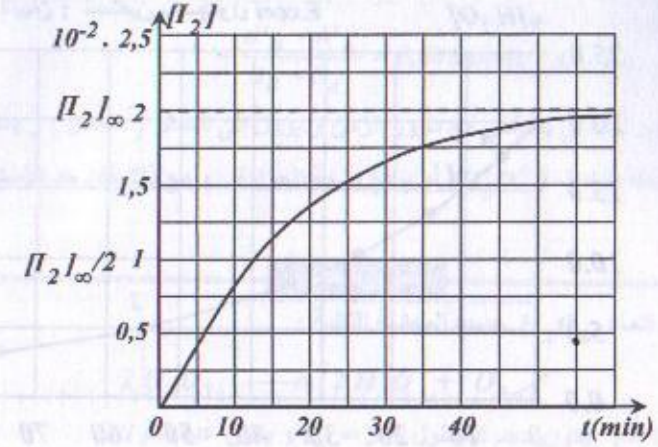
نمزج حجما قدره $v_1 = 400\ cm^3$ من محلول $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$ كبريتات بروكسيد البوتاسيوم تركيزه المولي $C_1 = 0{,}04\ mole/l$ مع حجم $v_2 = 400\ cm^3$ من محلول اليود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 0{,}4\ mole/l$ ، الحجم الكلي للمزيج $800cm^3$

1 – أكتب معادلة التفاعل الحادثة .

2 – أحسب تركيز اليود (I_2) عند نهاية التفاعل .

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



الحل :

1 – كتابة معادلة التفاعل :

$$S_2O_8^{2-} + 2e^- \longrightarrow 2SO_4^{2-}$$
$$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$$
$$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$$

2 – حساب تركيز $[I_2]$:

$n_1(S_2O_8^{2-}) = C_1 V_1 = 0,04 \times 0,4 = 1,6 \times 10^{-2}$ mole

$n_2(I^-) = C_2 V_2 = 0,4 \times 0,4 = 1,6 \times 10^{-1}$ mole

إذن : $n_2 = 10\, n_1$

و حسب المعادلة فإن عدد المولات النهائية ليود $n_{I_2}(\infty)$ تساوي مولات $S_2O_8^{2-}$

أي: $n_\infty(I_2) = n_1$ و منه :

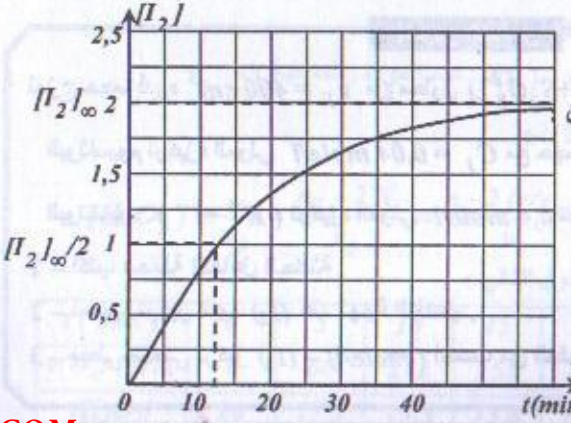
$$[I_2]_\infty = \frac{n_\infty[I]_2}{v_1 + v_2} = \frac{n_1}{v_1 + v_2} = \frac{C_1 V_1}{v_1 + v_2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mole/l}$$

3 – حساب زمن نصف التفاعل :

$t_{1/2}$ يوافق $[I_2]_\infty/2$ ثم نسقطها على محور الزمن فنجد من البيان أن

$$\frac{[I_2]_\infty}{2} = 1.10^{-2} \text{ mole/l}$$

يوافق $t_{1/2} = 12$ min



موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

التمرين السابع

نسخن مزيجا متكونا من 1 mole من حمض الخل مع 1 mole من كحول مجهول $R-OH$ ، نعاير 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 – أرسم 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 .

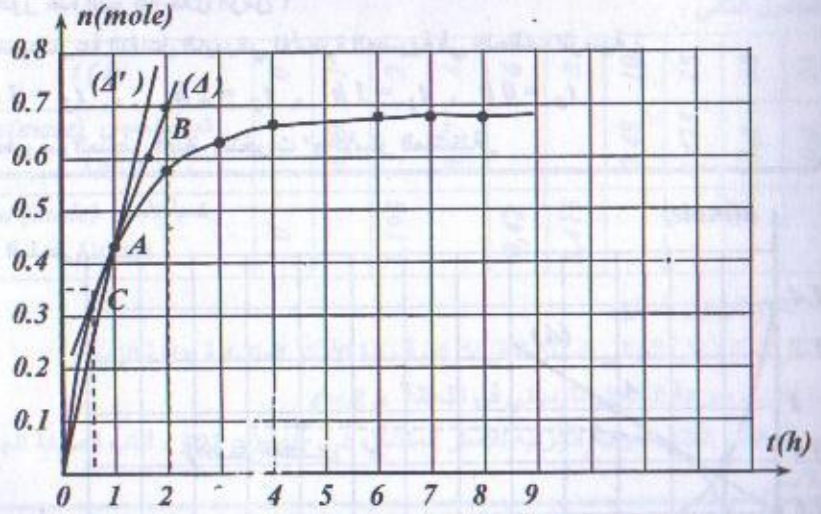
3 – ما هي سرعة التفاعل في هذه النقطة A و كذا في النقطة O ؟

الحل :

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

$$n_{استر} = 1 - n_{حمض}$$

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
$n_{استر}$	0,43	0,58	0,63	0,66	0,665	0,67	0,67	0,67



ب / الدلالة الكيميائية للمستقيم (Δ) هو أن هذا المستقيم يمثل سرعة التفاعل في اللحظة $t = 1\ h$

أما الدلالة الكيميائية للمستقيم OA (Δ') هو أن ميله يمثل السرعة الوسطية بين اللحظتين $t = 0$ و $t = 1$

ج / حساب V_A : نختار نقطتين من المنحنى (Δ) و لتكن B و C

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

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

السرعة عند المبدأ $V = \frac{0,43 - 0}{1 - 0} = 0,43\ mole/h$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

A2 - 02
A1 - 01

التمرين الثامن

مزيج متساوي المولات مؤلف من حمض الإيثانويك و الإيتانول ، أجرينا عليه عملية تسخين في درجة حرارة $200C°$ ، 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 المتبقي 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 :

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

كيف تتطور هذه السرعة خلال الزمن ؟

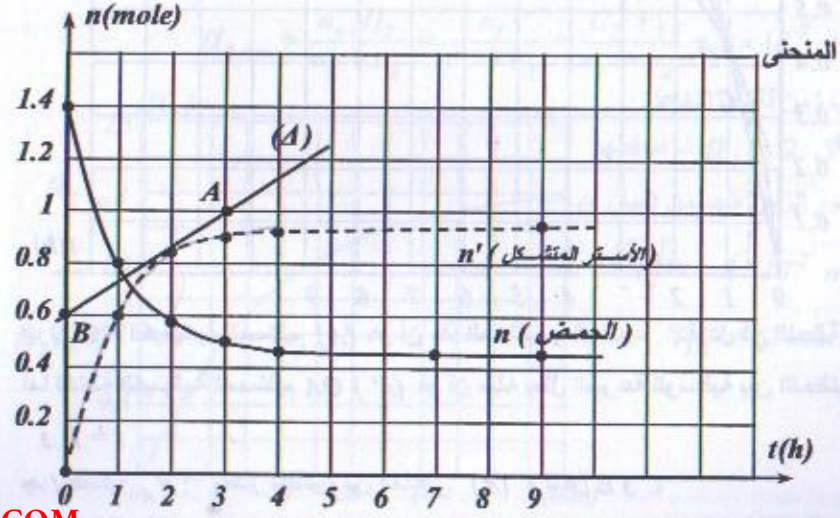
3 – أحسب سرعة التفاعل الكيميائي للأسترة العضوية في اللحظات الزمنية :

$t_0 = 0\ h$ ، $t_1 = 1\ h$ ، $t_2 = 2\ h$ ، $t_3 = 3\ h$

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

الحل :

1 – رسم المنحنى



2 – حساب V_{moy}

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

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

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

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

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

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

نلاحظ أن السرعة تتناقص حتى تنعدم تماما مع مرور الزمن .

3 – حساب (أستر) في اللحظات $t_2 = 2\ h$: نرسم المستقيم المماسي للمنحنى أستر في النقطة الموافقة $t = 2\ h$ ثم نحسب ميل هذا المستقيم فنجد :

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

و بنفس المنهجية نحسب $V(3h)$ ، $V(1h)$. ... 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 $n(mole)$	1	0,89		0,67			0,48	0,425	0,4	0,4
كمية الأستر المتشكلة $n'(mole)$	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 $t = 8\ h$

4 – إذا كانت الكتلة المولية الجزئية للأستر المتشكل هي $102\ g/mole$ ، أكتب الصيغة الجزئية للأستر .

الحل :

1- إكمال الجدول : لدينا $n'_{\text{الأستر المتشكل}} = n_{\text{الحمض الابتدائية}} - n_{\text{الحمض المتبقية}}$

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

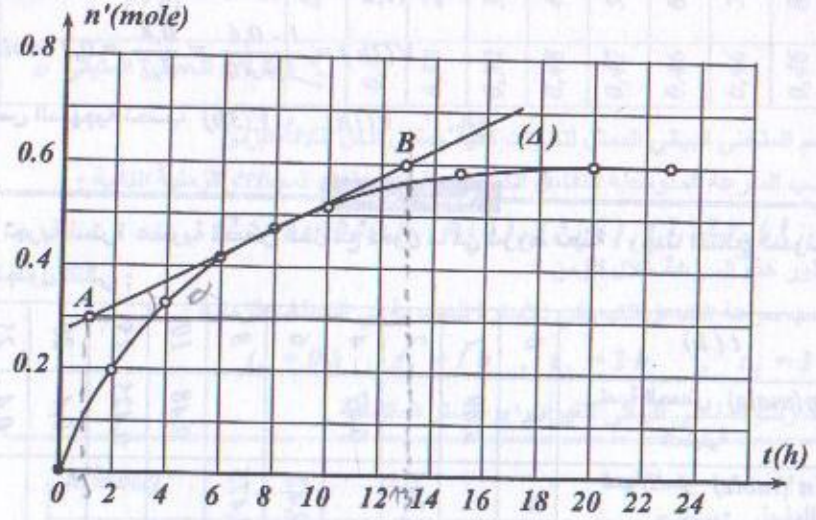
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

و عليه يصبح الجدول :

$t\ (h)$	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25
كمية الحمض المتبقية $n(mole)$	1	0,89	0,805	0,67	0,58	0,525	0,48	0,425	0,4	0,4
كمية الأستر المتشكلة $n'(mole)$	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 : $0,1\ mole \longrightarrow 1\ cm$ ، $1\ h \longrightarrow 1\ cm$



3 – حساب سرعة التفاعل $V(8h)$: نقوم برسم المماس للمنحنى عند $t = 8\ h$ و ليكن المستقيم (Δ) و نختار نقطتين A و B من المنحنى ، فنجد أن إحداثياتهما على الترتيب : $A(1h\ ;\ 0,3)$ ، $B(13h\ ;\ 0,6)$ و منه :

$$V(8h) = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{0,6 - 0,3}{13 - 1} = \frac{0,3}{12} = 0,025\ mole/h$$

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

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

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

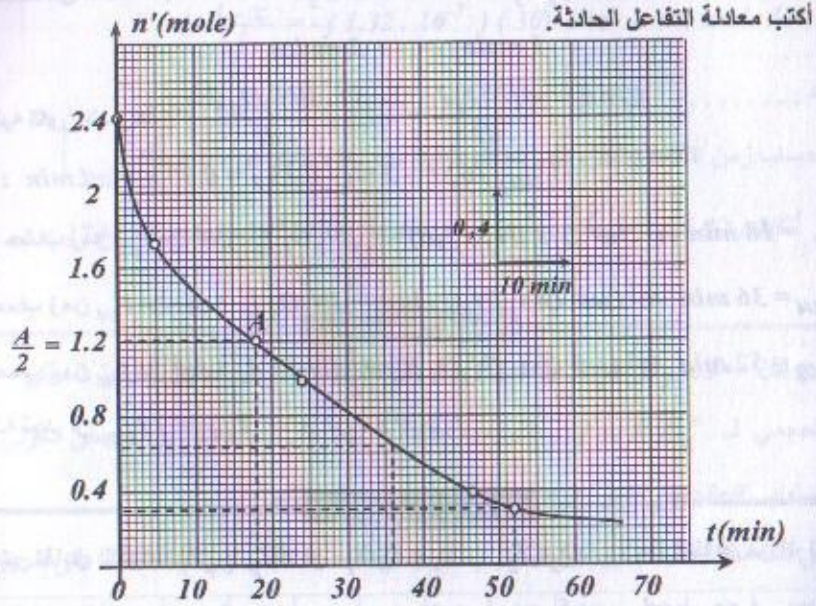
و هو لإيثانوات البروبيل .

التمرين العاشر

في محلول ثلاثي كلور الميتان يتحلل N_2O_5 إلى ثنائي أوكسيد الأزوت و غاز الأكسجين .

نعطي منحنى تناقص تركيز $[N_2O_5]$ بدلالة الزمن t كالتالي .

1 – أكتب معادلة التفاعل الحادثة.



2 – أوجد السرعة الوسطية الحجمية لتناقص N_2O_5 بين الزمنين $t_1 = 0\ min$ و $t_2 = 24\ min$

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 :

1 - $$N_2O_5 \longrightarrow 2\,NO_2 + \frac{1}{2}\,O_2$$

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

3 – السرعة الوسطية بالتعريف هي :

$$V(t_2\ ;\ t_1) = -\frac{[N_2O_5](t_2) - [N_2O_5](t_1)}{t_2 - t_1}$$

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

3 – حساب السرعة الابتدائية :

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

و انطلاقا من المعادلة :

$$N_2O_5 \longrightarrow 2\,NO_2$$

$$1\ mole \longrightarrow 2\ moles$$

و عليه تكون السرعة :

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = -2\left(-\frac{d[N_2O_5]}{dt}\right)$$

إذن :

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

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

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

* حساب زمن $t_{7/4}$ من أجل : $[N_2O_5](t)=\frac{1}{8}[N_2O_5]_0$ ومن البيان نجد $t_{7/8} = 52\ min$

و منه نجد أن $t_{3/4} = 2\,t_{1/2}$ و $t_{7/8} = 3\,t_{1/2}$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

التمرين الحادي عشر

نعتبر تفاعل التفكك التالي : $SO_2Cl_2 \longrightarrow SO_2 + Cl_2$ ، هذا التفاعل من الرتبة الأولى يجري تحت درجة حرارة $600°K$ ، و ثابت سرعته $k = 1,32.10^{-3}\ mn^{-1}$

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

2 – ما هو زمن التفاعل اللازم لكي تتفكك 90% من SO_2Cl_2 ؟

الحل :

1 - إيجاد النسبة المئوية SO_2Cl_2 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 :

$$-\frac{d(a-x)}{dt} = k\,(a-x)$$

و منه :

$$-\frac{d(a-x)}{a-x} = k\,dt$$

بالمكاملة نجد :

$$\ln(a-x) = k\,t + c \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

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

$$-\ln(a-x) = k\,t - \ln a \Rightarrow \ln\frac{a-x}{a} = -k\,t$$

بأخذ $a = 1\ mole/l$ نجد :

$$\ln\frac{1-x}{1} = -(1,32.10^{-3})(30)$$

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

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

$$\ln\frac{1-0,9}{1} = -(1,32.10^{-3})\,t'$$

و منه :

$$t = 1744,38\ min = 29^h12^{min}$$

التمرين الثاني عشر

نمزج بين محلول $K_2S_2O_8$ و محلول KI في اللحظة $t = 0\ s$ فيكون التركيز المولي الحجمي لـ $S_2O_8^{2-}$ يساوي $[S_2O_8^{2-}] = 10^{-2}\ mole/l$ و التركيز الحجمي المولي I^- يساوي $[I^-] = 2.10^{-2}\ mole/l$ و هذا في بداية التفاعل .

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

$t\ (min)$	0	2	4	6	8	10	12	15	18	22
$[I_2]\ (mole/l)$	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 المقياس

$$1\ cm \longrightarrow 2\ mmole/l \quad , \quad 1\ cm \longrightarrow 2\ min$$

2 – باعتبار معادلة التفاعل :

$$S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \longrightarrow 2\,SO_4^{2-} + I_2$$

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

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

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

4 - استنتج من البيان السرعة الابتدائية الحجمية لتشكل I_2

- أحسب السرعة الحجمية لتشكل I_2 عند اللحظة $t = 10\ min$.

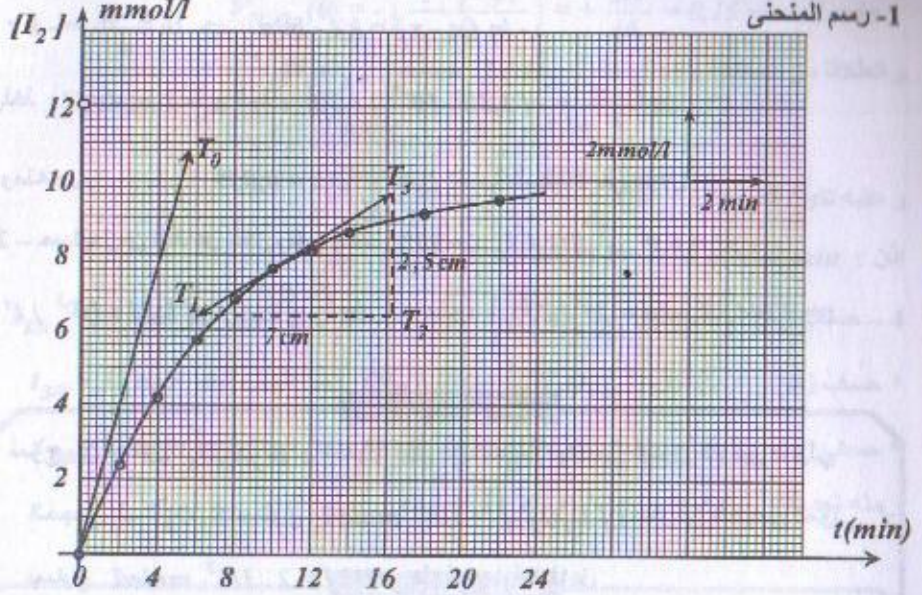
- قارن بين السرعتين ، ماذا تستنتج ؟

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

1- رسم المنحنى



2 – حد تشكل $[I_2]$ هو $\frac{[I^-]_0}{2}$ أي : $[I_2] = \frac{[I^-]_0}{2} = \frac{20.10^{-3}}{2} = 10\ mmole/l$

أي $[I_2]_{max} = 10\ mmole/l$

3/ من أجل $t = 5\ min$ لدينا $[I_2] = 5\ mmol/l$ و انطلاقا من الأعداد السكيومترية

(أعداد التناسب) في كل لحظة : $[I^-](t) = [I^-]_0 - 2[I_2](t)$

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

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

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

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

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

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

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

تناقص السرعة تشكل I_2 بتناقص تركيز $[I_2]$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

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

التمرين الثالث عشر

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

نحضر محلول S_1 من ماء الأكسجين H_2O_2 ذو التركيز $C = 4,5 \times 10^{-2}\ mol/l$ ، في اللحظة $t = 0$ نمزج في بشر $100ml$ من S_1 مع $100\ ml$ من محلول اليود البوتاسيوم $(K^+ ; I^-)$ ذو التركيز $C_1 = 0,2\ mol/l$ و نضيف لهما حمض الكبرتيك .

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

* في اللحظة $t = 3\ min$ نضيف بسرعة كمية من الجليد في البشر الأول و نرفع من تركيز اليود و نضيف كبرتيك الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ ذو التركيز $C' = 0,1\ mol/l$. يتغير v' حجم S_2O_3 المضاف في التكافؤ

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

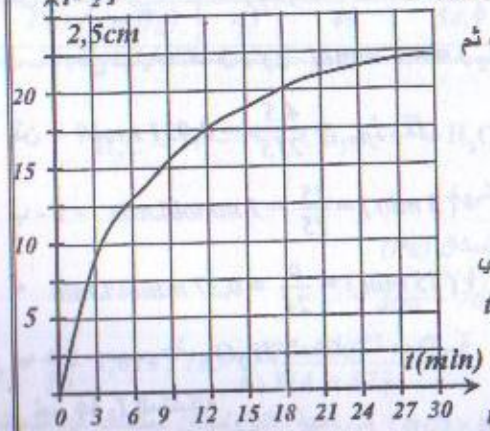
فإذا كانت معادلة التفاعل الحادث : $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

1 - برهن بأن أيونات اليود تنتج بوفرة .

2 – لماذا نضيف الجليد بسرعة في اللحظة t ؟

3 – برهن أن تركيز اليود في البشر عند اللحظة t يعطى 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 $t_1 = 5\ min$ و $t_2 = 15\ min$

ب – 2 – استنتج سرعة اختفاء H_2O_2 انطلاقا من سرعة $[I_2]$ المتشكلة عند t_2

ج - أذكر طريقتين يمكن بهما تسريع التفاعل .

الحل :

كمية المادة الابتدائية :

$n_1 = 0.1 \times 4.5 \times 10^{-2} = 4.5 \times 10^{-3}\ mol = 4.5\ mmol$: H_2O_2

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

	H_2O_2	I^-	I_2
بداية التفاعل	4,5 mmol	20 mmol	0
أثناء التفاعل	4,5 -x	20 – 2x	X
نهاية التفاعل	0	11m mol	4,5 mmol

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

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

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

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

3 – في حالة التكافؤ يكون اليود :

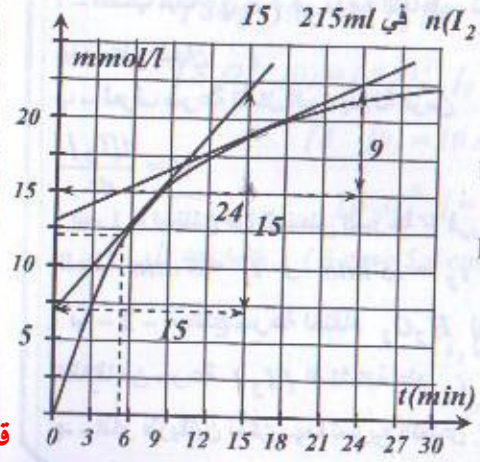
	I_2	$S_2O_3^{2-}$
عوامل التناسب السكيومترية	1	2
كمية المادة (mmol)	$n(I_2)$	$C'V'$

و عليه يكون : $n(I_2) = \frac{1}{2} C'V'$ و بما أن حجم البشر هو $V(ml)$

إذن : $[I_2] = \frac{(1/2)\ C'V'}{V}$

4 – أ / في نهاية التفاعل يكون $n(I_2) = 4,5\ mmol$ في $215ml$ 15

إذن : $[I_2]_{fin} = \frac{4,5}{215} = 0,021\ mol/l$



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

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

ب – 2 – سـرعة H_2O_2 المختفيـة مماثلـة لسرعة I_2 المتشكلة .

جـ - نرفع من درجة الحرارة أو نضيف بعض المحفزات

التمرين الرابع عشر

نسخن سوارا (نطاق) حجمه $v = 400\ cm^3$ حتى $300^0 c$ من الإيزوميثان صغته $CH_3 - N = N - CH_3$ فيتفكك تحت هذه درجة الحرارة إلى ثنائي الأزوت و الإيثان

1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث .

2 - تعتبر P_0 الضغط الإبتدائي للإيزوميثان في الوعاء .

- أثبت أنه يمكن حساب عدد المولات الإبتدائية 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 n_0 و $\alpha(t)$

ب – استنتج كمية الإيثان و كمية ثنائي الأزوت الناتجة

جـ - ما هي كمية المادة الكلية $N(t)$ التي تحويها السوار ، عبّر عن $P(t)$ بدلالة $\alpha(t)$ و P_0

4 أ- نعتبر $P(t)$ الضغط العام الصادر عن السوار ، عبّر عن $P(t)$ بدلالة $\alpha(t)$ و P_0

ب - أحسب خلال مختلف اللحظات حسب الجدول المعطى في الأسفل قيمة $\alpha(t)$

جـ - أرسم على نفس الورقة بيان كمية الإيزوميتان و ثنائي الأزوت بدلالة الزمن .

د - استنتج من البيان نصف التفاعل $t_{1/2}$

هـ - أحسب من البيان سرعة اختفاء الإيزوميتان و سرعة تشكل ثنائي الأزوت الابتدائيين $(t=0)$.

و - كيف تتغير هاتين السرعتين ، و لماذا ؟

الجدول :

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

الحل :

1- كتابة المعادلة : $H_3C - N - N - CH_3 \longrightarrow H_3C - CH_3 + N \equiv N$

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

في الوحدة الدولية تكون وحدة الضغط بالباسكال (Pa)

حيث : $1\ atm = 760\ mmHg = 1,013 . 10^5\ Pa$

و عليه : $n_0 = \frac{43}{76}\ 1,013 . 105\ \frac{400 \times 10^{-6}}{8,314 \times 573} = 4,81 . 10^{-3}\ mol = 4,81\ mmol$

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

1 مول من N_2 و 1 مول من الإيتان .

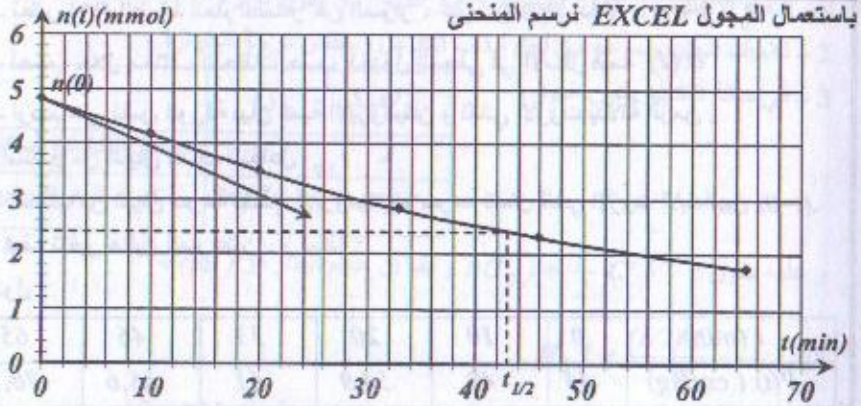
$$N(t) = n(t) + n_{N_2} + n_{C_2H_6} = n_0\,[1+\alpha(t)]$$

$$P(t) = \frac{N(t).R.T}{V_0} = \frac{n[1+\alpha(t)]RT}{V_0} = P_0\,[1+\alpha(t)] \quad -4$$

و منه : $\alpha(t) = \frac{P(t)}{P_0} - 1$

$t\,(min)$	0	10	20	33	46	65
$\alpha(t)$	0	0,139	0,277	0,419	0,526	0,644
$N(t)\,(mmol)$	4,81	4,14	3,48	2,8	2,28	1,71
$n_{N_2}\,(mmol)$	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 $t_{1/2} = 43\ min$

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

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

التمرين الخامس عشر

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

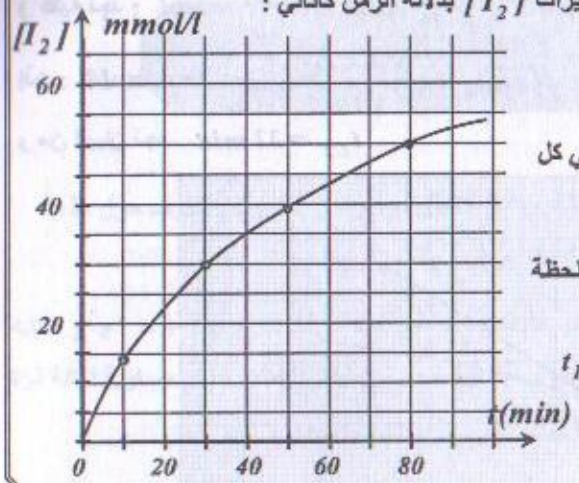
نأخذ $V_1 = 100\ ml$ من محلول S_1 بروكسيد الكبريت أمونيوم ذو التركيز $C_1 = 0,12\ mol/l$

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

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

$$2\,I^-_{(aq)} + S_2O_{8\,(aq)} \longrightarrow I_{2\,(aq)} + 2\,SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

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



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 $t_1 = 30\ min$

4 - استنتج زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

الحل :

- حساب التركيب المولي في بداية التفاعل :

$$N_1(S_2O_2^{2-}) = C_1\,V_1 = 0,12 \times 0,1 = 0,012\ mol$$

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

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 - 2 x	0,012 - x	x	x
الحالة النهائية	0	0,002	0,01	0,02

في نهاية التفاعل :

$0,02 - 2x = 0 \Rightarrow x = \frac{0,02}{2} = 0,01$ ..... مقبول

$0,012 - x = 0 \Rightarrow x = 0,012$ ..... مرفوض

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

2- لدينا التقدم $X = n(I_2)$ و بتعريف أن التقدم الحجمي $\frac{X}{V} = \frac{n(I_2)}{V} = [I_2]$

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

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

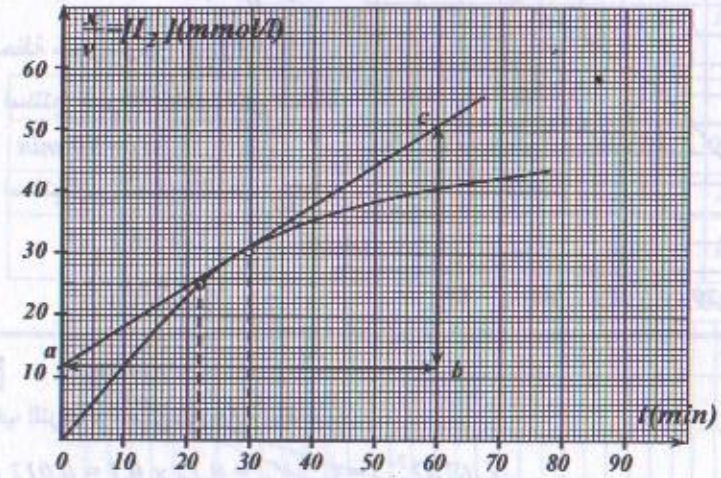
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

و عليه نجد : $X_{t1/2} = \frac{0,01}{2} = 0,005\ mol = 5\ mmol$

إذن : $[I_2]_{t1/2} = \left(\frac{X}{V}\right)_{t1/2} = \frac{5}{0,2} = 25\ mmol/l$

و من البيان نجد $t_{1/2} = 22\ min$



موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

دراسة التحولات النووية

مقدمـــة

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

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

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

جـ / البوزيتونـات : 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 الغبار الفضائي .

أبعاد النواة الذرية : النواة عبارة عن كرة نصف قطرها من رتبة $10^{-12}\ m$ إلى $10^{-15}\ m$ و هذا ما يجعل النويات متراصة في النواة و في هذه الشروط تكون قوى التنافر الكولومية كبيرة جدا حسب قانون كولوم $F = \frac{|q_a||q_b|}{d^2}$

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

$$E_L = \left[Z\,m_p + (A-Z)\,m_N - m \right] C^2 \quad \ldots\ldots\ldots (I)$$

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

C : سرعة الضوء $C = 3 \times 10^8\ m/s$

و تكون هذه الطاقة دوما موجبة $E_e > 0$ و التي يمكن تبسيطها كالأتي :

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

ومنه طاقة الربط من أجل $1\,\mu$ (و . ك . د)

$$E_{L_1} = (1,66 \times 10^{-27}) \times (2,9979 \times 10^8)^2 = 1,4922 \times 10^{-10}\ joule$$

و لدينا : $1ev = 1,6 \times 10^{-7}\ joule$

إذن : $E_{e_1} = 931,48 \times 10^{-6}\ ev = 931,48\ Mev$

و بهذا تصبح العلاقة (I) كالأتي :

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

$$E_e = \Delta m \times 931,48\ Mev \ldots\ldots\ldots (II)$$

حيث يتم أخذ الكتل بالوحدة μ (و . ك . د)

تطبيق : أحسب طاقة الربط لذرة الهليوم $({}^4_2He)$ إذا علمت أن كتلته الذرية $2,014102\,\mu$

الحل :

لدينا : $m_{e^+} = 1,0073\,\mu$ ، $m_N = 1,0087\,\mu$ ، $m = 2,014402\,\mu$

إذن :

$$E_e = \Delta m \times 931 = \left[Z\,m_{e^+} + N m_N - m \right] \times 931$$

$$= \left[1 \times 1,0073 + 1 \times 1,0087 - 2,014102 \right] \times 931 = 1,767\ Mev$$

$$E_e = 1,767\ Mev$$

تطبيق 2 : أحسب طاقة الربط لنواة نظير اليورانيوم ${}^{238}_{92}U$ علما أن الكتلة الذرية له $238,131\,\mu$ و أن كتلة البروتون $m_{e^+} = 1,0073\,\mu$ و كتلة النيوترون $m_N = 1,0087\,\mu$ ، بـ Mev و بـ الجول

الحل :

- عدد البروتونات في النواة $(Z = 92)$
- عدد النيوترونات في النواة $(N = A - Z = 146)$

ومنه تكون طاقة الربط :

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

$$E_e = 1685,85\ Mev$$

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

و منه :

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

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

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

2 – استقرار النواة :

يوجد بين 331 نوكليدا طبيعيا 284 نوكليدا ثابتا ، أما النيكليدات الأخرى فهي تتفكك تلقائيا 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 نيوكليد اصطناعيا ثابت ، إذن تكون النواة أكثر استقرارا كلما كانت طاقة التماسك للنيكلون الواحد كبيرة و بهذا نقول أنه لا تكون النواة دوما مستقرة إذا كان تماسكها كبيرا و إنما الاستقرار يرتبط بطاقة التماسك لكل نيوكليون أي :

$$E_N = \frac{E_e}{A} = \Delta m \times \frac{931}{A}$$

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

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

$E_N = 7,08\ Mev$ ..... طاقة ربط النكليد

ملاحظة : إن الحديد مستقر أكثر من اليورانيوم لأن طاقة الربط لنيوكلون الحديد $E_N = 8,79\ Mev$ أكبر من طاقة الربط لنيوكلون اليورانيوم $E_N = 7,08\ Mev$

تطبيق : أحسب طاقة الربط لنيوكلون في نواة كل من :

أ / الأكسجين ${}^{16}_{8}O$ حيث $m_o = 16\,\mu$ تقريبا

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

موقع الدراسة الجزائري www.eddirasa.com
قلم الجزائر WWW.DZPEN.COM

الحل :

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

$$E_N(^{16}_{8}O) = \frac{E_e}{16} = 7,448\ Mev$$

* طاقة الربط للحديد :

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

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

$$E_N(^{16}_{8}O) = 7,448\ Mev$$
$$E_N(^{56}_{26}Fe) = 7,145\ Mev$$

و بالتالي نقول أن الأكسجين أكثر استقرارا من الحديد

ملاحظات :

1/ يتم الحصول على العناصر المشعة الصناعية بقذف العناصر المستقرة بقذائف مختلفة (نيترونات، بروتونات ، نزيتونات ، هليونات . . . الخ) كما يوضح المثال التالي :

(قذف ألمنيوم بالهليوم) $^{4}_{2}He + ^{27}_{13}Al \rightarrow ^{30}_{15}P^{*} + ^{1}_{0}n$

يتهافت الفسفور المشع بعدئذ : $^{30}_{15}P^{*} \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{0}_{1}e + ^{0}_{0}\upsilon$

يصدر اليوزيتونات بصورة جوهرية من قبل العناصر المشعة الصناعية .

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

3/ نرمز للعناصر المشعة بإضافة (*) فوق العنصر مثل : P^{*} ، T^{*} . . . الخ

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

عدد النيترونات N	عدد البرتونات Z	عدد النوكليونات المستقرة
زوجي	زوجي	166
فردي	زوجي	57
زوجي	فردي	53
فردي	فردي	04

5/ انطلاقا من $A = 210$ (البلوتونيوم) تكون جميع النيوكليدات مشعة

6/ تتمتع أربعة نوكليدات مستقرة فقط بعدد فردي من النيترونات و عدد فردي من البروتونات و هي : $^{2}_{1}H$ ، $^{6}_{3}Li$ ، $^{10}_{5}B$ ، $^{14}_{7}N$

7/ إذا كان عدد البروتونات أ والنيترونات يساوي : 2 ، 8 ، 20 ، 50 ، 82 أو 126 فإن النواة تتمتع باستقرار خاص ، ويكون النوكليد الموافق وافرا نسبيا في الطبيعة و ندعو هذه الأعداد (بالأعداد السحرية)

3 – النشاط الإشعاعي الطبيعي : يعود اكتشاف هذا النشاط إلى العالم بيكيريل هنري (*Henri Becqueril*) و ذلك أثناء بحثه في كيفية تصوير الأشعة السينية و إبرازها على صفائح فوتوغرافية من صنعه، حيث لاحظ تأثر الصفائح الفتوغرافية في الظلام رغم عدم قذفها بأشعة مهبطية وارجع 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 بكيريل الفوتوغرافية ، إذ تبين أن اليورانيوم هو الذي يملك النشاط نظراً للتناسب الطردي الملحوظ بين شدة هذا النشاط و كمية اليورانيوم المتواجد في هذه الأملاح .

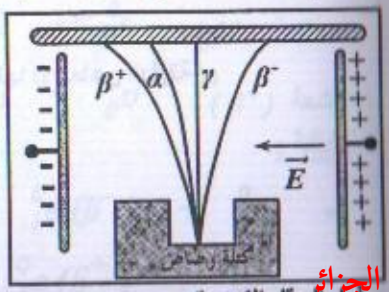
4 الإشعاعات و أنواعها : مما سبق وجدنا أنه يوجد في الطبيعة نوعان من النوى

أ / نوى مستقرة (غير مشعة)

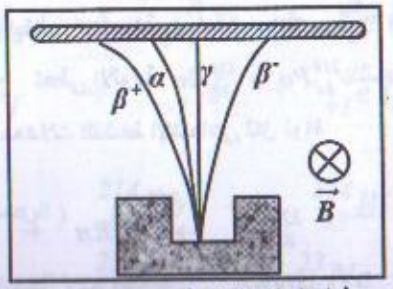
ب / نوى غير مستقرة (المشعة) و التي تنبثق عنها ثلاث أنماط من الأشعة و ذلك حسب ثقل و خفة النوى .

فمثلا : تبث أخف (النوى) غير المستقرة الكترونات أو (دقائق β) ويمكن للنوى الأثقل أن تبث الكترونات أو نوى هليوم (دقائق α) و يرافق بث α و β غالبا بث فوتونات شديدة الفعالية تشكل الإشعاع γ .

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 : α



فعل الحقل الكهربائي



فعل الحقل المغناطيسي

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

خلاصة :

مما سبق يتبين لنا أنه توجد ثلاث أنماط من الأشعة

1 – الأشعة α و هي أشعة تنحرف قليلا في الجهة السالبة للمهبط

2 – الأشعة β تنقسم إلى نوعين

أ / أشعة β^+ و هي تنحرف في الجهة السالبة للمهبط

ب / أشعة β^- و هي تنحرف في الجهة الموجبة للمصعد

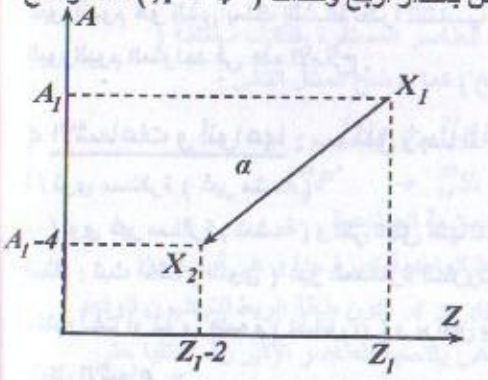
3 – الأشعة γ : و هي أشعة لا تنحرف

سندرس كل نمط على حده ثم نقارن بينهم .

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

أ) الأشعة α :

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



$$_Z^AX_1 \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}X_2 + {}_2^4He$$

مثال :

$$_{92}^{238}U \rightarrow {}_{90}^{234}Th + {}_2^4He$$

اورانيوم — التوريوم — الدقيقة α

مميزات الدقيقة α :

1 – سرعتها تصل إلى 20000 كم/ثا (km/s)

2 – قليلة النفاذ فسيرانها في الهواء لا يتجاوز بضع السنتيمترات، ولا يتم نفاذها في الصفائح المعدنية

3 – ذات طاقة تصل إلى بضع Mev

4 – يتم إيقافها بسهولة باستعمال حاجز ورقي

تطبيق : تعطى الأنوية $_{88}^{226}Ra$ و $_{84}^{210}Po$ أثناء نشاطها الإشعاعي الدقيقة α

- أكتب معادلات النشاط الإشعاعي لكل نواة

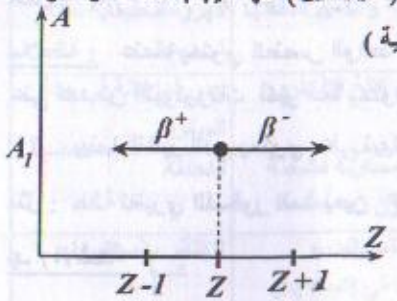
الحل :

$$_{88}^{226}Ra \rightarrow {}_{86}^{222}Rn + {}_2^4He$$

$$_{84}^{210}PO \rightarrow {}_{82}^{206}Pb + {}_2^4He$$

ب / الأشعة β :

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



خواصها :

- الدقائق β خفيفة جداً فهي أخف بكثير من دقائق α
- قدرة تأيينها أقل من قدرة تأيين الدقيقة α
- أشد نفاذية من α فبإمكانها النفاذ من صفيحة الألمنيوم لا تتجاوز بضع مليمترات
- سرعتها أكبر بكثير من سرعة α

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

- يتشكل (الإلكترون) النغاتون عند تحول نترون في النواة إلى بروتون كما توضح المعادلة :

$$_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^{0}e\,(\beta^-) + {}_0^0\upsilon$$

نيترون — بروتون — نغاتون — مضاد النيترينو

(مضاد النيوترون $_0^0\upsilon$ عبارة عن جسيمة معدومة الكتلة صعبة الالتقاط ، اكتشفها العالم باولي سنة 1930)

- يتشكل النيترينو عندما يتحول بروتون إلى نيترون كما توضح المعادلة

$$_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_1^0e\,(\beta^+) + {}_0^0\upsilon$$

بروتون — نيترون — بوزيتون — مضاد النيترينو

- يزداد العدد الذري للذرة عند إصدار β^- بمقدار (+ 1) و ينقص بالمقدار نفسه عند إصدار β^+ ، إنما العدد الكتلي فيبقى ثابتا كما توضح المعادلة العامة التالية :

أشعة (β^-) :
$$_Z^AX_1 \rightarrow {}_{Z+1}^{A}X_2 + {}_{-1}^{0}e\,(\beta^-) + {}_0^0\upsilon$$

أشعة (β^+) :
$$_Z^AX_1 \rightarrow {}_{Z-1}^{A}X_2 + {}_{+1}^{0}e\,(\beta^+) + {}_0^0\upsilon$$

أمثلة :

$$_{82}^{214}Pb \rightarrow {}_{83}^{214}Bi + {}_{-1}^{0}e\,(\beta^-) + {}_0^0\upsilon$$ (الرصاص)

$$_{11}^{23}Na \rightarrow {}_{10}^{23}Ne + {}_{+1}^{0}e\,(\beta^+) + {}_0^0\upsilon$$ (الصوديوم)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تطبيق : إن النيكليد $^{14}_{6}C$ نشيط إشعاعيا من النوع β^-

- أكتب معادلة الاختزال النووية

الحل : $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e\ (\beta^-) + {}^{0}_{0}\upsilon$

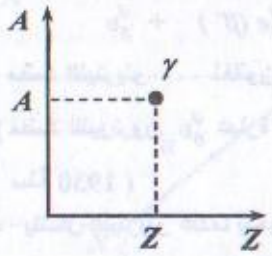
ملاحظة : عندما يحتوي العنصر الواحد على عدة عناصر مشعة ، فإن النظير المشع الذي يحتوي على عدد من النيوترونات أكبر مما يحتوي عليه النظير المستقر فإنه يؤدي إلى النشاط الإشعاعي β^- ، بينما النظير الذي يحتوي على نيوترونات أقل فيؤدي إلى النشاط الإشعاعي (β^+)

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

جـ / الأشعة γ :

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

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

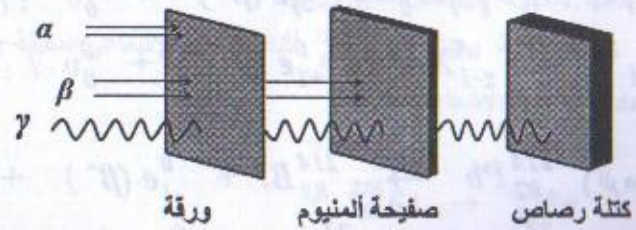


(أشعة جاما) $^{A}_{z}X^* \rightarrow {}^{A}_{z}X_X + \gamma$

مثال : $^{137}_{56}Ba^* \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \gamma$

خواصها :

- الأشعة γ أقل تشردا من الأشعة α و β
- للأشعة γ قدرة نفوذ أكثر من قدرة نفوذ الأشعة α و β فهي تستطيع اختراق حاجز رصاص سمكه $20\ cm$
- تصل سرعتها إلى سرعة الضوء $c = 3 \times 10^8\ m/s$
- تعتبر الأشعة γ خطيرة جداً فهي تمتاز بفعل تخريبي أكبر (تخرب الخلايا الحية)



" شكل يوضح نفاذية الأشعة "

مقارنة بين طبيعة و خواص الجسيمات α , β , γ

الرقم	وجه المقارنة	أشعة (α)	أشعة (β)	أشعة (γ)
1	طبيعتها	أنوية ذرات الهليوم (^4_2He)	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 تنحرف في إتجاه يدل على أنها موجبة	تتأثر بالمجالين و تنحرف في إتجاه 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	تؤثر على الألواح الحساسة	تؤثر على الألواح	تؤثر على الألواح
7	النفاذ	لها قدرة صغيرة على النفاذ ، يمكن إيقافها بصفيحة من الألمنيوم سمكها $10^{-2}\ cm$	لها قدرة أكبر على النفاذ ، يمكن إيقافها بصفيحة من الألمنيوم سمكها $1cm$	لها قدرة فائقة على النفاذ تخترق صفيحة ألمنيوم $(100cm)$
8	التنوع	لا يوجد	نوعان (β^+ ; β^-)	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 أخر يسبقه بخانتين في الجدول الدوري	- عند انطلاقها فإن العدد الذري يزداد بمقدار (1) أو يقل بـ (1) و العدد الكتلي لا يتغير . $A \rightarrow A$ $Z \xrightarrow{\beta^-} Z+1$ $Z \xrightarrow{\beta^+} Z-1$ 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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

العائلات المشعة :

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

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

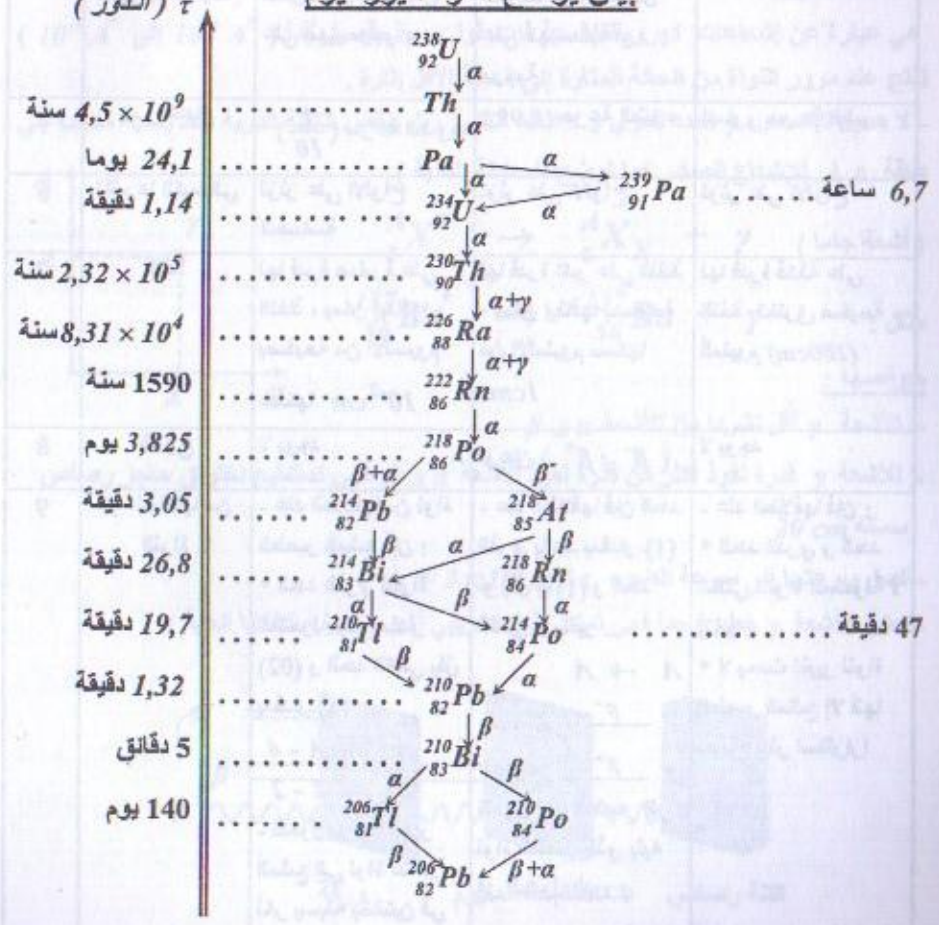
و لقد تم تصنيف النيوكليدات المشعة إلى أربع عائلات :

أ – عائلة اليورانيوم ، ب – عائلة النيتونيوم

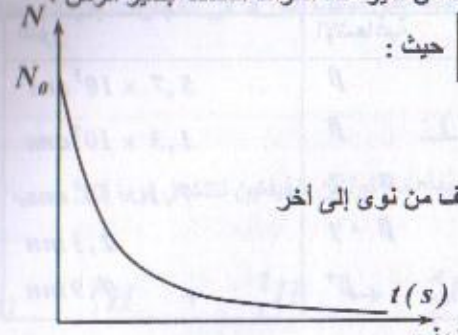
جـ – عائلة الأكتينوم ، د – عائلة الثوريوم

بيان يوضح أسرة اليورانيوم α

بيان يوضح أسرة اليورانيوم



1) قانون التهافت الإشعاعي : وهو عبارة عن تغير عدد الذرات المشعة بتغير الزمن ،



ونعطى عبارته بالعلاقة التالية : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ حيث :

N : عدد النوى المشعة

N_0 :العدد الابتدائي للنوى غير المستقرة

λ : الثابت الإشعاعي أو ثابت التهاتف وهو يختلف من نوى إلى أخر

* و يكون منحنى تغير النوى غير المستقرة بدلالة الزمن من الشكل

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

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

2) الفعالية المطلقة A : و نعني بها عدد التهافتات في واحدة الزمن ، ونعطي عبارتها

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

و تدعى كذلك بسرعة الانحلال

لا تتعلق A بطبيعة الدقائق المبثوثة و لا بطاقتها

- يتم التعبير عنها :

أ / بالتهافتات في الدقيقة (dpm)

ب / بالتهافتات في الثانية (dps)

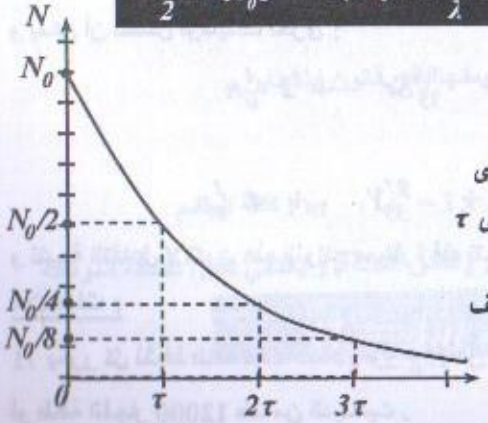
جـ / بالكوري (ci) بحيث $1\,ci = 3,7 \times 10^{10}\,(dps)$

3) الدور الإشعاعي (نصف العمر) : هو الزمن اللازم حتى يتحل نصف العدد الأصلي من

نويات هذا العنصر المشع

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda \tau} \Rightarrow \tau = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

و منه : $\tau = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$



ملاحظة :

1 – لا يتوقف الدور τ على العدد الأصلي للنوى

2 – لا تؤثر درجة الحرارة و الضغط عمليا على τ

3 – يميز الدور النوكليد المعطى

4 – يتم بواسطته مقارنة سرعة الانحلال لمختلف المواد المشعة

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

* أمثلة عن دور بعض الأنوية :

الدور	الإشعاعية	النوكليد
$5,7 \times 10^3 ans$	β	^{14}C
$1,3 \times 10^9 ans$	β	^{40}K
$7,1 \times 10^8 ans$	α ، γ	^{235}U
$2,3 mn$	β ، γ	$^{28}Al^*$ مشع اصطناعيا
$9,9 mn$	β^+	$^{13}N^*$

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 α , β , γ

2/ الانحلال : تُقذف النواة المستقرة بدقائق α 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 – الإنشطار النووي : يحدث الانشطار النووي عند قذف الأورنيوم $^{235}_{92}U$ بالنيترونات :

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{143}_{56}Ba + ^{90}_{36}K + 3\,^{1}_{0}n$$

و يمكن أن تتشكل نوكليدات أخرى :

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow \begin{cases} ^{139}_{54}Xe + ^{95}_{35}Sr + 2\,^{1}_{0}n \\ ^{135}_{53}I + ^{97}_{39}Y + 4\,^{1}_{0}n \end{cases}$$

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

ملاحظات :

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

2/ تبث كل نواة منشطرة نترونيين أو ثلاثة نترونات التي تسبب بدورها في انفجارات جديدة و هذا ما يجعله تفاعل تسلسلي يغذي 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 :

1) $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He +$ طاقة

2) $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n +$ طاقة

3) $^{6}_{3}Li + ^{2}_{1}H \rightarrow 2\,^{4}_{2}He +$ طاقة

4) $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n +$ طاقة

ملاحظة 1 :

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

ب- تحتاج تفاعلات الاندماج (الانصهار) كي تثار إلى درجات حرارة عالية مرتفعة جدا تصل إلى 50 000 000 °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 إينشتاين :

$$E = m\,C^2$$

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

* يرافق التفاعل النووي خسارة في الكتلة Δm (نقص الكتلة) و بالتالي تكون الطاقة الموافقة (طاقة متحررة) هي :

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

ملاحظة :

قلم الجزائري
WWW.DZPEN.COM

* 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 .

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

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

حيث : .....

أ- حساب الطاقة في حالة الانشطار :

* ليكن التفاعل التالي : $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n$

و طاقة كل من : $E_L(_{94}Sr) = 808\ Mev$ ، $E_L(_{235}U) = 1784\ Mev$

$E_L(_{140}Xe) = 1161\ Mev$

تكون الطاقة المتحررة : $E = E_{L(\text{طاقة ناتجة})} - E_{L(\text{طاقة مقدمة})}$

$$E = [E_{L(^{94}Sr)} + E_{L(^{140}Xe)}] - E_{l(^{235}U)}$$

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

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

ب- حساب الطاقة في حالة الاندماج : لنفرض التفاعل التالي

$$^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

و إليك : $m_{_3H} = 5,0074 \times 10^{-27}\ kg$ ، $m_{_2H} = 3,3437 \times 10^{-27}\ kg$

$m_{_4He} = 6,6447 \times 10^{-27}\ kg$ ، $m_n = 1,6750 \times 10^{-27}\ kg$

و لدينا : $E = \Delta m \cdot C^2 = (m_{(\text{متفاعلات})} - m_{(\text{ناتج})})\, C^2$

$$E = (5,0074 \times 10^{-27} + 3,3437 \times 10^{-27}) - (6,6447 \times 10^{-27} + 1,6750 \times 10^{-27}) \times (3,0 \times 10^{8})^2$$

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

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

بعض التحولات :

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

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

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

الفرق بين التفاعلات النووية و التفاعلات الكيميائية .

إليك جدول المقارنة

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

* 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 كمقتفيات 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 الكربون 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 عبارة 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 β و يكشف بالتصوير بالأشعة γ عن الخلل في المنتجات المعدنية و هذا باستعمال (الأيويديوم 192 ، الكوبالت 60 ، السيزيوم 137 و التوليوم 170) كما تقاس الصفائح بدقائق β ، كما تم استعمال النظائر من أجل تحسين زيوت التشحيم و الحصول على اللدائن عالية المقاومة .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

4 – التعقيم : نستعمل لذلك الأشعة γ التي تخرب العضويات الحية في الماء و الأغذية و الحليب ، كما يستفاد من الأشعة في تعقيم الأجهزة الطبية و في بعض اللقاحات .

5- الزراعة : يستفاد من الأشعة في عملية تطعيم البذور الزراعية و الحصول على بذور أجود تكون مقاومة للأمراض النباتية ، كما تستخدم في إبادة الآفات الزراعية .

5 – التأريخ بالكربون : تبين أن أنسجة و عظام الكائن الحي لها نشاط إشعاعي معين ، و قد ثبت أن مصدر هذا النشاط الإشعاعي هو الكربون $^{14}_{6}C$ الذي يدخل ضمن تركيب الأنسجة الحية بنسبة صغيرة جداً، إذ تتعرض ذرات النيتروجين ($^{14}_{7}N$) في طبقات الجو العليا إلى تأثير الأشعة الكونية التي تدخل النيترونات ($^{1}_{0}n$) في تكوينها و بذلك تتحول ذرات الأزوت إلى ذرات الكربون المشع وفق المعادلة $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$ و تأتي 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 الخضور، و بما أن نسبة الكربون ثابتة مادام حياً و ذلك لأنه يعوّض بالتغذية ما يفقده من الكربون المشع في هواء الزفير، وعندما يموت الكائن الحي يتوقف دخول الكربون المشع إلى جسمه و مع مرور الزمن يقل تركيزه فيتحول إلى ($^{14}_{7}N$) و بعد مرور نحو 5700 سنة (دور الكربون المشع) يصبح النشاط الإشعاعي في الجسم الميت نصف ما كان في الجسم الحي و على هذا الأساس يمكن معرفة عمر الكائن الحي .

6 – تقدير عمر الأرض : تبين لدى العلماء أن عنصر اليورانيوم ($^{238}_{92}U$) ينتشر بكثرة في صخور باطن الأرض و على سطحها ، كما أن خاماته تحتوي بالإضافة إلى اليورانيوم على كل عناصر سلسلة اليورانيوم و مشتقاتها و من ضمنها نظير الرصاص المستقر ($^{206}_{82}PB$) ، وبعد دراسة عينة من (U) تبين للعلماء أن النشاط الإشعاعي النسبي لهذه العينات متقاربة، و هذا يدل على أن كل الصخور تكونت في نفس الوقت، و في حالة معرفة كمية اليورانيوم و كمية الرصاص الموجودة في الصخرة يصبح بالإمكان تقدير عمر الأرض، و بهذا قدر عمر الأرض بحوالي أربعة بلايين سنة (العمر الإشعاعي للأرض)

أخطار الإشعاع :

تؤثر الإشعاعات بيولوجيا على الإنسان و هذا التأثير على نوعين :

النوع الأول : التأثير الجسماني : ويظهر غالبا على الإنسان حيث يصاب ببعض الأمراض الخطيرة مثل سرطان الجلد و الدم ، و إصابة العيون بالمياه البيضاء ، و نقص القدرة على الإخصاب .

النوع الثاني : التأثير الوراثي : للإشعاعات أثر وراثي تظهر آثاره على الأجيال المتعاقبة و يظهر ذلك بوضوح على اليابانيين بعد إلقاء القنبلتين النوويتين على هيروشيما و نكزاكي في سبتمبر

1945 مما أدى إلى وفاة الآلاف من السكان و إصابتهم بحروق و تشوهات و إصابة أحفادهم بالأمراض الخطيرة القاتلة (كذلك في الجزائر برقان)

- و يجب 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 .

و لهذا لزم الأمر أن تتضافر الجهود سواء على مستوى الإنسان الفرد أو الجماعات و الدول لدرء هذا الخطر المحدق بنا جميعا و ذلك بالقضاء على كل مسببات التلوث البيئي حتى يتسنى للبشرية جمعاء أن تحيا الحياة الأفضل في ظلال قيم الحب و الخير و الجمال .

الاحتياطات الواجب اتخاذها للوقاية من النشاط الإشعاعي :

وضع العلماء لائحة ببعض الاحتياطيات الواجب اتخاذها من الإشعاع على الشكل التالي :

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

2 – ينبغي تغطية الطاولات و الكراسي 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 و المفاعلات 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 و استعمال أفلام الوقاية و أجهزة كشف الإشعاع

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

7 – يجب وضع ألبسة للوقاية في المعمل و عدم الخروج بها حتى لا تنقل الإشعاعات التي ربما تكون عالقة بها

- أهم مؤسسي علم الفيزياء النووية : لقد لعبت ماري سكولد و فسكا كوري *Marie s . curie* البولونية الأصل و التي أمضت معظم حياتها المهنية في فرنسا ، دوراً مهماً في أول الدراسات حول النشاط الإشعاعي و هي الوحيدة التي نالت جائزة نوبل مرتين عن أعمالها و أعمال زوجها بيار كوري في الحقل العلمي ، و قد اكتشفت عنصر الراديوم و البولونيوم ، فكانت من مؤسسي علم الفيزياء النووية .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تمارين محلولة بالتفصيل

التمرين الأول :

وجد أن $\frac{9}{10}$ من ذرات عينة من عنصر مشع قد تحللت خلال زمن $t = 8\ ans$

- 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

و لدينا العلاقة : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ إذن : $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}$ نجد : $Ln\frac{N_0}{N} = \lambda t$

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

ومنه نجد أن هذا دور العنصر هو : $\tau = \frac{Ln2}{\lambda} = 2,4\ ans$ إذن : $\boxed{\tau = 2,4\ ans}$

التمرين الثاني :

أحسب النشاطية الإشعاعية (سرعة الانحلال) لعينة كتلتها $1\ g$ من النظير $^{90}_{38}Sr$ الذي دوره $\tau = 28\ ans$ و باصدار (β^+)

الحل :

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

1 / حساب الثابت الانحلالي (λ) :

لدينا : $\lambda = \frac{Ln2}{\tau}$ و منه : $\lambda = \frac{0,693}{88,36 \times 10^7} = 7,84 \times 10^{-10}\ s^{-1}$

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

3 / حساب النشاطية (الفعالية) :

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

تمرين الثالث :

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

1 – كم هو عدد الدقائق α ، β^- الناتجة ؟

2 – أكتب معادلة تحول الأورانيوم إلى الرصاص .

الحل :

نعلم أن الاصدار α ينقص العدد الكتلي بمقدار 4

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

حساب عدد دقائق β (N_B) :

ينقص رحيل الدقائق α العدد الذري بمقدار 2 و منه : $N_\alpha \times 2 = 8 \times 2 = 16$ واحدة

في حين يزيد الاصدار β^- في العدد الذري (Z) بمقدار 1 و بالتالي يكون عدد دقائق β^-

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

معادلة تحول الأورانيوم إلى الرصاص :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\beta^- \ (\,{}^{0}_{-1}e)$$

* طريقة ثانية : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{4}_{2}He + y\,\beta^- \ (\,{}^{0}_{-1}e)$

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

و منه : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\beta^- \ (\,{}^{0}_{-1}e)$

التمرين الرابع :

يتهافت عنصر البولونيوم 212 بدور مساو إلى $3,3$ ساعة ، فإذا علمت أن عنصر واحد منه يتهافت بـ $4,5 \times 10^8$ ذرة في الثانية

1 – أحسب ثابت التهافت λ .

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 التهافت : $\lambda = \frac{In2}{\tau}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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

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

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

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

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

4 حساب عدد النوى المتبقية بعد 10 ساعات

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

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

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

التمرين الخامس :

لنفرض مادة مشعة دورها $\tau = 30\ ans$

ما هو الزمن الضروري ليتهافت $99,9\ \%$ من ذرات هذه المادة ؟

الحل :

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

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

من (1) و (2) نجد : $t = \frac{\tau\, Ln \frac{N}{N_0}}{ln\,2} \Leftrightarrow Ln \frac{N}{N_0} = \frac{t \times Ln2}{\tau}$

ت ع : $t = 300\ annees$

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 ؟

الحل :

حساب N : لدينا : $\tau = \frac{Log2}{\lambda}$ و $A = \lambda N$ و منه : $N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \times \tau}{Log2}$

ت ع : $N = \frac{3,7 \times 10^{10} \times (1590 \times 365 \times 3600}{log\ 2} \times 24 = 2,67 \times 10^{21}\ atomes$

و منه تكون كتلة Ra التي تنتج العدد نفسه من التهافت

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

التمرين السابع :

يتهافت الراديوم إلى رادون بدور مساوي إلى 1590 سنة علما أن الرادون نفسه مشع و دوره 3,8 يوماً ، فإذا حُبس $1\,g$ من الراديوم في حيز فارغ .

- ما هي كتلة الرادون عند ما يتحقق التوازن الإشعاعي ؟ يعطى $Ra = 226$ و $R_N = 222$

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)

و بما أن : $N = \frac{m\mathcal{N}}{A} \Leftrightarrow m = \frac{N \times A}{\mathcal{N}}$ .....(2)

بتعويض (2) في (1) نجد :

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

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

و منه : $m_{RN} = 6,43 \times 10^{-6} g$

التمرين الثامن :

كمية من البزموث $^{210}_{83}Bi$ 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)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

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

$N = N_0\, e^{-\lambda t}$ و $\tau = \frac{ln\,2}{\lambda}$ و لدينا : $\left.\begin{array}{l} N_0 = \frac{m_0\,\mathcal{N}}{A} \\ N = \frac{m\,\mathcal{N}}{A} \end{array}\right\}$

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

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

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

2 – حساب كتلة المادة بعد يوم :

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

3 – حساب نصف العمر τ : $\tau = \frac{Ln2}{0,1386} = 5\,jours$

التمرين التاسع :

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

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

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

المطلوب : - أحسب ثابت الانحلال لها العنصر.

- أحسب النشاطية الإشعاعية A_0 عند الحظة $t = 0s$.

الحل :

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

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

بإدخال اللوغاريتم النيبري 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 : $\lambda = 5 \times 10^{-3}\ jour^{-1}$

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

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

التمرين العاشر :

نقذف نواة البريليوم بجسم ^4_2He (α) فينتج تبعا لذلك الكربون و نوترون :

$$^9_4B + {}^4_2He \rightarrow {}^{12}_6C + {}^1_0n$$

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

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

- أحسب الطاقة المتحررة من هذا التفاعل .

الحل :

لدينا : $E_{متحررة} = \Delta m\, c^2$

حساب Δm : $\Delta m = \left[(m(B) + m(He) + \alpha) - (m(C) + m(^1_0n))\right]$

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

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

$\Delta E = 11,172\,Mev$

التمرين الحادي عشر :

إن التوريوم $^{232}_{90}Th$ نشيط إشعاعيا من النوع α و الطاقة الناتجة عن هذا النشاط الإشعاعي تتواجد على شكل طاقة حركية للجسيمة α .

1/ أكتب معادلة الاختزال الحادثة .

2/ أحسب الطاقة المتحررة أثناء هذا الاختزال .

3/ أحسب سرعة الجسيمة α .

يعطى : $m(Th) = 232,0287\,u$ ، كتلة النواة البنت $= 228,0202\,u$

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

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

و لدينا : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ و $\tau = \frac{ln\ 2}{\lambda}$

$$\left.\begin{array}{l} N_0 = \frac{m_0\ \mathcal{N}}{A} \\ N = \frac{m\ \mathcal{N}}{A} \end{array}\right\}$$

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

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

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

2 ـ حساب كتلة المادة بعد يوم :

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

3 ـ حساب نصف العمر τ : $\tau = \frac{Ln2}{0,1386} = 5\ jours$

التمرين التاسع :

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

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

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

المطلوب : ـ أحسب ثابت الانحلال لها العنصر.

ـ أحسب النشاطية الإشعاعية A_0 عند الحظة $t = 0s$.

الحل :

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

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

بإدخال اللوغاريتم النبيري 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 : $\lambda = 5 \times 10^{-3}\ jour^{-1}$

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

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

التمرين العاشر :

نقذف نواة البريليوم بجسم ^4_2He (α) فينتج تبعا لذلك الكربون و نوترون :

$$^9_4B + {}^4_2He \rightarrow {}^{12}_6C + {}^1_0n$$

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

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

ـ أحسب الطاقة المتحررة من هذا التفاعل .

الحل :

لدينا : $E_{متحررة} = \Delta m\ c^2$

حساب Δm : $\Delta m = \left[(m(B) + m(He) + \alpha) - (m(C) + m(^1_0n))\right]$

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

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

$\Delta E = 11,172\ Mev$

التمرين الحادي عشر :

ان التوريوم $^{232}_{90}Th$ نشيط إشعاعيا من النوع α و الطاقة الناتجة عن هذا النشاط الإشعاعي تتواجد على شكل طاقة حركية للجسيمة α .

1/ أكتب معادلة الاختزال الحادثة .

2/ أحسب الطاقة المتحررة أثناء هذا الاختزال .

3/ أحسب سرعة الجسيمة α .

يعطى : $m(Th) = 232,0287\ u$ ، كتلة النواة البنت $= 228,0202u$

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

لدينا : $\Delta E = \Delta m\, C^2$ أي : $\Delta E = [\,(m(Th) - (m(a) + m(X))\,]\, C^2$

$\Delta E = [\,232,0287 - (228,0202 + 4,0026)\,] \times 931,5 = 5,49\ Mev$

معادلتي الاختزل : (الـــراديوم) $^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{228}_{88}Ra$

حساب السرعة : v_a لدينا $\Delta E = m_a\, C_a^2$ حيث ΔE بالجول)

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

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

و منه : ..... $v_a = 1,1496 \cdot 10^{7}\ m/s$

التمرين الثاني عشر :

أحسب الطاقة المتحررة من اندماج نواتي دنيبروم $^{2}_{1}H$ لتكوين نواة هليوم وفق المعادلة التالية:

$$2 \times {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{1}H + \text{طاقة}$$

علما أن : $^{2}_{1}H = 2,0141\ u$ ، $^{4}_{2}He = 4,0026\ u$

الحل :

علما أن : $^{2}_{1}He = 2,0141\ \mu$ ، $^{4}_{2}He = 4,0026\ \mu$

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

$E_{المتحررة} = 23,8336\ Mev$

التمرين الثالث عشر :

لتكن الأنوية التالية : $^{5}_{3}Li = 5,0109\ u$ ، $^{6}_{3}Li = 6,0135\ u$ ، $^{4}_{2}He = 4,0015\ u$

1/ أحسب طاقة الربط المتوسطة لكل نيكليون من هذه الأنوية .

2/ تعتبر التفاعلات النوويين التاليين :

(1) ..... $^{5}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H$

(2) ..... $^{6}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$

أ- أحسب في كل حالة طاقة التفاعل .

ب- أي تفاعل يحدث تلقائيا ؟

الحل :

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

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

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

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

2/ أ /حساب الطاقة النووية : من أجل التفاعل (نقذف الليثيوم حتى ينشطر)

$$^{5}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \xrightarrow{\Delta E} {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{1}_{1}H$$

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

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

$$^{6}_{3}Li \xrightarrow{\Delta E} {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$$

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

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

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

التمرين الرابع عشر :

تعطى ذرة البور $^{10}_{5}B$ ، إذا علمت أن : $M_p = 1,00728\ u$ و $M_N = 1,00856\ u$

- أحسب النقص في الكتلة و طاقة التماسك الكلية بالجول و بالميغاإلكترون فولط .
- أحسب طاقة التماسك لكل نوكليون (نوية).

الحل :

1/

$\Delta m = Z\,(m_p + m_N) - m(B)$

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

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

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين الخامس عشر :

نقوم بدمج نواة ديتريوم $({}^{2}_{1}H)$ بنواة ترنيوم ${}^{3}_{1}H$ فيتحرر نوترون و تنتج نواة الهليوم ${}^{4}_{2}He$

أ/ أكتب معادلة التفاعل النووي الحادث.

ب/ أحسب مقدار الطاقة الناتجة من هذا التفاعل

نعطي : ${}^{2}_{1}H = 2,0147\ u$ ، ${}^{4}_{2}He = 4,0026\ u$ ، ${}^{3}_{1}H = 3,0165\ u$ ،

$n = 1,0087\ u$

الحل :

أ/ كتابة المعادلة : ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$ (مبدأ صناعة القنبلة الهيدروجينية)

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

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

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

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

التمرين السادس عشر :

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

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

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

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

2/ إذا اعتبرنا أن ${}^{238}_{92}U$ تتهافت إشعاعيا لتعطي ${}^{206}_{82}Pb$ و ينتج عن هذا الإشعاع α ، β

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,\alpha + y\,\beta^-$$

1/ أوجد x و y .

2/ أحسب ΔE خلال هذا التهافت .

3/ نعتبر صخرة معدنية قديمة تحتوي في اللحظة t على $1g$ من ${}^{238}_{92}U$ و $10\ mg$ من ${}^{206}_{82}Pb$ فإذا اعتبرنا لحظة $t=0$ هي اللحظة التي تكونت فيها الصخرة ، و أن ${}^{206}_{82}Pb$ قد ناتج عن تهافت ${}^{238}_{92}U$ و أن دور الإشعاع للأورنيوم هو $\tau = 4,5 \times 10^{9}\ ans$

- أوجد عمر هذه الصخرة.

الحل :

1/ حساب طاقة الربط : لدينا $E_L = \Delta m\, C^2$

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

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

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

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

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

$${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}H + 6\,{}^{0}_{-1}e$$

ب/ الطاقة المحررة خلال التهافت هي :

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

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

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

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

* لدينا قانون التهافت $N = N_0\, e^{-\lambda t}$ و $\lambda = \frac{Ln2}{\tau}$

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

$$N_U = (N_{Pb} + N_U)\, e^{-\lambda t} \quad \text{و} \quad \lambda = \frac{0,634}{4,5 \times 109} = 1,54 \times 10^{-10}\ ans^{-1}$$

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

أي العمر التقريبي للصخرة : .....

$$t = 7,46 \times 10^{7}\ ans$$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين السابع عشر :

تعتبر النوكليدة $^{212}_{83}Bi$ (البزموث) تتهافت إشعاعيا (α)

1/ أذكر قوانين الانحفاظ التي تخضع لها التفاعلات النووية .

2/ أكتب بالاعتماد على الجدول معادلة هذا التهافت و تعرف على $^{A}_{z}X$ المتولدة .

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

3/ أحسب الطاقة المتحرّرة خلال هذا التهافت .

4/ إذا علمت أن الطاقة الناتجة عن هذا التهافت تحول كليا إلى طاقة حركية (α)

- بيّن أن الطاقة الحركية $E_C(\alpha)$ للدقيقة α تعطى بالعبارة التالية $E_C(\alpha) = \dfrac{\Delta E}{1 + \dfrac{m(\alpha)}{m(Tl)}}$

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

الحل :

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

2/ كتابة معادلات التهافت :

$$Bi \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{z}Tl$$

$$^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{208}_{81}Tl$$

3/ الطاقة المتحررة :

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

4/ بما أن مبدأ انحفاظ كمية الحركة محقق إذن :

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

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

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

و بما أن الطاقة الكلية لهذا التهافت هي :

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

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

و هذا يعني أن 98% من الطاقة الناتجة تأخذها (α)

التمرين الثامن عشر :

أحسب 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 : $\tau = \dfrac{Ln2}{\lambda}$ أي : $\lambda = \dfrac{Ln2}{\tau} = \dfrac{0,693}{87,1} = 7,95 \cdot 10^{-3}\ ans^{-1}$

* حساب الكتلة المتبقية بعد مضي $36,13\ ans$

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

و منه : $N = 20\, e^{-7,95.10^{-3} \times 36,13} = 15\ mg$ أي : $N = 15\ mg$

التمرين التاسع عشر :

لتكن النويدنين $^{226}_{88}Ra$ و $^{222}_{86}Rn$ ، $m(Ra) = 225,977\ u$ ، $m(Rn) = 221,970\ u$

1/ عرّف طاقة الربط E_L للنواة .

2/ أحسب الربط لنواة Rn

3/ 1- قارن طاقة الربط بين Rn و Ra ، إذا علمت أن طاقة الربط لنواة الراديوم $E(Ra) = 7,74\ Mev/nucleon$

2/3 – أوجد النويدة أكثر استقرارا .

1/4- تهافت نويدة الراديون إلى نويدة الراديوم و يرافق هذا التهافت انطلاق إشعاع
- حدّد نوع هذا الإشعاع.
- أكتب معادلة هذا التهافت

2/4- لتكن $N_0 = 10^{25}$ عدد نويدات الراديوم عند اللحظة $t = 0\ s$ و N عدد النويدات المتبقية عند اللحظة $t = \tau/2$ حيث τ دور الإشعاع للنويد.
- أحسب N

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

1/ طاقة الربط لنواة ${}^{A}_{Z}X$ هي الطاقة اللازمة لفصل نويتها و هي في حالة سكون و نعبر عنها :

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

2/ طاقة الربط لنواة Rn :

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

3/ و منه طاقة الربط بالنسبة لنوية النواة الرادون :

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

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

4 / 1 - الإشعاع المنطلق هو $({}^{4}_{2}He)\alpha$: معادلة التهافت ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{226}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

4 / 2- لما : $t = \frac{\tau}{2}$

يكون :

$$N = N_0\, e^{-\lambda t} = N_0\, e^{-\lambda \frac{\tau}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \lambda\, N = \ln 2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

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

$N = 7{,}07 \times 10^{24}$ نويـة

التمرين العشرون :

حدد النيكليد X في المعادلات التالية ثم وازن المعادلة

1) ${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{1}H$	7) ${}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}H + {}^{A}_{Z}X$
2) ${}^{9}_{4}B + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{12}_{6}C$	8) ${}^{106}_{47}Ag \longrightarrow {}^{106}_{48}Cd + {}^{A}_{Z}X$
3) ${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{17}_{8}O$	9) ${}^{A}_{Z}X + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{15}_{8}O + {}^{1}_{0}n$
4) ${}^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{26}_{12}Mg$	10) ${}^{27}_{13}Al + {}^{0}_{0}\gamma \rightarrow {}^{A}_{Z}X + 2\,{}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$
5) ${}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{57}_{27}Co + {}^{1}_{0}n$	11) ${}^{16}_{8}O + {}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n$
6) ${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{A}_{Z}X$	12) ${}^{A}_{Z}X + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

الحل :

تحديد النيكليد X

1) ${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{17}_{7}N + {}^{1}_{1}H$	7) ${}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}H + {}^{0}_{-1}e$
2) ${}^{9}_{4}B + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{12}_{6}C$	8) ${}^{106}_{47}Ag \longrightarrow {}^{106}_{48}Cd + {}^{0}_{-1}e$
3) ${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{17}_{8}O$	9) ${}^{2}_{1}H + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{15}_{8}O + {}^{1}_{0}n$
4) ${}^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{26}_{12}Mg$	10) ${}^{27}_{13}Al + {}^{0}_{0}\gamma \rightarrow {}^{24}_{11}Na + 2\,{}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$
5) ${}^{55}_{25}Mn + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{57}_{27}Co + {}^{1}_{0}n$	11) ${}^{16}_{8}O + {}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{249}_{100}Fm + 5\,{}^{1}_{0}n$
6) ${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e$	12) ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

التمرين الواحد و العشرون :

يمكن تبسيط المعادلات النووية ${}^{A}_{Z}X\,(x\,;y)\,{}^{A'}_{Z'}X'$

حيث تمثل القذيفة x و تمثل الجسيمة الناتجة y.

مثال : ${}^{24}_{12}Mg + {}^{2}_{1}d \longrightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{22}_{11}Na$ تبسيط كالتالي :

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

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

الحل :

${}^{14}_{6}C\,(\alpha\,,{}^{1}_{1}H)\,{}^{17}_{7}N$ /1	${}^{55}_{25}Mn(\alpha\,,2\,{}^{1}_{0}n)\,{}^{57}_{27}Co$ /5	${}^{14}_{7}N\,({}^{2}_{1}H\,,{}^{1}_{0}n)\,{}^{15}_{8}O$ /9
${}^{9}_{4}B(\alpha\,,{}^{1}_{0}n)\,{}^{12}_{6}C$ /2	${}^{30}_{15}P(\ ,{}^{0}_{1}e)\,{}^{30}_{14}Si$ /6	$Al(\gamma\ ,(H,n)Na$ /10
${}^{14}_{7}N(\alpha\,,{}^{1}_{1}H)\,{}^{17}_{8}O$ /3	${}^{3}_{1}H(\ ,{}^{0}_{-1}e)\,{}^{3}_{2}He$ /7	${}^{238}_{92}U({}^{16}_{8}O\,,5\,{}^{1}_{0}n)\,{}^{249}_{100}Fm$/11
${}^{23}_{11}N(\alpha\,,{}^{1}_{1}H)\,{}^{26}_{12}Mg$ /4	${}^{106}_{47}Ag(\ ,{}^{0}_{-1}e)\,{}^{106}_{48}Cd$ /8	${}^{3}_{1}H\,({}^{2}_{1}H\,,{}^{1}_{0}n)\,{}^{4}_{2}He$ /12

التمرين الثاني و العشرين :

تتحول ذرة البولنيوم ${}^{210}_{84}Po$ 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 : $Pb = 206{,}0789\ u$ ، $Po = 210{,}0856\ u$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

أ/ كتابة المعادلة : $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

ب/ حساب الطاقة المتحررة :

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

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

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

التمرين الثالث و العشرون :

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

المرحلة1 : يتحول الأورنيوم $^{238}_{92}U$ عند قذفه بنترون $(^{1}_{0}n)$ إلى نظير الأورنيوم $^{239}_{92}U$

المرحلة2 : يتلقى الأورنيوم $^{239}_{92}U$ انشطار من $(^{0}_{-1}e)\beta^-$ ليتحول إلى نواة $^{A}_{Z}X$

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

المرحلة4 : تتلقى الواة $^{A'}_{Z'}X'$ انشطار من نوع $(^{4}_{2}He)\alpha$

أ/ بالاعتماد على قوانين الانحفاظ أكتب التفاعل النووي الحادث في كل مرحلة مع تحديد العنصرين $^{A}_{Z}X$ و $^{A'}_{Z'}X'$

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

الحل :

أ/ المرحلة1 : $^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{239}_{92}U$

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

المرحلة3 : $^{239}_{93}Np \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{239}_{94}Pu$ (البلوتونيوم)

المرحلة4 : $^{239}_{94}Pu \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{235}_{92}U$ (الأورنيوم)

ب/ حساب الطاقة المتحررة : أنظر التمرين السابق

التمرين الرابع و العشرون :

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

1/ $^{7}_{3}Li + \ldots \longrightarrow 2\ {}^{4}_{2}He$

2/ $^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + \ldots$

الحل :

1/ $^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \longrightarrow 2\ {}^{4}_{2}He$

حساب الطاقة المتحررة :

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

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

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

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

2/ $^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

حساب الطاقة المتحررة :

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

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

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

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

التمرين الخامس و العشرون :

يعطى $1\ g$ من $^{212}_{83}Bi$ حوالي 928.10^{18} تهافتا في $34,5\ mn$

1/ أوجد نصف عمر الـ $^{212}_{83}Bi$

2/ ما هو حجم الهليوم $^{4}_{2}He$ الناتج في زمن $1\ heure$ من $1g$ و هذا في الشروط النظامية ؟

الحل :

لدينا : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ ..... (1) و $\tau = \frac{Ln2}{\lambda}$ ..... (2)

من (1) و (2) نحصل على : $\lambda = -\frac{1}{t} Ln \frac{N}{N_0}$ و منه : $\tau = \frac{t \cdot Ln2}{Ln(N_0/N)}$

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

$$\begin{cases} 212\ g \longrightarrow 6,023.10^{23} & \text{ذرة} \\ 1\ g \longrightarrow N_0 & \text{ذرة} \end{cases} \Longrightarrow N_0 = 2839 \cdot 10^{18}\ atomes$$

* حساب الكمية المتهافتة N :

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

* حساب دور نصف العمر τ :

$$\tau = \frac{34,5 \times 0,693}{Ln(2839.10^{18}/1911.10^{18})} = 60,78\ mn$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

و $\lambda = \frac{Ln2}{\tau} = 0,0114\ mn^{-1}$

2/ حساب حجم الهليوم الناتج في الساعة :

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

و لدينا كمية الهليوم الناتجة = كمية Bi المتهافتة

* حساب كمية Bi المتهافتة :

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

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

إذن : $n = N_0\ (1 - e^{-\lambda t}) = 4,72.10^{-3}\ (1 - e^{-0,0114 \times 60}) = 2,189\ mole$

و عليه : $V = \frac{nRT}{P} = \frac{2,189.10\text{-}3 \times 0,082 \times 273}{1} = 0,049\ l$

أي : $V = 49\ ml$ .....

التمرين السادس و العشرون :

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

لدينا : $A = \lambda N$ و منه : $\frac{A_0}{A_1} = \frac{N_0}{N_1} = \frac{N_0}{N_0\ e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t}$

بإدخال اللوغاريثم نحصل على : $Ln\frac{A_0}{A_1} = \lambda t \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} Ln\frac{A_0}{A_1}$

و لدينا : $\tau = \frac{Ln2}{\lambda}$ و عليه : $t = \frac{\tau}{0,693} Ln\frac{A_0}{A_1} = \frac{5590}{0,693} Ln(\frac{12,6}{7,3})$

و منه : $t = 4422\ ans$ إذن عمر العينة الخشبية أربع و أربعين قرنا و 22 سنة .

التمرين السابع و العشرون

لتعيين حجم الدم في حيوان ، قام العلماء البيولوجيون بحقنه بمحلول يحوي نظير الصوديوم ^{24}Na ، و كان حجم الحقنة $1cm^3$ و بعد 6 ساعات من الحقن نزع العلماء $1cm^3$ من دم هذا الحيوان فبلغت فعالية الإشعاع فيه $1dpm$.

فإذا علمت أن الدور الإشعاعي للصوديوم المقدم هو $\tau = 18\ h$ و فعاليته $2.10^3\ dpm$.

* 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

$A_{6h} = \lambda N_{6h}$ و $A_0 = \lambda N_0$ ..... (1)

و $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ ..... (2)

من (1) و (2) نجد : $A_{6h} = \lambda N_{6h} = \lambda N_0\ e^{-\lambda(6h)}$ و لدينا : $\lambda = \frac{Ln2}{\tau}$

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

و منه يكون حجم الدم :

$1\ cm^3 \longrightarrow 1\ dpm$

$x\ cm^3 \longrightarrow 1587,40\ dpm$

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

التمرين الثامن و العشرون :

تقذف أنوية اليورانيوم $^{235}_{92}U$ في قلب مفاعل نووي بنترونات بطيئة ، فتنشطر وفق المعادلة التالية : $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n +$ 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 مقدارا من الطاقة $(0,393\ Mjoules)$، فاحسب كتلة الفحم التي تعطي نفس الطاقة التي يعطيها انشطار $1g$ من $^{235}_{92}U$

موقع الدراسة الجزائري www.eddirasa.com
قلم الجزائر WWW.DZPEN.COM

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

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

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

الحل :

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

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

2/ أ- لدينا : 1 نواة $\xrightarrow{\text{تحرر}}$ $200.10^6\ ev$

N نواة $\xrightarrow{\text{تحرر}}$ $N \times 200.10^6\ ev$

و عليه : $235g \xrightarrow{\text{تحرر}} N \times 200.10^6\ ev$

$1\ g \xrightarrow{\text{تحرر}} E$

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

ب/ حساب كتلة الفحم m_c التي تحرر نفس الطاقة :

$12\ g \longrightarrow 0,393 . 10^6\ joules$

$m_C \longrightarrow 8,21 . 10^{10}\ joules$

و منه : $m_C = \frac{8,21 . 10^{10} . 12}{0,393 . 10^8} = 2,51 . 10^6\ g$ أي : $m_C = 2,51\ tonnes$

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

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

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

و عليه تكون الطاقة الحرارية :

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

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

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

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

التمرين التاسع و العشرون

في تفاعل انشطاري لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بواسطة نيترون (^1_0n) نتج عنها نواة الموليبدنوم $^{95}_{42}Mo$ و نواة الانتانوم $^{139}_{57}La$ و تنطلق إشعاعات (β^-) و عدد من النيترونات ، و ينتج كذلك مقدار من الطاقة الحرارية .

1/ أكتب معادلة الانشطار النووي السابق.

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

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

أحسب بالجول و Mev الطاقة المتحررة بالانشطار لنواة اليورانيوم، ثم لـ 1 mole من نواة $^{235}_{92}U$

علما أن : $1\ u = 1,67 . 10^{-27}$ ، $C = 3 . 1^8\ m/s$

الحل :

1/ معادلة الانشطار :

$^{235}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{95}_{42}Mo + {}^{139}_{57}La + 7\ {}^0_{-1}\beta + 2\ {}^1_0n +$ طاقة

2/ حساب الطاقة الناتجة : $\Delta E = \Delta m . C^2 = [(m_{Mo} + m_{La} + 2\ m_n) - (m_U + m_n)]C^2$

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

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

* حساب ΔE بـ Mev $\Delta E = \Delta m \times 931,5 = -0,22326 \times 931,5 = -207,96\ Mev$

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

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

التمرين الثلاثون



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

1-1/ تتهافت نواة الثريوم $^{230}_{Z}Th$ إلى نواة $^{A'}_{28}Ra$ و ينتج عن ذلك إشعاع من نوع α

أ / ماذا تمثل α

ب/ أكتب معادلة تهافت السابق مع

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تحديد A' و Z .

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

1-3/ أكتب معادلة تناقص الإشعاع ثم أحسب ثابت التهافت λ بـ ans^{-1}

1-4 / من بين العناصر التالية :

أ/ عمر النواة ب/ العدد الابتدائي للنواة N_0

جـ/ درجة الحرارة د/ طبيعة النواة

ما هو العنصر الذي يرتبط به نصف العمر .

1-5 / إذا علمت أن التريوم ^{230}Th ينتمي إلى عائلة اليورانيوم ^{238}U ، و هي عائلةتتألف من مجموعة الأنوية المتهافتة عبر سلسلة من التهافتات المستمرة إلى نواة الرصاص المستقرة ^{206}Pb ، فإذا كانت هذه بعض سلسلة التهافت :

$$^{230}_{92}U \xrightarrow{1} {}^{234}_{90}Th \xrightarrow{2} {}^{234}_{91}Pa \xrightarrow{3} {}^{234}_{Z_4}U \xrightarrow{4} {}^{230}_{Z_5}Th$$

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 α نواة الهليوم ^4_2He

* $^{230}_{Z}Th \longrightarrow {}^4_2He + {}^{A}_{88}Ra$ بتطبيق قانون انحفاظ لـ " سودي " نجد أن :

أ/ انحفاظ العدد الكتلي : $230 = 4 + A \Rightarrow A = 226$

ب/ انحفاظ العدد الشحني : $Z = 2 + 88 = 90$

و عليه تصبح المعادلة كالتالي : $^{230}_{90}Th \longrightarrow {}^4_2He + {}^{206}_{88}Ra$

1-2/ تعني بزمن نصف العمر هو المدة التي تتهافت فيها نصف الأنوية :

$t = t_{1/2} \Rightarrow N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ ومن البيان نجد من أجل $\frac{N(t)}{N_0} = 0,5$ نجد أن

$t_{1/2} = 7,5.10^4\ ans$

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

حساب λ : $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}} = \frac{ln2}{7,5.10^4} = 9,2 . 10^{-6}\ ans$

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

1-5/ تحديد Z_4 و Z_5 :

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

أ/ المرحلة1 (التهافت 1) $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{A}_{Z}X$

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

إذن طبيعة الإشعاع الناتج هو من نوع α (^4_2He) أي : $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$

تهافت (2) $^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{A}_{Z}X$

و منه نجد : $A = 0$ و $Z = -1$ و يكون الإشعاع هو من نوع β^- $(^0_{-1}e)$

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

$$^{224}_{92}U \longrightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^4_2He$$

ب/ إثبات ثابت النسبة :

لدينا : $N(t) = N_0\ e^{-\lambda t}$ و منه : $A = -\frac{dN(t)}{dt} = -\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt} = \lambda\ N_0\ e^{-\lambda t}$

أي : $A = \lambda\ N(t)$

1/ من أجل ^{230}Th ، نعتبر λ_1 ثبت التهافت لهذه النواة $A(t) = \lambda_1\ N(Th)$

2/ من أجل ^{238}U ، نعتبر λ_2 ثبت التهافت لهذه النواة $A(t) = \lambda_2\ N(U)$

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

و عليه نجد : $\frac{N(^{230}Th)}{N(^{238}U)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \lambda$ إذن النسبة ثابتة

التمرين الواحد و الثلاثون

*** دراسة الإشعاعات في عائلة اليورانيوم :**

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

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^4_2He$$

1-1/ أذكر نوع التهافت الإشعاعي في هذا التفاعل .

1-2 / أذكر العلاقة التي تعطي Δm للنواة $^{A}_{Z}X$ ذات الكتلة m_X ، ثم أحسب التغير في الكتلة لنواة الراديوم بوحدة الكتلة الذرية u

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

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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

أ/ عرّف طاقة الربط للنواة E_L .

ب/ أحسب بالجول طاقة الربط للراديون $E_L\,(Rn)$.

جـ/ تحقق من أن هذه الطاقة مساوية إلى $1,71\times10^{3}\ Mev$.

د / استنتج طاقة الربط للنكليود E_L/A لنواة الراديوم بـ Mev .

5-1 / أحسب الطاقة الناتجة من تهافت الراديوم إلى الراديون بالجول و بـ Mev .

II / انشطار الأورانيوم : يوجد في الطبيعة نظيران من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$

* في مركز نووي يتم قذف نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ فتنشطر إلى نواة الزركونيوم $^{99}_{40}Zr$ و التيليريوم $^{134}_{52}Te$

أ/ ماذا تعني كلمة نظير ؟ ب / أذكر تعريف الانشطار جـ / أكتب معادلة هذا الانشطار

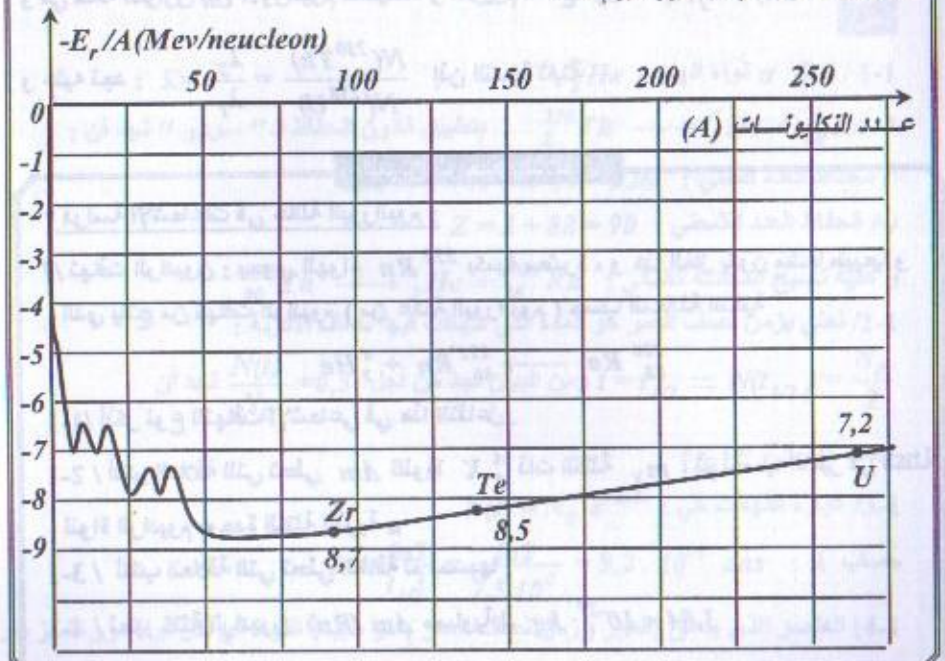
III / تم وضع النويات U ; Zr ; Te في المنحنى الأسفل ، بالاعتماد على هذا المنحنى :

1/ أوجد الطاقة الناتجة من انشطار نواة اليورانيوم

2 / تهافت نواة Zr الناتجة من انشطار اليورانيوم لتعطي لإشعاع β^- و نواة النيوبيوم Nb .

أ/ أذكر تعريف الإشعاع β^-

ب/ أكتب معادلة تهافت الزركنيوم Zr .



الحل : (من أجل معرفة المعطيات أنظر الدرس)

1-1 / الإشعاع الناتج عن التهافت هو الإشعاع $\alpha\ (^4_2He)$

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

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

3-1 / حساب طاقة الربط (Ra):

$$\Delta E = \Delta m\,.\,C^2 = 1,66\,.\,10^{-27}\times1,881\times(3\,.\,10^8)^2 = 2,8111.10^{-10}\ joule$$

4-1 / تعريف طاقة الربط : هي الطاقة الواجب إعطاءها لفصل نكليون من النواة و تعطى عبارتها كما يلي :

ب/ $$E_L\,(Rn) = \Delta m\,.\,C^2 = 3,04\,.\,10^{-27}\times(3\,.\,10^8)^2 = 2,736\times10^{-10}\ joule$$

جـ / حساب الطاقة بـ Mev : $$E_L = \frac{2,736\,.\,10^{-10}}{1,6\,.\,10^{-13}} = 1,71\times10^{3}\ Mev$$

د/ طاقة الربط للنكليون هي : $$E_L = \frac{E_L}{A} = \frac{E_L\,(Rn)}{222} = 7,7\ Mev.nucléon$$

5-1 / حساب الطاقة : $$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

$$\Delta E = [\,(m_{Rn} + m_{He}) - m_{Ra}\,].\,C^2 = -8,97\,.\,10^{-13}\ joule$$

II / انشطار الأورانيوم :

أ/ النظير هو كل عنصر يتغير عدده الكتلي و يبقى 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 و كذلك قانون حفظ الشحن .

مثال : $$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{99}_{40}Zr + {}^{134}_{52}Te + 3\,{}^{1}_{0}n$$ و تنتج طاقة

III / $$E_{Liberee} = 235\,E_L/A(U) - [\,99\,E_L/A(Zr) + 134\,E_L/A(Te)\,] < 0$$

لأنها تنشر طاقة للوسط الخارجي

من البيان نجد : $\frac{E_L}{A(U)} = 7,2Mev/n$ ، $\frac{E_L}{A(Zr)} = 8,7\ Mev/n$ ، $\frac{E_L}{A(Te)} = 8,5Mev/n$

إذن : $$E_{Liberee} = 235\times7,2 - [\,99\times8,7 + 134\times8,5\,] = -3,1\times10^{2}\ Mev$$

2/ أ / الإشعاع β^- هو عبارة عن إلكترون $^{0}_{-1}e$

ب/ المعادلة : $$^{99}_{40}Zr \longrightarrow {}^{99}_{41}Nb + {}^{0}_{-1}e$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

VI – تحديد عمر الأرض :

1- دراسة عائلة اليورانيوم ^{238}U – الرصاص ^{206}Pb

نحن نعلم أن نواة اليورانيوم ^{238}U مشعة طبيعيا فهي تتهافت عبر سلسلة مستمرة من التهافتات إلى أن يعطي نواة الرصاص المستقرة، و ندرس هذا الموضوع مع عدم الأخذ بعين الاعتبار الإشعاع γ الناتج .

1 – 1 في المرحلة الأولى نواة اليورانيوم $(^{238}_{92}U)$ تشع إشعاعا من نوع α و نواة التوريوم $^{A}_{Z}Th$

أ/ ماذا نعني بقولنا نواة مشعة .

ب/ أكتب المعادلة النووية لتهافت $(^{238}_{92}U)$ إلى $^{A}_{Z}Th$ مع تحديد A و Z .

2-1 / ففي المرحلة الثانية تتهافت نواة التريوم $^{A}_{Z}Th$ بدورها إلى نواة $^{A'}_{Z'}Pa$ البروتاكتينيوم و ينطلق إشعاع من نوع $^{0}_{-1}e$

- أكتب معادلة التفاعل .

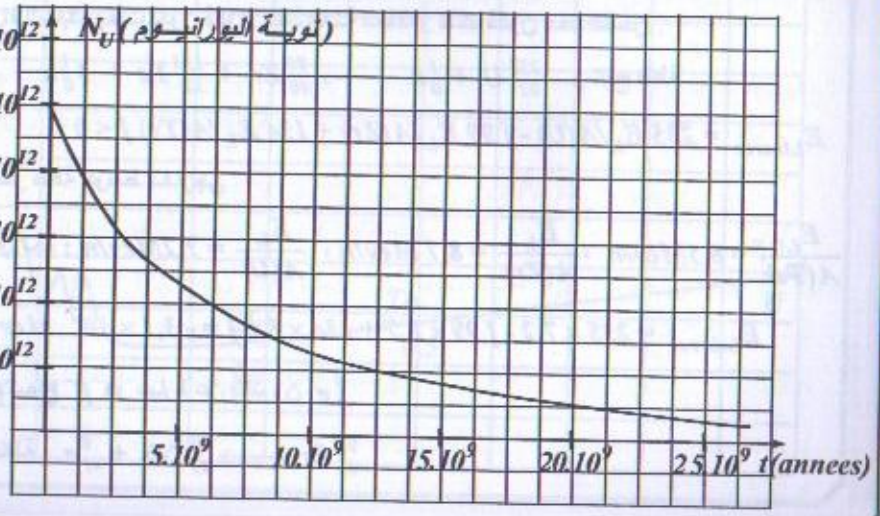
3-1 / نعطي معادلة تهافت نواة اليورانيوم إلى نواة الرصاص كالتالي :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\ {}^{0}_{-1}e + y\ {}^{4}_{2}He \quad ،$$

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/ أستنتج من البيان ثابت الزمن τ للأورانيوم ^{238}U ثم أستنتج قيمة ثابت التهافت λ .

ج/ أكتب 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} نرمز لها $N_{Pb}(terre)$ تساوي $2{,}5\times10^{12}\ atomes$

أ / أكتب العبارة التي تربط بين $N_U(terre)$ ، $N_U(0)$ ، $N_{Pb}(terre)$

ب / أحسب كمية $N_{U}(terre)$ لذرة اليورانيوم

ج/ أستنتج عمر العينة الصخرية أي عمر الأرض .

الحل :

1-1- أ/ نعني بالنواة المشعة النواة غير المستقرة و بالتالي فهي تصدر إشعاعات من نوع α أو β أو γ

1-1- ب / كتابة المعادلة $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{Z}Th + {}^{4}_{2}He$

و حسب انحفاظ النيكليونات و الشحنات نجد : $A = 238-4 = 234$ ، $Z = 92-2 = 90$

إذن : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

2-1/ كتابة معادلة النووي : $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$

$A' = 234$ ، $Z' = 91$ ، الإشعاع الناتج هو من نوع β^- (إلكترون)

3-1/ تحديد x و y

بتطبيق قانون حفظ الشحن و الكتل نجد:

$$\begin{cases} 238 = 206 + x(0) + 4y \\ 92 = 82 - x + 2y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 8 \\ x = 6 \end{cases}$$

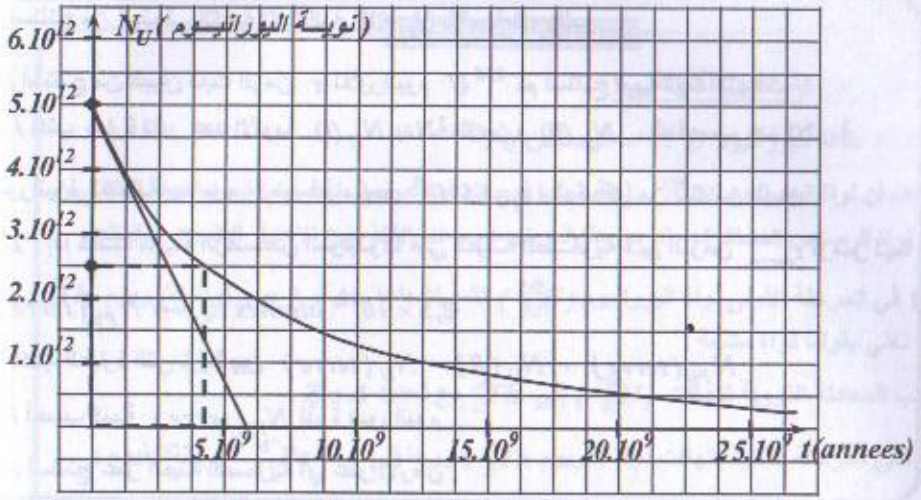
2-1- أ / الكمية الابتدائية :

من البيان نجد أن الكمية الابتدائية $(t = 0)$ هي : نـواة $N_U(0) = 5\times10^{12}$

2 – 1 – ب / $N_U(t) = N_U(0)\,e^{-\lambda t} = N_U(0)\,e^{-t/T}$ حيث : $\lambda = \frac{1}{T}$

نقوم برسم المماس للمنحنى و الذي يمر من $N(0)$ ، نجد أن هذا المماس يقطع محور الزمن عند النقطة $T = 6{,}5\times10^9\ ans$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



كما يمكن أن نحسب ثابت الزمن هذا انطلاقا من الدور :

$$t_{1/2} = T \cdot \ln 2 = 4,5 \cdot 10^9 \ ans \Rightarrow T = \frac{4,5 \cdot 10^9}{0,639} = 6,5 \cdot 10^9 \ ans$$

و عليه نجد أن ثابت التهافت λ : $\lambda = \frac{1}{T} = 1,5 \cdot 10^{-10} \ ans^{-1}$

2 – 1 – جـ / $N_U(t) = N_U(0)\, e^{-\lambda t} = N_U(0)\, e^{-t/\tau}$

و عليه نجد : نـــواة $N_U(t_1) = 5,0 \times 10^{12} \exp(-1,5 \times 10^9 / 6,5 \times 10^9) = 4,01 \times 10^{12}$

2 – 1 – ب / نجد أن نصف العمر يكون عندما تتهافت نصف الكمية من المادة $N_U(t)/2$ و عليها نجد أن الزمن الموافق هو $\tau = t_{1/2} = 4,5 \times 10^9 \ ans$

2-2 – ا / $N_U(terre) = N_U(0) - N_{Pb}(terre)$

2 – 2 – ب / نواة $N_U(terre) = 5 \times 10^{12} - 2,5 \times 10^{12} = 2,5 \times 10^{12}$

2 – 2 – جـ / إذن نستنتج أن عمر الأرض يمكن تحديدها كما يلي :

$N_U(terre) = N_U(0)\, e^{-t_{terre}/T}$ بإدخال اللوغاريثم : $\ln \frac{N_U(t_{terre})}{N_U(0)} = -\frac{t_{terre}}{T}$

و منه : $t_{terre} = -T \ln \frac{N_U(t_{terre})}{N_U(0)} = 4,5 \times 10^9 \ ans$

أي أن عمر الأرض هو : ..... $\boxed{t_{terre} = 4,5 \times 10^9 \ ans}$

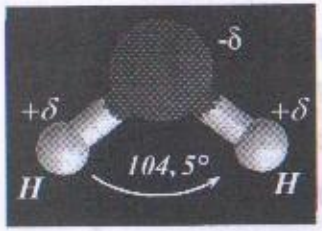
المجال *I* : الوحدة رقم :04

تطور جملة كيميائية

I- PH- المحلول المائي

قبل التعرف على PH- المحلول يجب أن نتعرف على المحاليل المائية الشاردية والقوانين الضابطة لها.

1- بنية جزيئ الماء: يتالف جزيء الماء من ذرتين هيدروجينيتين مرتبطتين بذرة أكسجين على شكل مثلث متقايس الساقين حيث تقدر المسافة $(H - O) = 1,013\ A^\circ$ والمسافة $(H - H) = 1,63\ A^\circ$ 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 مُحلاً للأجسام الشاردية ذات الجزيئات المستقطبة.

- قوانين مهمة:

ا - التركيز المولي الحجمي: هو نسبة عدد مولات المذاب وحجم المحلول باللتر

$$C_v = \frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{حجم المحلول}} \quad \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$$

ب - التركيز الكتلي: والنسبة بين كتلة المذاب بالغرام وحجم المحلول باللتر

$$C_m = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \quad \left(\frac{\text{g}}{\text{l}}\right)$$

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.

$$\text{المكافئ الغرامي} = \frac{\text{الكتلة المولية (M)}}{\text{التكافؤ (ne}^-\text{)}}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

و - العيارية: هي التركيز المولي × ne^-

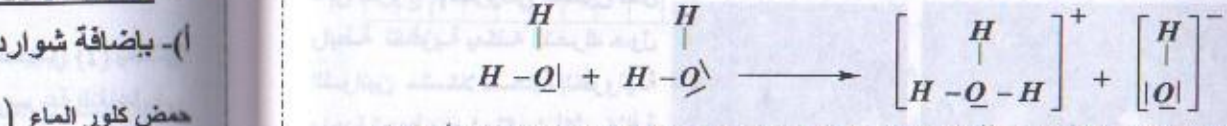
ي - قانون التخفيف: عند تخفيف محلول بالماء المقطر يكون أثناء التوازن

$C.V=C'V'$ (قبل التخفيف) ، حيث (حجم الماء المقطر) $V'=V+V_e$ (بعد التخفيف)

3- تشرد الماء:

أ- الناقلية الكهربائية للماء النقي: لقد وجد العالم كوهلروس أن ناقلية الماء النقي عند $25\,^\circ C$ تساوي $w=5,5\times10^{-6}\ S/M$ أي أنه ناقل ضعيف للتيار الكهربائي، ندعو هذه الخاصية بالتقلد الذاتي للماء *(Auto protolyse)*.

ب- تفاعل التفكك الذاتي للماء: يحدث تشرد الماء عند انتقال بروتون H^+ من جزيئ إلى آخر فتشكل نتيجة لذلك شاردتين OH^- و H_3O^+ 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:

$$H_3O^+ + OH^- \underset{1}{\overset{2}{\rightleftharpoons}} 2H_2O$$

وهو تفاعل بين حمض وأساس، كما أنه تفاعل عكوس.

4- مفهوم الـ PH:

أول من أدخل مفهوم الـ PH هو العالم سورفيسن *sorvensen* وعرفه كالتالي:

$$\begin{cases} PH=-\log[H_3O^+] \\ [H_3O^+]=10^{-PH} \end{cases}$$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

مناقشة:

- تزداد قيمة الـ PH عندما تتناقص قيمة $[H_3O^+]$ والعكس صحيح.

- هذه العلاقة صالحة للتطبيق من أجل المحاليل الممددة أي في مجال:

$$10^{-2}\ mol/l \le [H_3O^+] \le 10^{-12}\ mol/l$$

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 البروموتيمول، الهليانين، الفينول فيتالين).

6- الجداء الشاردي للماء:

لدينا: $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$ و $K_C=\dfrac{[OH^-]\times[H_3O^+]}{[H_2O]^2}$

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 $2H_2O \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H_3O^+ + OH^-$ 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:

$$\begin{cases} [OH^-]<10^{-7}\ mol/l \\ [H_3O^+]>10^{-7}\ mol/l \end{cases}$$

ب- بإضافة شوارد (OH^-): عند إضافة محلول الصودا $(Na^+ + OH^-)$ للماء النقي فإنه يؤدي إلى انزياح التوازن في اتجاه (2) مع اختفاء بعض شوارد (OH^-) ويكون عندها:

$$\begin{cases} [OH^-]>10^{-7}\ mol/l \\ [H_3O^+]<10^{-7}\ mol/l \end{cases}$$

ج- بتغيير درجة الحرارة: إن ارتفاع درجة الحرارة يسهل التفاعل الماص للحرارة

فتفاعل $H_3O^+ + OH^- \xrightarrow{2} 2H_2O$ ناشر للحرارة

والتفاعل $2H_2O \xrightarrow{1} H_3O^+ + OH^-$ ماص للحرارة

إذن التوازن ينزاح في اتجاه (1) ويؤدي إلى تشكيل زيادة H_3O^+ و OH^- أكثر مما هو موجود في $25\,^\circ C$ أي $K_e>10^{-14}$.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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_f 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 $X_f < X_{max}$ وعليه تكون نسبة التفاعل Z_f أقل من 1 أي $Z_f = \frac{X_f}{X_{max}} < 1$. 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:

$$\alpha A + \beta B \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} \delta C + \lambda D$$

يكون غير تام أي أن تحول المتفاعلات في الاتجاه المباشر (1) و في 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_2 من V_1 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 المجهري 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) فيحث التفاعل وفق المعادلة التالية:

$$CH_3-COOH + C_2H_5-OH \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

بعد فترة زمنية نعاين المزيج فنجده كالتالي:

الزمن	حمض	كحول	استر	ماء
$t=0$	1	1	0	0
t_{eq}	$1/3$	$1/3$	$2/3$	$2/3$

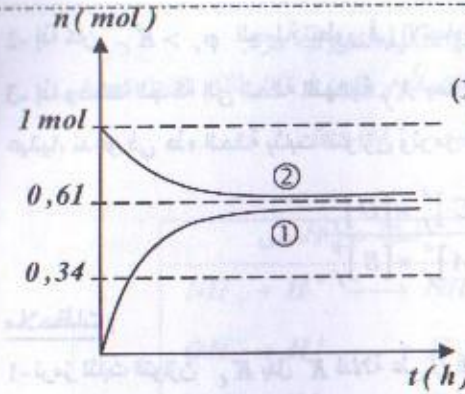
موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

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.

الأجسام مساوية لسرعة اختفائها $V_1 = V_2$.

- ويبقى هذا التفاعل مستمرا في الاتجاهين (1) و(2) باستقرار ما لم يكن هناك مؤثرا خارجيا (التركيز، درجة الحرارة، الضغط).



3- كتابة معادلة التفاعل:

بناءا على توصيات IUPAC يمكن كتابة معادلة التفاعل الغير التام كالتالي:

① ------ $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \delta C + \lambda D$

أو ② ------ $\alpha A + \beta B = \delta C + \lambda D$

ومن المستحسن استخدام الكتابة ② لأنها توحي بمبدأ انحفاظ الشحنة ومبدأ انحفاظ الذرات.

4- كسر التفاعل (Quotient) (φ):

إذا كان التحول يحدث من اليسار إلى اليمين نقول أنه يحدث 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 φ_r في الوسط المتجانس

$$\varphi_r = \frac{[C]^{\delta} \times [D]^{\lambda}}{[A]^{\alpha} \times [B]^{\beta}}$$ (ليس له وحدة)

ملاحظة: يمكن اعتبار φ_r 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:

نعتبر جملة كيميائية مؤلفة من العناصر (A, B, C, D) وفق المعادلة الكيميائية التالية: $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \delta C + \lambda D$

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:

- إذا كان $\varphi_r < K_C$ الجملة تتطور في الاتجاه المباشر.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

2- إذا كان $\varphi_r > K_C$ الجملة تتطور في الاتجاه العكسي.

3- إذا وصلت الجملة إلى الحالة النهائية X_f يصل كسر φ إلى قيمة ثابتة أي أن الجملة لا تتطور عيانيا، ندعو في هذه الحالة بثابت التوازن ونرمز له بالرمز K_C بحيث

$$\varphi = K_C = \frac{[C]_f^{\delta} \times [D]_f^{\lambda}}{[A]_f^{\alpha} \times [B]_f^{\beta}}$$

ملاحظات:

1- نرمز لثابت التوازن K_C بدل K لدلالة على أن القانون يتعلق بتراكيز الأفراد وليس بالضغط أو غيره.

2- ثابت التوازن K_C يتعلق بدرجة الحرارة.

3- إذا كان $K_C > 10^4$ يمكن اعتبار التحول تاما.

4- إذا كان الوسط التفاعلي مائيا يكون اصطلاحا تركيز الماء مساوي 1 أي $[H_2O] = 1\ mol/l$.

مثال: أكتب عبارة ثابت التوازن K_C إذا علمت أن معادلة التفاعل:

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_2O + CH_3COO^-$$

الحل:

$$K_C = \frac{[H_3O^+].[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

III- الأحماض والأسس

1- تعاريف:

أ- **تعريف الحمض:** هناك عدة تعاريف للحمض نذكر من أهمها:

أ-1- تعريف أرنيس (1890) (*Arrhenius*): كل فرد كيميائي (جزيئ أو شاردة) عندما ينحل في الماء يفقد بروتون H^+ أو أكثر.

أ-2- تعريف لويس (1923) (*Lewis*): كل فرد كيميائي (جزيئ أو شاردة) بإمكانه تثبيت ثنائية إلكترونية حرة.

أ-3- برونشتد ولوري (1923) (*Brousted et Lory*): كل فرد كيميائي (جزيئ أو شاردة) بإمكانه فقدان بروتون أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي. $AH \rightleftharpoons A^- + H^+$

ب- **تعريف الأساس:** هناك كذلك عدة تعاريف نذكر من أهمها:

1- تعريف أرنيس: كل فرد كيميائي عندما ينحل في الماء يفقد شاردة من الماءات (OH^-) أو أكثر.

2- تعريف لويس: كل فرد كيميائي أحد ذراته لها ثنائية الكترونية حرة.

3- برونشتد ولوري: كل فرد كيميائي بإمكانه اكتساب بروتون أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي.

$$B + H^+ \longrightarrow BH^+$$

أمثلة

أمثلة عن الحمض	أمثلة عن الأساس
$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$	$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$
$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$	$OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$
	$H_2O + H^+ \longrightarrow H_3O^+$

2- أنواع الأحماض والأسس:

أ- أنواع الأحماض: يوجد نوعان من الأحماض:

أ-1- الحمض القوي: الحمض القوي هو كل حمض يتفكك كليا في الماء وينتج شوارد H_3O^+ (الهيدرونيوم) وفق المعادلة التالية: $AH + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$

أمثلة: محلول حمض النتريك $HNO_3 + H_2O \longrightarrow (H_3O^+ + NO_3^-)$

محلول حمض كبريت $H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow (2H_3O^+ + SO_4^{2-})$

ملاحظة: في الحمض القوي يكون ثابت التفكك التشردي $\alpha = 1$ أو $100\ \%$ حيث:

$$\alpha = \frac{\text{عدد الجزيئات أو الشوارد المتفككة}}{\text{عدد الجزيئات أو الشوارد الإبتدائية}}$$ و يكون $1 \geq \alpha \geq 0$

فإذا كان $\alpha = 1$ (تفاعل تام) أما إذا كان $\alpha = 0$ تفاعل غير تام

أ-2- الحمض الضعيف: نقول عن حمض أنه ضعيف إذا كان تشرده في الماء جزيئي وينتج شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ وفق تفاعل غير تام ويكون $0 < \alpha < 1$.

أ-3- مقارنة بين الحمض القوي و الحمض 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	$[H_2O], [A^-], [OH^-], [H_3O^+]$	$[H_2O], [A^-], [OH^-], [H_3O^+], [AH]$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

③	PH المحلول	$PH = \log(C) \Leftrightarrow C = [H_3O^+]$	$PH > \log(C)$ و $C > [H_3O^+]$
④	تراكيز الأفراد	$10^{-PH} = [H_3O^+]$ $\frac{K_e}{[H_3O^+]} = [OH^-]$ (يهمل) أي $[H_3O^+] \simeq [A^-]$ $[OH^-]$ (يهمل) $[AH] = C - [A^-]$	$10^{-PH} = [H_3O^+]$ $\frac{K_e}{[H_3O^+]} = [OH^-]$ (يهمل) $[H_3O^+] \simeq [A^-]$ $[AH] = C - [A^-]$
⑤	ثابت الحموضة	$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = 1$	$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} < 1$

ب- أنواع الأساس (القواعد): هناك نوعان من القواعد هي:

ب-1- الأساس القوي: يتفكك كليا في الماء وينتج شوارد (الماءات) هيدروكسيد وفق المعادلة التالية:

$$B + H_2O \longrightarrow BH^+ + OH^-$$

B أساس قوي يعني $\left.\begin{array}{l} C_b = [OH^-] \text{ أي } PH = 14 - \log(C_b) \text{ عند } 25°م \\ \alpha = 1 \text{ أو } \alpha = 100\% \end{array}\right\}$

أمثلة

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2(OH^-)$$

$$Na(OH) \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

ب-2- الأساس الضعيف: يتفكك جزئيا في الماء وينتج شوارد الماءات وفق المعادلة التالية

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$ و يكون B أساس ضعيف أي $0 < \alpha < 1$

ب-3- مقارنة بين الأساس القوي و الضعيف:

الرقم	العناصر	القاعدة القوية	القاعدة الضعيفة
①	انحلال في الماء	تام $B + H_2O \rightarrow BH^+ + OH^-$	$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$
②	الأفراد الكيميائية	$[H_2O], [BH^+], [OH^-], [H_3O^+]$	$[H_2O], [B], [OH^-], [H_3O^+], [BH]$

③	PH المحلول	$PH = 14 + \log C_b \Leftarrow C_b = [OH^-]$	$PH < 14 + \log C_b \Leftarrow C_b > [OH^-]$
④	تراكيز الأفراد	(يهمل) $10^{-PH} = [H_3O^+]$ $10^{PH-14} = [OH^-]$ $[OH^-] \simeq [BH^-]$	(يهمل) $10^{-PH} = [H_3O^+]$ $10^{PH-14} = [OH^-]$ $[OH^-] \simeq [BH^-]$ $[B] = C - [BH^+]$
⑤	ثابت الحموضة	$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = 1$	$1 > \alpha > 0$

3- الثنائية حمض/أساس: كل تفاعل كيميائي يتم فيه فقدان إلكترونات من طرف حمض AH يرافقه تفاعل معاكس يتم فيه إكتساب إلكترونات من طرف قاعدة A^- كما توضح المعادلة:

$$AH \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} A^- + H^+$$

حمض — أساس

أمثلة: CH_3COOH / CH_3COO^- ، NH_4^+ / NH_3

4- ثابت الحموضة K_a الثنائية (حمض/أساس) في الماء:

لنفرض التفاعل الكيميائي التالي: $AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

تكون الثنائية حمض/أساس هي: AH / A^- حمض / أساس

نميز كل معادلة كيميائية بثابت يسمى ثابت الحموضة أو ثابت توازن التشرد في الماء ونرمز له بـ K_a يعطى بالعلاقة التالية:

$$K_a = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$$

$$K_a = K_C \cdot [H_2O] = \frac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$$

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.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

5- تعريف PK_a : نعرف الـ PK_a كما يلي:

$$PK_a = -\log K_a \quad \text{أو} \quad K_a = 10^{-PK_a}$$

6- مقارنة بين الأحماض: يتم المقارنة بين الأحماض من حيث القوة بمقارنة K_a أو PK_a.

مثال: $H_3O^+ + \text{أساس } 1 \rightleftharpoons H_2O + \text{حمض } 1$ ، $K_{a_1} = \dfrac{[\text{أساس } 1]\times[H_3O^+]}{[\text{حمض } 1]}$

$H_3O^+ + \text{أساس } 2 \rightleftharpoons H_2O + \text{حمض } 2$ ، $K_{a_2} = \dfrac{[\text{أساس } 2]\times[H_3O^+]}{[\text{حمض } 2]}$

إذا كان $PK_{a_2} < PK_{a_1}$ أو $K_{a_1} < K_{a_2}$ اي حمض ② أقوى من حمض ①

7- العلاقة بين PH و PK_a : إذا كان لدينا المعادلة التالية:

$$AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

تعطى العلاقة بين PH و PK_a كالتالي: $PH = PK_a + \log \dfrac{[A^-]}{[AH]}$

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 $0,4\ mol/l$ اللازم إضافته إلى $200\ ml$ من حمض الميثانويك $(HCOOH)$ تركيزه $0,2\ mol/l$ للحصول على مزيج لـ $PH = 4,3$. علما أن $PK_a = 3,8$ للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$.

الحل:

معادلة التفاعل: $(Na^+ + HCOO^-) + H_2O \longrightarrow HCOOH + (Na^+ + OH^-)$

$$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

لدينا: $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-4,3} = 10^{-5} \times 5$ أي: $[H_3O^+] = 5\times10^{-5}\ mol/l$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-5}} = 2\times10^{-10}\ mol/l$$

وحسب قانون انحفاظ الشحن $[Na^+] + [H_3O^+] = [HCOO^-] + [OH^-]$

ومنه $[Na^+] = [HCOO^-]$ باهمال كل من $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$

$$[HCOO^-] = [Na^+]_i \frac{V}{V+200}$$

ولدينا: $PH = PK_a + \log \dfrac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ ومنه نجد $\dfrac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 3,16$

وحسب قانون انحفاظ المادة: $[HCOOH]_{متبقي} + [HCOO^-] = [HCOOH]_a$

إذن: $\left(\dfrac{1}{3,16}+1\right)\times[HCOO^-] = \dfrac{V\times0,4 + 200\times0,2}{V+200}$

ومنه: $\dfrac{4,16}{3,16}\times\dfrac{V\times4}{200+V} = \dfrac{V\times0,4+200\times0,2}{V+200}$

إذن: $0,526\,V = 0,4V + 40 \Rightarrow V = \dfrac{40}{0,126}$ أي : $V = 317\ ml$

8- العلاقة بين K_a و α: تعطى العلاقة بين K_a و α كالتالي:

قانون التمديد لستوالد : $K_a = \dfrac{C_0\times\alpha^2}{1-\alpha}$

ملاحظة: إذا كان الحمض ضعيفا جدا فإن $1 \gg \alpha$ ومنه : $K_a = \alpha^2\times C \Rightarrow \alpha = \sqrt{\dfrac{K_a}{C}}$

تطبيقات: مجالات تغلب صفة الحمض أو صفة الأساس

نعتبر محلولا مائيا لحمض ضعيف AH ، حيث يتواجد الحمض AH وأساسه الموافق:

$$AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

إن تراكيز الأفراد A^-, AH, H_3O^+ يتغير حسب قيم PH المحلول وتنضبط بالعلاقة التالية:

$PH = PK_a + Log\ \dfrac{[A^-]}{[AH]}$ ، وتسمح لنا هذه العلاقة بتعريف ثلاث مجالات هي:

1) إذا كان: $[AH] = [A^-]$ أي $\log\dfrac{[A^-]}{[AH]} = 0 \Rightarrow PH = PK_a$

2) إذا كان: $[A^-] > [AH]$ أي $\log\dfrac{[A^-]}{[AH]} > 0 \Rightarrow PH > PK_a$

3) إذا كان: $[A^-] < [AH]$ أي $\log\dfrac{[A^-]}{[AH]} < 0 \Rightarrow PH < PK_a$

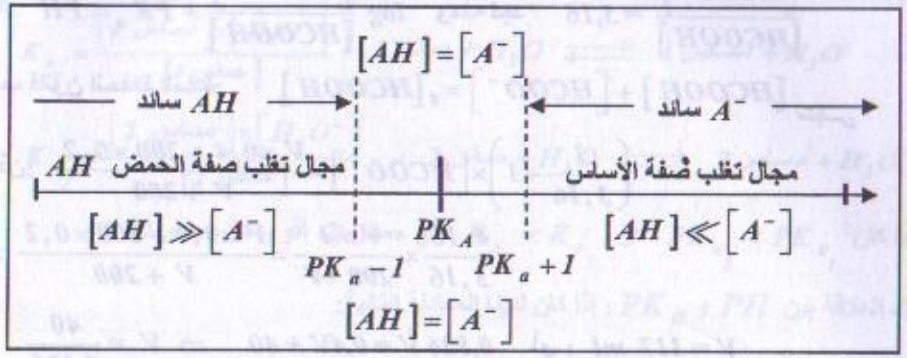
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ومنه نستخلص الحالات التالية:

① - $PK_a < PH$ مجال تغلب الفرد A^- أي صفة الأساس غالبة.

② - $PK_a > PH$ مجال تغلب الفرد AH أي صفة الحمض غالبة.

③ - $PK_a = PH$ يكون المزيج متساوي المولات بين AH و A^-.



الكواشف الملونة:

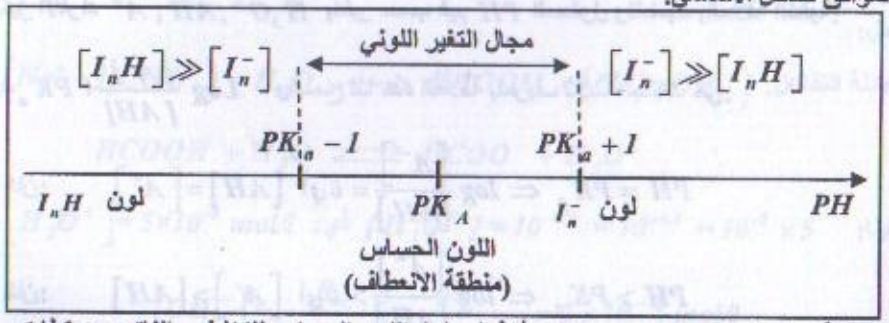
تعريف: هو حمض عضوي ضعيف أو أساس عضوي ضعيف إذا وجد في محلول مائي، فإن لوني الحمض والأساس المرافق، مختلفان.

نرمز لثنائية الكاشف الملون بالرمز: I_nH / I_n^- وعليه يكون التوازن الشاردي للكاشف هو:

$$I_nH + H_2O \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} I_n^- + H_3O^+$$

لـــون 1 لـــون 2

عند إضافة الشوارد H_3O^+ ينزاح التوازن في الاتجاه ② ويحدث العكس عند إضافة الشوارد OH^-، وينتج عن ذلك تغلب اللون ① الموافق للشكل الحمضي I_nH أو تغلب اللون ② الموافق للشكل الأساسي.



ملاحظة: عندما يكون $PK_a = PH$ يأخذ المحلول اللون الحساس للكاشف والناتج عن تطابق لوني I_nH و I_n^- أي $[I_nH]=[I_n^-]$ (منطقة الانعطاف).

تفاعل الأحماض مع الأسس

المعايرة

I- تفاعل حمض قوي مع أساس قوي:

1- مميزات التفاعل: يتميز هذا التفاعل بما يلي: - تفاعل تام.
- تفاعل ناشر للحرارة.

2- مفهوم التكافؤ حمض- أساس: يوجد تكافؤ حمض- أساس لمزيج يتكون من حمض قوي وأساس قوي إذا كان عدد الشوارد H_3O^+ الناتجة عن الحمض مساوية لعدد الشوارد OH^- الناتجة عن الأساس. أي أن: $n_{H_3O^+} = n_{OH^-}$

فإذا كان $n_{OH^-} = \frac{C_B V_B}{1000}$ و $n_{H_3O^+} = \frac{C_A V_A}{1000}$

فإنه يكون $C_A V_A = C_B V_B$ علاقة تكافؤ.

تطبيق:

1)- نأخذ حجما V_1 من محلول تركيزه C_1، كم يصبح تركيزه عند إضافة حجم من الماء حتى يصبح الحجم الكلي V_2.

2)- نعتبر محلولا S_1 لكلور الصوديوم ذو التركيز $C_1 = 0,8\ mol/l$.

أ- ما هو حجم المحلول S_1 الواجب تمديده حتى يصبح $1\ l$ لمحلول تركيزه $0,02\ mol/l$؟

ب- للحصول على محلول تركيزه $0,5\ mol/L$ ما هو حجم الماء الواجب إضافته إلى $200\ cm^3$ من المحلول S_1.

الحل:

لدينا عدد مولات n الموجودة في حجم V وعليه يكون تركيز المحلول C. هو $n = C.V$

عند إضافة حجم من الماء (أي تمدد المحلول السابق) يكون

$C_1 V_1 = C_2 V_2$ (المحلول الممدد) (الناتج) و منه: $C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2}$

2- أ- لدينا $C_1 = 0,8\ mol/l$, $V_2 = 1\ l$, $C_2 = 0,02\ mol/l$

ومنه: $V_1 = V_2 \frac{C_2}{C_1} = 1 \times \frac{0,02}{0,8} = 2,5 \times 10^{-2}\ l = 25\ cm^3$ أي: $V_1 = 25\ cm^3$

ب- لدينا $V_1 = 200\ cm^3$, $C_1 = 0,8\ mol/L$, $C_2 = 0,5\ mol/L$

$$V_2 = V_1 \frac{C_1}{C_2} = 200 \times \frac{0,8}{0,5} = 320\ cm^3$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ومنه يكون حجم الماء المضاف هو V:

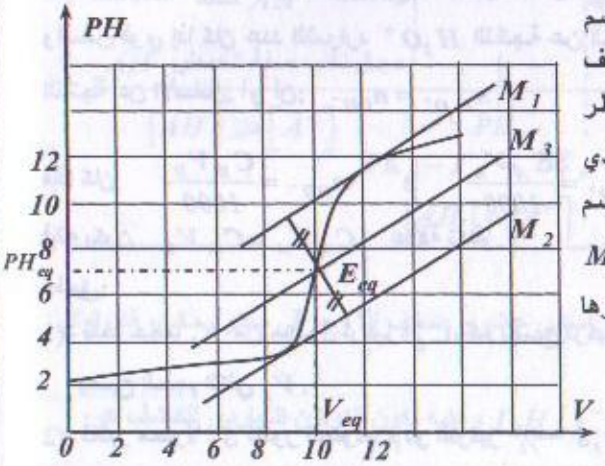
$V = V_2 - V_1 = 320 - 200 = 120\,cm^3$ أي : $V = 120\,cm^3$

3- المحلول عند التكافؤ: المزيج PH يتكون من حمض قوي- أساس قوي عند التكافؤ حمض- أساس يكون مساويا لـ 7 لأن:

$\left[H_3O^+\right] = \left[OH^-\right]$ و $\left[H_3O^+\right] \times \left[OH^-\right] = 10^{-14}$

4- التحليل البياني لتفاعل حمض قوي وأساس قوي:

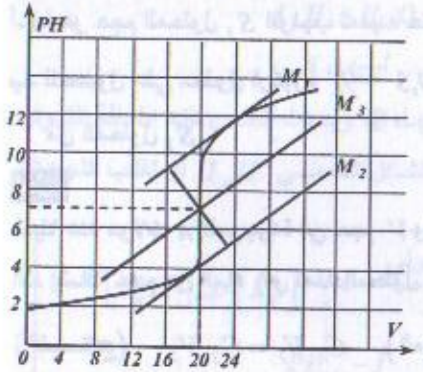
لتحديد نقطة التكافؤ من المنحنى نرسم على طرفي نقطة الانعطاف مماسين M_1 و M_2 متوازيين (انظر الشكل) ثم نرسم مستقيم عمودي على M_1 و M_2 ومن منتصفه نرسم المستقيم M_3 الموازي لـ M_2 و M_1 فيمر من النقطة E_{eq} ندعوها بنقطة التكافؤ ونحدد $E_{eq}\left(V_{eq}, PH_{eq} = 7\right)$.



تطبيق:

نضع في كأس بيشر حجما V_1 من محلول حمض كلور الماء تركيزه C_1 نسكب تدريجيا بواسطة سحاحة مدرجة محلولا من الصودا تركيزه المولي الحجمي $C_2 = 10^{-2}\ mol/l$.

نقيس PH المزيج ثم نرسم المنحنى فنحصل على المنحنى التالي:



① - أوجد نقطة التكافؤمن المنحنى E_{eq}.

② - احسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول.

الحل:

نرسم المماسات والمستقيم العمودي عليهما فنجد أن $E_{eq}\left(20\,cm^3, PH = 7\right)$

حساب التراكيز: $H_2O + HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$ (تشرد تام)

$\left(Na^+, OH^-\right) \longrightarrow Na^+ + OH^-$ (تشرد تام)

التوازن كيميائي: $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

وعليه الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول هي:

$H_2O,\ Cl^-,\ Na^+,\ OH^-,\ H_3O^+$

وعليه نجد: $\left[H_3O^+\right] = 10^{-PH} = 10^{-7}$ أي $\boxed{\left[H_3O^+\right] = 10^{-7}\ mol/L}$

$\left[OH^-\right] = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7}\ mol/L \Leftarrow K_e = \left[H_3O^+\right].\left[OH^-\right]$

حساب $\left[Na^+\right]$: $V = V_1 + V_2 = 20 + 20 = 40\,cm^3$

إذن: $\left[Na^+\right] \times V = V_2 \times C_2 \Rightarrow \left[Na^+\right] = \frac{C_2 V_2}{V}$

$\left[Na^+\right] = \frac{20 \times 10^{-2}}{40} = 5 \times 10^{-3}\ mol/L$ أي : $\left[Na^+\right] = 5 \times 10^{-3}\ mol/L$

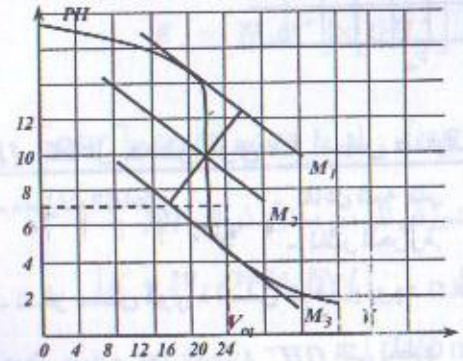
حساب $\left[Cl^-\right]$ من التعديل الكهربائي نجد: $\left[Na^+\right] + \left[H_3O^+\right] = \left[OH^-\right] + \left[Cl^-\right]$

(يهمل) (يهمل)

وعليه: $\left[Na^+\right] = \left[Cl^-\right] = 5 \times 10^{-3}\ mol/L$ ومنه : $\left[Cl^-\right] = 5 \times 10^{-3}\ mol/L$

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 $\left(OH^-\right)$ الناتجة عن الأساس يساوي عدد الشوارد $\left(H_3O^+\right)$ الناتجة عن الحمض بالتفكك التام.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

وعليه نجد: $C_A V_A = C_B V_B$

3- نقطة نصف التكافؤ: عند نصف التكافؤ، تستهلك نصف كمية جزيئات الحمض الابتدائي بما يساويها من الأساس. $AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$

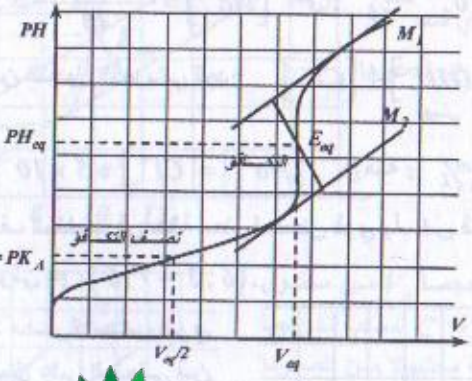
عند نصف التكافؤ يكون:

$$\begin{cases} [A^-] = [AH] \\ PH = PK_a + [Log \frac{[A^-]}{[AH]}]^{//0} \end{cases}$$

وعليه عند نصف التكافؤ $PK_a = PH$

وعند نصف التكافؤ يكون $\frac{V_{eq}}{2} = \frac{V_B}{2} = \frac{\text{حجم الأساس عند التكافؤ}}{2}$

4- التحليل البياني:



III- تفاعل حمض قوي مع أساس ضعيف:

1- مميزات التفاعل: - تفاعل شبه تام.
- ناشر للحرارة.

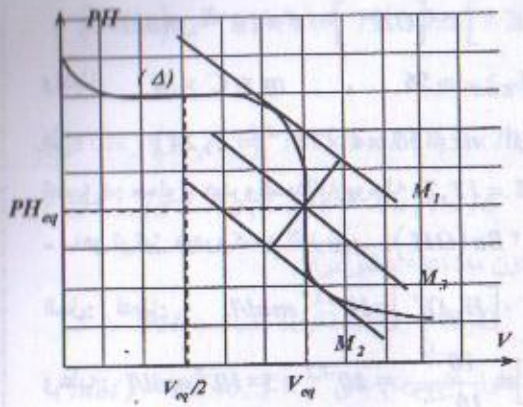
2- تكافؤ حمض قوي - أساس ضعيف: يوجد تكافؤ إذا كان عدد الشوارد H_3O^+ الناتجة عن الحمض يساوي عدد الشوارد OH^- التي يعطيها الأساس عن بالتفكك التام وعليه يتكون عند هذه النقطة $C_A V_A = C_B V_B$

3- نقطة نصف التكافؤ: عند نصف التكافؤ تستهلك نصف كمية جزيئات الأساس الابتدائي بما يساويها من الحمض أي $[B] = [BH^+]$ ويكون عندئذ $PK_A = PH$.

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

4- التحليل البياني:

ملاحظة: عند معايرة أساس ضعيف بحمض قوي وباستعمال كاشف ملون يمكن اختيار كاشف أحمر الميثيل لأن مجال تغيره اللوني هو $(6,2 - 4,4)$.



تطبيق1:

محلول ممدّد تركيز شوارد H_3O^+ فيه هو 2×10^{-5} mol/l.

- ما هي قيمة PH له عند 25 °C ؟

الحل: $PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log 2\times10^{-5}$ أي : $PH = 4,7$

تطبيق2: محلول ممدّد له $PH = 8,6$ عند الدرجة 25 °C. - ما هو تركيز أيونات OH^- فيه؟

الحل: لدينا: $PH = -log[H_3O^+] = 8,6$

إذن: $[H_3O^+] = 10^{-8,6} = 2,5\times10^{-9}$

ولدينا: $K_e = [H_3O^+]\times[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{2,5\times10^{-9}} = 4\times10^{-6}\ mol/l$ أي : $[OH^-] = 4\times10^{-6}\ mol/l$

تطبيق3: نذيب كتلة m من (KOH) البوتاس في لتر من محلول ذو الـ PH تساوي 12,6 ؟ - أحسب قيمة الكتلة m ؟ $[K=39, O=16, H=1]$

الحل: لدينا: $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-12,6}$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-12,6}} = 10^{-1,4} = 4\times10^{-2}\ mol/l$$

وبتطبيق قانون انحفاظ الشحن: $[H_3O^+] + [K^+] = [OH^-]$ مهمل

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$[K^+] \simeq [OH^-] = 4 \times 10^{-2}\ mol/l$

ولدينا: $m = C \times M$, $M_{KOH} = 56$

إذن: $m = 56 \times 4 \times 10^{-2} = 2,24\ g$ أي: $m = 2,24\ g$

تطبيق4: محلول هيدروكسيدالباريوم له $PH = 12,7$ علما أنه أساس قوي.

- ماهو تركيز هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ ؟

الحل: لدينا: $[H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-12,7}\ mol/l$

وعليه: $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12,7}} = 10^{-1,3} = 5 \times 10^{-2}\ mol/l$ $[OH^-] = 5 \times 10^{-2}\ mol/l$

بما أنه أساس قوي فهو يتشرد كالتالي: $Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

2 مول ⟵ 1 مول

X ⟵ $5 \times 10^{-2}\ mol/l$

إذن: $X = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 2,5 \times 10^{-2}\ mol/l$ أي: $[Ba(OH)_2] = 2,5 \times 10^{-2}\ mol/l$

تطبيق 5: 1)- إذا كان السنتيمتر المكعب الواحد في السحاحة يحتوي على 20 قطرة. ننقط قطرة واحدة من محلول HCl ذو التركيز $0,2\ mol/l$ على $100\ cm^3$ من الماء، فما هو تركيز شوارد H_3O^+ في المحلول الناتج، وما قيمة الـ PH له؟

2)- في نفس السحاحة نضع محلول صودا ذو التركيز $0,1\ mol/l$ وتنقط منه على المحلول الحمضي السابق قطرة أخرى ثم ثالثة بالتتابع.

- احسب تركيز شوارد (H_3O^+) وقيمة الـ PH للمحلول المتحصل عليه في كل مرحلة.

ماذا تستنتج؟

الحل: نعلم أن HCl و $NaOH$ من المحاليل القوية (تامة التشرد).

1- حجم القطرة الواحدة من الحمض $V = 5 \times 10^{-5}\ l = 10^{-2} \times 5\ cm^3 = \frac{1}{20} =$

ولدينا: $[HCl] = 0,2\ mol/l$ إذن تحتوي هذه القطرة على عدد مولات n

$n = [HCl] \times V = 0,2 \times 5 \times 10^{-5} = 10^{-5}\ mol$

وبما أن هذا التركيز في $100\ cm^3$ إذ من أجل 11 يكون (المادة تتضاعف 10 مرات) إذن:

$[H3O+] = 10^{-4}\ mol/l \Rightarrow PH = 4$

2- إن قطرة واحدة من الصودا حجمها $V' = 5 \times 10^{-5}\ \ell$ كما تحتوي على (OH^-)

$n = 5 \times 10^{-5} \times 0,1 = 0,5 \times 10^{-5}\ mol$

إذن لدينا في المحلول (OH^-) $10^{-5}\ mol + 0,5 \times 10^{-5}\ mol$ (H_3O^+) وهكذا توجد

زيادة من شوارد H_3O^+ تقدر بـ: $H_3O^+ = 10^{-5} - 0,5 \times 10^{-5} = 0,5 \times 10^{-5}\ mol$

من أجل $100\ cm^3$ وأما من أجل $1\ \ell$ تكون مضاعفة بعشر مرات

وعليه تكون: $PH = 4,3$ $[H_3O^+] = 0,5 \times 10^{-5} \times 10 = 5 \times 10^{-5}\ mol/l$

- بإضافة قطرتين من الصودا: يحتوي المحلول (الصودا) على $2 \times 0,5 \times 10^{-5}\ (mol)$ من شوارد (OH^-) وهذه الكمية تعادل كمية الحمض إذن المحلول متعادل أي $\boxed{PH = 7}$

- بإضافة ثلاثة قطرات من الصودا: في هذه الحالة لدينا زيادة من الصودا تقدر بـ $0,5 \times 10^{-5}\ mol$ من شوارد (OH^-) في حجم $100\ cm^3$ من المحلول إذن

(تضاعف 10 مرات) $[OH^-] = 5 \times 10^{-5}\ mol/l$

وعليه $[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-5}} = 2 \times 10^{-10}$

ومنه نجد $PH = -\log[2 \times 10^{-10}] = 9,7$ و منه: $\boxed{PH = 9,7}$

تطبيق 6: نأخذ $5\ cm^3$ من محلول مركز لحمض الكبريت H_2SO_4 ونمدّدها إلى $100\ cm^3$ بالماء المقطر، ثم نعدل $10\ cm^3$ من المحلول السابق بمحلول 0,1 نظامي للصودا بوجود الهليانين، فإذا وجدنا أنه يجب صبّ $20\ cm^3$ من المحلول الأساسي للحصول على تحول لون الكاشف. $S = 32$, $O = 16$, $H = 1$

أ- عين نظامية المحلول الممدد.

ب- عين نظامية المحلول المركز.

جـ- أحسب كتلة الحمض الصافي في كل لتر من المحلول المركز.

الحل:

أ- نظامية المحلول الممدّد (حمض) $C_1 V_1 = C_2 V_2$ (أساس)

$C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2} = \frac{20 \times 0,1}{10} = 0,2$ (نظامي)

ب- نظامية المحلول المركز: $C_c V_c = C_D V_D$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$$C_c = \frac{C_D V_D}{V_c} = \frac{100 \times 0,2}{5} = 4 \quad \text{(نظامي)}$$

جـ كتلة الحمض الصافي في $1\ \ell$ من المحلول المركّز:

لدينا (حمض) $1\ mol\ (H_2SO_4) \longrightarrow \frac{1}{2}\ mol$

$4\ mol\ (H_2SO_4) \longrightarrow X$ ومنه: $X = 2\ mol$

ولدينا $m = X \times M = 2 \times 98 = 196\ g$

طريقة 2: الوزن المكافئ × النظامية = m $= 4 \times 49 = 196\ g$

تطبيق 7: لمعايرة حمض كلور الماء المركّز تؤخذ بضعة سنتمترات وتمدّدها إلى أن تصبح عشرة أضعاف الحجم الابتدائي، ثم نأخذ $20\ cm^3$ من هذا المحلول الجديد ونعدّلها بوجود عنصر ملون بواسطة محلول صودا نظامي. فيحدث التحول يسكب $22\ cm^3$ من المحلول الأخير.

- أحسب عدد مولات HCl في $1\ \ell$ من الحمض المركّز.
- أحسب كتلة كلور الهيدروجين.
- أحسب حجمه مقاسا في الشرطين النظاميين. $H = 1$, $Cl = 35,5$

الحل:

- المحلول الممدّد: $C_1 V_1\ (HCl) = C_2 V_2\ (NaOH)$

$$C_1 = \frac{C_2 V_2}{V_1} = \frac{22 \times 1}{20} = 1,1 \quad \text{(نظامي)}$$

- المحلول المركز: إذا اعتبرنا أن حجم المحلول المركز V فبعد تمديد يصبح 10 V وعليه

(مركز) $C_D\ V_D = C_c\ V_c$ (مخفف)

$$C_c = \frac{10V \times 1,1}{V} = 11 \quad \text{(نظامي)}$$ أي: $\boxed{C_c = 11\ mol/l}$

حساب كتلة الحمض HCl: $m = C \times M = 11 \times 36,5 = 401,5\ g$

حساب حجم غاز HCl

$36,5\ g \longrightarrow 22,4\ \ell$

$401,5\ g \longrightarrow V$

$$V = \frac{22,4 \times 401,5}{36,5} = 246.4\ \ell$$ ومنه: $\boxed{V = 246,4\ l}$

تطبيق 8 :

I- نمزج $1\ mol$ من حمض الإيثانويك مع $1\ mol$ من الإيثانول عند بلوغ التفاعل حالة الاستقرار يبقى $0,33\ mol$ أي $(1/3)$ من الحمض.

أ- أكتب معادلة التفاعل الحادث.

ب- ما هو التركيب المولي للمزيج عند التوازن.

جـ احسب حاصل القسمة φ_r لهذا التفاعل.

د- استنتج ثابت التوازن K_C لهذا التفاعل.

II- نضيف $1\ mol$ من الكحول لتفاعل السابق، وعندما يحدث الاستقرار نعاير الحمض في المزيج فنجد أن عدد مولاته $0,152\ mol$.

أ- ماذا يحدث للتفاعل عند إضافة $1\ mol$ من الكحول وما هو اتجاه الانزياح.

ب- احسب التركيز المولي للمزيج عند نقطة التوازن.

جـ احسب من جديد ثابت التوازن وماذا تلاحظ؟

الحل:

أ) معادلة التفاعل: $CH_3COOH + C_2H_5OH \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

ب) التركيب المولي للمزيج:

	CH_3COOH	C_2H_5OH	$CH_3COOC_2H_5$	H_2O
الحالة الابتدائية	1	1	0	0
الحالة النهائية	1/3	1/3	2/3	2/3

حساب الكسر φ_r: $\varphi_r = \dfrac{[CH_3COOC_2H_5]_0 \times [H_2O]_0}{[CH_3COOH]_0 \times [C_2H_5OH]_0}$

لدينا: $[CH_3COOH]_0 = [C_2H_5OH]_0 = \dfrac{(1/3)}{V}$ ، $[CH_2COOC_2H_5]_0 = [H_2O]_0 = \dfrac{(2/3)}{V}$

ومنه نجد $\varphi_r = \dfrac{((2/3)/v)^2}{((1/3)/v)^2} = \dfrac{4}{1} = 4$ ومنه: $\boxed{\varphi_r = 4}$

حساب K_C: حالة توازن النهائية أي $K_C = \varphi_r$ أي: $K_C = 4$

II- عند إضافة $1\ mol$ من الكحول تصبح كالتالي:

	CH_3COOH	C_2H_5OH	$CH_3COOC_2H_5$	H_2O
الحالة الابتدائية	1	1	0	0
حالة توازن	1/3	1/3	2/3	2/3
عند إضافة $1\ mol$ من الكحول	1/3	4/3	2/3	2/3

وعليه: $\varphi_r = \dfrac{[2/3]\ [2/3]}{[4/3]\ [1/3]} = 1$ إذن $K_C > \varphi_r$ إذن التفاعل ينزاح في الاتجاه ①

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$ ← التزيـــاح التفاعـــل

جـ- 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: $\frac{1}{3} - x = 0,152$

وعليه: $\boxed{x = 0,178\ mol}$

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

إذن: $K'_C = \frac{(0,844/V)^2}{(0,152/V)(1,155/V)} \simeq 4$

ومنه $K'_C = K_C$ وهذا يعني أن ثابت التوازن يتعلق بدرجة الحرارة فقط.

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

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) أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل.

ب) أوجد مردود التفاعل واستنتج صنف الكحول (B).

جـ) 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) نكوّن 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 $H = 1\ g/mol\ ,\ C = 12\ g/mol\ ,\ O = 16\ g/mol$

الحل:

1)- الصيغة الجزيئية للأستر (A): لدينا الصيغة العامة للأستر $C_nH_{2n}O_2$

ولدينا: $\frac{54,54}{100} = \frac{12n}{14n+32} \Rightarrow n = 4$ و تكون الصيغة الجزيئية هي: $C_4H_8O_2$

2)- أ) معادلة التفاعل:

$$HCOOH + C_3H_7-OH \rightleftharpoons HCOOC_3H_7 + H_2O$$

ب) مردود التفاعل: لحساب مردود التفاعل يجب حساب كمية الأستر المتشكلة

$$n_{استر} = \frac{10,56}{88} = 0,12\ mol$$

	$HCOOH$	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

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

نعرف مردود الأستر كالتالي: $R=\frac{n_{\text{استر}}\,(\text{المتشكل})}{n_{\text{حمض}}\,(\text{البدائي})}$ ومنه $R=\frac{0,12}{0,08}=0,6=60\,\%$

بما أن المردود $R=60\,\%$ إذن الكحول المستخدم ثانوي.

جـ صيغة الكحول المستخدم :

2-بروبانول $CH_3-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-CH \Leftrightarrow C_1H_3-CHOH-CH_3$

د- الصيغة الجزيئية الموافقة للأستر الناتج : $H-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}OO-CH_3$

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_3H_7-OH	$HCOOC_3H_7$	H_2O
بداية التفاعل $t=0$	1	2	0	0
حالة التوازن	$1-x$	$2-x$	x	x

ومنه يكون: $K_C=\frac{x^2}{(1-x)(2-x)}=2,25$

ومنه: $1,25\,x^2-6,75\,x+4,5=0$ et $0\le x\le 1$

بحل المعادلة من الدرجة II نجد: $x_2=0,78\ mol$ (مقبول) و $x_1=4,62\ mol$ (مرفوض)

ومنه:

	$HCOOH$	C_3H_7-OH	$HCOOC_3H_7$	H_2O
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 $0,1\ mol$ من كحول (A) أحادي الوظيفة بالأكسجين، فينتج عن ذلك $8,96\ \ell$ من غاز CO_2 في الشرطين النظاميين.

أ- بيّن أن عدد ذرات الكربون في (A) هو 4 واستنتج الصيغة الجزيئية المجملة له.

ب- أكتب الصيغ المفصلة الممكنة.

2)- تفاعل (A) مع حمض عضوي (B) فينتج مركب (C) صيغته الجزيئية العامة $C_nH_{2n}O_2$

أ- أوجد الصيغة الجزيئية المجملة للمركب (C)، علما بأن كثافة بخاره بالنسبة للهواء هي $d=4$.

ب- استنتج الصيغة الجزيئية المجملة للحمض (B).

3)- تفاعل $14,8\ g$ من (A) مع $12\ g$ من (B) فنحصل عند التوازن على $13,92\ g$ من (C).

أ- ما هو مردود هذا التفاعل ؟

ب- أحسب ثابت التوازن K_C.

جـ- نمزج $1\ mol$ من الكحول (A) مع $2\ mol$ من الحمض (B). فما هو تركيب المزيج مقدرا بعدد المولات عند التوازن.

يعطى $V_0=22,4\ mol$, $O=16\ g/mol$, $C=12\ g/mol$, $H=1\ g/mol$

الحل:

1)- أ) لدينا الصيغة العامة للكحول هي: $C_nH_{2n+1}-OH$

وتكون معادلة الاحتراق بالأكسجين هي:

$$C_nH_{2n+1}\text{-}OH+\frac{3}{2}nO_2\longrightarrow nCO_2+(n+1)H_2O$$

حساب عدد مولات CO_2: $n=\frac{V}{V_0}=\frac{8,86}{22,4}=0,4\ mol$

ومنه

$$C_nH_{2n+1}-OH\longrightarrow nCO_2$$
$$1\ mol\longrightarrow n\ mol$$
$$0,1\ mol\longrightarrow 0,4\ mol$$

ومنه نجد أن $\boxed{n=4}$

ومنه الصيغة المجملة لـ (A): $C_4H_9-OH\equiv C_4H_{10}O$

الصيغ النصف مفصلة:

① - بوتانول- 1 (أولي) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

② - ميثيل2 بروبانول- 2 (أولي) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-OH$

③ - بوتانول- 2 (ثانوي) $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$

④ - ميثيل2 بروبانول- 2 (ثالثي) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}H-CH_3$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

2)- الصيغة الجزيئية العامة للمركب (C) هي: $C_nH_{2n}O_2$

$M = 29 \times d = 116\ g/mol$ ومنه $M = 14n + 32 = 116 \Rightarrow n = 6$

إذن الصيغة المجملة للمركب (C) هي: $C_6H_{12}O_2$

ب) الصيغة العامة للحمض (B)

$$\underset{(A)}{C_4H_9OH} + \underset{(B)}{C_nH_{2n}O_2} \rightleftharpoons \underset{(C)}{C_6H_{12}O_2} + H_2O$$

بالمقارنة نجد عدد الذرات الفحم تساوي $n = 2$ ، إذن الصيغة الجزيئية المجملة للحمض هي: $C_2H_4O_2$ أي CH_3COOH (حمض الإيثانويك)

حساب عدد المولات الابتدائية والناتجة

$n_{كحول} = \frac{14,8}{74} = 0,2\ mol$ (ابتدائية) ، $n_{حمض} = \frac{12}{60} = 0,2\ mol$ (ابتدائية)

$n_{استر} = \frac{13,92}{116} = 0,12\ mol$ (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 : $R = \frac{n_{استر}\ (المتشكل)}{n_{حمض}\ (ابتدائي)} = \frac{0,12}{0,08} = 0,6 = 60\%$

- حساب ثابت التوازن : $K_C = \frac{[C_5H_{11}COOH].[H_2O]}{[CH_3COOH].[C_4H_9OH]} = 2,25$

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 : $x = 0,78\ mol$

جـ/

	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

التمرين الثالث

يتكون مزيج ابتدائي من $30\ g$ من حمض الإيثانويك و $30\ g$ من كحول (A) أحادي الوظيفة ومشبع، 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).

جـ)- 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:

1) معادلة تفاعل الأستر : $CH_3COOH + R\text{-}OH \rightleftharpoons CH_3COOR + H_2O$

2) عبارة ثابت التوازن بدلالة x و y

حساب كمية المادة الابتدائية للحمض : $n_{حمض}\ (ابتدائية) = \frac{30}{60} = 0,5\ mol$

	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) حساب قيمة y: لدينا $K_C = 4$ ومنه

$$\frac{(1/3)^2}{((1/2) - (1/3))(y - (1/3))} = 4 \Rightarrow y = 0,5\ mol$$

استنتاج الكتلة المولية : $n_{كحول} = y = 0,5 = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{y} = \frac{30}{0,5} = 60\ g/mol$

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

WWW.DZPEN.COM قلم الجزائر

د- الصيغة نصف مفصلة للأستر المتشكلة:

$CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH_3$ (إيثانوات البروبيل)

3) لتحسين مردود الأسترة نقوم بإحدى العمليات التالية:

أ- إضافة أحد المتفاعلات (حمض أو كحول).

ب- امتصاص أحد النواتج (الأستر أو الماء).

جـ- يعوض الحمض الكربوكسيلي بكلور الحمض المرافق له.

التمرين الرابع

1) نمزج $2,30\ g$ من حمض الميثانويك مع $3\ g$ من البروبانول-2 في أنبوبة اختبار مسدودة بإحكام وموضوعة في وسط درجة حرارته ثابتة، عندما يبلغ التفاعل حده، يتشكل $2,64\ g$ من الأستر.

أ)- أكتب معادلة التفاعل الكيميائية الحادث وأذكر اسم الأستر الناتج.

ب)- أوجد مردود التفاعل.

جـ)- أوجد ثابت التوازن الكيميائي K_C لهذا التفاعل.

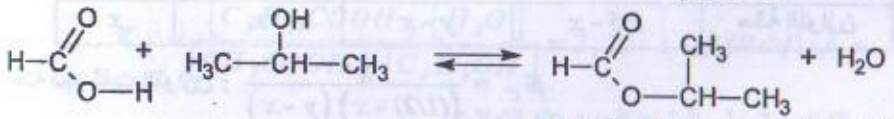
2) نؤلف الآن مزيجا يتكون في البداية من $0,3\ mol$ من حمض الميثانويك و $0,5\ mol$ من البروبانول-2، و $1\ mol$ من الماء.

أ- في أي اتجاه ينزاح التوازن الكيميائي؟

ب- استنتج التركيب المولي للمزيج عند التوازن.

الحل:

معادلة التفاعل الكيميائي



الأستر الناتج هو: ميثانوات ميثيل الايثيل

ب) مردود التفاعل:

كمية الحمض الابتدائية : $n_{حمض} = \frac{2,3}{46} = 0,05\ mol$

كمية الكحول الابتدائية : $n_{كحول} = \frac{3}{60} = 0,05\ mol$

كمية الأستر المتشكلة : $n_{استر} = \frac{2,64}{88} = 0,03\ mol$

	حمض	كحول	أستر	ماء
ابتدائية	0,05	0,05	0	0
نهاية التفاعل	0,02	0,02	0,03	0,03

$R_{استر} = \frac{n_{حمض}}{n_{استر}} = 0,6 = 60\%$

جـ) حساب ثابت التوازن K_C : $K_C = \frac{[استر]\ [ماء]}{[حمض]\ [كحول]} = 2,25$

2)- أ) نظرا لعدم وجود الأستر في البداية ينزاح التفاعل باتجاه الأستر (تشكيل الأستر والماء).

ب) التركيب المولي للمزيج الناتج عند التوازن.

	حمض	كحول	أستر	ماء
ابتدائية	0,3	0,5	0	1
حالة توازن	0,3 - x	0,5 - x	x	1 + x

ومنه: $K_C = \frac{x(x+1)}{(0,3-x)(0,5-x)} = 2,25$

ومنه: $\begin{cases} 1,25X^2 - 2,8X + 0,3375 = 0 \\ 0 \le X \le 0,3 \end{cases}$

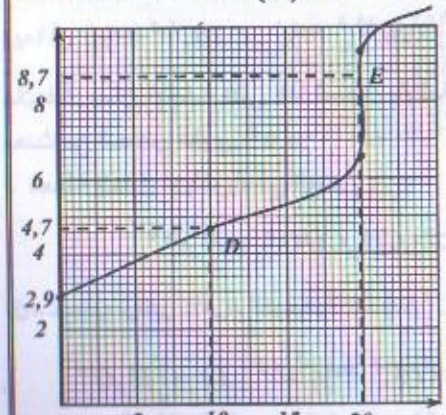
وعند حل المعادلة نجد : $x_1 = 0,13\ mol$ (مقبول) ، $x_2 = 2,1\ mol$ (مرفوض)

	حمض	كحول	أستر	ماء
حالة توازن	0,17	0,37	0,13	1,13

التمرين الخامس

محلول (A) نحصل عليه من إذابة كتلة $m = 3\ g$ من حمض كربوكسيلي في الماء، ثم نكمل الحجم إلى $1\ litre$، نعاير حجما $V = 40\ cm^3$ من المحلول (A) بواسطة محلول ماءات الصوديوم تركيزه المولي $C = 0,1\ mol/L$.

يمثل المنحنى في الشكل تغيرات الـ PH للمزيج بدلالة حجم الصودا المضاف V_1.



① - E و D نقطتان من المنحنى تميزان المعايرة ما هو مدلولهما الكيميائي؟

② - أحسب الكتلة المولية للحمض المستعمل.

③ - أوجد الصيغة الجزيئية المجملة للحمض وما اسمه.

④ - تأكد من أن الحمض المستعمل في المعايرة ضعيف. أكتب معادلة انحلاله في الماء.

⑤ - أحسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية المتواجدة عند النقطة D ثم أحسب ثابت الحموضة K_a.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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)

$$C_A V_A = C_B V_B \quad \text{و} \quad V_{eq} = 20\,cm^3$$

إذن : $C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = \frac{0,1 \times 20}{40} = 0,05\ {}^{mol}/_{L}$ أي : $C_A = 0,05\ {}^{mol}/_{L}$

حساب الكتلة المولية للحمض: لدينا $M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{m}{M}$

وعليه $M = \frac{3\,g}{0,05\,mol} \Leftarrow M = 60\ {}^{g}/_{mol}$

③ - الصيغة الجزيئية للحمض: $C_nH_{2n}O_2$ و منه : $60 = 32 + 14n \Leftarrow \boxed{n = 2}$

إذن صيغته CH_3COOH حمض الإيثانويك.

④ - تركيز هذا المحلول هو $C = 0,05\ {}^{mol}/_{L}$

لو كان الحمض قوي لكان $[H_3O^+] = C = 0,05\ {}^{mol}/_{L}$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 0,05\ {}^{mol}/_{L} \Rightarrow PH = 1,3$$

- وبداية المنحنى يكون $PH = 2,9$ أي $[H_3O^+] = 10^{-2,9}\ {}^{mol}/_{L}$

وبما أن $[H_3O^+] = 10^{-2,9}\ {}^{mol}/_{L} < 10^{-1,3}\ {}^{mol}/_{L}$ إذن الحمض ضعيف.

ملاحظة: يمكن الإجابة على هذا السؤال بالإشارة إلى وجود انعطاف عند نصف التكافؤ وهذا لا يحدث مع الحمض القوي.

- معادلة إنحلال الإيثانويك في الماء.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

⑤ - حساب تراكيز الأفراد الكيميائية عند (D). لدينا عند (D) تكون $PH = 4,7$

$\boxed{[H_3O^+] = 2 \times 10^{-5}\ {}^{mol}/_{L}}$ أي $2 \times 10^{-5}\ {}^{mol}/_{L} = {}^{4,7-}10 = [H_3O^+]$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}\ {}^{mol}/_{L}$$

وحسب التعادل الشحني $[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-]$

إذن $[CH_3COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$ يهمل

ومنه $\boxed{[CH_3COO^-] = 2 \times 10^{-5}\ {}^{mol}/_{L}}$

وبما أن المحلول موجود عند نصف التكافؤ: $PH = PKA$

$$[CH_3COO^-] = [CH_3COOH] = 2 \times 10^{-5}\ {}^{mol}/_{L}$$

وعليه $PK_a = 4,7 \Rightarrow K_a = 10^{-PK_a} = 10^{-4,7}$ و منه : $\boxed{K_a = 2 \times 10^{-5}}$

التمرين السادس

نمزج $10\,cm^3$ من حمض كلور الهيدروجين ذو التركيز $C_A = 10^{-2}\ {}^{mol}/_{l}$ مع $40\,cm^3$ من الصودا $NaOH$ ذو التركيز $C_B = 5 \times 10^{-3}\ {}^{mol}/_{l}$

أ- أذكر الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج؟

ب- أحسب تركيز هذه الأفراد في نهاية التفاعل؟

جـ- ماهي قيمة PH ؟

الحل:

أ- الأفراد الكيميائية هي: Na^+, Cl^-, OH^-, H_3O^+

ب- حساب تركيز الأفراد:

حساب عدد المولات: $n_{OH^-} = n_{Na^+} = \frac{5 \times 10^{-3} \times 40}{1000} = 2.10^{-4}\ mol$

$$n_{H_3O^+} = n_{Cl^-} = \frac{10^{-2} \times 10}{1000} = 10^{-4}\ mol$$

ولدينا: $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$

$[H_3O^+]$ $1\,mol \longrightarrow 1\,mol$ $[OH^-]$

(المتفاعلة) $10^{-2}\,mol \longrightarrow x \Leftrightarrow x = 10^{-4}\,mol$

إذن كمية OH^- المتبقية هي: $2.10^{-4} - 10^{-4} = 10^{-4}\,mol$

الحجم الإجمالي هو: $V = V_A + V_B = 10 + 40 = 50\,cm^3 = 5 \times 10^{-2}\,L$

فيه تكون التراكيز الكيميائية:

قلم الجزائري
WWW.DZPEN.COM

$$[Cl^-]=\frac{10^{-4}}{5\times10^{-2}}=2\times10^{-3}\ mol/l \quad ، \quad [Na^+]=\frac{2.10^{-4}}{5\times10^{-2}}=4\times10^{-3}\ mol/l$$

$$[OH^-]=\frac{10^{-4}}{5\times10^{-2}}=2\times10^{-3}\ mol/l$$

$$K_e=[H_3O^+]\times[OH^-]\Rightarrow[H_3O^+]=\frac{10^{-14}}{2\times10^{-3}}=5\times10^{-12}\ mol/l$$

قيمة الـ PH : $PH=-\log[H_3O^+]=-\log 5\times10^{-12}=11,3$

التمرين السابع

1) ماهي كتلة حمض البنزويك $(C_6H_5CO_2H)$ التي يجب انحلالها في حجم $200\ cm^3$ من الماء حتى يكون تركيز المحلول $C=0,1\ mol/l$

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 $10\ cm^3$ من هذا المحلول ونضيف إليه $5\ cm^3$ من هيدروكسيد الصوديوم (الصودا) تركيز المولي $0,1\ mol/l$.

- إذا كان $PH=4,2$ ، أحسب تركيز مختلف الأفراد الكيميائية في المحلول.
- أحسب PK_a لثنائية بنزويك / بنزوات.

الحل:

حساب الكتلة المولية للبنزويك $M_{C_6H_5CO_2H}$: $\boxed{M=122\ g/mol}$

حساب عدد المولات الموجودة في $200\ cm^3$

$$n=\frac{20}{100}=2\times10^{-2} \Leftarrow \begin{matrix} 0,1\ mol & \longrightarrow & 1000\ cm^3 \\ n & \longleftarrow & 200\ cm^3 \end{matrix}$$

ولدينا $n=\frac{m}{M} \Leftrightarrow m=n\times M=2\times10^{-2}\times122=2,44\ g$

حساب التراكيز المولية: $PH=2,6\Rightarrow[H_3O^+]=10^{-2,6}=2,5\times10^{-3}\ mol/l$

$$\boxed{[H_3O^+]=2,5\times10^{-3}\ mol/l}$$

وبناءا على الجداء الشاردي للماء نجد تركيز $[OH^-]$

موقع الدراسة الجزائري www.eddirasa.com
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$$[OH^-]=\frac{K_e}{[H_3O^+]}=\frac{10^{-14}}{2,5\times10^{-3}}=4\times10^{-12}\ mol/l$$

حساب تركيز $[C_6H_5COO^-]$

لدينا: $[C_6H_5COO^-]+[OH^-]=[H_3O^+]$

بما أن $[OH^-]\ll[H_3O^+]$ إذن نهمل $[OH^-]$

وعليه $[C_6H_5COO^-]=[H_3O^+]=2,5\times10^{-3}\ mol/l$

وباعتماد قانون حفظ الكتلة : $[C_6H_5COOH]+[C_6H_5COO^-]=C$

وعليه : $[C_6H_5COOH]=C-[C_6H_5COO^-]$

$$=0,1-2,5\times10^{-3}=97,5\times10^{-3}\ mol/l$$

حساب ثابت التشردي للماء : $\alpha=\frac{[C_6H_5COO^-]}{C}=\frac{2,5\times10^{-3}}{0,1}=2,5\times10^{-2}$

$\alpha=2,5\times10^{-2}<1$ وعليه الحمض ضعيف

حساب K_a

$$K_a=\frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}=\frac{2,5\times10^{-3}\times2,5\times10^{-3}}{97,5\times10^{-3}}=6,4\times10^{-5}$$

$$\boxed{K_a=6,4\times10^{-5}} \Leftrightarrow \boxed{PK_a=-\log K_a=4,2}$$

3) الأفراد الكيميائية هي:

$$C_6H_5COO^-, C_6H_5COOH, H_2O, H_3O^+, OH^-, Na^+$$

لدينا $[H_3O^+]=10^{-4,2}=6,3\times10^{-5}\ mol/l$

وعليه $[OH^-]=\frac{K_e}{[H_3O^+]}=\frac{10^{-14}}{10^{-4,2}}=10^{-9,8}=1,6\times10^{-10}\ mol/l$

حساب $[Na^+]$: لدينا $[Na^+](V_a+V_B)=C_BV_B$

وعليه نجد $[Na^+]=\frac{C_BV_B}{V_A+V_B} \longleftarrow$ تركيز المحلول الناتج

$$[Na^+]=\frac{0,1\times5}{15}=0,033\ mol/l$$

وحسب قانون الشحن : $[Na^+]+[H_3O^+]=[OH^-]+[C_6H_5COO^-]$

يهمل يهمل

$[Na^+]=[C_6H_5COO^-]=0,033\ {}^{mol}/_{l}$

$[C_6H_5COO^-]=0,033\ {}^{mol}/_{l}$

حساب تركيز $[C_6H_5COOH]$ ، $[C_6H_5COOH]+[C_6H_5COO^-]=C$

حيث $C=\frac{C_AV_A}{V_A+V_B}=0,1\times\frac{10}{15}=0,066\ {}^{mol}/_{l}$

$[C_6H_5COOH]=C-[C_6H_5COO^-]=0,066-0,033$

$\boxed{[C_6H_5COOH]=0,033\ {}^{mol}/_{l}}$

نلاحظ أن $[C_6H_5COOH]=[C_6H_5COO^-]$ وعليه نجد

$PH=PK_a+\log\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}\swarrow 0$

لأن $\boxed{\log 1=0}$ نجد $\boxed{PH=PK_a=4,2}$

التمرين الثامن

أمين صيغته العامة $C_nH_{2n+3}N$ والنسبة الكتلية للآزوت 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 المجملة للأمين

2- أكتب الصيغ نصف المفصلة الممكنة للأمين ثم أذكر اسم وصنف الأمين الموافق لكل صيغة.

3- أكتب معادلة انحلال الأمين في الماء.

4- أحسب قيمة PK_a للثنائية $C_nH_{2n+3}NH^+/C_nH_{2n+3}N$.

يعطى $H=1$ غ/مول، $C=12$ غ/مول، $N=14$ غ/مول، $10^{-11,4}=10^{-12}\times 3,98$

الحل:

① - الصيغة المجملة للأمين: لدينا $M(C_nH_{2n+3}N)=(14n+17)\ g/mol$

لدينا $\%\ 100 \longleftarrow 14n+17$

$\%\ 24 \longleftarrow 14(n)$

أي : $100\times 14=24(14n+17)$

$\boxed{n\simeq 3}$ ، إذن الصيغة المجملة $\boxed{C_3H_9N}$

② - الصيغ نصف المفصلة الممكنة

$^3CH_3-{}^2CH_2-{}^1CH_2-NH_2$

أمينو-1 بروبان

(أولي)

$^3CH_3-{}^2CH(\overline{N}H_2)-{}^1CH_3$

أمينو-2 بروبان

(أولي)

$C_2H_5-\overline{N}H-CH_3$

ميثيل إيثيل أمين

(ثانوي)

$CH_3-\overline{N}(CH_3)-CH_3$

ثلاثي ميثيل أمين

(ثلاثي)

③ - معادلة انحلال الأمين في الماء : $C_3H_9N+H_2O \rightleftharpoons C_3H_9NH^+ + OH^-$

④ - حساب قيمة PK_a للثنائية $C_3H_9NH^+/C_3H_9N$

لدينا $PK_a+\log\frac{[C_3H_9N]}{[C_3H_9NH^+]}=PH \Leftrightarrow \boxed{PH-\log\frac{[C_3H_9N]}{[C_3H_9NH^+]}=PK_a}$

لدينا $PH=11,4$

حساب تركيز $[C_3H_9NH^+]$: $[H_3O^+]=10^{-11,4}={}^{mol}/_{l}\ 10^{-12}\times 3,98={}^{mol}/_{l}$

ولدينا الجداء الشاردي للماء : $K_e=[OH^-][H_3O^+]\Rightarrow[OH^-]=\frac{K_e}{[H_3O^+]}$

ومنه : $[OH^-]=\frac{10^{-14}}{10^{-11,4}}=2,5\times10^{-3}\ {}^{mol}/_{l}$

وحسب قانون انحفاظ الشحنة : $[C_3H_9NH^+]+[H_3O^+]=[OH^-]$

يهمل

إذن: $[C_3H_9NH^+]=10^{-3}\times 2,5-10^{-12}\times 3,88=2,5\times10^{-3}\ {}^{g}/_{mol}$

يهمل

$\boxed{[C_3H_9NH^+]=2,5\times10^{-3}\ {}^{g}/_{mol}}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ولدينا: (تركيز المحلول) $[C_3H_9N]+[C_3H_9NH^+]=C$

إذن $[C_3H_9N]=C-[C_3H_9NH^+]$

$=10^{-2}-2,5\times10^{-3}=7,5\times10^{-3}\ mol/l$

وعليه تكون قيمة PK_a : $PK_a=11,4-\log\frac{7,5\times10^{-3}}{2,5\times10^{-3}}=11,4-\log 3=10,9$

التمرين التاسع

نحضر أربعة محاليل بنفس التركيز $C=10^{-2}\ mol/l$

(A) : محلول حمض كلور الماء، (B) : محلول كلور الصوديوم.

(C) : محلول هيدروكسيدالصوديوم، (D) : محلول حمض الميثانويك.

يوضع لكل محلول من المحاليل السابقة في دورق فنحصل 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) انطلاقا من محلولين في نفس الجدول.

3- بين أن حمض الميثانويك ضعيف وحمض كلور الهيدروجين قوي.

4- أحسب K_a ثابت الحموضة للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$.

5- إذا علمت أن K_a للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) تساوي $1,6\times10^{-5}$ قارن قوتي الحمضين: الإيثانويك والميثانويك مع التعليل. يعطى $10^{-2,9}=1,26\times10^{-3}$

الحل:

1) محلول حمض كلور الماء هو عبارة عن حمض قوي يتشرد كليا في الماء أي:

$PH=2 \Leftarrow 10^{-2}\ mol/l=C=[H_3O^+]$

2) المحلول (C) هو محلول لهيدروكسيد الصوديوم وهو أساس قوي يتشرد كليا في الماء أي:

$[OH^-]=C=10^{-2}\ mol/l \Rightarrow [H_3O^+]=\frac{K_e}{[OH^-]}$

$[H_3O^+]=\frac{10^{-14}}{10^{-2}}=10^{-12}\ mol/l \Rightarrow PH=12$

3) المحلول (B) محلول لمادة معتدلة $\Leftarrow PH=7$.

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:

$(Na^+,OH^-)+(H_3O^+,Cl^-)\longrightarrow(Na^+,Cl^-)+H_2O$

3- حمض الميثانويك ضعيف $HCOOH+H_2O \rightleftarrows HCOO^-+H_3O^+$

حساب درجة التفكك α : $\alpha=\frac{[HCOO^-]}{C}=\frac{[H_3O^+]}{C}=\frac{10^{-2,9}}{10^{-2}}=10^{-0,9}<1$

وهذا يثبت بأنه حمض ضعيف لعدم انحلاله كليا في الماء.

حمض كلور الهيدروجين قوي $HCl+H_2O\longrightarrow H_3O^++Cl^-$

$\alpha=\frac{[H_3O^+]}{C}=\frac{10^{-2}}{10^{-2}}=1$ وهذا يثبت بأنه حمض قوي لإنحلاله كليا في الماء.

4- حساب K_a للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$: $K_a=\frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$

البحث عن $[HCOO^-]$: لدينا $[H_3O^+]=10^{-2,9}=1,26\times10^{-3}\ mol/l=mol/l$

$[OH^-]=\frac{K_e}{(H_3O^+)}=\frac{10^{-14}}{10^{-2,9}}=10^{-11,1}=7,94\times10^{12}\ mol/l$

$[OH^-]+[HCOO^-]=[H_3O^+] \Rightarrow [HCOO^-]=[H_3O^+]-[OH^-]$

يهمل يهمل

$[HCOO^-]=1,26\times10^{-3}-7,94\times10^{-12}=1,26\times10^{-3}\ mol$

(يهمل)

موقع الدراسة الجزائري www.eddirasa.com
قلم الجزائر WWW.DZPEN.COM

ولدينا: $[HCOOH]+[HCOO^-]=C \Rightarrow [HCOOH]=C-[HCOO^-]$

$[HCOOH]=10^{-2}-1,26\times10^{-3}=8,75\times10^{-3}\ mol/l$

وعليه يكون K_a : $K_a=\dfrac{(1,26\times10^{-3})^2}{(8,75\times10^{-3})}=1,78\times10^{-4}$

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 PH المحلول الحمضي في $(25\,^\circ C)$ يساوي 3,1 وقيمة PK_a للثنائية حمض/ أساس تساوي 4,9، أحسب:

أ- النسبة بين التركيز المولي الحمض للأساس والتركيز المولي الحجمي للحمض $\dfrac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}$.

ب- تراكيز مختلف الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول.

3- نضيف للمحلول السابق حجما V من محلول الصودا تركيزه $C=0,1\ mol/l$ فكان PH المحلول الناتج هو 4,9.

أ- استنتج بدون حساب قيمة النسبة $\dfrac{[CH_3CH_2COO^-]}{[CH_3CH_2COOH]}$

ب- أوجد قيمة الحجم V المضاف.

يعطى: $10^{-3,1}=7,9\times10^{-4}$ ، $10^{-1,8}=1,58\times10^{-2}$

$H=1\ g/mol, O=16\ g/mol, Na=23\ g/mol$

الحل:

معادلة انحلال حمض البروبانويك في الماء:

$$C_2H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5COO^- + H_3O^+$$

الأساس المرافق لحمض البروبانويك هي شاردة البروبانوات $C_2H_5COO^-$

2-أ- حساب النسبة $\dfrac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}$ باستعمال العلاقة:

$$Log\frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}=PH-PK_a \Leftarrow Log\frac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}+PK_a=PH$$

باستخدام الأسس نجد: $\dfrac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}=10^{PH-PK_a}=10^{3,1-4,9}=10^{-1,8}=1,58\times10^{-2}$

ب- حساب تراكيز الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول

الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول هي:

$$C_2H_5COO^-,\ OH^-,\ H_3O^+,\ H_2O,\ C_2H_5COOH$$

لدينا: $[H_3O^+]=10^{-PH}\ mol/l$ ، $[H_3O^+]=10^{-3,1}=7,94\times10^{-4}\ mol/l$

ومنه نجد $K_e=[H_3O^+]\times[OH^-] \Leftrightarrow [OH^-]=\dfrac{K_e}{[H_3O^+]}$

$$[OH^-]=\frac{10^{-14}}{10^{-3,1}}=10^{-10,9}=1,26\times10^{-11}\ mol/l$$

البحث عن $[C_2H_5COO^-]$: بالاعتماد على قانون انحفاظ الشحن نجد:

$$[H_3O^+]=[OH^-]+[C_2H_5COO^-]$$

ومنه

$[H_3O^+]-[OH^-]=[C_2H_5COO^-]$ إذن بإهمال $[OH^-]$ أمام $[H_3O^+]$

نجد $[C_2H_5COO^-]=7,94\times10^{-4}\ mol/l$

البحث عن $[C_2H_5COOH]$: لدينا $\dfrac{[\text{الأساس}]}{[\text{الحمض}]}=1,58\times10^{-2}$ إذن

$$\frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]}=1,58\times10^{-2}$$

وعليه $[C_2H_5COOH]=\dfrac{[C_2H_5COO^-]}{1,58\times10^{-2}}=\dfrac{7,94\times10^{-4}}{1,58\times10^{-2}}=5\times10^{-2}\ mol/l$

3-أ- $PK_a=PH \Leftrightarrow$ أن المحلول موجود عند نصف التكافؤ أي:

$$1=\frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]} \Leftrightarrow [C_2H_5COOH]=[C_2H_5COO^-]$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

حساب تركيز الحمض :

$$C_{\text{حمض}} = [C_2H_5COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+]$$

$$= 5\times10^{-2} + 7,94\times10^{-4} \simeq 5\times10^{-2} \ mol/l$$

حساب قيمة الحجم المضاف:

$$C_{(\text{حمض})}V_{(\text{حمض})} = C_{(\text{أساس})}V_{(\text{أساس})} \Leftrightarrow V = \frac{1\times0,05}{0,1} = 500\ cm^3$$

وعليه نجد أن حجم التكافؤ $\boxed{V_{eq} = \frac{1}{2}V = 250\ cm^3}$

التمرين الحادي عشر

نرمز لثنائيين 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 والآخران ضعيفان، قسنا PH كلا منها عند الدرجة $25\,°C$ فوجدنا على التوالي: $PH_1 = 3,9$ ، $PH_2 = 3,0$ ، $PH_3 = 3,0$ ، قمنا بتمديد كل محلول 10 مرات أي أضفنا له الماء حتى تضاعف حجمه 10 مرات، ثم قسنا PH كل محلول من جديد فوجدنا على التوالي:

$PH_1 = 4,4$ ، $PH_2 = 3,5$ ، $PH_3 = 4,0$

1- بين أن المحلول (S_3) هو المحلول الحمض القوي، واستنتج التركيز المولي قبل تمديده.

2- عايرنا $10\,cm^3$ من كل حمض من الأحماض السابقة قبل تمديدها باستعمال نفس المحلول من الصودا $(NaOH)$، فوجب إضافة حجم $V_1 = 1,0\,cm^3$ منه للمحلول (S_1) و حجم $V_2 = 16,0\,cm^3$ منه للمحلول (S_2) و حجم $V_3 = 1,0\,cm^3$ منه للمحلول (S_3).

أ- أحسب تركيز محلول الصودا المستعمل لتحقيق التكافؤ.

ب- أحسب التركيز الابتدائي لكل حمض من الحمضين الضعيفين.

جـ- أحسب ثابتي الحموضة K_{a_1} و K_{a_2} للحمضين الضعيفين واستنتج أقوامهما.

يعطى $10^{0,1} = 1,26$

الحل:

* حمض قوي يعني أن $C = [H_3O^+]$

لدينا: تركيز المحلول (S_3) قبل التمديد هو: C و $[H_3O^+] = 10^{-3}\ mol/l$

تركيز المحلول (S_3) بعد التمديد هو: C' و $[H_3O^+]' = 10^{-4}\ mol/l$

بحساب النسبة بينهما نجد: $\frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]'} = 10 \Leftrightarrow \frac{10^{-PH}}{10^{-PH'}} = 10$ و $\frac{C}{C'} = 10$

إذن $PH' = PH + 1$ ان (S_3) محلول لحمض قوي تركيزه $C = [H_3O^+] = 10^{-3}\ mol/l$

2) أ- حساب تركيز محلول الصودا المستعمل:

عند التكافؤ: $n_{\text{حمض}} = n_{\text{أساس}}$ أي: $C_{(\text{حمض})}V_{(\text{حمض})} = C_{(\text{أساس})}V_{(\text{أساس})}$

ومنه $C_{\text{أساس}} = \frac{10^{-3}\times10}{1} = 10^{-2}\ mol/l$

ب- حساب تركيز كل من (S_1) و (S_2)

عند التكافؤ: $C_{(\text{حمض})}V_{(\text{حمض})} = C_{(\text{أساس})}V_{(\text{أساس})}$

$$(S_1)C_{\text{حمض}} = \frac{C_{\text{أساس}}\times V_{\text{أساس}}}{V_{\text{حمض}}} = \frac{1\times10^{-2}}{10} = 10^{-3}\ mol/l$$

بنفس الطريقة نجد: $(S_2)C_{\text{حمض}} = \frac{16\times10^{-2}}{10} = 1,6\times10^{-2}\ mol/l$

جـ- حساب ثابتي الحموضة K_{a_1} و K_{a_2} للحمضين الضعيفين : $K_a = \frac{[A^-]\times[H_3O^+]}{[AH]}$

حساب $[A^-]$ و $[AH]$ لكل حمض :

الحمض الأول: A_1H لدينا $PH = 3,9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3,9}\ mol/l$

أي $[H_3O^+] = 1,26\times10^{-4}\ mol/l$

ومنه $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3,9}} = 10^{-10,1} = 7,94\times10^{-11}\ mol/l$

أي أن $[OH^-]$ يهمل أمام $[H_3O^+]$

وعليه $[H_3O^+] = [OH^-] + [A^-] \Leftrightarrow [A^-] = [H_3O^+] = 1,26\times10^{-4}\ mol/l$

ولدينا $[A_1] + [A_1H] = C \Leftrightarrow [A_1H] = 10^{-3} - 1,26\times10^{-4} = 8,74\times10^{-3}\ mol/l$

$$K_{a_1} = \frac{(1,26\times10^{-4})^2}{8,74\times10^{-4}} = 0,18\times10^{-4}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

بنفس الطريقة نجد: $K_{a_2} = 6,7 \times 10^{-5}$ و $[A_2H] = 15 \times 10^{-3}\ mol/l$

ومنه $[A_2^-] = 10^{-3}\ mol/l$ إذن الحمض A_2H أقوى من الحمض A_1H لأن $K_{a_1} < K_{a_2}$ تفككه أكبر في الماء.

التمرين الثاني عشر

محلول لحمض الميثانويك $HCOOH$ حجمه $(0,3 \pm 10,0)\ cm^3$، سكبنا عليه بواسطة سحاحة محلولا لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $(0,02 \pm 0,15)\ mol/L$.

1- أكتب معادلة التفاعل.

2- ما هو أفضل كاشف ينبغي استخدامه لتحديد نقطة التكافؤ؟

مجالات الـ PH التي تتغير ضمنها ألوان الكواشف هي: الهليانتين من 3,1 إلى 4,4، القيتول 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 $(20,0 \pm 0,1)\ cm^3$.

أحسب تركيز الحمض في محلوله مصحوبا بالارتياب المطلق فيه.

4- إذا كان تركيز الملح الناتج عن التفاعل السابق في محلول هو $C = 0,1\ mol/L$ وقيمة PH المحلول 8,4 (درجة الحرارة 25°م).

أ- أحسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الموجودة فيه علما 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: $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

المعادلة الإجمالية: $HCOOH + (Na^+, OH^-) \rightleftharpoons \underbrace{(Na^+, HCOO^-)}_{\text{ميثانوات الصوديوم}} + H_2O$

2) بما أن التفاعل هو عبارة عن تفاعل حمض ضعيف مع أساس قوي إذن الكاشف المناسب هو الفينول فتالين $(8,2 - 10,0)$ لأن المحلول الناتج له نفس سلوك الأساس.

3) حساب تركيز الحمض في محلوله: عند نقطة التكافؤ يكون $n_{حمض} = n_{أساس}$

أي: $C_{(حمض)} V_{(حمض)} = C_{(أساس)} V_{(أساس)}$

إذن: $C_{حمض} = \dfrac{(C_{أساس})(V_{أساس})}{V_{حمض}} = \dfrac{20,0 \times 0,15}{10} = 0,3\ mol/l$

بتطبيق قانون الإرتياب: $\dfrac{\Delta C_{حمض}}{C_{حمض}} = \dfrac{\Delta C_{أساس}}{C_{أساس}} + \dfrac{\Delta V_{أساس}}{V_{أساس}} + \dfrac{\Delta V_{حمض}}{V_{حمض}}$

$$\Delta C_{حمض} = 0,3\left(\frac{0,02}{0,15} + \frac{0,1}{20} + \frac{0,3}{10,3}\right) = 0,05\ mol/L$$

ومنه $\boxed{C_{حمض} = (0,3 \pm 0,05)\ mol/L}$

4) أ- حساب تراكيز الأفراد الكيميائية الأخرى الموجودة في المحلول:

الأفراد الكيميائية هي: H_2O ، $HCOOH$ ، $HCOO^-$ ، Na^+ ، OH^- ، H_3O^+

لدينا $[H_3O^+] = 10^{-PH}\ mol/L = 10^{-8,4} = 3,98 \times 10^{-9}\ mol/L$

$$\boxed{[H_3O^+] = 3,98 \times 10^{-9}\ mol/L}$$

وحسب الجداء الشاردي للماء

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-8,4}} = 10^{-5,6} = 2,5 \times 10^{-6}\ mol/L$$

$\boxed{[Na^+] = 0,1\ mol/L}$ تركيز الملح أي $[Na^+]$

وحسب قانون الشحن: $[H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-] + [HCOO^-]$

وعليه نجد: $[HCOO^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-]$

$$= 0,1 + \underbrace{3,98 \times 10^{-9}}_{\text{يهمل}} - \underbrace{2,5 \times 10^{-6}}_{\text{يهمل}} \simeq 0,1\ mol/L$$

$$C_{حمض} = [HCOO^-] + [HCOOH]$$

وعليه: $[HCOOH] = C_{حمض} - [HCOO^-] = 0,3 - 0,1 = 0,2\ mol/L$

ب- حساب ثابت الحموضة:

$$K_a = \frac{[HCOO-] \times [H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{3,98 \times 10^{-9} \times 0,1}{0,2} = 1,9 \times 10^{-9}$$

$$\boxed{K_a = 1,9 \times 10^{-9}}$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين الثالث عشـــر

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 الميلي أمبير، استنتج من هذه التجربة بنية حمض الميثانويك.

2- تضاف إلى وعاء التحليل كمية من الماء المقطر فيلاحظ عند غلق القاطعة انحراف مؤشر مقياس الميلي أمبير.

أ- علل سبب مرور التيار الكهربائي في الدارة في هذه الحالة.

ب- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل بين الحمض والماء.

جـ- 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 $25\,°C$.

أ- حدد الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول ثم أحسب تركيزها.

ب- أحسب K_a للثنائية حمض/أساس واستنتج قيمة PK_a.

$C=12\ {}^{g}/_{mol}$, $H=1\ {}^{g}/_{mol}$, $O=16\ {}^{g}/_{mol}$, $Log\ 6=0,8$, $10^{-2,4}=4\times10^{-3}$

الحل:

1- بنية الحمض غير شاردية (لا يحتوي على شوارد).

2- أ- مرور التيار الكهربائي دليل على أن المحلول يحوي شوارد $\left(H_3O^+\right)\left(HCOO^-\right)$.

ب- معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل: $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$

جـ- الأساس المرافق لحمض الميثانويك هو شاردة الميثانوات $\left(HCOO^-\right)$.

د- حساب التركيز المولي الحجمي للمحلول الحمضي

لدينا $n=\frac{m}{M}$ و $C=\frac{n}{V}$ ومنه: $M_{HCOOH}=46\ {}^{g}/_{mol} \Rightarrow n=\frac{4,6}{46}=0,1\ mol$

إذن: $C_{HCOOH}=\frac{0,1\ mol}{1\ L}=0,1\ {}^{mol}/_{L}$

3- أ- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول: $HCOOH+H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$

$2H_2O \rightleftharpoons OH^- + H_3O^+$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

وعليه تكون الأفراد هي: $HCOOH$, $HCOO^-$, OH^- , H_3O^+ المتبقي

لدينا $PH=2,4$ إذن $\left[H_3O^+\right]=10^{-2,4}\ {}^{mol}/_{L}$ و منه: $[H_3O^+]=4\times10^{-3}\ mol/l$

حساب $\left[OH^-\right]$ لدينا: $K_e=\left[H_3O^+\right]\times\left[OH^-\right]$

إذن: $\left[OH^-\right]=\frac{K_e}{\left[H_3O^+\right]}=\frac{10^{-14}}{10^{-2,4}}=10^{-14+2,4}$

$\left[OH^-\right]=10^{-11,6}=0,25\times10^{-11}\ {}^{mol}/_{L}$ و منه: $[OH^-]=0,25\times10^{-11}\ {}^{mol}/_{L}$

حساب $\left[HCOO^-\right]$ بناءا على مبدأ انحفاظ الشحنة نجد:

$\left[H_3O^+\right]=\left[OH^-\right]+\left[HCOO^-\right]$ وبما أن $\left[OH^-\right]\ll\left[H_3O^+\right]$

إذن: $\left[H_3O^+\right]=\left[HCOO^-\right]=4\times10^{-3}\ {}^{mol}/_{L}$ و منه:

$[HCOO^-]=4\times10^{-3}\ {}^{mol}/_{L}$

وباستعمال مبدأ انحفاظ المادة:

$\left[HCOOH\right]+\left[HCOO^-\right]=C=\left[HCOOH\right]_{\text{المتبقي}}$ الإبتدائي

ومنه: $\left[HCOOH\right]=C-\left[HCOO^-\right]=0,1-4\times10^{-3}=96\times10^{-3}\ {}^{mol}/_{L}$

ب- حساب K_a:

$K_a=\frac{\left[HCOO^-\right]\left[H_3O^+\right]}{\left[HCOOH\right]}=\frac{\left(4\times10^{-3}\right)^2}{96\times10^{-3}}=0,166\times10^{-3}$

استنتج PK_a: $PK_a=-Log\ K_a=-Log\left[1,66\times10^{-4}\right]$ أي: $\boxed{PK_a=3,78}$

التمرين الرابع عشـــر

المحاليل مأخوذة في الدرجة $25\,°C$ تعطى: $0,25=10^{-0,6}$, $Log\ 24=1,4$

لدينا محلول مائي للنشادر تركيزه المولي هو $C=10^{-2}\ {}^{mol}/_{L}$ وقيمة الـ PH هي $10,6$.

1- أكتب معادلة التفاعل $\left(NH_3\right)$ مع الماء.

2- ما هي الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول؟

3- أحسب التركيز المولي لكل منها.

II- 1- عرف ثابت الحموضة (K_a) للثنائية (NH_4^+/NH_3).

2- أحسب قيمة الـ (PK_a) الموافقة.

3- إذا علمت بأن:

K_{a_1} للثنائية $(CH_3-NH_3^+/CH_3-NH_2)$ هو $1,9\times10^{-11}$

K_{a_2} للثنائية (NH_4^+/NH_3) هو $5,6\times10^{-10}$

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 $PH\simeq10,6$ ، $C=10^{-2}\ mol/L$ إذن $[H_3O^+]=10^{-10,6}$

وعليه $[OH^-]=\frac{K_e}{[H_3O^+]}=\frac{10^{-14}}{10^{-10,6}}=10^{-3,4}\ mol/L<10^{-2}\ mol/l$

إذن الأساس ضعيف وهذا يعني أن تفاعله مع الماء غير تام

$$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

2- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول : $NH_3, H_2O, NH_4^+, OH^-, H_3O^+$

3- حساب التركيز المولي لكل منها:

لدينا $PH=10,6\Rightarrow[H_3O^+]=10^{-10,6}=0,25\times10^{-10}\ mol/L$

$[OH^-]=?$: $K_e=[H_3O^+]\times[OH^-]\Leftrightarrow[OH^-]=\frac{K_e}{[H_3O^+]}$

$$[OH^-]=\frac{10^{-14}}{0,25\times10^{-10}}=0,4\times10^{-3}\ mol/L$$

$[NH_4^+]=?$: حسب قانون انحفاظ الشحنة نجد: $[OH^-]=[H_3O^+]+[NH_4^+]$

إذن : $[NH_4^+]=[OH^-]-[H_3O^+]\simeq[OH^-]=0,4\times10^{-3}\ mol/l$ (يهمل)

$[NH_3]=?$ حسب قانون انحفاظ المادة نجد:

$[NH_3]=C-[NH_4^+]=10^{-2}-0,4\times10^{-3}=96\times10^{-4}\ mol/L \Rightarrow [NH_3]+[NH_4^+]$ (مستهلكة)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

II- 1- تعريف ثابت الحموضة: $K_a=\frac{[H_3O^+][\text{أساس}]}{[\text{حمض}]}$

وحسب التمرين: $K_a=\frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

2- قيمة الـ PK_a للثنائية (NH_4^+/NH_3): $PK_a=-Log\ K_a$

$$PK_a=-Log\frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}=PH-Log\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$PK_a=10,6-Log\frac{96\times10^{-4}}{4\times10^{-4}}=9,2$$

3- المقارنة بين قوى الأساسين NH_3 و CH_3-NH_2

لدينا $K_{a_2}>K_{a_1}$ إذن المثيل أمين (CH_3-NH_2) أقوى من النشادر (NH_3).

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

التمرين الخامس عشر

لدينا $1\ litre$ من محلول مائي لحمض الميثانويك قيمة PH هذا المحلول $(2,4)$.

1- أكتب معادلة تشرد هذا الحمض في الماء.

2- أعط عبارة ثابت الحموضة (K_a) للثنائية $HCOOH/HCOO^-$.

3- أحسب كتلة الحمض (m) المنحلة في الحجم السابق علما بأن PK_a للثنائية $HCOOH/HCOO^-$ هو $3,8$.

يعطى $4\times10^{-2}\simeq10^{-1,4}$ ، $4\times10^{-3}=10^{-2,4}$

الحل:

1) كتابة معادلة تشرد حمض الميثانويك $(HCOOH)$ في الماء.

$$HCOOH+H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

2) عبارة ثابت الحموضة (K_a) للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$

$$K_a=\frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

3) حساب كتلة الحمض m المنحلة في $(1g)$: $PK_a=-Log\ K_a$

$$PK_a = -Log\left[H_3O^+\right] - Log\left[HCOO^-\right] + Log\left[HCOOH\right]$$

$$PK_a = PH - Log\frac{\left[HCOO^-\right]}{\left[HCOOH\right]_{\text{المتبقية}}}$$

حساب $\left[HCOOH\right]_{\text{المتبقية}}$:

1- $\left[OH^-\right] = \frac{K_e}{\left[H_3O^+\right]} = \frac{10^{-14}}{4\times10^{-3}} = 2,5\times10^{-12}\ mol/L$ ؟ $= \left[OH^-\right]$

يهمل أمام $\left[H_3O^+\right]$ ومنه نجد : $\left[H_3O^+\right] \simeq \left[HCOO^-\right] = 10^{-2,4}\ mol/L$

إذن :

$$-Log\left[HCOOH\right] = PH - PK_a - Log\left[HCOO^-\right]$$

$$= 2,4 - 3,8 - Log\ 10^{-2,4} = 1$$

$$Log\left[HCOOH\right] = -1$$

ومنه $\left[HCOOH\right]_{\text{ابتدائي}} = 10^{-1}\ mol/L$

وحسب قانون انحفاظ الكتلة :

$$C = \left[HCOOH\right]_{\text{ابتدائي}} = \left[HCOOH\right]_{\text{المتبقي}} + \left[HCOO^-\right]$$

$$C = 10^{-1} + 4\times10^{-3}\ mol/L = 104\times10^{-3}\ mol/l$$

- حساب الكتلة (m) للحمض المنحلة في الحجم السابق $(1g)$: $M_{HCOOH} = 46\ g/mol$

إذن:

$$1\ mol \longrightarrow 46\ g$$

$$0,104\ mol \longrightarrow m$$

ومنه : $m = 4,784\ g$

التمرين السادس عشر

كل المحاليل مأخوذة في درجة حرارة $25\,^\circ C$.

- نحضر محلول (A) لحمض الميثانويك $HCOOH$ بإذابة $13,8\ g$ من الحمض النقي في الماء المقطر، فنحصل على محلول حجمه $3\ litre$ وقيمة $PH = 2,4$.

1- أكتب معادلة تشرد الميثانويك في الماء.

2- أحسب التركيز المولي الحجمي للمحلول (A).

3- أحسب ثابت الحموضة K_a للثنائية $\left(HCOOH/HCOO^-\right)$.

يعطى: $Log\,4 = 0,6\ ,\ 16 = O\ ,\ 12 = C\ ,\ 1 = H$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل:

1- معادلة تشرد : $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

2- التركيز المولي الحجمي للمحلول (A) :

لدينا : $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M.V} = \frac{13,8\ g}{46\ g/mol \times 3\ \ell}$ أي : $\boxed{C = 0,1\ mol/L}$

3- حساب ثابت الحموضة K_a للثنائية $\left(HCOOH/HCOO^-\right)$

الأفراد المتواجدة في المحلول هي: $H_2O\ ,\ HCOOH\ ,\ HCOO^-\ ,\ OH^-\ ,\ H_3O^+$

ولدينا : $K_a = \frac{[HCOO^-]\,[H_3O^+]}{[HCOOH]}$

ولدينا $\left[H_3O^+\right] = 10^{-PH} = 4\times10^{-3}\ mol/L$

بتطبيق مبدأ انحفاظ الشحنة نجد:

$$\left[H_3O^+\right] = \underbrace{\left[OH^-\right]}_{\text{يهمل}} + \left[HCOO^-\right] \Rightarrow \left[H_3O^+\right] \simeq \left[HCOO^-\right]$$

إذن $\left[HCOO^-\right] = 4\times10^{-3}\ mol/L$

بتطبيق مبدأ انحفاظ المادة: $C = \left[HCOOH\right]_{\text{المتبقية}} + \left[HCOO^-\right]$

ومنه : $\left[HCOOH\right] = C - \left[HCOO^-\right] = 0,1 - 4\times10^{-3} = 96\times10^{-3}\ mol/L$

ومنه : $K_a = \frac{\left[HCOO^-\right]\left[H_3O^+\right]}{\left[HCOOH\right]} = \frac{\left(4\times10^{-3}\right)^2}{96\times10^{-3}} = 1,67\times10^{-4}$

التمرين السابع عشر

نؤكسد $2,3\ g$ من الإيثانول بأكسجين الهواء وبوجود وسيط فتحصل على حمض الايثانويك بمردود 100%.

1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث.

2- ما هي كتلة الحمض المحصل عليه؟

3- نأخذ هذه الكتلة من الحمض ونذيبها في الماء المقطر فنحصل على محلول (A) حجمه $250\ cm^3$.

أ- أحسب التركيز المولي الحجمي لهذا المحلول.

ب- أكتب معادلة تشرد حمض الايثانويك في الماء.

جـ- لو كان ثابت هذا التشرد (معامل التفكك) $\alpha = 1$ كم تكون قيمة PH المحلول (A).

د- علما أن حمض الايثانويك حمض ضعيف أي $\alpha > 1$ 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 المعادلة التالية:* $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$

2- كتلة الحمض المحصل عليها:

$46\ g \longrightarrow 60\ g$ (حمض)

$2,3\ g \longrightarrow m$ حمض

$m_A = \frac{2,3 \times 60}{46} = 3\ g$

3-أ- حساب التركيز المولي الحجمي لـ (A) :

$C = \frac{m}{M.V} = \frac{3}{60 \times 0,25} = 0,2\ {}^{mol}/_{L}$

ب- معادلة تشرد حمض الايثانويك في الماء:

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

جـ- إذا كان $\alpha = 1$ فهذا يعني أن التفاعل تام وبالتالي:

$[H_3O^+] = C \Rightarrow [H_3O^+] = 0,2 \Rightarrow PH = -Log(0,2)$

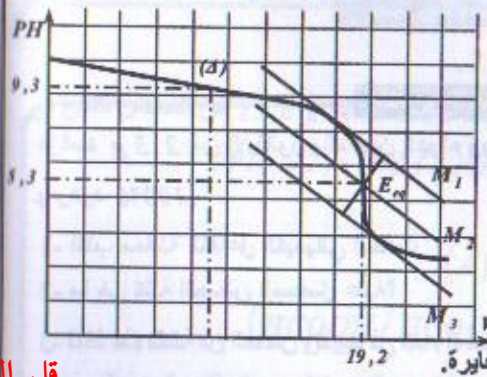
$PH = -Log\frac{2}{10} = 1 - Log\ 2 \Rightarrow \boxed{PH = 0,7}$

د- بما أن حمض الايثانويك حمض ضعيف $\alpha > 1$ إذن PH المحلول له تكون أكبر من القيمة السابقة.

التمرين الثامن عشر

نعاير محلول النشادر NH_3 بمحلول حمض الكلور ذو التركيز $0,1\ {}^{mol}/_{L}$.

نضع في إناء حجم $V_B = 20\ cm^3$ 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.

جـ- استنتج معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة.

د- ما طبيعة المحلول الناتج عند التعديل؟ برر إجابتك.

هـ- 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: $E_{eq}(19,2\ cm^3, PH = 5,3)$

ب- وعند هذه النقطة يكون: $C_A V_A = C_B V_B$

ومنه : $C_B = \frac{C_A V_A}{V_B}$ و $C_B = \frac{0,1 \times 19,2 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}}$

التركيز المولي للنشادر $\boxed{C_B = 9,6 \times 10^{-2}\ {}^{mol}/_{L}}$

جـ- معادلة التفاعل : $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$ (تفاعل تام)

د- عند التعديل يكون $PH = 5,3$

$[H_3O^+] = 10^{-5,3}\ {}^{mol}/_{L} \Leftarrow [H_3O^+] = 10^{-PH}$

و $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5,3}} = 10^{-8,7}\ {}^{mol}/_{L}$

وبما أن $[OH^-] < [H_3O^+]$ إذن المحلول حمضي.

هـ- للبحث عن PK_a يجب تحديد نقطة نصف التكافؤ D من البيان

$E_{eq}(9,6\ cm^3, PH = 9,3)$ وعليه $PK_a = PH$ عند نقطة نصف التكافؤ

$K_a = 10^{-PK_a} = 10^{-9,3} = 5 \times 10^{-10}$

التمرين التاسع عشر

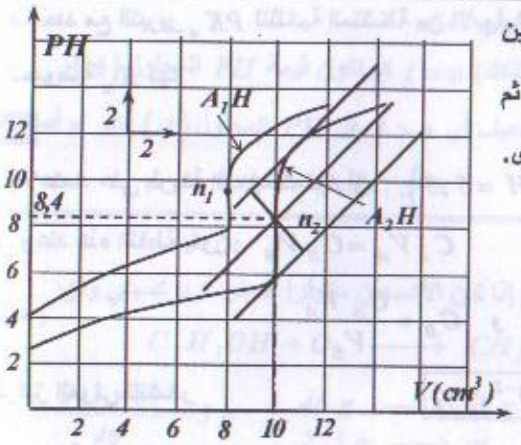
قمنا في تجربة أولي بمعايرة $(10\ cm^3)$ من محلول ماني لحمض (A_1H) بمحلول الصودا $(NaOH)$ تركيزه $(0,1\ {}^{mol}/_{L})$ وفي تجربة ثانية عايرنا نفس الحجم من محلول ماني لحمض (A_2H) بنفس المحلول السابق (الأساسي).

البيانان المرفقان يمثلان تغيرات الـ PH في التجربتين بدلالة حجم الصودا المضاف (n_1) نقطة التكافؤ عند استخدام (A_1H).

1- بالاعتماد على البيانين:

أ- أوجد إحداثي نقطة التكافؤ (n_2) عند استخدام (A_2H).

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



ب- أحسب قيمة (PK_a) لكل الثنائيتين (A_1H/A_1^-) و (A_2H/A_2^-) ثم استنتج مع التعليل، أي الحمضين أقوى.

2- أحسب التركيزين $[H_3O^+]$، $[Na^+]$ في المزيج عند إضافة $(5\,cm^3)$ من الصودا إلى المحلول (A_2H).

يعطى: $10^{-0,8}=6,3$

الحل:

1- أ- نقطة التكافؤ لمعايرة (A_2H) بـ $(NaOH)$ هي:

$n_2\left(V=10\,cm^3, PH_{n_2}=8,4\right)$.

ب- يمكن استنتاج (PK_a) الثنائية (حمض/ أساس) لكل حمض من المنحنى الموافق لكل معايرة وهذا عند النقطة نصف التكافؤ أي $V=\frac{1}{2}V_e$ تكافؤ، إذ عند نقطة نصف التكافؤ يكون PH المزيج مساوي لـ (PK_a) الثنائية $(PH=PK_a)$ $\left(V=\frac{1}{2}V_e\right)$

المنحنى ①: المناسب لمعايرة (A_1H). $\frac{V_e}{2}=4\,cm^3 \Rightarrow V_e=8\,cm^3$

إذن $6,2=PH$ عند $(4\,cm^3)$

المنحنى ②: المناسب لمعايرة (A_2H). $\frac{V_e}{2}=5\,cm^3 \Rightarrow V_e=10\,cm^3$

$4,2=PH$ عند $(5\,cm^3)$ 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 $[H_3O^+]=10^{-PH}$ إذن: $[H_3O^+]=10^{-4,2}$

$$[H_3O^+]=6,3\times10^{-5}\ mol/L$$

استنتاج تركيز Na^+ : حساب حجم المزيج $V=10+5=15\,cm^3$

ولدينا:

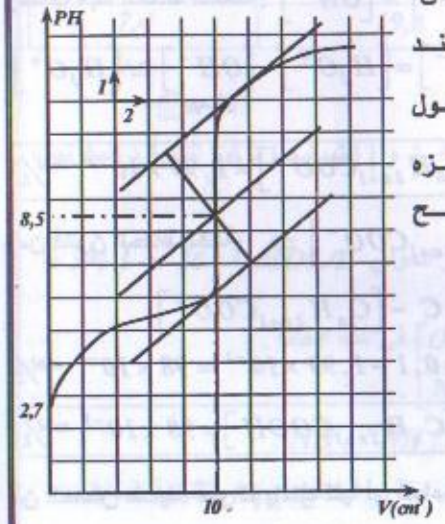
$$\left.\begin{array}{l} n_{NaOH}=0,1\,mol \longrightarrow 1000\,cm^3 \\ n' \longrightarrow 5\,cm^3 \end{array}\right\} \quad n'=\frac{5\times0,1}{1000}=5\times10^{-4}\,mol$$

وهو نفسه عدد مولات Na^+ وعليه يكون تركيز Na^+

$$[Na^+]=\frac{n'}{V}=\frac{5\times10^{-4}}{15\times10^{-3}}=0,033\ mol/L$$

التمرين العشـــرون

في $500\,cm^3$ من الماء النقي، نذيب $3\,g$ من حمض كربوكسيلي $C_nH_{2n+1}-COOH$ وذلك عند الدرجة $(25\,°C)$ نأخذ $20\,cm^3$ من المحلول المحضر ونعايره بمحلول من الصودا تركيزه المولي $0,2\ mol/L$ 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 الثنائية 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 $C_AV_A=C_BV_B$

ومن الرسم نجد أن نقطة التكافؤ هي: $n(10\,cm^3, 8,5)$

ومن العلاقة نجد: $C_A=\frac{10\times0,2}{20}=0,1\ mol/L$

2- إثبات أن الحمض المستعمل ضعيف: لدينا $2,7=PH \Leftrightarrow [H_3O^+]=10^{-2,7}\ mol/L$

قلم الجزائري
WWW.DZPEN.COM

إذن $[H_3O^+] > 10^{-1}\ mol/l$ وعليه فإن الحمض ضعيف.

طريقة 2: لكي نثبت قوة حمض أو ضعفه نبحث عن $[C_nH_{2n+1}-COOH]$ في المحلول.

لدينا: $[H_3O^+] = 10^{-2,7}\ mol/L \Leftrightarrow PH = 2,7$

$$\boxed{[H_3O^+] = 1,99 \times 10^{-3}\ mol/L}$$

ونجد: $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{1,99 \times 10^{-3}}$ ، $\boxed{[OH^-] = 0,5 \times 10^{-11}\ mol/L}$

وحسب مبدأ انحفاظ الشحنة: $[H_3O^+] = [C_nH_{2n+1}COO^-] + [OH^-]$

$$[C_nH_{2n+1}COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-] \simeq [H_3O^+]$$ يهمل

$$\boxed{[C_nH_{2n+1}COO^-] = 1,99 \times 10^{-3}\ mol/L}$$

ومن قانون انحفاظ الكتلة: $C = [C_nH_{2n+1}COOH] + [C_nH_{2n+1}COO^-] \Rightarrow$

$$[C_nH_{2n+1}COOH] = C - [C_nH_{2n+1}COO^-]$$

$$= 0,1 - 1,99 \times 10^{-3} = 98 \times 10^{-3}\ mol/L$$

$$\boxed{[C_nH_{2n+1}COOH] = 98 \times 10^{-3}\ mol/L}$$

إذن الحمض ضعيف فهو لم يتفكك كليا 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: $C = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = C \times V = 0,5 \times 0,1 = 0,05\ mol$

ولدينا: $n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n}$ ومنه: $M = \frac{3}{0,05} = 60\ g/mol$

ومنه: $14n + 46 = 60 \Leftrightarrow n = 1$

إذن: CH_3COOH حمض الميثانويك.

التمرين الواحد و العشرون

انطلاقاً من المعطيات التالية

- الجداء الشاردي للماء عند $25°c$ هو $k = 10^{-14}$

- من أجل الثنائية (أمونيوم / امونياك) في $25°c$ يكون $Pk_A = 9,24$

- عبارة الناقلية $\sigma = \sum_i \lambda_i [x_i]$

الناقلة المولية λ_i للشوارد عند $25°c$ بـ $ms\ m^2/mol$		
شاردة هيدرونيوم H_3O^+	شاردة هيدروكسيد OH^-	شاردة أمونيوم
$H_3O^+(aq)$	$OH^-(aq)$	$NH_4^+(aq)$
35	19,8	7,4

1 – أكتب معادلة تفكك الأمونياك في الماء .

2 – هل المحلول الناتج هو محلول قاعدي برّر؟

3 – أعط عبارة الناقلية σ لمحلول أمونياك بدلالة λ و [الشوارد] تركيز الشوارد المتواجدة في المحلول مع إهمال تركيز شاردة الهيدرونيوم.

4 – إذا علمت أن ناقلية محلول الامونياك ذو التركيز المولي $1 \times 10^{-2}\ MOL/L$ يقدر بـ $14,9\ ms/m$ عند الدرجة $25°c$.

- أوجد تركيز شاردة أمونيوم $[NH_4^+]$ و $[OH^-]$ في هذه الحالة .

- أوجد تركيز شاردة $[H_3O^+]$ و تركيز $[NH_3]$.

5 – أكتب 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^-) هيدروسيد و هذا دليل على أن المحلول قاعدي.

3 - $\sigma = \lambda(NH_{4(aq)}^+) \times [NH_4^+] + \lambda(OH^-_{(aq)}) \times [OH^-_{(aq)}]_{aq}$

4 – انطلاقاً من المعادلة $[NH_{4(aq)}^+]_{(aq)} = [OH^-_{(aq)}]_{aq}$

عليه تكون $\sigma = [\lambda(NH_{4(aq)}^+) + \lambda(OH^-_{(aq)})][NH_{4(aq)}^+]_{aq}$ ومنه :

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$$[NH_4^+] = [OH^-] = \frac{\sigma}{\lambda(NH_4^+) + \lambda(OH^-)} = \frac{10,9}{7,4 + 19,8} = 4,01 \times 10^{-3}\ mol/m^3$$

$$\sigma = 4,01 \times 10^{-4}\ mol/\ell \quad (1\ mol/m^3 = 10^{-3}\ mol/\ell)$$

- تركيز شاردة $[H_3O^+]$: $ke = [OH^-][H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{ke}{[OH^-]}$

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-4}} = 2,5 \times 10^{-11}\ mol/\ell$$

5- حساب تركيز NH_3 : $C = [NH_4^+] + [NH_3]$

ومنه : $[NH3] = C - [NH_4^+] = 1.10^{-2} - 4.10^{-4} = 9,6.10^{-3}\ mol/\ell$

6- حساب k_A للثنائية NH_3/NH_4^+ : $NH_4^+ + H_2O = NH_3 + H_3O^+$

$$k_A = \frac{[H_3O+][NH^3]}{[NH_4^+]} = \frac{2,5.10^{-11} \times 9,6.10^{-3}}{4.10^{-4}} = 6.10^{-10}$$

$$Pk_A = -\log k_A = -\log(6.10^{-10}) = 9,2$$

إذن قيمة Pk_A متوافقة مع القيمة السابقة .

التمرين الثاني و العشرون

نضيف حمض البروبانويك إلى الماء من أجل تحضير محلولين S_1 و S_2 تركيزهما على الترتيب

معادلة تفكك الحمض في الماء تعطى كالتالي :

$$H_2O + C_2H_5COOH = H_3O^+ + C_2H_5COO^-$$

* نقيس ناقلية المحلولين فنحصل على :

$C_1 = 1.10^{-2}\ mol/\ell$	$C_2 = 1.10^{-3}\ mol/\ell$
$\sigma_1 = 143.10^{-4}\ s/m$	$\sigma_2 = 43.10^{-4}\ s/m$

* تعطى الناقلية الشاردية المولية للشوارد التالية :

$\lambda_{C_2H_5COO^-} = 3,58\ ms.m^2/mol$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35,0\ ms.m^2/mol$

1 – أحسب من أجل المحلول S_1 في حالة توازن تركيز شوارد $[H_3O^+]$ و $[C_2H_5COO^-]$ و $[C_2H_5COOH]$

2 – أحسب كسر التفاعل في حالة التوازن Qr_{eq}

3 – أعد نفس الأسئلة السابقة من أجل المحلول S_2

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 :

$$H_2O + C_2H_5COOH = H_3O^+ + C_2H_5COO^-$$

و منه نجد : $\sigma_1 = [\lambda(H_3O^+) + \lambda(C_2H_5COO^-)][H_3O^+]$

إذن : $[H_3O^+]_{eq} = [C_2H_5COO^-]_{eq} = \frac{\sigma_1}{\lambda(H_3O^+) + \lambda(C_2H_5COO^-)}$

$$[H_3O^+]_{eq} = [C_2H_5COO^-]_{eq} = \frac{143 \times 10^{-4}}{(35 \times 10^{-3} + 3,58 \times 10^{-3})} = 0,371\ mol/m^3$$

$$[H_3O^+] = [C_2H_5COO^-] = 3,71 \times 10^{-4}\ mol/\ell$$

- حساب تركيز $[C_2H_5COOH]$:

$$[C_2H_5COOH] = C_1 - [C_2H_5COO^-] = 1 \times 10^{-2} - 3,71 \times 10^{-4}$$

$$[C_2H_5COOH] = 9,63 \times 10^{-3}\ mol/\ell$$

- 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 :

$$[H_3O^+] = [C_2H_5COO^-] = 0,111\ mol/m^3 = 1,11 \times 10^{-4}\ mol/\ell$$

$$[C_2H_5COOH] = 8,89 \times 10^{-4}\ mol/\ell$$

$$Q_2r_{eq} = 1,4 \times 10^{-5}$$

التمرين الثالث و العشرون

نحضر محلولا حجمه $v = 400\ m\ell$ عن طريق إذابة كتلة $m_1 = 0,124\ g$ عن ميثيل امين CH_3NH_2 و كتلته $m_2 = 0,321\ g$ من كلور أمونيوم في الماء . المطلوب :

1 – استحضر تعريف الحمض و الأساس و الثنائية حمض أساس .

2 – أكتب معادلة التفاعل الحادثة .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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 $\sigma = 210,6\ ms/m$ تعطى الناقلية المولية الشاردة التالية :

الشاردة	Cl^-	NH_4	$CH_3NH_3^+$
$\lambda(ms.m^2/mol)$	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 : $C = 12\ g/mol$ ، $H = 1\ g/mol$ ، $N = 14\ g/mol$ ، $Cl = 35,5\ g/mol$

الحل :

1 – تعريف الحمض و الأساس و الثنائية راجع الدرس السابق .

2 – معادلة التفاعل : $NH_{4(aq)}^+ + CH_3NH_{2(aq)} = NH_{3(aq)} + CH_3NH_3^+$

حمض + أساس 1 = أساس 2 + حمض 1

لأن : $NH_4^+ = NH_3 + H^+$ ، $CH_3NH_2 + H^+ = CH_3NH_3^+$

حمض1 أساس1 أساس 2 حمض2

ملاحظة : يوجد في المحلول شوارد OH^- و H_3O^+ لكميات قليلة جدا التي يتم إهمالها ، و لم تستظهرها في المعادلة

3 – حساب كتلة المولية : $M(CH_3NH_2) = 12 + 1 \times 5 + 14 = 31\ g/mol$

$M(NH_4cl) = 14 + 1 \times 4 + 35,5 = 43,5\ g/mol$

عدد المولات : $\eta(CH_3NH_2) = \frac{m_1}{M_1} = \frac{0,124}{31} = 0,004\ mol$

$\eta(NH_4cl) = \frac{m_1}{M_1} = \frac{0,321}{53,5} = 0,006\ mol$

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 $v=0,4\ \ell$	$\frac{0,004 - x_{eq}}{0,4}$	$\frac{0,006 - x_{eq}}{0,4}$	$\frac{x_{eq}}{0,4}$	$\frac{x_{eq}}{0,4}$

كمية شوارد الكلور Cl^- ثابتة تساوي $0,006\ mol$ تركيزه المولي :

$[Cl^-] = \frac{\eta(Cl^-)}{v} = \frac{0,006}{0,4} = 0,015\ mol/\ell$

5 – حساب التقدم النهائي :

$[NH_4^+]_{eq} = \frac{\eta(NH_4^+)}{v} = \frac{0,006 - x_{eq}}{4 \times 10^{-4}} = 15 - 2500\ x_{eq}\ (mol/m^3)$

$[CH_3NH_3^+]_{eq} = \frac{\eta(CH_3NH_3^+)}{v} = \frac{x_{eq}}{4 \times 10^{-4}} = 2500\ x_{eq}\ (mol/m^3)$

ناقلية المحلول بدلالة Cl^- و NH_4^+ و $CH_3NH_3^+$:

$\sigma = \lambda_1[Cl^-]_{eq} + \lambda_2[NH_4^+]_{eq} + \lambda_3[CH_3NH_3^+]_{eq}$

$0,1206 = 7,63 \times 10^{-3} \times 15 + 7,34 \times 10^{-3} \times (15 - 2500\ x_{eq})$

$+ 5,87 \times 10^{-3} (2500\ x_{eq})$

$0,2106 = 0,11445 + 0,1101 - 18,35\ x_{eq} + 14,675\ x_{eq}$

$3,675\ x_{eq} = 0,01395 \Rightarrow x_{eq} = 0,003796\ mol$ و منه : $x_{eq} = 3,8 \times 10^{-3}\ mol$

ملاحظة : إذا كان التفاعل تام فإنه يصل إلى : $x_{max} = 4 \times 10^{-3}\ mol$

و عليه : $\tau = \frac{x_{sinal}}{x_{max}} = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{3,8 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} = 0,97$ أي $97\ \%$

حساب التراكيز : $[Cl^-]_{eq} = 15\ mol/m^3 = 15 \times 10^{-3}\ mol/\ell$

$[NH_4^+]_{eq} = 15 - 2500\ x_{eq} = 5,51\ mol/m^3 = 5,51 \times 10^{-3}\ mol/\ell$

$[CH_3NH_3^+]_{eq} = 2500\ x_{eq} = 9,49\ mol/m^3 = 9,49 \times 10^{-3}\ mol/\ell$

$[CH_3NH_2]_{eq} = \frac{0,004 - x_{eq}}{0,4} = 5,1 \times 10^{-4}\ mol/\ell$

$[NH_3]_{eq} = \frac{x_{eq}}{0,4} = 9,49 \times 10^{-3}\ mol/\ell$

7 – علاقة ثابت التوازن : $k = \frac{[CH_3NH_3^+]}{[NH_4^+][CH_3NH_2]}$

$k = \frac{(9,49 \times 10^{-3})(9,49 \times 10^{-3})}{(5,51 \times 10^{-3})(5,1 \times 10^{-4})}$ ومنه : $k = 32$

و عليه : $PK_A = -\log k = -\log 32$ أي : $PK_A = 1,5$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

المجال: 3 الوحدة: 01

التطور التلقائي لجملة كيميائية

1) مقدمة : إن لتفاعلات الأكسدة و الإرجاع تطبيقات جمة في حياتنا اليومية ، و من بين هذه التطبيقات الأعمدة (البيل) و المدخرات التي تعتمد في أساسها على تفاعلات الأكسدة و الإرجاع ، 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 / الالكتروليتات

2 - أ / وعاء فولط : يتكون وعاء فولطا من وعاء يحتوي على محلول ممدد من حمض الكبريت مغموس فيه صفيحة من النحاس Cu و صفيحة من التوتياء Zn



- تمثيل صفيحة النحاس القطب الموجب ⊕
- تمثل صفيحة التوتياء القطب السالب ⊖

و بذلك يشكل وعاء فولطا عمودا يدعى عمود فولط حيث تصل قوته المحركة الكهربائية Fem إلى $1,1\ V$

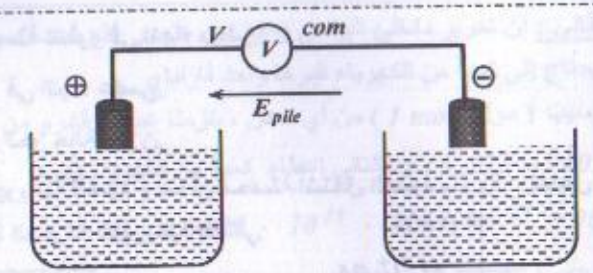
ب – استقطاب عمود فولطا : الملاحظة التجريبية لعمود فولطا بين أنه بعد مدة من الزمن تتناقص شدة التيار و هذا دليل على تناقص القوة المحركة الكهربائية Fem للعمود و تم تفسير ذالك باستقطاب العمود ، و يرجع سبب هذا الاستقطاب إلى غاز الهيدروجين H_2 الذي يغير مسرى النحاس مما يؤدي إلى زوال عدم التماثل بين المسرين، و عند إزالة فقاعات الهيدروجين من النحاس يعود العمود للاشتغال من جديد لذا تم استخدام أعمدة مانعة للاستقطاب .

3 – الأعمدة :

أ / الجانب النظري للأعمدة : ليكن عمود متشكل من الثنائيين التاليين M^{n2+}/M_2 و M^{n1+}/M_1 ، بحيث نصفا العمود موصلان بجسر شاردي ($K^+_{(aq)} + NO^{3-}_{3(aq)}$) 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 (E تمثل فرق الكمون بين مسريي العمود عند الفراغ أي لا يجتازه تيار كهربائي)



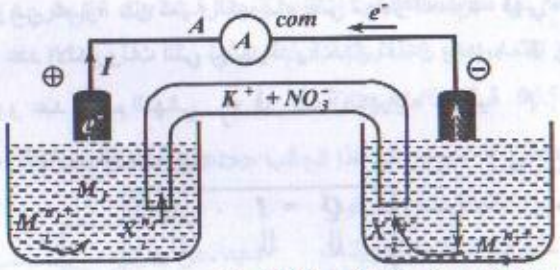
أ / 2 – التمثيل الرمزي للعمود : يتمثل العمود اصطلاحا كالتالي:

$$\ominus \quad M_2 / M_2^{n2+} // M_1 / M_1^{n1+} \quad \oplus$$

أ / 3 – انتقال حاملات الشحنة : في الدارة المغلقة ، التيار الكهربائي ينتقل من القطب ⊕ نحو القطب أي : $\oplus \xleftarrow{I} \ominus$

أما الالكترونات فتنتقل من القطب ⊖ نحو القطب ⊕ هذه الحركة ناتجة عن أكسدة المعدن $M_2(s)$ عند القطب السالب :

- أكسدة مصعدية : قطب سالب $M_2(s) = M_{2(aq)}^{n_2+} + n_2 e^-$
- ارجاع مهبطي : قطب موجب $M_{1(aq)}^{n_1+} + n_1 e^- = M_{1(s)}$



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 حصيلة التفاعل في العمود

نضرب المعادلة في n_1 $\longleftarrow$ $M_{2(s)} = M_2^{n_2+}{}_{(aq)} + n_2(e^-) \times n_1$

نضرب المعادلة في n_2 $\longleftarrow$ $M_1^{n+}{}_{(aq)} + n_1(e^-) = M_{1(s)} \times n_2$

$$n_1 M_2(s) + n_2 M_1(s) = n_1 M_1^{n_2+} + n_2 M_1(s)$$

يولد العمود تيارا كهربائيا خلال تطور الجملة في الاتجاه المباشر حتى بلوغ حالة التوازن حيث شدته : $Q_r = \dfrac{[M_2^{n_2+}]^{n_1}}{[M_1^{n_1+}]^{n_2}}$ و $K = \dfrac{[M_2^{n_2+}]_f}{[M_1^{n_1+}]_f}$ بحيث : $Q_r < K$

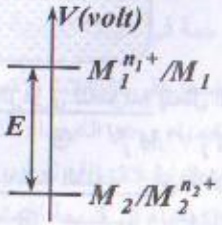
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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



$$E = Fem = \Delta_{dp} - \Delta_{dp}$$
$$M_1^{n1+}/M_1 \quad M_2/M_2^{n2+}$$

ملاحظات

1 – يتم مقارنة كل الثنائيات مثنى مثنى بالنسبة للثنائية H^+/H_2 التي تعتبر كثنائية مرجعي $E = 0\,V$ (المسرى النظامي الهيدروجيني $E.S.H$)

2 – يرمز للقوة المحركة الكهربائية بالرمز Fem أو بـ E و وحدتها فولط 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 الفراداي) و عند التقدم النهائي x_f فإن كمية الكهرباء النهائية $Q_f = \tau \cdot x_f \cdot F$

و في حالة معرفة شدة التيار و الزمن تكون :

Q	$=$	I	$\cdot$	Δt
⇓		⇓		⇓
Ah		A		h

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 فولط

I : شدة التيار (A) ، Δt : 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 :

معادلة نرنست $E = E_0 - \frac{0,0592}{n} \log K$

أ – 8 / قوانين فاراداي :

القانون الأول : تكون كتلة الجسم الناتج عن التحليل الكهربائي عند أحد المسريين متناسبة طردا مع كمية الكهرباء المارة في وعاء التحليل الكهربائي

القانون الثاني : أن 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 ($1\ mol$) من أي معدن ، يلزمنا عدد أفوقادرو 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 بالفاراداي ، نرمز لها بـ : F : $\boxed{1F = 96500\ C}$

و بالتالي تكون الكتلة المترسبة :

$$\boxed{m(g) = \frac{I\ \Delta t}{96500} \cdot \frac{M}{n_e}}$$

حيث : M : الكتلة الذرية ، n_e : التكافؤ (عدد e^- المفقودة أو المكتسبة)

و في حالة غاز فإن حجم الغاز يعطى بالعلاقة التالية :

$$\boxed{V(cm^3) = \frac{I \cdot \Delta t}{96500} \cdot \frac{11200}{n_e}}$$

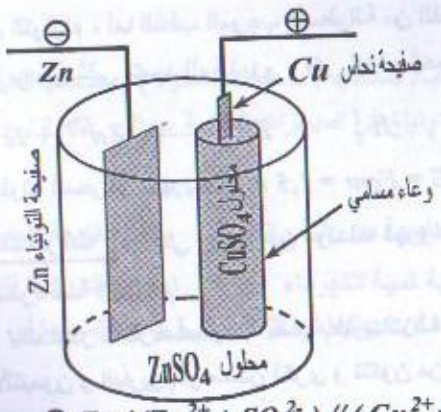
تطبيق : ما هي قيمة Q الواجب تقديمها لشاردة النحاس Cu^{2+} حتى ترجع إلى Cu ؟

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 :

$$\ominus\ Zn^{2+}/Zn\ //\ Cu/Cu^{2+}\ \oplus$$

كما يمكن تمثيله كما يلي : $\ominus\ Zn/(Zn^{2+}+SO_4^{2-})\ //\ (Cu^{2+}+SO_4^{2-})/Cu\ \oplus$

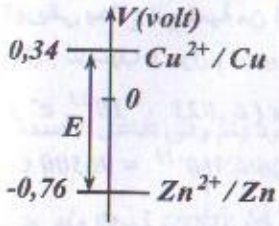
3- التفاعل الحادث في العمود :

* القطب السالب Zn : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (أكسدة)

* القطب الموجب Cu : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ (إرجاع)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

4- القوة المحركة الكهربائية : بما أن محصلة اشتغال العمود يتم وفق التفاعل أكسدة-إرجاع التالية : $Cu^{2+} + Zn \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$ ↘



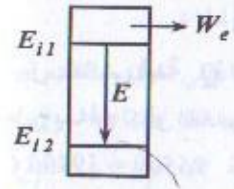
و بالتالي تكون القوة المحركة الكهربائية :

$$E = \Delta_{dp}\ _{Cu/Cu^{2+}} - \Delta_{dp}\ _{Zn/Zn^{2+}} = 0,34 - 0,76 = 1,1$$

5- مدة اشتغال العمود :

* لتكن Δt مدة اشتغال الفردية و الموافقة للتقدم النهائي x_f و ليكن I شدة التيار خلال هذا الزمن فإن : $\varphi_f = I \times \Delta t \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{\varphi_f}{I}}$ و بتعويض : $\varphi_f = Z . x_f . F$

يكون..... $\boxed{\Delta t = \frac{Z.x_f.F}{I}}$



6 – الحصيلة الطاقوية : الجملة عمود تملك طاقة داخلية E_i فخلال اشتغاله تحدث تحولات كيميائية عند المسريين مما يجعل الطاقة الداخلية تتحول إلى طاقة كهربائية : $E_{i_1} - w_e = E_{i_2}$

ملاحظة : هناك أعمدة أخرى مثل :

أ / عمود لكلانشيه : المتحلل الكهربائي محلول من كلور الأمنيوم NH_4Cl و القطب السالب قلم من التوتياء ، أما القطب الموجب فأسطوانة من الفحم الكاتب موضوعة داخل إناء ذي مسام ملئ بمزيج من ثاني أكسيد المغنزيوم M_nO_2 و فحم الكوك و يتم اشغاله وفق المعادلات التالية

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e \quad ، \quad 2NH_4^+ + 2e^- \longrightarrow 2NH_3 + H_2^1$$

و قوته المحركة الكهربائية $E = Fem = 1,5\ v$

المدخرات : هي عبارة عن مولدات كهروكيميائية قابلة للشحن و التفريغ، تم صناعة أول مدخرة سنة 1860 م

2 / المدخرات الرصاصية : أغلب بطاريات الخزن تصنع من شبكية رصاصية تحتوي على الأنتيمون 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 :

$Pb \longrightarrow Pb^{++} + 2e$ (تأكسدة عند القطب السالب)

$PbO + 2H^+ \longrightarrow PbO^{2+} + H_2O$ (إرجاع عند القطب الموجب)

و تتكوّن كبريتات الرصاص على اللوحين نتيجة التفاعل :

$$Pb^{2+} + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4 + 2H^+$$

$$PbO + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$$

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 تحطمها نتيجة لتفاعل كيميائي، وقد يحدث مباشرة بين المعدن و مادة كيميائية مثل Cl_2 مع M_g و تفاعل O_2 مع Na و M_g (المغنزيوم) عند درجة حرارة عادية ، 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 لسطح 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 ومن المواد غير العضوية مثلا السيليكات و الكرومات و الفوسفات و البورات المطفى $Ca(OH)_2$ (ثنائي هيدروكسيد)

أما موانع التآكل العضوية فمنها الجير و القواعد العضوية مثل الأمينات . . . إلخ .

4 / مميزات المدخرات :

كمية الكهرباء : التي يمكن أن تعطيها بعد شحنها (سعة المدخرة) ووحدتها أمبير ساعي (Ah) و تتوقف على سطح الصفائح ، وتبلغ في المدخرات الحالية حوالي $\varphi = 12\ Ah$ 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 φ' التي تعطيها المدخرة أثناء التفريغ إلى كمية الكهرباء φ التي كان علينا أن نجعلها تجتاز المدخرة حتى نشحنها أي :

أو $R_\varphi = \frac{\varphi'}{\varphi} \simeq 0,9 = 90\%$ تقريبا

- مردود القدرة : نسبة القدرة التي تعطيها المدخرة أثناء التفريغ على القدرة التي وجب صرفها من أجل الشحن $72\ \%$ أي $\rho_E = \frac{E'_{el}}{E_{el}} \simeq 0,72$

أنواع المدخرات : 1 – المدخرة الرصاصية / 2 – المدخرات القلوية / 3 – المدخرات القصيرة

قلم الجزائري
WWW.DZPEN.COM

تمارين 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 / أحسب كمية الكهرباء (سعة العمود) .

الحل :

1 / تحدث عملية الأكسدة لهذا العمود وفق المعادلة التالية :

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$$

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 $12\ g$:

$$n = \frac{m}{M} \times \frac{65}{100} \Rightarrow n = \frac{12 \times 65}{100 \times 65{,}5} = 0{,}119\ mol$$

$$\varphi_{(12\,g)} = \varphi \times n = 2{,}3 \times 10^4\ C$$

التمرين الثاني

عمود لوكلاتشي قوته المحركة الكهربائية $Fem = 1{,}5\ v$ بإمكانه تمرير تيار كهربائي شدته $I = 0{,}2\ A$ في ناقل أومي مقاومته $R = 4{,}5\ \Omega$ لمدة 80 ساعة . أحسب :

أ – مقاومة العمود . ب – كتلة التوتياء المستهلكة .

جـ - النسبة الكتلية المئوية 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) $U_{AB} = F_{em} - rI$

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 :

$$32\ g \longrightarrow 100\ \%$$

$$19{,}5\ g \longrightarrow x\% \quad ، \quad x = \frac{19{,}5 \cdot 100}{32} \simeq 61\ \%$$

إذن النسبة المئوية الكتلية 61%

التمرين الثالث

استغرقت عملية شحن بطارية مدخرات بتيار كهربائي شدته $6\ A$ تحت توتر $U = 2{,}25\ v$ زمنا قدره $10\ h$ علما بأنه خلال عملية التفريغ تنتج هذه البطارية تيارا شدته $7{,}5\ A$ تحت توتر قدره $U' = 2\ v$ ، وأن مردودها في كمية الكهرباء $0{,}9$. أحسب :

أ – سعة البطارية. ب – مدة التفريغ.

جـ - المردودية في الطاقة.

الحل :

أ – سعة البطارية φ' : 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 : $\varphi' = I\,\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\varphi'}{I} = \frac{54}{7{,}5} = 7{,}2\ h$ 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 :

$$Pt / Fe^{+3}, Fe^{+2} \;//\; Sn^{+4}, Sn^{+2} / Pt$$

1 – أكتب التفاعل الكيميائي الحادث في هذا العمود .

2 – أكتب التفاعل الكيميائي الحادث عند كل قطب.

الحل :

1: يمكن تمثيل تفاعل هذه الخلية كما يلي : $2\,Fe^{2+} + Sn^{+4} \rightleftharpoons 2Fe^{+3} + Sn^{+2}$

و نلاحظ أن ($2e^-$) قد رافقا عملية الإرجاع بالنسبة لأيون Sn^{+4} إلى أيون Sn^{+2} و عليه فإن الاتزان الإلكترون للمعادلة لابد أن يكون مصحوبا بتشكل شاردة Fe^{2+} .

2 – تفاعل عند الجهة اليمنى : $Sn^{+4} + 2\,e^- \rightleftharpoons Sn^{+2}$

- تفاعل عند الجهة اليسرى : $2\,Fe^{+3} + 2e^- \rightleftharpoons 2Fe^{+2}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين الخامس

يعطي التمثيل الاصطلاحي لخلية كهروكيميائية كالتالي :

$$Hg / Hg_2Cl_{2(s)} , HCl\,(0,01\ m) \,//\, HCl\,(0,01\ m) , Hg_2Cl_{2(s)} / Hg$$

- أكتب المعادلات الكيميائية عند كل قطب .

الحل :

- عند القطب الموجب : $Hg + 2Cl^- (0,01m) \longrightarrow Hg_2Cl_2 + 2e$

- عند القطب السالب: $Hg_2Cl_2 + 2e \rightarrow 2\,Cl^-(0,01\ m) + 2\,Hg$

التمرين السادس

تعطي معادلة انحلال الماء كالتالي : $2H_2O = O_2\uparrow (g) + 2\,H_2\uparrow (g)$

نعتبر الثنائيتين : $O_2(g)/H_2O$ و $H_2O / H_2(g)$

1 – بين في رسم توضيحي التفاعل الكيمياني 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 $v_m = 25\ \ell/mol$ و $1Faraday = 96500\ C/mol$

أ / أحسب كمية المادة η_{O_2} (عدد مولات) الأكسجين المستنشق من طرف الرئتين خلال ساعة $(1h)$

ب / هذه الكمية من الأكسجين يتم إنتاجها من التحليل الكهربائي للماء ، وضح في جدول تقدم التفاعل الحاصل لكمية مادة الالكترونات المتغيرة و تحقق أنها تساوي $n_e = 2,88\ mol$.

جـ / أوجد كمية الكهرباء φ_i .

د / أوجد شدة التيار I خلال زمن $1h$ باعتباره ثابت .

هـ / إذا كان فرق التوتر بين طرفي المولد $U = 5\ v$.

- أحسب الطاقة الكهربائية E_{el} المستهلكة خلال $1h$.

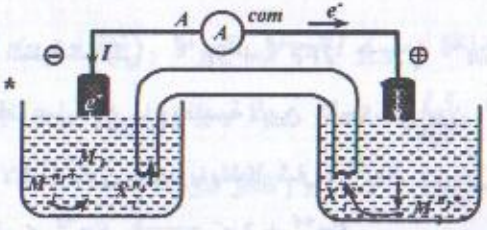
الحل :

1/ القطب الموجب

* إرجاع

القطب السالب

* أكسدة



$2H_2O + 2e^- = H_2 + 2OH^-$ $\qquad$ $2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e^-$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

2 – هذا التفاعل قصري

3 – أ / $\eta_{o_2} = \frac{V}{V_m} \times 60 = \frac{0,3}{25} \times 60 = 0,72\ mol$

ب- كمية الأكسجين التي تستنشقها الرئتين

	$2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e^-$			كمية المادة e^- بالمول
الحالة الابتدائية	0	0	η_{H_2O}	0
أثناء التفاعل	$4x$	x	$\eta_{H_2O} - x$	$4x$
الحالة النهائية	$4x_f$	$x_f = \eta_{o_2}$	$\eta_{H_2O} - x_f$	$4x_f$

بعد الجدول المقدم : $x_f = \eta_{o_2} = \frac{n_e}{4}$

$$\eta_e = 4\,\eta_{o_2} = 4 \times 0,72 = 2,88\ mol$$

جـ / حساب كمية الكهرباء : $\varphi = n_e \times f = 2,88 \times 96500 = 2,78 \times 10^5\ C$

د) حساب شدة التيار : $\varphi = I.\Delta t \Rightarrow I = \frac{\varphi}{\Delta t} = \frac{n_e \cdot f}{\Delta t}$

و منه : $I = \frac{2,88 \times 96500}{3600} = 77,2\ A$

هـ / حساب الطاقة E_{el} : $E_{el} = U.\varphi = U.n_e.f = 5,00 \times 2,88 \times 96500$

$$E_{el} = 1,39 \times 10^6\ joul$$

التمرين السابع

يعطى التمثيل الاصطلاحي للبيل التالي :

$$Ag / Ag_2SO_2\,(0,02\ m) \,//\, Cd\,SO_4\,(0,016\ m) / Cd$$

- أكتب معادلة التفاعل الخاصة بالقطبين السالب و الموجب .

- أحسب القوة المحركة الكهربائية للخلية .

الحل :

عند القطب الموجب : $2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ .....

عند القطب السالب : $Cd^{2+} + 2e \longrightarrow Cd$ .....

حساب F_{em} : $F_{em} = F_{Ag^+/Ag} - F_{cd^{+2}/cd} = -0,8 - 0,4 = -1,2\ volt$

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 .

جـ / أحسب القوة المحركة الكهربائية للبيل عند اشتغاله .

- إذا علمت أن : كمون النظامي $E_0 (Ag^{+1} / Ag) = +0,8$ فولط (v)

كمون النظامي $E_0 (Zn / Zn^{+2}) = -0,76$ فولط (v)

الحل :

تمثيل البيل $\ominus Zn / Zn^{2+}(10^{-1}\ M) // Ag^{+}(10^{-1}\ M) / Ag \oplus$

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 : $2Ag^{+} + Zn \longrightarrow 2Ag + Zn^{2+}$

جـ / حساب القوة المحركة الكهربائية للبيل :

$$F_{em} = \Delta E = E^{+} - E^{-} = 0,74 - (-0,79) = 1,53\ v \quad \text{إذن :} \quad F_{em} = 1,53\ v$$

التمرين التاسع

لدينا البيل الكهروكيمياوي 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 محددا قطبيه (رمز اصطلاحه) .

3 – أكتب معادلة التفاعل النصفي الحاصل عند كل من المسريين ثم استنتج التفاعل الإجمالي .

4 – أحسب ثابت الاتزان K لهذا التفاعل .

يعطى : الكمون النظامي للإرجاع : $E°(Br_2 / Br) = 1,06\ V$

الكمون النظامي للإرجاع : $E°(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,771\ V$

الحل :

أ / حساب كمون المسرى الأول : $Br_2 + 2e^{-} \longrightarrow 2Br^{-}$

و حسب معادلة نرنست :

$$E_1 = Eo_{Br2 / Br} + \frac{0,06}{2} \log \frac{[Br_2]}{[Br^{-}]^2} = 1,06 + 0,03 \log \frac{1}{(10^{-1})^2} = +1,12\ v$$

ب / حساب كمون المسرى الثاني : $Fe^{3+} + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}$

$$E_2 = Eo_{Fe^{3+} / Fe^{2+}} + 0,06 \log \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = 0,77 + 0,06 \log \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = +0,812\ v$$

جـ - القوة المحركة الكهربائية للبيل : $\Delta E = E_1 - E_2 = 1,12 - 0,812 = 0,308\ v$

2 – عبارة البيل (الشكل الاصطلاحي) :

$$\ominus Pt / Fe^{2+}(10^{-2}\ mol/l),\ Fe^{3+}(5 \times 10^{-2})\ mol/l // Br^{-}(10^{-1}\ mol/l) / Pt \oplus$$

أو اختصارا : $\ominus Fe^{2+} / Fe^{2+} // Br_2 / Br^{-} \oplus$

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 :

لدينا : $2Fe^{2+} + Br_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 2Br^{-}$ و

$$K = \frac{[Fe^{3+}]^2 + [Br^{-}]^2}{[Fe^{2+}]^2 + [Br]}$$

و حسب معادلة نرنست فإن :

و لدينا : $n = 2$ و

$$\log K = \frac{n(E_1^0 - E_2^0)}{0,06} = \frac{2(1,06 - 0,771)}{0,06} = 9,63$$

إذن : $K = 4,26 \cdot 10^{9}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين العاشر

I - نعتبر بيلا (عمودا) مؤلف من قطبي نحاس مغموسين في محلول كبريتات النحاس $CuSo_4$، كل محلول له حجم $v = 100\ ml$ و تركيز شوارد النحاس في كل محلول كالتالي :

$[Cu^{2+}]_1 = 1\ mol/l$ ، $[Cu^{2+}]_2 = 1 \times 10^{-2}\ mol/l$

I – 1 – أكتب معادلة التفاعل الحاصلة في كل قطب و أذكر اسم كل تفاعل (أكسدة ، إرجاع)

- 2 – أكتب معادلة التفاعل الحاصلة في البيل من أجل تفاعل في حالة توازن $K=1$ (معامل التوازن)

- 3 – أحسب قيمة كسر التفاعل الابتدائي $\varphi_{r.1}$

- 4 – هل هذه القيمة متناسبة مع الاستقطاب المقترح ؟

- 5 – نربط البيل السابق مع ناقل أومي و أمبير متر.

– أ / أرسم الدارة الموافقة .

- ب / وضح على الرسم اتجاه التيار و اتجاه حركة الالكترونات .

- جـ / كيف تصبح 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 الالكترونات (على الرسم) .

- 4 – البيل يشتغل لمدة ساعة بتيار شدته $I = 400\ mA$

أ / أحسب قيمة السعة الكهربائية φ .

ب / أحسب كمية الالكترونات $n(e^-)$ المتنقلة في الدارة خلال هذا الزمن .

جـ / ما هي العلاقة بين كمية شوارد النحاس المختفية $n_{disq}[Cu^{2+}]$ و كمية الالكترونات المتنقلة في الدارة $n(e^-)$ ؟

د / أحسب كمية مادة النحاس موضوعة $n'_{disq}(Cu)$.

هـ / ما هي كتلة النحاس $m(Cu)$ الموافقة ؟

الحل :

I – 1 / القطب الموجب : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- = Cu_{(l)}(s)$ إرجاع

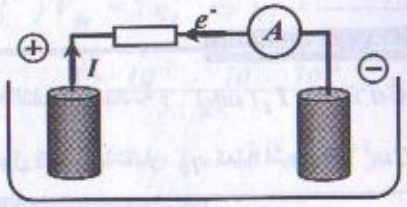
القطب السالب : $Cu_{(2)}(s) = Cu^{2+}_{(2)}(aq) + 2e^-$ أكسدة

- 2 $Cu^{2+}_{(1)}(aq) + Cu_{(2)}(s) = Cu^{2+}_{(2)}(aq) + Cu_{(1)}(S)$

– 3 حساب : $\varphi_{r.1} = \dfrac{[Cu^{2+}_{(aq)}]_{2.1}}{[Cu^{2+}_{(aq)}]_{1.1}} \Rightarrow \varphi_{r.1} = \dfrac{1 \times 10^{-2}}{1} = 1 \times 10^{-2} = 0,01$

4 – لدينا : $K = 1$ و $\varphi_{r.1} = 0,01$ أي أن : $\varphi_{r.i} < K$ الجملة تتطور في الاتجاه المباشر و هذا يعني أنها متناسبة مع الاستقطاب المعطى :

- 1 -5



5 - / عند حالة التوازن :

$$\varphi_{r.1} = K \Rightarrow \frac{[Cu^{2+}_{(aq)}]_{2.eq}}{[Cu^{2+}_{(aq)}]_{1.eq}} = 1 \Rightarrow [Cu^{2+}_{(aq)}]_{2.eq} = [Cu^{2+}_{(aq)}]_{1.eq}$$

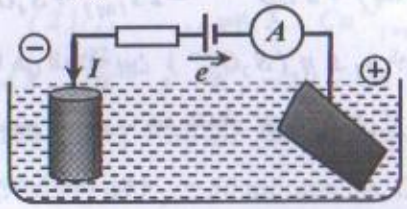
وهذا يعني أن تركيز شوارد النحاس متساوي في حالة التوازن

II – 1 – العنصر المهم الذي يجب إضافته هو مولد .

- 2 – قطب 1 : أكسدة ..... $Cu_{1(S)} = Cu^{2+}_{1(aq)} + 2e^-$

قطب 2 : إرجاع ..... $Cu^{2+}_{2(aq)} + 2e^- = Cu_2(s)$

المولد يدفع بالتفاعل في الاتجاه العكسي



4 – أ / حساب φ : لدينا $I = \dfrac{\varphi}{\Delta t}$

ومنه : $\varphi = I \cdot \Delta t \Rightarrow \varphi = 400 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 1,44 \cdot 10^3\ C$

ب / حساب $n(e^-)$ لدينا : $n(e^-) = \dfrac{\varphi}{N \cdot e^-}$

$$\Rightarrow n(e^-) = \frac{1,44 \cdot 10^3}{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,5 \cdot 10^{-2}\ mol$$

جـ / بما أنه كلما تنتج شاردة Cu^{2+} تقابلها $2e^-$: $Cu^{2+} \longrightarrow 2e^-$

$\eta_{dis} = X \longrightarrow \eta(e)$

$$X = \frac{\eta(e)}{2} \Rightarrow \eta^{(cu^{2+})}_{dis} = \frac{1}{2} n(e^-) = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,75 \cdot 10^{-2}\ mol$$

د / لدينا : $Cu \rightarrow Cu^{2+}$

وعليه : $\eta_{dep}(cu) = \eta_{dep}(cu^{2+}) \Rightarrow \eta_{dep}(cu) = 0,75 \cdot 10^{-2}\ mol$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

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 η_0 كمية لشوارد Cu^{2+} الابتدائية و كمية η_1 لليود المقدمة :

	$2Cu^{2+}_{(aq)} + 4I^-_{(aq)} = 2CuI_{(s)} + I_2(aq)$				
الحالة الابتدائية				فائض	
أثناء التفاعل					
الحالة النهائية					

ب / استنتج العلاقة بين η_0 و η_1 .

جـ / نرفع من كمية η_1 (لليود) المعطى في المعادلة التالية :

$$I_2(aq) + 2SO^{2}_{3(aq)} = 2I^-_{(aq)} + S_4O^{-2}_{6(aq)}$$

1 – ما هي العلاقة بين $\eta(S_2O_3^{2-})$ و η_1 كمية (I_1) ؟

2 – الحجم المصبوب عند التكافؤ $V_{ep} = 10,0\ ml$ و تركيز شوارد $S_2O_3^{2-}$ هو $1\times10^{-1}\ mol/l$

3 – أحسب قيمة η_1 .

4 – استنتج قيمة η_0 .

5 – استنتج تركيز شوارد النحاس C_0 في $100\ ml$ من المحلول

الحل :

أ / ـ اكمال الجدول:

	$2Cu^{2+}_{(aq)} + 4I^-_{(aq)} = 2CuI_{(s)} + I_2(aq)$				
الحالة الابتدائية	$x = 0$	0	0	فائض	n_0
أثناء التفاعل	x	x	$2x$		$n_0 - 2x$
الحالة النهائية	x_{max}	$n_1 = x_{max}$	$2x_{max}$		$n_0 - 2x_{max}$

ب / العلاقة بين η_0 و η_1 : لدينا من الجدول :

$$\eta_0 - 2X_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{\eta_0}{2} \quad \text{إذن :} \quad \eta_1 = \frac{\eta_0}{2}$$

2 – عند التكافؤ : $\eta(S_2O_3^{2-}) = 2\eta_1$

3 – حساب قيمة η_1 :

$$C(S_2O_3^{2-})V_{éq} = 2\eta_1 \Rightarrow \eta_1 = \frac{C(S_2O_3^{2-})V_{éq}}{2}$$

$$\Rightarrow \eta_1 = \frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2} = 5 \cdot 10^{-4} mol$$

4 – قيمة η_0 : لدينا : $\eta_0 = 2\eta_1$ و $\eta_0 = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-3} mol$

5 – قيمة تركيز C_0 : $C_0 = \frac{\eta_0}{V} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-2} mol/\ell$

التمرين الثاني عشر

انطلاقا من الثنائيتين أكسدة / إرجاع لكل من : $Ag^+_{(aq)}/Ag$, $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$

يمكن كتابة المعادلتين :

$$(1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)}$$

$$(2) \ldots\ldots\ldots\ldots Cu^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)} = 2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

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.

جـ / أحسب كسر التقدم φ_{II} الابتدائي .

د / هل التقدم في الاتجاه المباشر أم العكسي .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

أ / المعادلة التي تعطي لما يحدث في البشر هي (1) :

$$Cu_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} = 2Ag_{(s)}\downarrow + Cu^{+2}_{(aq)}$$

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

جـ / حساب كسر التقدم : $\varphi_{r,i}$

$$\varphi_{r,i} = \frac{\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]_1}{\left[Ag^{+}_{(aq)}\right]^2_1} = \frac{\frac{c_1 v_1}{v_1 + v_2}}{\left(\frac{c_2 v_2}{v_1 + v_2}\right)^2} = \frac{c_1 v_1}{(c_2 v_2)^2} \times (v_1 + v_2)$$

$$\varphi_{r,i} = \frac{50 \times 1}{(0,5 \times 50)^2} \times 100 = 8$$

و بما أن $k_1 = 2,1 \times 10^{15}$ هذا يعني أن التفاعل يتقدم في اتجاه مباشر $\varphi_{r,i} < k_1$

التمرين الثالث عشر

يعطى ما يلي :

1 – صفيحة من النحاس 2 – صفيحة من الفضة

3 – محلول كبريتات النحاس (II) حجمه $V_1 = 50\ ml$ و تركيزه $C_1 = 1\ mol/\ell$

4 – محلول نترات الفضة حجمه $V_2 = 50\ ml$ و تركيزه $C_2 = 1\ mol/\ell$

5- جسر من نترات البوتاسيوم

أ – انطلاقاً من المعطيات السابقة أرسم تركيب هذا العمود .

ب / أكتب المعادلتين النصفيتين للتفاعلين الحادثين عند القطبين .

جـ / أكتب المعادلة الكيميائية الحادثة في العمود .

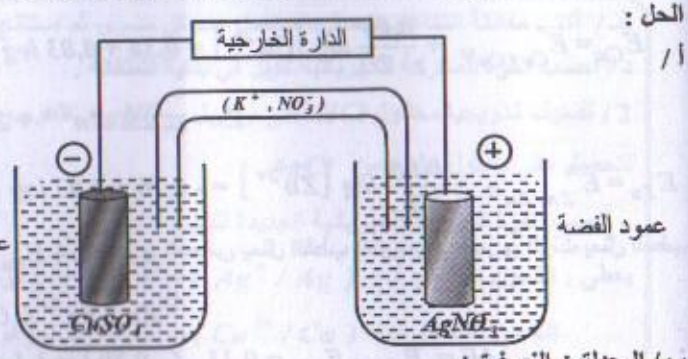
د / أحسب كسر التفاعل الابتدائي $\varphi_{r,i}$.

هـ / هل التفاعل يتقدم في اتجاه مباشر أم العكسي علما أن $k_1 = 2,1 . 10^{15}$

و / متى يصبح العمود في حالة توازن ؟

الحل :

أ /



ب / المعدلتين النصفيتين

القطب السالب (نحاس) : $Cu_{(s)} = Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ أكسدة

القطب الموجب (فضة) : $Ag_{(aq)} = Ag$ إرجاع

جـ / المعادلة الإجمالية : $Cu_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(a)}$

د / حساب كسر التفاعل الابتدائي : $\varphi_{r,i} = \frac{\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]_1}{\left[Ag^{+}\right]^2} = \frac{c_1}{c_2} = 1$

إذن التفاعل يتقدم في الاتجاه المباشر $\varphi_{r,i} < k_1$

عندما يشتغل العمود تزداد شوارد $\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]$ و تقل $\left[Ag^{+}_{(aq)}\right]$ إذن φ_r يزداد حتى يقترب من K و عندما يصبح $\varphi_r = K$ نقول أن العمود في حالة توازن .

التمرين الرابع عشر

ننجز البيل الكهربائي الممثل بالسلسلة التالية :

$$Zn / Zn^{2+}(0,1\ mol/l) // Cu^{2+}(0,1\ mol/l)\ Cu$$

1 - أحسب كمون كل مسرى. 2 – استنتج قطبية البيل .

3 – أحسب القوة المحركة الكهربائية للبيل عند بداية اشتغاله .

4 - أكتب معادلة التفاعل النصفي الحاصل عند كل مسرى ، ثم استنتج التفاعل الإجمالي.

5 - أحسب قيمة ثابت الاتزان K ، ماذا تستنتج ؟

يعطى : $E^\circ_{Zn/Zn^{2+}} = -0,76\ v$ ، $E^\circ_{Cu/Cu^{2+}} = +0,34\ v$

الحل :

1/ أ - مسرى النحاس : $Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$$E_{Cu} = E^{\circ}_{Cu/Cu^{+2}} + \frac{0,06}{2}\log\left[Cu^{2+}\right] = 0,34 + 0,03\log 10^{-1} = 0.31\ volt$$

ب / مسرى الزنك : $Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^{-}$

$$E_{Zu} = E^{\circ}_{Zn/Zn^{+2}} + \frac{0,06}{2}\log\left[Zu^{2+}\right] = -0,76 + 0,03\log 10^{-1} = -0,79\ volt$$

2 / نلاحظ أن $E_{Cu} > E_{Zu}$ إذن مسرى النحاس يمثل القطب الموجب و مسرى الزنك يمثل القطب السالب $\ominus Zn/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu \oplus$

3 / حساب F_{em} : $\Delta E = E_{Cu} - E_{Zn} = 0,31 - (-0,79) = 1,1\ v$

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

$$E^{\circ}_{Cu/Cu^{2+}} - E^{\circ}_{Zn/Zn^{2+}} = \frac{0,06}{n}\log k \Rightarrow \log K = \frac{n(E^{\circ}_{Cu/Cu^{2+}} - E^{\circ}_{Zn/Zn^{2+}})}{0,06}$$

$$= \frac{2(0,34 + 0,76}{0,06} = \frac{2,2}{0,06}$$

$$k = 10^{30,66} = 4,57 \cdot 10^{36}$$

نلاحظ أن قيمة k : ($k = 4,57 \cdot 10^{36}$) كبيرة جدا إذن التفاعل يعتبر عمليا تاما

التمرين الخامس عشر

تنجز البيل الكهروكيميائي المتكون من نصفي البيل التاليين :

- نصف البيل (قطب) " A " عبارة عن سلك من الفضة مغموس في محلول من نترات الفضة تركيزه ($0,1\ mol/\ell$)
- نصف البيل " B " عبارة عن صفيحة من النحاس مغموسة في محلول من كبريتات النحاس (II) تركيزه ($0,01\ mol/\ell$)

أ / مثل عبارة (الرمز الاصطلاحي) للبيل .

ب /أحسب الكمون E_1 لمسرى الفضة و E_2 لمسرى النحاس.

جـ / أكتب معادلة التفاعل النصفي الحاصل عند كل مسري ثم استنتج التفاعل الإجمالي.

د / أحسب القوة المحركة الكهربائية للبيل في بداية اشتغاله .

2 / نضيف تدريجيا محلول HCl إلى محلول $AgNO_3$ الموجود في نصف البيل A حتى نتحصل على محلول مشبع من $AgCl$.

- أحسب القوة المحركة الكهربائية الجديدة للبيل .

يعطى : الكمون النظامي لـ : $(Ag^{+}/Ag) = +0,8\ .\ V$ (فولط)

الكمون النظامي لـ : $(Cu^{3+}/Cu) = +0,34\ .\ V$ (فولط)

الحل :

أ / عبارة السلسلة (الرمز الاصطلاحي)

$$\ominus Cu/CuSO_4(0,01M)//AgNO_3\ (0,1\ M)\ /Ag \oplus$$

ب / حساب الكمون E_1 لمسرى الفضة : لدينا : $Ag \rightleftharpoons Ag^{+} + e^{-}$

و حسب معادلة نرنست: $E_1 = E^{\circ}_1 + 0,06\log[Ag^{+}] = 0,8 + 0,006\log 10^{-1} = 0,74\ v$

- حساب الكمون E_2 لمسرى النحاس : $Cu \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2e^{-}$

$$E_1 = E^{0}_2 + \frac{0,06}{2}\log\left[Cu^{2+}\right] = 0,34 + 0,03\log 10^{-2} = 0,34 - 0,06 = 0,28\ v$$

التفاعل الكيميائي الحاصل في كل مسرى : نلاحظ أن $E_1 > E_2$ ومنه مسرى الفضة يمثل القطب الموجب بينما مسرى النحاس القطب السالب .

جـ / 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 ΔE (ق م ك) F_{em} للبيل : $Fem = \Delta E = E_1 - E_2 = 0,74 - 0,28 = 0,46v$

2 / حساب قوة المحركة الجديدة ΔE : لدينا : $AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$

$$K' = \left[Ag^{+}\right].\left[Cl^{-}\right] = \left[Ag^{+}\right]^2$$

ومنه : $E'_1 = E^{0}_1 + 0,06\log\left[Ag^{+}\right] = E^{0}_1 + 0,06\log\sqrt{K'}$

$$E'_1 = 0,8 + \frac{1}{2}(0,06)\log\sqrt{K'} = 0,8 + 0,03\log 1,7 \cdot 10^{-10} = 0,51\ v$$

ومنه : $\Delta E' = E'_1 - E_2 = 0,51 - 0,28 = 0,23\ v$ $\Delta E' = 0,23\ v$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين السادس عشر

إليك المعطيات التالية :

تفاعل صفيحة نحاس مع شوارد الفضة كالتالي : $2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)} = 2Ag^{+}_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

- 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)
- $1Ah = 3,6 \cdot 10^{3}C$ ، $1\ faraday = 96500\ C/mol$
- $M(Cu) = 63,5\ g/mol$

I - نأخذ كأس بشر و نصب فيه محلول نترات الفضة حجمه $v_1 = 20\ ml$ و تركيز المحلول $C_1 = 1 \times 10^{-1}\ mol/\ell$ ثم نضيف حجم $v_2 = 20\ mol$ من محلول نترات النحاس تركيزه الموالي $C_2 = 5 \times 10^{-2}\ mol/\ell$ 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 φ_r انطلاقا من المعطيات السابقة.

2 – أحسب كسر التفاعل الابتدائي $\varphi_{r,i}$.

3 - هل التفاعل يتطور في الاتجاه المباشر؟

4 –ماذا نلاحظ (نتوقع) بعد $3\ min$ من هذا التفاعل ؟

5 –باعتبار أن شوارد النحاس موجودة بوفرة و يقدر تركيزها $[Cu^{2+}] = 5 \cdot 10^{-2}\ mol/\ell$

- أحسب تركيز شوارد $[Ag^{+}]$ الموجودة في المحلول .

III – من أجل إنشاء بيلا (عمود) نوفر الوسائل التالية :

- كأس بشر A يحتوي على حجم $v_1 = 20\ ml$ من محلول نترات الفضة ذو التركيز $C_1 = 1 \times 10^{-1}\ mol/\ell$
- كأس بشر B يحتوي على حجم $v_1 = 20\ ml$ من محلول نترات النحاس ذو التركيز $C_2 = 5 \times 10^{-2}\ mol/\ell$
- صفيحة من النحاس كتلتها $m = 1\ g$ و صفيحة من الفضة
- جسر من محلول نترات البوتاسيوم .

1 – أعط رسم توضيحي للعمود (بيل) انطلاقا من الوسائل السابقة .

2 – نربط مع العمود السابق 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 .

جـ / 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 بالآمبير ساعي .

الحل :

I – 1 - : الشوارد المتواجدة في المحلول : Cu^{2+} ، NO_3^{-} ، Ag^{+}

- 2 - $[Ag^{+}] = \dfrac{\eta_1}{V_1 + V_2} = \dfrac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} = \dfrac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 20}{40} = 5 \cdot 10^{-2}\ mol/\ell$

$[Cu^{2+}] = \dfrac{\eta_2}{V_1 + V_2} = \dfrac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \dfrac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 20}{40} = 2,5 \cdot 10^{-2}\ mol/\ell$

II – 1 – العلاقة الحرفية : $2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$ ، φ_r

$$\varphi_r = \frac{[Cu^{2+}_{(aq)}]}{[Ag^{+}_{(aq)}]^2}$$

- 2 – كسر التفاعل الابتدائي : $\varphi_{r,i} = \dfrac{[Cu^{2+}]}{[Ag^{+}]^2} = \dfrac{2,5 \cdot 10^{-2}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 10$

II – 3 – بما أن $\varphi_{r,i} < K$ إذن التفاعل يتطور في الاتجاه المباشر .

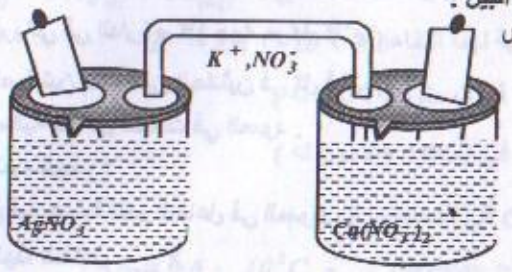
4- نتوقع مزيدا من تشكل شوارد Cu^{2+} و هذا يظهر في تلون المحلول باللون الأزرق القاتم ، و تشكل بقع رمادية على صفيحة النحاس و التي تمثل معدن الفضة

II – 5 – حساب شوارد الفضة : $K = \dfrac{[Cu^{2+}]}{[Ag^{+}]^2} \Rightarrow [Ag^{+}] = \sqrt{\dfrac{[Cu^{2+}]}{K}}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تطبيق عددي : $[Ag^+] = \sqrt{\frac{5\times10^{-2}}{2,2\times10^{15}}} = 4,8\times10^{-9}\ mol/\ell$

III – 1 – تمثيل البيل :



2 – أ / التيار الكهربائي ينتقل من الفضة نحو النحاس بينما حركة الالكترونات تكون في الاتجاه العكسي (من النحاس إلى الفضة)

ب/ - معادلة التفاعل عند صفيحة النحاس(قطب -) : $Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e$ (أكسدة)

- معادلة التفاعل عند صفيحة الفضة (قطب +) : $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(S)}$ (إرجاع)

جـ/ معادلتي التفاعل : $2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

د / دور الجسر : يلعب الجسر دور الناقل لتيار الكهربائي بين المحلولين فهو يعمل على أن تكون الدارة مغلقة

هـ / الجدول الخاص بالتفاعل :

التفاعل الكيميائي	$2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} = 2Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$			
حالة التفاعل	التقدم	كميات المادة بالمول		
الحالة الابتدائية	0	$n_2 = C_2 V_2$	$n(Ag)_0$	$n_{Cu} = \frac{m}{M}$	$n_1 = C_1 V_1$
أثناء التفاعل	X	$n_2 + X$	$n(Ag)_0 + 2X$	$n - X$	$n_1 - 2X$
الحالة النهائية	X_{max}	$n_2 + X_{max}$	$n'(Ag)_0 + 2X_{max}$	$n - X_{max}$	$n_1 - 2X_{max}$

و / البحث عن X_{max} : $C_1V_1 - 2X_{max} = 0 \Rightarrow X_{max} = \frac{C_1V_1}{2}$ بالنسبة للفضة

$$X_{max} = \frac{1\cdot10^{-1}\cdot20\cdot10^{-3}}{2} = 1\cdot10^{-3}\ mol$$

$$n_0(Cu) - X_{max} = 0$$

$$X_{max} = \frac{m}{M} = \frac{1}{63,5} = 1,6\cdot10^{-2}\ mol$$

ناخذ أقل قيمة و عليه يكون : $X_{max} = 1\cdot10^{-3}\ mol$

د / تركيز شوارد $[Cu^{+2}]$

$$[Cu^{2+}_{(aq)}]_f = \frac{C_2V_2 + X_{max}}{V_2} = \frac{5\times10^{-2}\cdot20\cdot10^{-3} + 1\times10^{-3}}{20\times10^{-3}} = 1\times10^{-1}\ mol/l$$

هـ / كمية الكهرباء : لدينا : $\varphi = n(e^-).F$

أي $\varphi = 2.X_{max}\cdot F = 2\cdot1\cdot10^{-3}\cdot96500 = 193\ C$

لدينا : $1Ah = 3600\ C$ ومنه : $\varphi(Ah) = \frac{\varphi}{3600} = \frac{193}{3600} = 53,6\cdot10^{-3}\ Ah$

$\varphi(Ah) \simeq 54\cdot10^{-3}\ Ah$

التمرين السابع عشر

نحصل على الألمنيوم بالتحليل الكهربائي لمغطس معقد يتفكك فيه أوكسيد الألمنيوم Al_2O_3 ، أحسب الإنتاج اليومي لوعاء تحليل يجتازه تيار شدته $I = 10^5\ A$ أي أحسب كتلة الألمنيوم الحاصل خلال 24 ساعة .

الحل :

لدينا : $M_{Al} = 27\ g/mol$ و تكافؤه $n(e) = 3$

$t = 24\ h\cdot3600 = 86400\ s$

و بتطبيق القانون :

$$m(g) = \frac{I\cdot\Delta t}{96500}\cdot\frac{M_{Al}}{n(e)} = \frac{10^5\cdot86400}{96500}\cdot\frac{27}{3} = 8058031,1\ g$$

$$m(g) = 8058\ Kg$$

التمرين الثامن عشر

نحلل تحليلا كهربائيا محلولا من كلور الصوديوم $NaCl$ لمسربين من الغرافيت (الفحم الكاتب)

- أحسب حجمي الغازين الحاصلين في مدة 10 دقائق بتيار شدته $10A$ ، باعتبار أن الحجمين مقسين في الشرطين النظاميين من الحرارة و الضغط .

الحل :

- ينطلق غاز الكلور من مصدر الغرافيت : $2Cl^- \rightarrow 2e^- + Cl_2$

- و على المهبط يتشكل شوارد OH^- و ينطلق H_2 :

$$2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH^- + H_2\uparrow$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

و بتطبيق العلاقة :

$$V(cm^3) = \frac{I \times \Delta t}{96500} \times \frac{11200}{n(e')} = \frac{10 \times 600}{96500} \times \frac{11200}{1} = 966,37\ cm^3$$

و عليه يكون حجم الكلور : $V_{Cl}(cm^3) = 696,37\ cm^3$

و حجم الهيدروجين : $V_{H_2}(cm^3) = 696,37\ cm^3$ لأن : $Cl_2 \longrightarrow H_2$

التمرين التاسع عشر

نجمع في مخبار حجمه $20\ cm^3$ ، الهيدروجين المنطلق على المهبط في التحليل الكهربائي من الصودا ، فيمتلئ المخبار في 3 دقائق في شروط من درجة الحرارة و الضغط يكون الحجم المولي فيها يساوي $24\ \ell$.

- أحسب شدة التيار .

الحل :

إن مرور فاراداي واحد $(1\,F = 96500\,C)$ يعطي $\frac{1}{2}\ mol$ من H_2 بمعنى أنه ينتج حجم عند مسرى $\frac{24}{2} = 12\ \ell$ و حسب القانون

$$V(cm^3) = \frac{I \cdot \Delta t}{96500} \cdot \frac{11200}{n(e')}$$

$$\Rightarrow I = \frac{V(cm^3) \cdot 96500 \cdot 1}{12000 \cdot 3 \cdot 60} = \frac{20 \cdot 96500 \cdot 1}{12000 \cdot 3 \cdot 60} = 0,893\ A$$

$$I = 0,893\ A$$

التمرين العشرين

وعاء للتحليل الكهربائي يحتوي على محلول من كبريتات النحاس مغموس فيه مسريين من النحاس ، نجري فيه تيارا خلال نصف ساعة ، فنلاحظ أن كتلة المهبط زادت $1,265\ g$

- أحسب شدة التيار : يعطى $M_{(Cu)} = 63,6\ g$

الحل :

لدينا : $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ ، تكافؤ النحاس $n(e) = 2$

$$m(g) = \frac{\Delta t \cdot I}{96500} \cdot \frac{M}{n(e)}$$

$$\Rightarrow I = \frac{m(g) \cdot n(e) \cdot 96500}{\Delta t \cdot M} = \frac{1,265 \cdot 2 \cdot 96500}{30 \cdot 60 \cdot 63,6} = 2,13\ A$$

مراقبة تحول كيميائي

الأسترة و إماهة الأستر :

1 – **تعريف الأسترة :** هو تفاعل كيميائي يحدث بين كحول و حمض (عضويين) و ينتج نتيجة لذلك مركب عضوي يدعى أسترة مرفقا بتشكل الماء

أستر + ماء ⟵ كحول + حمض

2 – نوعا الأسترة : هناك نوعان من الأسترة :

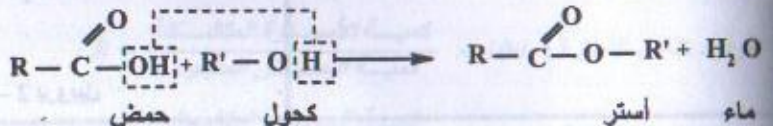
أ / أسترة معدنية : و هي تفاعل كيميائي بين كحول و حمض معدني كحمض كلور الماء HCl ، حمض الكبريت H_2SO_4 ، حمض الأزون HNO_3 ... إلخ .

مثال :

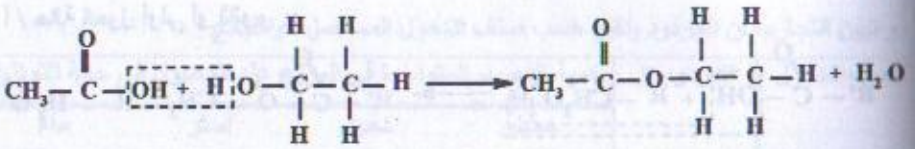
$$H\text{-}Cl + C_2H_5\text{-}OH \longrightarrow C_2H_5\text{-}Cl + H_2O$$

(H-Cl : حمض ، C_2H_5-OH : كحول إيثيلي ، C_2H_5-Cl : أول كلور الإيتان (أستر معدني))

ب- أ / أسترة عضوية : هي تفاعل كيميائي يحدث بين كحول و حمض عضوي كحمض الميثانويك $H\text{-}COOH$ أو حمض الخل CH_3COOH و ينتج عن ذلك أسترة و ماء كما تبين المعادلة التالية :



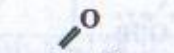
مثال :



ب / 2 – الصيغة العامة للأسترة العضوية : تعطى الصيغة العامة للأستر العضوية :

$R\text{-}COO\text{-}R'$ أو $C_nH_{2n}O_2$ مع $n \geq 2$

ب – 3 – الوظيفة الكربونية للأستر :



4 – الكتلة المولية للأستر : يعطى $M_{C_nH_{2n}O_2} = 14n + 32$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ب – 5 – التسمية : تخضع تسمية الأستر العضوية إلى قاعدتين :

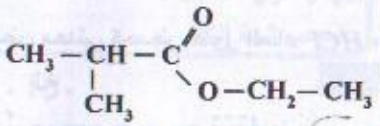
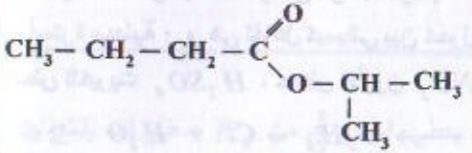
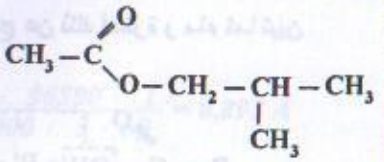
القاعدة 1 : نأخذ السلسلة الكربونية المرتبطة بالمجموعة الكربوكسيلية - $R-COO-$

اسم الألكان الموافق لها باضافة (وات) فتحصل على الاسم الأساسي الكانوات

القاعدة 2 : نظيف لاسم الكانوات اسم المجموعات الالكية R' – المرتبطة بذرة الأكسجين للمجموعة الكربوكسيلية.

من القاعدتين يصبح الأستر $R-COO-R'$ في الأخير موافق للتسمية الكانوات الأكيل

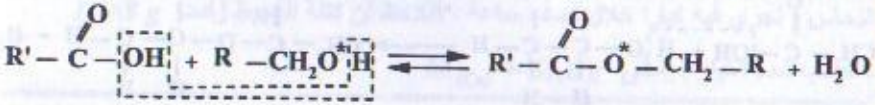
أمثلة :

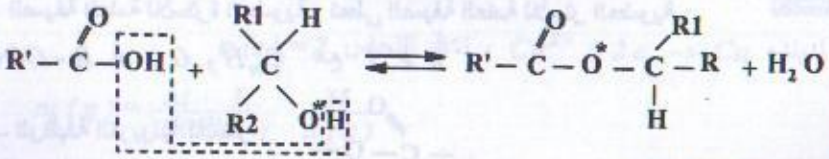
/1 $CH_3COO-C_2H_5$ ايثانوات الاثيل (خلات الاثيل)	/2 $H-COO-C_2H_5$ ميثانوات الأثيل (نملات الاثيل)
/3  مثيل بروبانوات الاثيل	/4  بوتانوات مثيل – 1 اثيل
/5  ايثانوات مثيل – 2 بروبيل	

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

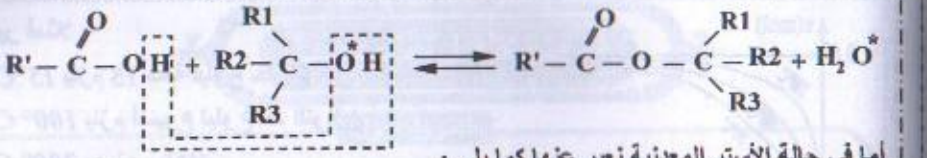
3 – آلية الأسترة : تميز حالتين في الكيمياء العضوية

أ / حالة كحول أولي أو ثانوي :

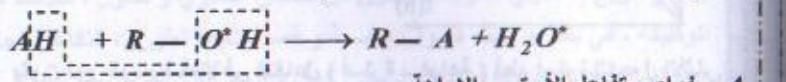




ب / حالة كحول ثالثي :

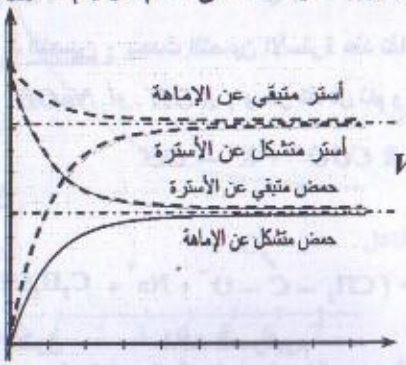


أما في حالة الأستر المعدنية نعبر عنها كما يلي :



4 – خواص تفاعل الأستر – الإماهة :

أ / التفاعل بطيء (سرعة التفاعل) : تكون سرعة الأستر في بداية التفاعل سريعة ثم تتناقص تدريجيا إلى أن تنعدم أما تفاعل الإماهة بطيء في البداية و يستمر كذلك حتى تنعدم ، و يتم التعبير عن سرعة التفاعل كالتالي :



السرعة الوسطية : $V_m = \frac{\Delta n}{\Delta t}\ (mol/s)$

السرعة اللحظية : $V(t) = lim\ \frac{\Delta n}{\Delta t}\ (mol/s)$

ب – التفاعل محدود (مردود التفاعل) :

إن تفاعلات الأسترة و الإماهة غير تامة فهي تنعدم عند حدود معنية .

نعرف مردود التفاعل على هذا الأساس كما يلي :

مردود تفاعل الأسترة : $R = \frac{\text{كمية الأستر المتشكلة}}{\text{كمية الحمض المتبقية}} \times 100$

مردود تفاعل الاماهة : $R = \frac{\text{كمية الحمض المتشكل}}{\text{كمية الأستر الابتدائية}} \times 100$

و تبين التجارب أن المردود يتغير حسب صنف الكحول المستعمل أ و الناتج :

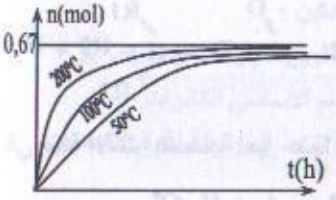
صنف الكحول	المردود R	كمية الأجسام المتواجدة في المزيج عند الوصول إلى حالة التوازن			
		حمض	كحول	أستر	ماء
كحول أولي	67%	1/3	1/3	2/3	2/3
كحول ثانوي	60%	2/5	2/5	3/5	3/5
كحول ثلاثي	1-5%	/	/	/	/

ملاحظة : يمكن تغير قيمة هذا المردود بإضافة أحد المتفاعلات أو إزالة أحد النواتج .

ج / لاحراري : إن تفاعل الأسترة و الإماهة لا حراريان ، إذا لا تقيس أبدا انطلاقه أ وامتصاص الحرارة أثناء التفاعلين فإذا رفعنا درجة الحرارة فإننا نبلغ حد التوازن أكبر و لكن هذا الحد لا

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

يتغير فمثلا :



- $15°C$ يلزم 15 سنة لبلوغ حد التوازن
- $100°C$ يلزم أسبوع لبلوغ حد التوازن
- $200°C$ بصنع ساعات

د / **دور الوسيط :** يكون دور الوسيط فعالا في التفاعل (أسترة – إماهة) فعند أسترة الكحول الأثيلي مع حمض الخل بإضافة $1\,g$ ($H_3O^+ + Cl^-$) منه إلى $100\,g$ من المزيج نلاحظ أن التوازن يتحقق بعد نصف ساعة و ذلك في $100°C$ و هذا راجع إلى شوارد H_3O^+ التي تلعب دور الوسيط.

5 – **التصبن :** يحدث التصبن الأسترة عند تفاعلها مع شوارد OH^- الآتية من أساس قوي ($NaOH$ أو KOH) و هو تفاعل تام و معادلته الإجمالية :

$$R\ COOR' + OH^- \longrightarrow R\ COO^- + R' - OH$$

مثال :

$$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - C_2H_5 + NaOH \longrightarrow (CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O^- + Na^+ + C_2H_5OH$$

خلات الإيتيل — الصود — خلات الصوديوم — الإيتانول

هذه العملية هي أساس صناعة الصابون من المواد الدسمة المحتوية على الأسترات العضوية الثقيلة هي أسترات الغليسيرول $C_3H_8\,(COOR)_3$

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 نظرا لبطء 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 :

$$CH_3 - CO - Cl + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - C_2H_5 + HCl$$

أو بصورة عامة :

$$R - CO - Cl + R' - OH \longrightarrow R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - R' + HCl$$

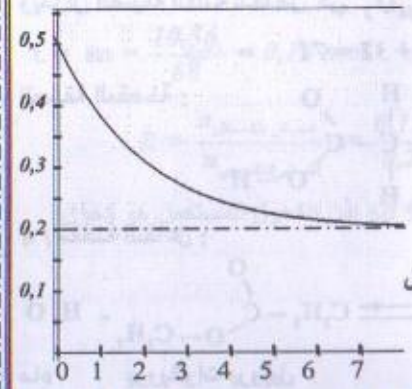
و تستخدم الأسترات العضوية الدسمة في صناعة الصابون و الزبدة و السمن الحيواني و النباتي . . . . الخ

تمارين محلولة بالتفصيل

التمرين 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 المئوية الكتلية للهيدروجين في الكحول المستعمل هي $13,33\ \%$

- أوجد صيغة المجملة و أكتب صيغة المفصلة

3 – إذا كانت كتلة الحمض المتبقي عند ما يبلغ التفاعل الكيميائي حده هي $14,8\ g$

- أوجد صيغة الجزئية المفصلة

4 – أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين الحمض العضوي و الكحول باستعمال الصيغ نصف المفصلة لكل من المتفاعلات و النواتج و اذكر أسمائها :

تعطى : $H = 1\ g/mol$ ، $O = 16\ g/mol$ ، $C = 12\ g/mol$

الحل :

أ / انطلاقا من البيان نجد أن التركيب المولي للمزيج عند التوازن هو:

- كمية الحمض المتبقية : $0,2\ mol$
- كمية الكحول المتبقية : $0,5 - 0,2 = 0,3\ mol$
- كمية الماء الناتجة = كمية الأستر الناتج $= 0,3\ mol$

ب – مردود التفاعل : بالتعريف $= R = \dfrac{\text{استر ناتج } \eta}{\text{استر النظري } \eta} = \dfrac{\text{حمض متفاعل } \eta}{\text{حمض مستعمل } \eta}$

$R = \dfrac{0,3}{0,5} = 0,60$ إذن : $R = 60\ \%$

2 – صيغة الكحول المستعمل : الصيغة العامة للكحول $C_nH_{2n+1} - OH$

$M_{\text{كحول}} = 14n + 18$ و بما أن نسبة الهيدروجين $0,1333$ إذن : من المركب

$M_H = 2n + 2$ و عليه : $n = 3$ $\Rightarrow$ $0,1333 = \dfrac{2n+2}{14n+18}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الصيغة المجملة للكحول : C_3H_7-OH بروبانول

بما أن مردود التفاعل 60% يستلزم كحول ثانوي و عليه صيغة الكحول :

$CH_3CHOH-CH_3$ أو $CH_3CH(OH)-CH_3$

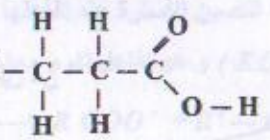
3 – صيغة الحمض : عدد مولات الحمض عندما يبلغ التفاعل حده هو $n = 0,2\ mol$ أي

$M = \frac{m}{n} \Rightarrow n = \frac{m}{M}$ و عليه $M_{حمض} = \frac{14,8}{0,2} = 74\ g/mol$

وبما أن الصيغة العامة للحمض هي $C_nH_{2n}O_2$ أي $M = 14n + 32$

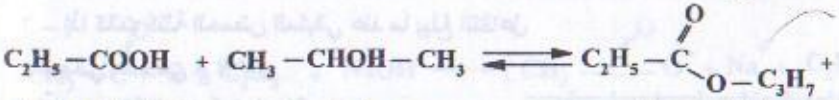
$M = 14n + 32 = 74 \Rightarrow n = 3$

الصيغة المفصلة :



موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

4 / معادلة التفاعل :



ماء — بروبانوات بروبيل — بروبانول – 2 — حمض البروبانويك

التمرين الثاني

1 – أستر (A) يحتوي على نسبة مئوية كتلية من الكربون $54,54\ \%$ أوجد الصيغة الجزئية 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)

جـ – أوجد الصيغة الجزئية المفصلة للكحول المستعمل و أعط اسمه .

د – ما هي الصيغة الجزئية الموافقة للأستر (A) ؟

هـ – أحسب ثابت التوازن K_c للتفاعل الكيميائي .

3 – نكون مزيجا من $2\ mol$ من اكحول (B) و $1\ mol$ من حمض الميثانويك و نوفر الشروط اللازمة لحدوث التفاعل الكيميائي

أ – أوجد التركيب المولي للمزيج عند التوازن

ب – استنتج تركيبه الكتلي : $O = 16\ g/mol$ ، $C = 12\ g/mol$ ، $H = 1\ g/mol$

الحل :

1- الصيغة الجزئية للأستر $C_nH_{2n}O_2$ أي $M_{استر} = 14n + 32$

(كتلة كربون) $\frac{(14n+32) \times 54,54}{100} = 12n$ وعليه نجد بعد الحساب أن $n = 4$

إذن صيغة الأستر : $C_4H_8O_2$

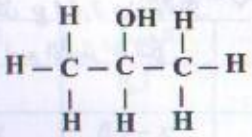
2 – أ – معادلة التفاعل : $HCOOH + R-OH \rightleftharpoons HCOO-R + H_2O$

ب – مردود التفاعل :

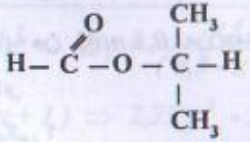
- حساب عدد مولات الأستر المتشكلة $n = \frac{m}{M}$ و عليه $n = \frac{10,56}{88} = 0,12\ mol$

و عليه يكون المردود : $R = \frac{n_{استر\ متشكل}}{n_{استر\ النظري}} = \frac{0,12}{0,2} = 0,6 \Rightarrow R = 60\ \%$

بما أن المزيج الابتدائي متساوي المولات و المردود $60\ \%$ إذن الكحول المستعمل هو كحول ثانوي صيغته :



د / الصيغة الجزئية للأستر



هـ / ثابت التوازن K_c : $K_C = \frac{[أستر] \times [ماء]}{[كحول] \times [حمض]}$

في حالة التوازن يكون الأستر : $0,12\ mol$ ، الماء : $0,12\ mol$ ، الحمض : $0,08\ mol$ الكحول : $0,08\ mol$ إذن : $K_c = \frac{(0,12)^2}{(0,08)^2} = 2,25$

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

إذن : $K_c = \frac{x^2}{(2-x)(1-x)} = 2,25$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$2,25 \cdot (1-x)(2-x) = x^2$ بالتبسيط نجد : $x^2 - 5,4x + 3,6 = 0$

و منه : $x_1 = 4,62\ mol$ (مرفوض) و $x_2 = 0,78\ mol$ (مقبول)

كميات	الحمض	الكحول	الأستر	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 $m = n \cdot M$	$10,12\ g$	$73,20\ g$	$68,64\ g$	$14,04\ g$

التمرين الثالث

1 / نمزج $2,3\ g$ من حمض الميثانويك $(HCOOH)$ مع $3\ g$ من البروبانول – 2 $(CH_3 - CH - OH - CH_3)$ في أنبوبة اختبار مسدودة بإحكام و موضوعة في وسط درجة حرارته ثابتة عندما يبلغ التفاعل حده ، يتشكل $2,64\ g$ من الأستر

أ – أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث مع ذكر اسم الأستر الناتج .

ب – أوجد مردود هذا التفاعل.

جـ - أوجد ثابت التوازن K_c 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 .

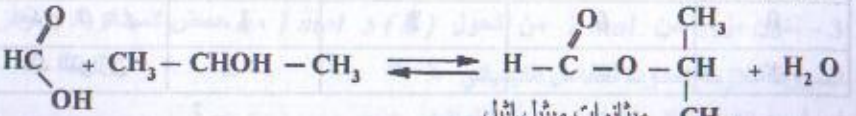
3 / نؤكسد البروبانول – 2 بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم $(2K^+ , Cr_2O_7^{-2})$ المحمض بحمض الكبريت المركز.

أ / أكتب المعادلة النصفية للأكسدة و المعادلة النصفية للإرجاع ثم استنتج المعادلة الإجمالية .

ب – ما هي وظيفة المركب الناتج ؟ أذكر اسمه .

الحل :

أ – معادلة التفاعل :



ب – حساب مردود التفاعل $n_{0(\text{حمض ابتدائية})} = \frac{m_0}{M} = \frac{2,3}{46} = 0,05\ mol$

$n_{(\text{أستر متشكل})} = \frac{m}{M} = \frac{2,64}{88} = 0,03\ mol$ ، $n_{0(\text{كحول})} = \frac{m_0}{M} = \frac{3}{60} = 0,05\ mol$

مردود التفاعل : $R = \frac{0,03}{0,05} = 0,06 \Rightarrow R = 60\ \%$

جـ - ثابت التوازن : $K_C = \frac{[\text{أستر}] \times [\text{ماء}]}{[\text{كحول}] \times [\text{حمض}]}$

- حساب كمية الحمض المتبقية : $n_{\text{حمض}} = n_0 - n_{\text{استر}}$

$n_{\text{حمض المتبقية}} = 0,05 - 0,03 = 0,02\ mol$ (كمية الكحول المتبقية)

وعليه : $K_c = \frac{(0,03)^2}{(0,02)^2} = 2,25$

2 – أ / بما أن كميات الماء كبيرة فإن التوازن ينزاح في اتجاه الإماهة و بمردود مختلف عن السابق إذاً يكون أقل منه افتراضا.

ب – التركيب المولي للمزيج :

كميات	الحمض	الكحول	الأستر	الماء
$t = 0$	$0,3$	$0,5$	0	1
التوازن eq	$0,3 - x$	$0,5 - x$	x	$x + 1$

إذن : $K_c = \frac{x(x+1)}{(0,3-x)(0,5-x)} = 2,25$ ، ومنه :

$2,25(0,3-x)(0,5-x) = x(x+1) \Rightarrow 2,25x^2 - 2,8x + 0,3375 = x^2 + x$

$\Rightarrow x^2 - 2,24x + 0,27 = 0$

$\Delta = (2,24)^2 - 4(0,27)(1) = (1,98)^2$ _ حلان متمايزان

$x_1 = \frac{2,24 - 1,98}{2} = 0,13\ mol$ ، $x_2 = \frac{2,24 - 1,98}{2} = 2,11\ mol$ مرفوض

كميات	الحمض	الكحول	الأستر	الماء
عند التوازن	$0,17\ mol$	$0,37\ mol$	$0,13\ mol$	$1,13\ mol$

3 – أ / $Cr_2O_7^{2-} + 14H_3O^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 21H_2O$

$3(CH_3 - CHOH - CH_3 + 2H_2O \rightarrow CH_3 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_3 + 2H_3O^+ + 2e^-$

$Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3 - CHOH - CH_3 + 8H_3O^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 3CH_3 - C - CH_3 + 15H_2O$

ب – المركب العضوي الناتج هو كيتون و اسمه البروبانون

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين الرابع

1 – إن الاحتراق التام لكتلة مقدارها $6\ g$ من مركب عضوي (A) يحتوي على الكربون الهيدروجين و الأكسجين أعطى $13,2\ g$ من CO_2 و $7,2\ g$ من الماء ، فإذا كانت الكثافة البخارية للمركب بالنسبة للهواء هي : $2,07$ عين :

أ – التركيب الكتلي المنوي للعناصر المكونة (A) .

ب – الصيغة الجزئية المجملة للمركب (A).

2 – نمزج $1\ mol$ من المركب (A) مع $1\ mol$ من حمض عضوي (B) صيغته العامة من الشكل $R - COOH$ فنحصل على استر صيغته $C_4H_8O_2$ و عند حدوث التوازن الكيميائي تكون كتلة الأستر في المزيج هي $52,8\ g$.

أ / أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث .

ب / أوجد الصيغة المفصلة لكل من الحمض (B) و المركب (A) و الأستر المتشكل

جـ / أحسب ثابت التوازن K_c للمزيج المتشكل .

الحل :

أ – التركيب الكتلي للعناصر المكونة لـ (A)

1 – الكتلة المولية للمركب (A) هي: $M = 29 \cdot d = 29 \cdot 2,07 = 60\ g/mol$

2 – حساب كتلة الكربون و الهيدروجين :

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$
$$12\ g \rightarrow 44\ g$$
$$m_c \rightarrow 13,2$$
$$m_c = 3,6\ g$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$$
$$2\ g \rightarrow 18\ g$$
$$m_H \rightarrow 7,2$$
$$m_H = 0,8\ g$$

$$m_O = m - (m_H + m_C) = 6 - (3,6 + 0,8) = 6 - 4,4 = 1,6\ g$$

ومنه نجد : $C\% = \frac{m_C}{m} \times 100 = \frac{3,6}{6} = 60\ \%$ ، $H\% = 13,3\ \%$ ، $O\% = 26,6\ \%$

ب – الصيغة الجزئية المجملة للمركب (A) : $C_xH_yO_z$

$$\frac{60}{100} = \frac{12x}{60} = \frac{y}{13,3} = \frac{16z}{26,6} \Rightarrow \begin{cases} x = 3 \\ y = 8 \\ z = 1 \end{cases}$$ و منه : $\frac{M}{100} = \frac{12x}{C\%} = \frac{y}{H\%} = \frac{16z}{O\%}$

ومنه تكون الصيغة C_3H_8O (كحول)

2 – أ – معادلة التفاعل الحادث : $R - COOH + C_3H_7OH \rightleftarrows H_2O + C_4H_8O$

ومنه نجد $R = H$ إذن الحمض هو $HCOOH$ الميثانويك

ب – نوع الكحول المستعمل : $R = \frac{52,8}{88} = 0,6 = 60\ \%$

الكحول (A) ثانوي صيغته $CH_3 - CHOH - CH_3$

البروبـــانول -2

و عليه تكون صيغة الأستر $HCOOC_3H_7$ ميثانوات البروبيل

جـ - حساب ثابت التوازن :

$$K_C = \frac{[C_4H_8O_2]\,[H_2O]}{[HCOOH]\,[C_3H_7OH]} = \frac{\frac{0,6}{v} \cdot \frac{0,6}{v}}{\frac{0,4}{v} \cdot \frac{0,4}{v}} = 2,25$$

التمرين الخامس

1 – نقوم بحرق $0,1\ mol$ من كحول (A) أحادي الوظيفة فينتج عن ذلك $8,96\ \ell$ من غاز CO_2 في الشرطين النظاميين.

أ- بين أن عدد ذرات الكربون في (A) هو 4

ب - استنتج الصيغة المجملة له.

جـ - 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 المجملة للمركب (C) علماً أن كثافة بخاره بالنسبة للهواء هي $d = 4$ ثم استنتج الصيغة الجزئية المجملة للحمض (B)

3 – تفاعل $14,8\ g$ من (A) مع $12\ g$ من (B) فنحصل عند التوازن على $13,92\ g$ من (C) ما هو مردود هذا التفاعل ؟ أحسب ثابت التوازن K_C.

4 – نمزج $1\ mol$ من الكحول (A) مع $2\ mol$ من الحمض (B) ، ما هو تركيب المزيج مقدرا بعدد المولات عند التوازن.

الحل :

معادلة احتراقه (A): $C_nH_{2n+1}-OH + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O$

$$C_nH_{2n+1}-OH \longrightarrow n\,CO_2$$
$$\left.\begin{array}{l} 1\ mol \longrightarrow n\ mol \\ 0,1\ mol \longrightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = n \times 0,1\ mol$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ومن جهة أخرى $x = \frac{8,96}{22,4}$ إذن : $n \cdot \frac{8,96}{22,4} = 0,1$ ومنه : $n = 4$

إذن صيغة الكحول المجملة $C_4H_9 - OH$

الصيغ المفصلة :

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ بوتانول – 1	$CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - OH$ مثيل بروبانول 1 -
$CH_3 - CH(CH_3) - OH$ مثيل – 2 بروبانول-2	$CH_3 - CH_2 - CH(OH) - CH_3$ بوتانول - 2

2 – الصيغة الجزئية للأستر المتشكل: $R - COOH + (A) \rightleftharpoons (C) + H_2O$

$M = 29 \cdot d = 29 \cdot 4 = 116\ g/mol$

و لدينا : $C_nH_{2n}O_2$ أي $n = 6 \Leftarrow 14n + 32 = 116$

و عليه تكون صيغة الأستر $C_6H_{12}O_2$ (إيثـــــرات الميثيـــل)

استنتاج صيغة الحمض : $R - COOH + C_4H_9 - OH \rightleftarrows C_6H_{12}O_2 + H_2O$

و منه نجد أن : $R = CH_3$ إذن صيغة الحمض $CH_3 - COOH$

3 – مردود التفاعل : $R = \frac{\eta_{\text{حمض متبقي}}}{n_0} = \frac{0,12}{0,2} = 0,6 = 60\%$

- لأن عدد المولات (A) المستعملة $\frac{14,8}{74} = 0,2\ mol$

- لأن عدد المولات (B) المستعملة $\frac{12}{60} = 0,2\ mol$

- و عدد المولات (C) المشكل $\frac{13,92}{116} = 0,12\ mol$

$$K_C = \frac{[H_2O][C_6H_{12}O_2]}{[CH_3COOH][C_4H_7 - OH]} = \frac{(0,12/v) \cdot (0,12/v)}{(0,08/v)(0,08/v)} = 2,25$$

- تركيب المزيج عند التوازن :

	أستر	ماء	حمض	كحول
حالة ابتدائية	0	0	2	1
حالة التوازن	x	x	$2 - x$	$1 - x$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

$K_C = \frac{x^2}{(x-1)(x-2)} = 2,5$ ، و بحل المعادلة نجد $x = 0,78$

حالة المزيج	أستر	ماء	حمض	كحول
عند التوازن	0,78	0,78	0,22	0,22

التمرين السادس

1 / أستر عضوي (A) النسبة الكتلية للفحم فيه 58,52 %

- أوجد صيغته الجزئية 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 الجزئية لـ (A) :

الصيغة الجزئية العامة للأستر : $C_nH_{2n}O_2 \Leftarrow M = 14n + 32$

$12n \rightarrow 58,82$

$14n + 32 \rightarrow 100 \Leftarrow n = 5$ إذن المركب هو $C_5H_{10}O_2$

2 – حساب مردود التفاعل : $CH_3 - COOH + R - OH \rightleftarrows C_5H_{10}O_2 + H_2O$

منه نجد أن $R = C_3H_7$ وعليه يكون المردود $R = \frac{n_{\text{أستر متشكل}}}{n_{0\ \text{الحمض المستعمل}}}$

حساب عدد مولات الأستر : $n = \frac{m}{M} = \frac{6,73}{102}$ و منه $n = 0,066\ mol$

وعليه يكون $R = \frac{0,066}{0,1} = 0,66 \Rightarrow R = 66\ \%$

ب – صيغة الكحول : بما أن المردود 66 % يستلزم الكحول الأولي صيغته $C_3H_7 - OH$

و تكون صيغته المفصلة : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$ بروبانول - 1

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

- صيغة الأستر هي : $CH_3-C(=O)-O-C_3H_7$ إيثانوات البروبيل

- حساب ثابت التوازن K_C

$$K_C = \frac{[C_5H_{10}O_2]\,[H_2O]}{[C_3H_7OH]\,[CH_3COOH]} = \frac{(0,66)^2}{(0,33)^2} = 4$$

3 – إيجاد التركيب المولي في حالة توازن انطلاقا من $2\ mol$

	ماء	أستر	حمض	كحول
حالة ابتدائية	0	0	1	2
حالة التوازن	x	x	$1-x$	$2-x$

$$K_c = \frac{x^2}{(1-x)(2-x)} = 4 \quad \text{و عليه نجد} \quad x^2 = 4(1-x)(2-x)$$

$$x^2 = 4[2-x+x^2] \Rightarrow 3x^2 - 12x + 8 = 0$$

باستعمال المميز نجد : $x_1 = 2-\sqrt{\frac{4}{3}}$ مقبول ، $x_2 = 2+\sqrt{\frac{4}{3}}$ مرفوض

و عليه يكون المزيج كالتالي : $[x_1 = 0,84\ mol]$

	ماء	أستر	حمض	كحول
حالة ابتدائية	0	0	1	2
	0,84	0,84	0,16	0,16

التمرين السابع

نمزج $0,5\ mol$ من حمض كروبوكسيلي مع $0,5\ mol$ من كحول معادلة التفاعل الكيميائي هي : $CH_3COOH + C_3H_7-OH \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC_3H_7 + H_2O$

1 – أذكر مميزات هذا التفاعل كيميائي.

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 الفنول فتالين في هذه المعايرة ؟

ب – أكتب الصيغة المفصلة للكحول المستعمل.

جـ – أحسب ثابت التوازن للتفاعل الكيميائي الحادث.

3 – ما تأثير إضافة إلى المزيج السابق كل مادة من المواد التالية ؟

الحمض الكاربوكسيلي / الكحول / الماء ، علل إجابتك ؟

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

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 الفنول فتالين $8,2 \le PH \le 10$ و كون نقطة التكافؤ تقع في كنف هذا المجال لهذا تم اختيار هذا الكاشف .

ب – د.يغة 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 $CH_3-CHOH-CH_3$ بروبانول – 2

حساب ثابت التوازن :

$$K_C = \frac{[\text{أستر}]\,[\text{ماء}]}{[\text{حمض متبقي}]\,[\text{كحول متبقي}]} = \frac{0,3 \cdot 0,3}{(0,2 \cdot 0,3)} = 2,25$$

$$n_{\text{استر متشكل}} = 0,5 - \frac{12}{60} = 0,3\ mol = (n_{eau})$$

3 – إذا أضفنا الحمض الكربوكيلي فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه (2) قصد التوازن أي يبقى K_c ثابت

- إذا أضفنا الكحول ينزاح التفاعل في الاتجاه (2) لنفس السبب السابق .

- إذا أضفنا الماء فإنه يؤدي إلى نقص تركيز الأستر و بمقابل يزداد تركيز الحمض.

التمرين الثامن

I/ 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_1 نقطة من المنحنى السابق الموافقة لـ $t = 1\ h$ ، ما هو المعنى الكيميائي لميل القاطع OA_1 (حيث O مبدأ الإحداثيات)

III – نجري بعد ذلك التحليل الكمي لهذا الأستر فنجد أن $0,51\ g$ من الأستر المعالج بكمية

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

كافية من أكسيد النحاس تعطي $1,1\ g$ من CO_2 و $0,45\ g$ من الماء.

1 – ما هو التركيب المنوي لهذا الأستر ؟

2 – ما هي الصيغة الجزئية علما بأن كثافته بالنسبة للهواء $d = 3,51$ ؟

3 – ما هي الصيغة الجزئية للكحول الذي عالجناه بواسطة الحمض (حمض الخل) و ما هو اسمه؟

4 – ما هي الصيغة المفصلة لهذا الكحول ؟

5 – إن نتائج التجربة المذكورة في الفقرة (II) تسمح باختيار الصيغة الحقيقية – أذكر لماذا ؟

الحل :

I - كتابة المعادلة :

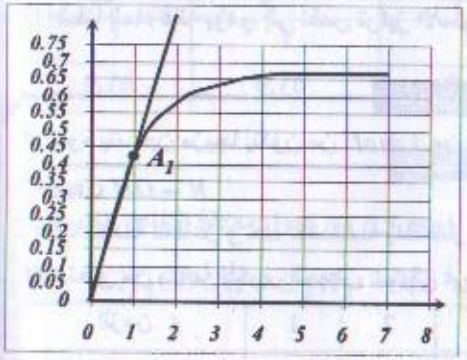
$$CH_3COOH + R' - OH \rightleftarrows CH_3 - COO - R' + H_2O$$

- خصائص التفاعل : بطيء – عكوس ، غير تام – متوازن

II – انشاء البيان : يجب البحث عن كمية الأستر المتشكلة و هذا بالاعتماد على العلاقة التالية :

$n_{\text{أستر متشكل}} = n_0 - n_{\text{حمض متبقي}}$

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 $t(1h)$

$$\begin{cases} \Delta y = 0,43 - 0 \\ \Delta t = 1 - 0 \end{cases}$$

حيث $V = \dfrac{\Delta y}{\Delta t} = 0,43 mol/h$

III – التركيب المنوي للأستر

الطريقة الأولى :

حساب كتلة الكربون

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

$12\ g \longrightarrow 44\ g$

$m_c \longrightarrow 1,1$

$m_c = 0,3\ g$

حساب كتلة الهيدروجين

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$

$2\ g \longrightarrow 18\ g$

$m_H \longrightarrow 0,45$

$m_H = 0,05\ g$

كتلة الأكسجين

$m_0 = m - (m_H + m_c)$

$= 0,51 - (0,05 + 0,3)$

$m_O = 0,16\ g$

و عيه تكون النسبة : $C\% = \dfrac{m_C}{m} \cdot 100 = 58,82$ ، $H\% = 9,80$ ، $O\% = 31,37$

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 : $C_xH_yO_z$

و لدينا : $\dfrac{12x}{0,3} = \dfrac{y}{0,05} = \dfrac{16z}{0,16} = \dfrac{102}{0,51}$ ..... (*)

لأن : $M = 29 \cdot d = 29 \cdot 3,51 = 102\ g/mol$

ومن (*) نجد : $\dfrac{12x}{0,3} = \dfrac{102}{0,51} \Rightarrow 0,51 \cdot 12x = 0,3 \cdot 102 \Rightarrow x = 5$

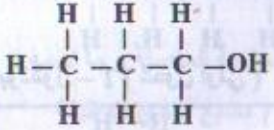
$\dfrac{16z}{0,16} = \dfrac{102}{0,51} \Rightarrow z = 2$ ، $\dfrac{y}{0,05} = \dfrac{102}{0,51} \Rightarrow y = 10$

إذن الصيغة الإجمالية للمركب هي : $C_5H_{10}O_2$

3 – كتابة المعادلة من جديد : $CH_3 - COOH + R' - OH \rightleftarrows C_5H_{10}O_2 + H_2O$

بالمقارنة نجد أن $R' = C_3H_7$

4 – صيغة الكحول هي : $C_3H_7 - OH$ بروباتول



5 – من البيان نجد أن مردود التفاعل $R = 66\ \%$ أي أن الكحول المستعمل هول أولي

التمرين التاسع

أستر عضوي (A) يحتوي على نسبة مئوية كتلية من الأكسجين قدرها $31,37\ \%$

1 – أوجد الصيغة الجزئية المجملة لهذا الأستر .

2 – تحصلنا على الأستر (A) من تفاعل حمض الميثانويك و كحول مشبع (B)، أوجد الصيغة الجزئية المجملة للكحول (B) و أكتب الصيغة المنشورة الممكنة مع ذكر أسمائها الموافقة .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

3 – تفاعل 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 المقتصدة 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 ؟ و ما هي الوظيفة الكيميائية المميزة له ؟ كيف يمكن التعرف عليها تجريبيا ؟

الحل :

1 – الصيغة الجزئية المجملة للأستر : نعلم أن الصيغة العامة للأستر هي من شكل $C_nH_{2n}O_2$

لدينا : $M_{C_nH_{2n}O_2} = (14n+32)\ g/mol$

ومنه : $\frac{31,37}{100} = \frac{32}{(14n+32)}$ و منه نجد أن $n = 5$ $(14n+32)$

و عليه تكون الصيغة المجملة للأستر : $C_5H_{10}O_2$

2 – الصيغة الجزئية للكحول (B) :

$$CH-COOH + R-OH \rightleftharpoons C_5H_{10}O_2 + H_2O$$

و عليه نجد أن : $R = C_4H_9$ إذن صيغة الكحول تكون $C_4H_9 - OH$

بوتانول – 1 (كحول أولي)	مثيل – 2 بروبانول-2 (كحول أولي)
بوتانول – 2 (كحول ثانوي)	مثيل – 2 بروبانول – 2 (كحول ثلاثي)

3 – أ / تحديد صيغة الكحول الموافق :

$n_{\text{كحول}} = \frac{14,8}{74} = 0,2\ mol$ / $n_{\text{حمض}} = \frac{9,2}{45} = 0,2\ mol$

$n_{\text{استر متشكل}} = \frac{m}{M} = \frac{12,84\ g}{102} = 0,12\ mol$

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 بناءاً على ذلك تكون صيغة الأستر : $H-COO-CH(CH_3)-C_2H_5$ ميثانوات البيوتيل

4 – أ / المعادلتان النصفيتان للأكسدة – الإرجاع

- إرجاع الشاردة $Cr_2O_7^{2-}$: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

- أكسدة (B) : $C_4H_{10}O \longrightarrow C_2H_5-C(=O)-CH_3 + 2e^- + 2H^+$

كحول ثانوي

المعادلة الإجمالية

$$C_2H_5-\overset{OH}{C}H-CH_3 + 8H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 3C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

المركب العضوي الناتج هو $C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ يدعى بوتانون (كيتون)

الوظيفة المميزة له $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ يمكن الكشف عليها باستعمال محلول $D.N.PH$ فيتشكل راسب أصفر .

التمرين العاشر

تنيب في وعاء $1,85\ g$ من حمض كربوكسيلي (A) مشبع أحادي الوظيفة الكيميائية، لتعديل المحلول الحمضي الناتج ، يلزم استعمال $25\ cm^3$ من محلول ماءات الصوديوم $NaOH$ تركيزه المولي $1\ mol/\ell$

1 – أحسب الكتلة المولية الجزئية للحمض (A) ، أكتب صيغته الجزئية 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 الجزئية المجملة من الشكل $C_nH_{2n}O_2$

- ما هي خصائص التفاعل الكيميائي الحادث ؟

3 – لمعرفة الصيغة الجزئية للمركب (C) ، نحرق $5,1\ g$ منه بالأكسجين فيتشكل $11\ g$ من CO_2

أ / أكتب معادلة الاحتراق الحادث .

ب / ما هي الصيغة الجزئية المجملة للمركب (C)؟

جـ / ما هي الصيغة الجزئية المجملة للكحول (B)؟ أكتب صيغته الجزئية المفصلة ، ما اسمه ؟

4 – ما هي أكبر كتلة للمركب (C) الممكن الحصول عليها في التفاعل المذكور في – 2 ؟

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

1 – حساب الكتلة المولية للحمض (A) : بما أن التفاعل بين حمض و أساس فعند نقطة التعديل بينهما يكون : $n_{حمض} = n_{اساس} \Rightarrow V_B C_B = V_A C_A$

ومنه : $V_A C_A = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 25 \cdot 10^{-3}\ mol$

و عليه : $1,85\ g \longrightarrow 25 \cdot 10^{-3}\ mol$

ومنه : $M \longleftarrow 1\ mol$ $\qquad M = 74\ g$

و بما أن الصيغة العامة للحمض $C_nH_{2n+1} - COOH$ أي :

$M = 14n + 46 = 74 \Rightarrow n = 2$ ، إذن صيغة الحمض C_2H_5COOH البروبانويك

2 – التفاعل الكيميائي في الحادث :

$$C_2H_5 - COOH + C_nH_{2n+1} - OH \rightleftharpoons C_2H_5 - COOH - C_nH_{2n+1} + H_2O$$

خصائصه : بطيء ، لا حراري ، محدود (عكوس)

3 – معادلة الاحتراق الحادثة :

$$C_nH_{2n}O_2 + \left(\frac{3n-2}{2}\right)O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$$

$C_nH_{2n}O_2 \longrightarrow nCO_2$

$(14n + 32) \longrightarrow 44n$

$5,1\ g \longrightarrow 11\ g$ ومنه نجد $n = 5$

و بالتالي يكون المركب (C) هو $C_2H_5 - COO - C_2H_5 \equiv C_5H_{10}O_2$

جـ / صيغة الكحول :

$$C_2H_5 - COOH + C_nH_{2n+1} - OH \rightleftharpoons C_2H_5 - COOH - C_2H_5 + H_2O$$

بالمقارنة نجد أن صيغة الكحول $C_2H_5 - OH$ الايثانول .

4 – حساب كتلة المركب (C) الناتجة : لدينا : $M_{C_5H_{10}O_2} = 102\ g/mol$

و لدينا كمية الحمض الابتدائية : $n_0 = \frac{14,8}{74} = 0,2\ mol$

و بما أن الكحول المستعمل هو أولي أي أن : $R = \frac{2}{3} = 0,66$

إذن تكون كتلة الأستر : $m_{استر} = R \cdot n_{0\ حمض} \cdot M_{استر} = 0,66 \cdot 0,2 \cdot 102 = 13,6\ g$

$m_{استر} = 13,6\ g$

التمرين الحادي عشر

نعتبر الكحول (A) ذو الصيغة الإجمالية C_4H_9OH

1 – أعط الصيغة نصف المنشورة و اسم وصنف كل متواكب لـ A .

2 – ننجز الأكسدة المقتصدة للبوتانول - 1 في غاز الأكسجين .

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 .

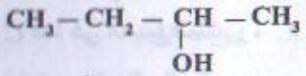
أ / أذكر اسم المركب (D) و المجموعة الوظيفية التي ينتمي إليها .

ب / أكتب معادلة التفاعل و ما هي مميزات هذا التفاعل ؟

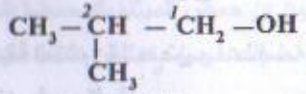
جـ / ننجز تفاعل البوتانول-1 و كلور بوتانويك ، أكتب معادلة التفاعل وأذكر الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي الناتج و اسمه ، وما هي مميزات هذا التفاعل ؟

الحل :

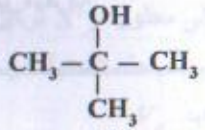
1 – الصيغة : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ بوتانول – 1 : كحول أولي



بوتانول – 2 – كحول ثانوي



مثيل – 2 بوبانول – 1 كحول أولي



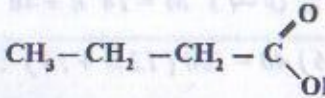
مثيل – 2 بروبانول – 2 كحول ثالثي

2 – أ / معادلة التفاعل :

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \underset{OH}{CH_2} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{O}{\overset{\|}{C}}_{H} + H_2O$$

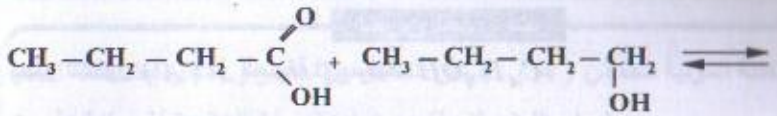
(B) بوتانال

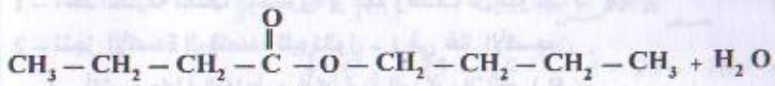
2 – ب / صيغة و اسم المركب C : إن أكسدة الألدهيد تؤدي إلى تكون C حمض كربوكسيلي و هو حمض بوتانويك صيغته :



3 / اسم المركب (D) و معادلة التفاعل :

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

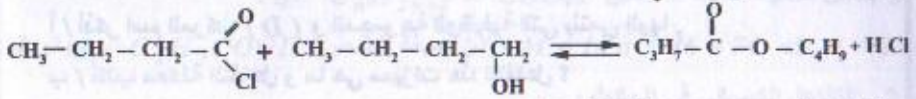




بوتانوات البوتيل (مجموعة الأسترات)

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 $R-COOH$ و الكحول $R'-OH$ الماء و الأستر

1 – أكتب المعادلة الحاصلة لهذا التفاعل .

2 – إذا كانت الصيغة – الإجمالية للأستر هي $C_5H_{10}O_2$ فما هي الصيغ المنشورة المقابلة (الممكنة) ؟

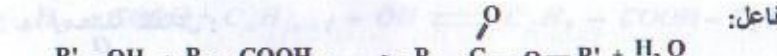
3 – تمثل كتلة الكربون $40\ \%$ من كتلة الحمض ، أوجد الصيغة المنشورة للحمض و أعط اسمه.

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 $C_5H_{10}O_2$ هي (09)

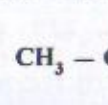
3 – الصيغة المنشورة للحمض : نعلم أن الشكل العام للحمض $C_nH_{2n+1}COOH$

أي : $M = 14\ n + 46$ و بما أن $C\ \% = 40\ \%$

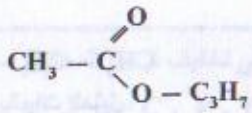
ومنه : $\dfrac{40}{100} = \dfrac{12\,n + 12}{14n + 46} \Rightarrow (14n + 46)\,40 = 100\,(12\,n + 12)$

و بعد التبسيط نجد $640 = 640\,n \Rightarrow n = 1$

و بالتالي صيغة الحمض :



4 – بما أن الأستر غير متفرع أي أن صيغته :



و عليه تكون صيغة الكحول : $C_3H_7 - OH$ بروبانول

التمرين الثالث عشر

نعتبر مركبا عضويا E صيغته العامة $C_\eta H_{2\eta}O_2$ و كتلته المولية $88\ g/mol$

1 – أوجد الصيغة الإجمالية للمركب E .

2 – علما أن المركب E أستر ، حدد الصيغ نصف المنشورة وأسماء متماكباته .

3 – تؤي إماهة أحد متماكبات E إلى تشكل مركبين A و B .

أ – ما هي المجموعات الوظيفية التي يمكن أن ينتمي إليها A و B ؟

ب – يجري الأكسدة 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

جـ - أكتب معادلة تفاعل إماهة الأستر E و حدد مميزات هذا التفاعل .

4 – نعتبر محلولا مائيا S_A لحمض الميثانويك $HCOOH$ تركيزه $C_A = 0{,}1\ mol/\ell$ و ذو الـ $PH = 2{,}4$

أ – بين أن حمض الميثنويك حمضا ضعيفا .

ب – نضيف حجما V_e من الماء الخالص (مقطر) إلى حجم $V_A = 20\ m\ell$ من المحلول S_A فنحصل على محلول S'_A تركيزه المولي $C'_A = 10^{-2}\ mol/\ell$ و $PH = 2{,}9$

1 – ما هو اسم هذه العملية ؟ و ما الهدف منها ؟

2 – أحسب V_e

3 – أحسب K_A للثنائية $HCOOH/HCOO^-$ ثم استنتج PK_A .

4 – أثبت أن $K_A = \dfrac{C\,\alpha^2}{1-\alpha}$ حيث α معامل تفكك الحمض و C تركيزه

5 – أحسب α و α' للحمض $HCOOH$ في المحلول S_A و في المحلول S'_A ماذا تستنتج ؟

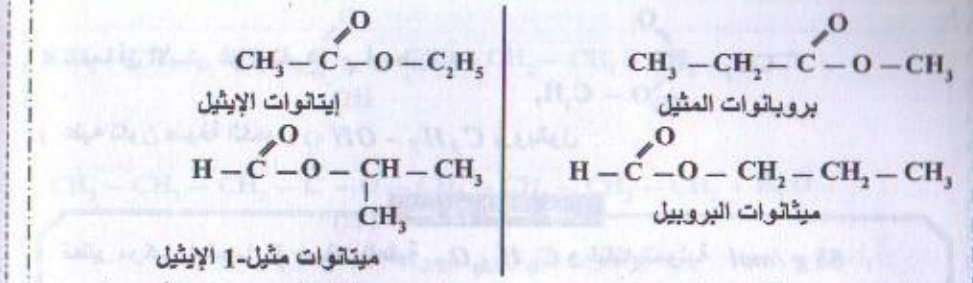
الحل :

1 – الصيغة المجملة لـ E : لدينا $C_nH_{2n}O_2$

$M(E) = 14\,n + 32 = 88 \Rightarrow n = 4$ ومنه الصيغة العامة لـ E هي $C_4H_8O_2$

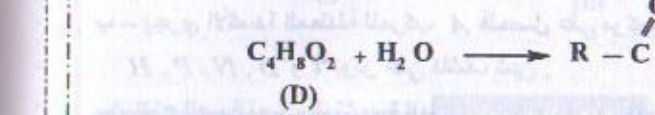
2 – الصيغ المنشورة :

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



3 – أ / تؤدي عملية الإماهة إلى تشكل حمض كربوكسيلي و كحول أي أن A و B أحدهما ينتمي إلى حمض و الآخر كحول .

ب / D يؤثر على $DNPH$ و لا يؤثر على كاشف شيف هذا يعني أن D عبارة عن سيتون و بالتالي يكون A كحول ثانوي و B حمض كربوكسيلي

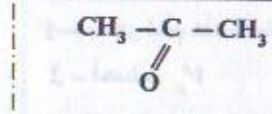
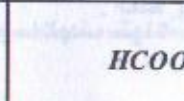
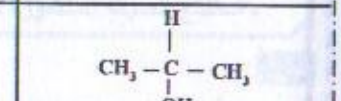


مع أن R' و R'' جذران ألكيليان لا يمكن أن يكونا ذرة هيدروجين لأن A كحول ثانوي أما R فيمكن أن يكون ذرة هيدروجين H بفرض أن $R' = C_y H_{2y+1}$ و $R'' = C_z H_{2z+1}$

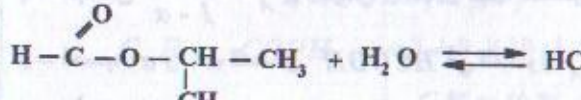
حيث Y و z أعداد طبيعية تختلف عن الصفر ، و باعتبار $R = C_x H_{2x+1}$ و بتطبيق قانون انحفاظ الكتل نجد بالنسبة للكربون :

$$\begin{cases} x+1+y+z+1=4 \\ x+y+z=2 \end{cases}$$

و باعتبار أن $x=0$ و $y=z=1$ و عليه نجد أن :

(D	(B	(A
		
بروبانون	حمض الميتانويك	بروبانول-2

جـ / معادلة التفاعل:



مميزاته : تفاعل محدود و بطيء و لا حراري

4 – أ / لدينا $PH = 2,4$

أي : $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-2,4} = 3,98 \times 10^{13} \ll 0,1$

إذن حمض ضعيف $[-\log C_A = -\log 0,1 = 1 \neq PH]$

ب – 1 / ندعو هذه العملية بعملية التخفيف تهدف إلى تخفيف تركيز المحلول

ب – 2 / حساب V_e لدينا : $C_A V_A = C'_A V'_A$ (بعد التخفيض) (قبل التخفيف)

حيث : $V'_A = V_A + V_e$ ومنه $C_A V_A = C'_A (V_A + V_e) \Rightarrow V_e = V_A \left(\frac{C_A}{C'_A} - 1\right)$

تطبيق عددي : $V_e = 180\ m\ell$

ب – 3 / حساب K_A : $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

$$K_A = \frac{[HCOO^-].[H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

حساب التركيز: $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-2,9} = 1,26 \times 10^{-3}\ mol/\ell$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{14}}{10^{-2,9}} = 10^{-11,1} = 7,97 \times 10^{-12}\ mol/\ell$$

و بتطبيق قانون إنحفاظ الشحن: $[H_3O^+] = [HCOO^-] + [OH^-]_{مهمل}$

$$[H_3O^+] = [HCOO^-] = 1,26 \times 10^{-3}\ mol/\ell$$

- بتطبيق قانون انحفاظ المادة :

$$C'_A = [HCOOH]_{متبقي} + [HCOO^-] \Rightarrow [HCOOH] = C'_A - [HCOO^-]$$

$$[HCOOH]_{متبقي} = 8,74 \times 10^{-3}\ mol/\ell$$

و عليه نجد أن : $K_A = 1,82 \times 10^{-4}$ و منه : $PK_a = -\log K_a = 3,74$

ب – 4 /

$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$					
الحالة الابتدائية	0	0		C	C
الحالة النهائية	$C\alpha$	$C\alpha$		$C - C\alpha$	$C - C\alpha$

$$K_A = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C^2\alpha^2}{C(1-\alpha)} \quad \text{ومنه :} \quad K_A = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

5 – حساب α' و α : $K_A = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = 1,8 \times 10^{-4}$

$$C\alpha^2 = (1-\alpha)1,82 \times 10^{-4}$$

$$0,1\alpha^2 + 1,82 \times 10^{-4}\alpha - 1,82 \times 10^{-4} = 0 \qquad (\alpha > 0)$$

معادلة من الدرجة II : $\Delta = (1,82 \times 10^{-4})^2 - 4(0,1)(-1,82 \times 10^{-4})$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$\Delta = 7,28 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 8,56 \cdot 10^{-3}$

$\alpha = \dfrac{1,82 \cdot 10^{-4} + 8,53 \cdot 10^{-3}}{0,2}$ ومنه : $\alpha = 4,17\ \%$

بنفس الطريقة نجد أن : $\sqrt{\Delta'} = 8,72 \cdot 10^{-4}$ و منه : $\alpha' = 12,6\ \%$

التمرين الرابع عشر

نعتبر المركبين العضويين (A_1) و (A_2) التاليين :

$CH_3-C(=O)-H$ (A_1) $\qquad$ $CH_3-C(=O)-OH$ (A_2)

1 - حدد المجموعة الوظيفية لكل من المركبين (A_1) و (A_2) .

2 – نحصل على المركب (A_1) بأكسدة مقتصدة للكحول (B) .

- حدد صنف الكحول (B) و أعط صيغته نصف المنشورة و اسمه .

3 – 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 $SOCl_2$ إلى تكون مركب عضوي (D)

- حدد الصيغة نصف المنشورة للمركب (D) و أذكر اسمه .

5 – يتفاعل المركب (D) مع الإيثل أمين فينتج أميد (E) و كلور الإثيل أمنيوم

أ / أكتب باستعمال الصيغ المنشورة المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل و أذكر اسم الأميد (E).

ب / نعتبر محلولا مائيا (S_A) للحمض CH_3COOH تركيزه المولي $C_A = 10^{-3}\ mol/\ell$

و له $PH = 3,9$ ، كل القياسات أنجزت عند $25°C$ حيث $Ke = 10^{-14}$

- بين أن CH_3COOH حمض ضعيف و أكتب معادلة تفككه في الماء .

- أحسب تركيز كل من الحمض و قاعدته المرافقة في المحلول (S_A) و استنتج قيمة PK_A الثنائية CH_3COOH/CH_3COO^-

6 – نضيف إلى الحجم $V_A = 30m\ell$ من المحلول (S_A) حجما V_B من محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ذو التركيز المولي $C_B = 2 \cdot 10^{-3}\ mol/\ell$ فنحصل على محلول مائي (s) ذو $PH = PK_A$

- أكتب المعادلة الخاصة بهذا التفاعل (بين S_A و S_B)

- أحسب الحجم V_B

- أوجد علاقة التركيز المولي $[CH_3COOH]$ في المحلول (s) بدلالة C_A و C_B .

الحل :

الوظيفة	الألديهيدات	أحماض كربوكسيلية
- 1	$CH_3-C(=O)-H$ (A_2)	$CH_3-C(=O)-OH$ (A_2)

2 – الكحول (B) كحول أولي : صيغته CH_3-CH_2-OH إيثانول

3 – معادلة التفاعل :

$CH_3-C(=O)-OH$ (A_2) $+ CH_3-CH_2-OH$ (B) $\rightleftharpoons CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_3$ (C) $+ H_2O$

4 – الصيغة نصف منشورة للمركب (D) :

كلور الإيثانويل: $CH_3-C(=O)-Cl$

معادلة التفاعل :

$CH_3-C(=O)-Cl + 2\,CH_3-CH_2-NH_2 \rightleftharpoons CH_3-C(=O)-NH-CH_2-CH_3 + (CH_3-CH_2-NH_3Cl)$

الأميد : $CH_3C(=O)-NH-CH_2-CH_3$ إيثيل إيتان أميد

ب – نقارن بين PH و $-\log C_A$

لدينا $-\log C_A = -\log 10^{-3} = 3$ ولدينا $PH = 3,9$ و بما أن : $PH \neq -\log C_A$

إن الحمض CH_3COOH حمض ضعيف

معادلة تفككه في الماء : $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

حساب التراكيز : $[H_3O^+] = 10^{-3,9}\ mol/\ell$

$[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = \dfrac{10^{-14}}{10^{-3,9}} = 10^{-10,1}\ mol/\ell$

و حسب مبدأ انحفاظ الشحن : $[CH_3COO^-] + [OH^-]_{نهمل} = [H_3O^+]$

$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 10^{-3,9}\ mol/\ell = 1,26 \times 10^{-4}\ mol/\ell$

و حسب مبدأ انحفاظ المادة :

$[CH_3COOH] = C_A - [CH_3COO^-] = 10^{-3} - 1,26 \times 10^{-4} = 8,74 \times 10^{-4}\ mol/\ell$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

قيمة PK_A :

$$PH = PK_A + \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow PK_A = PH - \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$PK_A = 3,9 - \log\frac{1,26\cdot 10^{-4}}{8,74\cdot 10^{-4}} = 4,74 \quad \text{ومنه : } PK_A = 4,74$$

6 – كتابة المعادلة : $CH_3COOH + [Na^+ + OH^-] \longrightarrow [CH_3COO^- + Na^+] + H_2O$

- حساب V_B : لدينا : $PH = PK_A$ يستلزم أن المزيج يوجد عند نصف التكافؤ أي $V_B = \frac{V_{eq}}{2}$

و بناءا على علاقة التكافؤ $C_AV_A = V_BV_{eq}$

$$V_B = \frac{10^{-3}\cdot 30}{2\cdot 2\cdot 10^{-3}} = 7,5\ m\ell \quad \text{ومنه : } V_{eq} = \frac{C_AV_A}{C_B} \Rightarrow V_B = \frac{V_{eq}}{2} = \frac{C_AV_A}{2C_B}$$

- علاقة التركيز $[CH_3COOH]$ بـ C_A و C_B

بتطبيق مبدأ انحفاظ المادة : $C_S = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

حيث : $C_S = \frac{C_AV_A}{V_S} = \frac{C_AV_A}{V_A + V_B}$

و بما أن : $PH = PK_A \Rightarrow [CH_3COO^-] = [CH_3COOH]$

فإن : $\log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 0 = \log 1$ ومنه : $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1$

إذن : $\frac{C_AV_A}{V_A + V_B} = 2\,[CH_3COOH] \Rightarrow [CH_3COOH] = \frac{C_AV_A}{2(V_A + V_B)}$

مع العلم أن $V_B = \frac{C_AV_A}{2C_B}$ (مما سبق) ، إذن :

$$[CH_3OOH] = \frac{C_AV_A}{2\left(V_A + \frac{C_A\cdot V_A}{2C_B}\right)} = \frac{C_AV_A}{2V_A\left(1 + \frac{C_A}{2C_B}\right)}$$

$$\Rightarrow [CH_3COOH] = \frac{C_AC_B}{2C_B + C_A}$$

موقع الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com

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 $25°c$ 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 ، معللا جوابك ، الأحماض الموضحة في الجدول حسب تزايد قوتها .

2 – نعاير الحجم $V_A = 20\ m\ell$ من محلول مائي S_A تركيزه المولي C_A لأحد الأحماض الواردة في الجدول بواسطة محلول مائي S_B لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي

$C_B = 2,5\cdot 10^{-1}\ mol/\ell$

عند التكافؤ يكون PH الخليط $PH_e = 8,3$ وحجم المحلول المضاف هو $V_{Be} = 8\ m\ell$

أ / ما هي طبيعة الخليط المحصل عليه عند التكافؤ ؟

ب / أحسب C_A.

جـ / عند إضافة الحجم $V_B = 4\ m\ell$ من المحلول S_B إلى الحجم $V_A = 20\ m\ell$ من المحلول S_A يكون PH الخليط هو $PH = 3,8$.

1 – استنتج صيغة الحمض المستعمل ، وأكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل S_A مع S_B.

2 – أحسب التركيز المولي لكل من الحمض و قاعدته 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) و حمض 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 الأمونياكي و يعطي راسب أصفر مع ثنائي نترو – 2 ، 4 فنيل هيدرازين ($DNPH$)

أ – حدد المجموعة العضوية التي ينتمي إليها المركب (D) و استنتج صنف الكحول (B).

ب – حدد اسم الإستر (A) و الصيغة نصف المنشورة للحمض (C) واسمه .

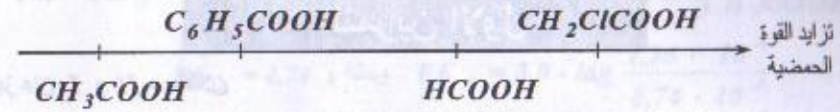
جـ - يتفاعل الحمض (C) مع خماسي كلورو الفوسفور PCl_5 فنحصل على مركب عضوي (E)

د – اكتب الصيغة نصف المنشورة و اسم المركب (E)

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

I - 1 – كلما كانت قيمة PK_A أصغر كلما كان الحمض أقوى و عليه



2 – أ – بما أن $PH_e > 7$ هذا يعني أن المحلول المحصل عليه عبارة عن أساس

2 – ب – عند التكافؤ يكون $C_AV_A = C_BV_B$

ومنه : $C_A = \frac{C_BV_B}{V_A} = \frac{2,5 \cdot 10^{-1} \cdot 8}{20}$ أي : $C_A = 10^{-1}\ mol/\ell$

جـ - 1 – بما أن $V_{Be} = 8\ m\ell$ و عند إضافة $V_B = \frac{V_{Be}}{2} = 4\ m\ell$ 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 : $HCOOH + (Na^+, OH^-) \longrightarrow (HCOO^- + Na^+) + H_2O$

جـ - 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 : $\eta_0(HCOOH) = \eta(HCOOH) + \eta(HCOO^-)$

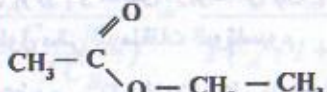
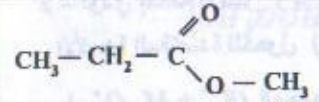
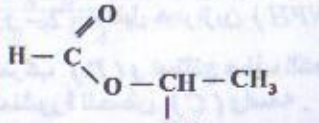
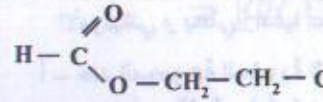
$$C_AV_A = [HCOOH](V_A + V_B) + [HCOO^-](V_A + V_B)$$

$$C_AV_A = 2[HCOOH](V_A + V_B) \Rightarrow [HCOOH] = \frac{C_AV_A}{2(V_A + V_B)}$$

إذن : $[HCOOH] = [HCOO^-] = \frac{C_AV_A}{2(V_A + V_B)}$

تطبيق عددي: $[HCOOH] = [HCOO^-] = \frac{10^{-1} \cdot 20}{2(20+4)} = 0,42 \cdot 10^{-1}\ mol/\ell$

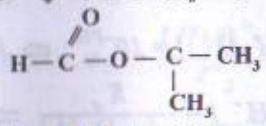
II - 1 – الصيغ النصف منشورة الممكنة للأستر A :

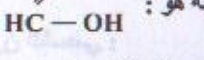
أ) 	ب) 
جـ) 	د) 

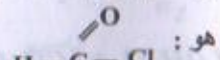
II – 2 – أ – المجموعة الوظيفية التي ينتمي إليها المركب (D) هي مجموعة السيتونات لأنه يعطي راسب أصفر مع $DNPH$ و لا يؤثر على نترات الفضة الأمونياكي

إذن الكحول (B) هو عبارة عن كحول ثانوي .

- ب – الأستر الذي يمكن أن يعطي كحولا ثانويا هو الأستر ذو الصيغة التالية :


ميثانوات المثيل إيثيل

و عليه تكون صيغة الحمض الناتج عن إماهة الأستر السابقة هو :  حمض الميثانويك

جـ - صيغة المركب E هو :  كلور الميثانويك

التمرين الثاني

نعتبر أن جميع القياسات مأخوذة عند الدرجة $25°c$ و الجداء الشارد للماء : $K_e = 10^{-14}$

1 – نعتبر محلولا مائيا (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 للثنائية CH_3COOH / CH_3COO^-

جـ – أحسب قيمة معامل التفكك α_1 لحمض الإيثانويك في المحلول (S_1) .

2 – نضع في حوجلة حجما $V_1 = 4\ m\ell$ من المحلول (S_1) و نضيف إليه حجما V من الماء المقطر فنحصل على محلول مائي (S_2) تركيزه المولي C_2 .

أ – علما 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 $PH = 4,8$.

جـ – استنتج الحجم V للماء المضاف .

3 – نضع في حوجلة أخرى حجما V_A من محلول (S_1) و نضيف إليه تدريجيا حجما V' من محلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ذو التركيز C_B .

أ – أكتب معادلة التفاعل الحادثة

ب – بين أن PH الخليط المحصل عليه في الحوجلة عند إضافة الحجم V' يحيث :

$0 < V' < V_e$ يكتب على الشكل التالي : $PH = PK_A + \log\frac{V'}{V_e - V'}$

جـ – عند إضافة الحجم $V' = 15\ m\ell$ بأخذ PH المزيج القيمة $5,27$

1- أحسب الحجم V_e . / 2 - استنتج التركيز C_B علما أن $V_A = 20\ m\ell$.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

الحل :

1 – أ – حساب التراكيز : الأنواع الكيميائية المتواجدة في محلول حمض الإيثانويك هي :

$$CH_3COOH \ , CH_3COO^- \ , OH^- \ , H_3O^+$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-4} \ mol/\ell$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} \Rightarrow [OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-11} \ mol/\ell$$

– حسب معادلة التوازن الشحني :

$$[H_3O^+] = [OH^-]_{\text{تهمل}} + [CH_3COO^-]$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 4 \cdot 10^{-4} \ mol/\ell$$

– حسب معادلة انحفاظ المادة :

$$C_1 = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$$

$$\Rightarrow [CH_3COOH] = C_1 - [CH_3COO^-]$$

$$[CH_3COOH] = 9,6 \cdot 10^{-3} \ mol/\ell$$

1 – ب – قيمة الثابت K_A لثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-)

لدينا : $K_A = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$ ومنه : $K_A = 1,67 \cdot 10^{-5}$

1 – جـ – حساب معامل التفكك α_1 : نعبر عن معامل التفكك α لحمض AH تركيزه C_A بالعلاقة :

$$\alpha = \frac{[A^-]}{C_A} = \frac{[H_3O^+]}{C_A}$$

و عليه نكتب α_1 لحمض الإيثانويك $\alpha_1 = \frac{[CH_3COO^-]}{C_1} = \frac{[H_3O^+]}{C_1}$

ومنه : $\alpha_1 = 4 \cdot 10^{-2} = 4\ \%$

2 – أ – إثبات أن : $PH = PK_A$

لدينا : $\alpha_2 = \frac{[CH_3COO^-]}{C_2} = 0,5$ ومنه : $[CH_3COO^-] = 0,5\ C_2$

و حسب قانون انحفاظ المادة : $C_2 = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

إذن : $[CH_3COOH] = C_2 - [CH_3COO^-] = C_2 - 0,5\ C_2$

ومنه : $[CH_3COOH] = 0,5\ C_2$

و لدينا : $PH = PK_A + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = PK_A + \log \frac{0,5\ C_2}{0,5\ C_2}$

ومنه : $PH = PK_A$

2 – ب – حساب التركيز C_2 :

لدينا : $[CH_3COO^-] = [H_3O^+]$ لأن : $\alpha_2 = \frac{[H_3O^+]}{C_2}$

ومنه : $C_2 = \frac{[H_3O^+]}{\alpha_2} = \frac{10^{-PH}}{\alpha_2}$

إذن : $C_2 = 3,2 \times 10^{-5} \ mol/\ell$ أي : $C_2 = \frac{10^{-4,8}}{0,5} = 3,2 \times 10^{-5} \ mol/\ell$

2 – جـ – حجم الماء المضاف : ندعو هذه العملية بعملية التخفيف:

بعد التخفيف $C_1V_1 = C_2\ (V_1 + V)$

ومنه : $V = \frac{C_1V_1}{C_2} - V_1$ قبل التخفيف أي : $V = 1,25\ \ell$

3 – أ – معادلة التفاعل :

$$CH_3COOH + (Na^+ + OH^-) \longrightarrow (CH_3COO^- + Na^+) + H_2O$$

معايرة حمض ضعيف CH_3COOH بقاعدة قوية $(Na^+ \ ; OH^-)$

3 – ب – إثبات العلاقة : بما أن الحمض ضعيف (المحلول S_1) 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 : $C_1V_A = C_BV_e$ و لدينا :

	$CH_3COOH + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$		
كميات المادة قبل المعايرة	C_1V_A	0	متواجدة بوفرة
عند إضافة الحجم V	$C_1V_A - C_BV$	C_BV	
عند التكافؤ	$C_1V_A - C_BV_e = 0$	C_BV_e	

و $PH = PK_A + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ و $[CH_3COOH] = \frac{C_1\ V_A - V\ C_B}{V_T}$

و $[CH_3COO^-] = \frac{C_B \cdot V}{V_T}$

و حسب العلاقة التكافؤ نجد : $[CH_3COOH] = \frac{C_BV_e - C_BV}{V_T}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ومنه : $PH = PK_A + \log \frac{C_B V / V_T}{C_B (V_e - V)/V_T}$ إذن :

$$PH = PK_A + \log \frac{V}{V_e - V}$$

3 – جـ – 1) حساب الحجم V_e :

$$PH = PK_A + \log \frac{V}{V_e - V} \Rightarrow PH - PK_A = \log \frac{V}{V_e - V}$$

$$\Rightarrow PH - PK_A = \log \frac{V}{V_e - V} \Rightarrow 10^{(PH - PK_A)} = \frac{V}{V_e - V}$$

$$\Rightarrow V = V_e \cdot 10^{PH - PK_A} - V \cdot 10^{PH - PK_A}$$

إذن : $V_e = \frac{V(1 + 10^{PH - PK_A})}{10^{PH - PK_A}} = 20\ m\ell$

3 – جـ – 2) حساب التركيز C_B :

حسب علاقة التكافؤ لدينا $C_A V_A = C_B V_e$ ومنه : $C_B = \frac{C_A V_A}{V_e} \Rightarrow C_B = 10^{-2}\ mol/\ell$

التمرين الثالث

إليك المعطيات التالية :

الثنائية	$HCOOH / HCOO^-$	$C_6H_5COO / C_6H_5COO^-$
PK_A	$PK_{A_1} = 3,8$	$PK_{A_1} = 4,2$

1 – نحضر محلولين لكل من حمض الميثانويك و حمض البنزويك لهما نفس التركيز المولي

$C = 10^{-2}\ mol/\ell$

إن قياس قيمة PH لحجم $V = 10\ m\ell$ لكل محلول نعطي :

- محلول حمض الميثانويك $PH_1 = 2,9$ - محلول حمض البنزويك $PH_2 = 3,1$

أ – أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء (حمض الميثانويك) .

ب – أحسب التقدم النهائي ثم التقدم الأعظمي .

جـ – استنتج معامل التقدم النهائي ، من المستحسن استخدام الجدول .

د – ماذا نستنتج بالنسبة لتفكك حمض الميثانويك في الماء ؟

هـ – بالاعتماد على قيمة الـ PH و التركيز ما هو الحمض الأسرع تقدما من الآخر ؟

2 – إليك المعادلة التالية :

$$HCOOH_{(aq)} + C_6H_5COO^-_{(aq)} = HCOO^-_{(aq)} + C_6H_5COO_{(aq)}$$

أ – استنتج عبارة ثابت التوازن لهذه المعادلة ثم أحسبه .

ب – انطلاقا من المعطيات التالية : نمزج نفس الحجم $V = 10\ m\ell$ لمحاليل الأربع التالية

$$C = [HCOOH]_f = [C_6H_5COO^-]_f = 10^{-2}\ mol/\ell$$

$$C' = = [C_6H_5COO^-]_f = [HCOO^-] = 5 \times 10^{-3}\ mol/\ell$$

- أحسب تقدم التفاعل Qr_i ثم استنتج اتجاه تقدم التفاعل .

جـ – إذا كان $C = 10^{-2}\ mol/\ell$ ما هي القيمة التي يأخذها C' حتى يكون التفاعل في حالة التوازن.

الحل :

أ)

المعادلة الكيميائية		$HCOOH_{(aq)} + H_2O(\ell) = HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+$			
الحالة	تقدم (mol)	كمية الماة (mol)			
الحالة الابتدائية	0	CV	بوفرة	0	0
أثناء 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 : $X_{eq} = n(H_3O^+)_{eq} = [H_3O^+]_{eq} \times V = 10^{-PH} \cdot V$

$$X_{eq} = 10^{-2,9} \times 10^{-2} = 1,3 \times 10^{-5}\ mol$$

التقدم الأعظمي : لدينا :

$$CV - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = CV = 1,0 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3}$$

جـ – معامل التقدم النهائي : $\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{10^{-PH} \times V}{C \times V} = \frac{10^{-PH}}{C} = 1,0 \times 10^{-3}\ mol$

$$\tau = \frac{10^{-2,9}}{1,0 \times 10^{-2}} = 10^{0,9} = 0,13 = 13\ \%$$

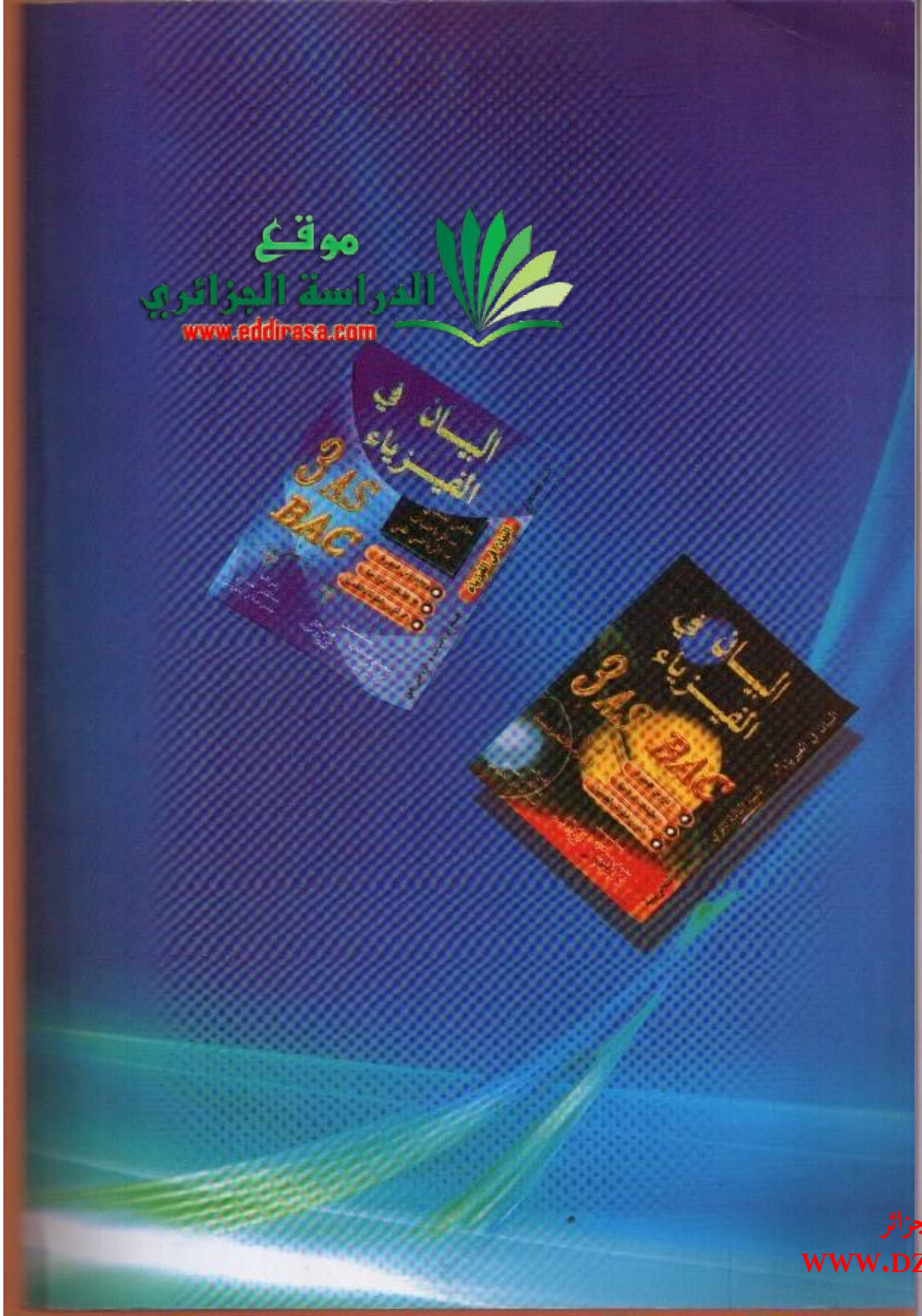
د – $\tau \ll 100\ \%$ إن تفكك حمض الميثانويك في الماء غير تام فهو تفكك محدود .

هـ – لدينا $\tau = \frac{10^{-PH}}{C}$ و بما أن تركيز المحلولين هو نفسه C إذن كلما كانت قيمة PH صغيرة كلما كان معامل التقدم أكبر و بما أن $PH_1 < PH_2$ إن تفكك حمض الميثانويك في الماء يكون أسرع من تفكك حمض البنزويك .

2 - $HCOOH_{(aq)} + C_6H_5COO^-_{(aq)} = HCOO^-_{(aq)} + C_6H_5COO_{(aq)}$

2 – أ – ثابت التوازن : $k = \frac{[C_6H_5COOH_{(aq)}]_{eq'} [HCOO^-_{(aq)}]_{eq'}}{[C_6H_5COO^-_{(aq)}]_{eq'} [HCOOH_{(aq)}]_{eq'}}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



و تكون معادلة تفكك البنزويك في الماء :

$$C_6H_5COO_{(aq)} + H_2O\,(\ell) = C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+$$

$$k_{A_2} = \frac{[C_6H_5COO^-]\,[H_3O^+]}{[C_6H_5COO]}$$

و معادلة تفكك حمض الميثانويك في الماء :

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+$$

$$k_{A_1} = \frac{[HCOO^-]\,[H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

و لدينا: $k = \dfrac{\frac{k_{A_1}}{[H_3O^+]}}{\frac{k_{A_2}}{[H_3O^+]}} = \dfrac{k_{A_1}}{k_{A_2}}$ إذن : $k = \dfrac{k_{A_1}}{k_{A_2}} = \dfrac{10^{-Pk_{A_1}}}{10^{-Pk_{A_2}}} = 10^{(pk_{A_2} - pk_{A_1})}$

$k = 10^{+4,2-3,8} = 10^{0,4} = 2,5$ أي : $k = 2,5$

ب – حساب تقدم التفاعل :

$$HCOOH_{(aq)} + C_6H_5COO^-_{(aq)} = HCOO^-_{(aq)} + C_6H_5COOH_{(aq)}$$

$$Q_{ri} = \frac{[C_6H_5COO]_t\,[HCOO^-]_t}{[C_6H_5COO^-]_t\,[HCOOH]_t} = \frac{\frac{C'V}{uV} \times \frac{C'V}{uV}}{\frac{CV}{uV} \times \frac{CV}{uV}} = \frac{C'^2}{C^2} = \frac{(5 \times 10^{-3})^2}{(1 \times 10^{-2})^2}$$

إذن : $Q_{ri} < K$ و هذا يعني أن التفاعل يتقدم في الاتجاه المباشر .

جـ - يحدث حالة التوازن عندما $Q_r = k$ و لأجل تحقيق ذلك بحيث أن $Q_{ri} = K$

إذن : $\dfrac{C'^2}{C^2} = k \Rightarrow C'^2 = kC^2 \Rightarrow C = \sqrt{kC^2} = C\sqrt{k}$

ومنه : $C' = 1,6 \times 10^{-2}\ mol/\ell$ أي : $C' = 10^{-2} \times \sqrt{2,5} = 1,6 \times 10^{-2}\ mol/\ell$

وفقنا الله وبارك

موقع
الدراسة الجزائري
www.eddirasa.com
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM