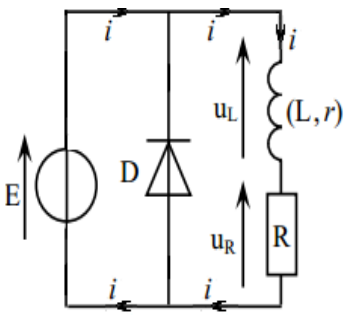
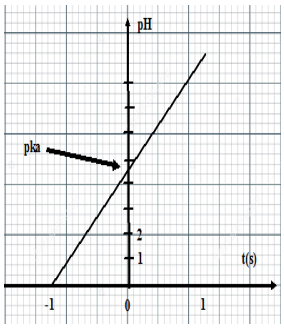
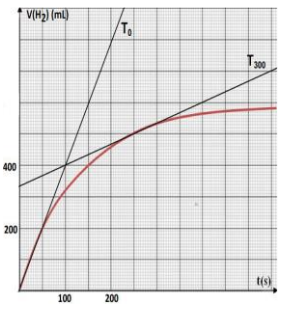
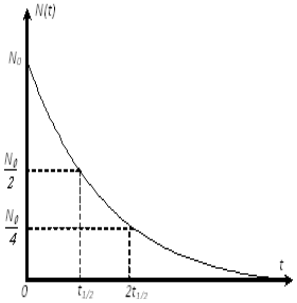








العلوم الفيزيائية ثالثة ثانوي

مقترحات شتوية لمراجعة

الظواهر الكهربائية

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي في وسط مائي

التحولات النووية

إعداد الأستاذ جمال رحموني

توجيهات

مقدمة

تعتبر الاختبارات أحد جوانب قياس قدرات التلاميذ و مدى تحصيلهم و استيعابهم، كما أنها تعكس الجهد المبذول من جانب المعلم و المتعلم. و الشائع حول اختبار مادة العلوم الفيزيائية هو الاختبار التحليلي الذي يطلب فيه من المتعلم تطبيق استراتيجية المنهج العلمي المتمثل في الملاحظة، التحليل ، التركيب و تنظيم مراحل الحل مع استعمال المعارف العلمية للمادة و معارف و مهارات لمواد أخرى كمادة الرياضيات دون أن ننسى مراعاة عنصر الوقت.

و حتى نساهم في جعل تلامذتنا يستشعرون الآمان عند الامتحان نقدم لهم هذه التوجيهات.

المشكلة

المعروف عن عقل الإنسان أنه يملك ميزة تفسير الإشكاليات، كما يفرّق بين الصواب و الخطأ، فالمشكلة لا تكمن في تعقيدها أو صعوبتها و إنما في موقف الإنسان منها، كما يقف تلميذان أمام مسألة فيزيائية، أحدهما كسول و الثاني مجتهد يستخدم عقله. الكسول يقول صعّب لنا الأستاذ المسألة أما المجتهد فلا يُبدي حكمه إلا بعد أن يستنفذ جهده، فيحصل بذلك على ابتسامة الرّضا.

ولهذا التلميذ مطالب بأن يعيَ حقيقة معنى العلم ولماذا يطلبه

كما هو مطالب أن يجدد النيّة في طلب العلم لأنه بقوة النيّة في طلب العلم يكون الاستمرار والحرص عليه أكبر، كذلك أن يتأكد أن هدفه من الامتحان هو تحصيل نقطة عالية

الحجم الساعي للاختبار

إن التلميذ يمتحن في مادة العلوم الفيزيائية (شعبة ع ت لمدة ثلاث ساعات و نصف- شعبة ر و تر لمدة أربع ساعات و نصف) و يمكن استغلال هذا الوقت بكيفية منظمة وفقا لمراحل:

المرحلة الأولى: مدتها 15 دقيقة، تكون في بداية الاختبار. الهدف منها التعرّف على محتوى الموضوع و هذا بقراءته قراءة متأنية من خلالها يحدّد الممتحن الدروس التي يتناولها الاختبار، علامات التنقيط المخصصة للتمارين ترتيب التمارين حسب درجة صعوبتها.

المرحلة الثانية: مدتها 15 دقيقة، تكون في نهاية الاختبار ، الهدف منها مراجعة الإجابة و تنظيمها. لأن أهمية المراجعة تكمن في أنها تأكيد على جدّية العمل المنجز.

المرحلة الثالثة: المدة المتبقية، تخصص لحلّ التمارين. و تقسّم على عدد التمارين المكوّنة للاختبار، مع الأخذ بعين الاعتبار التمييز بين التمرين السهل و التمرين الصعب، مع إمكانية إعطاء جزء من وقت التمرين السهل إلى وقت التمرين الصعب.

خطوات الحل

إن حل تمرين في مادة الفيزياء و الكيمياء يتطلب إتباع منهجية واضحة المعالم، يمكن حصرها في الخطوات التالية:

الاسترخاء الذهني و البدني: أن يتجنب القلق المتمثل في الضغط و الخوف بسبب الجوار المحيط به (كأفراد الأسرة، الاساتذة، الأصدقاء و كذلك حديث النفس التي بين جنبيه). و بما أن لحظة الامتحان تعدّ سببا رئيسيا للقلق فإنه يمكن التخلص منه بفيزيولوجية جيدة.

ونعني بذلك الاسترخاء الذهني و البدني، و يتحقق بجلوس مناسب أثناء عملية التعلم و كذلك بالتنفس بصورة سليمة أي تنفس بطيء و عميق قصد تجديد الأكسجين في الجسم فتنتعش بذلك عضلات الجسم مع استحضار التركيز.

القراءة: و نعني بها قراءة متأنية لنص التمرين قصد ملاحظة الكلمات الهامة و البيانات و إحصاء المعطيات مع التعرفّ على الإشكالية المدروسة و فهمها.

التحليل: و نعني به تحليل المعطيات و إحصاء الأسئلة قصد تحديد القوانين التي يمكن تطبيقها والانتقال من منطوق التمرين إلى العلاقات و التمثيل التخطيطي و الرمزي...

كتحويل عبارات النص إلى رسم حتى تسهل علينا عملية التخيّل وفهم فكرة النص و تذكر القوانين الواجب توظيفها

الانجاز:

* توظيف القوانين ، العلاقات و المفاهيم

كتابة معادلة أكسدة و إرجاع يتطلب كتابة المعادلات النصفية الالكترونية مع التأكد من الأنواع الداخلة في المتفاعلات.

التمييز بين التفاعل المدروس و التفاعل (تفاعل المعايرة) الذي نتابع بواسطته كمية مادة أحد نواتج التفاعل المدروس

كتابة قانون نيوتن الثاني مع إظهار القوى المؤثرة في الجملة

معرفة أن قوة الجذب هي الثقل

التعامل المناسب مع جدول التقدم لتفاعل

* توظيف الأداة الرياضية المناسبة

الإسقاط للعلاقة الشعاعية لقانون نيوتن الثاني هدفه المرور من التعامل مع الأشعة إلى الشدّات مع مراعاة الاتجاه المختار

حالة قانون التناقص نستعمل اللوغاريتم النيبيري

حالة كيمياء المحاليل نستعمل اللوغاريتم العشري

* كتابة العبارات الحرفية

كتابة الثنائية (مر/مؤ) أو (أساس/حمض) دون إضافة المعاملات الموجودة في المعادلة

التمييز بين رمز العنصر و رمز النواة الذي يضاف له الرقم الذري الرقم الشحني.

* القيام بالحساب و التحكم في آليته

* استخدام وحدات متناسقة مع التأكد من مناسبة النتائج

إصدار النتائج:

* عرض النتائج بأرقام دالة و وحدات مناسبة

* استخدام مختلف أشكال التعبير(مخططات، جداول، بيانات...)

* كتابة استنتاج ما، مع إصدار حكم نقدي.

توصية

على التلميذ أن يلتزم عند تحرير الأجوبة بالتوجيهات التالية:

* التقيّد بالسؤال

* احترام تسلسل الأجوبة في التمرين الواحد

* صياغة الجواب بجمل قصيرة ذات عبارات دقيقة

* كتابة الأجوبة بخط واضح مع تجنب التشطيب

* تدعيم الأجوبة برسومات واضحة كلما دعت الضرورة لذلك

* عدم الاهتمام بخروج التلاميذ فتستعجل الالتحاق بهم

* تأكد أن هدفك من الامتحان هو تحصيل نقطة عالية

* مراجعة جدّية للعمل المنجز

خاتمة: نسأله جلّ وعلا أن ينفعنا بأساتذتنا وأن يجعلنا من المتعاونين معهم على البرّ والتقوى والمتأدبين معهم والذّائبين عنهم قول أهل السوء، نسأله سبحانه لنا ولكم العفو و العافية والمعافاة الدائمة في الدّنيا والآخرة وأن يختم علينا هذا العام الدراسي بقبول وغفران وألّا يكلنا إلى أنفسنا طرفة عين وأن يوفق ولاة أمورنا لما يحب ويرضى، وصلى الله وسلم وبارك على من علّمنا الخير وأدبنا أحسن تأديب نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم. وآخر دعوانا أن الحمد لله ربّ العالمين.

الأستاذ جمال رحموني

المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي في وسط مائي

التمرين 01:

جزء أول 1- أذكر تعريف المؤكسد ، المرجع، ثنائية oxydant / réducteur
2- نعتبر التحول الكيميائي بطيئا إذا دام أكثر من ثانية. هل التحولات التالية بطيئة أم سريعة ؟

أ- تأثير محلول نترات الفضة على محلول كلور الصوديوم.

ب- تأثير الهواء الرطب على قطعة حديدية حيث يتكّون الصدأ.

3- العوامل الحركية: ما المقصود بعامل حركي؟ أذكر ثلاثة عوامل حركية.

جزء ثان : الماء الأكسجيني H_2O_2 نجده في ثنائيتين للاكسدة و الارجاع و هي:

(O_2 / H_2O_2) و (H_2O_2 / H_2O)

1- أكتب المعادلة النصفية الموافقة لكل ثنائية

2- بيّن أنه يمكن للماء الأكسجيني أن يتحلل تلقائيا وفقا للمعادلة التالية :

$$2\ H_2O_{2\ (aq)} = 2H_2O_{\ (liq)} + O_{2\ (g)}$$

3- ما المقصود بالرموز المرفقة (aq)، (liq) و (g) ؟

4- الماء الأكسجيني التجاري يحفظ في قارورة مغلقة عاتمة لأن الضوء عامل مساعد للتحلل.
قارورة بها 100 mL ماء أكسيجيني تركيزه 1,0 mol / L تترك مفتوحة فينطلق منها ثنائي الاكسجين ببطء إلى أن ينتهي الماء الأكسجيني.

1.4- احسب، بالمول، كمية المادة الابتدائية للماء الأكسجيني.

2.4- انجز جدول التقدم لهذا التفاعل

3.4- أحسب حجم ثنائي الاكسجين في نهاية التفاعل. علما ان، في شروط التجربة، الحجم المولي الغازي $V_m = 25\ L / mol$

4.4- هل ينتهي التفاعل عندما ينطلق 0, 4 mol من الغاز؟

5.4- قارورة الماء الاكسجيني، من الأفضل حفظها في مكان بارد. لماذا ؟

جزء ثالث: شوارد اليود I^- تتأكسد بالماء الأكسجيني وفقا للتفاعل المنمذج بالمعادلة :

$$H_2O_{2\ (aq)} + 2\ I^-_{\ (aq)} + 2\ H^+_{\ (aq)} = I_{2\ (aq)} + 2\ H_2O_{\ (liq)}$$

نحقق على الترتيب وانطلاقا من محلول ماء أكسجيني، محلول يود البوتاسيوم و محلول حمض الكبريت التجارب التالية :

التجربة	1	2	3	4
حجم ماء اكسجيني (mL)	20	10	10	20
حجم يود البوتاسيوم (mL)	10	10	5	10
حجم حمض الكبريت (mL)	5	5	5	5
حجم الماء المضاف (mL)	0	10	15	0
درجة الحرارة (° C)	20	20	20	40

1- ما دور الماء المضاف في التجربتين 2 و 3 ؟

2- اللون البني المصفر لثنائي اليود يزداد بسرعة أكبر في التجربة 1 منه في التجربة 2. لماذا؟

3- اللون البني المصفر لثنائي اليود يزداد بسرعة أكبر في التجربة 2 منه في التجربة 3. لماذا؟

4- اللون البني المصفر لثنائي اليود يزداد بسرعة أكبر في التجربة 4 منه في التجربة 1. لماذا؟

حل مقترح

جزء أوّل: 1- المؤكسد هو كل نوع كيميائي قادر على اكتساب الكترون أو أكثر أثناء تفاعل أكسدة و ارجاع.
المرجع هو كل نوع كيميائي قادر على فقد الكترون أو أكثر أثناء تفاعل أكسدة و ارجاع.

الثنائية مرجع / مؤكسد (ox/ réd) : هي ثنائية تشمل نوع كيميائي مؤكسد و نوع كيميائي مرجع مرافق و تشكّل نصف معادلة الكترونية تكتب عل الشكل الآتي: مرجع = ne^- + مؤكسد
2-أ - سريع ، لأنه يحدث لحظة مزج المتفاعلان.
-ب- بطيئ ، لأنه يحتاج وقتا أطولا .

3- العامل الحركي هو كل ما يغيّر من سرعة التفاعل.
منها: الحرارة، التراكيز الابتدائية، الوسيط.
جزء ثان: 1- ($\mathbf{H_2O_2}$ / H_2O) : $H_2O_2 + 2\,e^- + 2\,H^+ = 2\,H_2O$ (1)

(O_2 / $\mathbf{H_2O_2}$) : $H_2O_2 = O_2 + 2\,e^- + 2\,H^+$ (2)

2- بجمع المعادلتين النصفيتين نتحصل على معادلة التحلل التلقائي :

$$2\,H_2O_{2\,(aq)} = 2H_2O_{(liq)} + O_{2\,(g)}$$

3-

(aq)	(liq)	(g)
محلول	سائل	غاز

1.4- حساب كمية المادة الابتدائية للماء الأكسجيني (n_0) :

$n_0=C_0.V= 1,0\times100.10^{-3}= 1,0.10^{-1}$ mol

2.4- جدول التقدم

معادلة التفاعل		$2H_2O_{2(aq)}$	$=2H_2O_{(liq)}$	$+ O_{2(g)}$
الحالة	التقدم	المـــادة	كميـــات	
الابتدائية	0	n_0	بوفرة	0
الانتقالية	x	n_0-2x	بوفرة	x
النهائية	x_{fin}	n_0-2x_{max}	بوفرة	x_{max}

3.4- حساب حجم ثنائي الأكسجين المنطلق

من جدول التقدم : $n_f(O_2) = x_{max}$ و لدينا $n_f(O_2)=Vg/V_m$

إذن $Vg= n_f(O_2)\times V_m$

بما أن التفاعل تام: $n_f(O_2)= x_{max}$

و منه $n_0-2x_{max}=0$ إذن $n_0=2x_{max}$ $x_{max}=n_0/2= 5,0.10^{-2}$ mol

$Vg= 1,25$ L

4.4- لا ، لأن $0,4 < 1,25$

5.4- من الأفضل حفظ قارورة الماء الاكسجيني في مكان بارد لأن الحرارة عامل حركي.

جزء ثالث:1- دور الماء المضاف هو التمكن من التعامل مع الكمية الحجمية.

2- لأن التركيز الابتدائي للماء الأكسجيني في التجربة1 أكبر منه في التجربة2 مع العلم أن التراكيز الابتدائية عامل حركي.

3- لأن التركيز الابتدائي ليود البوتاسيوم في التجربة2 أكبر منه في التجربة3 مع العلم أن التراكيز الابتدائية عامل حركي .

4- لأن درجة الحرارة في التجربة4 أكبر منه في التجربة1 مع العلم أن درجة الحرارة عامل حركي

التمرين 02:

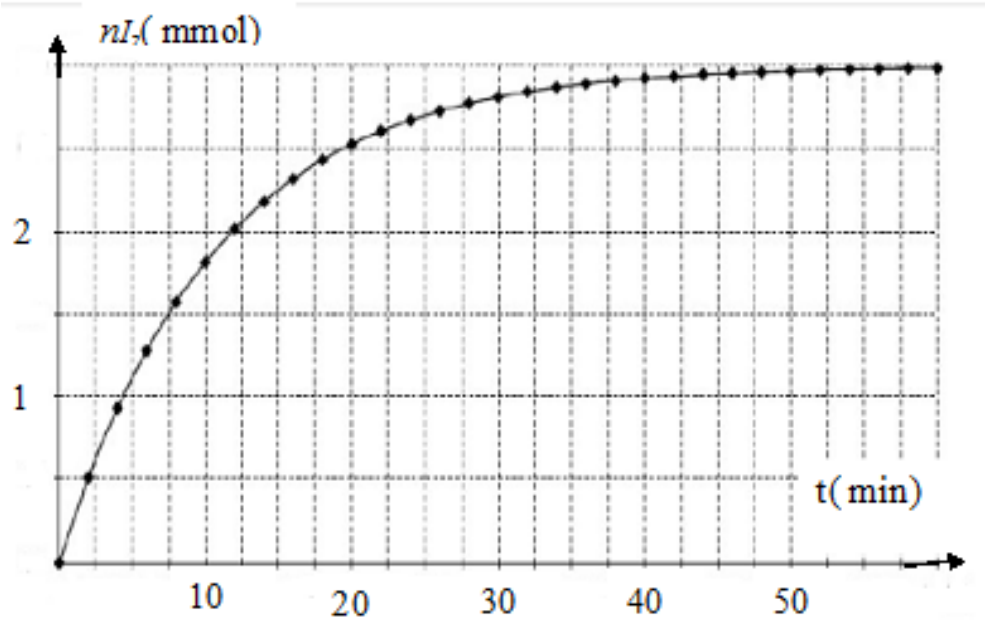
في درجة حرارة ثابتة و عند اللحظة t=0 ، نسكب في محلول ليود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) الماء الاكسجيني و قليل من حمض الكبريت المركز، فكان حجم الوسط التفاعلي V=200mL.

شوارد اليود تتأكسد بواسطة الماء الاكسجيني وفق التفاعل ذي المعادلة:

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

1- أنجز جدولا للتقدم و عبر عن كميات المادة بدلالة التقدم.

2- المنحنى التالي يبيّن تطور $n(I_2)$ بدلالة الزمن t .



1.2- عرّف السرعة الحجمية للتفاعل و احسب قيمتها في اللحظة t =10 mn

2.2- عين بيانيا اللحظة التي تكون فيها السرعة أعظمية. احسب قيمة هذه السرعة .

3.2- - ماذا يمكن أن نقول عن السرعة عند t = 80 min ؟

4.2- كيف تفسر تطور سرعة التفاعل؟

5.2- أذكر عاملان حركيان لتسريع التفاعل.

حل مقترح

1- جدول التقدم:

معادلة التفاعل		$H_2O_{2(aq)}$ +	$2I^-_{(aq)}$ +	$2H^+_{(aq)}$ =	$I_{2\,(aq)}$ +	$2H_2O_{(l)}$
الحالة	التقدم	كميـــات المـــادة				
الابتدائية	0	$n^0_{(1)}$	$n^0_{(2)}$	بزيادة	0	بوفرة
الانتقالية	x	$n^0_{(1)} - x$	$n^0_{(2)} - 2x$	بزيادة	x	بوفرة
النهائية	x_{fin}	$n^0_{(1)} - x_{max}$	$n^0_{(2)} - 2x_{max}$	بزيادة	x_{max}	بوفرة

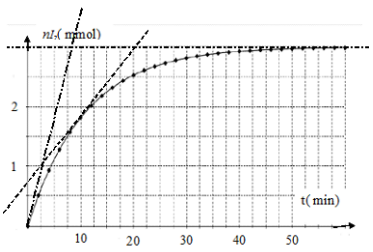
كتابة كمية المادة لمكونات الجملة بدلالة التقدم x عند اللحظة t

$n(H_2O_2) = n^0_{(1)} - x$	$n(I^-) = n^0_{(2)} - 2x$	$n(H^+) = n^0_{(3)} - 2x$

1.2- السرعة الحجمية للتفاعل هي سرعة التفاعل في وحدة حجم الوسط التفاعلي و تكتب بالعلاقة:

$v = (1/V).(dx/dt)$

لتعيين قيمة السرعة الحجمية عند t =0 ، نرسم المماس للمنحنى عند هذه النقطة ثم نحسب ميله



$a_0 = (1 - 0) / (2,5 - 0) = 0,4$

$v(t=0) = (1/0,2).1 = 2mmol/L/min$

$a_{10} = (1,75 - 0,75) / (10 - 0) = 0,1$

$v(t=10) = (1/0,2).1 = 0,5mmol/L/min$

2.2- السرعة عند t = 80 min تكون معدومة. بيانيا ميل المماس معدوم.

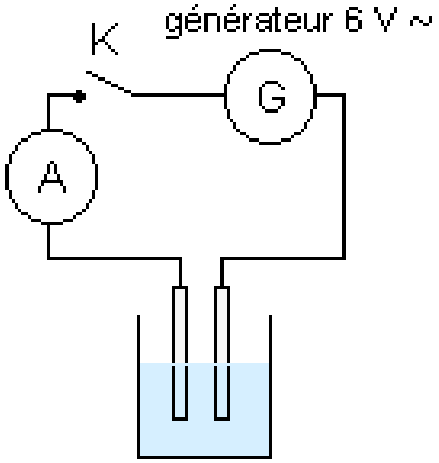
3.2- يلاحظ أن السرعة تتناقص لأن أثناء التفاعل تتناقص كمية المادة للمتفاعلات و بما أن الحجم ثابت فإن تركيزها (C=n/V) يتناقص. ونعلم أن التركيز من العوامل الحركية المؤثرة في قيمة السرعة. إذن العامل الحركي المسؤول عن هذا التناقص هو تراكيز المتفاعلات أثناء التحوّل.

التمرين 03:

إن التفاعل المتمثل في إماهة 2-chloro-2-méthylpropane ذو الصيغة ($(CH_3)_3C - Cl$) تؤدي إلى ظهور كحول. التفاعل بطيء و المعادلة المنمذجة للتفاعل هي :

$$(CH_3)_3C - Cl + 2\ H_2O = (CH_3)_3C\text{-}OH + (H_3O^+ + Cl^-)$$

نريد متابعة تغيّر تركيز الكحول الناتج، الذي نرمز له R-OH ، بدلالة الزمن أي [R-OH]=f(t) .



مبدأ العمل : نحقق التركيب الموضح بالشكل. كأس بيشر يحتوي على 200mL ماء مقطر. كأس بيشر يحتوي على 200mL ماء مقطر. في محلول مرور التيار يتحقق بانتقال الشوارد. باستعمال خلية قياس نقيس تركيز شوارد الاوكسونيوم H_3O^+ . حيث في المحلول و في كل لحظة فإن : $[H_3O^+]=[R—OH]$

فنحصل على النتائج التالية :

t(mn)	0	0.5	1	1.5	2.5	3
[R-OH] ($mol.L^{-1}$)	1,52	2,64	3,52	3,96	5,16	6,04

t(mn)	3.5	4	4.5	5.5	6.5	7	7.5
[R-OH] ($mol.L^{-1}$)	6,37	6,70	6,92	7,25	7,47	7,47	7,47

1- برر المساواة: $[H_3O^+] = [\ R\text{-}OH]$.

2- ارسم المنحنى [R-OH] = f(t)

3 - عين قيمة معامل التوجيه عند اللحظة t=3min

4- أكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل .

5- أثبت أن السرعة الحجمية للتفاعل يمكن كتابتها بدلالة تركيز الكحول : $v = \frac{d[\text{R-OH}]}{dt}$

6- عين قيمة v_3 عند t=3min .

7- أكمل الجدول التالي:

السرعة في بداية التجربة	معدومة	اعظمية	صغرى	$>v_3$	$<v_3$	$=v_3$
أجب بـ نعم أو بـ لا						

حل مقترح

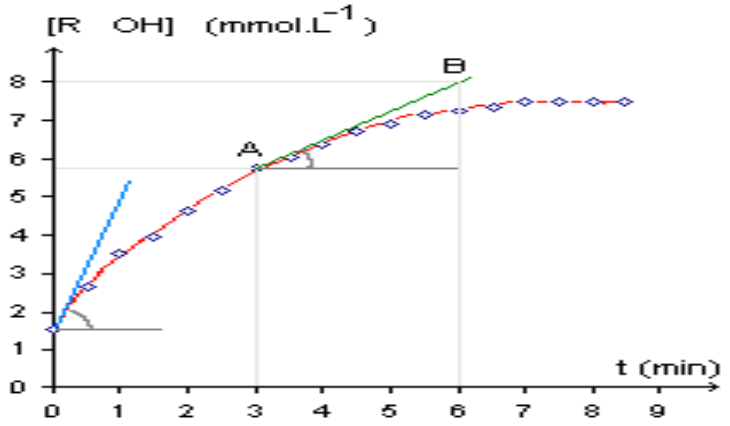
1- جدول التقدم للتفاعل:

	$(CH_3)_3C\text{-}Cl$ +	$2\ H_2O$=	$(CH_3)_3C\text{-}OH$	+ H_3O^+	+ Cl^-
ح.إ	n_0	بوفرة	0	0	0
أثناء التحول	$n= n_0-x$	بوفرة	x	x	x
ح.ن	$n_f = n_0-x_{max}$	بوفرة	x_{max}	x_{max}	x_{max}

حسب الجدول $n_t(H_3O^+) = n_t(\text{R-OH})$

في أي لحظة من تطور الجملة، كميات المادة للكحول R-OH و شوارد الأكسونيوم H_3O^+ متساوية. إذن، في نفس الحجم لدينا: $[\text{R-OH}] = [H_3O^+]$

2- البيان [R-OH]=f(t) :



3- ليكن a معامل التوجيه عند اللحظة t=3 min

$a = (8 - 5{,}75)/(6 - 3) = 0{,}76\ \text{mmol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

4- سرعة التفاعل معطاة بالعلاقة: $v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$

5- حسب جدول التقدم فإن : $x = n(R\text{-}OH)$ ، بالتعويض : $v = \frac{1}{V}\frac{dn(R\text{-}OH)}{dt}$

ومنه: $v = \frac{d[R\text{-}OH]}{dt}$

6 - مشتق تركيز الكحول بالنسبة للزمن يساوي عدديا معامل التوجيه،
إذن: $v_3 = 0{,}76m\ mol.L^{-1}.min^{-1}$

7-

السرعة	معدومة	أعظمية	صغرى	$> v_3$	$< v_3$	$= v_3$
الإجابة	لا، معامل التوجيه عند الصفر غير معدوم	نعم، معامل التوجيه عند الصفر أعظمي	لا	نعم، معامل التوجيه للمماس عند الصفر أكبر بالنسبة لـ t_3	لا	لا

اتمرين04:

طلب من ثلاثة تلاميذ E_1 ، E_2 و E_3 تحضير، في درجة حرارة θ_1 ثابتة و عند الحظة $t=0$ ، مزيج من محلول (S_1) ليود البوتاسيوم KI تركيزه المولي C_1 و حجمه $V_1=200mL$ مع محلول (S_2) لبيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم $K_2S_2O_8$ تركيزه C_2 و حجمه $V_2 = \frac{V_1}{4}$.

و طلب من التلاميذ تقسيم المزيج إلى عينات متماثلة حجم كل واحدة V قصد معايرتها بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ تركيزه $C_3=0{,}2mol.L^{-1}$ لمتابعة تطور تفاعل ارجاع شوارد اليود I^- بواسطة شوارد بيروكسوثنائي كبريتات $S_2O_8^{2-}$.
في لحظة t يقوم التلاميذ بسكب الماء البارد النقي في أحد العينات ثم يقومون بمعايرة كمية المادة لثنائي اليود المتشكل .

1- طلب من التلاميذ الثلاثة على الترتيب:

التلميذ E_1	برسم منحنى تطور التقدم x بدلالة الزمن	(انظر الشكل1)
التلميذ E_2	برسم منحنى تطور التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن	(انظر الشكل2)
التلميذ E_3	برسم منحنى تطور كمية المادة لشوارد اليود بدلالة الزمن	(انظر الشكل3)

1.1- أكتب المعادلتين النصفيتين و المعادلة الاجمالية لتفاعل شوارد اليود مع شوارد بيروكسوثنائي كبريتات ، علما أن الثنائيتين هما : (I_2/I^-) و ($S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$).
2.1- انشئ جدول تطور التفاعل باستعمال $n_0(I^-)$ كمية المادة الابتدائية لشوارد اليود و $n_0(S_2O_8^{2-})$

كمية المادة الابتدائية لشوارد بيروكسوثنائي كبريتات.

3.1- من بيان الشكل1 استنتج قيمة التقدم النهائي.

4.1- من بيان الشكل2 استنتج قيمة التركيز المولي النهائي لثنائي اليود و كذلك الحجم V لكل عينة.

5.1- من بيان الشكل3 استنتج كمية المادة النهائية لشوارد اليود ، وحدد المتفاعل المحد و استنتج قيمتا :

$n_0(I^-)$ و $n_0(S_2O_8^{2-})$.

6.1 - أوجد قيمتا C_1 و C_2

2- المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة هي:

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

1.2- احسب قيمة الحجم V_3 المضاف عند التكافؤ في اللحظة $t=t_1$ (انظر الشكل 3)

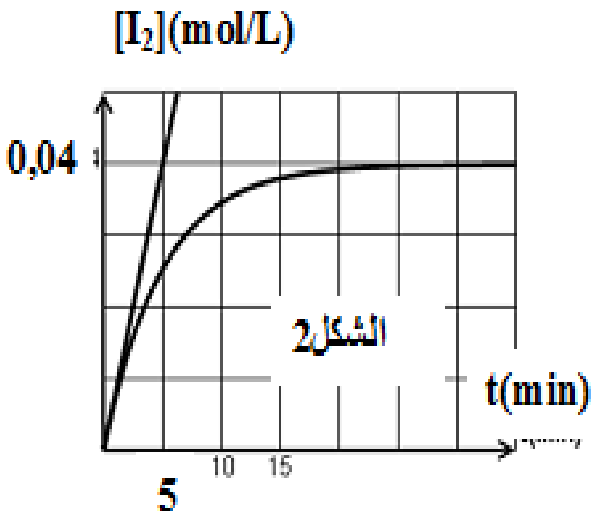
2.2- عرّف السرعة اللحظية للتفاعل الكيميائي ثمّ أكتب عبارة السرعة اللحظية التي يستعملها كل تلميذ لتعيين القيمة من المنحنى الذي رسمه .

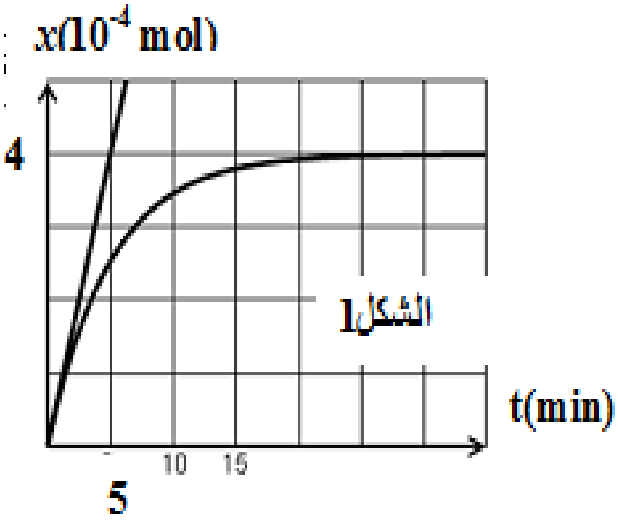
3.2- عين قيمة السرعة الأعظمية التي يحسبها كل تلميذ.

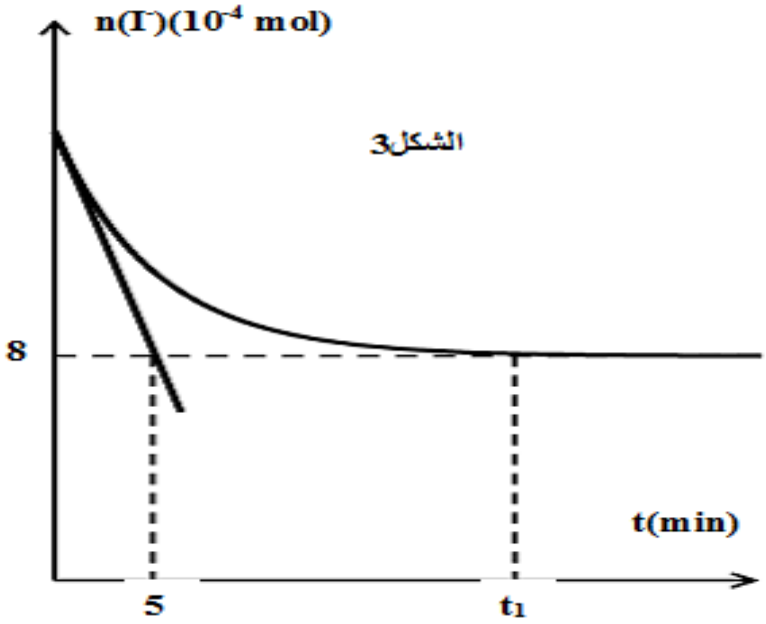
3- لدراسة تأثير العوامل الحركية على سرعة التفاعل المدروس يطلب من التلاميذ:

التلميذ E_1	يقوم باضافة قطرات من محلول كبريتات الحديدII للمزيج و اعادة التجربة.
التلميذ E_2	يقوم باذابة كتلة m من يود البوتاسيوم في المزيج و يعيد التجربة
التلميذ E_3	يقوم باعادة التجربة في درجة حرارة $\theta_2>\theta_1$

- ارسم على نفس البيان شكل المنحنى الناتج عن التجربة الثانية لكل تلميذ.







الشكل3

حل مقترح

-1.1 $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2e^- = 2\ SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

$2\ I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2e^-$

معادلة تفاعل شوارد اليود مع شوارد بيروكسوثنائي كبريتات

$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2\ I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2\ SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

2.1- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2\ I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2\ SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(mol)			
ابتدائية	0	$n_{02}(S_2O_8^{2-})$	$n_{01}(I^-)$	0	0
انتقالية	x	$n_{02} - x$	$n_{01} - 2x$	x	x
نهائية	x_{max}	$n_{02} - x_{max}$	$n_{01} - 2x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

3.1- قيمة التقدم النهائي: من الشكل1 نجد $x_{max}=4.10^{-4}$ mol

4.1- قيمة التركيز المولي النهائي لثنائي اليود و الحجم V لكل عينة:

من الشكل2 نجد $[I_2]_{max}$ =0,04 mol/L

لدينا $x_{max} = [I_2]_{max}.V$ ⟵ $V= x_{max} / [I_2]_{max}= 10^{-2}$L (10 mL)

5.1- كمية المادة النهائية لشوارد اليود : من الشكل3 نجد $n_f(I^-) = 8.10^{-4}$ mol

المتفاعل المحد : بما أن $n_f(I^-)$ لم تنعدم فإن المتفاعل المُحد هو $S_2O_8^{2-}$
قيمتا $n_0(I^-)$ و $n_0(S_2O_8^{2-})$:
بالنسبة للمحد و في الحالة النهائية فإنه يحقق: $n_{02}- x_{max} =0$ و منه $n_{02}= x_{max}$

إذن $n_0(S_2O_8^{2-})=n_{02}=4.10^{-4}$ mol
من جدول التقدم: $n_f(I^-) = n_{01}– 2x_{max}$ و منه $n_{01} = n_f(I^-) + 2x_{max}$
$n_0(I^-) = n_{01}=16.10^{-4}$ mol

6.1- حساب C_1 و C_2 :
لدينا $n_0(I^-)=C_1V_1$ ⟵ $C_1= n_0(I^-)/V_1 =16.10^{-4}/200.10^{-3}=8.10^{-3}$mol/L
$C_2= n_0(S_2O_8^{2-})/V_2 =4.10^{-4}/50.10^{-3}=8.10^{-3}$mol/L

1.2- t_1 يوافق نهاية التفاعل أي يوافق x_{max}
تفاعل المعايرة ستوكيومتري: $n(S_2O_3^{2-})/2=n(I_2)/1$
$C_3V_3=2x_{max}$ ⟵ $V_3=2x_{max} / C_3 =4.10^{-3}$L (4 mL)

2.2- السرعة اللحظية للتفاعل هي مشتق التقدم بالنسبة للزمن و عبارتها: $v=dx/dt$
التلميذ E_1 : من منحنى الشكل1: $v=dx/dt$
التلميذ E_2 : من منحنى الشكل2: حسب جدول التقدم: $n(I_2)=x$ ، بالاشتقاق: $dn(I_2)/dt=dx/dt$ ، بالقسمة على الحجم V : $(1/V)dn(I_2)/dt=(1/V)dx/dt$ أي $d[I_2]/dt=(1/V)dx/dt$ و بالتعويض: $v= Vd[I_2]/dt$

التلميذ E_3 : من منحنى الشكل3: حسب جدول التقدم: $n(I^-)=n_{01} - 2x$ ،
بالاشتقاق: $dn(I^-)/dt= -2dx/dt$ و بالتعويض $v= -(1/2)dn(I^-)/dt$

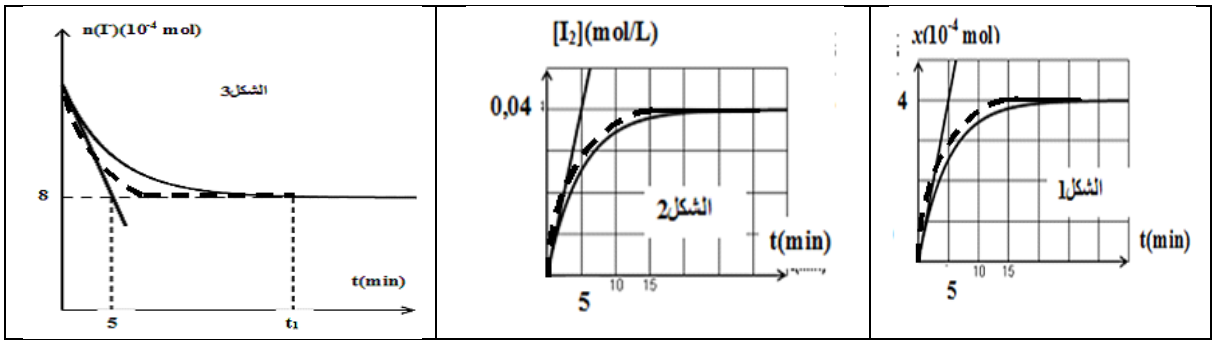
التلميذ E_1	التلميذ E_2	التلميذ E_3
$v=dx/dt$	$v= Vd[I_2]/dt$ مع V حجم العينةالواحدة.	$v= -(1/2)dn(I^-)/dt$

3.2- قيمة السرعة الأعظمية : السرعة الأعظمية تحسب برسم المماس عند المبدأ ثم حساب معامل توجيهه.

التلميذ E_1	التلميذ E_2	التلميذ E_3
dx/dt $=(4.10^{-4}-0)/(5-0)$ $=8.10^{-5}$	$d[I_2]/dt$ $=(0,04-0)/(5-0)$ $=8.10^{-3}$	$dn(I^-)/dt$ $=(8.10^{-4}-16.10^{-4})/(5-0)$ $= -1,6.10^{-4}$
$v=8.10^{-5}$mol/min	$v=8.10^{-5}$mol/min	$v=8.10^{-5}$mol/min

3- تأثير العامل الحركي على التفاعل

التلميذ E_1	التلميذ E_2	التلميذ E_3
إضافة وسيط	زيادة في التركيز الابتدائي لـ KI	رفع درجة الحرارة



التمرين 05:

حمض الأسكوربيك (acide ascorbique) أو الفيتامين C مادة طبيعية نجدها في عدد كبير من المواد الغذائية ذات أصل نباتي و على الخصوص في الخضر و الفواكه. كما يمكن تصنيعه في مختبرات الكيمياء ليباع في الصيدليات على شكل أقراص، فهو مركب مضاد للعدوى، ومنشط للجسم، ويساعد على نمو العظام والأسنان. يؤدي نقصه في التغذية لدى الإنسان إلى ظهور داء الحفر. يدخل في عدة تفاعلات الأكسدة و الإرجاع على مستوى الخلية. عدة مؤكسدات تستطيع أكسدة الفيتامين C ، لهذا يستعمل ضد غاز ثنائي الأكسجين حيث يتفاعل معه و يمنعه من أكسدة المواد الغذائية. حمض الاسكوربيك صيغته المجملة $C_6H_8O_6$.

لمعرفة نسبة تواجده في محلول، نقوم في مرحلة أولى بأكسدة حمض الأسكوربيك بمحلول لثنائي اليود بزيادة حيث نسكب في كأس بيشر حجما $V_1=10\ mL$ من محلول حمض الأسكوربيك الذي نضيف له حجما $V_2=20\ mL$ من محلول لثنائي اليود $I_{2(aq)}$ تركيزه المولي $C_2= 10^{-3}\ mol/L$.

في مرحلة ثانية نقوم بمعايرة ثنائي اليود المتبقي من تجربة المرحلة الأولى و ُيعاير بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{aq} + S_2O_3^{2-}{}_{aq})$ تركيزه $C_3=2,4\ 10^{-3}\ mol/L$، وهذا بوجود صمغ النشاء (أو الثيودان). الحجم المضاف عند التكافؤ هو $V_E=12,9\ mL$.

1- أكتب معادلة تفاعل الاكسدة الارجاعية في المرحلة الأولى.

2- أكتب معادلة تفاعل الاكسدة الارجاعية في المرحلة الثانية.

3- استنتج كمية المادة لثنائي اليود المتبقية في المرحلة الأولى التي تفاعلت مع ثيوكبريتات الصوديوم خلال المرحلة الثانية.

4- بيّن أن كمية المادة (n_A) لحمض الأسكوربيك المعاير تكتب من الشكل:

$$n_A = V_2C_2 - \frac{1}{2}C_3V_E$$

5- استنتج التركيز المولي لمحلول لحمض الأسكوربيك.

المعطيات: ثنائيات أكسدة إرجاع : $C_6H_6O_6 / C_6H_8O_6$ ، I_2/ I^- ، $S_4O_6^{2-}/ S_2O_3^{2-}$

حل مقترح

1- معادلة التفاعل (1): لكتابة معادلة التفاعل ، نكتب المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين مع تحديد الفردين الداخلين في التفاعل ثم نجمع بحيث المعادلة الناتجة لا تحتوي على الكترونات

$$I_2 + 2e^- = 2I^-$$
$$C_6H_8O_6 = C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^-$$
$$C_6H_8O_6 + I_2 = C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2I^-$$

2- معادلة التفاعل (2):

$$I_2 + 2e^- = 2I^-$$
$$2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

3- كمية المادة لثنائي اليود المتبقية في المرحلة الأولى و التي تفاعلت مع ثيوكبريتات الصوديوم :

حسب تفاعل المعايرة و عند التكافؤ (تفاعل ستوكيومتري):

n_{I_2}متبقي = $nS_2O_3^{2-}/2 = (C_3V_E)/2 = (24.10^{-3} \times 12,9)/2 =$ mol

4- حسب المعادلة (1) فإن الحمض يتفاعل مع جزء من ثنائي اليود:

$n_A = n_{I_2}$متفاعل = nI_2 ابتدائي - nI_2متبقي $= C_2V_2 - (C_3V_E)/2$

5- التركيز المولي لمحلول لحمض الأسكوربيك:

$$n_A = C.V_1 = C_2V_2 - \frac{C_3V_E}{2} \rightarrow C = \frac{C_2V_2 - \frac{C_3V_E}{2}}{V_1} = mol/L$$

التمرين 06:

نفاعل الألومينيوم مع محلول مائي لكلور الهيدروجين، فينتج غاز ثنائي الهيدروجين. الثنائيتان الداخلتان في التفاعل هي: (Al^{3+}/Al) و (H^+/H_2). لتعيين كمية المادة لثنائي الهيدروجين المتشكل في لحظة (t) نقيس الحجم V لهذا الغاز، الذي نعتبره غازا مثاليا، المتجمع في انبوبة مدرجة و هذا بإزاحة الماء. القياسات محققة في درجة حرارة $T=20^0C$ و ضغط $P= 1,013.10^5Pa$. النتائج موضحة بالجدول التالي:

t(min)	0	1	2	3	4	5	6	7
$V(H_2)(mL)$	0,0	7,0	12,5	16,4	20,2	23,5	26,6	31,0

1- أكتب المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين للاكسدة و الارجاع.
2- استنتج المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التحول.
3- احسب الحجم المولي (V_m) لغاز مثالي في شروط التجربة
5- ارسم المنحنى الممثل لتغيرات التقدم x للتفاعل بدلالة الزمن.
6- علما أن شاردة (H^+) تشكل المتفاعل المحد و زمن نصف التفاعل يساوي 5min 30s ، عين الكمية الابتدائية للحمض المستعمل.

7- في حالة رسم المنحنى $V_{H_2}=f(t)$ ، بيّن ان سرعة التفاعل تكتب: $v=\frac{1}{3V_m}\frac{dV(H_2)}{dt}$

المعطيات: $R=8,31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، العبارة الحرفية لقانون الغازات: $PV = n\ RT$

حل مقترح

1- المعادلتين النصفيتين: $2H^+ + 2e^- = H_2 \quad .....Al = Al^{3+} + 3e^-$

2- المعادلة الكيميائية للتحول نتحصل عليها بجمع المعادلتين النصفيتين و بعد موازنة عدد الاكترونات:

$$6H^+ + 2Al = 3H_2 + 2Al^{3+}$$

3. الحجم المولي V_m يوافق $n=1mol$ و لدينا: $PV = n\ RT$ إذن:

$$Vm = \frac{1\times RT}{P} = \frac{1.8,31.293}{1,013.10^5} = 2403,58m^3 = 24L/mol$$

5. يمكن الاستعانة بجدول التقدم في عند الحالة الانتقالية:

المعادلة	$6H^+ + 2Al = 3H_2 + 2Al^{3+}$			
حالة انتقالية	$n_1 - 6x$	$n_2 - 2x$	$3x$	$2x$

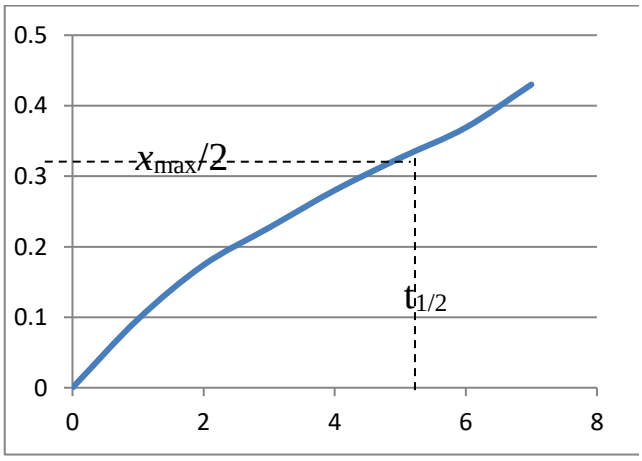
حسب جدول التقدم: $n(H_2)=3x$ ولدينا $n(H2)=\frac{V}{V_m}$ و منه $x=\frac{V(H_2)}{3V_m}$

x(mmol)	0	0,0972	0,174	0,227	0,280	0,326	0,369	0,430

6. نحدد $t_{1/2}$ على البيان ثم بالاسقاط نقرأ قيمة $x_{max}/2$ نجدها 0,33 mmol

و منه $x_{max}=0,66mmol$

من جدول التقدم لدينا بالنسبة للمحد: $n_1-6x_{max}=0$ و منه $n_1= 6x_{max}=4$ mmol



7. $n_t(H_2)=3x=\frac{V(H_2)}{V_m}\rightarrow x=\frac{V(H_2)}{3V_m}$

بالاشتقاق: $\frac{dx}{dt}=\frac{1}{3V_m}\frac{dV(H_2)}{dt}$

و لدينا السرعة: $v=\frac{dx}{dt}$

ومنه $v=\frac{1}{3V_m}\frac{dV(H_2)}{dt}$

التمرين 07:

نريد دراسة حركية تفاعل ميثانوات الايثيل مع هيدروكسيد الصوديوم بدلالة الزمن. لهذا نقوم بوضع في كأس بيشر محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_0=10^{-2}mol.L$.
نغمس خلية قياس الناقلية بالمحلول و نشغل المحراك المغناطيسي.
نقيس الناقلية الابتدائية G_0 في لحظة t_0 . نضيف بسرعة ميثانوات الايثيل حيث كمية المادة مساوية لكمية الصود الابتدائية.
نقيس الناقلية للمحلول بدلالة الزمن. نسجل نتائج القياس و قيم التقدم في الجدول التالي:

t(min)	0	3	6	9	12	15	45	نهاية التفاعل
G(mS)	?	2,16	1,97	1,84	1,75	1,68	1,20	1,05
x(mmol)	0	0,46	0,72	?	1	1,1	1,7	2

المعطيات: معادلة التفاعل المدروس:

$$HCOO\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + HO^- = HCOO^- + CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH$$

عبارة الناقلية للمزيج في لحظة t هي:

$$G= k\times(\lambda_{Na+} \times[Na^+] + \lambda_{HO-}\times [HO^-] + \lambda_{HCOO-}\times [HCOO^-])$$

مع k ثابت الخلية: $k = \frac{S}{l} = 0,01m$ ، λ الناقلية المولية الشاردية :

$\lambda_{HCOO-} = 5,46.10^{-3}$ $(S.m^2.mol^{-1})$ ، $\lambda_{Na+} = 5,01.10^{-3}$ ، $\lambda_{HO} = 19,9.10^{-3}$

1- نأخذ حجم المزيج V=200mL باعتبار حجم ميثانوات الايثيل مهمل أمام حجم هيدروكسيد الصوديوم. ليكن n_0 كمية المادة الابتدائية لشوارد الهيدروكسيد (HO^-) و n_0 كمية المادة الابتدائية لميثانوات الايثيل. نعتبر محلول هيدروكسيد الصوديوم حجمه V في اللحظة t_0 .

1.1- عين تركيز الشوارد في المحلول عند هذه اللحظة.

2.1- بيّن أن الناقلية G_0 يمكن كتابتها بالشكل: $G_0 = \frac{k}{V}.n_0.(\lambda_{Na+} + \lambda_{HO-})....(1)$.

3.1 - باستعمال الوحدات الدولية احسب قيمة G_0 .

2- ليكن x تقدم التفاعل عند اللحظة t .

1.2- أنشئ جدول التقدم.

2.2- بيّن أن ناقلية المزيج في لحظة t بدلالة كميات المادة الابتدائية و التقدم x تكتب من الشكل:

$$G_t = \frac{k}{V}.(\lambda_{Na+}.n_0 + \lambda_{HO-}.(n_0 - x) + \lambda_{HCOO-}x).....(2)$$

3- نريد أن نبين أن قياس الناقلية Gt يمكّن من معرفة التقدم x و هذا بايجاد علاقة بسيطة بينهما.

1.3- من العبارة (2) بيّن أن Gt يمكن كتابتها من الشكل: $Gt = a.x + b.....(3)$

حيث a و b ثوابت يطلب حسابهما.

2.3- من العبارة (3) كيف يكون شكل المنحنى $G_t=f(x)$.

4- العبارة (3) مكّنت من حساب قيم التقدم x الموجودة بجدول القياسات .

1.4 - احسب x من أجل t=9min .

2.4- أرسم المنحنى $x=f(t)$ ، نأخذ السلم: 1cm --- 0,20mmol ; 1cm --- 3min

3.4- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة t=12min

4.4- كيف تتغير سرعة التفاعل المدروس.

5.3- في حالة رسم المنحنى Gt=f(t) ، وضح كيف نحسب سرعة التفاعل في لحظة t ؟ يمكن الاستعانة بالعلاقة (3).

حل مقترح

ت-1.1- NaOH مركب شاردي فواحد مول مع الماء يضع واحد مول Na^+ و واحد مول OH^- وفقا لمعادلة الانحلال: $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ إذن $[HO^-] = [Na^+]=C_0$

2.1- من أجل t=0 فإن المحلول به فقط الشاردتين: Na^+ و HO^- ،

$$G_0 = k\times(\lambda_{Na+} \times[Na^+] + \lambda_{HO-}\times [HO^-])$$

$$G_0 = k\times(\lambda_{Na+} C_0 + \lambda_{HO-}\times C_0) \quad \text{مع } C_0=n_0/V$$

ومنه $G_0 = \frac{k}{V}.n_0.(\lambda_{Na+} + \lambda_{HO-})$

4.1- G_0=2,49 mS

1.2. جدول تقدم التفاعل

التفاعل	معادلة	$HCOO-CH_2-CH_3 + HO^- = HCOO^- + CH_3-CH_2-OH$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(mol)			
ابتدائية	0	$n_0=C_0V$	n_0	0	0
انتقالية	x	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
نهائية	x_{max}	$n_0 - x_{max}$	$n_0 - x_{max}$	x_{max}	x_{max}

2.2- من أجل t و حسب جدول التقدم $n(HO^-)=n_0-x$ ، $n(HCOO^-)=x$ ، $n(Na^+)=n_0$

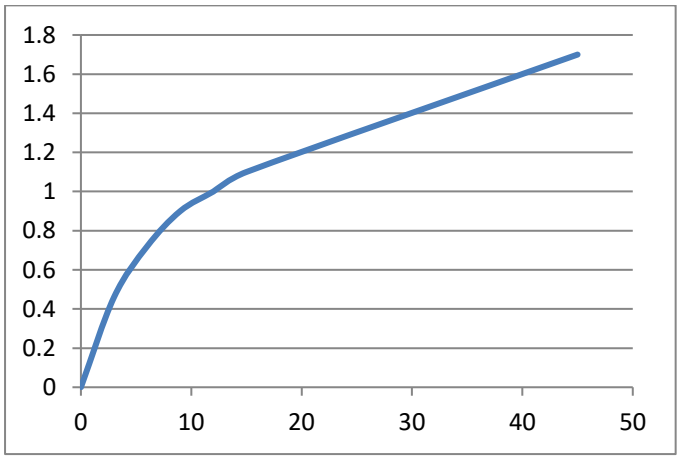
وبالتعويض نجد: $G_t = \frac{k}{V}.(\lambda_{Na+}.n_0 + \lambda_{HO-}.(n_0 - x) + \lambda_{HCOO-}x)$

-1.3 $G_t = \frac{k}{V}.(\lambda_{Na+}.n_0 + \lambda_{HO-}.n_0 - \lambda_{HO-}x + \lambda_{HCOO-}x)$

مع $G_t = \frac{k}{V}(\lambda_{Na+} + \lambda_{HO-}).n_0 + \frac{k}{V}(-\lambda_{HO-} + \lambda_{HCOO-})x) = b + ax$

مع $b = \frac{k}{V}(\lambda_{Na+} + \lambda_{HO-}).n_0 = G_0(S)$ و $a = \frac{k}{V}(-\lambda_{HO-} + \lambda_{HCOO-}) = -0,722$

2.3- المنحنى $G_t=f(x)$ يكون عبارة عن خط مستقيم ميله سالب .



-1.4 $G_t = a.x + b \rightarrow x = \frac{G-b}{a} = 0,9mmol$

-2.4 البيان $x=f(t)$

-3.4 $v = \frac{dx}{dt} = 0,033mmol/L$

-4.4 السرعة تتناقص

-5.4 لدينا $G=ax+b$ و $v=dx/dt$

$x=(G-b)/a$

بالاشتقاق بالنسبة للزمن $dx/dt=(1/a)dG/dt$

بالتعويض نجد $v = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{a}\frac{dG}{dt}$

التمرين 08:

1 غاز ثنائي أكسيد الكبريت SO_2 يُعدُّ أحد مسببات الأمطار الحامضية ، ينتج صناعياً من احتراق وقود السيارات ، فهو غاز ملوّث للجوّ .

لمعرفة التركيز الكتلي لغاز SO_2 في الهواء، نحل $20m^3$ من الهواء في 1L من الماء لنحصل على محلول من غاز ثنائي أكسيد الكبريت، ثم نعايره بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$، المحمضة و ذات اللون البنفسجي ، تركيزه المولي $C_1=2.10^{-4}mol/L$ ..

1- أكتب معادلة التفاعل المندمج للمعايرة علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما:

$\left(MnO_4^-{}_{(aq)}/Mn^{+2}{}_{(aq)}\right)$ ، $\left(SO_4^{-2}{}_{(aq)}/SO_{2(aq)}\right)$

2- كيف نكشف تجريبيا عن حدوث التكافؤ ؟

3- إذا كان حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم المضاف عند التكافؤ هو: $V_E=9,5\ mL$ ، استنتج التركيز الكتلي لغاز SO_2 المتواجد في الهواء المدروس.

4- المنظمة العالمية للصحة تشترط أن لا يتعدى تركيز SO_2 في الهواء القيمة $250\ \mu g/m^3$ ، هل الهواء ملوّث؟ علل ؟

يُعطى: $M(SO_2)=64\ g/mol$

حل مقترح

1- معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة:

$$5\times\left[SO_2 + 2H_2O = SO^{-2}_4 + 4H^+ + 2é\right]$$
$$2\times\left[MnO^-_4 + 8H^+ + 5é = Mn^{+2} + 4H_2O\right]$$
$$2MnO_4^- + 5SO_2 + 2H_2O = 2Mn^{+2} + 5SO^{-2}_4 + 4H^+$$

أو

$$5\times\left[SO_2 + 6H_2O = SO^{-2}_4 + 4H_3O^+ + 2é\right]$$
$$2\times\left[MnO^-_4 + 8H_3O^+ + 5é = Mn^{+2} + 12H_2O\right]$$
$$2MnO_4^- + 5SO_2 + 6H_2O = 2Mn^{+2} + 5SO^{-2}_4 + 4H_3O^+$$

2- نكشف عن نقطة التكافؤ بمضاهدة لون الوسط التفاعلي حيث يصبح لونه بنفسجيا و يستقر.

3- تركيز المحلول المعايَر C:

ننجز جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$2MnO_4^- + 5SO_2 + 2H_2O = 2Mn^{+2} + 5SO^{-2}_4 + 4H^+$					
الحالة	التقدم						
إبتدائية	0	n_1	n_2	بزيادة	0	0	بزيادة
إنتقالية	x	n_1-2x	n_2-5x	//	$2x$	$5x$	//
نهائية	x_E	n_1-2x_E	n_2-5x_E	//	$2x_E$	$5x_E$	//

عند التكافؤ يكون كل من المحلول المعايَر والمعايِر بنسب ستوكيومترية

$$n_1 - 2x_E = 0 \quad \text{و} \quad n2 - 5x_E = 0$$

$$C_1V_E - 2x_E = 0 \rightarrow C_1V_E = 2x_E \rightarrow x_E = \frac{C_1V_E}{2}$$

بالتعويض: $C.V - 5\frac{C_1V_E}{2} = 0 \rightarrow C = \frac{5C_1V_E}{2V} = \frac{5\times 2.10^{-4}\times 9.5.10^{-3}}{2\times 50.10^{-3}} = 9.5.10^{-5} mol.L^{-1}$

حساب التركيز الكتلي لغاز SO_2 :

$$t=CM = 9{,}5.10^{-5}\times 64 = 6{,}08.10^{-3}\ g/L$$

4- تحليل الهواء المدروس هل هو ملوث أم لا :

$$6.08\times 10^{-3} g \leftarrow 20m^3$$
$$m_{(SO_2)} \rightarrow 1m^3$$

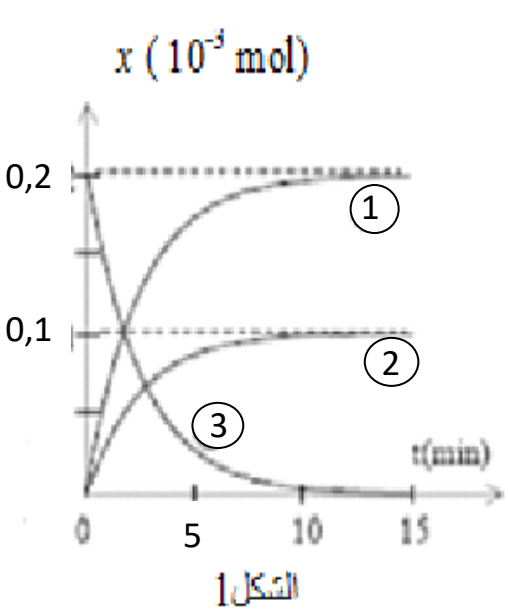
$m_{SO_2} = \frac{6.08.10^{-3}}{20} = 0.304.10^{-3} g = 304\mu g/m^3$ ومنه فالهواء ملوث.

التمرين 09:

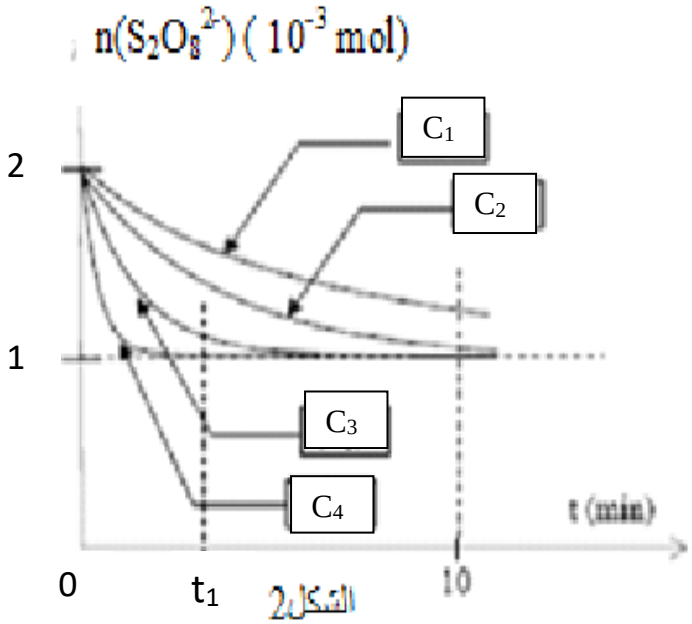
نريد دراسة حركية تفاعل الأكسدة و الارجاع الموضح بجدول تقدم التفاعل.

معادلة التفاعل		$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ + 2 $I^-_{(aq)}$ = $I_{2(aq)}$ + 2 $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم(mol)	كميات المادة(10^{-3} mol)			
ابتدائية	0	0,2	0,2	0	0
انتقالية	x	0,2 – x	0,2 – 2x	x	2x

1- عرّف السرعة اللحظية للتفاعل و أذكر الطريقة البيانية لتعيين قيمتها.
2- من بين المنحنيات الثلاثة في الشكل(1)، منحنى واحد فقط يوافق تطور التقدم x للتحول الكيميائي المدروس. حدد هذا المنحنى. برر
3- نحقق أربعة تجارب وفقا للشروط التالية:
التجربة (أ): درجة الحرارة: T =41°C
التجربة (ب): درجة الحرارة: T =30°C
التجربة (ج): درجة الحرارة: T =15°C
التجربة (د): درجة الحرارة: T =41°C و بوجود شوارد Fe^{2+}
الشكل(2) يوضح منحنيات تطور كمية المادة لبيروكسو ثنائي الكبريتات ($S_2O_8^{2-}$) حيث نرمز بالحرف (a) لميل المماس للمنحنى عند اللحظة t .
علما أن عند اللحظة t فإن: $dn(S_2O_8^{2-})/dt$ = a
1.3- استنتج أن، عند هذه اللحظة، السرعة اللحظية للتفاعل هي: v = -a
2.3- احسب السرعة عند t = 10 min من أجل المنحنين (C_1) و (C_2)
3.3- أنسب للمنحنيين (C_1) و (C_2) التجربة الموافقة من بين التجارب ((أ)، (ب)، (ج) و (د))
4.3- قارن ، من أجل t_1، قيمة التقدم x للتجارب الممثلة.
أنسب للمنحنيين (C_3) و (C_4) التجربة الموافقة من بين التجارب (أ)، (ب)، (ج) و (د)



الشكل1



الشكل2

حل مقترح

1- السرعة اللحظية للتفاعل هي مشتق التقدم بالنسبة للزمن و عبارتها: $v=dx/dt$
لتعيين قيمة السرعة عند اللحظة t ، نرسم المماس للمنحنى عند النقطة التي فاصلتها t ، ثم نحسب معامل توجيه المماس (الميل)، حيث الميل يساوي dx/dt .

2- التقدم الأعظمي:
نضع: $0,2-2\,x_{max}=0$ أو $0,2-x_{max}=0$

$x_{max}=0,1$ mol أو $x_{max}=0,2$ mol

نختار القيمة الأصغر، إذن $x_{max}=0,1$ mol و هذا يوافق المنحنى رقم (2)

1.3- من جدول التقدم لدينا : $n(S_2O_8^{2-})=0,2-x$
بالاشتقاق نجد: $dn(S_2O_8^{2-})/dt=0-dx/dt$

إذن $dx/dt=(-1)(dn(S_2O_8^{2-})/dt$

باستعمال المعلومة: $dn(S_2O_8^{2-})/dt=a$ و بالتعويض نجد: $dx/dt=-a$

بالتعويض في عبارة السرعة نجد: $v=-a$

2.3- المنحنى (C_1) : $v=-a=(1,4.10^{-3}-1,5.10^{-3})/(10-0)=1.10^{-5}$ mol/min

المنحنى (C_2) : $v=-a=(1,1.10^{-3}-1,3.10^{-3})/(10-0)=2.10^{-5}$ mol/min

3.3- التجربة (ج) توافق المنحنى (C_1) و التجربة (ب) توافق المنحنى (C_2)

4.3- مقارنة التقدم من أجل t_1 : $x_4 > x_3 > x_2 > x_1$

5.3- التجربة (أ) توافق المنحنى (C_3) و التجربة (د) توافق المنحنى (C_4)

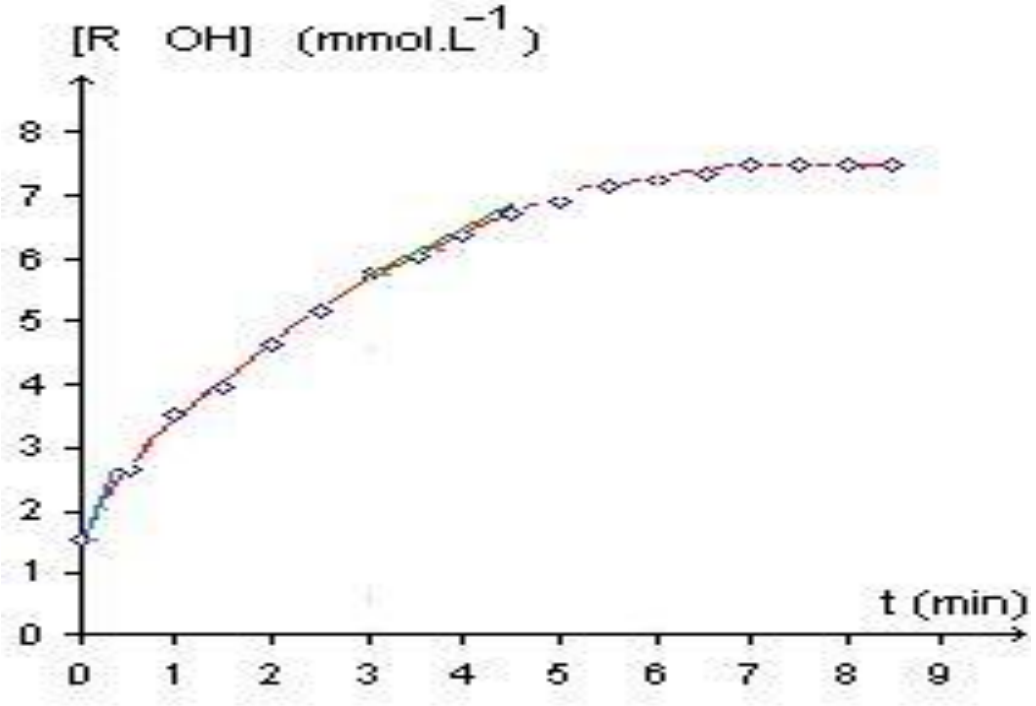
التمرين 10 :

إن التفاعل المتمثل في إماهة المركب كلور ميثيل البروبان ذو الصيغة $(CH_3)_3C - Cl$ ، يؤدي إلى ظهور كحول. التفاعل بطيء و تام. ننمذج هذا التحول بالمعادلة:

$$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

نريد متابعة تغيّر تركيز الكحول الناتج، و الذي نرمز له R-OH ، بدلالة الزمن. لهذا نضع في كأس بيشر الماء المقطّر مغموس به خلية قياس الناقلية ثم نضيف المركب كلور ميثيل البروبان مع كمية من الآسيتون.
في لحظة $t = 0\ min$ ، نبدأ قياس الزمن. مع وجود محراك مغناطيسي يعمل على جعل المزيج الناتج متجانس.

1- البيان المرفق يمثل تغيرات [R-OH] أثناء التحول بدلالة الزمن.



1.1- وضّح لماذا استعملنا متابعة بقياس الناقلية ؟

2.1- أكتب عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج بدلالة $[H_3O^+]$ و الناقلية النوعية المولية للشوارد $\sum\lambda$

1.3- عرّف زمن نصف- التفاعل و حدد قيمته بيانيا

4.1- نعيد نفس التجربة في درجة حرارة مرتفعة. هل قيمة زمن نصف- التفاعل مماثلة، أقل أم أكبر من القيمة الأولى؟

2- أثبت أن السرعة الحجمية للتفاعل يمكن كتابتها بدلالة تركيز الكحول كما يلي : $v = \frac{d[\text{R-OH}]}{dt}$

3- عين قيمة السرعة v_3 عند $t=3min$

4- بيّن كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن و ماهو العامل الحركي الذي يفسر هذا التطور؟

التمرين 11:

في اللحظة $t=0$ ، نمزج $V_1=20\ mL$ من محلول يود البوتاسيوم KI تركيزه مع $V_2=10\ mL$ من محلول كبريتات الحديد الثلاثي $Fe_2(SO_4)_3$ ، حيث شوارد اليود I^- تتأكسد بواسطة شوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+} وفقا لتفاعل تام و بطيء ممثل بالمعادلة التالية:

$$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2(aq)}$$

1- يمثل الشكل (1) تغيرات كميات مادة المتفاعلات بدلالة تقدم التفاعل x .

أ- عيّن المتفاعل المحدّ و التقدم الأعظمي x_{max} .

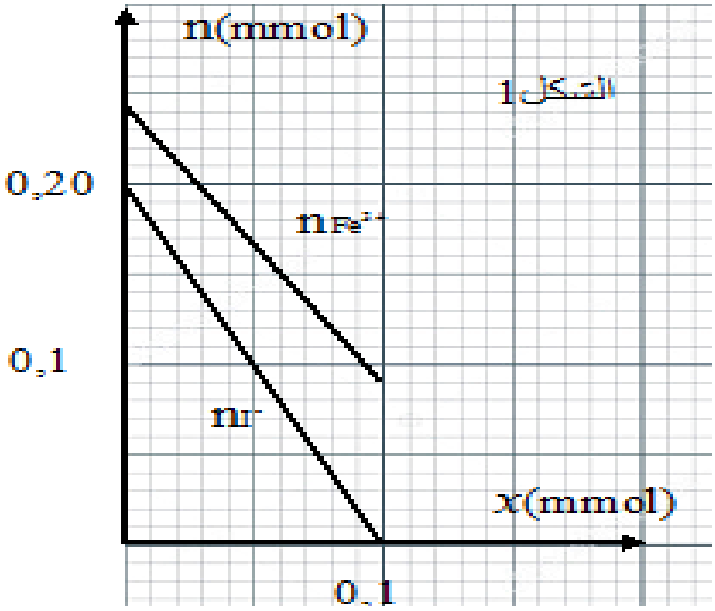
ب- انشيء جدول تقدم التفاعل اعتمادا على القيم المبيّنة في الشكل(1)

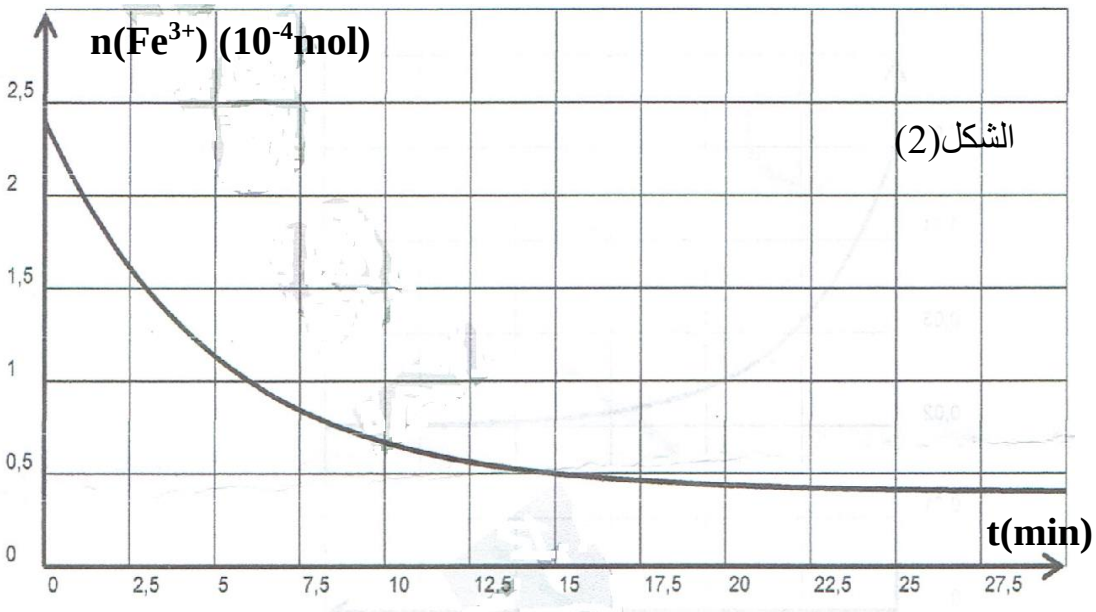
2- منحنى الشكل(2) يمثل تغيرات كمية المادة لشوارد Fe^{3+} .

أ- عين قيمة التقدم النهائي x_f و استنتج أن التفاعل تام.

ب- عين قيمة نصف التفاعل

جـ- بيّن أنه يمكن متابعة هذا التحول بطريقة كيميائية.





3- لتعيين كمية المادة لثنائي اليود المتشكّل في اللحظة t_1 نعاير حجما $V_0=3\ mL$ من المزيج بواسطة محلول من ثيوكبريتات الصوديوم($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) تركيزه $C=3.10^{-3}\ mol/L$، حيث الحجم المضاف عند التكافؤ هو $V=5\ mL$.

أ- أكتب معادلة تفاعل المعاير علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هي :
($S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$) و (I_2/I^-)
ب- عيّن قيمة t_1

حل مقترح

1- أ - بما أن عند الحالة النهائية $n_f(Fe^{3+})$ غير معدوم ، و $n_f(I^-)$ معدوم
فإن المتفاعل المُحد هو I^-

التقدم الأعظمي: $n_0(I^-) - 2x_{max} = 0$ و منه $x_{max}=n_0(I^-)/2 = 0{,}20.10^{-3}/2=0{,}1.10^{-3}mol$

ب- جدول تقدم التفاعل

من أجل $x=0$ نقرأ على البيان : $n_2=n_0(I^-)=0{,}2.10^{-3}mol$ و $n_1=n_0(Fe^{3+})=0{,}24.10^{-3}mol$

التفاعل	معادلة	$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(mol)			
ابتدائية	0	n_1	n_2	0	0
انتقالية	x	$n_1 - 2x$	$n_2 - x$	$2x$	x
نهائية	x_{max}	$n_1 - 2x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}

2- أ- عند الحالة النهائية : $n_f(Fe^{3+}) = n_0(Fe^{3+})-2x_f$
ومنه $x_f = (n_0(Fe^{3+}) - n_f(Fe^{3+}))/2 = 0{,}1.10^{-3}\ mol$
بما أن $x_f = x_{max}$ فإن التافاعل تام.

ب-من أجل $t=t_{1/2}$ فإن $x(t_{1/2})=x_{max}/2 = 0{,}05.10^{-3}\ mol$ و كمية المادة لـ H_2O_2 الموافقة هي:
$$nt_{1/2}(Fe^{3+}) = n_0(Fe^{3+}) - 2\times 0{,}05.10^{-3}$$
$$= 0{,}24.10^{-3} - 0{,}10.10^{-3} = 0{,}14.10^{-3}\ mol$$
بالإسقاط على البيان نجد : $t_{1/2}= 3\ min$

3- أ- معادلة تفاعل المعايرة: $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

ب-حساب حساب كمية مادة I_2 المتشكلة في اللحظة t_1 و الموجودة في 3mL من المزيج

عند التكافؤ التفاعل ستوكيومتري: $n(I_2)=\frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$

$$n_{(I_2)}=\frac{C_{(S_2O_3^{2-})}V_E}{2} = (3.10^{-3}\times 5.10^{-3})/2 = 7,5.10^{-6} \text{ mol}$$

حساب كمية مادة I_2 الموجودة في الحجم الكلي للمزيج:

$n'(I_2)=10\times 7,5.10^{-6}= 75.10^{-6}$ mol

حساب كمية مادة Fe^{3+} الموافقة لتشكل 75.10^{-6}mol من I_2 :

لدينا حسب جدول تقدم التفاعل : $n'(I_2)=x$ و منه $nt_1(Fe^{3+})= n_0(Fe^{3+}) -2x$

$nt_1(Fe^{3+})= 0,24.10^{-3} -2\times 75.10^{-6} = 0,09.10^{-3}$ mol

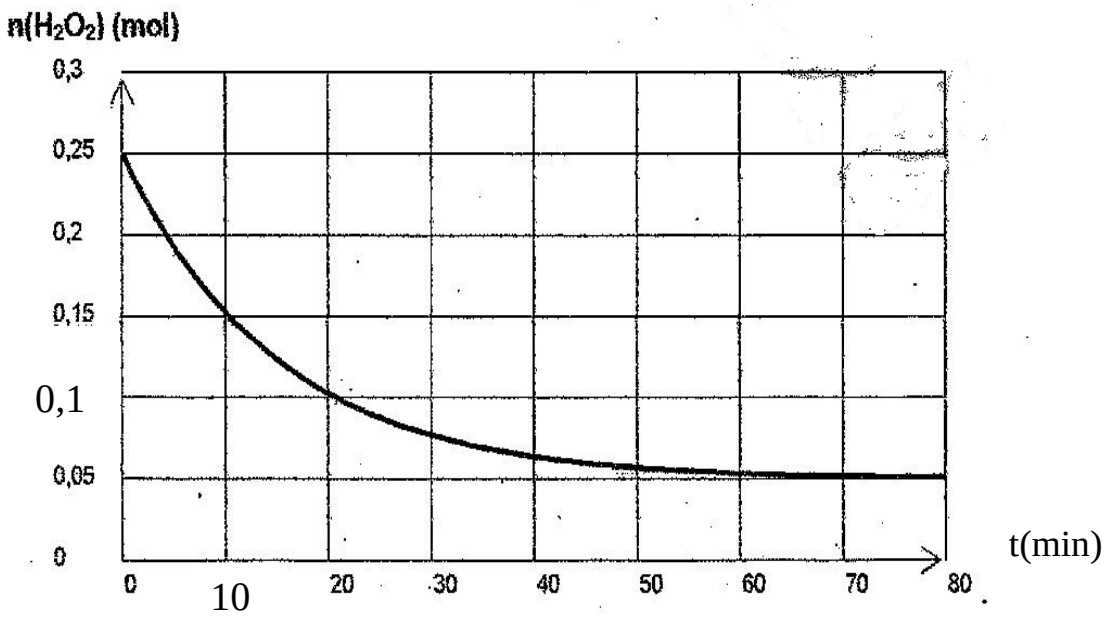
بالاسقاط على البيان نجد الزمن الموافق : $t_1=6,5$ min

التمرين 12:

نحضر في لحظة t=0s مزيجا حجمه V=200 mL ، يتألف من n_1 مول من محلول للماء الأكسجيني H_2O_2 و n_2 مول من محلول شوارد الطرطرات $C_4H_4O_6^{2-}$ في وسط حامضي و بوجود شوارد الكوبلت Co^{2+} . بعد لحظات ينطلق غاز وفقا لمعادلة التفاعل التالية :

$$5\ H_2O_{2\,(aq)} + 2\ H_3O^+_{(aq)} + C_4H_4O_6^{2-}{}_{(aq)} = 10\ H_2O_{(l)} + 4\ CO_{2\,(g)}$$

1- إليك المنحنى الممثل لتغيرات كمية المادة للماء الأكسجيني بدلالة الزمن .



أ- أذكر خاصية التفاعل التي يبيّنها البيان.

ب- عيّن قيمتا n_1 و $n_f(H_2O_2)$.

جـ- ما هو المتفاعل المُحد؟

د- احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .
هـ- استنتج كمية المادة الابتدائية n_2 لشوارد $C_4H_4O_6^{2-}$.
و- عيّن زمن نصف التفاعل.
2- التفاعل تمّ بوجود شوارد الكوبلت Co^{2+}
أ- أذكر الدور الذي تلعبه شوارد الكوبلت Co^{2+} في التفاعل.
ب- ارسم على نفس البيان شكل المنحنى في حالة إعادة التفاعل دون إضافة شوارد الكوبلت Co^{2+} .
3- عرّف السرعة الحجمية ثم أثبت أن هذه السرعة تعطى بالعلاقة : $v_{vol}=(-1/5V)(dn\ H_2O_2/dt)$

4- احسب السرعة الحجمية عند $t = 0\ min$ و $t = 20\ min$ و ماذا ستنتج؟ فسّر ذلك.

حل مقترح

1- أ- من البيان الزمن في نهاية التفاعل أكبر من 70 min ، إذن خاصية التفاعل أنه بطيء.
ب- لدينا حسب البيان و من أجل $t=0$: $n_1=n_0(H_2O_2)=0,25\ mol$
و من أجل t_f : $n_f(H_2O_2)=0,05\ mol$
جـ- بما أن $n_f(H_2O_2)$ غير معدوم ، فإن الماء الأكسيجيني موجود بزيادة ، إذن شوارد الطرطرات $C_4H_4O_6^{2-}$ هي المتفاعل المُحد.

د- نستعين بجدول تقدم التفاعل

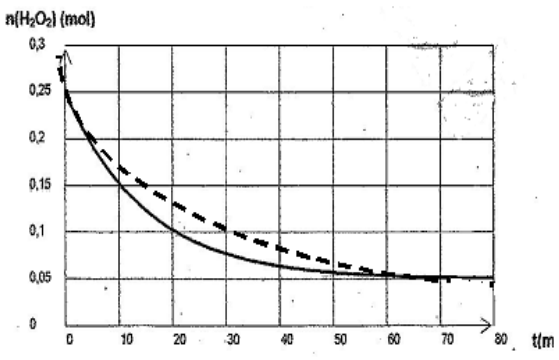
التفاعل	معادلة	$5\ H_2O_2 + 2\ H_3O^+ + C_4H_4O_6^{2-} = 10\ H_2O + 4\ CO_2$				
حالة نهائية	x_{max}	$n_1 - 5x_{max}$	بزيادة	$n_2 - x_{max}$	بوفرة	$4x_{max}$

عند الحالة النهائية : $n_f(H_2O_2) = n_0(H_2O_2)-5x_{max}$
ومنه $x_{max}= (n_0(H_2O_2)- n_f(H_2O_2))/-5 = 0,04\ mol$
هـ- لدينا $C_4H_4O_6^{2-}$ المتفاعل المحد: $n_f(C_4H_4O_6^{2-}) = 0$
إذن $n_0(C_4H_4O_6^{2-}) - x_{max} = 0$ و منه $n_0(C_4H_4O_6^{2-}) = x_{max} = n_2 = 0,04\ mol$
و- لما $t=t_{1/2}$ فإن $x(t_{1/2}) = x_{max}/2 = 0,02\ mol$ و كمية المادة لـ H_2O_2 الموافقة هي:

$$nt_{1/2}(H_2O_2) = n_1 - 5\times 0,02$$

$$= 0,25 - 0,10 = 0,15\ mol$$

بالإسقاط على البيان نجد : $t_{1/2}= 12\ min$



2-أ- شوارد الكوبلت Co^{2+} تلعب دور الوسيط في التفاعل ، فهي تسرّع التفاعل دون أن تستهلك.
ب- المنحنى المتقطع يوافق حالة التفاعل دون إضافة شوارد الكوبلت Co^{2+}

3- السرعة الحجمية للتفاعل هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم و عبارتها: $v_{vol}=(1/V)(dx/dt)$

من جدول التقدم لدينا : $n(H_2O_2)=n_1-5x$ بالاشتقاق نجد: $dn(H_2O_2)/dt=dn_1/dt-5dx/dt$

مع n_1 ثابت إذن $(dn_1/dt)=0$ فيكون لدينا : $dn(H_2O_2)/dt=-5dx/dt$

إذن $dx/dt=(-1/5)(dn(H_2O_2)$

بالتعويض في عبارة السرعة : $v_{vol}=(-1/(5V))(dn(H_2O_2)/dt)$

4- حساب السرعة الحجمية عند t = 0 min

$v_{vol} = (-1/(5\times200.10^{-3}))((0,25-0,2)/(0-4)) = 12,5.10^{-3}$ mol/L

السرعة الحجمية عند t = 20 min

$v_{vol} = (-1/(5\times200.10^{-3}))((0,11-0,07)/(20-25))$

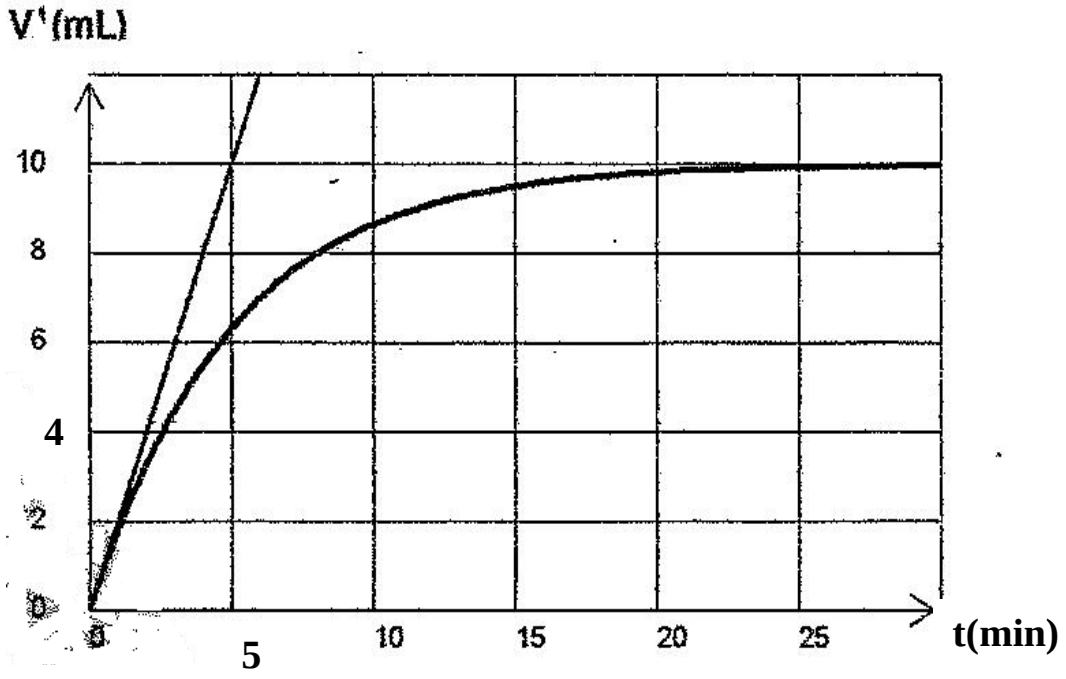
$v_{vol} = 8.10^{-3}$ mol/L

استنتاج: $v(t=0) > v(t=20)$

أثناء التفاعل تتناقص كمية المادة للمتفاعلات و بما أن الحجم ثابت فإن تراكيزها تتناقص ونعلم أن التركيز من العوامل الحركية المؤثرة في قيمة السرعة. إذن العامل الحركي المسؤول عن هذا التناقص هو تراكيز المتفاعلات أثناء التحوّل.

التمرين 13:

لدراسة التطوّر الزمني لأكسدة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ بشوارد بيروكسوديكبريتات $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ ، نمزج حجما V_1 من محلول يود البوتاسيوم ذي التركيز المولي C مع حجما V_2 من محلول بيروكسو ديكبريتات ذي التركيز المولي C_2 . في اللحظة t=0 s يقسم المزيج إلى 10 عينات حجم كل واحدة V=10 mL . بمعايرة على الترتيب لهذه العينات بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{aq}+S_2O_3^{-2}{}_{(aq)})$ تركيزه المولي $C'= 0,1$ mol.L^{-1} ، قمنا برسم المنحنى V'=f(t) حجم محلول ثيوكبريتات المضاف عند التكافؤ.



1- أكتب المعادلتين النصفيتين و المعادلة الاجمالية لتفاعل شوارد اليود مع شوارد بيروكسوثنائي كبريتات ، علما أن الثنائيتين هما : (I_2/I^-) و ($S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$).
2- انشئ جدول تطور التفاعل .
3- أكتب معادلة تفاعل معايرة ثنائي اليود I_2 بواسطة شوارد الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ ، علما أن الثنائيتين هما : (I_2/I^-) و ($S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$).

4- بيّن أن تقدم التفاعل يعطى بالعلاقة: $x=5C'V'$.
5- عين التقدم النهائي للتفاعل.
6- عين كل من $n_0(I^-)$ و $n_0(S_2O_8^{2-})$ باعتبار التفاعل ستوكيومتري. عبر عن تركيز شوارد اليود الابتدائية [I^-] بدلالة تركيز ثنائي اليود النهائي [I_2] .
7- استنتج قيمتا C_1 و C_2 علما أن $V_2=4V_1$
8- عبر عن سرعة التفاعل بدلالة C' و V' و استنتج قيمتها الأعظمية.

التمرين14:

الجزء الاول:
يحدث تفاعل بطيئ بين محلول الماء الاكسجيني H_2O_2 و محلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) و ذلك بمزج و ذلك بمزج 30mL من محلول H_2O_2 ذي التركيز 0,05mol/L مع 30mL من محلول ($K^+ + I^-$) ذي التركيز 0,2mol/L بوجود حمض الكبريت المركز.
1- حدد الثنائيات (Ox/Red) الداخلة في التفاعل
2- أكتب معادلتي الاكسدة و الارجاع ثم المعادلة الاجمالية للتفاعل
3- ضع جدولا لتطور التفاعل

الجزء الثاني:
نوزع المزيج السابق على 6 أنابيب اختبار ثم نقوم بمعايرتها بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) ذي التركيز 0,02mol/L و هذا على فترات زمنية معينة ابتداءا من اللحظة t=0 .
1- أكتب معادلة التفاعل بين ثنائي اليود و شاردة ثيوكبريتات الحادث أثناء المعايرة
2- نتائج المعايرة مسجلة في الجدول المرفق حيث V_E يمثل حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم الذي تمّت إضافته لبلوغ نقطة التكافؤ.

t(s)	0	60	160	360	720	900	1450
V_E(mL)	0	24	36	52	72	80	100
$n(H_2O_2)$ (mol)							
$n(I_2)$ (mol)							

1.2- أكمل الجدول
2.2- باختيار سلم مناسب مثل بيانيا $n(H_2O_2)=f(t)$
3.2- أحسب السرعة الحجمية المتوسطة للتفاعل بين اللحظتين 160s و و 360s .
4.2- المماس للمنحنى في اللحظة t=0، معامل توجيه هو $-1,6.10^{-6}$ mol//L/s .
ماهي قيمة السرعة عندئذ؟
5.2- أذكر تعريف زمن نصف-التفاعل، ثم عينه.

الجزء الثالث:
هل تؤكد المقولة التالية:
1- من أهمية العوامل الحركية هو حفظ المواد الغذائية و كذلك تسريع عملية الطهي
2- الوسيط هو عامل حركي يعمل على تسريع التفاعل ، و هو يشارك في مراحل التفاعل دون أن يتفاعل.
3 - كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة كلما كانت السرعة كبيرة والعكس صحيح.
4- كلما كانت تراكيز المتفاعلات كبيرة كلما كانت السرعة كبيرة والعكس صحيح.
5- إذا كان الوسيط و المتفاعل يشكلان طورا واحدا أي سائل مثلا فإن نوع الوساطة متجانسة

حل مقترح

الجزء الاول: 1- الثنائية $H_2O_{2(aq)}/H_2O_{(l)}$ تمثل عملية ارجاع للماء الاكسيجيني .
الثنائية $I_{2(aq)} / I^-_{(aq}$ تمثل عملية اكسدة لشوارد اليود.

2 – المعادلات النصفية: $H_2O_{2(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- = 2\ H_2O_{(l)}$

$$2\ I^-_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2e^-$$

معادلة التفاعل التي تعبر عن التحول الذي يحدث في الجملة نحصل عليها بجمع المعادلتين النصفيتين:

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow I_{2\,(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

3- جدول التقدم:

المعادلة	$H_2O_{2(aq)}$	$+\ 2\ I^-_{(aq)}$	$+\ 2\ H_3O^+_{(aq)}$	$=\ I_{2(aq)}$	$+\ 4\ H_2O_{(l)}$
حالة انتقالية	$n_{0(H2O2)} - x$	$n_{0(I^-)} - 2x$	بزيادة	x	بوفرة

الجزء الثاني
1- معادلة تفاعل المعايرة: $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

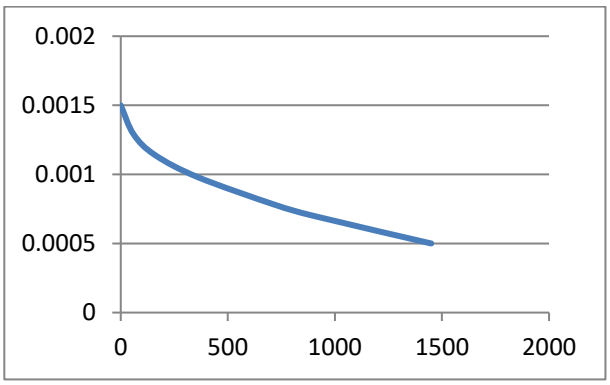
1.2- إكمال الجدول:

عند التكافؤ تتحقق العلاقة: $n(I_2) = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$ و يختفي كل ثنائي اليود كما يختفي معه اللون البني و هو ما يدل على نهاية المعايرة. و منه نجد: $n_{(I_2)} = \frac{C_{(S_2O_3^{2-})}V_E}{2}$

و كذلك جدول تقدم التفاعل يسمح لنا بكتابة:

$n(I_2)= x_f$ و $n\ (H_2O_2)=n_0\ (H_2O_2) - x_f$
وبالتعويض: $n\ (H_2O_2)=n_0\ (H_2O_2) - n(I_2)$ مع $n_0\ (H_2O_2) = 150.10^{-5}$ mol

$n(H_2O_2)(\ 10^{-5}mol)$	150	126	114	98	78	70	50
$n(I_2)(10^{-5}mol)$	0	24	36	52	72	80	100



2.2– تمثيل البيان:

3.2- بالتعريف السرعة الحجمية للتفاعل

تعطى بالعبارة: $v=\left(\frac{1}{V}\frac{dx(t)}{dt}\right)_t$

جدول تقدم التفاعل يسمح لنا بكتابة:

$v=-d(H_2O_2)/dt$

و منه قيمة السرعة المتوسطة هي:

$v(160,360)=-\Delta(H_2O_2)/\Delta t$

4.2- قيمة السرعة $+1,6.10^{-6}\,mol//L/s$

5.2- زمن نصف التفاعل هو الزمن الذي يكون فيه التقدم يساوي $x_{max}/2$

و حسب البيان $t_{1/2}$ يوافق $n(H_2O_2)=\frac{150\times10^{-5}}{2}$ أي : $t_{1/2}=880\ s$

الجزء الثالث:

المقولة	1	2	3	4	5
الاجابة	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم

التمرين 15:

نقوم بدراسة حركية التفاعل (1) الذي يحدث بين شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ و شوارد بيروكسوثنائي كبريتات $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$. حيث المعادلة المنمذجة لهذا التفاعل هي:

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2 \quad (1)$$

من أجل ذلك نمزج ، في اللحظة t=0 ، 100mL من محلول S_1 ليود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)}+I^-_{(aq)})$ تركيزه المولي C_1=1mol/L مع 100mL من محلول S_2 لبيروكسيد الصوديوم $(2Na^+_{(aq)}+S_2O_8^{2-}{}_{(aq)})$ تركيزه C_2=0,02mol/L . نلاحظ أن لون المزيج يتلون تدريجيا مع مرور الوقت باللون البني دلالة على تشكل ثنائي اليود.

نأخذ في لحظات زمنية مختلفة، عينة من مزيج التفاعل حجمها $V=10mL$. نسكب مباشرة هذه العينة في حوجلة تحتوي على 75mL من الماء البارد. نعاير بعد ذلك ثنائي اليود الموجود في العينة بواسطة محلول مائي S_3 لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)}+S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ الذي تركيزه المولي $C_3=10^{-2}\,mol/L$.

معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة هي: $2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)} \rightarrow S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)}$

من أجل كل عينة تعاير، نسجل حجم ثيوكبريتات الصوديوم V_3 اللازم للحصول على التكافؤ و كذلك اللحظة الزمنية التي أخذت فيها العينة. نتائج القياس نلخصها في الجدول التالي:

t(min)	3	6	9	12	15	20	30	40
V_3(mL)	5,8	9,4	12,4	14,4	15,8	17	18,8	19,2
$n(I_2)$(mol)								
$[I_2]$(mol/L)								

1- أكتب الثنائيتين الداخلتين في تفاعل المعايرة .

2- إذا علمت ان لوازم هذه الدراسة المتوفرة هي: ثيوكبريتات الصوديوم الصلب، محلول بيروكسيد
3- ثنائي كبريتات الصوديوم تركيزه المولي 1mol/L ، ماء مقطر...
أذكر كيف نحضر: 1 لتر من المحلول S_2 و 1 لتر من المحلول S_3 .

3- اكتب $n(I_2)$ بدلالة V_3 (يمكن الاستعانة بجدول التقدم)

4- أكمل جدول القياسات و أرسم المنحنى $[I_2] = f(t)$.

5 – كيف يمكن، أثناء عملية المعايرة، معرفة أن كل ثنائي اليود قد استهلك.

6 – لماذا تسكب كل عينة تؤخذ من المزيج في الماء البارد ؟ كيف تسمى هذه العملية ؟

7- يعتبر التفاعل (1) بطيء. لماذا؟ أذكر وسيلتين تجعله أسرع.

8 – أثبت ان السرعة الحجمية للتفاعل يمكن كتابتها بدلالة تركيز ثنائي اليود: $v=d[I_2]/dt$.

9 – أحسب قيمة هذه السرعة عند اللحظة $t = 15\min$ و عند اللحظة $t = 30\min$.

10- فسّر تطور السرعة بدلالة الزمن.

المعطيات: O=16 ; S=32 ; Na=23 (g/mol)

حل مقترح

1- الثنائيتان الداخلتن في تفاعل المعايرة : ($S_4O_6^{-2}{}_{(aq)}/S_2O_3^{-2}{}_{(aq)}$) و ($I_{2(aq)}/I^-{}_{(aq)}$)

2- حالة مادة صلبة: بما أن تركيز المحلول اللازم تحضيره هو 0,01mol/L فإننا نأخذ 1L ماء نقي و نحلّ به كتلة من المادة الصلبة توافق 0,01mol ، أي: $m=n.M=0,01.158=1,58g$

حالة محلول: بما أن تركيز المحلول اللازم تحضيره هو 0,02mol/L فإننا ناخذ حجما V_0 منه و نضيف الماء النقي إلى ان يصبح الحجم 1L ، أي: $V_0 = \frac{C.V}{C_0} = \frac{0,02.1}{1} = 0,02L = 20mL$

3- عند نقطة التكافؤ المتفاعلان يكونان بنسب ستوكيومترية:

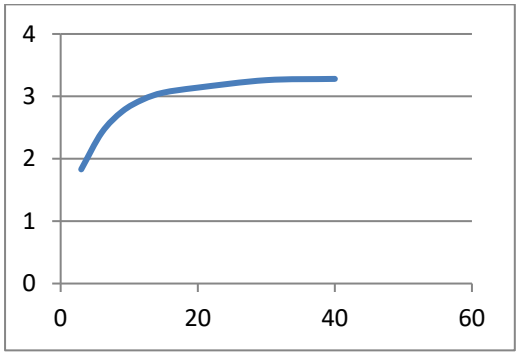
$$n(I_2)=\frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}=\frac{C_3.V_3}{2}=5.10^{-3}.V_3$$

4- جدول القياسات

t(min)	3	6	9	12	15	20	30	40
V_3(mL)	5,8	9,4	12,4	14,4	15,8	17	18,8	19,2
$n(I_2)$ ($\times10^{-6}$) (mol)	29	47	62	72	79	85	94	96
$[I_2]$($\times10^{-3}$) (mol/L)	1,83	2,42	2,76	2,95	3,06	3,14	3,26	3,28

رسم المنحنى $[I_2]=f(t)$

5- معرفة أن كل ثنائي اليود قد استهلك يكون



بملاحظة اختفاء اللون، لأن ثنائي اليود ذو لون بني .

6- توضع العينة في الماء البارد قصد توقيف التفاعل.

* تسمى هذه العملية: عملية سقي.

7- بما أن لون المزيج يتغير تدريجيا فان

هذا التحول بطيء

* الوسيلتان هما: اضافة وسيط أو رفع درجة الحرارة .

8- السرعة الحجمية: $v=\frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$ و حسب جدول تقدم للتفاعل(1) فإن : $x=n(I_2)$ ، مع الحجم ثابت،

إذن $$v=\frac{1}{V}\frac{dn(I_2)}{dt}=\frac{1}{V}\frac{d[I_2].V}{dt}=\frac{d[I_2]}{dt}$$

9- حساب السرعة: $v(15)=(3,1-2,6)\times10^{-3}/(15-0)=3,3.10^{-5}$ mol/L/min

$v(30)=(3,3-3,1)\times10^{-3}/(30-0)=6,6.10^{-6}$ mol/L/min

10- مع مرور الزمن، سرعة تشكل I_2 تنقص بسبب تناقص تراكيز المتفاعلان أثناء التحول.

التمرين16:

عند اللحظة t =0 نحضر مزيجا يتكون من $V_1 = 100mL$ من الماء الأكسجيني H_2O_2 ذي التركيز المولي $C_1 = 4.10^{-2}\ mol/L$ و $V_2 = 100mL$ من يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) ذي التركيز المولي $C_2 = 6.10^{-2}\ mol/L$ و قطرات من حمض الكبريت المركّز .

فيحدث تحول كيميائي معادلته الكيميائية: $H_2O_2 + 2I^- + 2H_3O^+ = I_2 + 4H_2O$

1- حدد الثنائيتين (ox / red) الداخلتين في التفاعل ثم أكتب المعادلة النصفية للأكسدة و المعادلة النصفية للإرجاع .

2- احسب كمية المادة الابتدائية لـ: I^- و H_2O_2

3- التفاعل تمّ بوجود شوارد F^{2+} كوسيط. عرّف الوسيط و ما نوع هذه الوساطة.

4- أنجز جدول تقدم هذا التفاعل.

5- احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} واستنتج تركيب الوسط التفاعلي في نهاية التفاعل.

6- المنحنى البياني $x=f(t)$ موضح بالشكل المرفق.

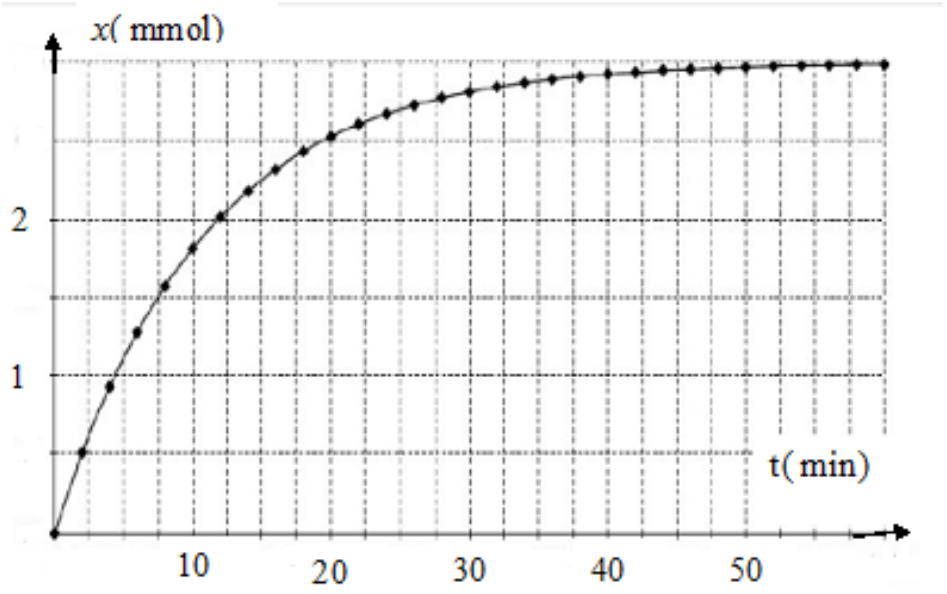
حدد من البيان:

أ - السرعة الحجمية المتوسطة للتفاعل بين اللحظتين $t_1 = 10min$ و $t_2 = 30min$

ب - سرعة التفاعل عند اللحظتين $t_1 = 10min$ و $t_2 = 30min$

جـ - كيف تتطور هذه السرعة؟ برر

د- في حالة عدم استعمال الوسيط، قيمة زمن نصف التفاعل تزداد، تنقص أم تبقى ثابتة؟



التمرين 17:

المركب 2-chloro-2-méthylpropane يتفاعل مع الماء منتجا كحول.

الكحول الناتج يسمى: 2-méthylpropan-2-ol . التفاعل بطيء و تام. ننمذج هذا التحول بالمعادلة:

المعطيات: الكتلة المولية لـ $(CH_3)_3C\text{-}Cl$ هي: $M = 92\ g.mol^{-1}$،

الكتلة الحجمية: $\rho = 0,85\ g.mL^{-1}$

الناقلية النوعية لمزيج تعطى بالعلاقة: $\sigma = \sum_i \lambda_i^0 [X_i]$ ، حيث $[X_i]$ تعبّر عن تركيز الانواع الكيميائية المتواجدة في المزيج، معبر عنها بـ $mol.m^{-3}$.

الناقلية النوعية المولية : $\lambda^0(H_3O^+) = 349{,}8.10^{-4}\ S.m^2.mol^{-1}$ ،

$$\lambda^0(Cl^-) = 76{,}3.10^{-4}\ S.m^2.mol^{-1}$$

في إناء نضع 1mL من 2-chloro-2-méthylpropane و الآسيتون قصد الحصول على حجم 25mL من محلول S.

1- في كأس بيشر، نضع 200 mL من الماء النقي مغموس به خلية قياس الناقلية، ثم نضيف 5 mL من المحلول S . في لحظة $t = 0\ min$ ، نبدأ قياس الزمن.

محراك مغناطيسي يعمل على جعل المزيج الناتج متجانس.

1.1- بيّن أن كمية المادة الابتدائية لـ 2-chloro-2-méthylpropane المضافة هي:
$n_0 = 1{,}8.10^{-3}\ mol$

2.1- أكمل جدول التقدم للتفاعل الحادث

التفاعل	معادلة	$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)} + 2\ H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)} + H_3O^+ + Cl^-$				
ابتدائية	0	$n_0 = 1{,}8.10^{-3}$	بزيادة			
انتقالية	x		بزيادة			
نهائية	x_{max}		بزيادة			

3.1- أكتب عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج بدلالة $[H_3O^+]$ و الناقلية النوعية المولية للشوارد.

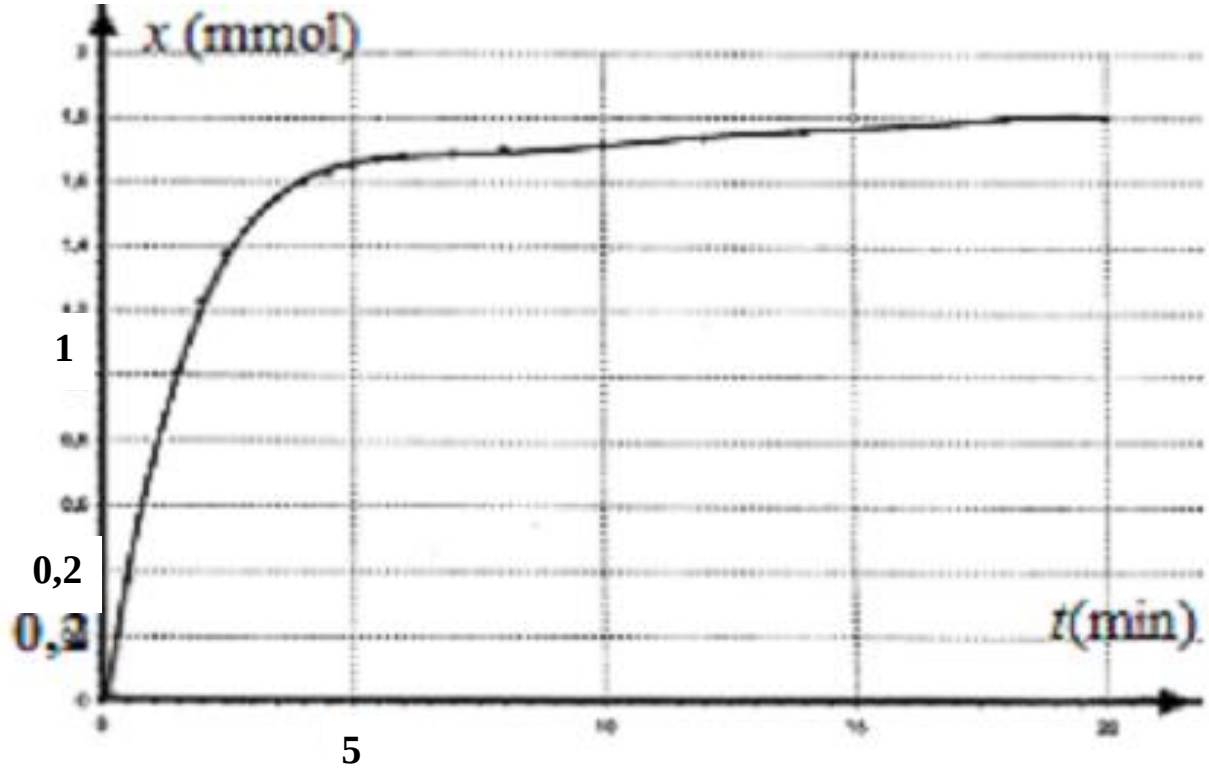
4.1- أكتب عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج بدلالة: التقدم x للتفاعل، الحجم V للمزيج التفاعلي و الناقلية النوعية المولية للشوارد المتواجدة في المحلول.

5.1- من أجل زمن كبير جدا، الناقلية النوعية σ_∞ للمزيج تبقى ثابتة. تحقق من أن التحوّل المدروس تام علما أن $\sigma_\infty = 0{,}374\ S.m^{-1}$.

6.1- بين أن: $x(t) = \frac{\sigma}{\sigma_\infty} x_{max}$.

2- العبارة السابقة تمكّن من رسم المنحنى الموضح لتغيرات التقدم x للتفاعل بدلالة الزمن (البيان المرفق).

1.2- عرّف السرعة الحجمية v للتفاعل
2.2- بين كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن و ماهو العامل الحركي الذي يفسر هذا التطور؟
3.2- عرّف زمن نصف- التفاعل و حدد قيمته بيانيا
4.2- نعيد نفس التجربة في درجة حرارة مرتفعة. كيف تتغير قيمة زمن نصف- التفاعل؟



حل مقترح

1.1. الحجم المتحصل عليه: 25 mL يحتوي على $V_1 = 1$ mL من 2-chloro-2méthylpropane. و هذا يوافق كمية مادة $n_1 = \frac{\rho.V_1}{M}$ بعد أخذ عينة $V_0 = 5$ mL من المحلول S ، أي ما يوافق حجما أقل خمسة مرات من الحجم المتحصل عليه. إذن:

$$n_0 = \frac{n_1}{5} = \frac{\rho.V_1}{5M} = = 1{,}8.10^{-3}\ \text{mol}\ \frac{0{,}85\times1{,}0}{5\times92{,}0}$$

2.1. جدول التقدم:

معادلة التفاعل		$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)} + 2\ H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)} + H_3O^+ + Cl^-_{(aq)}$				
ابتدائية	0	$n_0 = 1{,}8.10^{-3}$	بزيادة	0	مهملة	0

انتقالية	x	$n_0 - x$	بزيادة	x	x	x
نهائية	x_{max}	$n_0 - x_{max} = 0$	بزيادة	$x_{max} = n_0$	$x_{max} = n_0$	$x_{max} = n_0$

3.1. حسب الجدول و في كل لحظة فإن: $[H_3O^+] = [Cl^-_{(aq)}]$

4.1. ناقلية المحلول: $\sigma = \lambda_{H_3O^+}.[H_3O^+] + \lambda_{Cl^-}.[Cl^-]$

$$\sigma = \left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}\right)[H_3O^+]$$

5.1. بما أن $[H_3O^+] = \frac{x}{V}$ نجد: $\sigma = \left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}\right)\frac{x}{V}$

6.1. $$x_\infty = \frac{\sigma_\infty V}{\left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}\right)}$$

مع V بـ m^3 ، $V = 200,0 + 5,0\ mL = 205,0 \times 10^{-6}\ m^3$

$$x_\infty = \frac{0,374 \times 205,0 \times 10^{-6}}{(349,8 + 76,3) \times 10^{-4}} = 1,80 \times 10^{-3}\ mol$$

التحول تام لأن: $x_\infty = n_0 = x_{max}$

7.1. $\sigma = \left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}\right)\frac{x}{V}$ و لدينا $\sigma_\infty = \left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}\right)\frac{x_\infty}{V} = \left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}\right)\frac{x_{max}}{V}$

$$= \frac{x}{x_{max}}\frac{\sigma}{\sigma_\infty} \quad \dashrightarrow \quad \boxed{x = \frac{\sigma}{\sigma_\infty}.x_{max}}$$

* من أجل $\sigma = 0,200\ S.m^{-1}$ فإن: $x = \frac{0,200}{0,374} \times 1,8 \times 10^{-3} = 9,6 \times 10^{-4}\ mol$

1.2. السرعة الحجمية: $v = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$

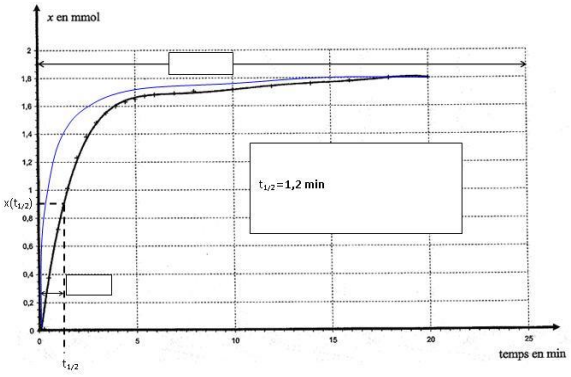
معامل توجيه المماس للمنحنى في لحظة هو $\frac{dx}{dt}$ ويمكن متابعته على البيان، حيث السرعة الحجمية نجدها بالقسمة على الحجم V .

2.2 . $\frac{dx}{dt}$ تنقص مع مرور الزمن ، المماس يصبح أفقيا، أي أن سرعة التفاعل تتناقص إلى الصفر.

3.2. تركيز المتفاعل، 2-chloro-2méthylpropane ، ينقص أثناء التطور. وهو العامل الحركي المسؤول عن تطور السرعة.

أمّا من الناحية المجهرية: عند رفع درجة الحرارة تزداد الإصطدامات الفعالة بين الأفراد الكيميائية،

وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .



4.2. زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف قيمته النهائية : $x_f = x_{max} = n_0$ و التحول تام

$$t = t_{1/2} \dashrightarrow x(t_{1/2}) = \frac{n_0}{2} = 0{,}9 \text{ mmol}$$

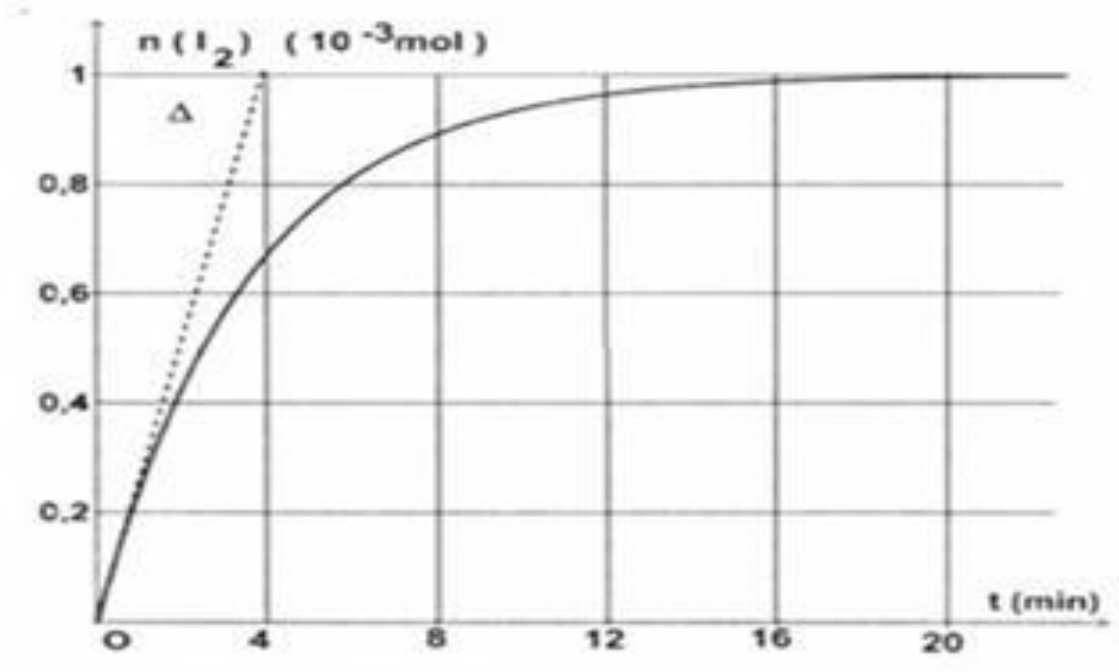
5.2. درجة الحرارة تعتبر عاملا حركيا. إذا زادت، فإن السرعة الحجمية تزداد.

إذن: $t_{1/2}$ أقل و بلوغ قيمة التقدم النهائي يكون في مدة أقصر.

التمرين 18:

نمزج محلول مائي من بيروكسو ديكبريتات البوتاسيوم ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) تركيزه المولي C_1 و حجمه V_1=20mL مع محلول مائي من يود البوتاسيوم($K^+ + I^-$) تركيزه المولي C_2=0,5mol/L و حجمه V_2=10mL. فينتج التفاعل التام ذي المعادلة : $S_2O_8^{2-} + 2I^- = I_2 + 2SO_4^{2-}$

لدراسة حركية التفاعل، نحقق معايرة لثنائي اليود I_2 المتشكل فنحصل على المنحنى المرفق.



1- عين بكمية المادة مكونات الجملة عند الحالة النهائية بدلالة التقدم النهائي x_f للتفاعل.
2- عين بيانيا قيمة x_f
3- بين أن يود البوتاسيوم لا يمكن أن يكون المتفاعل المحد .
4- احسب التركيز C_1

5- عرّف سرعة التفاعل.
6- عين بيانيا قيمة السرعة عند المبدأ. كيف نبرر هذه النتيجة؟
7- أذكر الطريقة التي يمكن استعمالها لتسريع التفاعل.

التمرين19:

تفاعل التحلل لأكسيد ثنائي الآزوت N_2O ينمذج بالمعادلة التالية:

$$2N_2O_{(g)} = 2\ N_{2(g)} + O_2(g)$$

هذا التفاعل اقترح على المركبات الفضائية لتحقيق فضاء مناسب داخل المركبة. حركية التفاعل درست باستعمال قارورة سعتها $V=3L$ ، وضع بداخله كمية $n_0=4,13.10^{-2}\ mol$ من أكسيد ثنائي الآزوت، وهذا بقياس ، في درجة حرارة ثابتة $T=600^0C$ ، الضغط الكلي $P(t)$ داخل القارورة بدلالة الزمن. فكانت النتائج التالية:

t(min)	0	12	25	45	90
P(t)(kPa)	100,0	106,2	112	119,5	131,4
x(mmol)					

1- انشئ جدول التقدم الموافق.
2- بيّن أن كمية المادة الغازية n_g في اللحظة t هي: $n_g = n_0 + x$

3- بتطبيق قانون الغازات المثالية ، بيّن أن : $x(t) = (P(t) - P(0))\frac{V}{R.T}$ ، حيث عند اللحظة $t=0$ فإن $P=P(0)$.

4- أكمل جدول القياسات، علما أن $R=8,314J.K^{-1}mol^{-1}$ ، ثم ارسم البيان $x=f(t)$

5- استعمل البيان لحساب تركيب المزيج التفاعلي من أجل $t=60min$.
6- لماذا ثبّتنا درجة الحرارة؟

التمرين20:

نحضّر في كأس بيشر حجما $V_1=25mL$ من محلول S_1 ليود البوتاسيوم تركيزه C_1 و في كأس بيشر آخر نضع حجما $V_2=25mL$ من محلول S_2 لماء أكسيجيني محمض تركيزه C_2 .
في لحظة $t=0$ ، نمزج المحلولين و نشغل المحراك المغناطيسي.

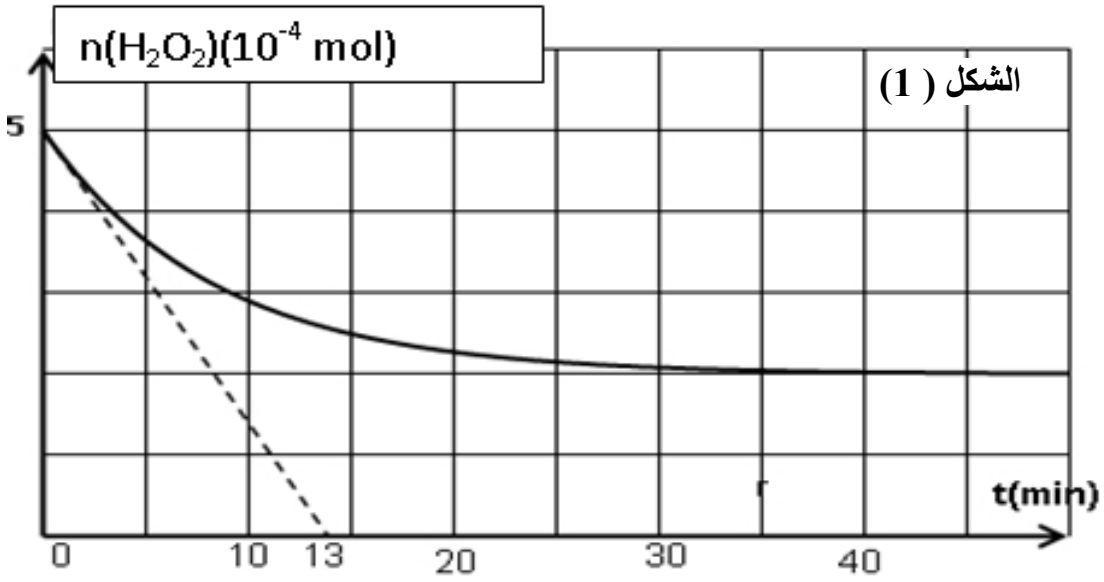
التفاعل الحادث بطئ و تام، ينمذج بالمعادلة: $H_2O_2 + 2H_3O^+ + 2I^- = 4H_2O + I_2$

لدراسة حركية التفاعل نحضّر عينات متماثلة حجمها $V=5mL$ لكل عينة. نعاير كمية H_2O_2 المتبقية في كل عينة بواسطة محلول برمنغانات البوتاسيوم $KMnO_4$ في وسط حامضي تركيزه المولي $C=0,5mol.L^{-1}$. ليكن V حجم محلول $KMnO_4$ اللازم للحصول على التكافؤ.

تفاعل المعايرة سريع و تام منمذج بالمعادلة:

$$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H_3O^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 + 14H_2O$$

نتائج المعايرة مكّنت من رسم منحنى الشكل (1) الممثل لتطور كمية المادة للماء الاكسيجيني المتبقي.



1- اعط تعريف التفاعل التام.

2- استخرج من البيان كمية المادة الابتدائية للماء الاكسيجيني في العينة.

3- انشئ جدول تقدم التفاعل مع اعتبار شوارد الأكسونيوم موجودة بزيادة.
4- باستعمال المنحنى حدد المتفاعل المحد و احسب كمية المادة الابتدائية لشوارد اليود في العينة.
5- استنتج التركيز المولي للماء الاكسيجيني و شوارد اليود في المزيج. ثم احسب C_1 و C_2 .

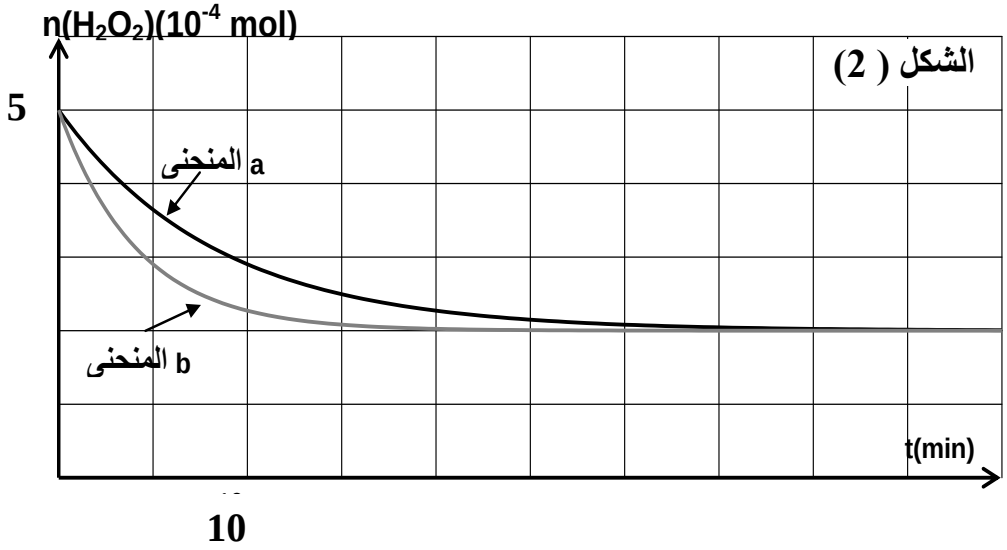
6-عرف سرعة التفاعل و أوجد عبارتها بدلالة $dn(H_2O_2)/dt$.
7- احسب السرعة الاعظمية للتفاعل.
8- عرف السرعة الحجمية المتوسطة للتفاعل و احسب قيمتها بين اللحظتين $t_1=0min$ و $t_2=15min$

9- نحقق ثلاثة تجارب وفق شروط تجريبية مختلفة موضحة في الجدول التالي:

التجربة	1	2	3
$n_0(H_2O_2)(10^{-4}\ mol)$	5	5	5
$n_0(I^-)(10^{-4}\ mol)$	6	6	4
T(°C)	40	40	20
(اضافة الوسيطCo^{2+})	لا	نعم	لا
$n_0(H_3O^+)(10^{-4}\ mol)$	بزيادة	بزيادة	بزيادة

بواسطة أسلوب معين نتابع تغير عدد مولات H_2O_2 المتبقية بدلالة الزمن t لكل تجربة.
النتائج المتحصل عليها ممثلة بمنحنى الشكل (2) .

أ- حدد التجربة الموافقة لكل من المنحنيين (a) و (b).
ب- ارسم شكل المنحنى الموافق للتجربة المتبقية.



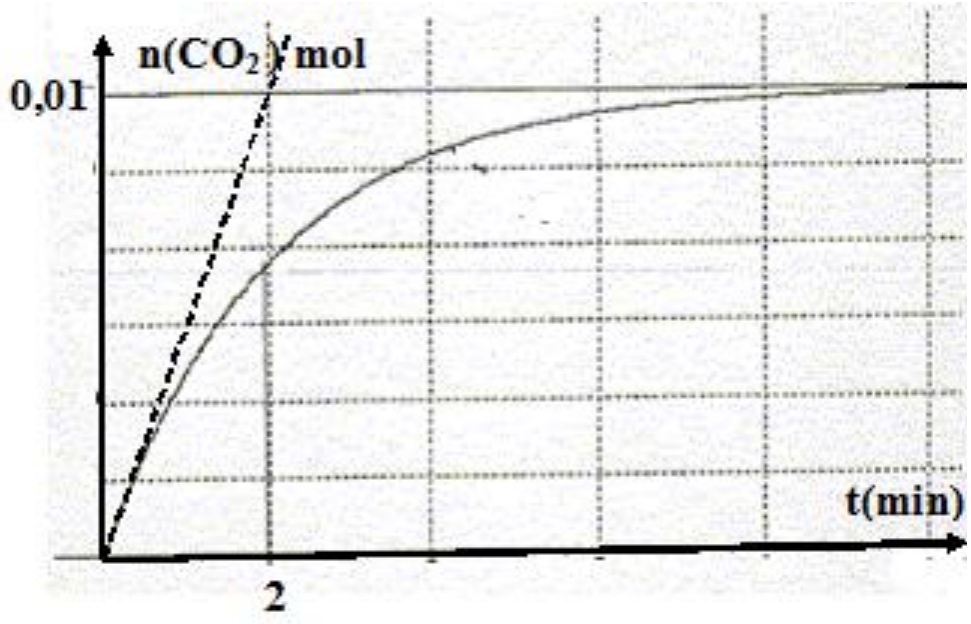
التمرين 21:

نسكب في دورق حجما V = 200 mL من محلول من كلور الهيدروجين تركيزه $C=0,1\ mol.L^{-1}$. في اللحظة t=0 نضع بسرعة عيّنة من كربونات الكالسيوم الصلب $CaCO_3$ كتلتها m=2 g .

نثبت درجة حرارة المزيج المتفاعل $\theta=20^0C$ و بواسطة جهاز مناسب نجمع ثنائي أكسيد الكربون المنطلق و نقيس حجمه. نتائج القياس تمكن من رسم منحنى تغيرات كمية مادة CO_2 المنطلق بدلالة الزمن t .

1- المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل الذي نعتبره تاما هي:

$$CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+ = Ca^{2+} + 3H_2O + CO_{2(g)}$$



أ- كيف نكشف عن الغاز المنطلق؟
ب- كيف نسمي هذا النوع من التفاعلات؟
جـ- أنشئ جدول التقدم واحسب التقدم الأعظمي x_{max}
2- اعتمادا على جدول تقدم التفاعل
أ- جد العلاقة بين التقدم x و كمية مادة CO_2 المنطلق.
ب- عبّر عن السرعة اللحظية v للتفاعل بدلالة كمية مادة CO_2 الناتج.
جـ- احسب السرعة اللحظية عند $t=0$ و عند اللحظة $t=t_f$. قارن بينهما. ما هو العامل المسؤول عن هذا الاختلاف ؟
المعطيات: $M(CaCO_3)=100g.mol^{-1}$

حل مقترح

1-أ- غاز CO_2 يعكر رائق الكلس.
ب- تتفاعل اكسدة و ارجاع.
جـ- جدول التقدم
كمية المادة الابتدائية:

$$n(CaCO_3) = m\ M = 2 \times 100 = 0,\ 02\ mol$$

$$n(H_3O^+) = [H_3O^+]V = 0,1 \times 0,\ 10 = 0,01\ mol$$

التفاعل	معادلة	$CaCO_{3(s)}$	$+ 2\ H_3O^+_{(aq)}$	$= Ca^{2+\ (aq)}$	$+ CO_{2(g)}$	$+ 3\ H_2O_{(\ell)}$
ابتدائية	0	0,02	0,02	0	0	مذيب
وسطية	x	$0,02 - x$	$0,\ 02 - 2x$	x	x	مذيب
نهائية	x_{max}	$0,02- x_{max}$	$0,02- 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	مذيب

$CaCO_3$ موجود بزيادة إذن المحد هو H_3O^+.
نضع $0,02- 2x_{max}=0$
نجد: $x_{max} =0,01\ mol$
2-أ- من جدول التقدم : $n(CO_2)= x$
تب- $v=dx/dt$ و $n(CO_2)= x$
بالاشتقاق: $dn(CO_2)/dt=dx/dt$
بالتعويض: $v=dn(CO_2)/dt$
جـ- $v(t=0)=(0,01-0)/(5-0)=2.10^{-3}\ mol/min$
$v(t=t_f)=0\ mol/min$
نلاحظ أن $v(t=t_f) < v(t=0)$ أي أن السرعة تتناقص أثناء التحول
العامل المسؤول عن هذا التغيّر هو تناقص كميات المادة أثناء التحول.

التمرين22:

لدراسة سرعة تشكل شاردة المغنيزيوم Mg^{2+} نجري تفاعل لمحلول لحمض كلور الماء مع معدن المغنيزيوم فينتج غاز ثنائي الهيدروجين وتتشكّل شوارد Mg^{2+} وفق المعادلة :

$$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

1- عند اللحظة $t = 0$ ندخل كتلة m=1g من معدن المغنيزيوم (Mg) في بيشر به حجم V=100 mL من محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه C=0,1 mol/L .

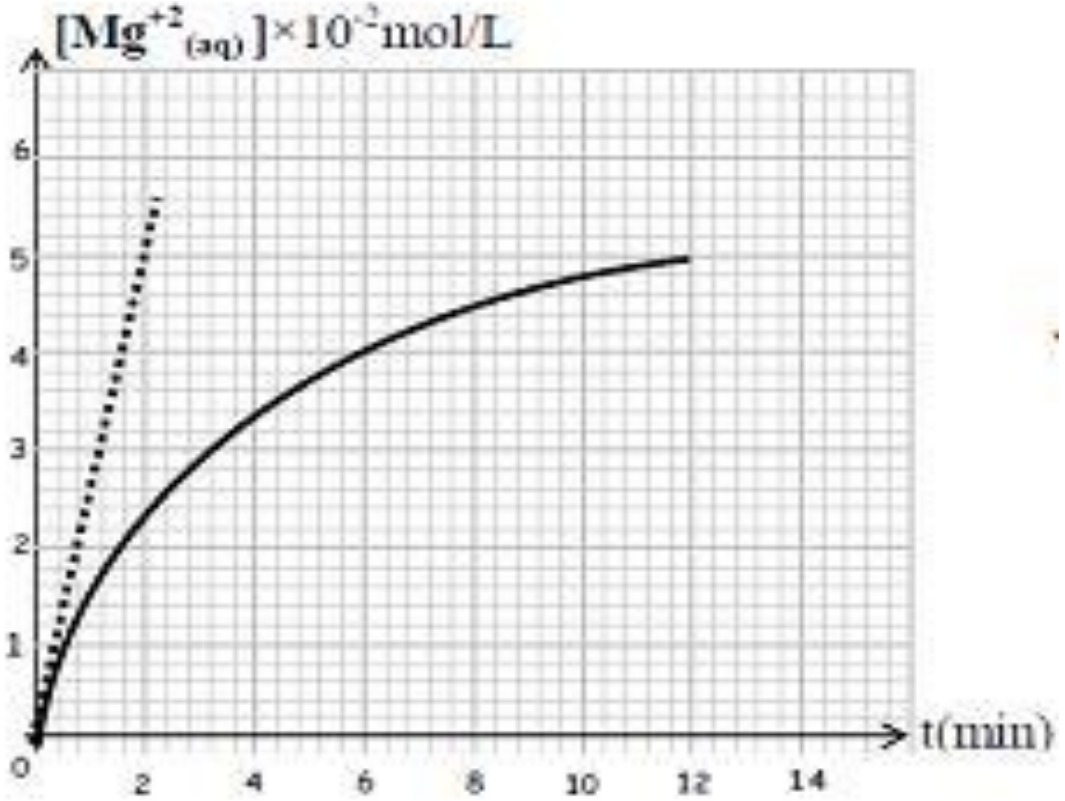
1.1- حدد ثنائيتا الاكسدة و الارجاع الداخلتين في التفاعل مع كتابة المعادلتين النصفيتين.

2.1- هل التفاعل الحادث ستيكيومتري ؟

3.1 - أنجز جدول التقدم واستنتج المتفاعل المحد .

4.1- أوجد العلاقة التي تربط التركيز المولي لشوارد المغنزيوم $[Mg^{2+}]$ و التقدم x . ثم استنتج تركيز شاردة $Mg^{2+}_{(aq)}$ عند نهاية التفاعل.

2- نقوم بالمتابعة الزمنية لتطور التركيز المولي لشوارد المغنيزيوم $Mg^{2+}_{(aq)}$ بدلالة الزمن. النتائج التجريبية تسمح لنا برسم البيان الآتي (الشكل1).



1.2- هل ينتهي التفاعل عند اللحظة $t = 12mn$ ؟

2.2- هل يمكن إعتبار شوارد H_3O^+ وسيطا ؟

3- احسب قيمة السرعة الحجمية الأعظمية للتفاعل.

4- بيّن أن : $[H_3O^+] = 0,1 - 2[Mg^{2+}]$
ثم استنتج سرعة اختفاء شوارد الأكسونيوم عند اللحظة $t=t_{1/2}$.

المعطيات: الكتلة المولية الذرية للمغنيزيوم : $M_{Mg} = 24g / mol$

حل مقترح

1.1- الثنائيتان الداخلتان في التفاعل: (Mg^{2+}/Mg) و (H_3O^+/H_2O)
المعادلتين النصفيتين: الاكسدة $Mg = Mg^{2+} + 2e^-$

الارجاع $H_3O^+ + 2e^- = H_2O + H_2$

2.1- كمية المادة الابتدائية:

$n_0(Mg) = m/M = 1/24 = 4,1.10^{-2}$ mol

$CV = 0,1.100.10^{-3} = 10^{-2}$ mol
لدينا حالة تفاعل ستوكيومتري فإن: $n_0(Mg) = n_0(H_3O^+)/2$
بما أن $3.10^{-3} < 41.10^{-3}$ إذن المزيج ليس ستوكيومتري

3.1- جدول تقدم التفاعل

التفاعل	معادلة	Mg +	$2H_3O^+$ =	H_2 +	Mg^{2+} +	$2H_2O$
حالة الجملة	التقدم					
ابتدائية	0	$4,1.10^{-2}$	10^{-2}	0	0	
أثناء التحول	x	$4,1.10^{-2}-x$	$10^{-2}-2x$	X	x	
نهائية	x_{max}	$4,1.10^{-2}-x_{max}$	$10^{-2}-2x_{max}$	X	x	

المتفاعل المحد:
نضع $4,1.10^{-2}-x_{max} = 0$ و $10^{-2}-2x_{max} = 0$
نجد: $x_{max} = 5.10^{-3}$ و $x_{max} = 41.10^{-3}$
المتفاعل المحد يوافق x_{max} الأصغر، إذن $x_{max} = 5.10^{-3}$ mol و المتفاعل المحد هو H_3O^+

4.1- من جدول التقدم: $n(Mg^{2+}) = x$

و بالتقسيم على حجم الوسط التفاعلي V نجد: $[Mg^{2+}] = x/V$

و في نهاية التفاعل: $[Mg^{2+}]_f = x_{max}/V = 5.10^{-3}/100.10^{-3} = 5.10^{-2}$ mol/L

1.2- لما $t = 12$ min فإن $[Mg^{2+}] = 5.10^{-2}$ mol/L.

إذن ينتهي التفاعل، لأن التركيز $[Mg^{2+}]$ من أجل t=12min يساوي $[Mg^{2+}]_f$

2.2- شوارد الأكسونيوم هنا تعتبر متفاعل

3- حساب السرعة الحجمية عند t=0

$v=(1/V)(dx/dt)$

و حسب جدول تقدم التفاعل $n(Mg^{2+})=x$

بالتقسيم على الحجم: $[Mg^{2+}]=x/V$ بالاشتقاق $d[Mg^{2+}]/dt=(1/V)(dx/dt)$

إذن $v=d[Mg^{2+}]/dt$

$v=(5.10^{-2}-0)/(2-0)= 2,5.10^{-2}$ mol/L.min

4- حسب جدول تقدم التفاعل: $n(Mg^{2+})=x$ و $n(H_3O^+)=10^{-2} - 2x$

بالتعويض: $n(H_3O^+)=10^{-2} - 2\, n(Mg^{2+})$

بالتقسيم على $V=100.10^{-3}$ L : $[H_3O^+] =0,1-2[Mg^{2+}]$

استنتاج السرعة : نقوم بالاشتقاق: $d[H_3O^+]/dt= -2d[Mg^{2+}]/dt$

من أجل $t=t_{1/2}$ فإن $[Mg^{2+}]= 2,5.10^{-2}$ mol/L

نحسب معامل توجيه المماس للمنحنى عند النقطة ($t_{1/2}$, $2,5.10^{-2}$)

$v(H_3O^+)= -2\, v(Mg^{2+})= (1,4.10^{-2} - 5.10^{-2})/(0 - 6,4) = 1,12.10^{-2}$ mol/L.min

التمرين 23:

الماء الاكسيجيني H_2O_2 يتفكك ببطء في الدرجة العادية و بوجود وسيط، يتمثل في شوارد الحديد III Fe^{3+} ، وفقا للمعادلة : $2\, H_2O_{2\,(l)} = 2\, H_2O + O_{2(g)}$

لدراسة حركية هذا التفاعل نحضر عينات متماثلة حجم كل عينة V=5mL و نعاير كمية H_2O_2 المتبقية في كل عينة بواسطة محلول برمنغانات البوتاسيوم $KMnO_4$ في وسط حمضي تركيزه المولي $C=0,5mol.L^{-1}$. ليكن V_E حجم محلول $KMnO_4$ اللازم للحصول على التكافؤ. تفاعل المعايرة منمذج بالمعادلة: $5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$

نتائج المعايرة مكّنت من رسم المنحنى $n(H_2O_2)=f(t)$ الممثل لتطور كمية المادة للماء الاكسيجيني المتبقي

1- عرّف الوسيط، و ما نوع الوساطة المستعملة.

2- انشئ جدول التقدم للتفاعل المدروس، و عين التقدم الأعظمي .

4- عرّف السرعة اللحظية للتفاعل. احسب قيمتها عند اللحظة t=20s .

5- أذكر كيف تتطور السرعة مع الزمن؟ اشرح

6- بيّن أن السرعة الحجمية المتوسطة للتفاعل يمكن التعبير عنها بالعلاقة:

$$v_{vol} = -\frac{1}{2V} \times \frac{\Delta(n(H_2O_2)}{\Delta t}$$

احسب قيمتها بين اللحظتين $t_1=0s$ و $t_2=40s$.

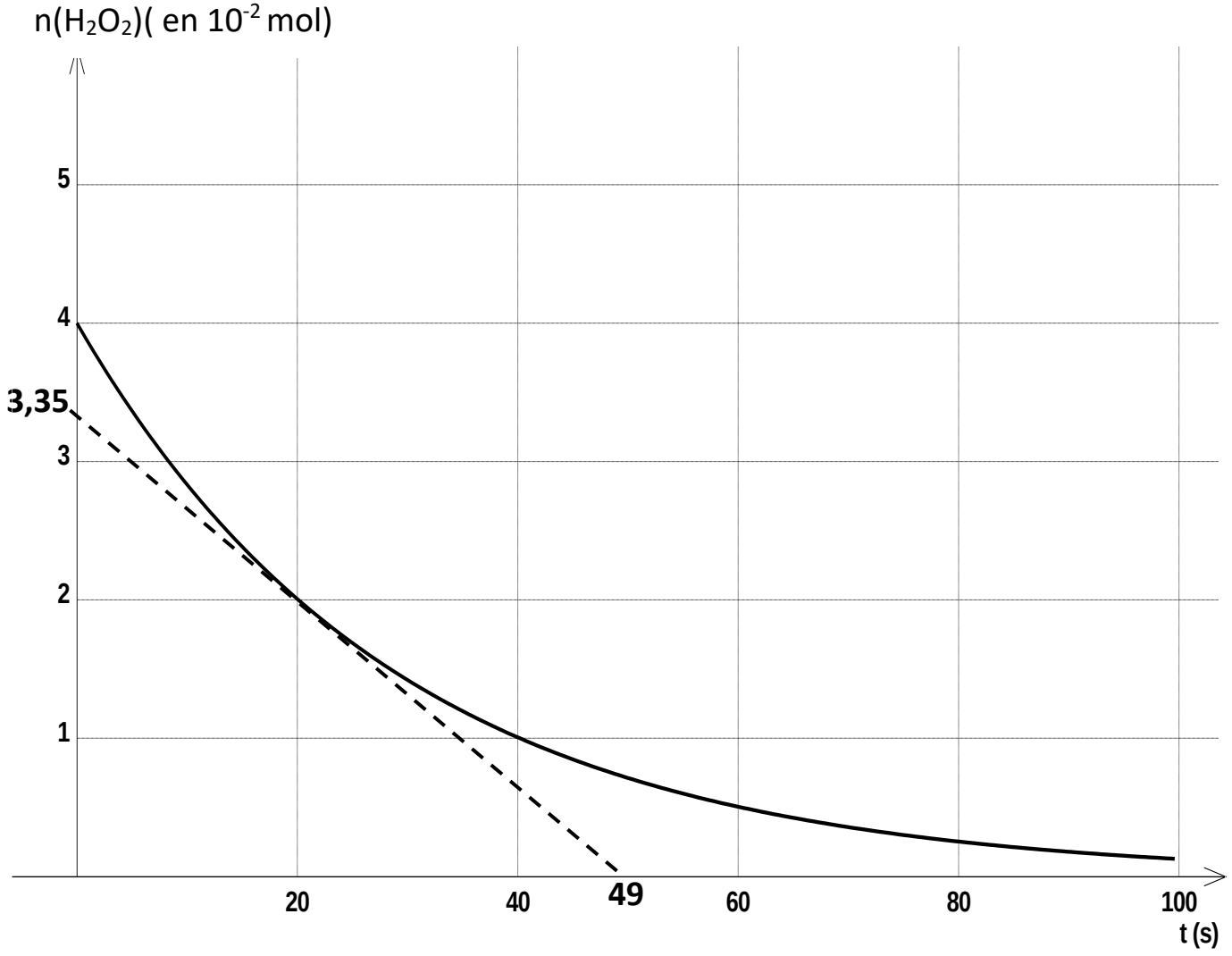
7- استنتج بيانيا قيمة $t_{1/2}$ ، و بين أنه لمّا $t=t_{1/2}$ فإن: $[H_2O_2]_{t_{1/2}} = \frac{1}{2}[H_2O_2]_0$

8- أذكر مميزات تفاعل المعايرة.

9- ماهو الحجم V_E من المحلول $KMnO_4$ اللازم للمعايرة عند اللحظة t=20s .

10- عين الزمن الذي يختفي فيه 75% من الكمية الابتدائية للمحلول H_2O_2 ، و كذلك قيمة التقدم حينئذ.

11- إذا أعيدت التجربة في غياب الوسيط ، أرسم على نفس المعلم شكل المنحنى الناتج.
12- بفرض الوسط التفاعلي أقل حموضة، هل يتحقق تفاعل المعايرة؟



حل مقترح

1- الوسيط و الوسط التفاعلي من نفس الطور، إذن الوساطة متجانسة
2- جدول التقدم للتفاعل المدروس: مع(من البيان) $n_0 = 4.10^{-2}$ mol

التفاعل	معادلة	$2H_2O_2 = H_2O + O_2$		
حالة الجملة	التقدم (mol)	كميات المادة(mol)		
ابتدائية	0	$n_0 = 4.10^{-2}$	بوفرة	0
انتقالية	x	n_0-2x	بوفرة	x

نهائية	x_{max}	n_0-2x_{max}	بوفرة	x_{max}

3- حساب x_{max} :

نضع : $n_f(H_2O_2)=0$ أي $n_0-2x_{max}=0$ و منه $x_{max}=\frac{n_0}{2}=2.10^{-2}\,mol$

4- سرعة التفاعل: هي تغير التقدم بالنسبة للزمن و تعطى بالعبارة $v=\frac{dx}{dt}$

* لحساب السرعة يجب اظهار $n(H_2O_2)$ في عبارة السرعة،

فمن جدول التقدم لدينا : $n(H_2O_2)=n_0(H_2O_2)-2x$ ،

نستخرج عبارة التقدم x ، فنجد: $x=(n_0(H_2O_2)/2-n(H_2O_2))/2$ ،

و بالاشتقاق بالنسبة للزمن نجد: $\frac{dx}{dt}=-\frac{1}{2}\frac{dn(H_2O_2)}{dt}$

و منه $v=-\frac{1}{2}\frac{dn(H_2O_2)}{dt}$ إذن $v_{20}=-\frac{1}{2}\times\frac{3,35.10^{-2}-0}{0-49}=3,4.10^{-4}\,mol.s^{-1}$

5- - $dn(H_2O_2)/dt$ يعبر عن معامل توجيه المماس في نقطة من المنحنى، و مع مرور الزمن هذه المماسات يتناقص ميلها أي أن قيمة معامل التوجيه تتناقص (يميل أكثر نحو الخط الافقي) إذن السرعة تتناقص بسبب تناقص كمية مادة المتفاعل

6- السرعة الحجمية: $v=\frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$ ، بالتعويض نجد: $v=-\frac{1}{2V}.\frac{dn(H_2O_2)}{dt}$ ،

السرعة الوسطية للتفاعل تكون بين موضعين إذن: $v=-\frac{1}{2V}.\frac{\Delta n(H_2O_2)}{\Delta t}$

ومنه: $v=-\frac{1}{2\times5.10^{-3}}.\frac{10^{-2}-4.10^{-2}}{40-0}=7,5.10^{-2}\,mol.s^{-1}.L^{-1}$

7- من البيان نجد : $t_{1/2}=20s$

لدينا من جدول التقدم: $n_{t1/2}(H_2O_2)=n_0(H_2O_2)-2x(t_{1/2})$

و لدينا حسب التعريف: لما $t=t_{1/2}$ فإن $x(t_{1/2})=x_{max}/2$

و لدينا حسب السؤال(3): $x_{max}=\frac{n_0}{2}$

بالتعويض: $n_{t1/2}(H_2O_2)=n_0(H_2O_2)-n_0(H_2O_2)/2$

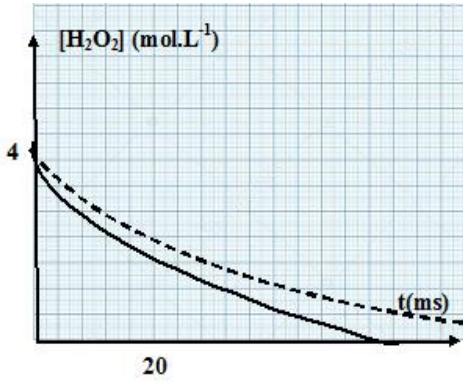
ومنه $n_{t1/2}(H_2O_2)=n_0(H_2O_2)/2$

بالقسمة على حجم الوسط التفاعلي (V) يكون لدينا: $[H_2O_2]t_{1/2}=[H_2O_2]_0/2$

8- تفاعل المعايرة يمتاز بأنه تفاعل سريع و تام

9- حسب تفاعل المتابعة (المعايرة) فإنه عند التكافؤ يكون التفاعل ستوكيومتري أي

$$\frac{n(MnO4-)}{2}=\frac{n(H2O2)}{5}\rightarrow$$



$$\rightarrow V_E=\frac{2n(H2O2)}{5.C}\rightarrow V_E=\frac{2\times 2.10^{-2}}{5\times 0,5}=1,6.10^{-2}L$$

10- إن اختفاء 75% من n_0 يوافق
($0,75\times 4.10^{-2}=3.10^{-2}$mol)
اختفاء 3.10^{-2}mol من الكمية الابتدائية لـ H_2O_2
أي يتبقى 1.10^{-2}mol و من البيان نجد الزمن t=40s
11- نزع الوسيط يقلل من سرعة التفاعل (الشكل المتقطع)

12- لا، لأن الكمية غير كافية لنزع جميع الأكسجين، بل يتحقق تفاعل آخر .

التمرين 24:

معادلة ارجاع H_2O_2 بشوارد I^- في وسط محمض هي:

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow I_{2\,(aq)} + 4H_2O_{(l)} \qquad (1)$$

لمتابعة تشكّل كمية المادة لثنائي اليود خلال الزمن دون تقسيم حجم الوسط التفاعلي إلى عيّنات ، نضيف للجملة الكيميائية كمية معلومة من محلول ثيوكبريتات الصوديوم فيحدث تفاعل أكسدة وارجاع سريع بين ثنائي اليود I_2 المتشكل من التفاعل(1) و شوارد الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ وفقا للمعادلة:

$$2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)} \rightarrow S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)} \qquad (2)$$

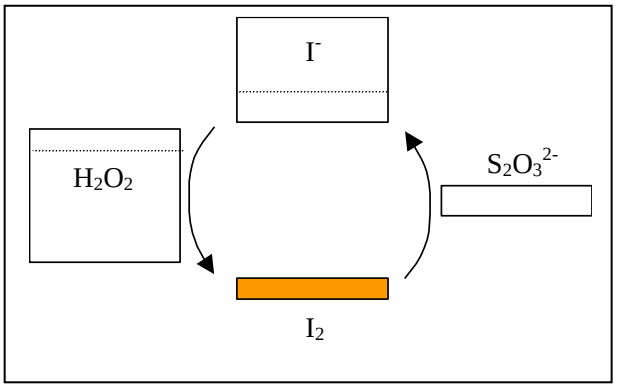
نضع في كأس بيشر موجود على محراك مغناطيسي :
* حجما V_1=20mL من محلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) تركيزه C_1= 0,15mol.L^{-1} .
هذا المحلول وُضع بزيادة.

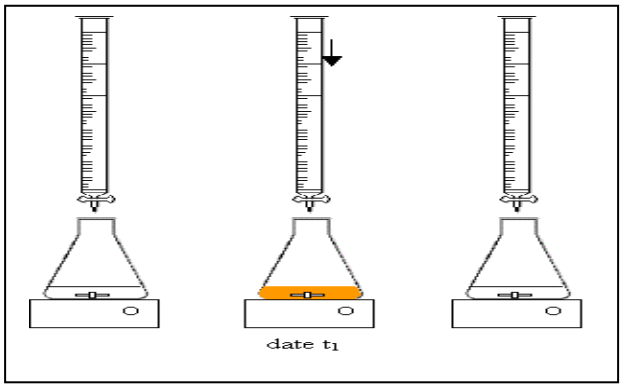
* 100mL من الماء المقطر

* 20mL من حمض الكبريت المركز (1mol.L^{-1})
* 1mL من النشاء

* V=1mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($Na^+ + S_2O_3^{2-}$) تركيزه C_2=0,1mol.L^{-1} .
المزيج عديم اللون.
في لحظة t=0 ، نضيف بواسطة سحاحة حجما V_0=20mL من الماء الأكسيجيني تركيزه C_0= 0,04mol.L^{-1} و نبدأ في قياس الزمن.
نرمز بـ t_1 للزمن الموافق لظهور اللون الأزرق، و نضيف مباشرة V= 1mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($Na^+ + S_2O_3^{2-}$) فيختفي اللون الأزرق.

اللون الازرق يظهر من جديد عند t_2 فنضيف من جديد ومباشرة 1mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم.





تكرّر العملية عدّة مرّات و نجمع النتائج في جدول:

V (mL)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$n(I_2) \times 10^{-5}$ mol	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
t (s)	0	29	62	96	140	186	242	296	366	465	590

1- أكتب المعادلتين النصفيتين لتفاعل المتابعة (2) و تفاعل الأصل (1).

2- بيّن باستعمال معادلتي التفاعلين أن:

$n(I_2)$المتشكل = $n(H_2O_2)$ المختفي = $n(S_2O_3^{2-})/2$ المستعمل

3- لماذا أضفنا للوسط التفاعلي كمية من النشاء؟

4- لماذا نعتبر تركيز شوارد اليود $[I^-]$ ثابت في المحلول ؟

5- كيف يتطور $[H_2O_2]$؟

6- أرسم المنحنى البياني $n(I_2)=f(t)$

7- كيف تتطور سرعة التفاعل و لماذا؟

8- عين كمية المادة لثنائي اليود من أجل زمن كبير جدا.

9- بيّن أن وحدة السرعة الحجمية هي $mol.L^{-1}.s^{-1}$.

حل مقترح

1- الثنائيتين : التفاعل(1): ($S_4O_8^{2-}/S_2O_4^{2-}$) و (I_2/I^-)

التفاعل(2): ($S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$) و (I_2/I^-)

2- لدينا حسب التفاعل(1):

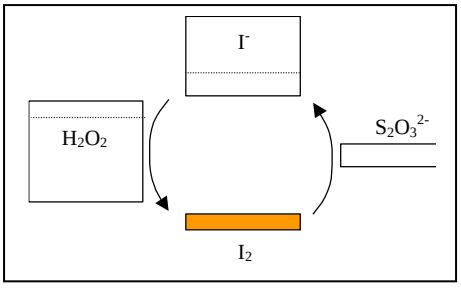
محلول يود البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) وُضع بزيادة إذن المتفاعل المحد هو H_2O_2 و حسب المعادلة إذا تفاعل 1mol من H_2O_2 فإنه ينتج 1 mol من I_2 و منه

إذا تفاعل x mol من H_2O_2 فإنه ينتج x mol من I_2 أي أن المختفي $n(H_2O_2)$ = المتشكل $n(I_2)$

و حسب التفاعل(2): فعند نقطة التكافؤ يكون لدينا : $n(I_2)=n(S_2O_3^{2-})/2$

النتيجة: المستعمل $n(S_2O_3^{2-})/2$ = المختفي $n(H_2O_2)$ = المتشكل $n(I_2)$

3- الهدف من إضافة النشاء للوسط التافعلي هو أن النشاء بوجود I_2 ينتج لونا أزرق و إذا اختفى هذا اللون دلالة على اختفاء I_2 إذن النشاء نحدد به نقطة التكافؤ.



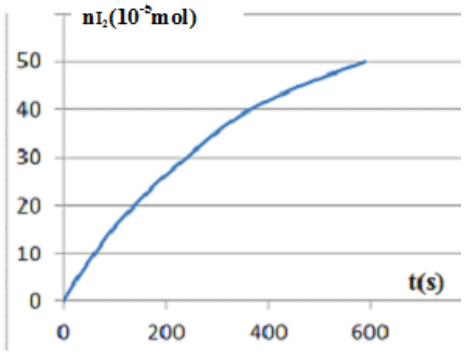
4- لأن الكمية التي تستهلك في التفاعل(1) تتجدد بالتفاعل(2)

5- H_2O_2 متفاعل محد فهو يتناقص إلى الانعدام.

6- المنحنى $n(I_2)=f(t)$

7- سرعة التفاعل تتناقص لأن H_2O_2 يتناقص ،ثناء التحول.

8- بعد زمن كبير يكون لدينا



المستهلك خلال التجربة $n(H_2O_2)$ = المتشكل $n(I_2)$

$= C_0\ V_0=0,04\times0,02=8.10^{-4}mol$

9- نستعمل تحليل الأبعاد:

ت $v_{vol}= (1/V)dx/dt$

$[v_{vol}]=(1/L)(mol)/(s) = mol.L^{-1}.s^{-1}$

التمرين 25:

شوارد اليود (I^-) تتأكسد ببطء بواسطة الماء الأكسجيني (H_2O_2)، في وسط محمض، وفقا للتفاعل التام : $H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow I_{2\,(aq)} + 4H_2O_{(l)}$

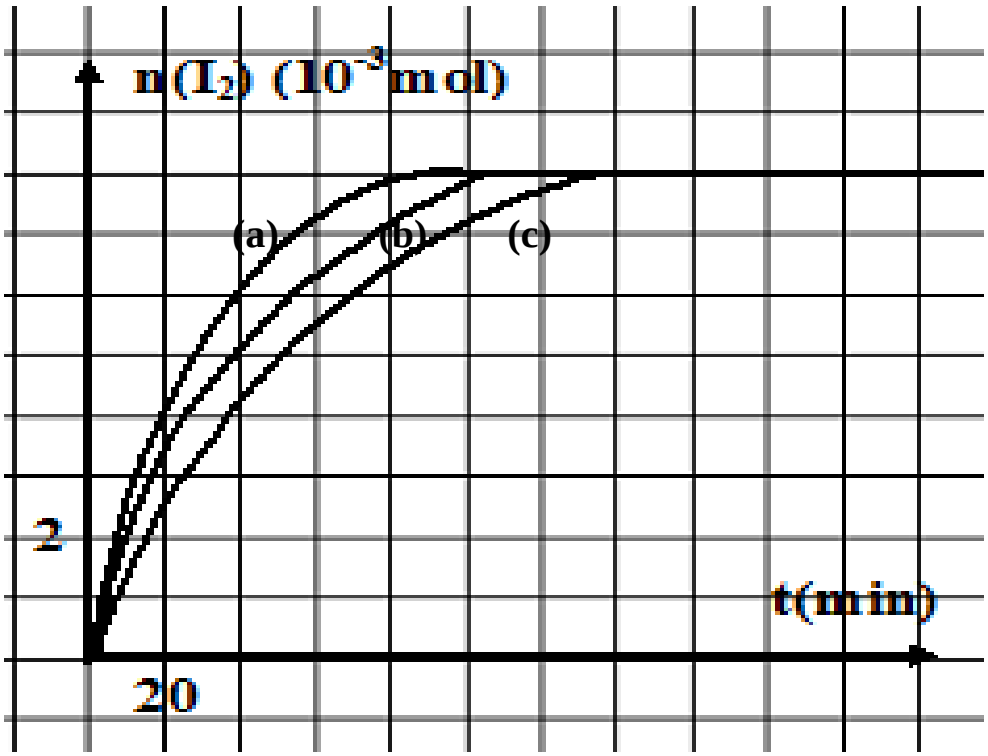
1- متى نقول أن التفاعل بطيء؟

2- تعرّف من خلال المعادلة المدروسة على الثنائيتين للأكسدة و الارجاع الداخلة في التفاعل

3- ثلاثة تجارب انجزت بشروط تجريبية مختلفة موضحة في الجدول التالي:

رقم التجربة	1	2	3
كمية H_2O_2 ($10^{-3}mol$)	x	x	x
كمية I^- ($10^{-3}mol$)	40	80	80
الكمية الابتدائية لـ H_3O^+	بزيادة	بزيادة	بزيادة
درجة حرارة الوسط التفاعلي بـ ^0C	20	40	20

حيث تجهيز مناسب يمكّن لكل تجربة من متابعة تغيرات كمية المادة بالمول لثنائي اليود المتشكل $n(I_2)$. النتائج ممثلة بالمنحنى المرفق.



1.3- هل شوارد H_3O^+ تلعب دور وسيط أم متفاعل في كل تجربة؟ برر

2.3- استنتج قيمة x

3.3- عين من البيان السرعة المتوسطة بين اللحظتين: $t_1=0$ و $t_2=40min$

انطلاقا من البيانات الثلاثة (a) ، (b) و (c).

4.3- أنسب كل بيان للتجربة التي توافقه:

رقم التجربة	1	2	3
البيان الموافق			

4- من أجل التفاعل الأسرع:
عين تركيب المزيج المتفاعل عند اللحظة $t=40min$ ، و سرعة التفاعل عندئذ.

التمرين 26:

لدراسة التطوّر مع الزمن لأكسدة شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ بشوارد بيروكسوديكبريتات $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ ،

ندخل، في اللحظة $t=0$ ، 20ml من محلول بيروكسو ديكبريتات ذي التركيز المولي $C_1= 0,25\ mol.L^{-1}$ في بيشر سعته 250 mL، موضوع فوق المخلاط المغناطيسي ويحتوي على 80 mL من محلول يود البوتاسيوم ذي التركيز المولي $C_2= 0,2\ mol.L^{-1}$. في كل لحظة مختارة نأخذ 5,0 mL من هذا المزيج و نسكبه في بيشر سعته 150 mL يحوي 50mL من ماء شديد البرودة

وبعض قطرات من صمغ النشأ أو التيودان. نعاير محتوى البيشر بمحلول لثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+_{aq}+ S_2O_3^{-2}{}_{(aq)}$) ذي التركيز المولي $C= 0,025\ mol.L^{-1}$ ، ثم نسجل الحجم المضاف عند التكافؤ V_E.

ندوّن النتائج المتحصل عليها في الجدول التالي:

t(min)	3	6	10	15	20	30	40	50	60
V_E(mL)	3.1	5.7	8.5	11.3	13.4	16.2	17.8	18.8	19.3
x(mol)									

1. اكتب معادلة التفاعل (1) المنمذج للتفاعل الحادث علما أن الثائيات (ox/red) الداخلة في التفاعل هي: $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}/SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ ، $I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$
2. أنشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل.
3. لمذا يجب وضع الجزء المأخوذ في 50 mL من الماء شديد البرودة قبل المعايرة ؟
4. تعطى معادلة التفاعل (2) المنمذج لتحول المعايرة:

$$I_{2(aq)}+ 2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = 2I^-_{(aq)}+S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$$

أ. ماهي مميزات هذا التحوّل ؟
ب.بيّن أن تقدم التفاعل(1) يعبّر عنه بالعلاقة : $x=V$
كمية مادة ثنائي اليود المتشكل في التحوّل (1)، التركيز المولي للمحلول المعايِر لثيوكبريتات الصوديوم وحجم المحلول المعايَر المسكوب عند زوال لون المحلول في كل معايرة.
جـ. استنتج العلاقة بين، التركيز المولي للمحلول المعايِرلثيوكبريتات الصوديوم والحجم التكافؤ.
د. أكمل جدول القياسات يعطي .

5. ارسم المنحني $x= f(t)$
6. عين قيمة سرعة التفاعل(1) في اللحظة $t= 25\ min$.
7. احسب التقدم الأعظمي للتفاعل في اللحظة t_∞ ، ثم استنتج قيمة زمن نصف التفاعل للتفاعل (1).

التمرين 27:

شوارد اليود تتأكسد ببطء بواسطة الماء الاكسجيني، في وسط حمضي، وفقا للتفاعل (1).

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow I_{2\,(aq)} + 4H_2O_{(l)}) \qquad (1)$$

لتعيين زمن تشكل ثنائي اليود (I_2) نضيف كمية معلومة من ثيوكبريتات الصوديوم ($Na_2S_2O_3$)، الذي يتفاعل مع ثنائي اليود بوجود النشاء حسب التفاعل السريع (2):

$$I_2 + S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-} \qquad (2)$$

المزيج حضّر بـ 10 mL من محلول يود البوتاسيوم تركيزه 1 mol/L ، 1mL من النشاء ، محلول حمضي، و 2 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم تركيزه 1 mol/L ، كمية من الماء لجعل حجم المزيجV ثابت و يساوي 1 L .
فنحصل على جدول النتائج التالية:

t(min)	1,4	3,0	4,9	7,0	9,5	12,6	16,6	22,3	32,6
$n(I_2)$ mmol	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1- أرسم البيان: $n(I_2) = f(t)$
2- عين قيمة السرعة الحجمية لتشكل ثنائي اليود في اللحظة t=3,3min .
3- ماهي كمية المادة لثنائي اليود المتشكل بعد زمن كبير جدا؟ و ماذا تصبح قيمة السرعة عندئذ؟
4- لدراسة تأثير التركيز المولي لشوارد الأوكسونموم (H_3O^+) على سرعة التفاعل (1) ، نعيد التجربة السابقة في أوساط ذات pH مختلف و نرمز للزمن (t_1) اللازم لتشكل $n_1=10^{-3}mol$ من ثنائي اليود، فنتحصل على النتائج التالية:

pH	$[H_3O^+](mol/L)$	$t_1(min)$
1	10^{-1}	3,3
1,5	$3,2.10^{-2}$	10,4
2	10^{-2}	32,8

كيف تتغير سرعة التفاعل لتشكل ثنائي اليود مع التركيز المولي لشوارد H_3O^+ ؟

التمرين 28:

في الكيمياء تفاعل عدم التناسب (La dismutation) هو نوع خاص من تفاعلات الأكسدة و الارجاع التي يتم فيها حدوث تفاعل أكسدة وارجاع على نفس العنصر من عناصر المواد الداخلة في التفاعل، مما يؤدي في النهاية إلى الحصول على ناتجين مختلفين.

بمعنى العنصر الذي يدخل في تفاعل عدم تناسب يكون مؤكسدا و مرجعا في نفس الوقت. من بين هذه العناصر نذكر شوارد الهيبوكلوريت ClO^- و بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 .

1- يتفاعل محلول الماء الأكسيجيني H_2O_2 مع محلول ماء جافيل NaClO وفقا لمعادلة التفاعل التالية:

$$H_2O_{2(aq)} + ClO^-_{(aq)} = H_2O_{(l)} + O_{2\,(g)} + Cl^-_{(aq)}$$

في لحظة t=0، نمزج في دورق حجما V_1 من محلول الماء الأكسيجيني تركيزه $C_1= 0,4mol.L^{-1}$ مع حجم V_2 من ماء جافيل تركيزه $C_2= 0,3mol.L^{-1}$. نجمع غاز ثنائي الأكسيجين O_2 الناتج و نقيس الحجم VO_2 في شروط معلومة من ضغط و درجة حرارة. فنحصل على الجدول التالي:

t(min)	0	2	4	7	9	12	14	17
VO_2 (mL)	0	35	60	90	110	136	146	155
$x(\times 10^{-3}mol)$								

1.1- عبّر عن التقدم $x(t)$ بدلالة VO_2 و V_m حيث الحجم المولي يساوي $24\ L.mol^{-1}$.
2.1- أتمم جدول القياسات، و أرسم البيان: $x = f(t)$

3.1- احسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t=0$

2- نتابع تطور تحلل محلول مائي من بيروكسيد الهيدروجين(الماء الاكسيجيني) وفق التفاعل:

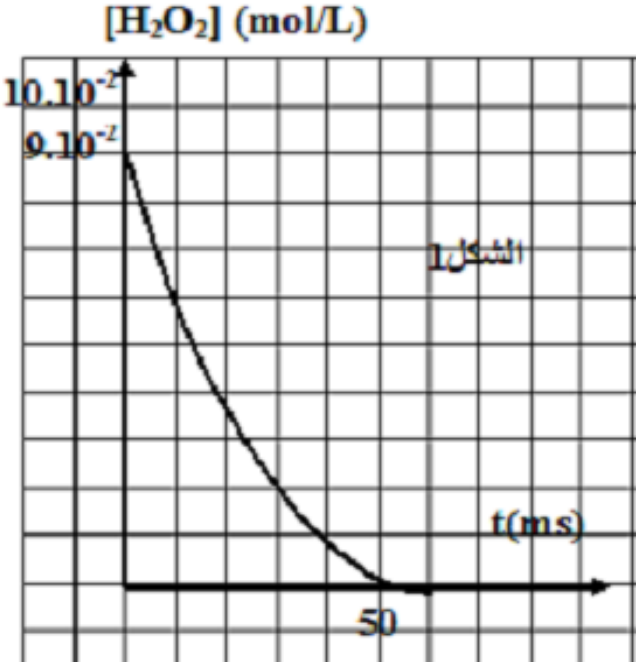
$$2H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$$

تركيزه المولي $[H_2O_2]_0 = 9{,}0\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

تحلل الماء الاكسيجيني يتحقق في الدرجة العادية.

1.2- الماء الاكسيجيني يمثل المرجع للثنائية (O_2 / H_2O_2)
باستعمال المعادلة المنمذجة للتفاعل، أذكر الثنائية الأخرى التي ينتمي إليها الماء الاكسيجيني مع توضيح الدور الذي تلعبه.

2.2- برر باستعمال منحنى الشكل(1) و دون حساب، أننا نعتبر تفاعل تحلل الماء الاكسيجيني بطيء و تام.



الشكل1

3.2- عرّف زمن نصف التفاعل. عيّن قيمته .

3- شوارد الهيبوكلوريت ClO^- يمكنها التحلل تدريجيا إلى شوارد الكلورات ClO_3^- و إلى شوارد الكلور Cl^- .
التفاعل المنمذج لهذا التحول يكتب بالمعادلة :

$$3ClO^- = ClO_3^- + 2Cl^-$$

1.3- ما الذي يدلّ على أنّ التحوّل بطيء؟
2.3- هل يمكن متابعة هذا التحول بقياس الناقلية؟ برّر

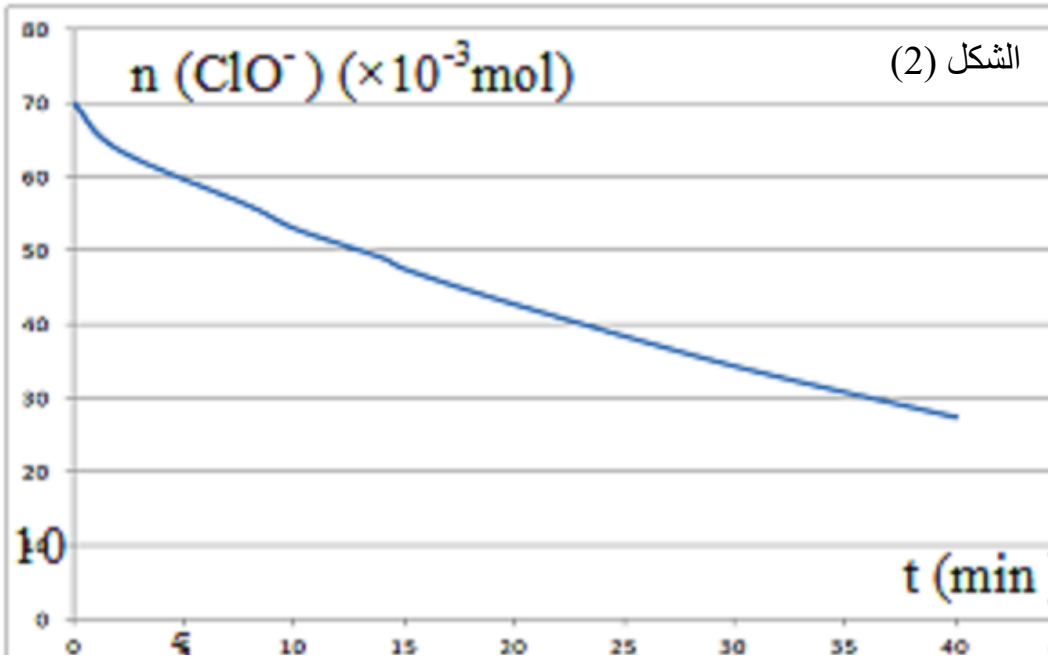
3.3- إحدى المعادلتين النصفيتين الالكترونية التي تحققها شاردة الهيبوكلوريت هي:

$$ClO^- + 2H_2O = ClO_3^- + 4H^+ + 4e^-$$

أكتب المعادلة النصفية الالكترونية الأخرى .

4.3- متابعة هذا التحول مكّنت من رسم الشكل (2) الممثل لتغيرات كمية المادة لشاردة الهيبوكلوريت بدلالة الزمن .

الشكل (2)



أ- انجز جدول تقدم للتفاعل .

ب- عرّف السرعة اللحظية للتفاعل، و بيّن أن عبارتها تكتب بالشكل التالي:

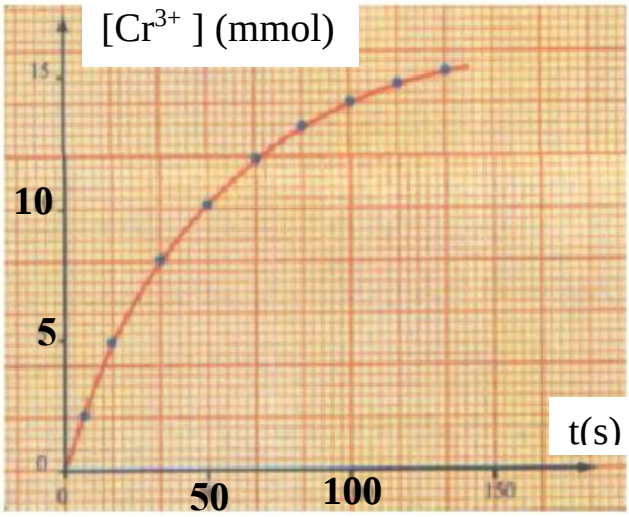
$$v=(-1/3)(dn(ClO^-)/dt)$$

جـ- احسب قيمتها بين اللحظتين $t_1=0s$ و $t_2=20s$ ، ثم استنتج كيف تتطور مع الزمن؟

د- في حالة انجاز التحول بكمية مادة ابتدائية $n=120\ mmol$ ، ماذا نقول عن زمن نصف التفاعل؟

التمرين 29:

1- نحقق أكسدة لمحلول حمض الأكساليك تركيزه $C_1=60mmol/L$، بمزج حجم $V_1=50mL$ منه مع حجم $V_2=50mL$ من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{-2})$ تركيزه المولي الحجمي $C_2=16,7mmol/L$ بوجود زيادة من حمض الكبريت .



ا- أكتب معادلتي نصف الاكسدة ونصف الارجاع ثم معادلة الاكسدة الارجاعية لهذا التحول التام .

ب- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

جـ- احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max}

2- المتابعة الزمنية للتحول السابق

مكنتنا رسم البيان $[Cr^{2+}]=f(t)$

أ- عين بيانيا زمن نصف التفاعل.

ب- بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى

بالعلاقة $V_{vol} = \frac{1}{2}\frac{d[Cr^{+3}]}{dt}$

ثم احسبها عند $t = 0$

يُعطى: ($Cr_2O_7^{2-}/Cr^{2+}$) ، ($H_2C_2O_4$ / CO_2)

حل مقترح

1-أ- كتابة المعادلة الإجمالية للأكسدة و الإرجاع.

$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} + 6e^- = 2Cr^{2+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)}$ معادلةنصفية- إرجاع

$H_2C_2O_{4(aq)} = 2CO_2 + 2H^+_{(aq)} + 2e^-$ معادلة نصفية- أكسدة

بالجمع:

$3H_2C_2O_{4(aq)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} + 6e^- = 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)} + 6CO_2 + 6H^+_{(aq)} + 6e^-$

بعد الإختزال نجد: المعادلة الإجمالية للأكسدة و الإرجاع

$3H_2C_2O_{4(aq)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} = 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)} + 6CO_2$

ب- جدول تقدم التفاعل :

التفاعل	المعادلة	$3H_2C_2O_{4(aq)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} = 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)} + 6CO_2$					
حالة	التقدم	كميات المادة(mmol)					
ابتدائية	0	3	0,835	بزيادة	0	بوفرة	0
انتقالية	x	$n_1 - 3x$	$n_2 - x$	*بزيادة*	$2x$	بوفرة	$6x_{max}$
نهائية	x_{max}	$n_1 - 3x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	بزيادة	$2x_{max}$	بوفرة	$6x_{max}$

جـ- حساب التقدم الأعظمي x_{max} : نفرض $Cr_2O_7^{2-}$ متفاعل محد $0,835\text{-}xmax=0$ ومنه: $x_{max}=0,835.10^{-3}mol$ أصغر مقبول

نفرض $H_2C_2O_4$ متفاعل محد: $3 - 3x_{max}=0$ ومنه: $x_{max}=3/3=10^{-3}$ mol أكبر مرفوض

المتفاعل المحد هو $Cr_2O_7^{2-}$ و $x_{max}=0,835.10^{-3}mol$

2-أ- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ الزمن المستغرق لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي.

تحديد قيمته بيانيا:

لدينا: $[Cr^{3+}] = n_f(Cr^{2+})/V = 1,67.10^{-3}/100.10^{-3} = 1,67.10^{-2}\ mol/L$

من أجل $t_{1/2}$ فإن $[Cr^{3+}]_{max}/2 = 0,835.10^{-2}\ mol/L = 8,35 mmol/L$

بالإسقاط على البيان نجد: $t_{1/2} = 30\ s$

ب- عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة $[Cr^{2+}]$

من جدول تقدم التفاعل: $n(Cr^{2+}) = 2x$

بالتقسيم على الحجم V نجد $[Cr^{3+}] = 2x/V$

ثم بالتشتقاق نجد $d[Cr^{3+}]/dt = (2/V)dx/dt$

لدينا $v_{vol} = (1/V)dx/dt$ وبالتعويض نجد $v_{vol} = (1/2)d[Cr^{2+}]/dt$

حساب قيمة السرعة الجمية عند اللحظة $t=0\ s$: نرسم مماساً في $t=0\ s$ ونختار منه نقطتين لحساب المشتق(ميل المماس)

$$v_{vol} = (1/2)(12.10^{-3} - 0)/(30 - 0) = 0,2.10^{-3}\ mol/L.s$$

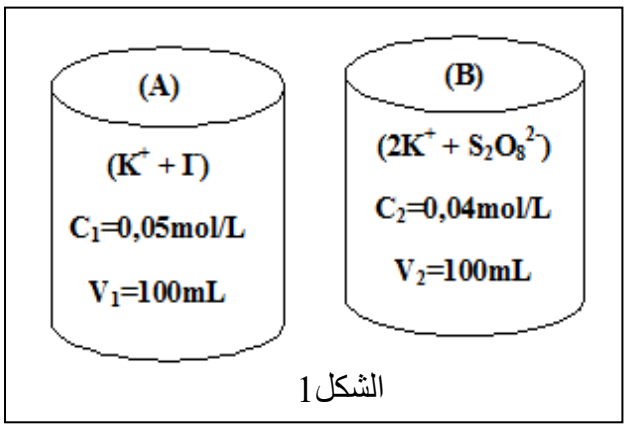
حساب قيمتها عند اللحظة $t=50\ s$:

$$v_{vol} = (1/2)(10.10^{-3} - 3,7.10^{-3})/(50 - 0) = 0,06.10^{-3}\ mol/L.s$$

التمرين 30 :

أكسدة شوارد اليود I^- بواسطة شوارد بيروكيوثنائي الكبريت $S_2O_8^{2-}$ تشكل تفاعل تام و بطيئ معادلته:

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- = 2SO_4^{2-} + I_2 \quad (1)$$



الشكل1

ثنائي اليود I_2 لونه بني مصفر.
نتوفر على كأسي بيشر (A) و (B) كما هو موضح بالشكل1.

في لحظة $t=0$ نقوم بمزج محتوى الكأسين.

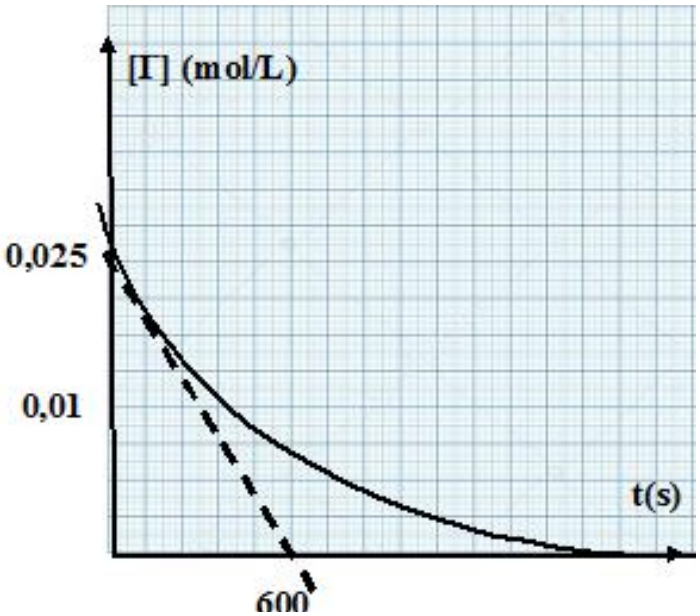
1- الوسط التفاعلي مع مرور الزمن يأخذ لون بني مصفر.
وضح أي الصفتين للتفاعل(1) تام أم بطيئ تبيّنها هذه المشاهدة؟

2- نأخذ في أزمنة متتالية حجما 10mL من الوسط التفاعلي
و نضيف ماء بارد ثم نعايره قصد تعيين كمية ثنائي اليود المتشكّل، هذا العمل يمكّن من رسم المنحنى $[I^-] = f(t)$ الممثل في الشكل2 .

أ- أحد المتفاعلان موجود بزيادة استنتج من البيان هل هو : I^- أم $S_2O_8^{2-}$.

ب- عين بالـ $mol.L^{-1}.s^{-1}$ ، السرعة الحجمية لاختفاء I^- عند اللحظة t=0 .

3- نعيد التجربة حيث نضع في الكأس(A) كتلة من يود البوتاسيوم الصلب مقدارها 1,652g .
ثم نضيف الماء للحصول على محلول حجمه 100mL.
بعد ذلك نقوم بمزج محتوى الكأسين.
على نفس المنحنى ارسم شكل البيان $[I^-]=f(t)$ و قارن السرعتين الابتدائيتين لاختفاء شوارد اليود.



المعطيات: M(K)=39,1g/mol ; M(I)=126,1g/mol

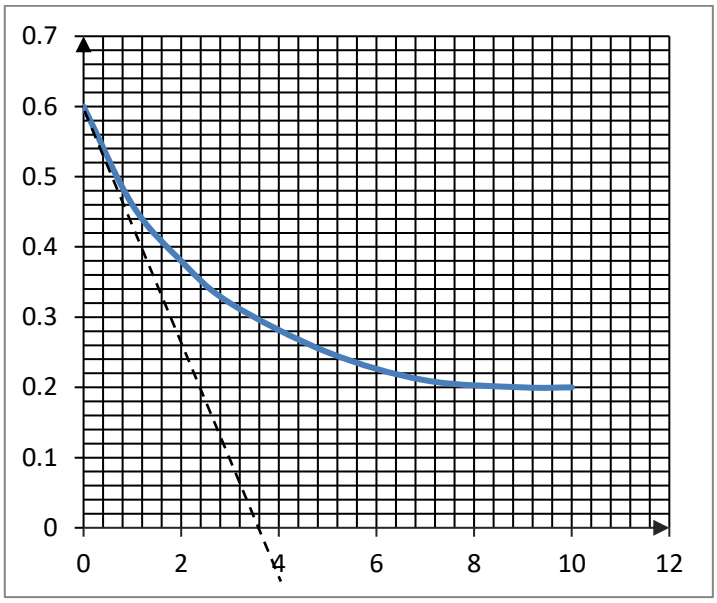
التمرين31:

لدراسة التحول الحادث بين معدن المغنيزيوم ومحلول حمض كلور الماء ندخل كتلة m من معدن المغنيزيوم Mg في بيشر به محلول حمض كلورالماء($H_3O^+ + Cl^-$) حجمه V=50 mL وتركيزه المولي C . التحول الكيميائي الحادث منمذج بالتفاعل.

$$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} = H_{2(g)} + Mg^{2+}_{(aq)} + 2H_2O$$

نتابع تغيرات تركيز شوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ بدلالة الزمن عند درجة حرارة ثابتة $\theta_1 = 25^0C$

فنحصل على البيان $[H_3O^+] = f(t)$.



1- باستعمال البيان:

أ- تحقق أن قيمة C هي 0,6 mol/L

ب- بيّن أن قيمة زمن نصف التفاعل هي $t_{1/2}$=1,6 min .

جـ - حدد المتفاعل المحد .

2- أنجز جدول تقدم التفاعل السابق.

3- احسب قيمة التقدم الأعظمي ثم استنتج قيمة الكتلة m .

4- عرّف سرعة التفاعل وبيّن أن عبارتها بدلالة $[H_3O^+]$ تكتب: $v=(-V/2)d[H_3O^+]/dt$

5- احسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t=0$

6- أثبت أن سرعة التفاعل تتناقص أثناء التحوّل الكيميائي، وفسّر مجهريا سبب هذا التناقص .

7- إذا أجرينا التجربة السابقة عند الدرجة $\theta_2 = 40^0C$. أرسم على نفس البيان شكل المنحنى الجديد.

يُعطى : $M(Mg)=24g/mol$

حل مقترح

1-أ- من البيان و من أجل $t=0$ فإن $[H_3O^+]=0,6\ mo/L$

ب- من البيان $t_{1/2}=1,6\ min$

جـ- عند t_f تركيز شوارد الهيدرونيوم لا تنعدم إذن المتفاعل المحد هو Mg

2- جدول التقدم

المعادلة	التقدم	$+Mg$	$2H_3O^+=$	$2H_2O$	$+Mg^{2+}$ +	H_2
ح.إ	0	$n_0=m/M$	0,03	بوفرة	0	0
ح.و	x	n_0-x	$0.03-2x$	//	x	x
ح.ن	x_f	n_0-x_f	$0.03-2x_f$	//	x_f	x_f

3- في الحالة النهائية $n_f(H_3O^+)=0,2\times50.10^{-3}mol=10^{-2}mol$

$n_f(H_3O^+)= 0,03-2x_{max}$

$0,01=0,03-2x_{max}$

$x_{max}=(0,03-0,01)/2=0,01mol$

* لدينا $n_0=m/M$ ← $m=n_0M=0,01\times24=0,24\ g$

4- تعريف سرعة التفاعل :هي مشتق التقدم بالنسبة للزمن، عبارتها $v=dx/dt$

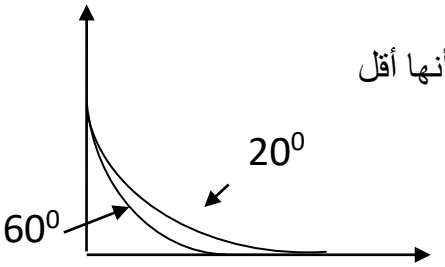
* $n(H_3O^+)= 0,03-2x$ بالقسمة على V $[H_3O^+]=0,01/V-2x/V$

بالاشتقاق $d[H_3O^+]/dt=0-(2/V)dx/dt$

بالتعويض في عبارة السرعة : $v=(-V/2)d[H_3O^+]/dt$

5- حساب سرعة التفاعل عند t=0 : $v=(-V/2)(0-0,6)/(3,6-0)= 4,16.10^{-3}mol$

6- برسم المماسات للمنحنى نلاحظ أنها تتناقص
أو نحسب السرعة عند لحظة أخرى و بمقارنتها مع v(t=0) فنلاحظ أنها أقل



* التفسير المجهري : عند رفع درجة الحرارة تزداد

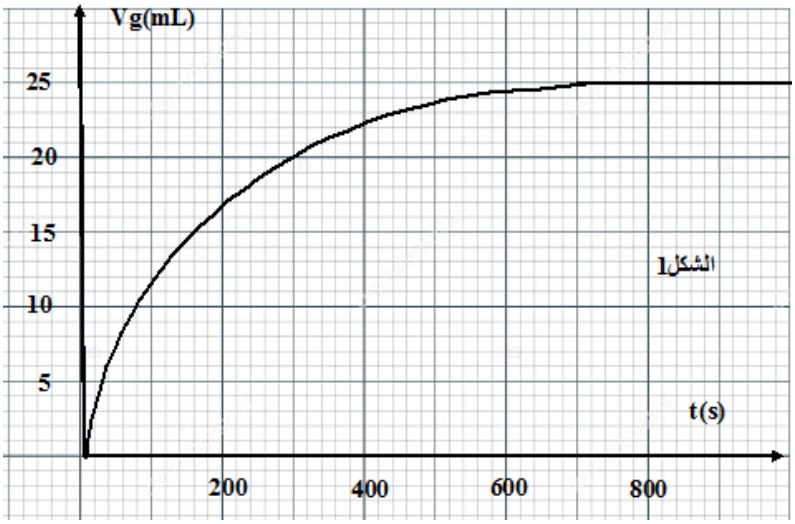
الإصطدامات الفعالة بين الأفراد الكيميائية

وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .

التمرين32:

1- عند اللحظة t=0 نفاعل كتلة m=0,4g من رقاقات معدن المغنيزيوم النقي (Mg) مع حجم V=20 mL من محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه C=0,1 mol/L . نقوم بجمع غاز ثنائي الهيدروجين الناتج. نرمز لحجم غاز ثنائي الهيدروجين الناتج عند اللحظة t بـ Vg.
منحنى الشكل (1) يبين تطور Vg بدلالة الزمن.

1.1- أكتب معادلة التفاعل الحادث الذي نعتبره تام، علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هي (H_3O^+/H_2) ، (Mg^{2+}/Mg)



2.1- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلان و أنجز جدول التقدم.

3.1- عين المتفاعل المحد و قيمة التقدم الأعظمي للتفاعل.

4.1- هل نتائج السؤال (4.1) توافق منحنى الشكل (1)

5.1- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و عين قيمته.

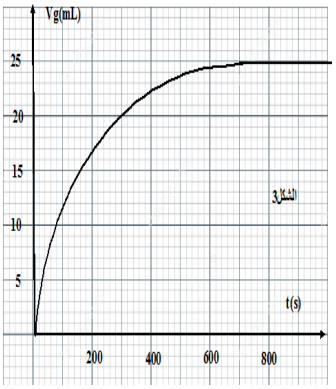
6.1- احسب التقدم x عند اللحظة t=200 s

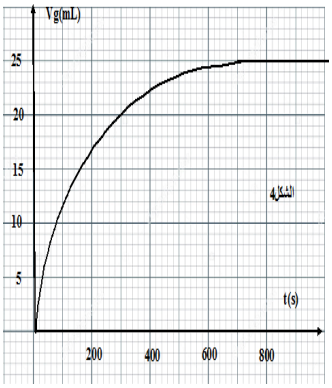
2- أكمل منحنيات الأشكال 2 ، 3 و 4 في حالة إعادة التجربة وفقا للشروط التالية

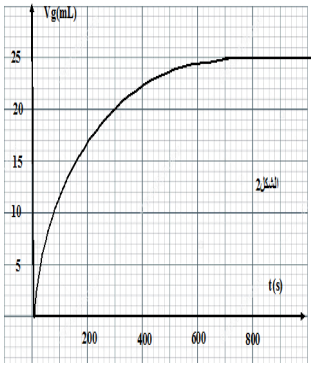
الشكل (2): استعمال معدن المغنزيوم على شكل مسحوق بدل رقاقات.

الشكل (3): تثبيت درجة الحرارة عند 10^0C بدل درجة الحرارة العادية للمخبر.

الشكل (4): استعمال حجم 10 mL من محلول حمض كلور الماء بدل 20 mL .







التمرين 33:

1- قصد تعيين نسبة الحديد الموجودة في خليط يتألف من الحديد والكربون، نقوم بمعالجة 10g من الخليط بمحلول حمض الكبريت المركز و بالزيادة حيث المعادلة المنمذجة لهذا التحول هي:

$$Fe_{(s)} + 2H^{+}_{(aq)} = Fe^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

أ- أذكر تعريف المؤكسد و المرجع

ب - استنتج المعادلتين النصفيتين الداخلتين في التفاعل.

2- نكمل المزيج بالماء قصد الحصول على محلول S_1 تركيزه C_1 و حجمه 1L .

نأخذ $V_1 = 10\ mL$ من المحلول S_1 ونعايره بمحلول S_2 من برمنغانات البوتاسيوم تركيزه $C_2 = 0{,}020\ mol / L$. فتتأكسد شوارد الحديد الثنائي وفقا للمعادلة الكيميائية:

$$5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^{-}{}_{(aq)} + 8H^{+}_{(aq)} = 5\ Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O$$

و يحدث التغيّر اللوني عند إضافة $V_{2E} = 16{,}8\ mL$ من المحلول S_2.

أ- أنشئ جدول تقدم تفاعل المعايرة.

ب- عرّف التكافؤ، كيف نعينه ؟

جـ- احسب C_1

د- أحسب كتلة الحديد الموجودة في 10 g من الخليط.

3 - هل التفاعلان المدروسان يشكلان تفاعلات سريعة أم بطيئة ؟

المعطيات :

* الكتلة المولية الذرية للحديد : 56 g / mol

* ثنائيات الاكسدة و الارجاع : $Fe^{2+}_{(aq)} / Fe_{(s)}$ ، $Fe^{3+}_{(aq)} / Fe^{2+}_{(aq)}$ ،

$H^+_{(aq)} / H_{2\,(g)}$ ، $MnO_4^-{}_{(aq)} / Mn^{2+}_{(aq)}$

حل مقترح

1- أ-

- المؤكسد هو كل فرد كيميائي بامكانه اكتساب الكترون (أو اكثر) e^-

- المرجع هو كل فرد كيميائي بامكانه التخلي عن الكترون (أو اكثر) e^-

ب-المعادلتين النصفيتين :

$$Fe_{(s)} = Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- = H_{2(g)}$$

2- أ- بجدول تقدم التفاعل:

		$5Fe^{2+}+$	MnO_4^-+	$8H^+=$	$5\ Fe^{3+}$	$+\ Mn^{2+}$	$+\ 4H_2O$
ح. إ	0	$n_1=C_1V_1$	$n_2=C_2V_2$	بزيادة	0	0	مذيب
أثناء	x	n_1-5x	n_2-x	بزيادة	$5x$	x	مذيب
ح.نهـ (تكافؤ)	x_f	n_1-5x_E	n_2-x_E	بزيادة	$5x_E$	x_E	مذيب

ب- عند التكافؤ: يكون التفاعل ستوكيومتري، أي: $n_1-5x_E=0$ و $n_2-x_E=0$ ومنه : $5n_2=n_1$

بالتعويض: $C_1=(5C_2.V_2)/V_1=7{,}1.10^{-2}$ mol/L

جـ -

المحلول S_0 حجمه 1000mL إذن، $n(Fe^{2+}) = C_1.V_0=7{,}1.10^{-2}$ mol

الكتلة الموافقة لـ $n(Fe^{2+})$: $m(Fe)= 7{,}1.10^{-2}.55{,}8=3{,}96$ g

لدينا 10g من المنتوج تحتوي على 3,96g من الحديد و في 100g من المنتوج بها 39,6g

النسبة الكتلية المئوية للحديد في المنتوج هي: 39,6%

4.3- التفاعل الأول بطيء و التفعل الثاني سريع.

التحولات النووية

لتمرين 01:

النشاط الاشعاعي الطبيعي (الخاص بالانوية الموجودة في الطبيعة) اكتشف سنة 1896 عن طريق الصدفة من طرف الفرنسي هنري بيكورال (1852- 1908) عندما أتلفت ألواحه الفوتوغرافية بسبب تواجدها مع اليورانيون. هذا النشاط يتمثل في اشعاع يصدر عن ذرات أنويتها غير مستقرة .
اصدار النشاط الاشعاعي β^+ و β^- يواكبه عادة اشعاع كهرومغناطيسي γ يملك خصائص الضوء، فباصداره تعود النواة الابن المثارة ، الناتجة عن تحول النواة الأب المشع، إلى حالتها الطاقوية الأساسية.

1- دراسة النص:

أ- من بين الاشعاعات التي درستها، أذكر التي لم يتعرض لها النص أعلاه، مع ذكر مكوناتها.

ب- هل يوجد نشاط اشعاعي غير طبيعي؟ أذكره

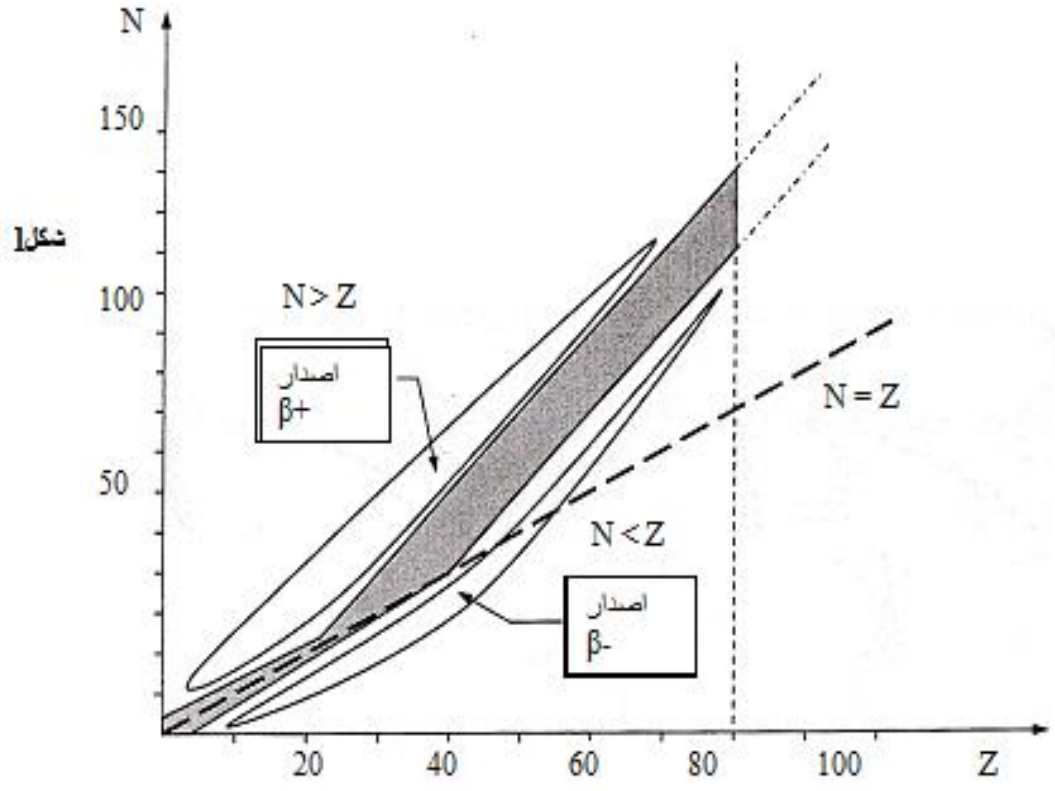
جـ ما المقصود باشعاع مشرّد؟

د- بفرض النشاطين α و β صدرا و لهما نفس الطاقة، أيهما ينفذ أكثر في المادة؟

هـ هل يتغير العنصر المشع عندما يحدث له تحول نووي؟

و - برأيك ما الذي سبب تخريب اللوح الفوتوغرافي في تجربة بيكورال ؟

2- الشكل المرفق يمثل مخطط (Z ,N) حيث Z عددالبروتونات، N عدد النيترونات.



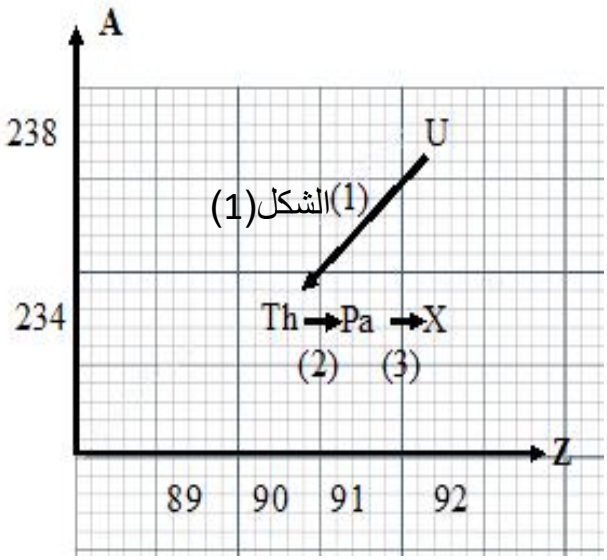
شكل1

1.2- ماذا تمثل المنطقة الرمادية في مخطط(Z, N) ؟

2.2- صحح الخطأ الموجود على الشكل المرفق .

3.2- ماذا يعني المستقيم المتقطع الشاقولي؟

3- المخطط المقابل وضح الأنوية الأولى للعائلة المشعة لليورنيوم $^{238}_{92}U$ ذو زمن نصف عمر يساوي $t_{1/2}=4,47.10^9$ ans



1.3- أكتب معادلات التفكك (1) ، (2) و (3) والتي تحقق التفكك من اليورانيوم إلى العنصر X ، مع ذكر قانوني الانحفاظ و تحديد نوع الاشعاع المنبعث خلال كل تفكك.

2.3- عين اسم و رمز العنصر X .

3.3- اعط تفسيرا لميكانيزم (آلية) التفكك (3) .

4.3- عند اللحظة التي تاريخها t =0 تتوفر لدينا عينة من اليورانيوم 238 كتلتها $m_0=10$ mg .

أ- عين قيمة النشاط الاشعاعي A للعينة عند t =0

ب- أوجد المدة اللازمة لتفكك % 90 من هذه العينة.

حل مقترح

ت 1- أ- الاشعاع الذي لم يذكره النص هو (α) ،يمثل نواة هيليوم بها 2 بروتون و 2 نوترون

ب- نعم، النشاط الاشعاعي β^+

جـ- أي يجعل الاجسام التي يصطدم بها تشرد

د- β

هـ- نعم

و- الاشعاع المنبعث من نواة اليورانيوم

1.2- تمثل المنطقة الرمادية في مخطط(Z, N): وادي الاستقرار

2.2- الأنوية الموجودة فوق الوادي يكون بها عدد أكبر من النوترونات و بالتالي تصدر β^- .

وفقا للمعادلة: $^1_0n \longrightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$

3.2- المستقيم المتقطع الشاقولي يمثل العناصر التي جميع أنويتها مشعة.

1.3- نطبق قانونا الانحفاظ: $A_1=A_2+A_3$ ، $Z_1=Z_2+Z_3$

$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^1_1He$ ، اصدار α

$^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^0_{-1}e$ ، اصدار β^-

$^{234}_{91}Pa \longrightarrow {}^{234}_{92}X + {}^0_{-1}e$ ، اصدار β^-

2.3- Z العنصر X يساوي 92 إذن هو اليورانيوم U

3.3- $^1_0n \longrightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$

4-أ- $A_0=\lambda N_0 = \lambda m_0 N_A/M$

مع $N_0= m_0N_A/M$ و $\lambda=\ln 2 / t_{1/2}$

$t_{1/2}=4,7.10^9\times365\times24\times3600=$

$A_0=\lambda N_0 = (\ln 2)m_0N_A/Mt_{1/2}=$

ب- يتفكك 90% يعني يتبقى 10% لأن قانون التناقص خاص بالأنوية المتبقية إذن

$A(t1)=(10/100)A_0 = A_0e^{-(\ln 2 /t1/2)\times t1}$

$1/10 = e^{-(\ln 2 /t1/2)\times t}$ بادخال ln على الطرفين: $\ln(1/10) = -(\ln 2 /t_{1/2})\times t_1$

$t_1= \ln(1/10) / -(\ln 2 /t_{1/2}) =$

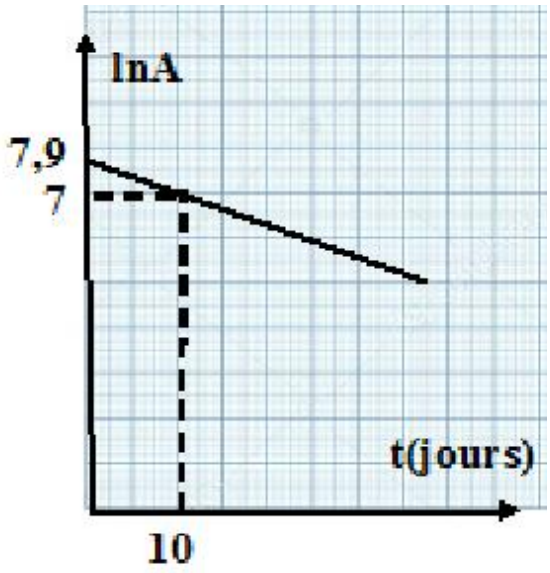
التمرين 02:

1- لليود نظير طبيعي واحد هو $^{127}_{53}I$ وهو غير مشع، على عكس نظيره الاصطناعي $^{131}_{53}I$ المشع و ذي النشاط الإشعاعي β^-. أكتب معادلة تفكك اليود131 . و هل هذا التحول نووي أم كيميائي؟.

2- نتوفر على عينة من اليود تحوي، عند اللحظة t = 0 ، على N_0 نواة مشعة من $^{131}_{53}I$.

بيّن أن النشاط A(t) في لحظة t يحقق العلاقة : $\ln A(t) = -\lambda.t + \ln(\lambda N_0)$

3- بواسطة عدّاد للنشاط الاشعاعي نتابع خلال الزمن النشاط A(t) للعينة فنحصل على المنحنى المرفق.



أ – باستعمال البيان، استنتج قيمة ثابت النشاط الإشعاعي λ و القيمة الابتدائية N_0 للانوية في العينة .

ب - أحسب عدد الدقائق β^- الصادرة عند اللحظة t=10jours

4- إذا علمت ان طاقة الربط لنواة الهيليوم هي:

$E_l(^4_2He) = 28{,}41Mev$ ، قارن مع التعليل استقرار النواتين: $^{131}_{53}I$ و ^4_2He.

المعطيـــات: $m_n = 1.0087u$ ،

$m_p = 1.0073u$ ، $m(^{131}_{53}I) = 130.9434u$ ، $1u = 931.5Mev/c^2$،

$1Mev = 1.6\times10^{-13}J$ ، $C = 3\times10^8 m/s$،

* مستخرج من الجدول الدوري للعناصر:

الرمز	Te	I	Xe	Cs
العدد الذري	52	53	54	55

حل مقترح

1 معادلة تفكك اليود: $^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{0}_{-1}e$

2 التحول نووي

3 النشاط الاشعاعي مصدره النواة حيث نيترون يتحول إلى بروتون: $^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e$

2.أ عبـــارة قانون التناقص: $N(t) = N_0.e^{-\lambda t}$

2.ب عبارة $\ln A(t)$: $A(t) = \dfrac{-dN}{dt}$

$A(t) = \lambda N_0.e^{-\lambda t} \rightarrow \ln A(t) = \ln\left(\lambda N_0.e^{-\lambda t}\right) \rightarrow \ln A(t) = -\lambda t + \ln \lambda N_0$

3.أ البيان خط مستقيم معادلته من الشكل: $\ln A(t) = at + b$

3.ب استنتاج λ: بيانيا: $\ln A(t) = at + b$ و نظريا: $\ln A(t) = -\lambda t + \ln A_0$

من العلاقتين نجد: $a = -\lambda \Rightarrow \lambda = -a$

حساب a: $a = \tan\alpha = \dfrac{\Delta \ln A}{\Delta t} = \dfrac{7 - 7{,}9}{10 - o} \rightarrow a = -0.09$

$\lambda = 0{,}09\, jours^{-1}$

قيمة النشاط الابتدائي: $7{,}9 = 0 + \ln A_0 \rightarrow A_0 = 2697{,}3Bq$

3.جـ تعريف $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الانوية الابتدائية $N(t_{1/2}) = \dfrac{N_0}{2}$

* حسابه: $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$ و منه $t_{1/2} = \dfrac{0.69}{0.09} = 7{,}7\, jours$

3.هـ العدد الابتدائي N_0: $A_0 = \lambda N_0 \rightarrow N_0 = \dfrac{A_0}{\lambda} = 2{,}6.10^{9}\, noyaux$

مع $\lambda = 1{,}04.10^{-6} s^{-1}$

4 حساب طاقة الربط للنواة $^{131}_{53}I$: $El = \Delta m.c^2$

$\Delta m = Z.mp + (A - Z)mn - m(^{131}_{53}I)$ 53,3869

$\Delta m = (53 \times 1{,}0073 + 78 \times 1{,}0087) - 130{,}9434 = 1{,}1221$ u

$El = 1{,}1221 \times 931{,}5 = 1045{,}23$ MeV

$El = 1045{,}23 \times 1{,}6.10^{-13} = 1672{,}377.10^{-13}$ J

ب/ حساب El لكل نوية:

$El(I) = El/A = 1045,23/131 = 7,91$ MeV

$El(He) = El/A = 28,41/4 = 7,10$ MeV

جـ إستقرار النواة : النواة الأكثر استقرارا هي: $^{131}_{53}I$ لأن لها طاقة الربط لكل نوية أكبر.

التمرين 03 :

يعتبر اليود أحد نواتج التفاعلات النووية، فهو يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية مثل (la tri-iodothyromine) و حاجة جسم الإنسان إلى اليود هي أكثر من ضرورة، حيث يكتسبه الجسم على شكل شوارد (I^-) على مستوى الغدة الدرقية.يستخدم اليود 131 في معالجة الغدة الدرقية، إذ يسمح بإتلاف خلايا الغدة الدرقية المتبقية بعد بترها وكذلك بمعالجة مضاعفات المرض.

1- لليود نظير طبيعي واحد هو ^{127}I وهو غير مشع، على عكس نظيره الاصطناعي ^{131}I المشع و ذي النشاط الإشعاعي β^- و الذي يستعمل بكثرة في مجال الطب.

1.1- أكتب معادلة تفكك اليود131 حيث النواة المتولدة تنتمي لعنصر الزينون (Xe) التي يطلب تحديد مكوناتها.

2.1- هل هذا التحول نووي أم كيميائي؟

3.1- ما هي الغدة المسئولة عن تثبيت اليود في جسم الإنسان؟

4.1- السكان القاطنين بجوار المحطات النووية تتسلّم من الحكومة أقراص من اليود 127، على شكل يود البوتاسيوم ، تؤخذ في حالة تسرب لإشعاعات اليود 131. علل هذا الغرض؟

2 - عينّة من اليود 131 نشاطها الابتدائي هو : $A_0 = 32\times10^6$ Bq حيث $A(t) = A_0 e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}}.t}$

1.2- احسب نشاط هذه العينة وفـق الجدول التالي ثم أكمل الجدول :

t (jour)	$t_{1/2}$	2 $t_{1/2}$	3 $t_{1/2}$	4 $t_{1/2}$	5 $t_{1/2}$	6 $t_{1/2}$	7$t_{1/2}$
A (Bq)							
ln A							

2.2 - مثّل المنحنى: $\ln A = f(t)$ ، و استنتج منه قيمة ($t_{1/2}$) .

3.2 - ما هي اللحظة التي يصبح فيها هذا النشاط مساويا لـ : 10^6 Bq ؟

4.2- إن محلول اليود 131 يستعمل كراسم إشعاعي قصد تشخيص المرض. وعادة تعطى للمريض جرعتان من اليود131حتى تكون نتائج الفحص فعّالة. بشرط أن تكون المدة الزمنية بين الجرعتين هي

81 يوما، لكي لا تؤثر الجرعة الأولى على مفعول الجرعة الثانية أثناء التشخيص. بيّن أن الجرعة الأولى لا تؤثر على الرسم الإشعاعي الناتج عن الجرعة الثانية.

قصد حل مقترح

1.1- المعادلة النووية: ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

$53 = Z + (-1)$ ومنه $Z = 54$ و $A = 131$ ، فالنواة الإبن هي : ${}^{131}_{54}Xe$ إذن ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

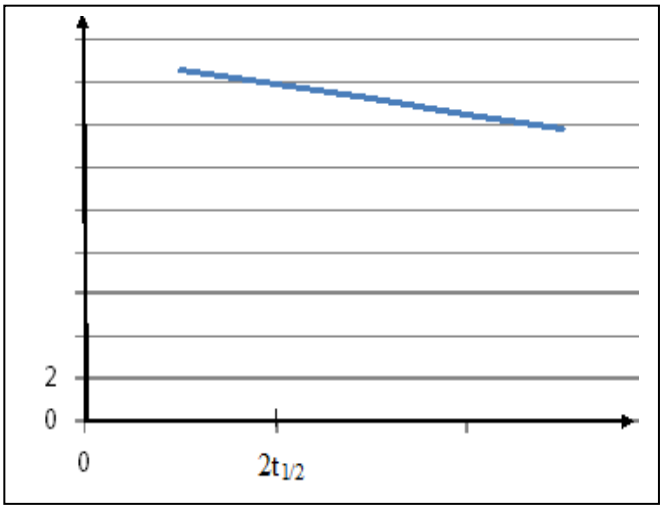
2.1- الغدة المسؤولة هي : الغدة الدرقية

3.1- حتى لا يمتص من طرف الجسم فعندما يصل اليود 131 إلى الجسم يجد المكان قد أخذه اليود 127 أي أن الجسم أصبح مشبع.

1.2-

t (jour)	$t_{1/2}$	2 $t_{1/2}$	3 $t_{1/2}$	4 $t_{1/2}$	5 $t_{1/2}$
A (Bq)$\times 10^7$	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
Ln A	16,58	15,89	15,20	14,50	13,81

2.2. المنحنى lnA = f(t)



$$A(t) = A_0.e^{-\lambda t}$$

$$\ln A(t) = \ln\left(A_0.e^{-\lambda t}\right)$$

$$(1) \ldots\ldots \quad \ln A(t) = -\lambda t + \ln A_0$$

بيانيا: $\ln A(t) = at + b$ ..... (2)

بالمطابقة بين (1) و (2) نجد :

$$a = -\lambda \Rightarrow \lambda = -a$$

حساب a :

$$a = \tan\alpha = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} = \frac{16{,}58 - 15{,}2}{8{,}1 - 24{,}3} = -0{,}085\, jour^{-1}$$

$$\lambda = 0{,}085\, jour^{-1} = 9{,}83.10^{-7}\, s^{-1}$$

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A} = 13{,}68\, jour \quad .3.2$$

3. إن 81jour يوافق $10t_{1/2}$ أي أن النشاط عندئذ يكون:

$$A(10t_{1/2}) = A_0 e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}}.10t_{1/2}} = A_0 e^{-10\ln 2} = A_0 e^{\ln(2^{-10})} = \frac{A_0}{2^{10}} = 0{,}003.10^7\, Bq$$

بمقارنتها مع A_0 يمكن اعتبارها مهملة

التمرين 04:

للحصول على تفاعل اندماج ، يجب تقريب نواتين من بعضهما البعض، مع العلم أنه يحدث بينهما تنافر بسبب تماثل اشارة الشحنة الكهربائية. و هذا يتطلب تقديم طاقة حتى يصبح تأثير القوة الكهربائية ضعيف أمام القوة النووية. تفاعل الاندماج المشهور يكون بين الدوتيريوم و التريتيوم . الآن جل الابحاث تدرس كيفية التحكم في تفاعل الاندماج بسبب الكمية القليلة من النفايات المشعة التي يخلفها و كذلك يحتاج أنوية الهيدروجين المتوفرة على الارض على شكل ماء.

1- من نظائر عنصر الهيدروجين (H) نجد الديتريوم و التريتيوم حيث الديتريوم نواته بها 1 بروتون و 1 نيترون، أمّا التريتيوم فنواته بها 1 بروتون و 2 نيترون.

أ- عرف مصطلح نظير

ب - كيف نرمز لهاتين النواتين وفقا للترميز ${}^{A}_{Z}X$ ؟

جـ- ما المقصود بتفاعل الاندماج؟ و ماهي الفائدة من هذا التفاعل؟

د- أكتب معادلة التفاعل النووي للاندماج بين نواة الديتيريوم و نواة التريتيوم حيث تتشكل نواة الهيليوم ${}^{4}_{2}He$ و نوترون .

هـ- مستعينا بالجدول التالي:

طاقة الربط للديتيريزم	طاقة الربط للتريتيوم	طاقة الربط للهيليوم
E_l = 2,224 MeV	E_l = 8,481 MeV	E_l (^4_2He) = 28,29 MeV

أحسب الطاقة E المحررة عن هذا التفاعل.

و- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية.

2- حتى يحدث الاندماج فإن أنوية الدوتيريوم و التريتيوم تتلامس و هذا يتحقق برفع درجة

الحرارة مما يؤدي إلى اكتساب الأنوية لطاقة حركية كبيرة مقدرة بـE_C = 0,35 MeV

ماهي قيمة درجة الحرارة التي تجعل الاندماج ممكنا علما أن 1 eV يوافق بالكلفن 7700 K.

3- أجرى العالم رذرفورد أوّل تفاعل صناعي بقذفه نواة آزوت ^5_2He بجسيمات ألفا ^5_2He و ينتج أحد النظائر المستقرة للأكسجين و هو $^{17}_8O$ ، الذي يستعمل في مجال الرنين المغناطيسي النووي وفق المعادلة الآتية: $^4_7N + {}^4_2He = {}^{17}_8O + {}^1_1H$

1.3- كيف نسمي هذا النوع من التفاعلات النووية؟

2.3- احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة الآزوت.

3.3- احسب مقدار طاقة هذا التفاعل. هل التفاعل ناشر أم ماص؟

4.3- هل التفاعل يحدث تلقائيا أم لا؟ برر

5.3- ما أهمية هذا التفاعل النووي؟

المعطيات:

m(O)=17,0045 u ، m(N)=14,0075 u ، m(He)=4,0039 u ،

m(p)=1,0073 u ، m(n)=1,0089 u ، $1\ u=931,5MeV/c^2$

حل مقترح

1- أ- نسميها نظائر لأنها تملك نفس العدد من البروتونات و تختلف في عدد النيترونات

1- ب- النواتان لهما نفس عدد البروتونات فهي تنتمي لعنصر الهيدروجين.
يمكن الترميز لها بـ $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$

1-جـ- تفاعلالاندماج هو تفاعل نووي مستحدث، حيث أثناءه نواتين خفيفتين تتحدان لتشكيل نواة أثقل.
يواكب هذا التفاعل تحرير طاقة كبيرة.

الفائدة: النفايات المشعة التي يخلفها الاندماج قليلة

المادة التي يحتاجها التفاعل هي أنوية الهيدروجين و هي متوفرة على الارض على شكل ماء.

يحرر التفاعل طاقة كبيرة.

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

1-هـ- عبارة الطاقة المحررة

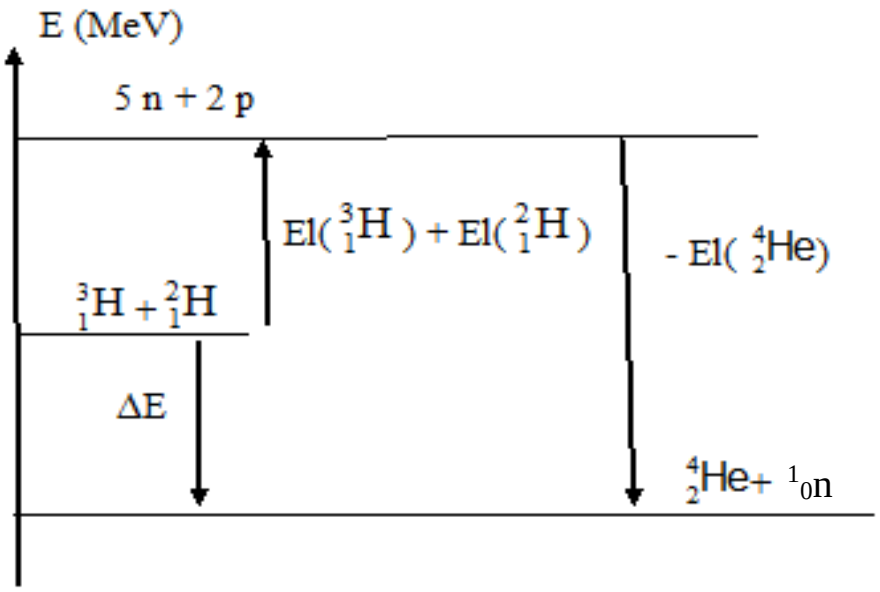
$$E = \Delta m.c^2 = (m(^{3}_{1}H) + m(^{2}_{1}H) - m(^{4}_{2}He) - m(^{1}_{0}n))c^2$$

كذلك نحسبها باستعمال طاقة الربط: $\Delta E = -El(^{4}_{2}He) + El(^{3}_{1}H) + El(^{2}_{1}H)$

$$\Delta E = -28,30+8,481+2,224 = -17,6\ MeV$$

الاشارة السالبة تعني ان الطاقة محررة.

1-و- مخطط الحصيلة الطاقوية



2- $1\ eV$ يوافق $T_1 = 7700\ K$

و $0,35\ MeV = 0,35.10^6\ eV$ يوافق $2,7.10^9\ K$ ، $T_2 = \frac{E_{C2}}{E_{C1}}.T_1 =$ و هي أصغر قيمة لجعل الاندماج ممكنا

1.3- نسميه تفاعل اندماج

2.3- نواة الآزوت ($^{14}_7N$) بها 7 بروتون (Z=7) و 7نوترون (N=A-Z)

عبارة طاقة الربط: $El = Zmp+(A-Z)mn - m(^{14}_7N)$

$El=(7.1,0073+7.1,0089-14,0075).931,5=98,65MeV$

طاقة الربط لكل نواة: $El/A=98,65/14=7,05\ MeV/nucléon$

3.3- طاقة التفاعل : $E=(m_f - m_i)c^2$

$E=(1,0073+17,0045-14,0075-4,0039)\times931,5= -0,3726\ MeV$

$m_f < m_i$ بمعنى أن التفاعل

4.3- الاهمية هي انتاج $^{17}_8O$ و هو النظير الوحيد الذي يستعمل في مجال الرنين المغناطيسي النووي

التمرين 05 :

الرادون 222 غاز عديم اللون و الرائحة ، ينتج من تفكك اليورانيوم المتواجد في الصخور. زمن نصف عمر الرادون222 هو 3,8 يوم (jours).

1- نواة الرادون222 إشعاعية النشاط، حيث على إثر سلسلة من التفكّكات التلقائية و المتتالية من نوع α و β^- تتحول النواة إلى نواة البولونيوم 214 و ذلك حسب المعادلة :

$$^{222}_{86}Rn \longrightarrow {}^{210}_{82}Pb + x\ {}^{4}_{2}He + y\ {}^{0}_{-1}e$$

1.1- أكمل معادلة التفاعل بحساب قيمتا العددين x و y .

2.1- أحسب النقص في الكتلة لنواة الرصاص Pb معبرا عنه بوحدة الكتل الذرية.

3.1- النقص في الكتلة Δm لنواة الرادون Rn يساوي $3,04.10^{-27}kg$

أ- عرّف طاقة الربط E_ℓ لنواة، و احسب بالجول ،طاقة الربط $E_\ell(Rn)$ لنواة الرادون .

ب- تحقق من أن هذه الطاقة تساوي $1,71.10^{3}MeV$.

جـ- استنتج طاقة الربط لكل نيكلون $\frac{E_\ell}{A}$ لنواة الرادون. معبّرا عن النتيجة بـ MeV/nucléon.

2- قياس النشاط A للرادون222 في غرفة منزل مغلقة هو $1,44.10^{3}$ Bq .

إذا علمت أن نواة مشعة تمتاز بثابت نشاط اشعاعي λ ، و أن نشاط عينة مشعة في لحظة t رمزه A(t) يتعلق بعدد الأنوية المشعة N(t) بالعلاقة: $A(t)= \lambda N(t)$

و أن زمن نصف العمر $t_{½}$ يتعلق بثابت النشاط الاشعاعي λ بالعلاقة: $\lambda\ t_{½} = \ln 2$

1.2- ماهي كتلة الرادون222 الموجودة في الغرفة المغلقة.

2.2- أكتب قانون التناقص للنشاط ، واحسب النشاط بعد 10 يوما.

3.2- ماهو الاحتياط الواجب اتخاذه للتقليل من تركيز الرادون في المنازل؟

يُعطى: $1u =1,66.10^{-27}kg$ ، $E(1u) = 931,5MeV/c^2$ ، $1eV =1,6.10^{-19}J$ ، $N_A = 6,02\ 10^{23}\ mol^{-1}$ ، $c = 3.10^{8}m/s$ ، $1MeV =10^{6}eV$ ، $M(\ ^{222}_{86}Rn\ ) = 222\ g.mol^{-1}$ ،

الالكترون	البروتون	النيترون	الهيليوم	الرصاص	الرادون	اسم النواة أو الدقيقة
$^{0}_{-1}e$	$^{1}_{1}p$	$^{1}_{0}n$	$^{4}_{2}He$	$^{210}_{82}Pb$	$^{222}_{86}Rn$	رمز
$5,49.10^{-4}$	1,007	1,009	4,001	209,988	221,970	كتلة (u)

حل مقترح

1.1 - حساب العددين x و y بتطبيق قانوني الانحفاظ للكتلة و الشحنة

$222=210+4x+0$ --- $x=3$

$86=82+2x-y$ ---- $y=2$

$$^{222}_{86}Rn \longrightarrow {}^{210}_{82}Pb + 3\ {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{0}_{-1}e$$

2.1 - النقص في الكتلة لنواة Pb

$\Delta m=(Zmp+(A-Z)mn)-m(X)$

$$\Delta m = 82.1,007 + 128.1,009 - 209,977$$
$$\Delta m = 1,749u$$

3.1- أ- طاقة الربط $E\ell$ لنواة هي الفرق بين مجموع الطاقات لكتلة النيكلونات مفصولة و طاقة الكتلة للنواة.

$$E\ell = (Zm_p + (A-Z)m_n) - m(X))c^2 = \Delta mc^2$$

$$E\ell = 3,04.10^{-27} \times 9.10^{16} = 27,36.10^{-11} J$$

ب- لدينا: $1eV = 1,6.10^{-19}J$ إذن:

$$E\ell = \frac{27,36.10^{-11}}{1,6.10^{-19}} = 17,1.10^{8} eV \text{ -----} \quad E\ell = 17,1.10^{2} = 1,71.10^{3} MeV$$

جـ - $$\frac{E\ell}{A} = \frac{1,71.10^{3}}{222} = 7,70 MeV / nucleon$$

1.2- حساب λ : تحويل $t_{½}$ من اليوم إلى الثانية لأن البيكوريل (Bq) يمثل عدد التفككات في الثانية

3,8 jours = 3,8×24×3600 =328320s

$\lambda = \ln 2 / t_{½} = 0,693 / 328320 = 2,11\ 10^{-6}\ s^{-1}$

لدينا: $N(t) = A(t)/\lambda = 1440 / 2,11\ 10^{-6} = 682,46.10^{6}$ noyaux

كمية المادة: $n = N(t) / N_A$

$n = 682,46\ 10^{6} / 6,02\ 10^{23} = 113,36\ 10^{-17}$ mol .

كتلة الرادون: $m = n\ M = 113,36\ 10^{-17} \times 222 = 2,52\ 10^{-13}$ g

2.2- قانون التناقص: $A(t) = A_0\ e^{-\lambda t}$

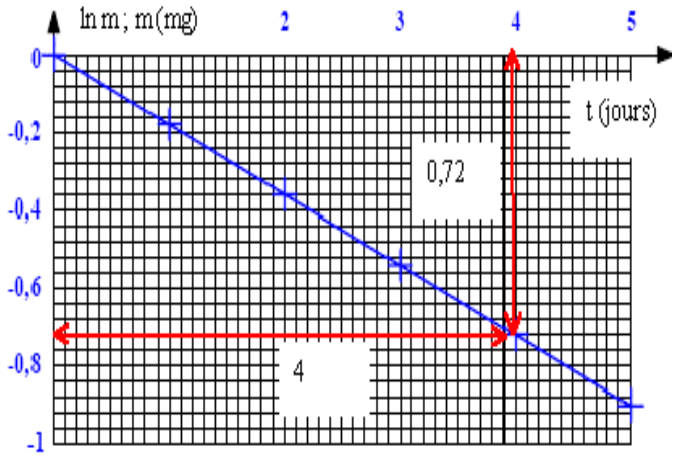
$$A(t) = 1440\ e(-2,11\ 10^{-6} \times 864000) = 232,6 \text{ Bq}$$

3.2- للتقليل من تركيز الرادون في المنازل يجب توفير التهوية

1.3- ملأ الجدول و رسم البيان

t(jours)	0	1	2	3	4	5
Ln(m)	0	-0,18	-0,37	-0,54	-0,73	-0,91

2.3- زمن نصف العمر للرادون



$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$

$\ln m = \ln m_0 - \lambda t$

$\ln m = \ln m_0 - (\ln 2 / t_{½})t$

حساب الميل: $-0,72 / 4 = -0,18\ jour^{-1}$

$-(\ln 2 / t_{½}) = -0,18$

$t_{½} = 0,693/0,18 = 3,85 jours$

التمرين 06 :

1- بتطور العلم، تطور الطب كثيرا بعدما استخدمت التحولات النووية في تشخيص ومعالجة بعض الأمراض . من بين العناصر المشعة المستعملة في المعالجة بالأشعة (la radiothérapie)، نجد الكوبالت $^{60}_{27}Co$ وهو نظير مشع ذو نشاط β^- و يملك زمن نصف-عمر يقدر بـ (5,27 ans) .

1.1- أكتب معادلة تفكك الكوبالت $^{60}_{27}Co$ حيث ينتج نظير النيكل $^{A}_{Z}Ni$ مع تحديد قيمتي A و Z علما أن النواة الناتجة في حالة مثارة .

2.1- اشرح العبارة : " أن النواة الناتجة في حالة مثارة " .

3.1- أحسب ثابت نشاطه الاشعاعي λ .

4.1- أكتب قانون التناقص الإشعاعي N(t).

2- النشاط الإشعاعي A لعينة معرّف بالعلاقة $A = -\frac{dN}{dt}$ ، حيث N عدد الأنوية المتبقية عند اللحظة t . نذكر أن وحدة النشاط الإشعاعي في النظام العالمي للوحدات هي البيكوريل ذو الرمز Bq ،حيث 1Bq يوافق تفكك في الثانية.

1.2- – بيّن أن النشاط الإشعاعي $A(t)$ متناسب طردا مع عدد الأنوية المشعة $N(t)$.

2.2 - أحسب النشاط الإشعاعي لعينة كتلتها m=1g

3.2- أحسب النسبة المئوية لنقصان النشاط لهذه العينة في السنة.

يُعطى: $N_A=6.02.10^{23}\ (mol^{-1})$ ، الكتلة المولية الذرية للرينيوم الكوبالت M=60g/mol

التمرين 07:

في دورة الكربون، عنصر الكربون يوجد على شكلين:

* نظيرين مستقرين: الكربون12 (يشكل الغالبية) و الكربون13(يوجد بكمية قليلة)

* نظير غير مستقر: الكربون 14(يوجد بكمية قليلة)

ينتج باستمرار في طبقات الجو العالية بسبب التفاعلات النووية بين أنوية ذرات الآزوت14 للهواء و نيترونات آتية من الفضاء الخارجي. هذه التفاعلات تجعل نسبة الكربون 14 في الجو ثابتة. الكربون14 الناتج يتفاعل بسرعة مع ثنائي الأكسجين المتوفر في الهواء لتشكيل ثنائي أكسيد الكربون CO_2 . كل الكائنات الحيّة تتبادل ثنائي أكسيد الكربون مع الجو عن طريق التنفس و المواد الغذائية. فتثبّت بذلك الكربون14 في أنسجتها إلى أن تموت. بعد الممات يتوقف تجديد ثنائي أكسيد الكربون. زمن نصف العمر للكربون 14 يقدر بـ 5570 ans.

المعطيات: كربون Carbone 12: ${}^{12}_{6}C$ ، كربونCarbone 13: ${}^{13}_{6}C$ ،
آزوت Azote 14: ${}^{14}_{7}N$

1- دراسة النواة:
1.1- الترميز للنواة هو ${}^{A}_{Z}X$. أذكر اسم المقدارين A و Z و ماذا يمثلان؟

2.1- أكتب رمز نواة الكربون 14

3.1- نواة الكربون14 تعتبر نواة مشعة، اشرح ذلك.

2- التفاعلات النووية:
1.2- قذف أنوية ذرات الآزوت بالنيترونات يؤدي إلى تفاعل نووي معادلته كالتالي:

$$(1) \qquad {}^{14}_{7}N+{}^{1}_{0}n\rightarrow {}^{A}_{Z}Y_1+{}^{1}_{1}H$$

بتطبيق قانوني الانحفاظ، للشحنة و الكتلة عين طبيعة النواة ${}^{A}_{Z}Y_1$. و ما العنصر الموافق لـ Y_1؟

2.2- تفكك نواة الكربون 14 يؤدي إلى اصدار الكترون رمزه ${}^{0}_{-1}e$ و نواة ${}^{A}_{Z}Y_2$.

أ- أكتب معادلة التفاعل النووي الحادث

ب- النشاط الاشعاعي لتفاعل نووي يمكن أن يكون من النوع α ، β^+ أو β^- . فماهو النشاط الاشعاعي الموافق لتفكك الكربون 14 ؟

جـ- أذكر اسم Y_2

3- قانون التناقص:
1.3- في النص استعملت العبارة " زمن نصف العمر للكربون 14 ". عرّفه و أكتب رمزه.

2.3- قانون التناقص بدلالة الزمن يكتب : $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda.t}$

أ- إذا علمت أن المقدار الفيزيائي $N(t)$ يمثل عدد الأنوية المتبقية بعد التفكك في اللحظة t . فماذا يمثل المقدارين الفيزيائيين N_0 و λ ؟

ب- احسب قيمة λ مع ذكر الوحدة.

4- في سنة 1923 عُثر على جمجمة بمنطقة رمان اجمينة بجبل أحمر خدّو على بعد 120km من مدينة بسكرة. لمعرفة إذا كان صاحب هذه الجمجمة قد عاش في فترة حكم الملك الأمازيغي ماسينيسا، حقق خبراء التاريخ بالكربون 14 دراسة على عينة من هذه الجمجمة. فكان قياس النشاط الإشعاعي A لهذه

العينة 11,5 Bq ، بينما نشاط عينة مرجعية هو A_0 = 14,7 Bq.

1.7- كيف تبرّر تغيّر النشاط خلال الزمن؟

2.7- أكتب قانون التناقص للنشاط ثم عبّر عن الزمن t بدلالة A(t)، A_0، λ ، و احسبه.

3.7- الزمن t يوافق المدة الزمنية بين لحظة اكتشاف الجمجمة و لحظة وفاة صاحبها. حدد سنة الوفاة.

4.7- إذا علمت أن الفترة التي عاش خلالها الملك ماسينيسا تمتد من 203 قبل الميلاد و 148 قبل الميلاد ، هل الفرضية المطروحة صحيحة أم لا ؟

حل مقترح

1.1- A: العدد الكتلي

Z: العدد الذري

A: يمثل عدد النوكلونات الموجودة في النواة

Z: يمثل عدد البروتونات الموجودة في النواة

2.1- $^{14}_{6}C$

3.1- نواة الكربون 14 نواة مشعة لأنها تتفكك تلقائيا مع اصدار دقيقة

1.2- انحفاظ العدد الذري : $7 = Z + 1$ ومنه $Z = 6$

انحفاظ العدد الكتلي : $14 + 1 = A + 1$ ومنه $A = 14$

و بما أن $Z = 6$ فإن العنصر هو عنصر الكربون

1.2.2- $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

2.2.2- الدقيقة الصادرة الكترون، إذن النشاط الاشعاعي من النوع β^-

3.2.2- $Z = 7$: عنصر الآزوت

1.3- زمن نصف العمر هو الزمن الموافق لتفكك نصف الانوية الابتدائية ،

رمزه $t_{1/2}$

1.2.3- N_0: عدد الانوية الابتدائية ، λ: ثابت النشاط الاشعاعي

2.2.3- لدينا $\lambda = \ln 2 / t_{½}$ ، $\lambda = \frac{\ln 2}{5570} = 1{,}244 \times 10^{-4}\ an^{-1}$

$\lambda = 3{,}9 \times 10^{-12}\ s^{-1}$

1.4- الكائن الحي بعد الممات يتوقف تجديد الكربون 14 فيتناقص عدد أنوية الكربون 14 بسبب تفككها التلقائي. إذن نشاطه يتناقص مع مرور الزمن.

$t=(1/\lambda)\ \ln(A_0/A)$ ← $e^{-\lambda.t} = \frac{A(t)}{A_0}$ ← $A(t) = A_0.e^{-\lambda.t}$ -2.4

$$t=\frac{1}{1,244\times10^{-4}}\times\ln\frac{11,5}{14,7}=1973,47ans$$

3.4- لدينا: 50- = 1973 – 1923 ، أي سنة 50 قبل الميلاد.

4.4- الفرضية خاطئة لأن سنة 50- لا تنتمي للمجال [203- ; 148-].

التمرين 08 :

1- إن انتاج الطاقة في المفاعلات النووية يرتكز أساسا على عملية انشطار اليورانيوم235 الذي يملك زمن نصف عمر $t_{1/2}=4,9.10^7ans$. فعندما يصطدم نوترون بنواة اورانيوم $^{235}_{92}U$ فإن أحد الانشطارات الممكنة يؤدي إلى تشكل نواة التيليوم $^{134}_{52}Te$ و نواة الزيركونيوم $^{99}_{z}Zr$ و كذلك عدد k من النيترونات. بعض نواتج الانشطار تتمثل في أنوية مشعة ذات نشاط عالي و زمن نصف العمر كبير.

$$^{1}_{0}n+^{235}_{92}U\rightarrow^{99}_{z}Zr+^{134}_{52}Te+k\,^{1}_{0}n$$

1.1- كيف تفسر وجود اليورانيوم 238 حتى الآن على الأرض؟

2.1- أذكر اسم هذا التفاعل. هل هو تلقائي ام مستحدث؟

3.1- اشرح لماذا نقول عن هذا التفاعل انه تفاعل متسلسل.

4.1- ما المقصود بالعبارة " نواتج الانشطار تتمثل في أنوية مشعة ذات نشاط عالي و زمن نصف العمر كبير "، و كيف نتعامل مع هذه المخلفات؟

5.1- عين مع توضيح القوانين المستعملة، العددين Z و k .

6.1- عين بـالـ MeV ،الطاقة E_1 المحررة من تحوّل نواة اليورانيوم 235.

7.1- استنتج الطاقة E_2 المحررة من تحول واحد مول من انوية اليورانيوم 235 .

2- نواة التيليوم $^{134}_{52}Te$ ذات اشعاع β^-.

1.2- أكتب معادلة تفكك هذه النواة مع تحديد النواة الابن المتشكلة.

2.2- اشرح مصدر الدقيقة β^- و كذلك مصدر الاشعاع γ المصاحب لهذا التفكك.

4.2- عين بالـ MeV طاقة الربط لنواة التيليوم $^{134}_{52}Te$.

5.2- هل يمكن ، في هذه الحالة ، الاعتماد على طاقات الربط لمقارنة استقرار النواتين الاب و الابن؟ قارن استقرار هاتين النواتين .

يُعطى: $1an=365,25jours$; $1MeV=1,6.10^{-13}J$; $c=3.10^8m.s^{-1}$

$1eV=1,6.10^{-19}J$; $N_A=6,022.10^{23}$; $1u=1,66.10^{-27}kg = 931,5MeV/c^2$

اسم النواة أو الدقيقة	اليورانيوم	اليود	التيلير	الزركونيوم	البروتون	النيترون
الرمز	${}^{235}_{92}U$	${}^{134}_{53}I$	${}^{134}_{52}Te$	${}^{95}_{40}Zr$	${}^{1}_{1}p$	${}^{1}_{0}n$
الكتلة بالـ u	234,9935	133,8808	133,8830	98,8946	1,0073	1,0087

حل مقترح

1.1.لأن عمر اليورانيوم 238 من رتبة عمر الأرض ($\approx 10^9$)

2.1. هذا التفاعل يسمى تفاعل انشطار. و هو تفاعل مستحدث (مفتعل)

2.2. نسمي هذا التفاعل تفاعلا متسلسلا لأن: بعد التفاعل المستحدث تنتج مجموعة من النوترونات في حالة حركة مما يؤدي إلى تصادمها مع أنوية اليورانيوم فتنشطر هذه الاخيرة و تبقى العملية مستمرة إلى أن تنتهي المادة الشطورة.

3.2. الأنوية الناتجة تكون غير مستقرة و تبقى تتفكك إلى عدة أجيال من البشر بسبب زمن نصف العمر الكبير.

النفايات المشعة تدفن في أعماق الأرض

4.3. انحفاظ العدد الكتلي: $235+1= 99+134+k \longleftarrow k= 3$

انحفاظ العدد الشحني: $0+92=Z+52+0 \longleftarrow Z= 40$

6.1. عبارة الطاقة المحررة: $\Delta E= \Delta m\, c^2$

حساب النقص الكتلي: $\Delta m = m_{Zr} + m_{Te} + 3m_n - m_U - m_n = -0,1985\ u$

$\Delta E_1 = -0,1985 \times 931,5 = 184,9\ MeV$

7.1. 1mol من الأنوية به N_A نواة : $\Delta E_2 = N_A \times \Delta E_1 = 1,113.10^{23}\ MeV$

1.2. ${}^{134}_{52}Te \rightarrow {}^{134}_{53}X + {}^{0}_{-1}e$ مع X هي هي نواة اليود I

2.2. مصدر β^- : تحول نيترون إلى بروتون داخل النواة المشعة وفق المعادلة:

${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

مصدر γ: النواة الابن الناتجة تكون مثارة و عند عودتها إلى حالتها الأساسية (النواة الابن) اشعاع كهرومغناطيسي γ

4.2. $E_l = (\ 52m_p + 82m_n - m({}^{134}_{52}Te\ ))\times c^2 = 1127,1MeV$

5.2. بما أن التفكك هو البحث عن الاستقرار فإن النواة الابن ستكون أكثر استقرارا من النواة الأب و بالتالي في هذه الحالة لسنا بحاجة إلى المقارنة باستعمال طاقات الربط.

نواة اليود أكثر استقرارا من نواة البيليوم

التمرين 09 :

1- نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ تتفكك تلقائيا إلى نواة الرصاص $^{206}_{86}Pb$ مع اصدار دقيقة $^{A}_{Z}X$.

1.1- عرّف النواة المشعة
2.1- حدد مكونات نواة البولونيوم 210
3.1- أكتب معادلة التفكك حدد الدقيقة الصادرة مع ذكر القوانين المستعملة .
4.1- عين بالـ MeV الطاقة E المحررة اثناء تفكك نواة البولونيوم 210
5.1- على اي شكل تتحرر

2- اذكر عبارة النقص الكتلي Δm للنواة $^{A}_{Z}X$

3- عين بالـ MeV طاقة الربط $E\ell(Po)$ لنواة البولونيوم 210
4- إذا علمت ان طاقة الربط لنواة الرصاص 206 هي $E\ell(Pb)=1628{,}17MeV$ قارن بين حالة استقرار هذه النواة مع نواة البولونيوم 210 . هل هذه النتيجة يمكن الوصول إليها دون حساب.

5- إليك قانون التناقص الاشعاعي: $N(t)=N_0e^{-\lambda t}$

1.5- ماذا يمثل كل من : $N(t)$ ، N_0 و λ

2.5- لعينة من البولونيوم 210 نستعين بجهاز لاقط للاشعاع فنحصل على القياسات المدونة بالجدول:

t(jours)	0	40	80	120	160	200	240
$N(t)/N_0$	1	0,82	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30
$-\ln\left[\frac{N(t)}{N_0}\right]$							

أ- اكمل الجدول

ب- ارسم المنحنى البياني : $-\ln\left[\frac{N(t)}{N_0}\right]=f(t)$

باستعمال السلم: الفواصل 1cm ---- 20 jours و التراتيب 1cm ------0,1

جـ- أوجد العبارة النظرية $-\ln\left[\frac{N(t)}{N_0}\right]=f(t)$ ، و هل توافق البيان؟

د- عرّف زمن نصف العمر. أوجد عبارته بدلالة λ ، احسبه.

يُعطى: $1u=1{,}66.10^{-27}kg$ ، $c=3.10^{8}m.s^{-1}$، $1eV=1{,}6.10^{-19}\ J$

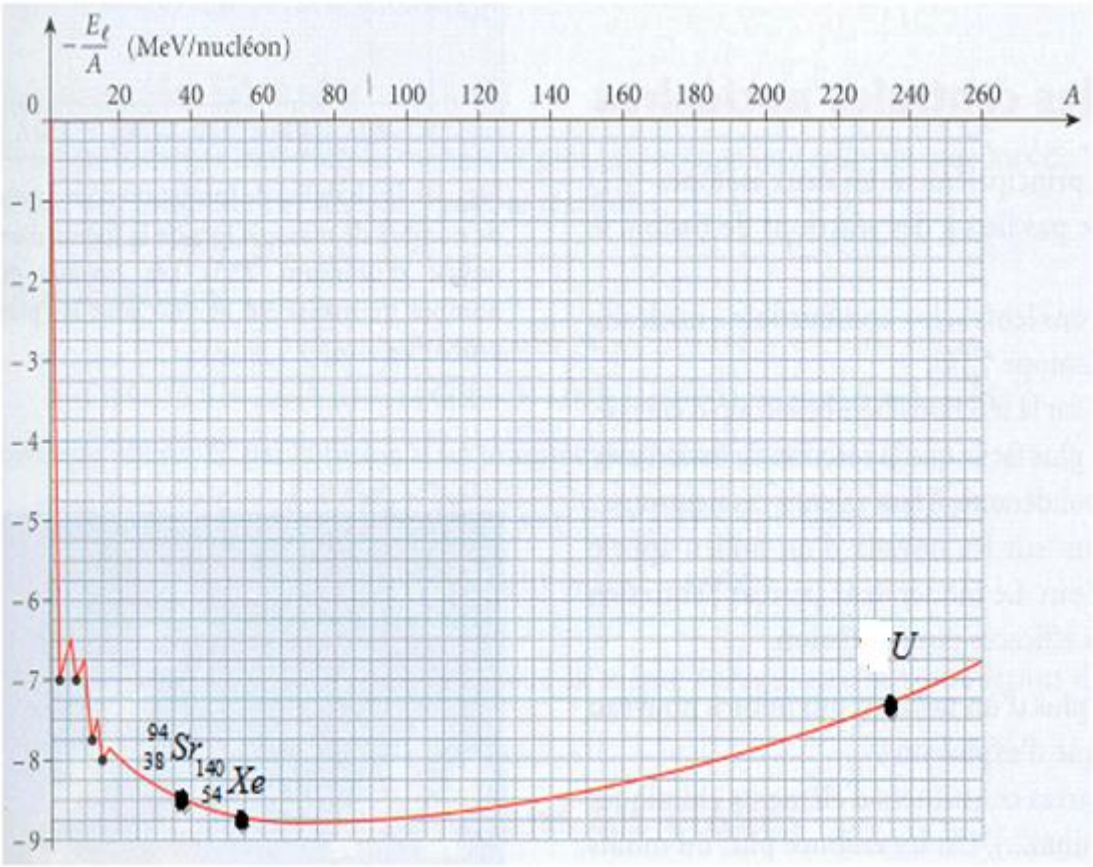
النواة أو الدقيقة	$^{4}_{2}He$	$^{210}_{84}Po$	$^{206}_{86}Pb$	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}p$
الكتلة بالـ u	4,0015	209,9368	205,9295	1,0087	1,0073

التمرين 10:

1- أثناء التصادمات، الأنوية تتفكك إلى نيكلونات مفصولة ثم أنوية جديدة تتشكّل. هذه العملية تتطلب تقديم طاقة للنواة لتفكيكها. هذه الطاقة تساوي طاقة الربط للأنوية. فكلما زاد عدد النيوكلونات زادت طاقة الربط.

1.1- أذكر تعريف طاقة الربط E_l .

2.1- لمقارنة استقرار الأنوية فيما بينها، نستعمل طاقة الربط لكل نيوكلون.
إليك منحنى آستون الذي يمثل عكس طاقة الربط لكل نيوكلون (-El/A) بدلالة عدد النيوكلونات (A).



أ- بيّن على المنحنى المكان الذي توجد فيه الأنوية الأكثر استقرارا.

ب- أكتب رمز نواة اليورانيوم 235 حيث عنصره رمزه U و عدده الذري Z = 92.

جـ- عرّف تفاعل الانشطار النووي.

2- إن انتاج الطاقة في المفاعلات النووية يرتكز أساسا على عملية انشطار اليورانيوم235 .
عندما يصطدم نيترون بنواة يورانيوم 235 ، فإنّ أحد الانشطارات الممكنة يؤدي إلى تشكل نواة الأكسينون $^{A}_{Z}Xe$ و نواة السترونيوم $^{94}_{38}Sr$ و كذلك عدد a من النيترونات. ينتج عن هذا التفاعل تفاعل متسلسل.

أ- أكتب معادلة هذا التفاعل النووي مع تعيين قيمة العدد A و Z

ب- لماذا هذا التفاعل يشكل تفاعلا متسلسلا؟

جـ- هل هذا التفاعل يحرر طاقة؟ ما مصدرها؟

هـ- أكتب العبارة الحرفية للطاقة المتحررة عن هذا الانشطار.

و- احسب النقص في الكتلة Δm الذي يرافق انشطار نواة اليورانيوم235.

ك- احسب بالجول وبـ MeV الطاقة ΔE المتحررة. ثم باستعمال منحنى آستون تحقق من هذه القيمة .

يُعطى: $c=3.10^{8}m/s$ ، $1u=1,66.10^{-27}kg$ ، $1MeV=1,6.10^{-19}C$

الرمز	^{235}U	$^{A}_{Z}Xe$	$^{94}_{38}Sr$	$^{1}_{0}n$
الكتلة(u)	234,9934	139,8888	93,8064	1,0086

حل مقترح

1.1- طاقة الربط لنواة هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة إلى نيكلوناتها منعزلة و في حالة سكون. و هي أيضا الطاقة المحررة عند تشكيل النواة.

2.1-أ- الشكل:

ب- رمز نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$

جـ- الانشطار النووي هو تفاعل نووي مستحدث، حيث نواة يورانيوم تقذف بنيترون فتتشكل نواتين متوسطتين و عدد من النيترونات.

2 -أ- معادلة تفاعل الانشطار،

بتطبيق قانونا الانحفاظ نجد A=140 و Z=54

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2\ ^{1}_{0}n$$

-ب- التفاعل متسلسل لأن النيترونات الناتجة بتبطئتها تعمل على جعل عملية الصدم مستمرة مما يؤدي إلى انشطارات أخرى و بالتالي استمرارية التفاعل ذاتيا.

-جـ- نعم تفاعل الانشطار يحرر طاقة.

التفاعل النووي يتمثل في إعادة ترتيب الأنوية وهذا يتطلب تغيير في طاقة الربط وبالتالي تحرير طاقة تكافؤ النقص في الكتلة. إذن مصدر الطاقة هو أن الكتلة الابتدائية أكبرمن الكتلة النهائية و هذا النقص يتحول من طاقة كتلة إلى طاقة حركية للأجسام الناتجة ثم تتحول إلى طاقة حرارية.

-هـ- $E = \Delta m.c^2 = (m(U) + m(n)) - m(Xe) - m(Sr) - 2m(n)).c^2$

-و- $\Delta m = 234,9934 + 1,0086 - 93,8064 - 139,8888 - 2\times1,0086 =$

$$\Delta m = 236,002 - 235,7124 = 0,2896\ u$$

-ك- $\Delta E = 0,2896 \times 931,5 = 269,76\ MeV$

التمرين11:

1- نحضر عينة 1mg من $^{222}_{86}Rn$ و نقيس تناقص الكتلة m للرادون فنحصل على الجدول التالي:

t(jours)	0	1	2	3	4	5
m(mg)	1	0,83	0,69	0,58	0,48	0,4
ln(m)						

1.1- أكمل الجدول ثم ارسم المنحنى $\ln(m) = f(t)$.

2.1- استنتج زمن نصف العمر للرادون 222 .

2- الرادون222 غاز مشع، عديم اللون و الطعم و الرائحة، ينتج عن التحول النووي لليورانيوم المتواجد في القشرة الأرضية. تتفكك نواة الرادون222 لتنتج على التوالي و في وقت قصير البولونيوم 218 و الرصاص214 و البيسموث214 و البولونيوم214 ثم الرصاص 210 . جميع الانوية المتولدة عن الرادون222 تكون في حالة صلبة، يمكن للاربعة الأولى ان تلتصق بدقائق الغبار العالقة في الهواء الجوي لتدخل إلى الجهاز التنفسي مما قد يسبب الإصابة ببعض الأمراض الصدرية و خاصة سرطان الرئة.

الاسم	الرصاص	البيسموث	البولونيوم	الرادون
الرمز	Pb	Bi	Po	Rn
العدد الذري Z	82	83	84	86

1.2- عرّف النواة المشعة

2.2- بالاستعانة بالنص أعلاه أكتب معادلات التفكك الثلاثة الأولى بالتتابع انطلاقا من الرادون222 و مرورا بالبولونيوم 218 و الرصاص 214 و انتهاءا بالبيسموث 214 و حدد في كل حالة نوع التشاط الاشعاعي المنبعث.

3.2- قياس نشاط الرادون222 داخل قبو مسكن يساوي 6.10^3Bq في المتر مكعب من الهواء.

أ- احسب ثابت النشاط النشاط الاشعاعي λ للرادون222 بالوحدة المعتمدة في النظام العالمي للوحدات

ب- حدد كتلة الرادون222 المتواجدة في متر مكعب من هواء هذا القبو

جـ- بفرض ان الرادون المتواجد في القبو يبقى محصورا داخل القبو.
احسب عدد الأيام اللازمة لتصبح قيمة نشاط الرادون في هذا القبو يساوي الحد الأقصى المسموح به أي 400Bq في المتر مكعب من الهواء.

يُعطى: $M(^{222}_{86}Rn)=222g.mol^{-1}$ ، $N_A=6,02.10^{23}\ mol^{-1}$

$1eV=1,6.10^{-19}\ J$ ، $1u=1,6605402.10^{-27}kg$ ، $c=3.108m.s^{-1}$

النواة أو الدقيقة	البولونيوم214	البيسموث214	الالكترون
الكتلة (u)	$m_{Po}=213,995176$	$m_{Bi}=213,998691$	$m_e=5,49.10^{-4}$

التمرين 12:

مختبر استلم عينة تتكون من 1mg من الكادميوم المشع $^{107}_{48}Cd$ ، الذي يملك زمن نصف عمر $t_{½}=6h42min$ و يتفكك إلى $^{107}_{47}Ag$ مصدرا دقيقة مشحونة.

1- أكتب معادلة التفكك علما أن تفكك الكادميوم يصحبه اصدار اشعاع.

2- ما نوع النشاط الاشعاعي؟

3- اشرح الاشعاع الصادر.

4- عرّف ثابت النشاط الاشعاعي، أكتب عبارته و احسبه.

5- احسب العدد N_0 للأنوية المتواجدة في العينة لحظة الاستلام.

6- أكتب عبارة النشاط A في لحظة t حيث عدد الانوية N(t)

7- احسب نشاط العينة عند اللحظة t=0 s

8- احسب الزمن الذي من أجله يتناقص النشاط بـثلاثة أرباع قيمته الابتدائية.

حل مقترح

1- $^{107}_{48}Cd \longrightarrow {}^{107}_{47}Ag + {}^{A}_{Z}X$

بتطبيق، على المعادلة، قانونا الانحفاظ (قانونا صودي) :

$107=107+A$ و منه $A=0$

$48=47+Z$ و منه $Z=48-47=1$

$^{107}_{48}Cd \longrightarrow {}^{107}_{47}Ag^{*} + {}^{0}_{+1}e$

نواة الفضة (Ag) المتولدة مثارة ، تنزع الاثارة باصدار اشعاع γ وفقا للمعادلة :

$^{107}_{47}Ag^{*} \longrightarrow {}^{107}_{47}Ag + {}^{0}_{0}\gamma$

2- نوع النشاط هو β^{+}

3- ثابت النشاط الاشعاعي مقلوب الزمن يميّز النواة المشعة و هو موجب.

$\lambda=\ln2/\ t_{½}$

$\lambda=\ln2/\ (6\times3600+42\times60\ ) = 2,9\times10^{-5}\ s^{-1}$

5- $N_0=nN_A=(m(Cd)/M(Cd))\times N_A$

$N_0=(1\times10^{-3}/107)\times6,02\times10^{23}=5,626\times10^{18}$ noyaux

6- $A=-dN/dt=\lambda N_0 e^{-\lambda t}=\lambda N$

7- $A(t=0)= \lambda N_0$

$A(t=0)= 2,9\times10^{-5}\times 5,626\times10^{18}=1,7\times10^{14}Bq$

8- $A(t)=(3/4)A_0$ مع $A(t) =A_0e^{-\lambda t}$

إذن $3/4 =e^{-\lambda t}$ بادخال ln على الطرفين نجد $t=(-1/\lambda)\ln(3/4)$

$t=(-1/2,9\times10^{-5})\ln(3/4)=9920\ s$

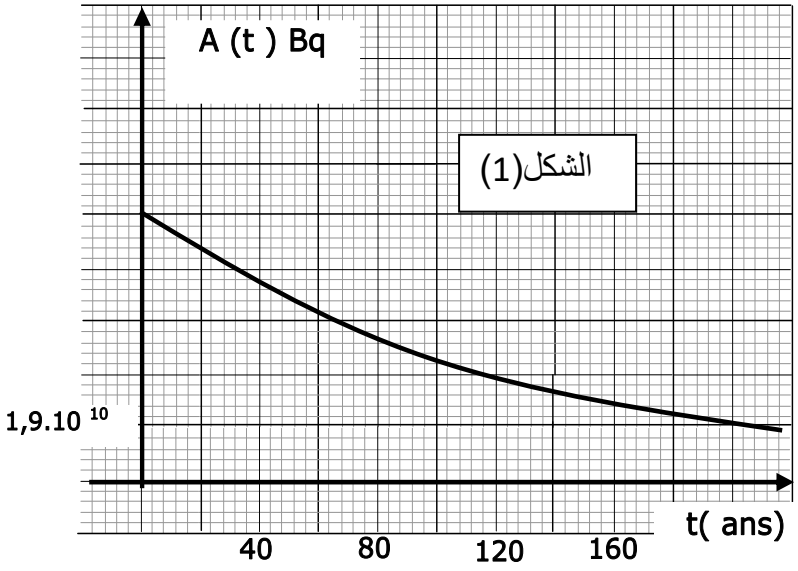
التمرين 13 :

1- المنبه القلبي جهاز كهربائي يزرع في الجسم ، يعمل على تنشيط العضلات المسترخية في القلب المريض ولضمان الطاقة اللازمة لتشغيله - تفاديا لتكرار عملية استبدال البطاريات الكهروكيميائية - تستخدم بطاريات من نوع خاص تعمل بنظير البلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ الباعث للإشعاع (α) و هذه البطارية عبارة عن وعاء مغلق بإحكام يحتوي على كتلة (m_0) من المادة المشعة .

1.1- ماذا تعني العبارات: نظير البلوتونيوم – مادة مشعة - الإشعاع α ؟

2.1- أكتب معادلة تفكك البلوتونيوم مع توضيح قوانين الانحفاظ المستعملة .

3.1- احسب الطاقة المحررة من تفكك نواة من المادة المشعة .



4.1- اشرح مصدر الاشعاع γ المصاحب لهذا التفكك.

5.1- عين التواتر ν للاشعاع γ علما أن الطاقة W للفوتون الناتج تشكل 2% من الطاقة المحررة.

نأخذ ثابت بلانك: $h=6,62.10^{-34}J.s$

2- إليك المنحنى البياني للتناقص الاشعاعي A(t) (الشكل1).
باعتبار t=0 بداية الزمن لنشاط العينة .

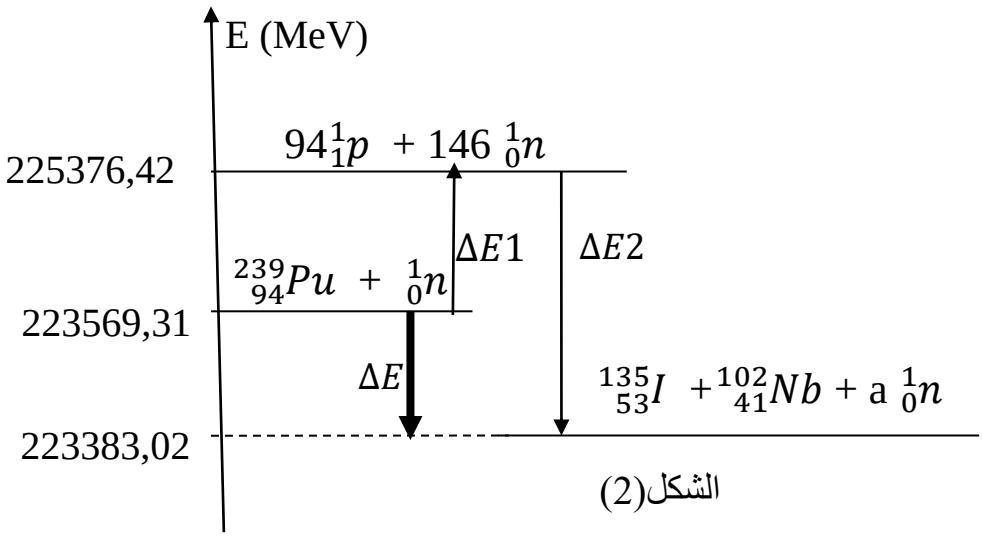
أ- احسب النشاط الابتدائي A_0.

ب- احسب ثابت التفكك λ، ثم استنتج عدد الانوية الابتدائية N_0 و قيمة الكتلة m_0.

جـ- عمليا الجهاز يعمل بشكل جيّد إلى أن يتناقص نشاط العينة ب مقدار 30% . احسب عندئذ عدد انوية البلوتونيوم المتبقية.

هـ - المريض الذي زرع له هذا الجهاز عمره خمسون سنة، بعد كم سنة سيضطر لاستبداله ؟

3- الاعتماد على مخطط الطاقة الموضح في الشكل(2)



الشكل(2)

أ- أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل الانشطار الحادث محددا قيمة a

ب- ماذا تمثل الطاقة ΔE_1 ، ΔE_2 ، ΔE

جـ- أوجد طاقة الربط E_l لنواة البلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$

د- احسب الطاقة المحررة E_{lib} من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239 بالـ Mev ثم بالجول

و- اذا علمت ان النقص الكتلي لنواة النيوبيوم $^{102}_{41}Nb$ هو $\Delta m=0,93119\ u$. احسب طاقة الربط لنواة اليود 135 ثم قارن استقرار نواتي النيوبيوم 102 واليود 135 .

يُعطى: $1Mev=1,6.10^{-13}J$ ، $1ans = 365\ J$ ، عدد افوغادرو $N_A=6,02.10^{23}$

طاقة وحدة الكتل الذرية : $1u=931,5\ MeV/c^2$

الجسيم	$_{91}Pa$	$_{92}U$	$_{93}Np$	$_{94}Pu$	$_{95}Am$	$_{96}Cm$	$^{4}_{2}He$
الكتلة (u)	233.99338	233.99048	233.99189	237.99799	233.9957	233.9975	4.00151

التمرين 14 :

يُعطى: $M(C)=12\ g/mol$ ، $N_A= 6,02\ 10^{23}\ mol^{-1}$ ، $\ln 2 = 0,69$ ، $\ln 1,64\ 10^{-2} = -4,1$

في الطبيعة عنصر الكربون يملك نظيران: الكربون 12 ($^{12}_{6}C$) و الكربون14 ($^{14}_{6}C$).

الكربون 14 يتشكل في أعلى الجوّ بسبب الصدم بين نيترون و نواة آزوت 14 ($^{14}_{7}N$). الكربون 14 ذو نشاط اشعاعي β^- و يملك زمن نصف عمر يساوي λ $t_{½}=5570\ ans$.

ليكن λ ثابت النشاط الاشعاعي للكربون 14 و $N(t)$ عدد الانوية المشعة الموجودة عند اللحظة t في العينة.

نشاط عينة مشعة $A(t)$ هو عدد التفككات التي يحققها في الثانية ونعبر عن هذا بالعلاقة :

$$A(t) = -dN(t) / dt$$

في المادة الحيّة، تبادل عنصر الكربون بين المادة الحيّة و الهواء الجوي يؤدي إلى أن النسبة

$\frac{N_{(carbone14)}}{N_{(carbone\ 12)}}$ تبقى ثابتة. وعند الممات، هذا التبادل يتوقف مما يؤدي إلى تناقص هذه النسبة.

ففي 200 g من عظم لكائن حيّ، يوجد 1 g كربون و نقيس مقدار 15 تفكك في الدقيقة.

1- أكتب معادلة ظهور الكربون 14 في الجوّ، و ماهي الدقيقة الناتجة معه؟

2- أكتب معادلة التفكك β^- للكربون 14

3- عبّر عن A(t) بدلالة N(t) و λ و بيّن أن العبارة $N(t) = N_0\ e^{-\lambda t}$ حل للمعادلة التفاضلية

$$\frac{dN}{dt} + \lambda\ N = 0$$

4- علما أن: $\ln 2 = \lambda t_{½}$. أحسب قيمة λ للكربون 14

5- في 200 g من العظم المأخوذ من الحفريات ، بيّنت التحاليل أن : $\frac{N}{N_0} = 1{,}64\ .10^{-2}$.

1.5- احسب عمر هذا العظم.

2.5- عين بالبيكوريل (Bq) نشاط العظم . و ماهو العدد N_0 للأنوية المشعة الموجودة في العينة؟

حل مقترح

1. معادلة تشكّل الكربون 14 : $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n = {}^{A}_{Z}X + {}^{14}_{6}C$

تطبيق قانونا الانحفاظ:

انحفاظ العدد الكتلي: $14 + 1 = A + 14$ soit $A = 1$

انحفاظ العدد الشحني: $7 = Z + 6$ soit $Z = 1$

إذن: X نواة هيدروجين $^{1}_{1}H$ أو بروتون

2. معادلة التفكك β^- : $^{14}_{6}C = {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

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

$$dN(t)/dt + \lambda\ N(t) = 0$$

$$dN(t)/dt = -\lambda N_0 \exp(-\lambda t) = -\lambda N(t)$$

$-\lambda N(t) + \lambda\ N(t) = 0$ **ومنه :** $0 = 0$ محققة

4. $\lambda = \ln 2 / t_{½} = 0{,}69 / 5570 = 1{,}24\ 10^{-4}\ an^{-1}$

$0{,}69/(5570 \times 365 \times 24 \times 3600) = 3{,}93\ 10^{-12}\ s^{-1}$

1.5. لدينا: $N/N_0 = 1{,}64\ 10^{-2}$ **و** $N/N_0 = \exp(-\lambda t)$

إذن $\ln 1{,}64\ 10^{-2} = \exp(-\lambda t)$

$$\ln 1{,}64\ 10^{-2} = -4{,}1 = -\lambda\ t$$

$t = 4{,}1 / \lambda = 4{,}1 / 1{,}24\ 10^{-4} = 3{,}30\ 10^{4}$ ans

2.5. لدينا: $A_0 = 15/60 = 0{,}25$ Bq

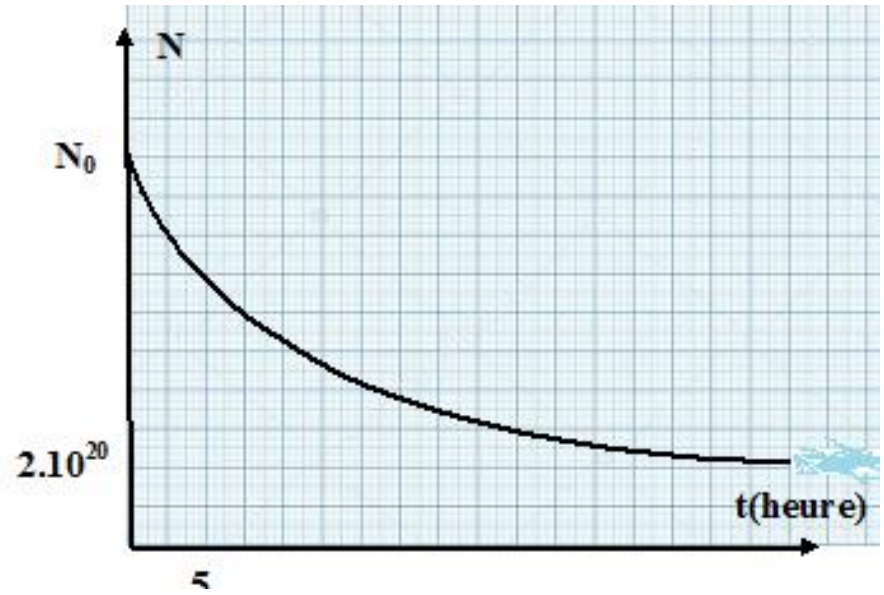
$A(t) = 1,64\ 10^{-2} A_0 = 1,64\ 10^{-2} \times 0,25 = 4,1\ 10^{-3}$ Bq

عدد الانوية الابتدائية للكربون14 : باستعمال العلاقة $A_0 = \lambda\ N_0$

$N_0 = A_0 / \lambda = 4,1\ 10^{-3} / 3,93\ 10^{-12} = 1,0\ 10^{9}$

التمرين 15 :

نتوفر على عينة من الصوديوم ${}^{24}_{11}Na$ الاشعاعي النشاط β^- ، كتلة العينة عند اللحظة t=0 هي m_0. تبيّن الوثيقة التالية تغيرات N عدد الأنوية المتبقية بدلالة الزمن.



1- أكتب المعادلة النووية لهذا التفكك

2- أعط عبارة عدد الانوية المتبقية N(t) عند اللحظة t بدلالة الزمن

3- ما قيمة N_0 ؟ احسب قيمة m_0 .

4- عرّف نصف العمر لنواة مشعة ، و أوجد قيمته بالنسبة لنواة الصوديوم ${}^{24}_{11}Na$.

5- أوجد قيمة ثابت النشاط الاشعاعي λ.

6- أوجد في اللحظة التي تاريخها $t_1=45h$:

أ- عدد الانوية المتبقية N_1 ، ثم كتلة العينة.

ب- النشاط الاشعاعي A للعينة المشعة.

يُعطى: عدد افوغادرو: $N_A=6,02.10^{23}$ ، $M({}^{24}_{11}Na)=24g/mol$

التمرين16

1- السترونسيوم ${}^{94}_{38}Sr$ يتفكك تلقائيا إلى نواة التريبوم ${}^{94}_{39}Y$. التحول النووي يصدر دقيقة X .

أ- أكتب معادلة التفكك و حدد طبيعة الدقيقة X .

ب- اشرح مصدر الدقيقة X .

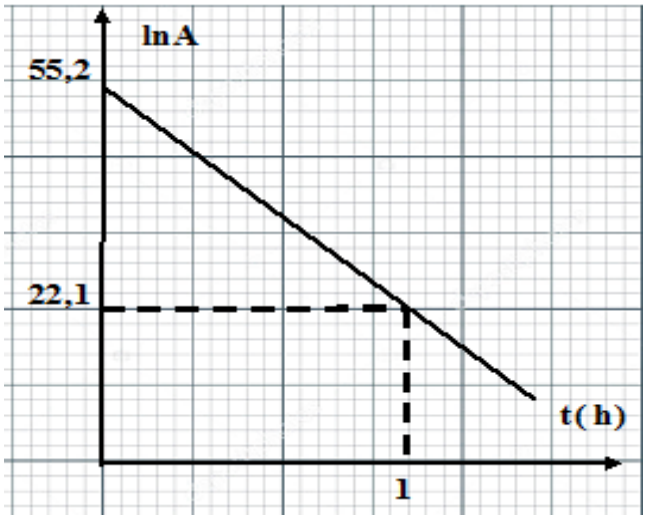
جـ- أكتب قانون التناقص الاشعاعي.

2- النشاط الاشعاعي لعينة مشعة يعطى بـالعبارة: $A(t) = -\frac{dN}{dt}$

أ- عرّف النشاط لمنبع مشع.

ب- أوجد عبارته بدلالة الزمن. أذكر وحدته في النظام الدولي للوحدات.

3- من أجل تعيين زمن نصف العمر للسترونسيوم 94، ندرس تطور النشاط A لعينة من السترونسيوم94 خلال الزمن. النتائج تمكن من رسم المنحنى lnA=f(t) .



أ- تحقق نظريا من شكل المنحنى.

ب- عين بيانيا قيمة ثابت النشاط الاشعاعي λ.

جـ- عرّف زمن نصف العمر.
أوجد عبارته بدلالة λ. ثم أحسبه.

د- عين العدد N_0 لأنوية السترونسيوم94 الابتدائية.

حل مقترح

1-أ- معادلة التفكك النووي: ${}^{94}_{38}Sr \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{94}_{39}Y$

بتطبيق قانوني الانحفاظ على المعادلة نجد

$94 = A + 94$ ، $A = 0$ ، $38 = Z + 39$ ، $Z = -1$

فالدقيقة هي : ${}^{0}_{-1}e$

ب- مصدرها هو تحول نيترون داخل النواة إلى بروتون و الكترون هذا الأخير ينبعث إلى خارج النواة . معادلة هذا التحول تكتب: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

جـ- عبـــارة قانون التناقص الاشعاعي: $N(t) = N_0 e^{-\lambda . t}$

2-أ- النشاط الاشعاعي هو عدد التفككات في الثانية.

ب- عبارة $A(t)$: $A(t) = \frac{-dN}{dt} = -\frac{dN_0 e^{-\lambda . t}}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda . t}$

وحدته البيكوريل Bq

3-أ - $A(t)=\lambda N_0.e^{-\lambda t}$

بادخال ln على الطرفين: $\ln A(t)=\ln\left(A_0.e^{-\lambda t}\right)$

$\ln A(t)=-\lambda t+\ln \lambda N_0$ و هي من الشكل : y=ax+b أي $\ln A(t)=at+b$

ب - استنتاج λ :

بالمطابقة بين العبارتين النظرية و البيانية: نجد : $a=-\lambda \Rightarrow \lambda=-a$

حساب a :

$$a=tam\alpha=\frac{\Delta \ln A}{\Delta t}=\frac{55,2-22,1}{0-1}=-33,1heure^{-1}$$

$$\lambda=33,1heure^{-1}$$

جـ - تعريف $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الانوية الابتدائية أي $N(t_{1/2})=\frac{N_0}{2}$

$$t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda} \text{ <--- } \ln\frac{N_0}{2}=\ln N_0e^{-\lambda.t_{1/2}} \text{ <--- } N(t_{1/2})=\frac{N_0}{2}=N_0e^{-\lambda.t_{1/2}} *$$

* حسابه: $t_{1/2}=\frac{0.69}{33,1}=0,02heure$

د - لمّا t=0 فبيانيا نجد : $\ln(A)_{t=0}=55,2$ و منه $\ln\lambda N_0=55,2$ إذن

$$N_0=\frac{e^{55,2}}{33,1\times 3600}\approx 10^{20}noyaux$$

التمرين17 :

ينتج الثوريوم Th الموجود في الصخور البحرية عن التفكك التلقائي لليورانيوم $^{234}_{92}U$ ذي النشاط الاشعاعيα. نعتبر أن الصور لا تحتوي على الثوريوم في بداية تشكيلها.

اعط تركيب نواة اليورانيوم $^{234}_{92}U$.

احسب النقص الكتلي لهذه النواة و ما مصدره ؟ استنتج قيمة طاقة الربط لهذه النواة ؟

تتميز نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$ بطاقة ربط $E_\ell=1621MeV$.

هل هذه النواة أقل أم أكثر استقرارا من نواة اليورانيوم234؟ علل

أكتب معادلة التفكك النووي الحاصل في الصخرة البحرية، محددا تركيب نواة الثوريوم.

احسب بوحدة الـ MeV الطاقة ΔE الناتجة عن تفكك نواة واحدة من اليورانيوم. نعتبر m(t) كتلة اليورانيوم في الصخرة عند اللحظة t و m'(t) كتلة الثوريوم في الصخرة عند اللحظة t .

1- اعط قانون التناقص الاشعاعي بدلالة عدد الانوية .

2- استنتج تعبيره بدلالة الكتلة .

3- عرّف زمن نصف العمر لنواة مشعة و بين أن تعبيره يكتب كما يلي: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

4- أثبتت الدراسة التجريبية لصخرة بحرية قديمة أن: $\frac{m'(t)}{m(t)} = 1{,}5$

أ- بين أن: $t = \frac{\ln\left(1 + \frac{m'(t).M_U}{m(t).M_{Th}}\right)}{\ln 2}.t_{1/2}$ ، مع $t_{1/2}$ نصف العمر لليورانيوم234 استنتج عمر هذه الصخرة.

ب- احسب النشاط الاشعاعي لهذه الصخرة عند هذه اللحظة t علما أن كتلتها الابتدائية 10g .

يُعطى: M_U=234g/mol ،M_{Th}=230g/mol ، m(U)=234,0409u ، m(He)=4,0015u ، m(Th)=230,0311u ، m(p)=1,00728u ، m(n)=1,00866u ، $1u=931{,}5MeV/c^2$ ، 1an=365,25jours ، $N_A=6{,}02.10^{23}$/mol ، $t_{1/2}(U)=2{,}455.10^5$ans

التمرين 18 :

البولونيوم 210 هو أول عنصر اكتشف من طرف بيار وماري كوري سنة 1889 خلال أبحاثهم حول النشاط الإشعاعي وفيما بعد تم اكتشاف الراديوم ذو زمن نصف العمر يساوي $t_{1/2}$=138 jours .

يتفكك البولونيوم 210 معطيا إشعاع α حيث طاقة إشعاعه تقدر بـ 5,3 مليون إلكترون فولت.
إن التعرض إلى إشعاعات البولونيوم يزيد من نسبة الإصابة بالسرطان فالبولونيوم 210 له نشاط إشعاعي قوي حيث 1g من البولونيوم 210 له نشاط يقدر بـ $1{,}66.10^{12}$ بكريل ومنه $1{,}66.10^{12}$ من جسيمات α في الثانية .

1- ماهي مكونات نواة البولونيوم 210

2- من بين الاقتراحات التالية ، حدد المعادلة التي توافق التفكك التلقائي للرادون $^{222}_{86}Rn$:

$$^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84}Po + {}^{4}_{2}He$$

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + 4\,{}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}e$$

$$^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{226}_{88}Ra$$

3- أحد نظائر البولونيوم هو $^{212}_{84}Po$ ، ما معنى النظائر

4- إليك عبارة النص التالية: " الراديوم ذو زمن نصف العمر يساوي $t_{1/2}$=138 jours . " . ماذا يعني ذلك؟

5- أكتب قانون التناقص الإشعاعي مع ذكر معنى كل مصطلح

6- إذا كان النشاط الإشعاعي لمصدر مُشِع يُحقق العبارة $A(t) = \frac{-d(t)}{dt}$. بين أن النشاط A(t) يتناسب مع عدد الانوية المشعة N(t) الموجودة في المصدر

7- أكتب العلاقة بين ثابت النشاط الإشعاعي λ و زمن نصف الحياة $t_{½}$ ، ثم احسب قيمة λ بـ (s^{-1}) لـ $^{210}_{84}Po$

8- احسب عدد الانوية الموجودة في كتلة 1g من $^{210}_{84}Po$

9- بيّن بالحساب العبارة " 1g من البولونيوم 210 له نشاط يقدر بـ $1{,}66.10^{12}$ بكريل"

يُعطى : بعض العناصر $_{81}Tl$ ، $_{82}Pb$ ، $_{83}Bi$ ، $_{85}At$ ، $_{86}Rn$

عدد أفوغادرو: $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
الكتلة المولية: $M(^{210}Po) = 210\ g/mol$

التمرين 19 :

تعتبر المحطات النووية عبارة عن مصانع لانتاج الكهرباء . تستعمل هذه المحطات الحرارة الناتجة عن انشطار اليورانيوم 235 الذي يمثل " الوقود النووي " . هذه الحرارة تحول الماء إلى بخار، حيث ضغط البخار يساعد في دوران منوبات" Alternateurs" و منه إنتاج الكهرباء.

1- عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$

2- عرّف النشاط (A) لمنبع مشع وأعط وحدته في النظام العالمي للوحدات .

3- يتم قذف اليورانيوم 235 بواسطة نيوترون ، فيحدث تفاعل نووي حسب المعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{A}_{54}Xe + ^{94}_{Z}Sr + 3^{1}_{0}n$$

1.3- عين قيمة العددين A و Z

2.3- أحسب بـالـ (MeV) الطاقة الناتجة عن تفاعل الانشطار .

4- تمّ مؤخرا إنشاء مشروع (ITER) بأوربا من أجل دراسة الاندماج النووي لنظيري الهيدروجين: $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ و ذ لك من أجل التأكد من الإمكانية العلمية لإنتاج الطاقة عبر اندماج الذرات .

1.4- أكتب معادلة الاندماج النووي بين الدوتريوم $^{2}_{1}H$ و التريتيوم $^{3}_{1}H$ ، علما أن التفاعل ينتج نيوترونا و نواة $^{A}_{Z}X$. حدد طبيعة النواة $^{A}_{Z}X$

2.4- بيّن أن الطاقة الناتجة عن تفاعل الاندماج هي : 17,6 MeV

5- بمقارنة الطاقة الناتجة بالنسبة لنواة واحدة تشارك في التفاعل في كل من الانشطار و الاندماج النوويين ، استنتج أهمية المشروع (ITER).

يُعطى: $1u = 931{,}5\ MeV/c^2$

	نيوترون	دوتريوم	تريتيوم	هيليوم	اورانيوم	كزينيوم	ستونسيوم
الرمز	$^{1}_{0}n$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{2}He$	$^{235}_{92}U$	$^{}_{54}Xe$	^{94}Sr
الكتلة بـ u	1,00866	2,01355	3,01550	4,00150	234,9942	138,8892	93,8945

التمرين 20 :

1- إن انتاج الطاقة في المفاعلات النووية يرتكز أساسا على عملية انشطار اليورانيوم235 . فعندما يصطدم نيترون بنواة اورانيوم $^{235}_{92}U$ فإن أحد الانشطارات الممكنة يؤدي إلى تشكل نواة التيليوم $^{134}_{52}Te$ و نواة الزيركونيوم $^{99}_{z}Zr$ و كذلك عدد k من النيترونات.

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{95}_{40}Zr + ^{138}_{52}Te + k\,^{1}_{0}n$$

1.1- أذكر اسم هذا التفاعل. هل هو تلقائي ام مستحدث؟
2.1- اشرح لماذا نقول عن هذا التفاعل انه تفاعل متسلسل.
3.1- عين مع توضيح القوانين المستعملة، العددين Z و k .
4.1- عين بـالـ MeV ،الطاقة E_1 المحررة من تحوّل نواة اليورانيوم 235.
5.1- استنتج الطاقة E_2 المحررة من تحول واحد مول من انوية اليورانيوم 235 .

2- نواة التيليوم $^{134}_{52}Te$ ذات اشعاع β^- $t_{1/2}$=3,5ans .
1.2- أكتب معادلة تفكك هذه النواة مع تحديد النواة الابن المتشكلة.
2.2- اشرح مصدر الدقيقة β^-
3.2- الطاقة المحررة من هذا التفكك هي E=1,54MeV .
أ- اشرح مصدر الاشعاع γ المصاحب لهذا التفكك.
ب- عين التواتر ν للاشعاع γ علما ان الطاقة W للفوتون الناتج تشكل 2% من الطاقة المحررة. نأخذ ثابت بلانك: $h=6,62.10^{-34}J.s$

4.2- عين بالـ MeV طاقة الربط لنواة التيليوم $^{134}_{52}Te$.
5.2- هل يمكن ، في هذه الحالة ، الاعتماد على طاقات الربط لمقارنة استقرار النواتين الاب و الابن؟ قارن استقرار هاتين النواتين

يُعطى: $1an=365,25jours$; $1MeV=1,6.10^{-13}J$; $c=3.10^{8}m.s^{-1}$

$1eV=1,6.10^{-19}J$; $N_A=6,022.10^{23}$; $1u=1,66.10^{-27}kg = 931,5MeV/c^2$

اسم النواة أو الدقيقة	اليورانيوم	اليود	التيلير	الزركونيوم	البروتون	النيترون
الرمز	$^{235}_{92}U$	$^{134}_{53}I$	$^{138}_{52}Te$	$^{95}_{40}Zr$	$^{1}_{1}p$	$^{1}_{0}n$
الكتلة بالـ u	234,9935	133,8808	133,8830	98,8946	1,0073	1,0087

حل مقترح

1.1.لأن عمر اليورانيوم 238 من رتبة عمر الأرض ($\approx 10^9$)

2.1. هذا التفاعل يسمى تفاعل انشطار. و هو تفاعل مستحدث (مفتعل)
2.2. نسمي هذا التفاعل تفاعلا متسلسلا لأن: بعد التفاعل المستحدث تنتج مجموعة من النيترونات في حالة حركة مما يؤدي إلى تصادمها مع أنوية اليورانيوم فتنشطر هذه الاخيرة و تبقى العملية مستمرة إلى أن تنتهي المادة الشطورة.
3.2. الأنوية الناتجة تكون غير مستقرة و تبقى تتفكك إلى عدة أجيال من البشر بسبب زمن نصف العمر الكبير.
النفايات المشعة تدفن في أعماق الأرض

4.3. انحفاظ العدد الكتلي: $235+1= 99+134+k \leftarrow k= 3$

انحفاظ العدد الشحني: $0+92=Z+52+0 \longleftarrow Z= 40$

6.1. عبارة الطاقة المحررة: $\Delta E= \Delta m\, c^2$

حساب النقص الكتلي: $\Delta m = m_{Zr} + m_{Te} + 3m_n - m_U - m_n = -0,1985\ u$

$\Delta E_1 = -0,1985 \times 931,5 = 184,9\ MeV$

7.1. $1mol$ من الأنوية به N_A نواة : $\Delta E_2 = N_A \times \Delta E_1 = 1,113.10^{23}\ MeV$

1.2. $^{134}_{52}Te \rightarrow {}^{134}_{53}X + {}^{0}_{-1}e$ مع X هي I

2.2. مصدر β^- : تحول نيترون إلى بروتون داخل النواة المشعة وفق المعادلة: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

مصدر γ: النواة الابن الناتجة تكون مثارة و عند عودتها إلى حالتها الأساسية تصدر اشعاع كهرومغناطيسي γ

4.2. $E_l = (52m_p + 82m_n - m(^{134}_{52}Te)) \times c^2 = 1127,1MeV$

5.2. بما أن التفكك هو البحث عن الاستقرار فإن النواة الابن ستكون أكثر استقرارا من النواة الأب و بالتالي في هذه الحالة لسنا بحاجة إلى المقارنة باستعمال طاقات الربط.

نواة اليود أكثر استقرارا من نواة البيليوم

التمرين 21 :

1- من بين المصادر الأساسية التي تجعل الانسان يتعرض لاشعاعات مُشرّدة نجد العنصر المشع " الرادون222 " . الرادون ينتمي لعائلة اليورانيوم فهو ينتج في حالة غازية، مما يُسهل له المرور إلى الجوّ بعد مغادرة الصخور. و يمكنه التسرب إلى المباني و يتجمع في الغرف التي تنقصها التهوية.
الأراضي الغرانيتية، غنية باليورانيوم، فهي مصدر للرادون.
الرادون هو أيضا يتفكك و ينتج أجسام صلبة مشرّدة.

1.1- اشرح لماذا الحالة الغازية للرادون تزيد من خطورته؟

2.1- ماهو الاحتياط الواجب اتخاذه للتقليل من تركيز الرادون في المنازل؟

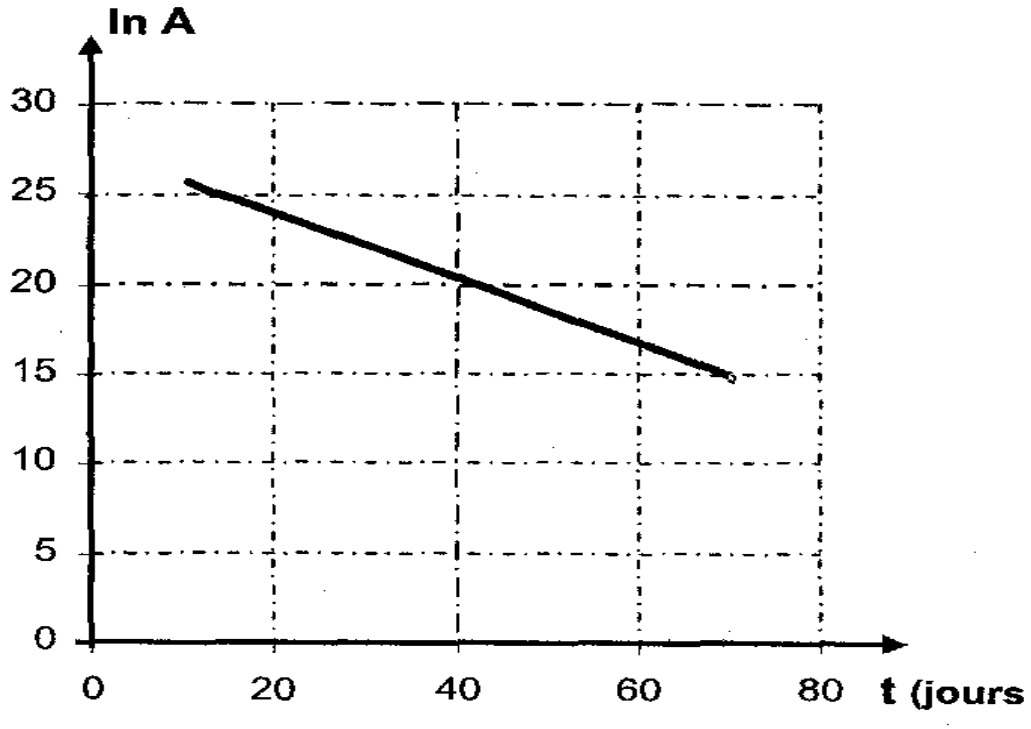
2- لمتابعة تطور النشاط لعينة من الرادون222 ، نغلق في لحظة $t=0$ ، حجما $0,2mL$ من الرادون المشع متواجد في أنبوبة تحت ضغط $0,1\ bar$ و درجة حرارة 30^0C هذا الغاز أحادي و الذرة نعتبره غاز مثالي.
احسب العدد N_0 لأنوية الرادون الموجودة في الانبوبة عند اللحظة الابتدائية.

3- نقيس النشاط A للعينة في لحظات مختلفة و نرسم المنحنى البياني $\ln A = f(t)$ الموضح بالشكل .

1.3- عرّف النشاط A لمادة مشعة، أوجد عبارة A في لحظة t بدلالة قيمته الابتدائية A_0 و ثابت النشاط الاشعاعي λ .

2.3- بيّن أنه يمكن من عبارة A كتابة العلاقة : $\ln A = a.t + b$ ، حيث : a و b ثابتين يطلب تعيين عبارتيهما.

3.3- بالاستعانة بالمنحنى البياني lnA = f(t) ، عين قيمتا λ و A_0



4.3- ماهي قيمة A_0 التي يمكن ايجادها بالحساب انطلاقا من λ و N_0 ؟ قارنها مع القيمة المستنتجة من المنحنى.

5.3- احسب زمن نصف العمر للرادون222

6.3- احسب عدد أنوية الرادون الموجودة في الانبوبة بعد ستة أشهر. ما هي عندئذ قيمة النشاط؟ ماذا تستنتج؟

يُعطى: $1\ bar = 10^5\ Pa$ ، ثابت آفوغادرو: $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$ ، $R = 8{,}314\ SI$ ،
قانون الغازات: $PV = n\ RT$

التمرين 22 :

المفاعل النووي هو مصنع لتوليد الكهرباء. هذه المفاعلات تستعمل الطاقة الحرارية المحررة من تفاعل الانشطار لليورانيون 235 الذي يعتبر وقود نووي . هذه الحرارة تستغل في تحويل الماء إلى بخار. الضغط الناتج عن البخار يسهل عملية تدوير و بسرعة كبيرة التوربين و التي بدورها تشغل المنوب المنتج للكهرباء. بالرغم من نسبة وجود اليورانيوم235 الضئيلة في الطبيعة فإن علماء الذرة يقومون بتخصيب اليورانيوم أي تحويل اليورانيوم238(نسبة وجوده كبيرة) إلى لليورانيون 235 حيث المنظمة العالمية للطاقة تسمح فقط بتخصيب قدره لا يتعدى 5% للاستعمال السلمي. بعض نواتج الانشطار تتمثل في أنوية مشعة ذات نشاط عالي و زمن نصف العمر كبير. عندما نيترون يصطدم بنواة اورانيوم $^{235}_{92}U$ ، أحد الانشطارات الممكنة تؤدي إلى تشكل نواة السيريوم $^{146}_{58}Ce$ و نواة السيلينيوم $^{85}_{x}Se$ و كذلك عدد a من النيترونات وفقا للمعادلة:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{146}_{58}Ce + {}^{85}_{x}Se + a\ {}^{1}_{0}n$$

1- عين قيمة كل من a و x . برر
2 - احسب التغير في الكتلة Δm الذي يرافق انشطار نواة اليورانيوم235
3- احسب بالجول وبـ MeV الطاقة ΔE المتحررة. نعتبر الطاقة الحركية الابتدائية للنيترون و لليورانيوم مهملة امام طاقة الكتلة
4- المفاعل النووي المستعمل لليورانيوم ينتج استطاعة كهربائية $P = 1455\ MW$.
احتراق 1 كيلوغرام من البترول يحرر طاقة قيمتها $E = 45.10^6\ J$ على شكل حرارة.
مردود التحول من الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية هو % 34,2.
1.4- اشرح مبدأ عمل المفاعل النووي
2.4- استنتج كتلة البترول اللازمة لانتاج نفس الطاقة الكهربائية التي ينتجها المفاعل النووي وهذا خلال سنة.

يُعطى: $N_A = 6,022.10^{23}\ mol^{-1}$ ، $c = 3.10^8\ m/s$ ، $1\ u = 1,6606.10^{-27}\ kg$

$m_e = 9,1094.10^{-31}\ kg$ ، $m_n = 1,6749.10^{-27}\ kg$ ، $m_p = 1,6726.10^{-27}\ kg$

$1eV = 1,6.10^{-19}J$ ، $m(^{235}U) = 234,9935\ u$ ، $m(^{146}Ce) = 145,8782\ u$ ،
$m(^{85}Se) = 84,9033\ u$

التمرين 23 :

من بين عمليات التأريخ للأشياء و التي تعتمد قانون التناقص الاشعاعي نجد عملية التأريخ بالكربون 14 هي الأكثر شهرة، علما أن طريقة التأريخ بالكربون 14 تصلح لتأريخ لا يتجاوز 35000ans . فالأرض تقذف يوميا بدقائق ذات طاقات عالية آتية من الكون الخارجي، ينتج عنها نيترونات سريعة. هذه الاخيرة تؤثر في أنوية الآزوت14 الموجودة في أعلى طبقات الجو. هذا التفاعل ينتج عنه نظير للكربون $^{A}_{Z}X$: إنه الكربون 14 . مباشرة بعد تشكله ، الكربون 14 يتأكسد إلى ثنائي اكسيد الكربون CO_2 الذي يمتزج مع الموجود في الجو مع العلم أن الكربون 14 مشع.
الامريكي ليبي فرانك ويلار بيّن سنة 1948 أن زمن نصف العمر للكربون 14 هو 5570 سنة. كما بيّن أن نسبة الكربون 14 ثابتة في الجوّ و في الأجسام الحية. سبب ذلك أنه حدث توازن بين تشكّل و تحطّم الكربون 14 أي أنه توجد نفس الكمية من الكربون 14 الناتجة و المتفككة. فمثلا، 1g من الكربون يحقق 13,5 تفكك في الدقيقة، و عند قطع شجرة فإن خشبها لا يمتص CO_2 أي لا يجدد الكربون 14 بل إنه يتناقص مع مرور الزمن بالتفكك.
من هنا جاءت فكرة التأريخ للحظة وفاة الاجسام.

يُعطى: $Z(C) = 6$ ، $Z(N) = 7$ ، $1\ an = 5,26.10^5\ min = 60 \times 5,26.10^5\ s$

1- هل الكربون 14 و الآزوت 14 نظائر؟ برر
2- في أعالي الجو ، معادلة التفاعل النووي بين نيترون و نواة آزوت هي:

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{1}p$$

بين باستعمال قانونا الانحفاظ أن $^{A}_{Z}X$ هي الكربون 14.
3- دراسة تطور عينة بها مجموعة من الأنوية المشعة مكّن من كتابة: $\Delta N = -\lambda N \Delta t$
هذه العلاقة أدت إلى قانون التناقص الاشعاعي: $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$

حيث N_0 عدد الأنوية عند اللحظة $t = 0$.

1.3- في عبارة قانون التناقص الاشعاعي، كيف نسمي λ ؟

2.3- عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

3.3- باستعمال قانون التناقص و تعريف زمن نصف العمر ، بيّن أن $\lambda = \frac{ln\,2}{t_{1/2}}$

4- نذكر أن النشاط A لعينة مشعة هو عدد التفككات خلال ثانية.

1.4- انطلاقا من هذا التعريف، بيّن أن النشاط A في لحظة t و العدد N للأنوية المتواجدة في العينة في اللحظة t يكتب من الشكل $A = \lambda N$.

2.4- قانون التناقص يمكن كتابته بدلالة نشاطه : $A = A_0 \times e^{-\lambda t}$ ، مع A_0 النشاط الابتدائي أي النشاط لحظة وفاة الجسم و A النشاط المقاس في اللحظة t .

عند قياس النشاط لقطعة خشب قديم كتلتها 1g وجدنا A=6,68 تفكك خلال دقيقة، مع العلم أن A_0=13,5 تفكك خلال دقيقة .

أ- كيف تفسر تواجد الكربون 14 في الخشب؟

ب- بيّن أن العبارة التي تمكن من حساب العمر t لوفاة الجسم تكتب: $t = \frac{t_{1/2}}{ln\,2} \times ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$.

ثم احسب t

جـ- هل يمكن استعمال التأريخ بالكربون لتحديد عمر له 150000 سنة؟

التمرين 24 :

1- في الطبيعة، النظير الغالب لعنصر الفوسفور P هو الفوسفور 31

أما الفوسفور 32 اشعاعي النشاط من النوع $ß^-$ و نصف عمره $t_{½} = 14,3$ jours

و كتلة نواة الفوسفور32 : $m(^{32}_{15}P) = 5,31\ 10^{-26}$ kg

المعطيات: $_{11}Na$; $_{12}Mg$; $_{13}Al$; $_{14}Si$; $_{15}P$; $_{16}S$; $_{17}Cl$

1.1- حدد مكونات نواة الفوسفور32

2.1- عرّف النظير

3.1- ماهي الدقيقة التي تصدر أثناء النشاط الاشعاعي $ß^-$

4.1- أكتب معادلة تفكك الفوسفور 32 مع ذكر القوانين المستعملة

2- مريض يستهلك محلول من فوسفات الصوديوم يحتوي على كتلة $m_0 = 10,0\ 10^{-9}$ g من الفوسفور 32.

1.2- احسب عدد الانوية الابتدائية N_0 للفوسفور 32

2.2- عرف زمن نصف العمر و أوجد العلاقة بين زمن نصف العمر و ثابت النشاط الاشعاعي λ

3.2- عرف النشاط A لعينة و احسب النشاط الابتدائي A_0

4.2- احسب الزمن t_1 الذي يوافق $\frac{A_0}{10}$

5.2- ارسم شكل المنحنى A(t) بدلالة t. استنتج قيمة t_1

3- أذكر تعريف طاقة الربط للنواة

4- أذكر تعريف النقص في الكتلة Δm لنواة بدلالة: عدد البروتونات، عدد النيترونات و الكتل m_P, m_N ,$m(^{30}P)$

5- ماهي العلاقة بين طاقة الربط و النقص في الكتلة؟

6- احسب طاقة الربط لكل نيكلون لنواة الفوسفور30 ، قارنها مع طاقة الربط لكل نيكلون للفوسفور 31 وماذا تستنتج؟

يُعطى: $E_l/A(^{30}P) = 8,48\ MeV / nucléon$ ، $c = 2,997\ 92\ 10^8\ m/s$

$1\ u = 1,6605\ 10^{-27}\ kg$ ، $1\ eV = 1,60218\ 10^{-19}\ J$ ، $mp = 1,00728\ u$

$mn = 1,00866\ u$ ، $m(^{30}P) = 29,97006\ u$

حل مقترح

1.1- نيكلون32 nucléons ، بروتون15 protons ، نوترون32-15 = 17 neutrons

2.1- النظائر ذرات تختلف في عدد النوترونات و لها نفس العدد الذري (عدد البروتونات)

3.1- يصدر الكترون: $^{0}_{-1}e$

4.1- معادلة التفكك: $^{32}_{15}P = {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

انحفاظ عدد النيكلونات: $32 = A + 0$ <--- $A = 32$

انحفاظ الشحنة: $15 = Z - 1$ <--- $Z = 16$

$^{32}_{15}P = {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{-1}e$

1.2- حساب عدد الانوية الابتدائية N_0 للفوسفور: $N_0 = m_0 \times N_A/A = 1,88\ 10^{14}$

2.2- زمن نصف العمر هو الزمن الموافق لتفكك نصف الانوية الابتدائية

لدينا $N(t) = N_0\ e^{(-\lambda t)}$

و من أجل $t = t_{1/2}$ لدينا $N(t_{½}) = N_0\ e^{(-\lambda t_{½})}$

و حسب التعريف: $N(t_{½}) = ½N_0$

و منه $N_0\ e^{(-\lambda t_{½})} = ½N_0$

$e^{(-\lambda t_{½})} = 0,5$

$\ln 0,5 = -\ln 2 = -\lambda t_{½} \longleftarrow \lambda t_{½} = \ln 2$

3.2- $A = -dN/dt = (-\lambda)N_0\ e^{(-\lambda t)} \longleftarrow A = \lambda N$

$A_0 = \lambda N_0 = 5,61\ 10^{-7} \times 1,88\ 10^{14} = 1,06\ 10^8\ Bq$

4.2- حساب t_1 : $A(t_1) = A_0\ e^{(-\lambda t1)} = A_0/10$

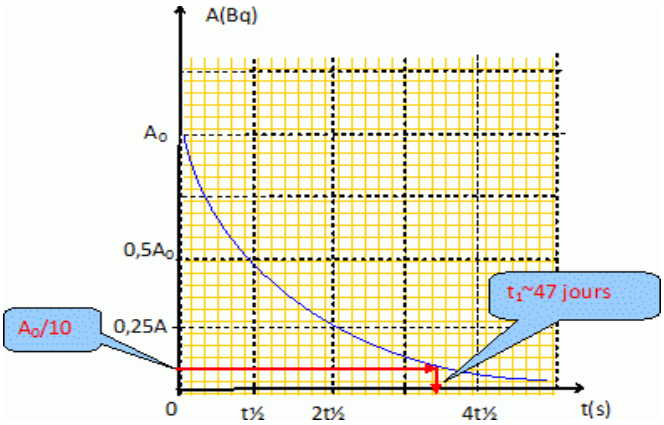
$e^{(-\lambda t1)} = 0,1 \longleftarrow \ln 0,1 = -\lambda t_1$

$t_1 = -\ln 0{,}1 / \lambda = \ln 10 / 5{,}61\ 10^{-7}$

$= 4{,}10\ 10^{6}$ s

$= 47{,}5$ jours

5.2- لرسم البيان نستعمل على محور الفواصل $t_{1/2}$



1.3- طاقة الربط (E_l) لنواة هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة و هي في حالة سكون قصد فصل نيكلوناتها.

2.3- عبارة النقص في الكتلة: $\Delta m = (15m_P + 15m_N) - m(^{30}P)$

2.3- حساب طاقة الربط لكل نيكلون لنواة الفوسفور30: $E_l = |\Delta m|\ c^2$

$\Delta m = 29{,}970\ 06\text{-}15(1{,}007\ 28 + 1{,}008\ 66) = -0{,}269\ 04$ u

$\Delta m = -0{,}269\ 04 \times 1{,}660\ 5\ 10^{-27} = -4{,}467\ 4\ 10^{-28}$ kg

$E_l = 4{,}467\ 4\ 10^{-28} \times (2{,}997\ 92\ 10^{8})^2 = 4{,}015\ 1\ 10^{-11}$ J

$E_l = 4{,}015\ 1\ 10^{-11} / 1{,}602\ 18\ 10^{-19} = 2{,}506\ 10^{8}$ eV

$= 250{,}6$ MeV

$E_l / A = 250{,}6 / 30 = 8{,}35$ MeV / nucléon

هذه القيمة أقل من طاقة الربط لكل نيكلون الخاص بالفوسفور 31 ، إذن الفوسفور 30 أقل استقرارا من الفوسفور 31 .

التمرين 25:

يحدث في المفاعلات النووية تفاعل انشطار اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ، حيث يتم قذف هذه النواة بواسطة نوترون بطيء فينتج النواتين $^{135}_{53}I$ و $^{100}_{41}Nb$ و عدد a من النيترونات.

1- أكتب معادلة الانشطار النووي الحادث مبيينا كيفية حساب العدد a .

2- إليك الجدول التالي الذي يبيّن قيّم طاقة الربط لكل نيكلون لأنوية مختلفة.

النواة	$^{239}_{94}Pu$	$^{4}_{2}He$	$^{135}_{53}I$	$^{3}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{100}_{41}Nb$
$\frac{E_l}{A}(MeV / nucléon)$	7,56	7,07	8,38	2,82	1,11	8,50

1.2- رتّب الأنوية المعطاة في الجدول حسب قوة تماسكها.

2.2- احسب الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار و استنتج قيمة النقص الكتلي.

3- لليود $^{135}_{53}I$ نظير مشع هو $^{131}_{53}I$ يسهخدم في معالجة الغدة الدرقية إذ يقوم بإتلاف خلايا الغدة الدرقية

المتبقية بعد بترها وكذلك بمعالجة مضاعفات المرض. إن اليود 131 ذو نشاط اشعاعي β^- و له زمن نصف عمر يقدر بثمانية أيام.

1.3- ماذا تعني العبارات : نظير – مشعة - نشاط اشعاعي β^- ؟

2.3 – التفكك ذو النشاط الاشعاعي β^- يصحبه اصدار اشعاع γ. عين التواتر ν للاشعاع γ علما أن طاقة الفوتونات تساوي 1,5MeV

يُعطى: $1u=931,5\ MeV/c^2$ ، $c=3,10^8\ m/s$ ، $N_A= 6,02.10^{23}\ /mol$

$1u=1,66.10^{-27}\ kg$ ، $1MeV=1,6.10^{-13}\ J$، ثابت بلانك: $h=6,62.10^{-34} J.s$

التمرين 26:

يحدث في المفاعلات النووية تفاعل انشطار اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ، حيث يتم قذف هذه النواة بواسطة نوترون بطيء حسب المعادلة: $^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{94}_{38}Sr+^{140}_{54}Xe+2^{1}_{0}n$

1- ما هو الفرق بين نواة خصيبة ونواة شطورة ؟

2- احسب طاقة الربط للأنوية: ^{235}U ، ^{94}Sr ، ^{140}Xe . من بين هذه الأنوية ما هي النواة الأكثر استقرارا ؟

3- احسب الطاقة المحرّرة E_0 عن هذا التفاعل .

4- إن مثل هذه التفاعلات تسمى تفاعلات إنشطارية تسلسلية ، ما المقصود بهذا ؟

5- بيّن أن الطاقة المحرّرة تُعطى بالعلاقة : $E=(2^{n+1}-1)E_0$ ، حيث n=0 توافق أول انشطار.

6- تتزوّد غواصة بالطاقة الناتجة عن الإنشطار السابق في مفاعلها الذي يقدّم استطاعة قدرها $P=25\times10^6 W$. تستهلك هذه الغواصة كمية من اليورانيوم 235 كتلتها $m=868g$ للقيام بمهمة . احسب المدة اللازمة لاستهلاك هذه الكمية من اليورانيوم .

7- نواتج الانشطار مشعة وتتحول إلى أنوية أخرى، هي أيضا مشعة. من بين هذه النفايات نجد السيزيوم المشع 137 Cs ذو نشاط اشعاعي β^-.

1.7- أكتب معادلة تفكك نواة السيزيوم 137.

2.7- زمن نصف العمر للسيزيوم هو 30 سنة . احسب ثابت النشاط الاشعاعي و ماذا يمثل فيزيائيا؟

3.7- في لحظة t=0 ، نتوفر على عينة من السيزيوم 137 كتلتها m_0 . أكتب عبارة الكتلة m المتبقية في لحظة t بدلالة m_0 و $t_{1/2}$

4.7- أوجد الزمن الموافق لكتلة متبقية قيمتها تساوي 1% من الكتلة الابتدائية.

يُعطى: $1u=931,5\ MeV/c^2$ ، $c=3,10^8\ m/s$ ، $N_A= 6,02.10^{23}\ /mol$

$1u=1,66.10^{-27}\ kg$ ، $1MeV=1,6.10^{-13}\ J$

Iode	Xénon	Césium	Baryum	Lanthane	اسم العنصر
I	Xe	Cs	Ba	La	الرمز
53	54	55	56	57	الرقم الذري

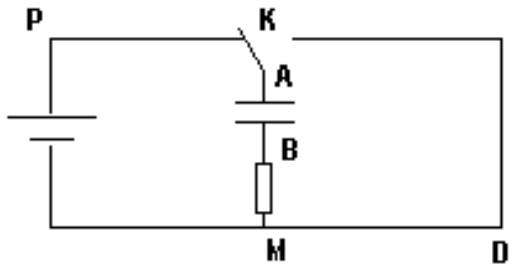
كتلة الأنوية و الدقائق: $m(^{94}Sr) = 93,8945\ u$ ، $m(^{140}Xe) = 139,9216\ u$ ،

$m(^{235}U) = 234,9935\ u$ ، $m(^{1}_{1}n) = 1,0086\ u$ ، $m(^{1}_{1}p) = 1,0076\ u$

الضواهر الكهربائية

التمرين01:

1- المولد يملك قوة محركة كهربائية $E = 100V$ ونعتبر مقاومته الداخلية مهملة.



1.1- عند اللحظة $t = 0$ ، نربط K بـ P . بيّن أن المعادلة التفاضلية التي تربط u_{AB} بالزمن t تكتب على النحو التالي :

$$\tau \, du_{AB} / dt + u_{AB} = E$$

مع $\tau = RC$. حدد وحدة τ.

2.1- تحقق من أن حل المعادلة السابقة هو $u_{AB} = E\,(1 - e^{-t/\tau})$

3.1- أرسم شكل المنحنى البياني الممثل لـ $u_{AB} = E\,(1 - e^{-t/\tau})$. عين احداثيات نقطة تقاطع المماس في المبدأ و الخط المقارب للمنحنى.

4.1- احسب ثابت الزمن للدارة $\tau = RC$ علما أن $R = 10\ k\Omega$ و $C = 0{,}5\ \mu F$.

5.1- احسب التوتر u_{AB} عند اللحظات $t_1 = \tau$ و $t_2 = 5\,\tau$ و كذلك عندما t يؤول إلى مالانهاية.

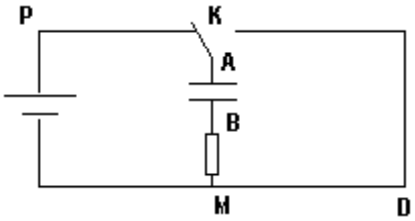
2- الآن المكثفة مشحونة، نربط K بـ D عند لحظة $t = 0$.

1.2- أوجد المعادلة التفاضلية الجديدة التي تربط u_{AB} بالزمن t

2.2- تحقق من أن حلها هو $u_{AB} = E\,e^{-t/\tau}$. احسب التوتر بين طرفي المكثفة عندما $t_1 = o$ ، $t_2 = 5\,\tau$ و كذلك عندما t يؤول إلى مالانهاية.

3.2- على أي شكل تحرر الطاقة المخزنة بالمكثفة؟ احسب قيمتها

حل مقترح



1.1. المولد مثالي، إذن $U_{PM} = E > 0$

المعادلة التفاضلية ، حسب قانون التوترات:

$$u_{PA} + u_{AB} + u_{BM} + u_{MP} = 0$$

$$0 + u_{AB} + R\,i - E = 0$$

$$u_{AB} + R\,i = E \qquad (1)$$

و لدينا $i = dq_A / dt = C\,du_{AB} / dt$ (2)

نعوض (2) في (1) : $u_{AB} + RC\,\frac{du_{AB}}{dt} = E$

$$\tau \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = E \quad (3)$$ مع $\tau = RC$ وحدته الثانية

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى بمعاملين ثابتين و طرفها الثاني ثابت.

2.1. ويمكن التحقق من أن $u_{AB} = E\,(1 - e^{-t/\tau})$ حلا للمعادلة التفاضلية

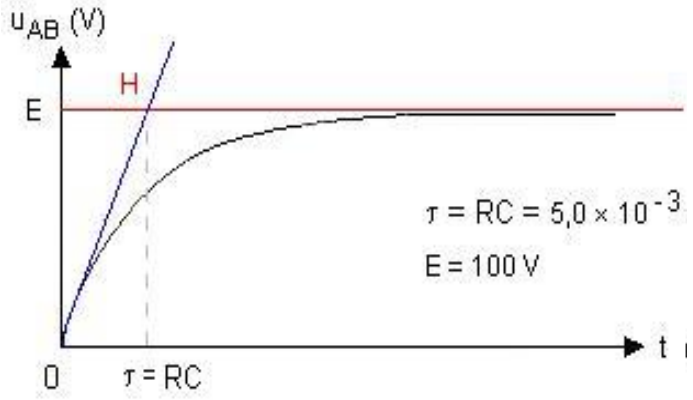
حيث بالاشتقاق $$\frac{du_{AB}}{dt} = 0 + E\left(\frac{1}{\tau}\right)e^{-t/\tau} = \frac{E}{\tau}\,e^{-t/\tau} \quad (4)$$

ثم بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$RC\frac{E}{\tau}\,e^{-t/\tau} + E\,(1 - e^{-t/\tau}) = E$$

$$RC\frac{E}{\tau}\,e^{-t/\tau} + E - Ee^{-t/\tau} = E$$

$$Ee^{-t/\tau} + E - Ee^{-t/\tau} = E \rightarrow E = E$$



3.1. شكل المنحنى

* H نقطة تقاطع الخط المقارب و المماس للمنحنى

عند **t=0** ، فاصلتها **τ**

4.1. حساب ثابت الزمن τ: $\tau = RC = 10^4 \,.\, 0{,}5 \,.10^{-6} = 5 \,.\, 10^{-3}$ s

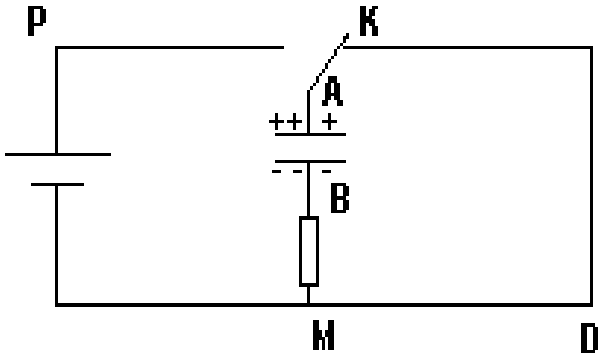
5.1. حساب التوترات

$t_1 = \tau \rightarrow u_{AB} = E\,(1 - e^{-t/\tau}) = E\,(1 - e^{-1}) = 0{,}63\,E = 63$ V

$t_2 = 5\tau \rightarrow u_{AB} = E\,(1 - e^{-t/\tau}) = E\,(1 - e^{-5}) = 0{,}993\,E = 99{,}3$ V

$t_\infty = \infty \rightarrow E = 100$ V

1.2. المعادلة التفاضلية أثناء التفريغ:



$$u_{AB} + R\,i = 0$$

$$i = \frac{dq_A}{dt} = C\,.\,\frac{du_{AB}}{dt}$$

$$u_{AB} + RC\,.\,\frac{du_{AB}}{dt} = 0$$

$$\tau\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$$

2.2. التحقق

$$-RC\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau}+E\ e^{-t/\tau}=0$$

$$-RC\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau}+Ee^{-t/\tau}=0$$

$$-Ee^{-t/\tau}+Ee^{-t/\tau}=0\rightarrow 0=0$$

حساب التوتر:

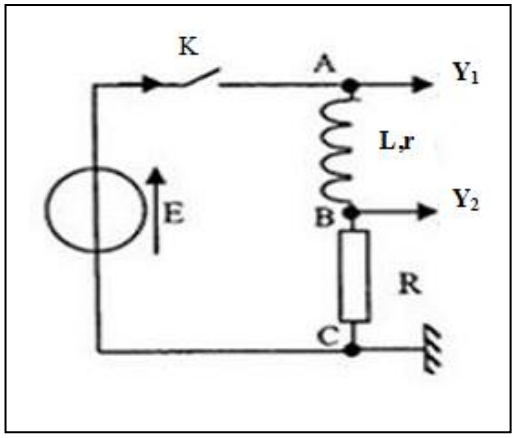
$$t_1=\tau\ \rightarrow\ u_{AB}=E\ e^{-t/\tau}=E\ e^{-1}=0{,}37\ E=37\ V$$
$$t_2=5\tau\ \rightarrow\ u_{AB}=E\ e^{-t/\tau}=E\ e^{-5}=0{,}0067=0{,}67\ V$$
$$t_\infty=\infty\ \rightarrow\ E=0\ V$$

3.2. الطاقة تحرر على شكل حرارة في أسلاك المكثفة وفي الناقل الأومي.

عبارة الطاقة : $E_C = 1/2\ CE^2$

ومنه $E_C = 1/2 \times 0{,}5.10^{-6} \times 100 = 25.10^{-6}\ J$

التمرين 02 :



1- لتكن التركيبة الموضحة بالشكل المقابل حيث المولد مثالي و قوته المحركة E .

أ- ما هو التوتر المشاهد على المدخل Y_1 و كذلك المدخل Y_2 .

ب- في حالة القاطعة K مفتوحة، حدد قيمة كل من u_{AB} و u_{BC} و u_{AC} .

ت عند اللحظة t=0 نغلق القاطعة.

تعبّر عن u_{BC} بدلالة R و i

تعبّر عن بدلالة L ، r و i ، ثم بدلالة L ، R ، r و u_{BC}

ت أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تعطي تطور التيار الكهربائي i مع الزمن، تكتب كالآتي: $Ldi/dt+(r+R)i=E$

ت حل المعادلة التفاضلية يكتب من الشكل $i(t) = A\ e^{-\alpha t} + B$. أوجد عبارة i(t) بدلالة L ، R ، r و E . علما أن قيمة i في البداية معدومة، حدد قيمة α .

تباستعمال عبارة i(t) ، أوجد عبارة $u_{AB}(t)$ و $u_{BC}(t)$.

ت بيّن أن في كل لحظة يتحقق : $u_{BC}(t) + u_{AB}(t) = E$.

تإليك البيان التالي:

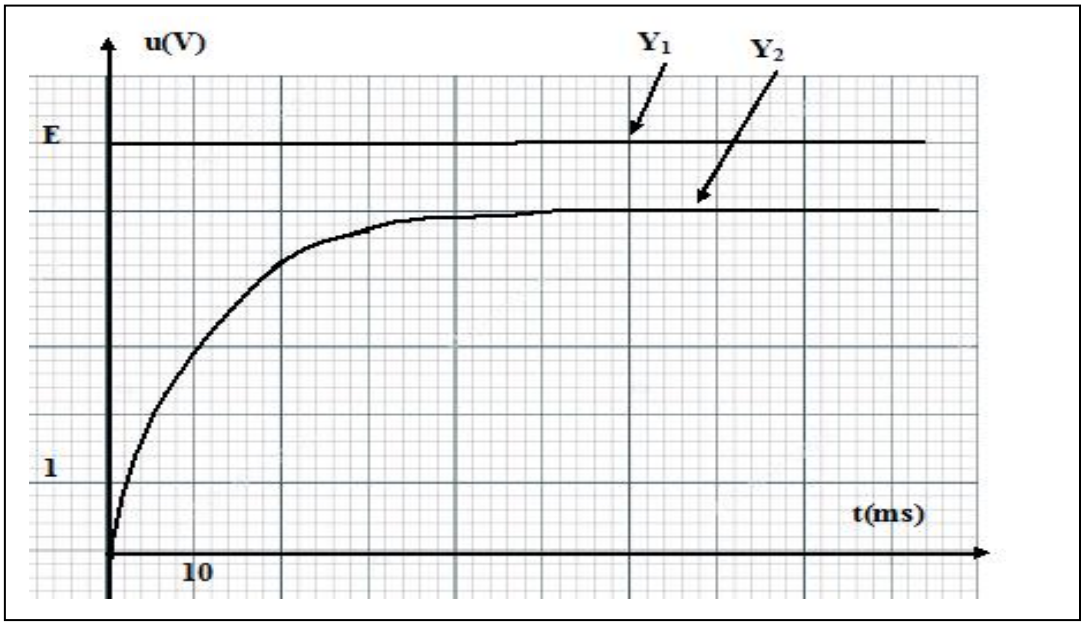
عين من البيان قيمة و زمن الوصول للنظام الدائم ( ).

ت أ

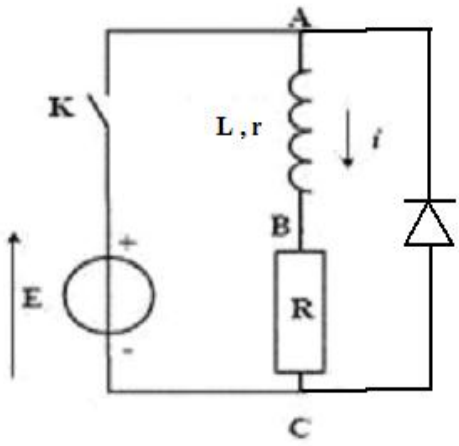
رسمبلون أخضر البيان المشاهد عل المدخل لراسم الاهتزاز.

ت باستعمال المنحنى البياني ، أوجد قيمة شدة التيار i المار بالدارة في النظام الدائم علما أن R=50Ω

. استنتج قيمة مقاومة الوشيعة r علما τ=1/α ، احسب قيمة الذاتية L .



التمرين 03:



دارة كهربائية تضم على التسلسل وشيعة (ذاتيتها L و مقاومتها r) ، ناقل أومي مقاومته R ، مقياس أمبير و قاطعة، المجموعة مغذاة بمولد مستمر مثالي قوته المحركة الكهربائية E ، وموصولة براسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة يسمح بمتابعة تطور التوترين u_{AC} بين طرفي الدارة و $u_{BC}=u_R$ بين طرفي الناقل الاومي بدلالة الزمن.

عند اللحظة t=0 ، نغلق القاطعة (K) فنحصل على المنحنين الموضحين بالشكل 1 .

1- أ- أعد رسم الدارة ووضح كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي لملاحظة المنحنيين بالشكل 1

ب- بتطبيق قانون جمع التوترات اوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي تطور التوتر u_R مع الزمن .

2- حل المعادلة التفاضلية السابقة يكتب من الشكل $u_R(t) = U_{Rmax}\,(1-e^{-t/\tau})$.

1.2- بيّن أن المنحنى (2) يوافق $u_R(t)$

2.2- عيّن قيمة E

3- عند النظام الدائم ، الأمبير متر يشير للقيمة $I_0=50\ mA$

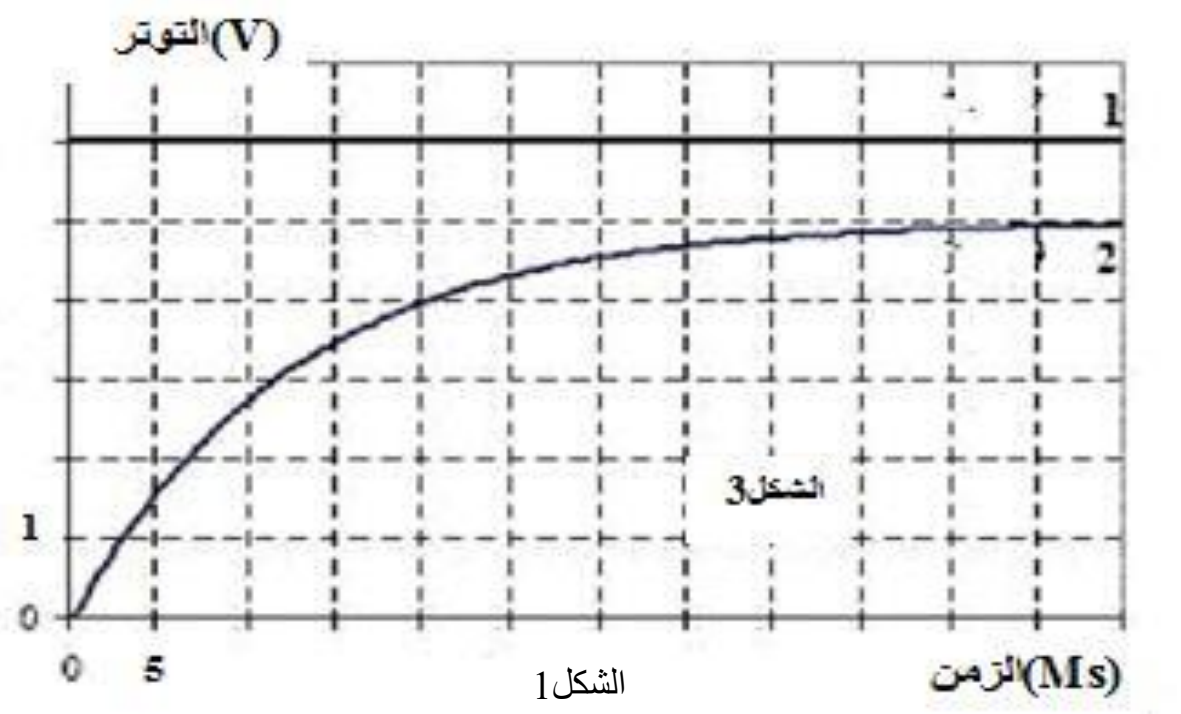
1.3- عين قيمة R

2.3- بين أن المقاومة r للوشيعة تكتب من الشكل: $r = (\frac{E}{U_{R\max}} - 1).R$

3.3- عين بيانيا قيمة ثابت الزمن τ و استنتج قيمة الذاتية (L) للوشيعة

4.3- احسب قيمة الطاقة المخزنة في الوشيعة في النظام الدائم .

4- بعد بلوغ النظام الدائم نفتح القاطعة k عند t= 0 فيتوهج الصمام الثنائي توهج لحظي ثم ينطفئ ، أعط تفسيرا لهذه الظاهرة.



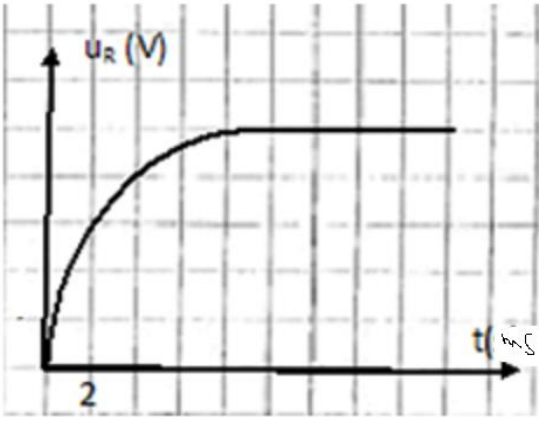
الشكل1

التمرين 04:

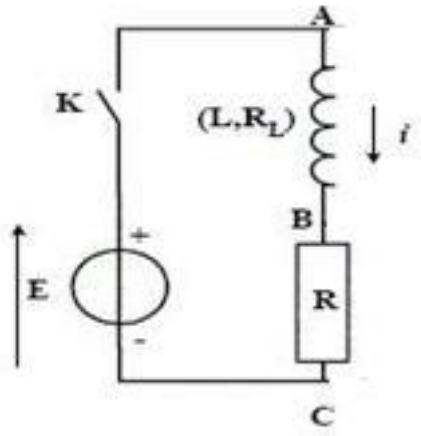
بهدف إيجاد قيمة الذاتية لوشيعة و مقارنتها مع القيمة المعطاة من طرف الصانع .
نحقق التركيبة الموضحة على الشكل (1)، حيث $E = 10V$ ، $L = 1H$ ، $R_L = 10\Omega$ و R

نغلق الدارة في اللحظة $t=0$ و بواسطة جهاز إعلام آلي نسجل تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي (R) فنحصل على المنحنى البياني الممثل بالشكل (2)

1-أعد رسم الشكل (1) و بيّن عليه كيفية توصيل راسم الاهتزاز للحصول على منحنى الشكل (2) .

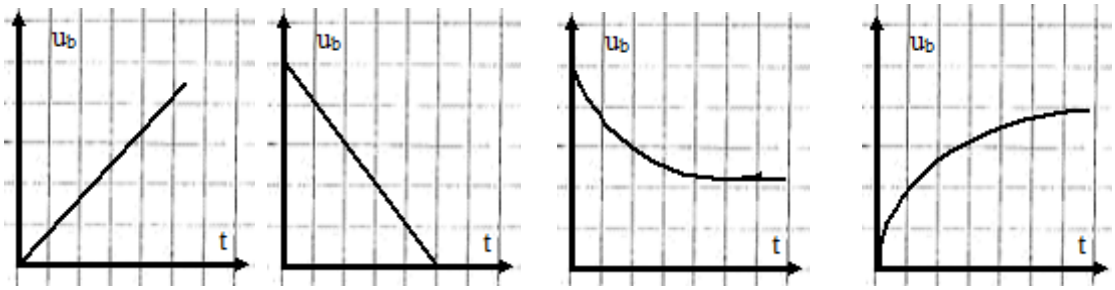


الشكل2



الشكل1

2- إليك المنحنيات الأربعة و الممثلة لتغيرات التوتر بين طرفي الوشيعة بدلالة الزمن.



أ- أعد رسم المنحنى الموافق لهذه التجربة. برر
ب - أرسم على نفس المعلم المنحنيين الممثلين لتطور التوتر السابق في الحالتين :
الحالة الاولى :إستبدال الوشيعة بأخرى لها نفس L ومقاومتها مهملة .
الحالة الثانية : إستبدال الوشيعة بأخرى لها نفس المقاومة r وذاتيتها مهملة .
3- نهمل المقاومة الداخلية للوشيعة

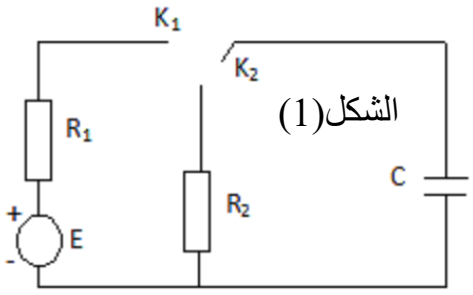
أ- بين أن المعادلة التفاضلية للدارة في حالة ظهور التيار تكتب: $E = u_R + \frac{L}{R}\frac{du_R}{dt}$

ب- علما أن المعادلة تقبل الحل التالي: $u_R(t) = Ae^{-\alpha t} + B$. حدد كل من : A ، B و α

جـ- المقدار $\frac{L}{R}$ يعبر عن ثابت الزمن τ للدارة. باستعمال تحليل الأبعاد أثبت أن وحدته هي وحدة الزمن، ثم احسب قيمة R.

د- احسب الطاقة المخزنة بالوشيعة في المرحلة الدائمة.

التمرين 05:



الشكل(1)

نحقق الدارة الموضحة بالشكل (1)
تتألف من مولد قوته المحركة E=10V، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته R_1=500Ω و ناقل أومي آخر مقاومته R_2 و راسم اهتزاز مهبطي ذو ذاكرة يمكّن من متابعة تطور التوتر u_C بين طرفي المكثفة و التوتر u_S بين طرفي المولد.
في البدء المكثفة غير مشحونة.

1- في اللحظة t = 0 s ، نضع البادلة في الوضع K_1 .
فنشاهد على شاشة الراسم منحنيي الشكل(2).
1.1- ماهو المنحنى الموافق للتوتر بين طرفي المكثفة؟ برر
2.1- بين كيفية ربط الدارة براسم الاهتزاز لمشاهدة u_C و u_S .
3.1- أوجد المعادلة التفاضلية لـ $u_c(t)$ أثناء عملية شحن المكثفة تحقق

4.1- تحقق ان $u_c(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ ، حل للمعادلة التفاضلية حيث τ ثابت يطلب تعيين عبارته
5.1- حدد قيمة τ بيانيا و استنتج قيمة السعة C للمكثفة
6.1- احسب قيمة $\frac{u_C}{E}$ من أجل $t = 5\tau$. ماذا تستنتج؟

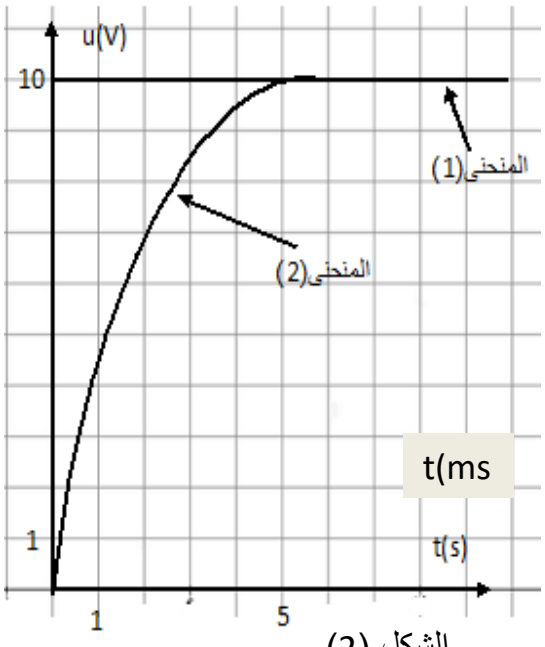
2- المكثفة مشحونة، نضع البادلة في الوضع K_2 .

1.2- بين أن خلال عملية التفريغ المعادلة التفاضلية للدارة تكتب من الشكل: $u_C + \frac{1}{\alpha}\frac{du_C}{dt} = 0$

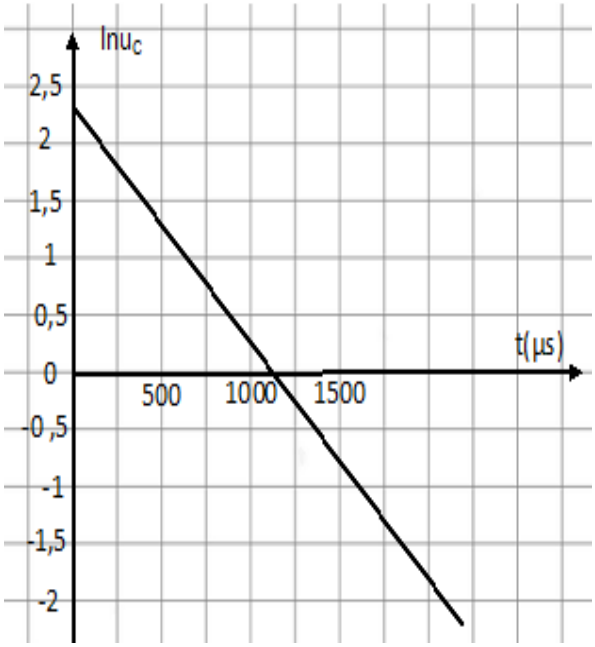
استنتج عبارة $\frac{1}{\alpha}$

2.2- حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل $u_C(t) = Ee^{-\alpha t}$ حيث u_C بالفولط .

أوجد عبارة اللوغاريتم النيبيري بدلالة التوتر u_C أي $\ln u_C = f(t)$



الشكل (2)



الشكل (3)

3.2- بواسطة برمجية مناسبة نرسم المنحنى الممثل لـ $\ln u_C$ بدلالة الزمن (انظر شكل3)

أكتب معادلة البيان و استنتج قيمة R_2 .

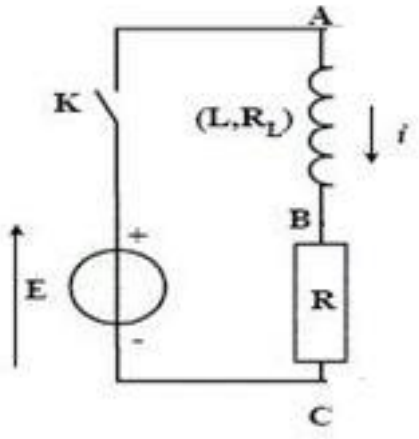
التمرين06:

الهدف من التمرين إيجاد قيمة الذاتية لوشيعة و مقارنتها مع القيمة المعطاة من طرف الصانع .

1- تركيبة الدارة موضحة على الشكل (1)،

حيث $E = 10V$ ، $L = 1H$ ،

$R = 1k\Omega$ و $R_L = 10\Omega$



نغلق الدارة في اللحظة t=0 و بواسطة جهاز إعلام آلي نسجل التوتر بين طرفي الناقل الأومي (R). فنحصل على المنحنى البياني الممثل بالشكل

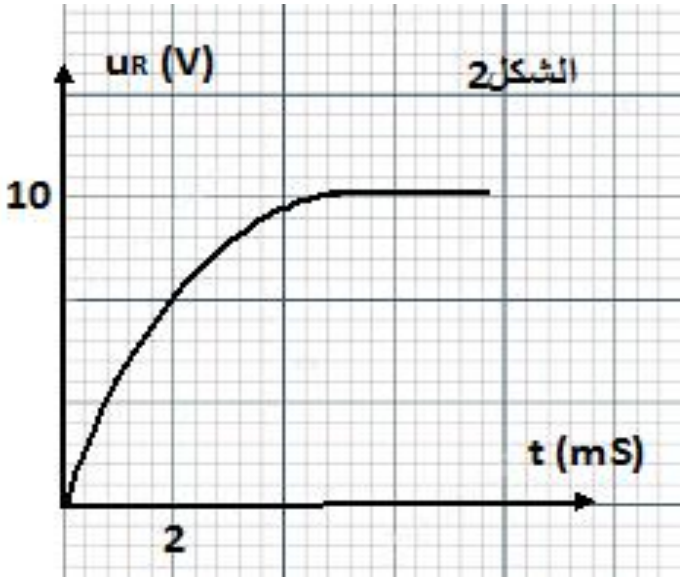
1.1- بيّن على التركيبة كيفية توصيل راسم الاهتزاز للحصول على المنحنى البياني

2.1 - ماهو تأثير الوشيعة على ظهور التيار عند غلق الدارة؟

2- نهمل المقاومة الداخلية للوشيعة:

1.2- بين أن المعادلة التفاضلية للدارة و هي مغلقة تكتب: $E = u_R + \frac{L}{R}\frac{du_R}{dt}$

2.2- علما أن المعادلة تقبل الحل التالي: $u_R(t) = Ae^{-\alpha t} + B$ حدد كل من: A، B و α



3.2- المقدار $\frac{L}{R}$ يعبر عن ثابت الزمن τ للدارة. باستعمال تحليل الأبعاد أثبت أن وحدته هي وحدة الزمن ، و احسبه.

4.2 - استنتج قيمة L و قارنها بالقيمة المعطاة.

5.2- احسب الطاقة المخزنة بالوشيعة في المرحلة الدائمة .

التمرين 07:

دارة كهربائية تضم على التسلسل وشيعة (ذاتيتها L و مقاومتها r) ، ناقل أومي مقاومته R= 25Ω ، مولد مستمر مثالي قوته المحركة الكهربائية E = 12V و قاطعة.

نغلق الدارة عند اللحظة t=0 ونتابع تطورات شدة التيار المار بالدارة خلال الزمن فكان المنحنى البياني الموضح بالشكل المرفق .

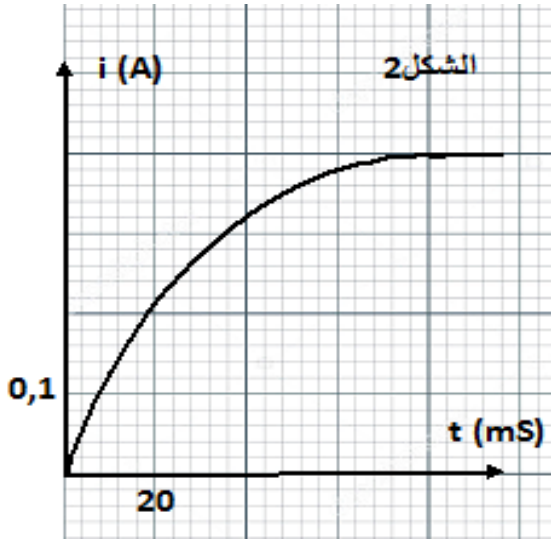
1- مثّل تركيبة الدارة

2- كيف نشاهد في نفس الوقت منحنى التوتر بين طرفي الناقل الأومي U_R و التوتر بين طرفي الوشيعة U_b على راسم الاهتزاز؟

3- أوجد المعادلة التفاضلية للتيار وبيّن أنها تكتب من الشكل : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = B$ ،

مع تحديد عبارتا τ و B

4- علما أن المعادلة التفاضلية تقبل الحل التالي: $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.



1.4- استنتج قيمة A، ماذا يمثل هذا المقدار فيزيائيا، و في أي نظام نحصل عليه، عين قيمته.

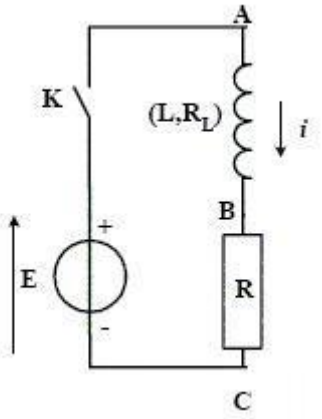
2.4- احسب قيمة r .

3.4- كيف نسمي المقدار τ ؟ عين قيمته بيانيا .

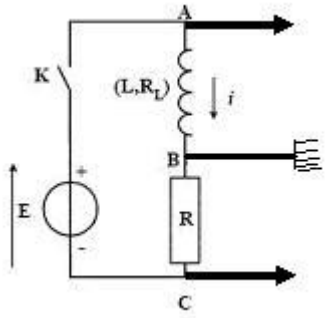
4.4- استنتج قيمة L
5- احسب الطاقة المخزنة بالوشيعة من أجل $t = 5\tau$
6- لماذا، عند فتح الدارة، تظهر شرارة كهربائية عند أقطاب القاطعة؟ كيف نمنع هذه الظاهرة (يطلب توضيح بالرسم)؟

حل مقترح

1- التركيبة



2-



3- $u_R+u_L=E$

$$u_R.i + L\frac{di}{dt} + R_L.i = E \rightarrow L\frac{di}{dt} + (R+R_L)i = E$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{L/(R+R_L)}.i = \frac{E}{L}$$

مع $\tau=L/(R+R_L)$ و $\alpha=E/L$

1.4- $i(t) = A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ و $\frac{di}{dt} = \frac{A}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$

بالتعويض في المعادلة : $\frac{A}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{A}{\tau} - \frac{A}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{L} \rightarrow A = \frac{E}{R+R_L}$

A يمثل شدة التيار الاعظمي

من البيان $A=I_{max}=0,4A$

2.4- $I_{max} = \frac{E}{R+R_L} \rightarrow RL = \frac{E}{I_{max}} - R = 5\Omega$

3.4- τ ثابت الزمن، $\tau=20ms$

$$\tau = \frac{L}{R+R_L} \rightarrow L = \tau(R+R_L) = 0{,}6H \quad \text{-4.4}$$

$$E_L = \frac{1}{2}LI^2{}_{max} = 0{,}12J \quad \text{-5}$$

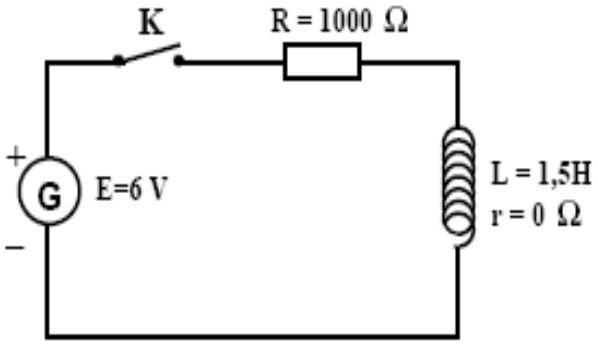
6- لأن الوشيعة تخزن طاقة

نمنع ذلك بربط صمام ثنائي

التمرين 08:

لدراسة تطور شدة التيار المار عبر وشيعة نحقق الدارة التالية :

عند اللحظة $t = 0$ ، نغلق القاطعة K . يسمح حاسوب بتسجيل مباشر لتغيرات شدة التيار المار في الدارة بتغير الزمن : $i(t)$.



1- هل الوشيعة المستخدمة حقيقية أم مثالية ؟ علل .

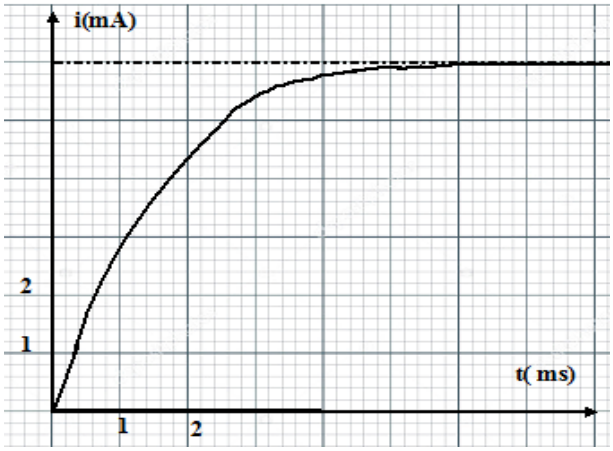
2- مثّل على الدارة السابقة وبأسهم شدة التيار و التوترات بين طرفي المولد، الناقل الأومي والوشيعة .

3- أكتب قانون التوترات لهذه الدارة .

4- أوجد المعادلة التفاضلية لشدة التيار المار في الدارة .

5- تأكد أن $i(t) = \frac{E}{R}(1-e^{-\frac{E}{L}t})$ هو حل لهذه المعادلة .

6- أعط العبارة الحرفية لثابت الزمن τ لثنائي القطب RL .



7- يعطى لك البيان $i(t)$ المسجل من طرف الحاسوب :

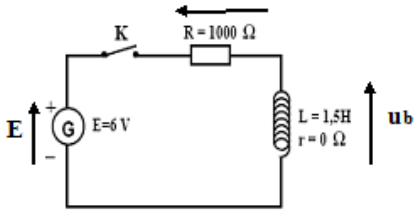
أوجد بيانيا قيمة ثابت الزمن τ و قارنه مع القيمة النظرية .

8- لو إستبدلنا الوشيعة السابقة بمكثفة سعتها C . ماهي قيمة C التي تجعل مدة شحن المكثفة تساوي مدة منع الوشيعة لمرور التيار فيها ؟

حل مقترح

1- الوشيعة مثالية لأن مقاومتها r مهملة .

2- تمثيل التوترات



3- قانون جمع التوترات : $u_r + u_b = E$

4- المعادلة التفاضلية : $Ri + L\dfrac{di}{dt} = E$

5- التأكد : $R\dfrac{E}{R}(1-e^{-\frac{R}{L}t}) + L(\dfrac{E}{L}e^{-\frac{R}{L}t}) = E$

$$E - Ee^{-\frac{R}{L}t} + Ee^{-\frac{R}{L}t} = E$$

وبما أن $E = E$ فإن الحل صحيح .

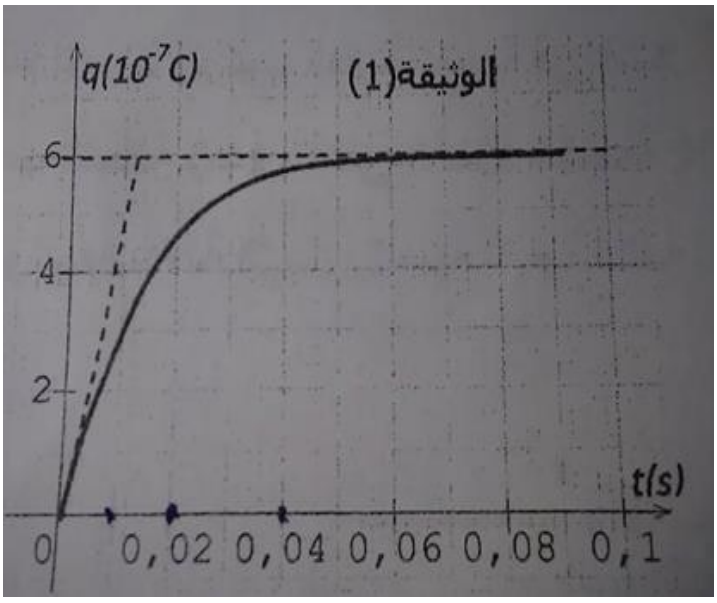
6- العبارة الحرفية : $\tau = \dfrac{L}{R}$

7- τ=1,5 ms

8- $\tau = \tau' \rightarrow RC = \dfrac{L}{R} \rightarrow C=L/R^2=1,5/106=1,5$ mF

التمرين 09:

لدينا الدارة الكهربائية المكونة من العناصر التالية



و الموصولة على التسلسل : مولد لتوتر ثابت E=6V ، مكثفة سعتها C و ناقل أومي ،

مقاومته R و قاطعة k.

في اللحظة t=0 نغلق القاطعة k .

1- مثل الدارة الكهربائية مع توجيهها

2- جد المعادلة التفاضلية لشحنة المكثفة

3- حل المعادلة التفاضلية السابقة يعطى من الشكل: $q(t) = A(1-.e^{-\alpha.t})$

جد عبارة كل من A و α.

4- التمثيل البياني في الوثيقة (1) يمثل تطور شحنة المكثفة q(t) بدلالة الزمن t

أ- استنتج بيانيا τ قيمة ثابت الزمن و احسب C سعة المكثفة

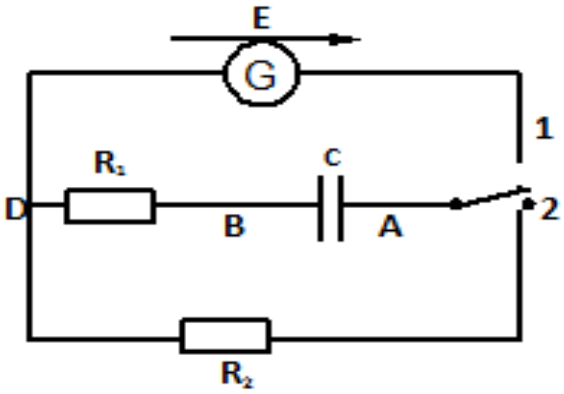
ب- هل الزمن 0,05 s كاف لتبلغ عملية الشحن 99% من القيمة الأعظمية ؟ برر

جـ - استنتج R قيمة مقاومة الناقل الأومي .

د- عين قيمة الطاقة المخزنة بالمكثفة عند نهاية عملية الشحن.

التمرين 10:

تتكون دارة كهربائية من مولد قوته المحركة (E)
وناقلين أوميين ($R_1=R_2=5K\Omega$)
ومكثفة سعتها (C) والمبينة في الشكل



1- أين يجب وضع البادلة لشحن المكثفة ؟

2- أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة (u_C)

3- حل المعادلة التفاضلية من الشكل:

$$u_C = 6 - Ee^{-100t}$$

استنتج كلا من : * القوة المحركة للمولد
* سعة المكثفة

* ثابت الزمن وبيّن أن وحدته الثانية

4- أحسب u_c من أجل $t=5\tau$ وماذا تستنتج؟

5- استنتج الزمن ($t_{1/2}$) ليصل التوتر بين طرفي المكثفة الى نصف قيمته الأعظمية .

6- أحسب الشحنة العظمى والطاقة المخزنة العظمى في المكثفة .

7 - نقوم بتفريغ المكثفة في الدارة السابقة.

* أين تذهب الطاقة المخزنة فيها ؟

* أوجد المعادلة التفاضلية في هذه الحالة واستنتج قيمة ثابت الزمن.

* بين أن الطاقة المخزنة في المكثفة خلال مرحلة التفريغ تكتب من الشكل :

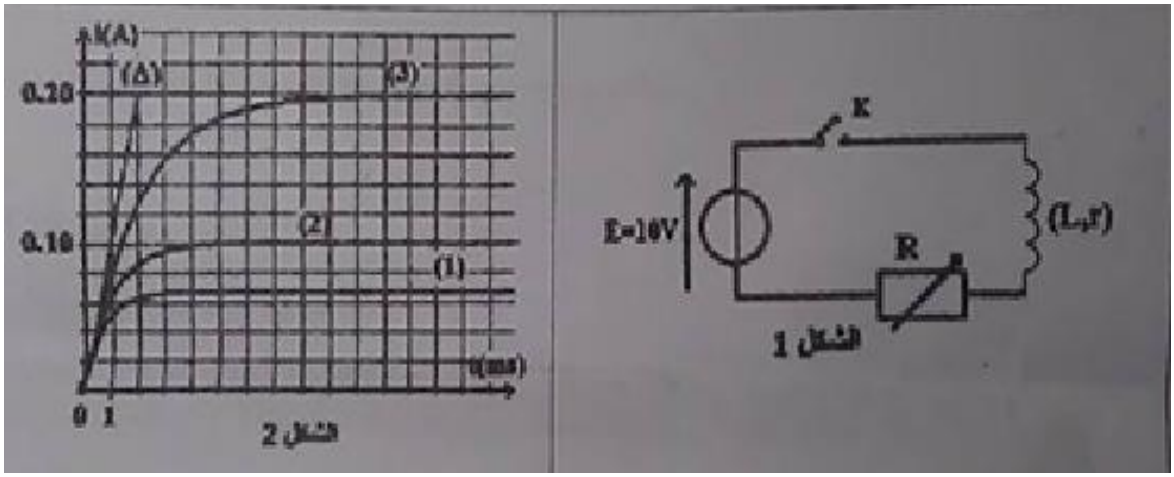
$$E_{(C)}=A.e^{-2t/(R_1+R_2)C}$$

* ماذا يمثل فيزيائيا الثابت A، أحسب قيمته

7- أوجد عبارة التوتر بين طرفي المقاومة (u_{R1}) في الحالتين شحن وتفريغ المكثفة، ثم أرسم بيان تطور هذا التوتر في كل حالة .

التمرين 11:

نتوفر على وشيعة لا تحمل أي علامة. نريد تحديد قيمة معامل التحريض (الذاتية) L لهذه الوشيعة تجريبيا من خلال دراسة استجابة ثنائي قطب(R,L) في دارة كهربائية ذات مولد قوته المحركة الكهربائية E=10V.



نقوم بتركيب الدارة المبينة في الشكل(1) .
عند t=0 ، نغلق القاطعة K و نتابع بجهاز مناسب تغيرات شدة التيار i(t) المار بالوشيعة بدلالة الزمن بالنسبة لقيم مختلفة للمقاومة R .
يمثل الشكل (2) النتائج التجريبية المتحصل عليها.

1- أعد رسم مخطط الدارة مبينا عليه الاتجاه الاصطلاحي لمرور التيار الكهربائي و كذلك التوتر الكهربائي بين طرفي كل من الوشيعة، الناقل الأومي و المولد.

2- بتطبيق قانون التوترات بيّن أن المعادلة التفاضلية للتيار هي: $\frac{di}{dt} + Ai = B$ ، حيث A و B ثوابت يطلب تحديدهما.

3 - الحل التحليلي لهذه المعادلة التفاضلية من الشكل $i(t) = a + b.e^{-c.t}$ ، حيث a، b و c ثوابت يطلب تعيينها مع إبراز مدلولها الفيزيائي.

4- بيّن أن شدة التيار i(t) تأخذ في النظام الدائم قيمة عظمى هي : $I_0 = \frac{E}{R+r}$

5- أتمم الجدول الآتي.

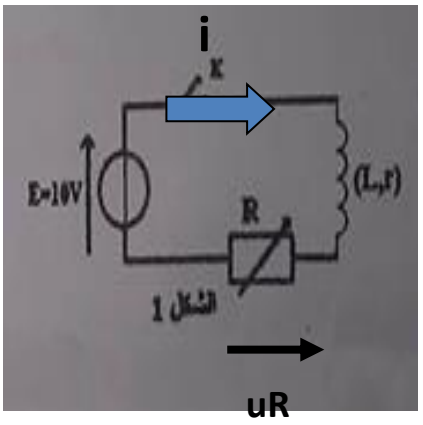
قيمة R بالـ Ω	40	90	140
رقم المنحنى الموافق			

6- باستغلال المنحنى رقم 2 حدد قيمة r .
7- حدد قيمة L علما أن الستقيم (Δ) يمثل المماس للمنحنيات عند t=0
8- كيف نمنع ظهور شرارة كهربائية بأقطاب القاطعة عند فتح الدارة ؟ (يطلب توضيح بالرسم).

ل مقترح

-1

2- المعادلة التفاضلية، نطبق قانون التوترات



$u_b+u_R = E$

$L(di/dt)+ ri + Ri =E$

$L(di/dt) +(r + R)i =E$

$di/dt+((R+r)/L)i=E/L$

بالمطابقة نجد: $A= (R+r)/L$

و $B =E/L$

3- الحل التحليلي : $i(t) = a + b.e^{-c.t}$

بالاشتقاق: $di/dt=-cbe^{-ct}$ ، و بالتعويض: $-cbe^{-ct} +(r+R)\ a/L+(r+R)be^{-ct}/L=E/L$

$-cbe^{-ct} +(r+R)be^{-ct}/L=0 \longleftarrow c=(R+r)/L$

$(r+R)\ a/L =E/L \longleftarrow a=E/(R+r)$

إذن: العلاقة محققة من أجل: $a=E/(R+r)$ و $c=(R+r)/L$

المدلول الفيزيائي: حيث $a=I_0$ شدة التيار الأعظمي و $c=1/\tau$ مقلوب ثابت الزمن

4- لدينا في التظام الدائم $di/dt=0$ و من المعادلة التفاضلية $I_0=E/(R+r)$

-5

قيمة R	40	90	140
رقم المنحنى	3	2	1

6- المنحنى (2) يوافق $R=90\Omega$ و $I_0=0,1A$ و منه $r=(E/I_0)-R=10\Omega$

7- حسب البيان : $\tau =1,5\ ms$ مع $\tau=L/(R+r)$ و منه $L=\tau(R+r)= 0,15\ H$

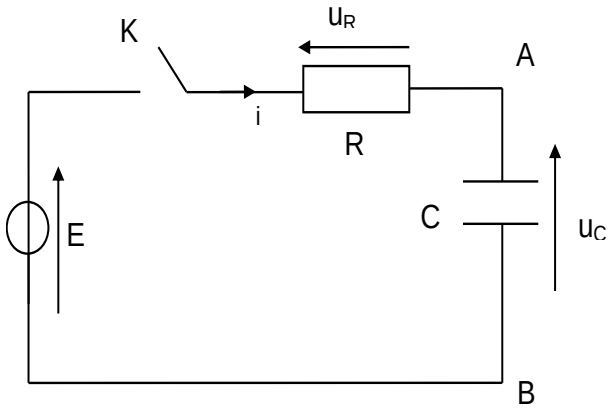
8- لمنع الشرارة الكهربائية يجب إضافة صمام ثنائي

التمرين 12:

المكثفات العادية لها سعة تحسب بالميكروفاراد أو الميليفاراد، بينما يمكن لسعة المكثفات الممتازة أن تبلغ آلاف الفاراد. و قد خططت احدى الشركات لتجهيز قاطرة كهربائية (tramway) بمكثفات

ممتازة، حيث تمّ وضع هذه المكثفات في سقف القاطرة نظرا لكونها تمكّن من تخزين طاقة كبيرة، تسترجع بشكل كاف أثناء الكبح.

نتوفر على مكثفة وضع عليها الصانع الإشارة 1F . و لكي نتحقق من سعة هذه المكثفة ننجز الدارة الكهربائية التالية:



تتم تغذية المجموعة RC بمولد توتره E=10V .
1- نغلق قاطعة التيار K عند اللحظة t=0 .

1.1- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين طرفي المكثفة.

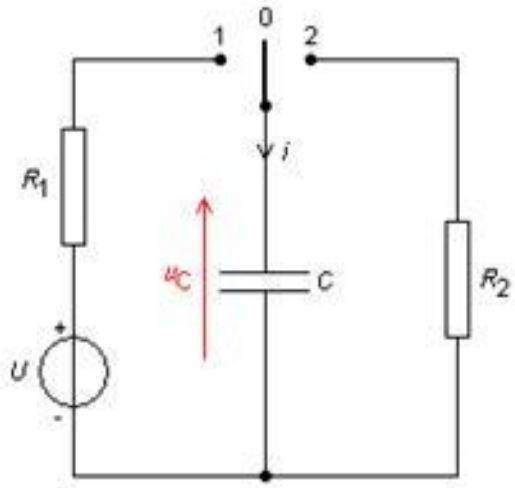
2.1- تحقق من أن $u_C(t) = E(1-e^{-t/\tau})$ حل للمعادلة التفاضلية السابقة مع $\tau = RC$

3.1- مثّل بشكل تقريبي منحنى تغيرات u_C بدلالة الزمن.

4.1- ماهو الجهاز الذي يسمح لنا بمشاهدة $u_C=f(t)$؟ بيّن طريقة ربطه في الدارة

5.1- ثابت الزمن لثنائي القطب RC يساوي 10s ، أوجد قيمة سعة المكثفة علما أن R=10Ω ، قارنها مع القيمة المسجلة على المكثفة.

2- الآن نريد تفريغ المكثفة باستعمال التركيب التجريبي التالي:



نضع البادلة في الموضع(1) لمدة 20s ثم نزيحها إلى الموضع(2) حيث نعتبر هذه اللحظة مبدءا للزمن.

1.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثفة.

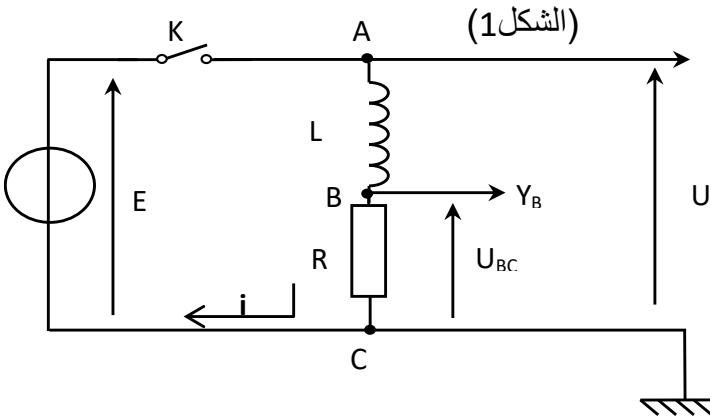
2.2- أوجد حلا للمعادلة السابقة باعتبار R'=2R .

3.2- أوجد قيمة شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة t=0 .

4.2- مثّل بشكل تقريبي منحنى تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن.

5.2- احسب قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظتين t=0 و t=20s .

التمرين 13:

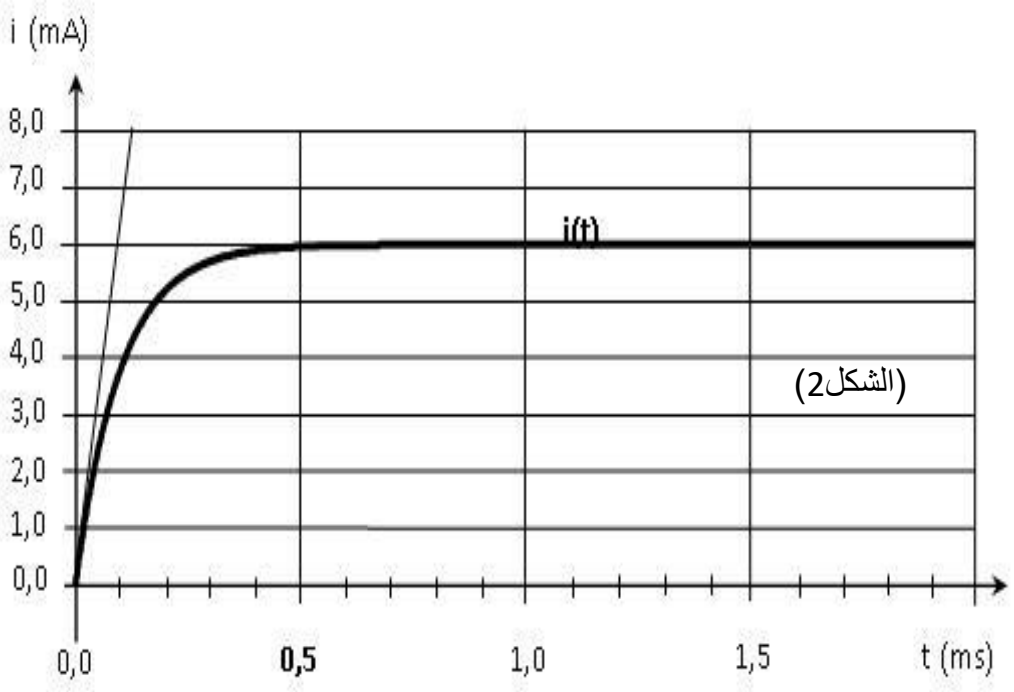


لدراسة تطور التيار في ثنائي قطب يحتوي على وشيعة ذاتيتها L = 0,1H ومقاومتها الداخلية مهملة ، وناقل أومي مقاومته R =1KΩ متصل بمولد قوته المحركة E = 6V .

1- نحقق التركيب المقابل (انظر الشكل1). عند اللحظة t = 0 نغلق القاطعة K .

أ- ما هي الظاهرة التي تحدث؟
ب- لمتابعة تطور شدة التيار المار بالدارة بدلالة الزمن، ما هو التوتر الذي يجب تسجيله؟ برر

2- بعد تنفيذ العملية السابقة نحصل على بيان (الشكل2) .

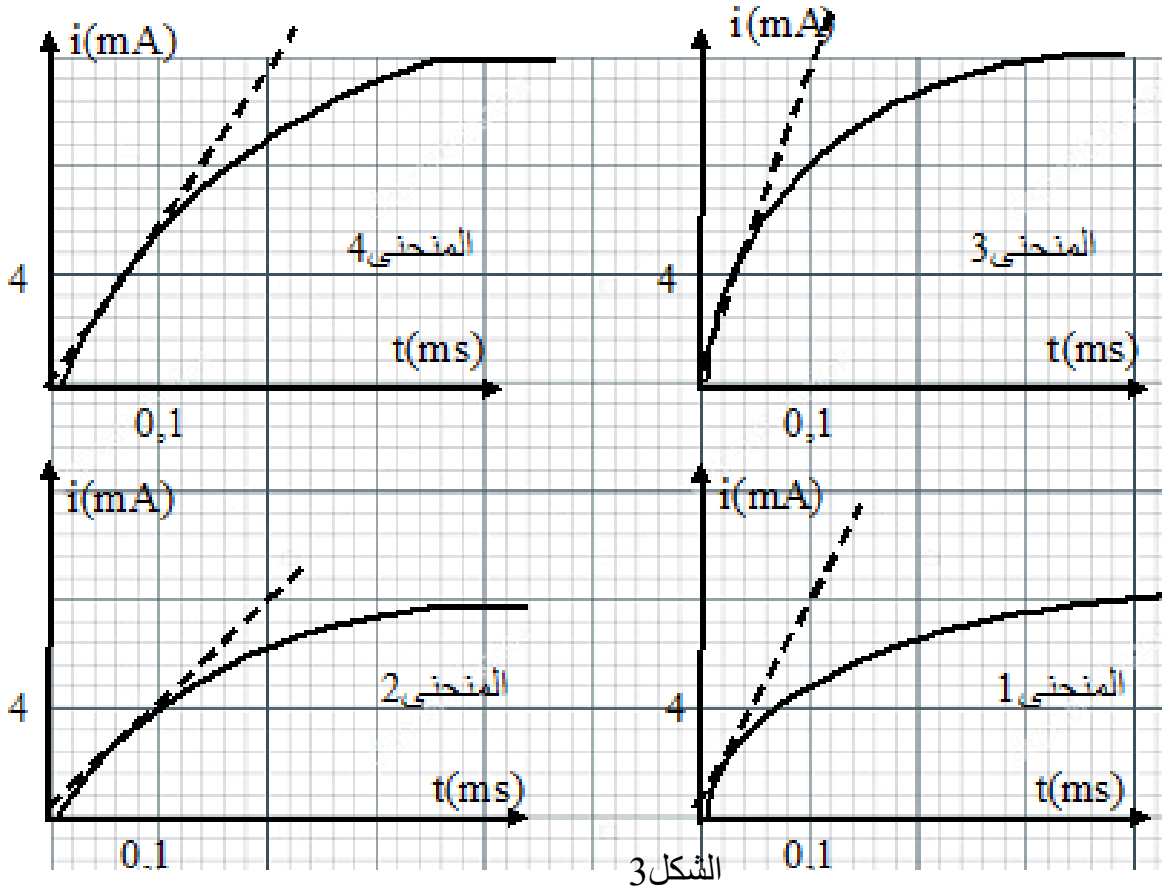


أ- من البيان أوجد قيمة I شدة التيار في النظام الدائم.
ب- اوجد بيانيا قيمة ثابت الزمن τ واشرح الطريقة المتبعة.
جـ- هل هذه القيمة تتفق مع المعطيات النظرية للتمرين ؟ برر إجابتك
د- أنشئ المعادلة التفاضلية بدلالة التيار i و $\frac{di}{dt}$.

3 - الآن نجري تجارب مختلفة و في كل مرة نغير أحد العوامل (أنظر الجدول).

رقم التجربة	L(H)	R(kΩ)	E(V)
1	0,1	1	8
2	0,1	1	12
3	0,1	0,5	8
4	0,2	1	8

أ- أكتب العبارة الحرفية لـ τ و بيّن بالتحليل البعدي أنها متجانسة مع الزمن.
ب- من أجل كل تجربة حدّد من الشكل(3) البيان الموافق لها مع التعليل.

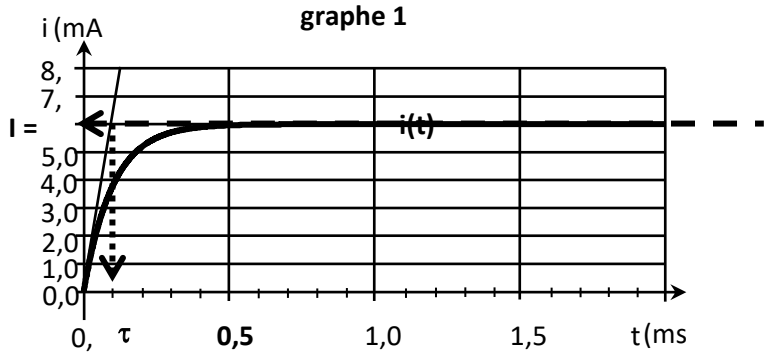


الشكل3

حل مقترح

1-أ- لمتابعة تطور شدة التيار المار بالدارة بدلالة الزمن يجب تسجيل U_{BC} (فرق الكمون بين طرفي الناقل الاومي) . لأن حسب قانون أوم لدينا $U_{BC} = R.i$ أي يوجد تناسب طردي إذن قياس U_{BC} يعطينا وحده قيمة i وفقا للعلاقة $i=UBC/R$

ب- في النظام الدائم قيمة التيار تكون ثابتة وأعظمية، بالسقاط الأفقي على محور التراتيب نقرأ القيمة $I=6.0mA$



ب- قيمة ثابت الزمن τ بيانيا هي فاصلة نقطة تقاطع المماس في المبدأ مع المستقيم $I = i$ على محور الزمن ،نجد $\tau = 0.1$ ms

جـ- القيمة النظرية $\tau = \frac{L}{R}$: $\tau =0,10/1,0.10^{3} =0.10\times10^{-3}$ s = 0,10 ms

القيمتان النظرية و التجريبية متماثلة

د- المعادلة التفاضلية

حسب قانون التوترات: $E = U_{AC} = u_{AB} + u_{BC}$

$$E = L\frac{di}{dt} + Ri \longrightarrow \frac{E}{L} = \frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i \qquad I$$

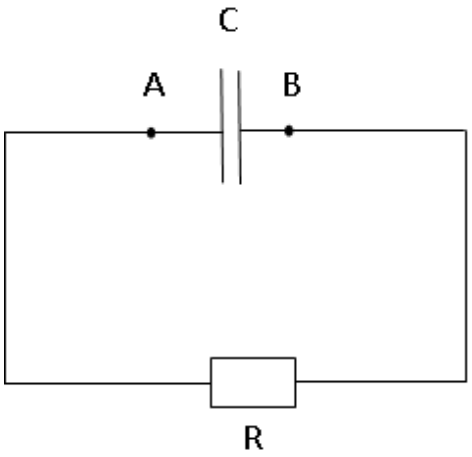
3-أ- $\tau = L/R$

ب-

التجربة	1	2	3	4
البيان	(1)	(3)	(4)	(2)

التمرين 14:

لتكن الدارة التالية تتكون من ناقل أومي مقاومته R ومكثفة سعتها C ، في اللحظة t=0s تكون المكثفة مشحونة تحت توتر $U_0=10V$



و لتكن u_C التوتر بين طرفي المكثفة في اللحظة t و u_R

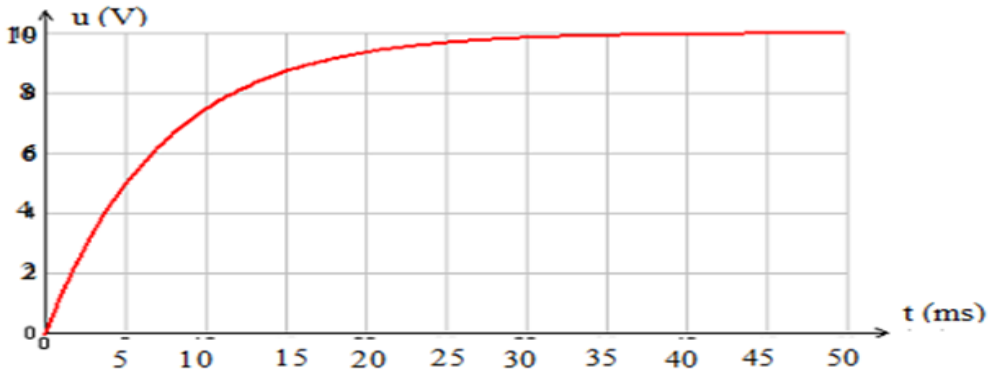
التوتر بين طرفي الناقل الأومي في اللحظة t ,
i شدة التيار في اللحظة t

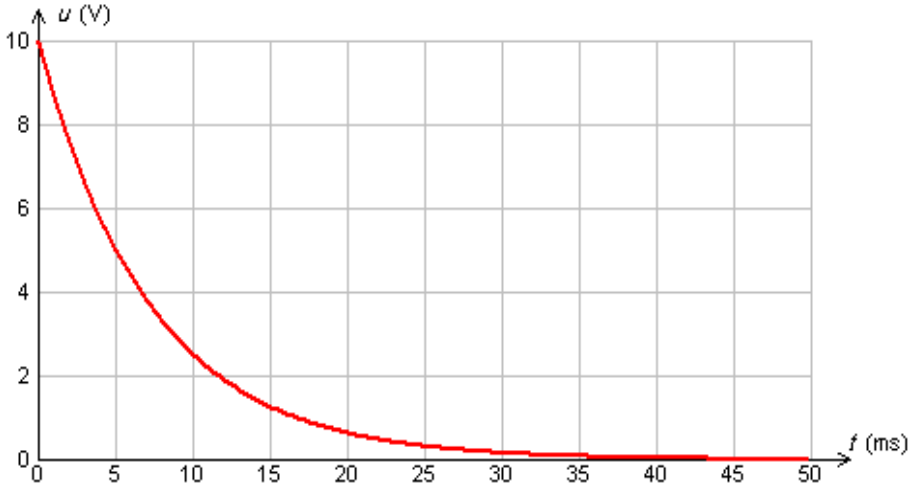
1- ماهي الظاهرة المدروسة

2- اكتب المعادلة التفاضلية لتطور التوتر u_C

3- بين أن حل المعادلة التفاضلية هو من الشكل $u_C = Ae^{-\beta t}$ واكتب عبارة كل من A و β

4- اختر المنحنى الذي يوافق تغيرات u_C من بين المنحنيين المواليين

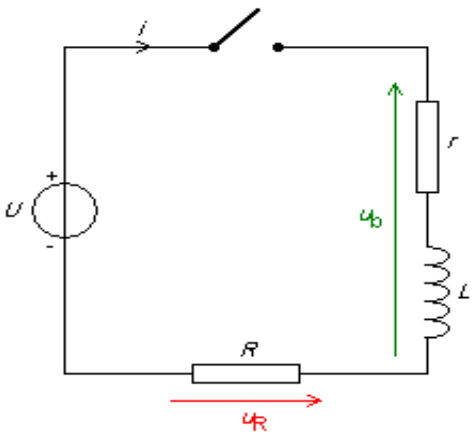


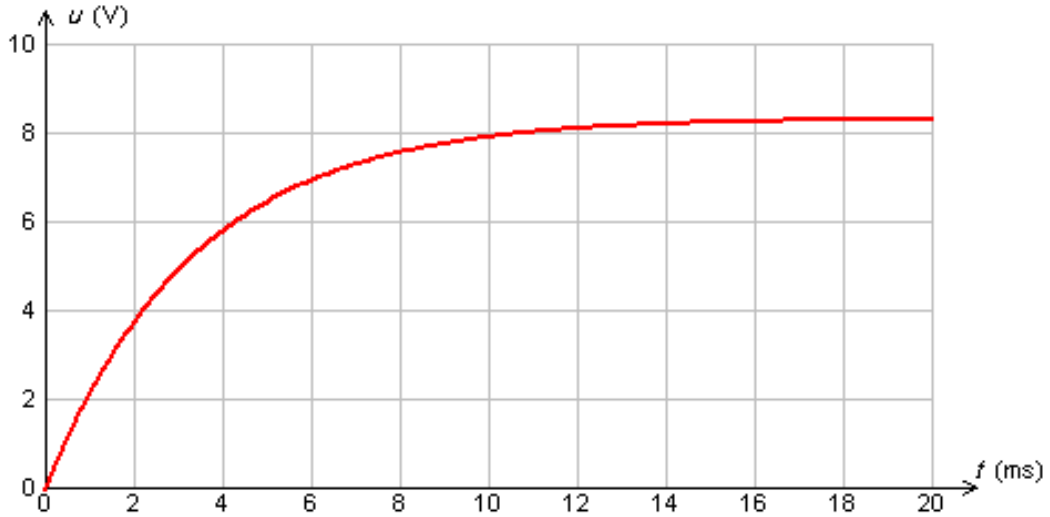


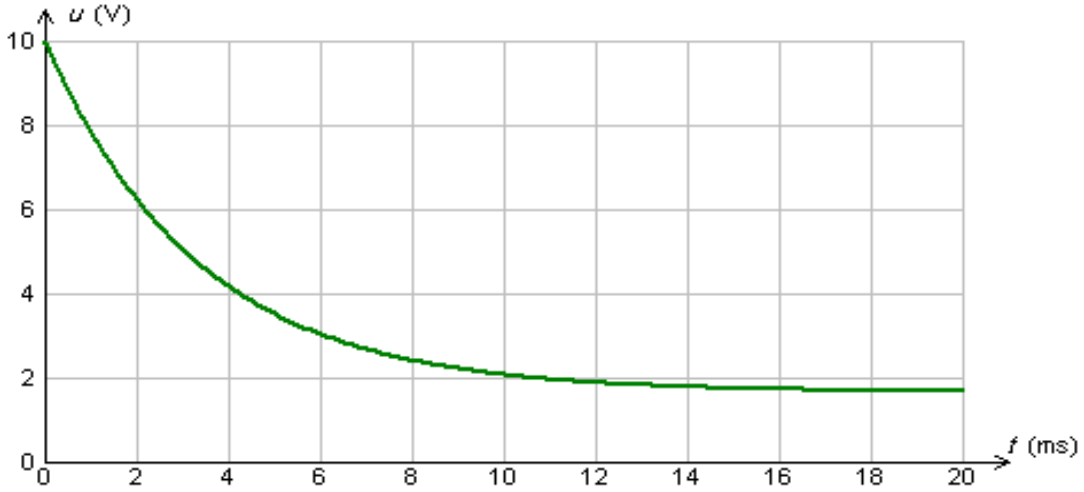
5- أكتب عبارة τ واحسب قيمته من المنحنى الذي اخترته
6- إذا كانت قيمة مقاومة الناقل الاومي $R=33\Omega$ استنتج سعة المكثفة
7-اكتب عبارة شدة التيار $i(t)$ وارسم المنحنى البياني لها

التمرين 15 :

ننجز التركيب الكهربائى التالى: للمولد قوة محركة كهربائية E ومقاومة داخلية مهملة. للناقل الاومى مقاومة R و للوشيعة مقاومة داخلية $r=10\Omega$ و ذاتيتها L
في اللحظة $t=0s$ ، نغلق القاطعة وباستعمال جهاز مربوط مع الحاسوب سجلنا منحنيات u_R الشكل -1- و u_b الشكل -2-







1- أوجد المعادلة التفاضلية التى يحققها التيار i(t)

2- اقترح حلا للمعادلة التفاضلية واكتب عبارة شدة التيار i (t)

3- مستعينا بالبيانين احسب قيم المقادير التالية :

* القوة المحركة الكهربائية للمولد E

*شدة التيار فى النظام الدائم I

* مقاومة الناقل الأومي R

* ثابت الزمن τ

* ذاتية الوشيعة L

التمرين 16:

1- لدينا مكثفة غير مشحونة مكتوب عليها (1F)، تربط على التسلسل مع ناقل أومي R=10kΩ ، قاطعة K و مولد مقاومته الداخلية مهملة ذو توتر ثابت E=5V .

1.1- باستعمال قانون جمع التوترات، أوجد المعادلة التفاضلية لـ $u_c(t)$ أثناء عملية شحن المكثفة.

2.1- تحقق من ان العبارة: $u_c(t)= E(1 - e^{-t/\tau})$ ، تشكل حلا للمعادلة التفاضلية السابقة حيث τ ثابت يطلب التعبير عنه بدلالة R و C . احسب τ.

2- للتحقيق التجريبي لقانون $u_c(t)$ و تعيين قيمة τ، نأخذ القياسات التالية:

t(ms)	0	2,5	5	9	15	20	25	30	35	40	50
u_c(V)	0	0,9	2	2,9	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5	5

1.2- أرسم المنحنى $u_c=f(t)$

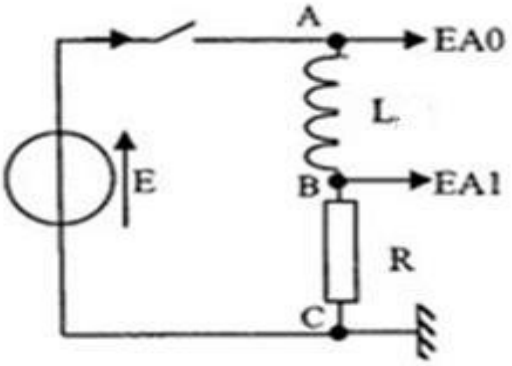
نستعمل السلم: الفواصل: 1cm ---5ms ، التراتيب:. 2cm ---1V

2.2- هل يتوافق شكل البيان الناتج مع عبارة $u_c(t)$.
3.2- باستعمال البيان عين قيمة τ. قارن النتيجة مع القيمة النظرية.
4.2- عبّر عن شدة التيار الكهربائي i(t) بدلالة $\frac{du_c}{dt}$.
5.2- استنتج عبارة i(t) بدلالة E ، R ، C و t ، و مثّل كيفيا شكل المنحنى i=f(t) .

3- بعد شحن المكثفة وفي لحظة t=0، نقوم بعزل المكثفة عن الدارة ثم نربطها بمحرك. يقوم المحرك برفع جسم صلب إلى أن يصبح التوتر بين طرفي المكثفة $u_c=3V$ ، فيكتسب الجسم طاقة كامنة 3J .
1.3 - عين الطاقة الكهربائية $E_{élec}$ التي تقدمها المكثفة للمحرك
2.3- عين مردود المحرك(r)

التمرين 17 :

نحقق تجريبيا الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل. (L ، R = 23,8 Ω ، E = 6,1 V) .
تطور المقادير المتغيرة، التوتر u(t) و شدة التيار i(t)، نتحصل عليها بالمدخلين للحاسوب:



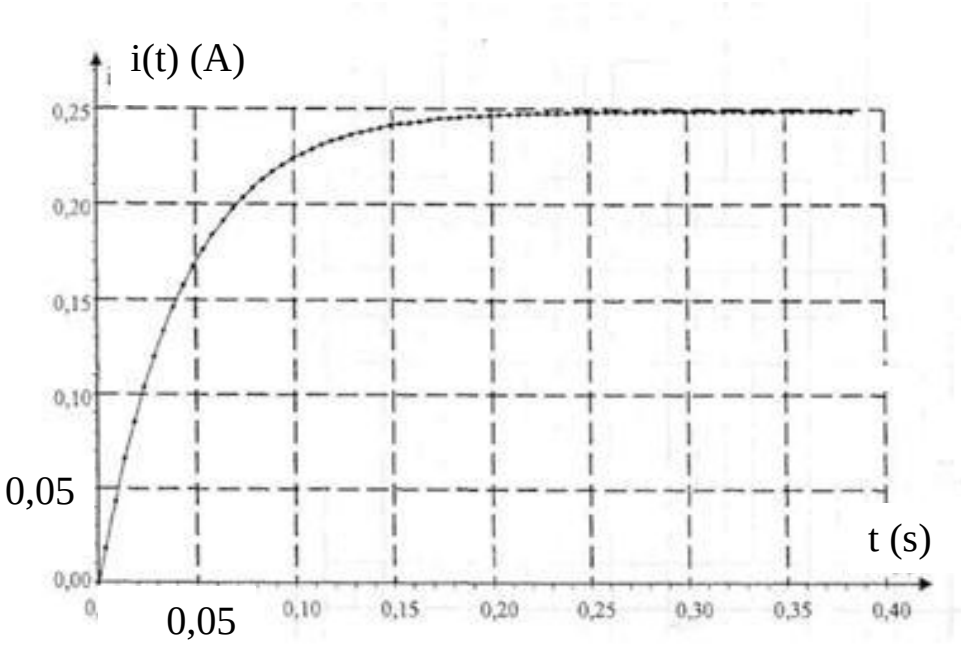
المدخل E_{A0} يمكن من مشاهدة التوتر E

المدخل E_{A1} يمكن من مشاهدة التوتر U_{BC}

المنحنى البياني لتطور شدة التيار i(t)، الناتج عن الحاسوب موضح على البيان

1- قدّر بيانيا المدة الزمنية للمرحلة الانتقالية.
2- τ هو ثابت الزمن الموافق لثنائي القطب(وشيعة- ناقل اومي)

أ- أكتب العبارة الحرفية لثابت الزمن بدلالة مميزات الدارة.
ب- استنتج عبارة الذاتية للوشيعة وأحسب قيمتها.



3- باستعمال قانون الجمع للتوترات و المحافظة على اتجاه الدارة، أوجد المعادلة التفاضلية للتيار i(t) و

بين أن حلها يكتب: $i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$

4- ليكن I شدة التيار في المرحلة الدائمة.
أ- اكتب العبارة الحرفية لشدة التيار I .
ب- احسب قيمتها. هل توافق القيمة التجريبية المتحصل عليها؟
جـ- أكتب العبارة الحرفية لـ i(t) عند اللحظة $t = \tau$ بدلالة I. احسب قيمتها.

د- احسب الطاقة المخزنة بالوشيعة من أجل t=0,07s

حل مقترح

1- ظهور التيار في الوشيعة ليس آنيا بل يأخذ وقتا. خلال النظام الانتقالي شدة التيار i(t) تزداد إلى أن تصل قيمة ثابتة $I = 0,25\ A$. و من البيان المدة الزمنية للمرحلة الانتقالية هي $\Delta t = 0,25\ s$

2.أ- عبارة ثابت الزمن : $\tau = L/R$

2.ب- من العلاقة السابقة نجد $L = \tau.(R + r)$ مع معرفة $R = 12\ \Omega$ و $r = 11,8\ \Omega$ ،
حساب τ باستعمال البيان.

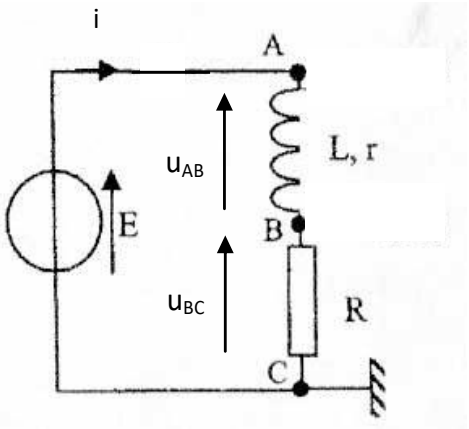
طريقة 1: رسم المماس عند المبدأ

طريقة2: ظهور التيار عند اللحظة الموافقة لـ % 63

نجد : $\tau = 0,045\ s = 45\ ms$ و منه $L=1,1\ H$

3- قانون التوترات: $E = u_{AB} + u_{BC}$

وفقا لاتجاه التيار في الدارة فإن: $u_{AB} = +\ L\ \frac{di}{dt}$ و $u_{BC} = R.i$



و منه $E/L= (R/L)i + di/dt$

لدينا: $i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$

$di/dt=(E/\tau R)e^{-t/\tau}$

بالتعويض في المعادلة

$E/L= (R/L)(E/R)-(R/L)(E/R)e^{-t/\tau}+(E/\tau R)e^{-t/R}$

$E/L= E/L - (E/L)e^{-t/\tau}+(E/\tau R)e^{-t/R}$

$E/L= E/L + (-E/L +E/\tau R)e^{-t/R}$

مع $-E/L +E/\tau R=0$ $1/L=1/\tau R$ $\tau=L/R$

محققة من أجل $\tau=L/R$

4-أ- نحصل على شدة التيار في المرحلة الدائمة من أجل $t\to\infty$

لدينا $e^{-\frac{t}{\tau}}\to 0$ عندما $t\to\infty$ ومنه $I=E/R$

ب- $I=\frac{6,1}{12+11,8}=2,6.10^{-1}\ A$

القيمتان متقاربتان

جـ- من أجل $t=\tau$ لدينا $i(\tau)=\frac{E}{R+r}\left(1-e^{-1}\right)=\frac{E}{R+r}$

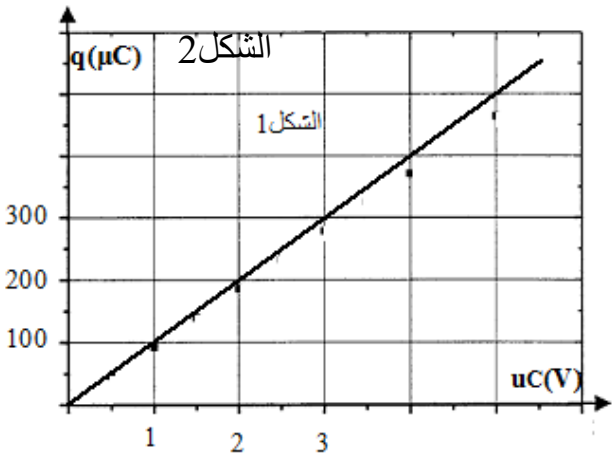
$I\times 0,63=1,6.10^{-1}\ A$

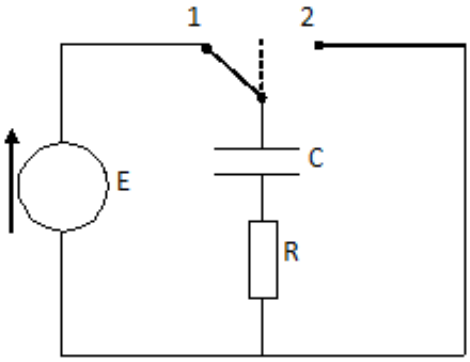
د- حساب الطاقة : $E_{(L)}=(1/2)Li^2$

من أجل $t=0,07\ s$ فإن $i(t=0,07)=(6,1/(12+11,8))(1-e(-0,07/0,045)=0,2J$

التمرين18 :

1- البيان في الشكل (1) يمثل تغيرات شحنة المكثفة q بدلالة التوتر الكهربائي بين طرفيها uC . أوجد سعة المكثفة.





2- باستعمال المكثفة السابقة، و هي مفرغة، نحقق الدارة الموضحة في الشكل (2).
في اللحظة $t=0$ نضع البادلة في الوضع(1) فتبدأ عملية شحن المكثفة.

1.2- أوجد المعادلة التفاضلية التوتر لتطور uC .

2.2- من بين الحلول التالية، اختر الحل الصحيح للمعادلة التفاضلية مع التعليل:

أ- $u_C(t)=E(1+e^{-\alpha t})$

ب- $u_C(t)=E(1-e^{-\alpha t})$

جـ- $u_C(t)=Ee^{-\alpha t})$

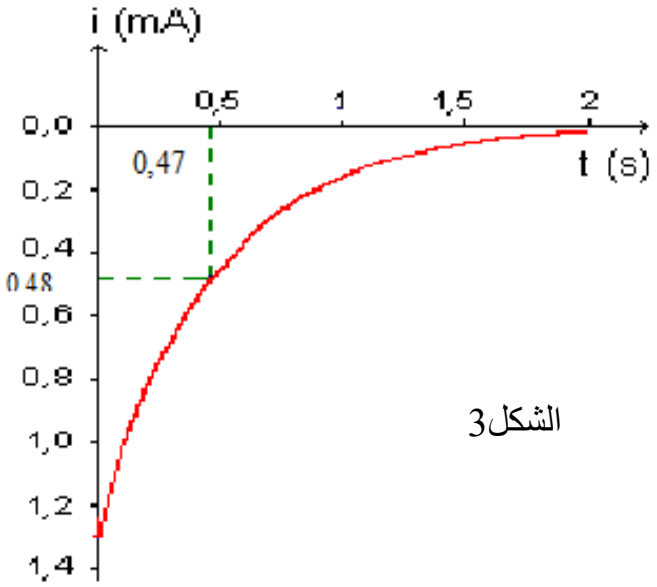
3- نضع البادلة في الوضع (2) فيتطور التيار الكهربائي المار في الدارة وفق المنحنى الموضح في الشكل (3).

أ- من بين العبارات التالية: $i(t)=I_0(1-e^{-\alpha t})$ ، $i(t)= -(E/R)e^{-\alpha t}$

ماهي العبارة المناسبة لتطور التيار؟

ب- أوجد قيمة ثابت الزمن τ و استنتج قيمة المقاومة R .

جـ- ما هي قيمة ثابت الزمن τ، الموافق للطاقة المخزنة بالمكثفة؟



الشكل3

حل مقترح

1- $q=Cu_C$ و معادلة البيان $q=au_C$ إذن ميل البيان يعبر عن C .

$$C=(100.10^{-6}-0)/(1-0)=10^{-4}\ F$$

1.2- $u_C+u_R=E$ $u_C+Ri=E$ $u_C+RCdu_C/dt=E$

$$du_C/dt + (1/RC)\, u_C=E/RC$$

2.2- الحل الصحيح هو $u_C(t)=E(1-e^{-\alpha t})$ ، مع $\alpha= -1/RC$

3-أ- العبارة المناسبة: $i(t)= -(E/R)e^{-\alpha t}$ ، لما $t=0$ فإن $i=-E/R$

ب- أثناء التفريغ، إذا كان$t=\tau$ فإن: $i(\tau)=0,37I_0$

عند الحظة $t=0$ نقرأ على البيان $i(0)= - 1,3.10^{-3}A$

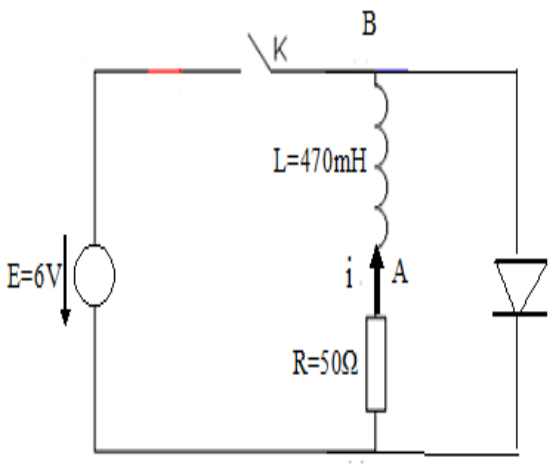
$$i(\tau)= 0,37\times1,3.10^{-3}=0,48\ mA$$

و بالاسقاط على البيان $i=f(t)$ نجد: $\tau=0,47s$

جـ- لدينا $\tau = RC$ ⟵ $R=\tau/C=0,47/10\text{-}4=4,7\ k\Omega$

التمرين 19 :

نحقق الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل :



1- ما هو الدور الذي يلعبه الصمام في الدارة عند غلق القاطعة و بعد فتحها.

2- في البداية نعتبرأن القاطعة قد أغلقت من وقت طويـــل.

1-1 أعط عبارة شدة التيار بدلالة مميزات الدارة.

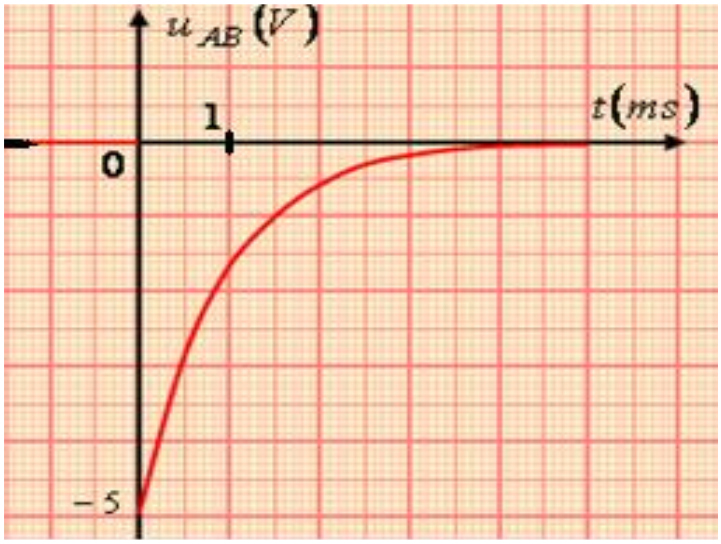
ثم تأكد أن قيمته $I_0=0,1A$

2-1 أعط عبارة الطاقة التي تلقتها الوشيعة ثم أحسب قيمتها.

2- في اللحظة t=0 نفتح القاطعة K .

1-2 أعط عبارة المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي في الدارة .

2-2 تأكد ان هذه المعادلة تقبل الحل التالي: $i(t)=\frac{E}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$



3-2 استنتج عبارة $U_{AB}(t)$.

3- نقوم بالمتابعة الزمنية لتطور التوتر الكهربائي U_{AB} عند فتح القاطعة.

نتائج القياس تسمح لنا برسم البيان المقابل.

1-3 بيّن ان شكل المنحنى يوافق العبارة المستخرجة من (2-2)

2-3 عين قيمة ثابت الزمن لثنائي القطب RL بيانيا.

3-3 احسب قيمة ثابت الزمن τ ثم قارن هذه القيمة مع القيمة البيانية.

4.3- أرسم شكل المنحنى البياني i=f(t) عندما تكون القاطعة مفتوحة.

التمرين 20 :

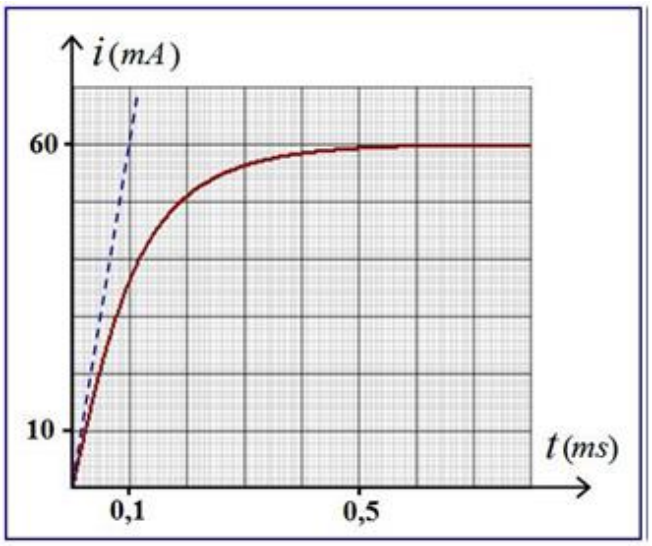
يتكون ثنائي قطب (RL) من ناقل أومي مقاومته R=100 Ω و وشيعة معامل تحريضها الذاتي L و مقاومتها الداخلية r مجهولة. عند اللحظة t=0 ، نربط ثنائي القطب بمولد مثالي قوته المحركة الكهربائية E=6V. بواسطة راسم اهتزاز مهبطي نتابع تغيرات شدة التيار i المار في الدارة بدلالة الزمن، فنحصل على منحنى الشكل (1).

1- أرسم تركيب الدارة المستعملة . أذكر النظامين اللذين يبيّنهما المنحنى

2- باستعمال قانون جمع التوترات، أوجد المعادلة التفاضلية للتيار i(t) .

3- تحقق أن حل المعادلة التفاضلية يكتب من الشكل: $i(t)=\frac{E}{R+r}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

حيث: $\tau=\frac{L}{R+r}$



الشكل(1)

4- من البيان :

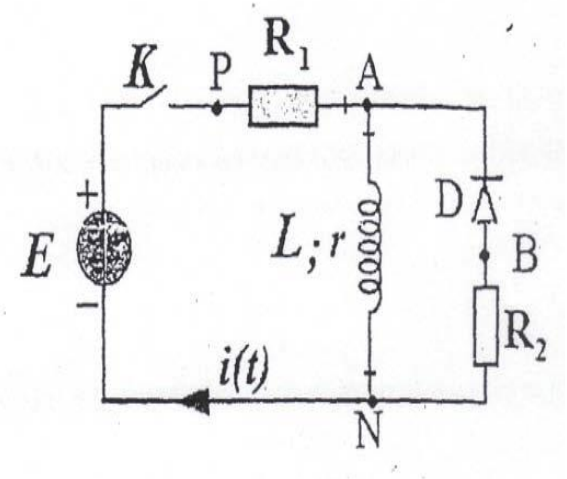
1.4- استخرج قيمة I_0 ثم احسب قيمة r ، ماذا تستنتج؟

2.4- حدد قيمة ثابت الزمن بطريقتين مختلفتين، و استنتج قيمة L

5- إذا علمت أن الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشيعة في النظام الدائم هي $E_m=1,8.10^{-5}J$، تحقق من قيمة L .

التمرين 21:

نحقق التركيبة التالية:



المعطيات: $E=20,4V$ ، $R_1=404\Omega$ ، $R_2=101\Omega$

بواسطة تجهيز مناسب نتحصل على المنحنيين الممثلين للتيار الكهربائي i(t) أثناء ظهور التيار و أثناء انقطاعه.في البدء ، نعتبر القاطعة مغلقة لمدة بحيث الدارة تكون في النظام الدائم.
في لحظة t=0 نقوم بفتح القاطعة.

1- ما هو البيان الموافق لانقطاع التيار

2- برر استعمال الصمام الثنائي D

3- بيّن خلال انقطاع التيار أن المعادلة التفاضلية للمتغير i(t) هي:

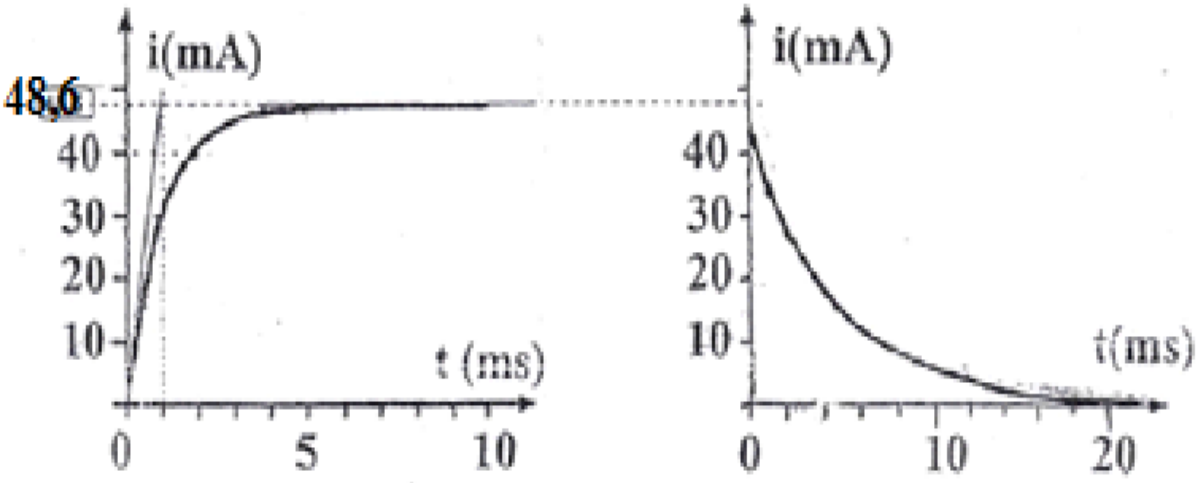
$$\frac{di}{dt}+\frac{1}{\tau}i=0 \quad \text{مع} \quad \tau=\frac{L}{R_2+r}$$

4- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $i(t)=Ae^{-\alpha t}$. أوجد عبارة A و α ، و ماذا يمثلان فيزيائيا؟

5- باستعمال المنحنيين عين ثابت الزمن τ_1 و τ_2 علما أن $5\tau_2=18ms$

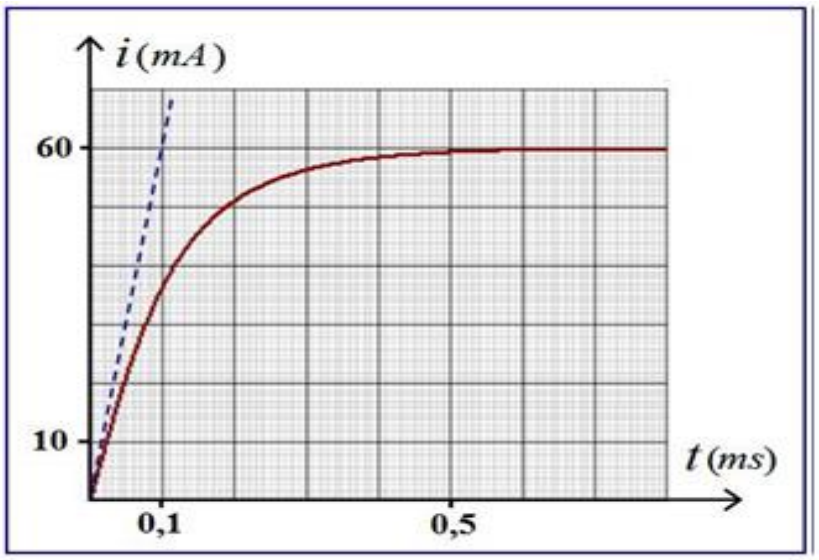
6- استنتج قيمتا r و L ثم باستعمال المنحنى الموافق لظهور التيار أوجد قيمة r .

المنحنى1 المنحنى2



التمرين22:

دارة كهربائية تضم على التسلسل وشيعة (ذاتيتها L و مقاومتها r) ، ناقل أومي مقاومته R=100Ω ، مولد مستمر مثالي قوته المحركة الكهربائية E = 6V و قاطعة.
نغلق الدارة عند اللحظة t=0 ونتابع تطورات شدة التيار المار بالدارة خلال الزمن فكان المنحنى البياني الموضح بالشكل المرفق .

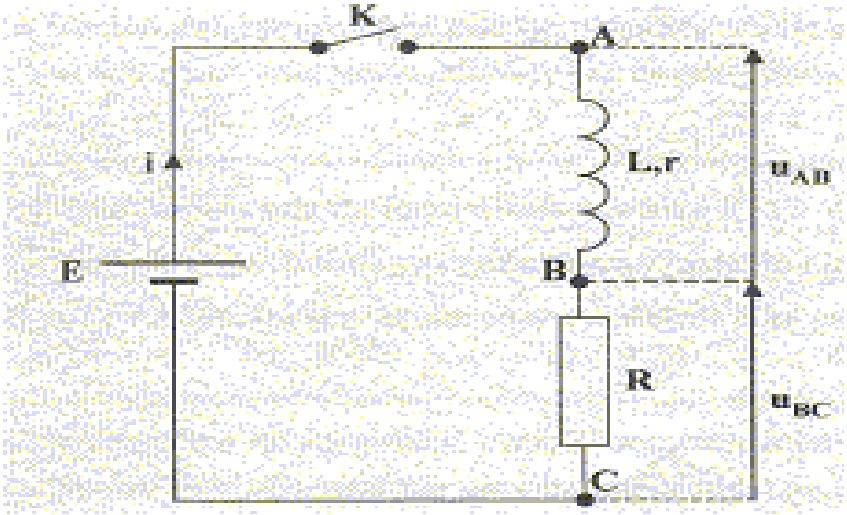


1- مثّل تركيبة الدارة
2- كيف نشاهد في نفس الوقت منحنى التوتر بين طرفي الناقل الاومي U_R و التوتر بين طرفي الوشيعة U_b على راسم الاهتزاز؟
3- أوجد المعادلة التفاضلية للتيار وبيّن أنها تكتب من الشكل : $\frac{di}{dt}+\frac{1}{\tau}i=B$ ، مع تحديد عبارتا τ و B
4- علما أن المعادلة التفاضلية تقبل الحل التالي: $i(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$.

1.4- استنتج قيمة A، ماذا يمثل هذا المقدار فيزيائيا، و في أي نظام نحصل عليه ، عين قيمته.
2.4- احسب قيمة r .
3.4- كيف نسمي المقدار τ ؟ عين قيمته بيانيا .
4.4- استنتج قيمة L
5- احسب الطاقة المخزنة بالوشيعة من أجل $t = 5\tau$
6- لماذا، عند فتح الدارة، تظهر شرارة كهربائية عند أقطاب القاطعة؟ كيف نمنع هذه الظاهرة (يطلب توضيح بالرسم)؟

التمرين 23:

دارة كهربائية تتألف من مولد ذو توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية $r=10\Omega$ ، قاطعة K و ناقل أومي R.

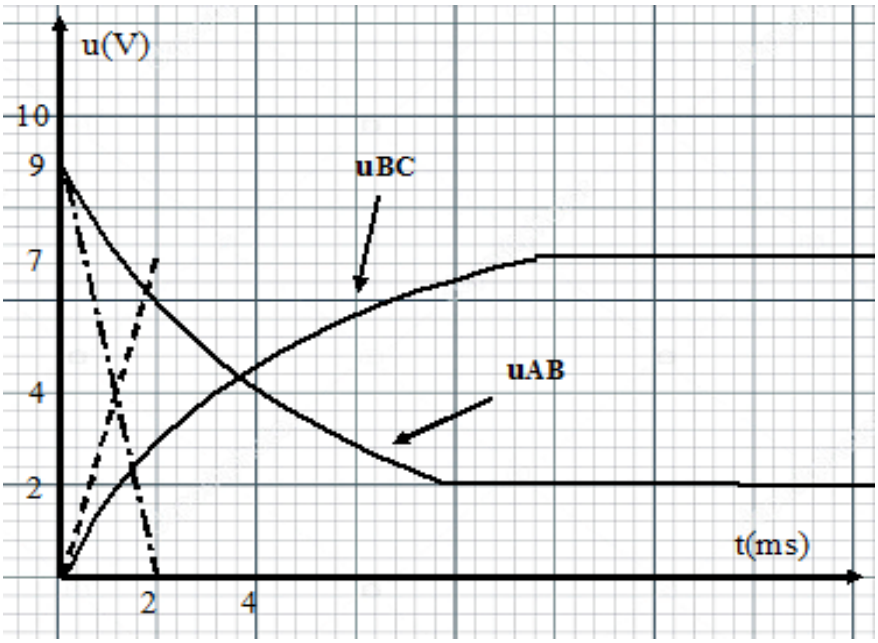


باستعمال راسم اهتزاز مهبطي ذو ذاكرة نتابع تطور التوترين u_{AB} و u_{BC} .نأخذ بداية الزمن لحظة غلق القاطعة.

1- بين على التركيبة كيفية الربط مع راسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة.
2- عين قيمة E

3- احسب قيمة R و استنتج قيمة L (بـ mH)
4- عبارة شدة التيار i هي: $i(t) = \frac{E}{R+r}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

1.4- احسب قيمة شدة التيار عند اللحظة $t= 0,003\ s$ ، و كذلك قيمة الطاقة المخزنة بالوشيعة .



التمرين24:

1- قصد حساب قيمة السعة C لمكثفة نتبع الطريقتين:

1.1- نحقق تركيبية تسمح لنا بالحصول على منحنى الشكل(1) و هذا عندما نثبت قيمة شدة التيار المار بها حيث $I=0,5.10^{-6}A$.

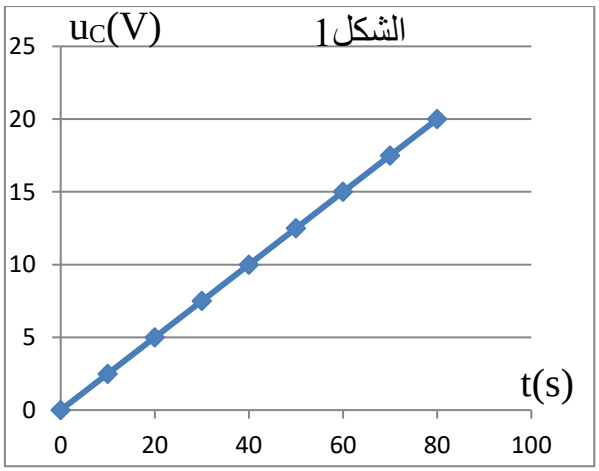
أ- أكتب معادلة البيان

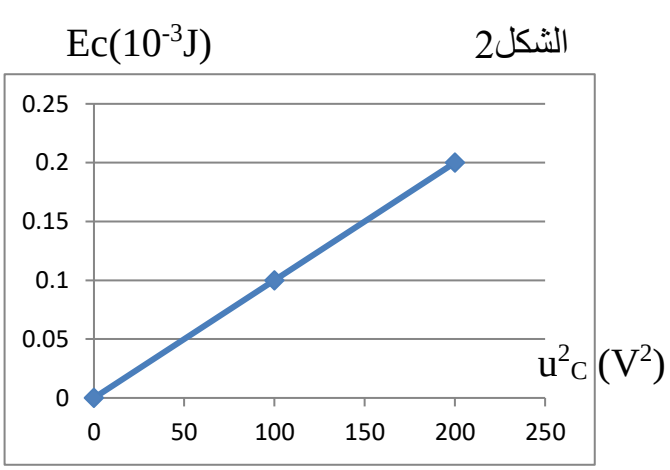
ب- أكتب عبارة u_C بدلالة : C، I و t . ثم استنتج قيمة السعة C .

2.1- باستعمال تجهيز مناسب، نقيس قيمة الطاقة المخزنة E بالمكثفة بدلالة التوتر u_C بين طرفي المكثفة، فنحصل على منحنى الشكل(2)

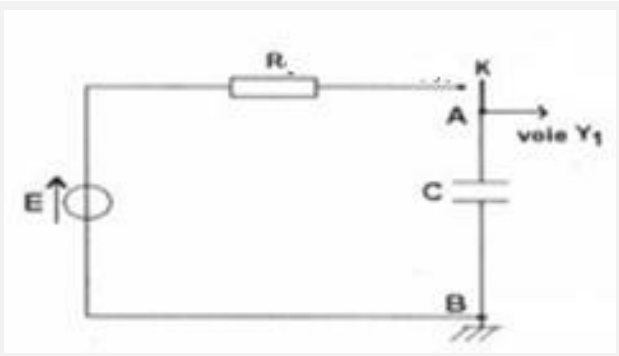
عبارة الطاقة المخزنة بالمكثفة هي : $Ec=\frac{1}{2}C.u_C^{\ 2}$

طابق بين معادلة بيان الشكل(2) و عبارة الطاقة المخزنة بالمكثفة . ثم استنتج قيمة السعة C.





2- دارة كهربائية تضم على التسلسل مولد مثالي (E=5V) و مكثفة غير مشحونة سعتها (C) و مصبا
مقاومته $R_1=10\ k\Omega$ و قاطعة . بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة نتابع تطورات التوتر
عند $u_{AB} = u_c$ بين طرفي المكثفة .
اللحظة t=0 نغلق القاطعة.

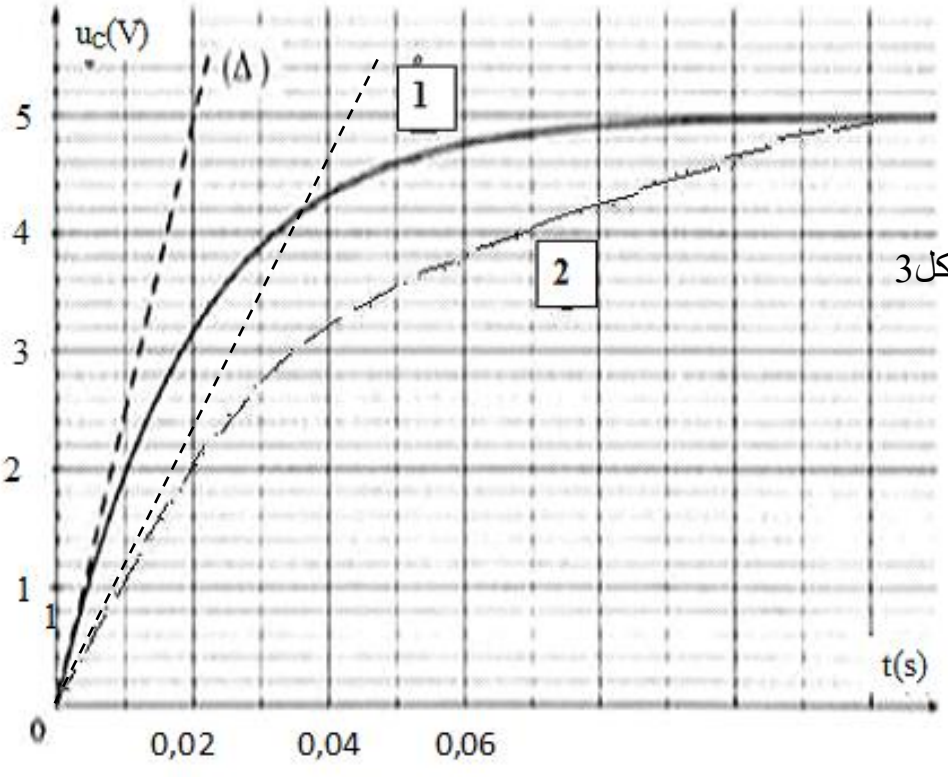


1.2- برر أيّ الاقتراحين التاليين صحيح:
اقتراح1: عند غلق القاطعة المصباح يتوهج تدريجيا إلى أن يصبح التوهج أعظمي

اقتراح2: عند غلق القاطعة المصباح يتوهج توهجا أعظمي ثم يتناقص إلى الانعدام

2.2- المنحنى(1) في الشكل(3)المرفق يمثل المنحنى البياني المتحصل عليه على المدخل y_1للراسم.

أ- عين بيانيا ثابت الزمن τ لثنائي القطب (R_1 ,C) و استنتج قيمة السعة C للمكثفة.



الشكل3

ب- احسب قيمة u_c من أجل t=50ms وهل المكثفة أصبحت مشحونة كليا عند هذه اللحظة؟ برر

جـ - على أي شكل تحرر الطاقة المخزنة بالمكثفة؟ احسب قيمتها

د - المنحنى (2) تحصلنا عليه باستبدال R_1 بـ R_2 . حدد أي المقاومتين أكبر ثم عين قيمة R_2

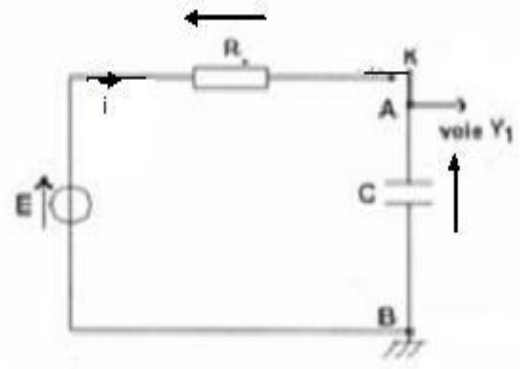
حل مقترح

1.1- أ- معادلة البيان (1): البيان عبارة عن خط مستقيم يشمل المبدأ معادلته: $u_C=a.t$

- ب- لدينا: $u_C=\frac{q}{C}=\frac{I.t}{C}=\frac{I}{C}.t$ بالمطابقة نجد: $\frac{I}{C}=a\rightarrow C=\frac{I}{a}=\frac{0,5.10^{-6}}{0,25}=2.10^{-6}F$

2.1- أ- معادلة البيان(2) : $Ec=a.u_C^2$ ، بالمطابقة نجد: $a=\frac{1}{2}C\rightarrow C=2a=2\frac{0,1.10^{-3}}{100}=2.10^{-6}F$

1.2- الاقتراح الأول



2.2-أ- ثابت الزمن يعين بفاصلة نقطة تقاطع المماس عند المبدأ مع المستقيم المقارب للمنحنى: $\tau=0,02s$

$C=\tau/R_1=0,02/10.10^3=2.10^{-6}$ F

ب- $u_C(0,05)=5\,(1-e^{-0,05/0,02})=4,58V$

عند هذه اللحظة المكثفة لم تشحن كليا، لأن شحنها الكلي نعتبره من اجل 99% من قيمه E

جـ- تحرر الطاقة المخزنة بالمكثفة على شكل حرارة

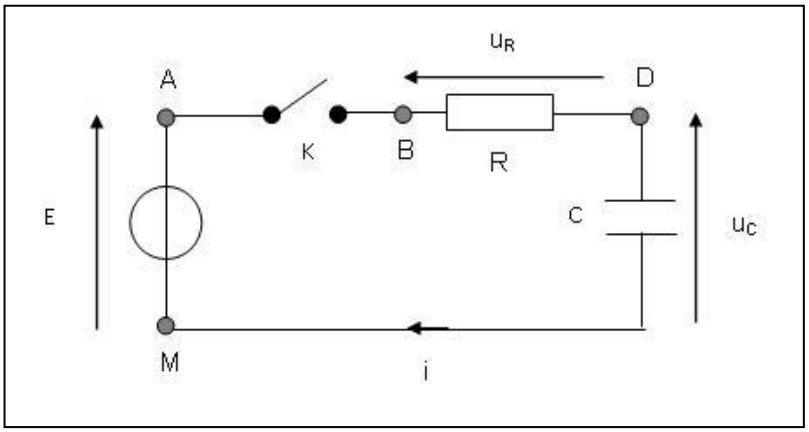
قيمتها: $E_C=1/2.CE^2=25.10^{-6}$ J

د- $\tau_1=R_1C$ و $\tau_2=R_2C$ مع $\tau_2>\tau_1$ إذن $R_2>R_1$

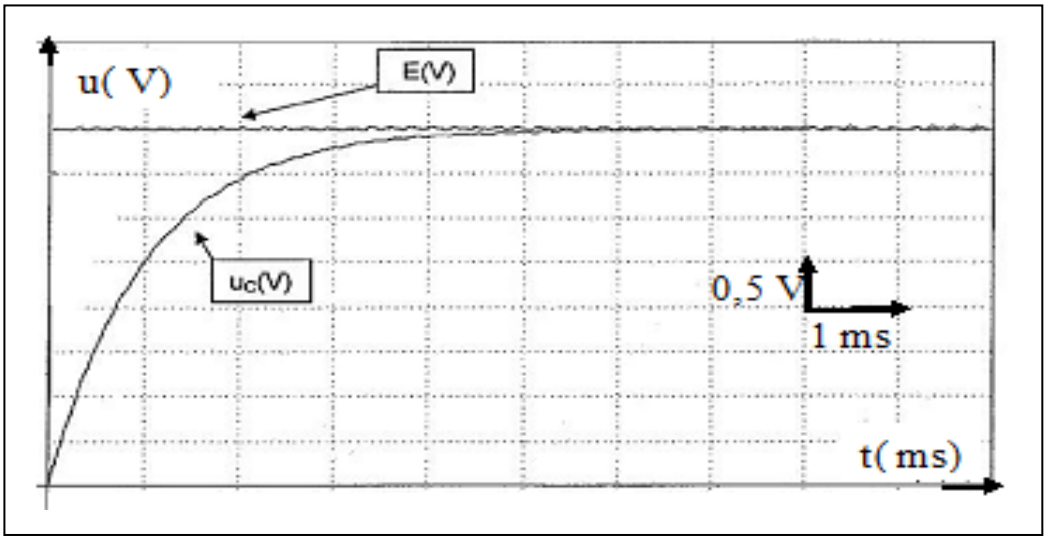
$R_2=0,043/2.10^{-6}=21,5$ kΩ

التمرين25:

نحقق الدارة الموضحة بالشكل المرفق، تتألف من مولد مثالي توتره مستمر قوته المحركة الكهربائية E=4V ، قاطعة K ، ناقل أومي مقاومته R و مكثفة سعتها C=1µF .
نستعمل جهاز مناسب لمشاهدة التوترين u_C و E بدلالة الزمن.
1- في أي النقاط A، B، D أو M من الدارة يجب ربط المدخلين 1 و2 والمنشب للجهاز قصد متابعة u_C على المدخل 1 و E على المدخل 2 ؟



2- وضح على البيان نظامي التشغيل للدارة باختيار المصطلحات المناسبة التالية: دوري، دائم، شبه دوري، انتقالي. مع تحديد زمن كل نظام.

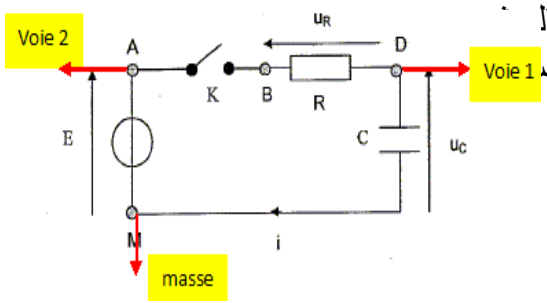


3- ماهي الظاهرة الفيزيائية الموافقة للنظام الاول؟
4- عين من البيان قيمة ثابت الزمن τ مع شرح الكيفية

5- أكتب العبارة الحرفية لـ τ و استنتج قيمة المقاومة R
6- بتطبيق قانون جمع التوترات، أوجد العلاقة بين E، u_R ،u_C
7- عبر عن u_R بدلالة i و استنتج العبارة الحرفية لشدة التيار i بدلالة E ، u_C و R
8- احسب i من أجل $t_1=0$ و $t_2 = 9$ ms
9 – مثّل كيفيا شكل المنحنى i =f(t)

حل مقترح

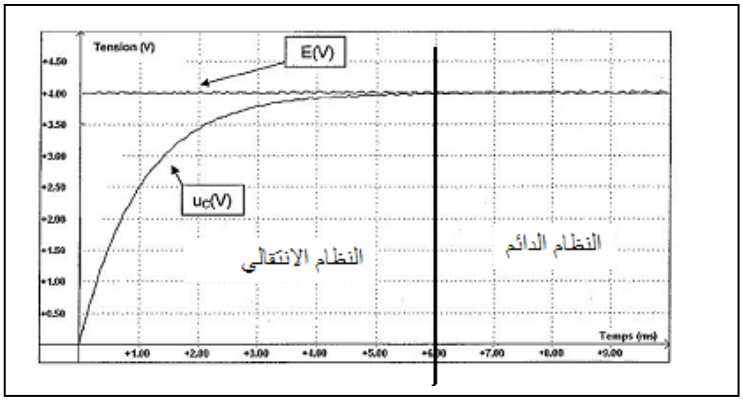
1- لمشاهدة $u_C = u_{DM}$ نربط النقطة D بالمدخل 1 و M بالـ
لمشاهدة $E = u_{AM}$ نربط النقطة D بالمدخل 2 و M بالمنش



2- لما t=0، تغلق القاطعة

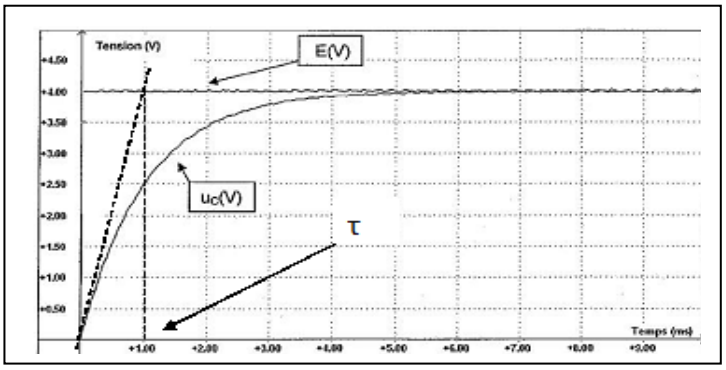
النظام الانتقالي: 0 s

النظام الدائمM: 6 ms



3- عند النظام الدائم، المكثفة تشحن و u_C تزداد من 0 إلى E

4- ثابت الزمن $\tau = 10^{-3}$ ms



5- $\tau = RC \longrightarrow R = \tau / C$

$\tau = 1{,}00\ 10^{-3} / 1{,}0\ 10^{-6}$

$\tau = 1{,}0\ 10^{3}$ ohms

6- $u_R + u_C = E$

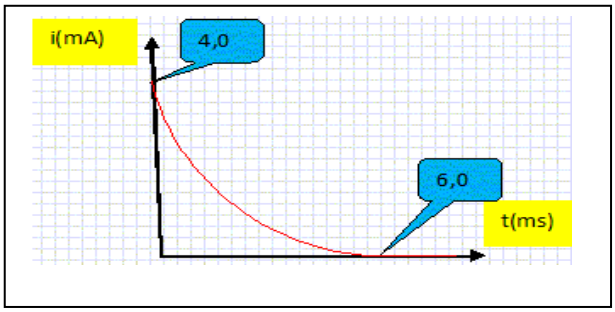
7- $i = u_R/R$ $\quad u_R = Ri$

$i = (E - u_C)/R$ $\quad u_R = E - u_C$

8-

t (ms)	u_C (V)	i (A)
0	0	$4{,}0\ 10^{-3}$
9	4,0	0

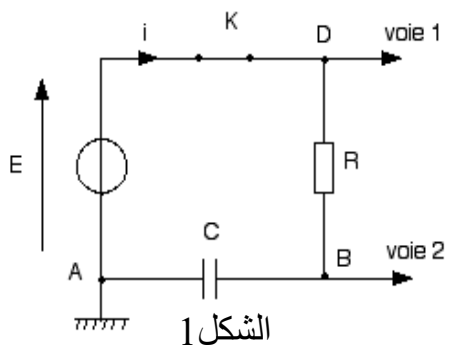
9 – المنحنى i =f(t)



التمرين 26 :

مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E ، يغذي ناقل أومي مقاومته R= 100Ω و مكثفة سعتها C ، مربوطة وفقا للشكل1 .

نستعمل المدخل 1 و المدخل 2 لراسم اهتزاز ذو ذاكرة لمتابعة تطور توترين من الدارة. :



الشكل1

1- عند اللحظة t=0، المكثفة غير مشحونة، نغلق القاطعة و الراسم يسجل التوترين الموضحين بالمنحنيين (a و b) (أنظر الشكل2)

1.1- مثل سهم التوتر u_C بين طرفي المكثفة.

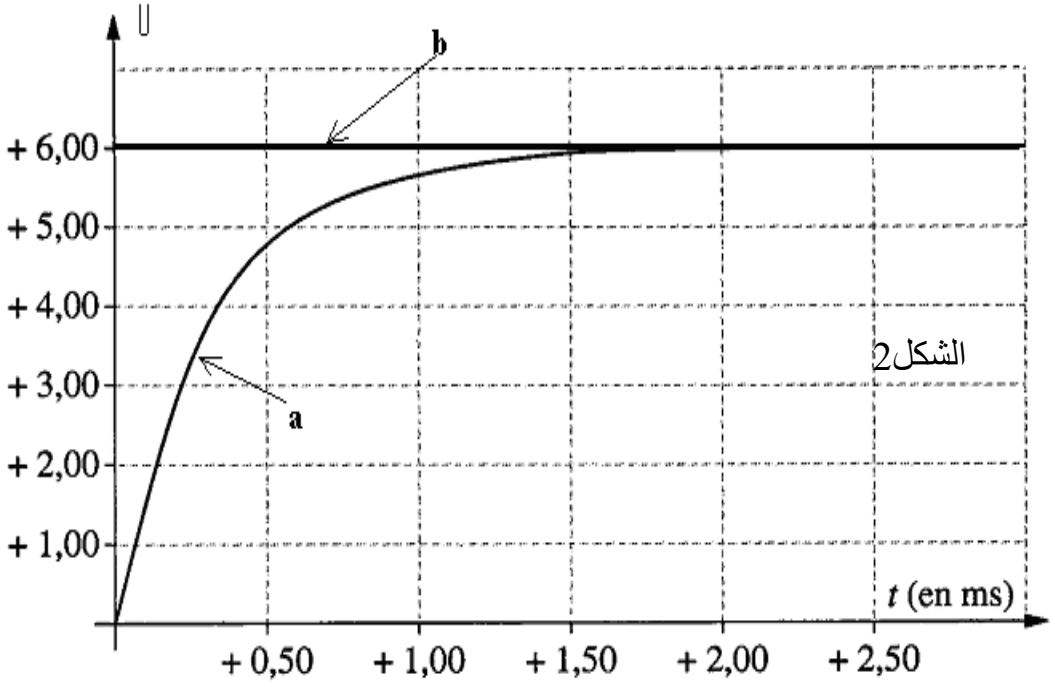
2.1- أنسب كل منحنى للتوتر المناسب له.

3.1- من الشكل (2) قدّر قيمة المدة الزمنية لشحن المكثفة شحنا كليا.

4.1- هل يجب زيادة قيمة المقاومة R أم نقصانها حتى تتم عملية الشحن في أسرع وقت؟

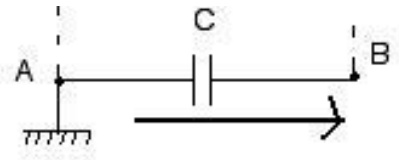
2- بيّن أن ($u_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ تشكّل حلا للمعادلة التفاضلية مع تحديد عبارة τ
3- احسب قيمة السعة C للمكثفة.

4- أوجد عبارة i(t) و استنتج شكل المنحنى i = f(t) مع تحديد قيمته الابتدائية i_0 عند t=0
5- بعد شحن المكثفة نقوم بفتح القاطعة و نوصل بسلك النقطتين A و D . بالاحتفاظ باتجاه التيار للشكل(1) ارسم شكل المنحنى الموضح لتطور التوتر u_c أثناء التفريغ، و كذلك منحنى تطور التيار i(t).



الشكل2

حل مقترح



.1.1

2.1. المنحنى b يمثل التوتر بين طرفي المولد،
المنحنى a يمثل التوتر بين طرفي المكثفة.

$\Delta t = 1,7ms$ .3.1

4.1. $\Delta t = 5\tau = 5RC$: كلما كان R أقل كلما كان Δt أصغر و بالتالي كانت عملية الشحن أسرع.

2. إيجاد المعادلة التفاضلية: $u_C + u_R = E$

$$u_C + R.i = E$$

و لدينا $i = dq / dt = C\, du / dt$ ومنه : $RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E$

$$uc = E(1 - e^{-t/\tau}) = E - Ee^{-t/\tau}$$

إذن: $$\frac{du_C}{dt} = 0 - E\left(-\frac{1}{\tau}\right)e^{-t/\tau} = \frac{E}{\tau}\, e^{-t/\tau}$$

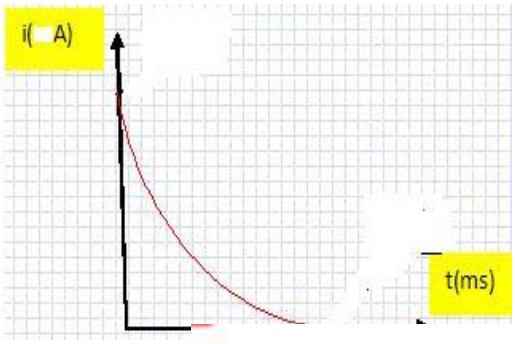
بالتعويض في المعادلة: $RC\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau} + E - Ee^{-t/\tau} = E$ وهي محققة من أجل : $\tau = RC$

3. $\tau = RC \rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{0,34}{100} = 0,0034F = 3400\mu F$

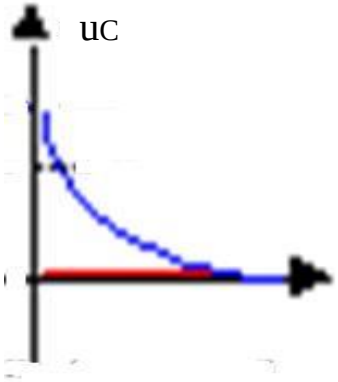
4. عبارة i :

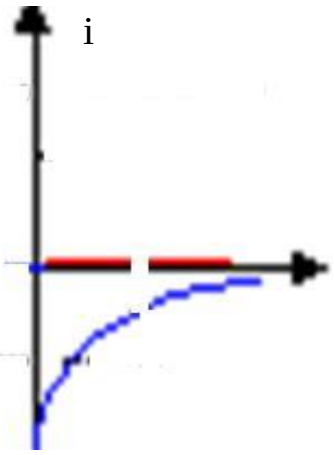
$$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du}{dt} = CE\frac{1}{\tau}e^{-t/\tau} = \frac{E}{R}e^{-t/\tau}$$

مع $i_0 = E/R = 6/100 = 0,06A$



5.

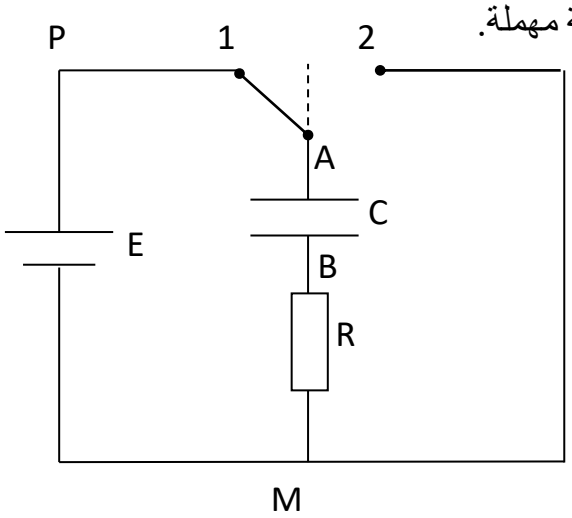




التمرين 27:

تتكون الدارة الكهربائية المبينة في الشكل من العناصر الكهربائية التالية:

- مولد قوته الكهربائية المحركة $E = 100V$ و مقاومته الداخلية مهملة.
- مكثفة سعتها $C = 0,5\mu F$.
- مقاومته $R = 10k\Omega$.
- مبدلة k.



1- في اللحظة $t = 0s$، نضع المبدلة k على الوضع (1) بحيث نغلق دارة المولد.

أ/ بتطبيق قانون جمع التوترات أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تربط بين u_{AB} و t تكتب بالشكل:

$$RC \cdot \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = E \qquad \text{حيث:} \quad \tau = RC$$

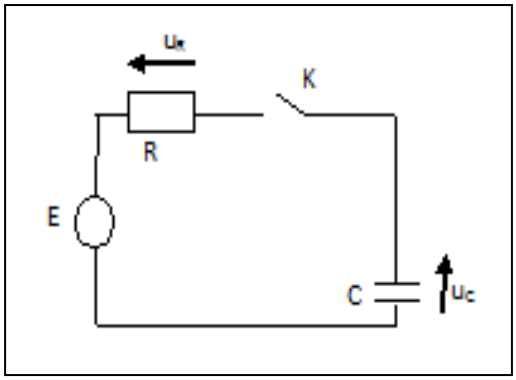
ب/ أثبت أن الثابت τ يقدر بالثانية في الجملة الدولية للوحدات.

2- حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل $u_{AB} = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

أرسم شكل المنحنى البياني الممثل لـ $u_{AB} = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

التمرين 28 :

المكثفات العادية لها سعة تحسب بالميكروفاراد أو الميليفاراد، بينما يمكن لسعة المكثفات الممتازة أن تبلغ آلاف الفاراد، و قد خططت احدى الشركات لتجهيز قاطرة كهربائية (tramway) بمكثفات ممتازة، حيث تمّ وضع هذه المكثفات في سقف القاطرة نظرا لكونها تمكّن من تخزين طاقة كبيرة، تسترجع بشكل كاف أثناء الكبح.

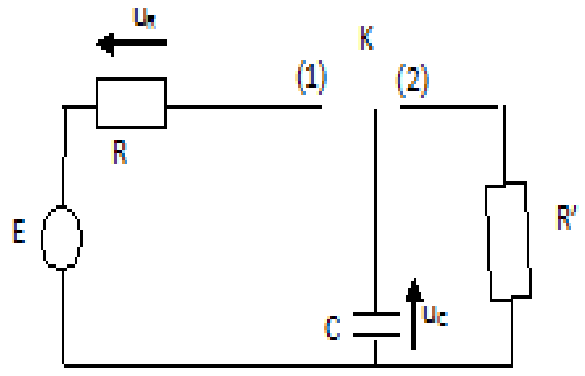


نتوفر على مكثفة وضع عليها الصانع الإشارة 1F .
و لكي نتحقق من سعة هذه المكثفة ننجز الدارة الكهربائية التالية:

تتم تغذية المجموعة RC بمولد توتره E=10V .
1- نغلق قاطعة التيار K عند اللحظة t=0 .
1.1- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين طرفي المكثفة.

2.1- تحقق من أن $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ حل للمعادلة التفاضلية السابقة مع $\tau = RC$

3.1- مثّل بشكل تقريبي منحنى تغيرات u_C بدلالة الزمن.
4.1- ماهو الجهاز الذي يسمح لنا بمشاهدة $u_C=f(t)$؟ بين طريقة ربطه في الدارة.
5.1- ثابت الزمن لثنائي القطب RC يساوي 10s ،
أوجد قيمة سعة المكثفة علما أن R=10Ω ،
قارنها مع القيمة المسجلة على المكثفة.



2- الآن نريد تفريغ المكثفة باستعمال التركيب التجريبي المقابل:

نضع البادلة في الموضع(1) لمدة 20s ثم نزيحها إلى الموضع(2)
حيث نعتبر هذه اللحظة مبدءا للزمن.
1.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثفة.
2.2- أوجد حلا للمعادلة السابقة باعتبار R'=2R .

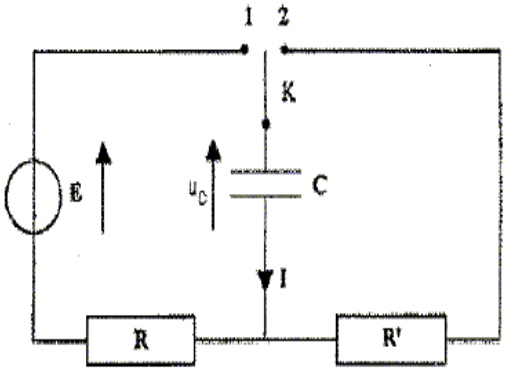
3.2- أوجد قيمة شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة t=0 .
4.2- مثّل بشكل تقريبي منحنى تغيرات شدة التيار بدلالة الزمن.
5.2- احسب قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظتين t=0 و t=20s .

التمرين 29 :

1- لدراسة عملية شحن و تفريغ مكثفة في ناقل أومي، نحقق التركيبة التالية:

المكثفة في البدء غير مشحونة، في لحظة t=0 نضع البادلة في الوضع(1).
المعطيات: $C = 4,7\ \mu F$; $R = 2,2\ k\Omega$

$R' = 10\ k\Omega$

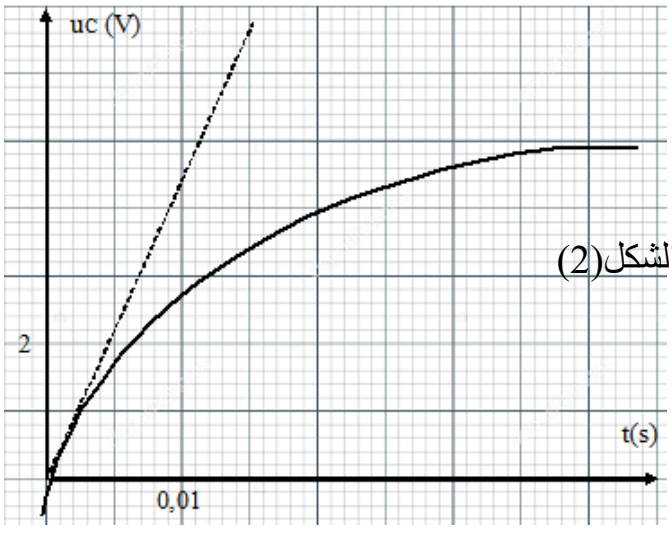


1.1- أثبت أن المعادلة التفاضلية للمتغير uc بين طرفي المكثفة و الموافقة لعملية الشحن، تكتب من الشكل: $E = R_1 C + u_c \dfrac{du_c}{dt}$

2.1- الحل التحليلي لهذه المعادلة من الشكل: $u_C = A(1 - e^{-\alpha.t})$ ، بالاستعانة بالشرط الابتدائي و بالتحقق من عبارة الحل للمعادلة ، عين A و α بدلالة E, R, C.

2- إليك بيان الشكل(2)،
أ- عين قيمة E

ب- عرّف ثابت الزمن للدارة، ثم عين قيمته من البيان بطريقة يطلب توضيحها.
جـ- استنتج القيمة التجريبية للسعة C و قارنها بالقيمة المعطاة.



الشكل(2)

3- نضع البادلة في الوضع 2 .
أجب بـ نعم أو لا على المقترحات التالية، مع التبرير:

أ- المدة الزمنية للتفريغ أكبر من المدة الزمنية للشحن.

ب- ثابت الزمن للدارة أثناء التفريغ يساوي: (R + R').C

حل مقترح

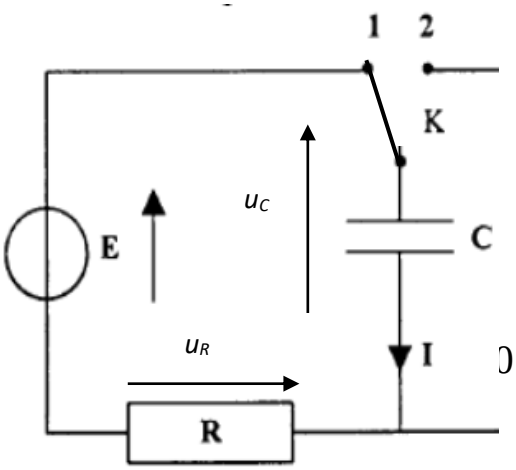
1.1- المعادلة التفاضلية أثناء الشحن بالتعويض نجد : $E = R.C\frac{du_c}{dt} + u_C$

2.1- الحل المقترح $u_C = A.(1 - e^{-\alpha.t})$ ، يمكن كتابته $u_C = A - A.e^{-\alpha.t}$

إذن $\frac{du_c}{dt} = \alpha.A.e^{-\alpha.t}$

بالتعويض في المعادلة : $E = R.C.\alpha.A.e^{-\alpha.t} + A - A.e^{-\alpha.t}$

$E = A + A.\ e^{-\alpha.t}(R.C.\alpha - 1)$



طريقة1 :

من أجل $t \rightarrow +\infty$

نجد $E = A$

و نكتب $E = E + E.\ e^{-\alpha.t}(R.C.\alpha - 1)$

إذن $0 = E.\ e^{-\alpha.t}(R.C.\alpha - 1)$

من أجل $t = 0\ s$: $0 = E.(R.C.\alpha - 1)$

بالقسمة على E $0 = R.C.\alpha - 1$ <----- $R.C.\alpha = 1$

$R.C.\alpha = 1$ <---- $\alpha = \frac{1}{R.C}$

طريقة2 :

حتى تكون هذه العلاقة حلا للمعادلة ، يجب: $E = A$ و $A.(R.C.\alpha - 1) = 0$

إذن $\alpha = \frac{1}{R.C}$

2-أ- لدينا $u_C = E.(1 - e^{-t/R.C})$

إذا $t \rightarrow \infty$ ، فإن u_C يؤول إلى E ، و حسب البيان (3) فإن : $E = 5,0\ V$

2-ب- ثابت الزمن τ هو المدة الزمنية التي من أجلها تشحن المكثفة مقدار 63%

$u_C(\tau) = 0,63 \times E = 0,63 \times 5,0 = 3,15\ V$

و بالاسقاط على البيان (3) نجد : $\tau = 0,011\ s$

2-جـ- $\tau = R.C$ <------ $C = \frac{\tau}{R} = \frac{0,011}{2,2.10^3} = 5,0.10^{-6}\ F = 5,0\ \mu F$

3-أ- في الشحن: $\tau = R.C = 0,01\ s$

و في التفريغ : $\tau' = R'.C = 10.10^3 \times 4,7.10^{-6} = 0,047\ s$ ----- $\tau' > \tau$ الاقتراح صحيح.

3-ب- التفريغ يتم في الناقل الاومي 'R و بالتالي R لا علاقة لها بالتفريغ. $\tau' = R'.C$ إذن الاقتراح خاطئ.

التمرين 30 :

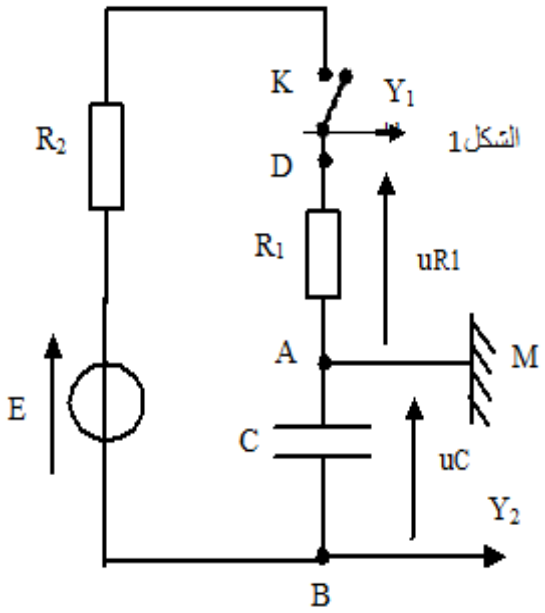
على الشكل(1) دارة كهربائية تتألف من مولد قوته المحركة (E) ، ناقلين أوميين $R_1 = 100\Omega$ و R_2 مجهول القيمة ، قاطعة ومكثفة سعتها (C) غير مشحونة.

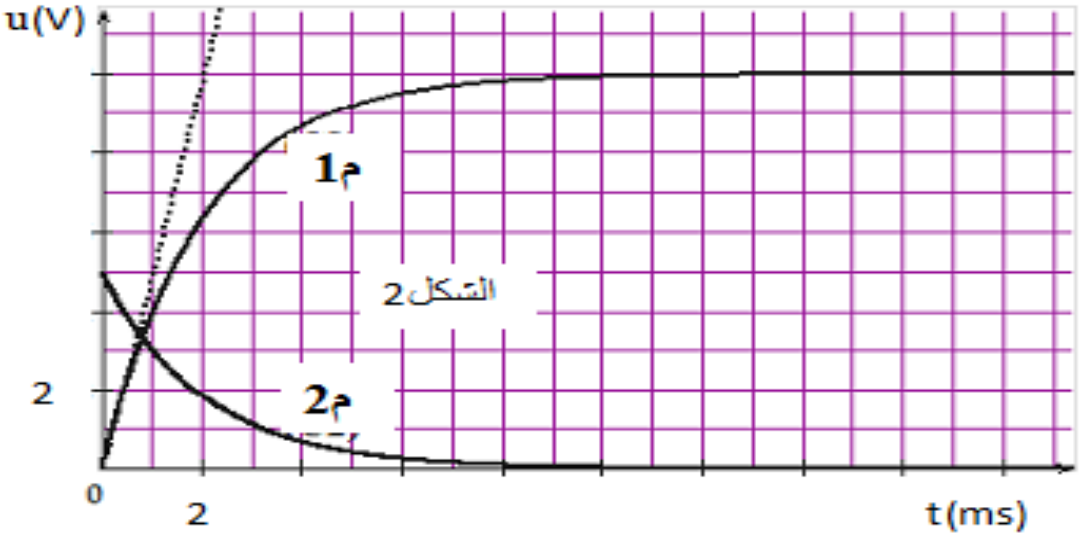
راسم اهتزاز مهبطي ذو ذاكرة يمكن من تسجيل :

على المدخل Y_1 التوتر الكهربائي $u_{DA}=uR_1(t)$ ،

و على المدخل Y_2 التوتر الكهربائي $u_{AB}=uC(t)$.

عند اللحظة $t=0$ ، نغلق القاطعة . المنحنيين الممثلين للتوترين u_{DA} و u_{AB} موضحين بالشكل (2)





1- بيّن أن المنحى (م2) يمثل u_{DA}.

2- بين أن عبارة u_{DA} عند اللحظة t=0 تكتب: $u_{R1} = (R_1/(R_1+R_2))\ E$

3- بين أن المعادلة التفاضلية تكتب: $duC/dt + uC/\tau = E/\tau$

حيث $\tau = (R_1 + R_2)C$ تعبر عن ثابت الزمن .

4- عين قيمة R_2 .

5- استنتج أن $E=uC_{max}$ حيث uC_{max} قيمة التوتر بين طرفي المكثفة في النظام الدائم.

6- عين بيانيا قيمة τ و استنتج قيمة السعة C للمكثفة.

التمرين31:

لتكن الدارة الكهربائية التالية: مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية E=6V ، ناقل أومي مقاومته $R_1=10\Omega$ ، وشيعة صرفة ذاتيتها L=50mH . يمكن وصل ناقل أومي آخر ممقاومته R_2 بواسطة قاطعة K_2 .

1- نغلق القاطعة K_1 و نفتح القاطعة K_2 ، فتخزن طاقة في الوشيعة .

أ- أوجد المعادلة التفاضلية لشدة التيار .

ب- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $i(t)=A+Be^{-mt}$. أوجد الثوابت A ، B و m .

جـ - أوجد عبارة التوتر الكهربائي $u_b(t)$ بين طرفي الوشيعة.

2- الآن نفتح القاطعة K_1 و نغلق القاطعة K_2 .

1.2- على أي شكل ستضيع الطاقة المخزنة؟

2.2- يسمح تجهيز مناسب متابعة تطور تناقص الطاقة $E_L(t)=(1/2)Li(t)$ فنحصل على البيان التالي.

أ- بيّن أن ماذا المماس للمنحنى عند المبدأ (t=0) يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t=\tau/2$ ؟

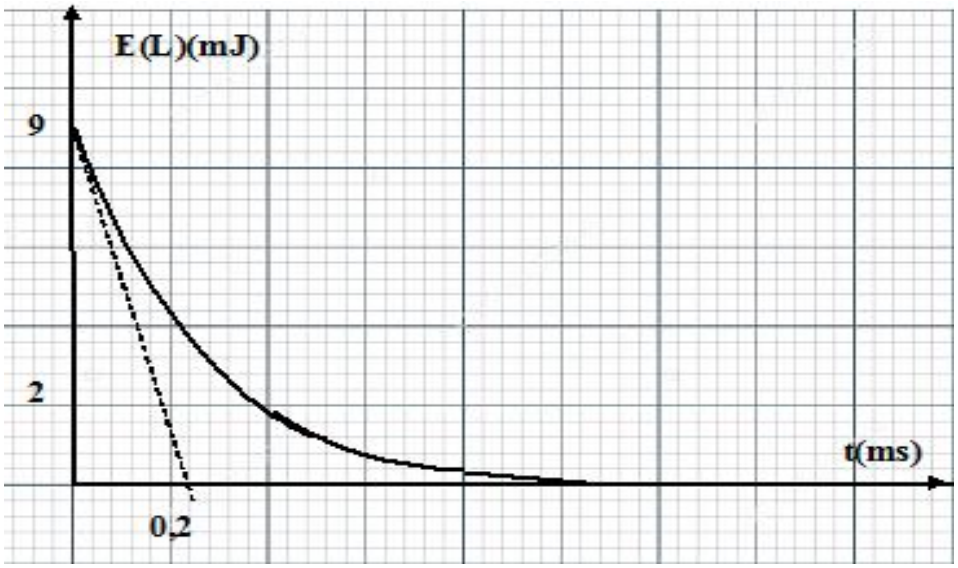
ب- احسب ثابت الزمن للدارة.

جـ- أوجد شدة التيار الأعظمية.

د- أوجد قيمة R_2 .

3- نغلق القاطعة K_1 و نبقي على القاطعة K_2 مغلقة.

أوجد في النظام الدائم u_b ، u_{R1} و u_{R2} .



حل مقترح

1-أ- المعادلة التفاضلية: $u_b+u_R=E \longleftarrow Ldi/dt+R_1i=E$

ب- ايجاد الثوابت: $-BLme^{-mt}+R_1A+R_1Be^{-mt}=E$

$Be^{-mt}(-Lm+R_1)+R_1A=E \longleftarrow A=E/R_1$

$m=R_1/L=1/\tau$

لمّا $t=0$ فإن $i=0$ بالتعويض : $0=A+B \longleftarrow B=-A$

عبارة شدة التيار: $i(t)=(E/R_1)(1-e^{-(R1/L)t})$

جـ- $ub=Ldi/dt=Ee^{-(R1/L)t}$

1.2- ستضيع الطاقة المخزنة تضيع على شكل حرارة و طاقة مغناطيسية.

2.2-أ- نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند المبدأ مع محور الزمن تمثل ثابت الزمن للطاقة τ_{EL}

لدينا: $E_L(t)=(1/2)Li^2(t)=(1/2)L(I_0e^{-t/\tau})^2=(1/2)LI_0^2e^{-2t/\tau}$

$E_L(0)=(1/2)LI_0^2$

$dE_L/dt=-(LI_0^2/\tau)\,e^{-2t/\tau}$

$(dE_L/dt)(0)=-(LI_0^2/\tau)\,e^0=-(LI_0^2/\tau)$

معادلة المماس: $y=f'(0)(x-0)+f(0)$

$y'=f'(0)(x-0)+f(0)$

$y=-(LI_0^2/\tau)(t-0)+(1/2)LI_0^2$

من أجل $y=0$ نجد $t=\tau/2$

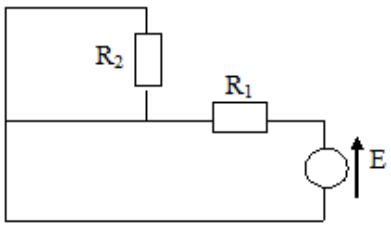
ب- لدينا ثابت الزمن للدارة = ضعف ثابت الزمن للطاقة. $\tau=2\tau_{EL}$

من البيان $\tau_{EL}=0,24\ ms$ ومنه $\tau=0,48\ ms$

جـ- الطاقة المخزنة بالوشيعة تكتب: $E_{Lmax}=(1/2)LI_0^2$

$I_0^2=2E_{Lmax}/L \longleftarrow I_0=0,6A$

د- $I_0=E/R_2 \longleftarrow R_2=E/I0=10\Omega$



3- في النظام الدائم الوشيعة تتصرف ك"ناقل أومي"

و بما أن المقاومة الداخلية للوشيعة مهملة فإنها تتصرف ك"سلك" .

ت $u_{R1}=E$ و $u_b=0$

أمّا R_2 مربوطة بسلك : دارة قصيرة: $u_{R2}=0$

التمرين32:

توضع مكثفة فارغة في الدارة المبينة بالشكل 2 .

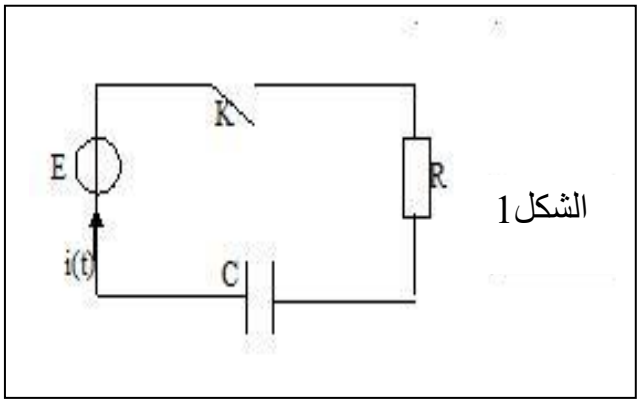
عند $t=0$،نغلق القاطعة.

1- بتطبيق قانون التوترات،استنتج المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$.

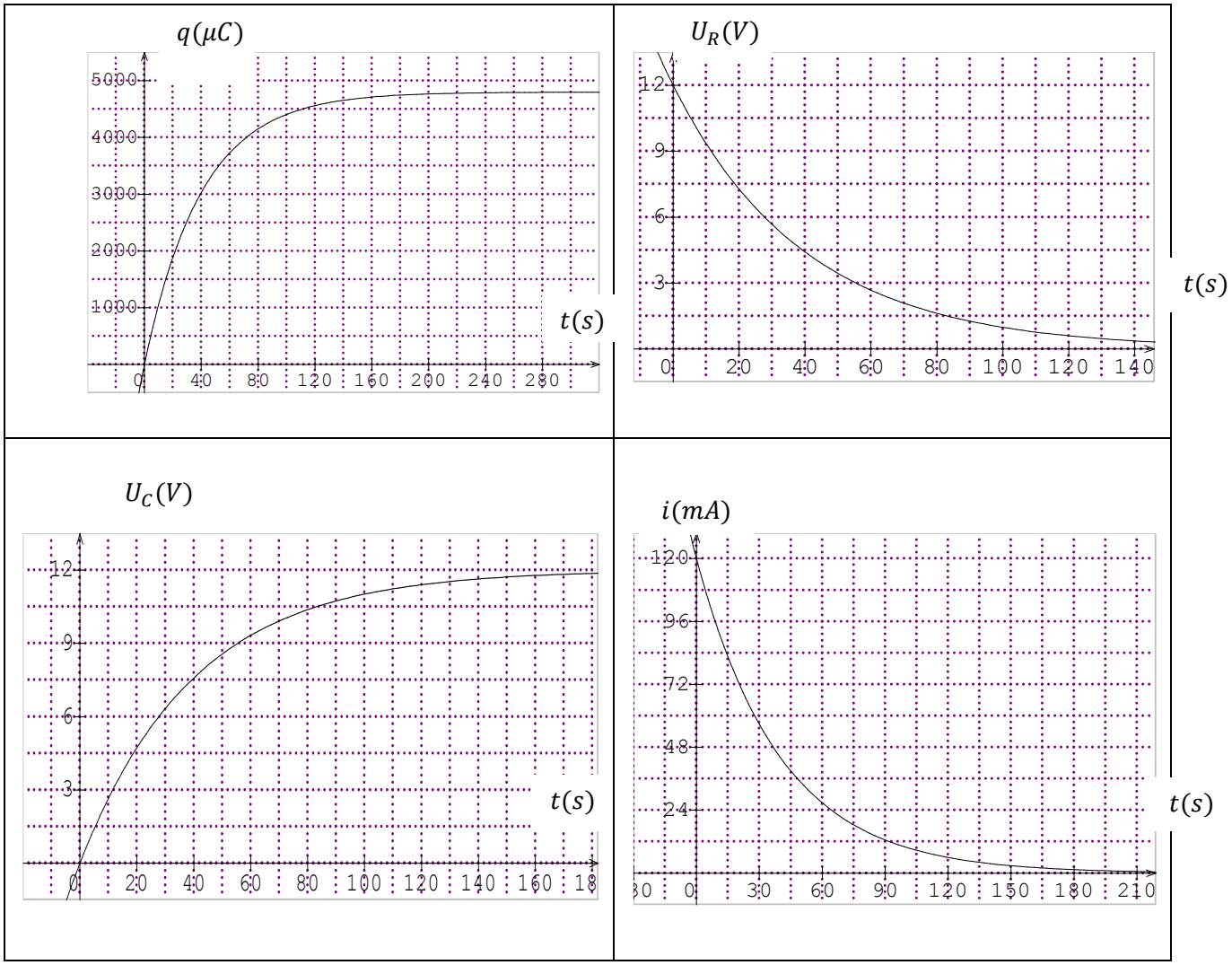
2 - علما أن $q(t)=A.e^{-\alpha.t}+B$ ،

بين أن $B = C.E$ و $\alpha = \frac{1}{R.C}$.

3 - هل البيانات التالية صحيحة؟ علل بكتابة المعادلة العامة الموافقة لكل منها.



الشكل1



حل مقترح

1- المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$:

$$U_C + U_R = E \rightarrow \frac{q}{C} + R.\frac{dq}{dt} = E \rightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{1}{RC}.q = \frac{E}{R}$$

2- بيان أن $B = C.E$ و $\alpha = \frac{1}{R.C}$:

$$\frac{dq}{dt}+\frac{1}{RC}.q=-A.\alpha.e^{-\alpha.t}+\frac{1}{RC}.(A.e^{-\alpha.t}+B)$$

$$=A.e^{-\alpha.t}\left(\frac{1}{RC}-\alpha\right)+\frac{B}{RC}=\frac{E}{R}$$

وبالتالي: $A.\left(\frac{1}{RC}-\alpha\right)=0\rightarrow\alpha=\frac{1}{RC}$ و $\frac{B}{RC}=\frac{E}{R}\rightarrow B=E$

3- البيانات صحيحة حيث: $q(t)=CE\left(1-e^{-t/\tau}\right)$

$$U_C(t)=E\left(1-e^{-t/\tau}\right)$$

$$i(t)=\frac{E}{R}e^{-t/\tau}$$

$$U_R(t)=R.i(t)=Ee^{-t/\tau}$$

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

التمرين01:

لدينا محلولان مائيان S_1 و S_2 ، تمّ تحضيرهما من الحمضين HA_1 و HA_2 و الماء النقي، حيث تركيزهما بالمذاب متساوي $C_0 = 1{,}0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و حجم كل واحد منهما $V = 200\ mL$.

1-أ كتب المعادلة المنمذجة لتفاعل الفرد HA مع الماء.

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل واستنتج العلاقة بين كمية المادة لـ A^- و H_3O^+ .

3- نقيس الـ pH عند الدرجة 25°C للمحلولين S_1 و S_2 . فكانت النتيجة بتراكيز شوارد الأكسونيوم كالتالي:

$[H_3O^+]_1 = 1{,}3.10^{-3}\ mol.L^{-1}$ و $[H_3O^+]_2 = 1{,}0\ .10^{-2}\ mol.L^{-1}$

أ- احسب كمية المادة لشوارد الاكسونيوم: $n(H_3O^+)_1$ و $n(H_3O^+)_2$

ب- احسب كمية المادة الابتدائية للحمضين HA_1 و HA_2.

جـ - احسب قيمة التقدم الأعظمي.

د- احسب قيمة التقدم النهائي x_{f1} و x_{f2} لكل تفاعل من الحمضين مع الماء.

هـ- قارن بين x_f و x_{max}. و تعرّف على الحمض الضعيف.

حل مقترح

1- $HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$

الثنائيتين الداخلتين في التفاعل: $(HA_{(aq)}/\ A^-_{(aq)})$ ، $(H_3O^+_{(aq)}/H_2O_{(l)})$

2- حسب جدول التقدم: $n(H_3O^+) = n(A^-)$

3-أ-

بالنسبة للحمض HA_1 : $n_1(H_3O^+) = 1{,}3.10^{-3}\times 200.10^{-3} = 2{,}6.10^{-4}\ mol$

بالنسبة للحمض HA_2 : $n_2(H_3O^+) = 10^{-2}\times 200.10^{-3} = 2.10^{-3}\ mol$

ب- لدينا: $n_0 = C_0V$

$n_0(HA_1) = n_0(HA_2) = C_0V = 10^{-2}\times 200.10^{-3} = 2.10^{-3}\ mol$

جـ- التقدم الأعظمي x_{max} للتفاعل يوافق الاستهلاك الكلي لكمية مادة الحمض الابتدائية:

$n_0(HA_1) - x_{max} = 0$

إذن $x_{max} = C_0V = 2.10^{-3}\ mol$

د- التقدم النهائي x_f :حسب جدول التقدم: $x_f = n(H_3O^+) = n(A^-)$

إذن $x_{f1} = 2{,}6.10^{-4}\ mol$ و $x_f = 2.10^{-3}\ mol$

هـ- إذا كان $x_f < x_{max}$ ، فإن التحول محدود.

إذا كان $x_f = x_{max}$ ، فإن التحول تام.

النتيجة : $x_{f1} < x_{max}$ الحمض HA_1 حمض ضعيف (الحمض لم يستهلك كليا)

$x_{f2} = x_{max}$ الحمض HA_2 حمض قوي (الحمض استهلك كليا)

التمرين 02:

1- الـ pH لمحلول حمض الايثانويك تركيزه بالمذاب $C = 5{,}0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ يساوي 3,0

هل العبارات التالية صحيحة أم خاطئة؟

عبارة 1 : حسب تعريف Brönsted ، حمض الايثانويك يمثل نوع كيميائي قابل لاكتساب بروتون

عبارة 2 : التفاعل بين حمض الايثانويك و الماء ليس تاما.

عبارة 3 : نسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض الايثانويك مع الماء هو 0,02
عبارة 4 : هذه الجملة الكيميائية عندما لا تتطور، فإنه لا يوجد تحول كيميائي

2- إليك المحاليل المائية الآتية حيث تراكيزها المولية و حجومها متساوية
($C=10^{-2}$ mol/L , V=50mL)

أ	محلول حمض كلور الماء	$H_3O^+ + Cl^-$
ب	محلول الأمونياك	NH_3
جـ	محلول كلور الأمونيوم	$NH_4^+ + Cl^-$
د	محلول كلور الصوديوم	$Na^+ + Cl^-$
هـ	محلول هيدروكسيد الصوديوم	$Na^+ + OH^-$

نقيس pH كل محلول عند الدرجة 25^0C فنتحصل على الجدول التالي:

قيمة pH	7	10,7	2	5,6	12
المحلول المناسب					

حدد موضع كل محلول في الجدول مع البرير و دون حساب.

3- إليك المحاليل المائية الآتية حيث تراكيزها المولية $C=10^{-1}$ mol/L .

أ	محلول حمض البنزويك	C_6H_5COOH
ب	محلول حمض كلور الماء	$H_3O^+ + Cl^-$
جـ	محلول الأمونياك	NH_3
د	محلول بنزوات الصوديوم	$C_6H_5COO^- + Na^+$
هـ	محلول كلور الأمونيوم	$NH_4^+ + Cl^-$
و	محلول كلور الصوديوم	$Na^+ + Cl^-$
ي	محلول هيدروكسيد الصوديوم	$Na^+ + OH^-$

1.3- عرّف ثابت الحموضة ka و الـ pka لثنائية (أساس/حمض) .
2.3- من أجل حمضين مختلفين أيها الأقوى: الحمض ذو pka الأكبر أم ذو الـpka الأصغر؟
3.3- صنّف المحاليل السابقة حسب pH المتزايد. برر

معطيات: $pka(NH_4^+/NH_3)=9,2$ ، $pka(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)=4,2$

حل مقترح

1- عبارة 1 : حِمْض الايثانويك جزيئي صيغته $CH_3 - COOH$. هذا الحمض يقبل التخلي عن بروتون H^+ (لا يقبل الاكتساب) لانتاج أساسه المرافق : شاردة الايثانوات ذات الصيغة $CH_3 - COO^-$. الحمض في تعريف برونستد يتخلى عن بروتون أو اكثر. العبارة خاطئة

ملاحظة : شاردة H^+ تسمى بروتون لأنها عبارة عن ذرة هيدروجين فقدت الكترونها الوحيد $_1^1H$ (تتألف من بروتون دون نيترون). إذن هذه الشاردة تتكون من بروتون فقط.

عبارة 2 : حسب النص ، لدينا تركيز المحلول بالمذاب $C = 5,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$

أي أن المحلول حضر بإضافة $5,0 \times 10^{-2}\ mol$ من حمض الايثانويك النقي في 1L ماء.

معادلة تفاعله مع الماء : $CH_3 - COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$

إذا كان التفاعل تاما فإن تركيز شوارد الأوكسونيوم المتحصل عليها بعد التفاعل تساوي تركيز المحلول بالمذاب . أي $[H_3O^+]_f = C = 5,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$

فيكون pH المحلول النهائي : $pH = - \log [H_3O^+]_f = 1,3$

لكن النص يحدد pH بـ 3,0. إذن التفاعل بين حمض الايثانويك و الماء ليس تاما. <u>العبارة خاطئة</u>

عبارة 3 : لدينا $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$ ، مع x_f التقدم النهائي و x_{max} التقدم الأعظمي

كما يمكن كتابة $\tau = \frac{\frac{x_f}{V}}{\frac{x_{max}}{V}} \Leftrightarrow \tau = \frac{C_f}{C_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O]_{max}}$ ، مع V حجم المحلول

لدينا $[H_3O^+]_{max} = C = 5,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]_f$ التركيز الحقيقي لشوارد الأوكسونبوم، وهي التي نلاحظها في المحلول الناتج . إذن قيمة $[H_3O^+]_f$ هي : $[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 1,0 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ، إذن :

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O]_{max}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-2}} = 0,02$$ <u>العبارة صحيحة</u>

عبارة 4 : بما أن هذا التفاعل ليس تاما فإننا نصل إلى توازن ديناميكي : عندما الجملة لا تتطور فإن تركيز مختلف الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول لا تتغير. مع العلم ان التحول الكيميائي يستمر في الاتجاهين. عيانيا تظهر الجملة متوقفة أما حقيقة فلا.

2- أ: محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) يمثل حمض قوي لأنه يتكون من شاردة غير فعالة Cl^- كذلك تفاعله مع الماء كلي إذن يأخذ أصغر قيمة للـ pH

د: محلول كلور الصوديوم ($Na^+ + Cl^-$) يتألف من شاردتين غير فعالتين فهو معتدل أي له pH=7 .
ب- محلول النشادر (الأمونياك) ناتج عن غاز النشادر (NH_3) و هو أساس ضعيف تفاعله مع الماء جزئي حيث جزء يتحول إلى (NH_4^+) و الجزء الأكبر من (NH_3) يبقى دون تحول في المحلول و له pH أكبر من 7.

ي- محلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + OH^-$) يمثل أساس قوي أي يأخذ أكبر قيمة للـpH أي 12 و منه محلول النشادر له pH=10,7

جـ- محلول كلور الأمونيوم ($NH_4^+ + Cl^-$) به شاردة غير فعالة Cl^- و شاردة الأمونيوم الناتجة عن الأساس NH_3 فهي حمضه المرافق أي NH_4^+ حمض و يأخذ pH=5,6

pH	7	10,7	2	5,6	12
المحلول	د	ب	أ	هـ	ي

1.3- ثابت الحموضة ka لثنائية (أساس/حمض) بالتعريف يعطى بالعبارة:

$ka=([H_3O^+]_{éq}.[A^-]_{éq})/[HA]_{éq}$

أمّا الـpka فيعرّف بالعبارة: pka=-Logka

2.3- المقارنة بين حمضين ضعيفين: ليكن الحمضين الضعيفين HA_1 و HA_2 ،

نعتبر HA_1 أقوى من HA_2 ، فإن HA_1 سيتفاعل مع الماء بكمية أكبر أي أن $[HA_1]$ ينقص و ناتجه $[H_3O^+].[A_1^-]$ يزداد و بالتالي قيمة ka تزداد. إذن سيكون لدينا $ka_2<ka_1$

أمّا بالنسبة للـpka و الذي يعبر عن عكس ka فيكون لدينا: $pka_1<pka_2$

نتيجة: الحمض الأقوى ذو pka الأصغر و الأساس الأقوى ذو pka الأكبر

3.3- التصنيف:

(و): محلول كلور الصوديوم: معتدل ، pH=7

(ب): محلول حمض كلور الماء: حمض قوي ، يأخذ أصغر قيمة للـpH

(ي): محلول هيدروكسيد الصوديوم: أساس قوي ، يأخذ أكبر قيمة للـpH

(أ): محلول حمض البنزويك و (هـ): محلول كلور الأمونيوم، حمضان ضعيفان نميز بينهما من حيث القوة بمقارنة قيمة الـpka . لدينا (حمض البنزويك)pka < (حمض الأمونيوم)pka

إذن حمض البزويك هو الأقوى فيكون له pH أصغر من pH شاردة الأمونيوم

(جـ): محلول الأمونياك و (د): محلول بنزوات الصوديوم، أساسان ضعيفان نميز بينهما من حيث القوة بمقارنة قيمة الـpka . لدينا (شاردة البزوات)pka < (النشادر)pka

إذن الأمونياك هو الأقوى فيكون له pH أكبر من pH شاردة البنزوات.

pH ي جـ د و هـ أ ب

التمرين03:

المحاليل موجودة عند الدرجة 25^0C.

1- نتوفر على محلول (S_A) لحمض الإيثانويك تركيزه بالمذاب $C_A=10^{-2}mol/L$ و pH=3,4 .

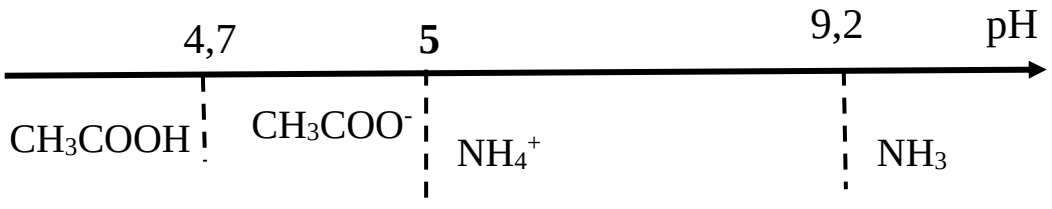
أ- عرّف الحمض حسب برونستد.
ب- حمض الإيثانويك حمض ضعيف. برر هذه العبارة بالحساب.
جـ- أكتب معادلة تفاعل حمض الإثانويك مع الماء.
د- أكتب عبارة ثابت الحموضة المرفق بالثنائية (شاردة الإيثانوات/حمض الإيثانويك)
2- لدينا محلولان لقاعدتين ضعيفتين : محلول (S_{B1}) للأمونياك و محلول (S_{B2}) للميثيل أمين.
أ- أي الأساسين أضعف؟ برر مع استعمال المعطيات.
ب- نمزج حجما $V_A=60mL$ من المحلول (S_A) مع حجما $V_{B1}=20mL$ من المحلول (S_{B1}) للأمونياك تركيزه $C_{B1}=2.10^{-2}mol/L$ فيكون pH المزيج 5.
على محور مدرج للـpH ، ضع مجال التغلب للأفراد الأربعة حمض - أساس.
ما هي الأفراد الغالبة عند pH=5؟
3- نمزج حجما $V'_A=20mL$ من المحلول (S_A) مع حجما $V_{B2}=20mL$ من المحلول (S_{B2}) للميثيل أمين تركيزه $C_{B2}=1,5.10^{-2}mol/L$.
أ- احسب كمية المادة لحمض الإيثانويك و لمثيل أمين قبل بدء التفاعل.
ب- أكتب معادلة التفاعل الناتج و بيّن أنه يمكن اعتباره تفاعلا تاما.
جـ- احسب كمية المادة لكل فرد كيميائي بعد التفاعل و استنتج تراكيزها المولية في المزيج.
د- باستعمال pka الثنائية ($CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$) ، احسب قيمة pH المحلول.
المعطيات: $M(C)=12$ ، $M(H)=1$ ، $M(N)=14$ (g/mol)

$pka(NH_4^+ /NH_3)=9,2$ ، $pka(CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2)=10,7$ ،

$pka(CH_3COOH / CH_3COO^-)=4,7$

حل مقترح

1- أ- الحمض هو كل فرد كيميائي شاردي أم جزيئي بامكانه قدان بروتون أو أكثر.
ب- $\tau=x_f/x_{max}= [H_3O^+]/C_A =10^{-3,4} / 10^{-2} < 1$
إذن الحمض ضعيف $\tau<1$
جـ- $CH_3COOH + H_2O = H_3O^+ + CH_3COO^-$
د- عبارة ka : $ka= ([H_3O^+][CH_3COO^-])/[CH_3COOH]$
2-أ- الأساس الأضعف هو النشادر لأن $pka(NH_4^+ /NH_3) > pka(CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2)$
ب- لدينا من أجل $pH<pka$ فإن صفة الحمض للثنائية هي الغالبة



الفردين الغالبين عند pH=5 هما NH_4^+ و CH_3COO^-

3-أ- حساب كمية المادة الابتدائية: $n_A=10.10^{-3}.10^{-3}=10^{-4}mol$

$n_{B2}=20.10^{-3}.1,5.10^{-2}=3.10^{-4}mol$

ب- $CH_3COOH + CH_3NH_2 = CH_3COO^- + CH_3NH_3^+$

نحسب K : $K=10^{(pka2-pka1)}=10^6>10^4$

$K>10^4$ إذن التفاعل تام

جـ- نستعين بجدول التقدم

CH_3COOH	$+ CH_3NH_2$	$= CH_3COO^-$	$+ CH_3NH_3^+$
$10^{-4}-x_{max}$	$3.10^{-4}-x_{max}$	x_{max}	x_{max}

المتفاعل المحد هو CH_3COOH مع $x_{max}=10^{-4}mol$

بالتعويض نجد:

CH_3COOH	CH_3NH_2	CH_3COO^-	$CH_3NH_3^+$
0	2.10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}

بالتقسيم على حجم المزيج

$[CH_3COOH]$	$[CH_3NH_2]$	$[CH_3COO^-]$	$[CH_3NH_3^+]$
0	$6,67.10^{-3}$	$3,33.10^{-3}$	$3,33.10^{-3}$

د- لدينا $pH=pka + Log([CH_3NH_2]/ [CH_3NH_3^+])$

$pH = 10,7 + Log(6,67.10^{-3}/3,33.10^{-3})=11$

التمرين 04:

المحاليل موجودة في الدرجة 25^0C . الكتل المولية بـ (g/mol): H=1 ، Cl=35,5 .

نقرأعلى ملصقة قارورة لحمض كلور الهيدروجين المعطيات التالية:

الكتلة الحجمية : $\rho=1190g/L$

النسبة الكتلية للحمض النقي: 37% (بمعنى 100g من المحلول تحتوي على 37g من الحمض النقي).

1- نأخذ من القارورة حجما $V_0=4mL$ من المحلول، و نضيف له الماء النقي إلى أن يصبح الحجم 500mL

1-1- كيف نسمي هذه العملية؟

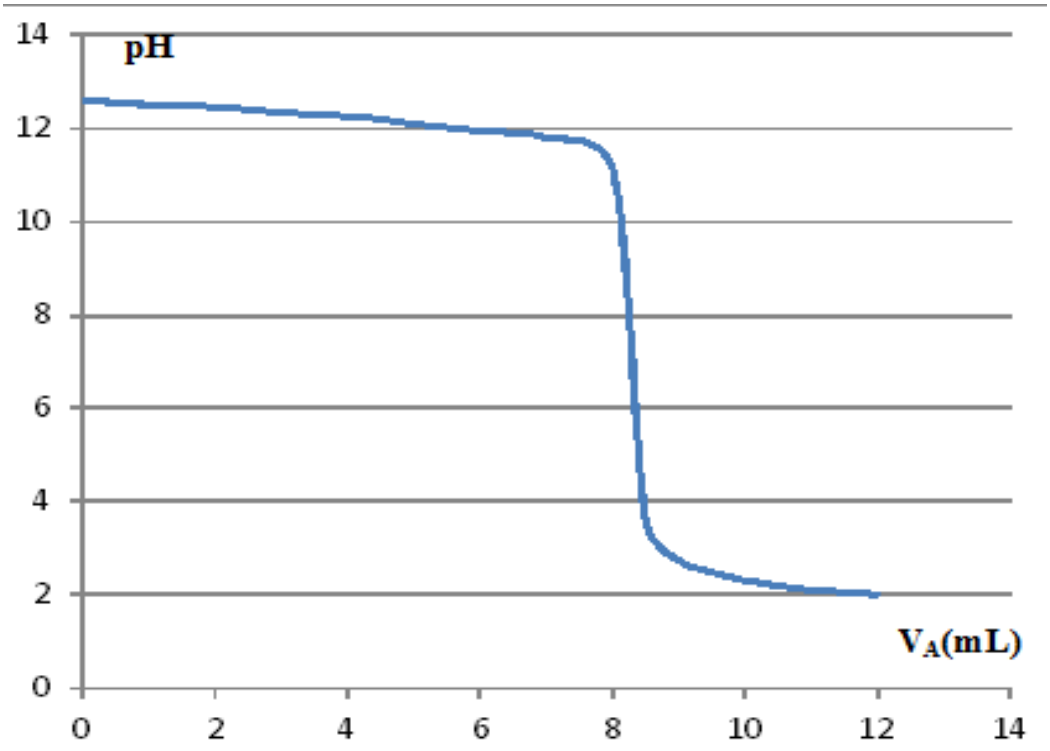
1-2- كيف نحقق عملية استخراج الحجم V_0 ؟

1-3- تحقق من أن التركيز المولي للمحلول الأم هو $C_0=12,06mol/L$.

1-4- احسب التركيز C_A للمحلول المحضر.

2- قصد التحقق من قيمة هذا التركيز، نعاير بواسطة هذا الحمض حجما $V_B=20mL$ لمحلول

هيروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B=4.10^{-2}mol/L$. نضيف بالتدرج المحلول الحمضي و نقيس الـ pH بعد كل إضافة. فنحصل على البيان الممثل لتغيرات pH الوسط التفاعلي بدلالة حجم الحمض المضاف.



2-1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2-2- عين احداثياتا نقطة التكافؤ (E) ، استنتج التركيز المولي للمحلول الحمضي، قارنه بالقيمة المحسوبة في السؤال(1-4).

2-3- احسب التركيز المولي للأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج عند إضافة حجما $V_A=7mL$.

التمرين 05:

حمض الإيثانويك صيغته الجزيئية المجملة CH_3COOH، ثابت توازنه $K = 1,6.10^{-5}$ و ناقليته النوعية $\sigma = 343.10^{-4}\ Sm^{-1}$.

1- ما هي الشوارد الموجودة في المحلول ؟

2- أكتب معادلة تفاعله مع الماء و انشىء جدول التقدم.

3- أكتب العلاقة بين كمية مادة الحمض المذاب و تركيزه، باعتبار حجم المحلول V ثابت .

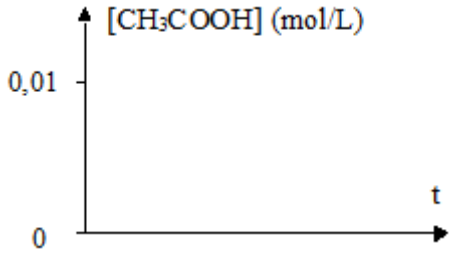
4- أكتب عبارة نسبة التقدم النهائي τ

5- إذا علمت أن عبارة الناقلية النوعية $\sigma = \sum_i \lambda_i.[X_i]$ ،

احسب قيمة τ بأخذ $C = 50\ mol.m^{-3}$ و $\sum\lambda = 39,09.10^{-3}\ Sm^2mol^{-1}$

6- نحقق نفس العمل مع حمض الميثانويك HCOOH، حيث ثابت توازنه $K = 1,6.\ 10^{-4}$ و $\sigma = 1129\ \mu Scm^{-1}$. فنجد أن نسبة التقدم النهائي $\tau = 0,056$.
هل العبارة " كلما كان ثابت التوازن K كبيرا كلما كانت نسبة التقدم النهائي τ كبيرة ' صحيحة؟

7- إذا أضفنا 0,01 mol من الحمض إلى 1 L من الماء النقي، فإن قيمة الـpH تكون 3,8.
أ- استنتج التراكيز المولية في الحالة النهائية لكل من
$[H_3O^+]_f$، $[CH_3COOH]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$



ب- على البيان التالي ، أرسم كيفيا تطور
تركيز الحمض بدلالة الزمن أثنا ء المزج.
نعتبر التفاعل سريع جدا.

حل مقترح

1- الشوارد المتواجدة في المحلول: $CH_3COO^-_{(aq)}$ و $H_3O^+_{(aq)}$ و كذلك OH^- التي تمثل القلة

2- $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(10^{-3} mol)			
ابتدائية	0	n_0	مذيب	0	0
انتقالية	x	$n_0 - x$	مذيب	x	x
نهائية	x	$n_0 - x_f$	مذيب	x_f	x_f

3- $n = C/V$

4- $\tau = x_f / x_{max}$

5- $\sigma = \sum_i \lambda_i.[X_i]$ لدينا :

إذن: $\sigma = \lambda\ CH_3COO^-[CH_3COO^-] + \lambda\ H_3O^+[H_3O^+]$

$\sigma = \lambda\ CH_3COO^- \times (x/V) + \lambda\ H_3O^+ \times (x/V) = (\sum\lambda).(x_f / V)$

ومنه $x_f / V = \sigma / (\sum\lambda)$ ولدينا $x_{max} / V = C$

إذن $\tau = x_f / x_{max} = \dfrac{\sigma / \sum(\lambda)}{C} = 0,01$

6- بالمقارنة

CH_3COOH		$HCOOH$
$K = 1,6.10^{-5}$	<	$K = 1,6.10^{-4}$
$\tau = 0,01$	<	$\tau = 0,056$

إذن العبارة صحيحة: كلما كان K كبيرا كلما كانت نسبة التقدم النهائي كبيرة .

7- أ- إذا كان $pH = 3,8$ فإن $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$

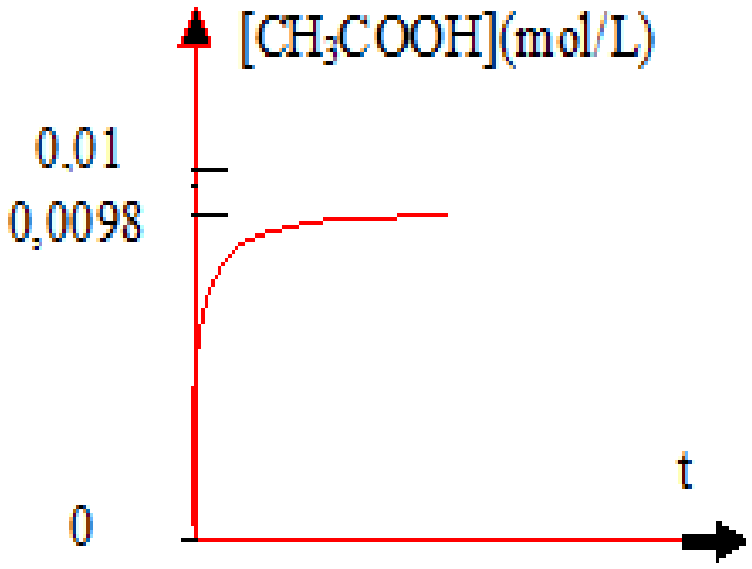
ومنه $[H_3O^+]_f = 10^{-3,8} = 1,6.10^{-4}$ $mol.L^{-1}$

حسب جدول التقدم: $[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f = x_f = 1,6.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

و $[CH_3COOH]_f = n_{0CH3COOH} - x_f = n_{0CH3COOH} - x_f = n^0_{CH3COOH} - [H_3O^+]_f$

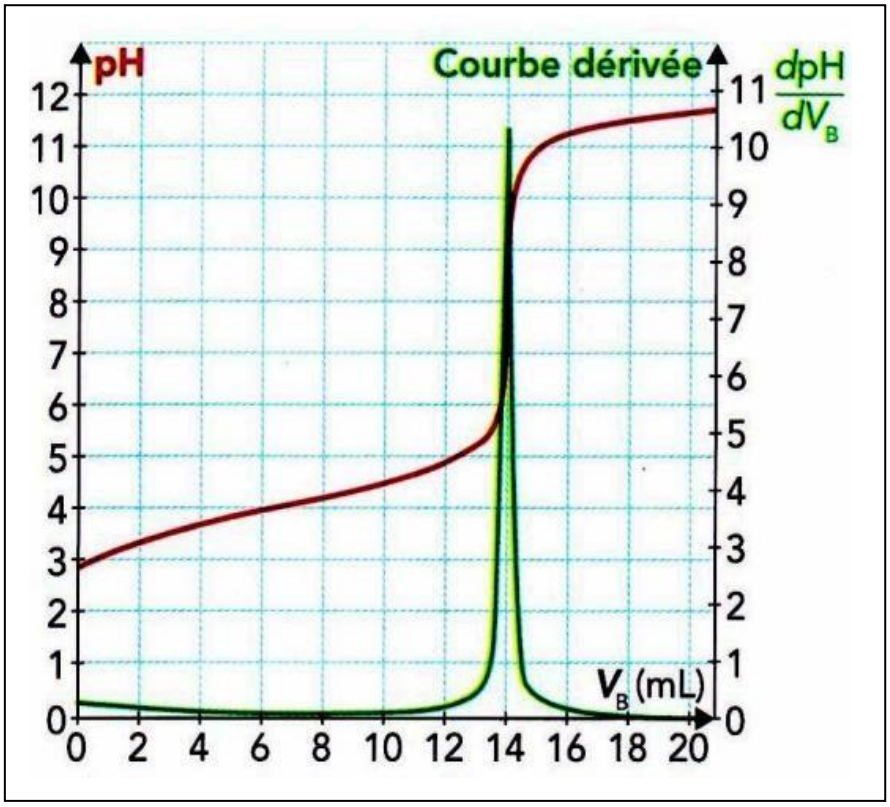
$[CH_3COOH]_f = 0,010 - 10^{-3,8} = 9,8.10^{-3}\ mol.L^{-1}$

ب-



التمرين 06:

محلول S_0 لحمض الأسكوربيك $(C_6H_8O_6)$ حجمه $V_0=100mL$، حضّر بإذابة قرص في الماء النقي.
نعاير حجما $V_A=10mL$ من S_0 بواسطة محلول S_B لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_B=4\ mol/L$ باستعمال متابعة pH مترية، فتحصلنا على المنحنيين التاليين.



معادلة تفاعل المعايرة: $C_6H_8O_{6\ (aq)} + HO^-_{\ (aq)} = C_6H_7O_6^-{}_{(aq)} + H_2O_{\ (l)}$

1- عيّن حجم التكافؤ V_E .
2- عرّف التكافؤ حمض -أساس.
3- عبّر عن كمية المادة n_A لحمض الأسكوربيك بدلالة C_B و V_E .
4- استنتج كمية المادة n_0 لحمض الأسكوربيك في القرص.
5- احسب الكتلة m_0 لحمض الأسكوربيك في القرص.
6- الصانع وضع دلالة على القرص تشير إلى أن القرص يحتوي على " 1000 mg " من الفيتامين جـ. قارن هذه القيمة مع m_0 .

حل مقترح

طريقة منحنى المشتق تحدد قيمة الحجم المضاف عند التكافؤ: $V_E=14\ mL$ ، حيث V_E يوافق الفاصلة الحدية لمنحنى المشتق $dpH/dV_B = f(V_B)$
عند التكافؤ المتفاعلان يكونان قد استهلكا كليا و تفاعلا بنسب ستوكيومترية وفقا لمعادلة التفاعل.
التكافؤ يعبر عن تغير المتفاعل المحد.
عند التكافؤ يتحقق: $n_A(C_6H_8O_6)/1 = n_B(HO^-)/1$

مع $n_B(HO^-)$ المضافة: $n_B(HO^-) = C_B.V_E$ و منه $n_A = C_B.V_E$

في الحجم $V_A=10mL$ لدينا كمية المادة n_A للحمض : $n_A = 4\times14.10^{-3} = 5,6.10^{-2}$ mol

في الحجم $V_0=100mL$ لدينا كمية المادة n_0 للحمض : $n_0 = 10.n_A = 5,6.10^{-3}$ mol

الكتلة المولية لـ$C_6H_8O_6$: $M=6.12+8.1+6.16=176$ g/mol

لدينا $n_0=m_0/M$ ومنه $m_0=n_0.M=986$ mg ت

حساب مقدار الخطأ: الارتياب النسبي $(m_0-m)/m= 1,4\%$

التمرين 07:

1- الميثيل-أمين (CH_3-NH_2) أساس ضعيف. نذيب كمية منه في الماء المقطر في الدرجة 25°C ، فنحصل على محلول مائي(S).

أ- أكتب معادلة تفاعل الايثيل-أمين مع الماء.

ب- نضع في بيشر حجما $V_b= 50mL$ من المحلول المائي (S) و نضيف إليه بالتدريج محلولا من حمض كلور الماء تركيزه $C_A=10^{-1}$ mol.L^{-1}.

البيان المرفق في الشكل يمثل تغيرات pH الوسط التفاعلي في البيشر بدلالة حجم حمض كلور الماء المضاف.

1- أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المعايرة.

2- باستعمال البيان :

أ- استنتج إحداثيي نقطة التكافؤ.

ب- استنتج قيمة تركيز المحلول الأساسي(S)

جـ- اشرح لماذا الـpH عند نقطة التكافؤ أقل من 7؟

3.2- حدد قيمة $[CH_3NH_2]$ من أجل حجم مضاف$V_A=12,5mL$

4.2- ماهو الكاشف الملون المناسب

إذا استبدلنا المعايرة الـpH مترية بمعايرة لونية ؟

الكاشف	أحمر الميثيل	الهيليانتين	أحمر الكريزول
مجال تغيّر اللون	4,2 – 6,2	3,1 – 4,4	7,2 – 8,8

التمرين08:

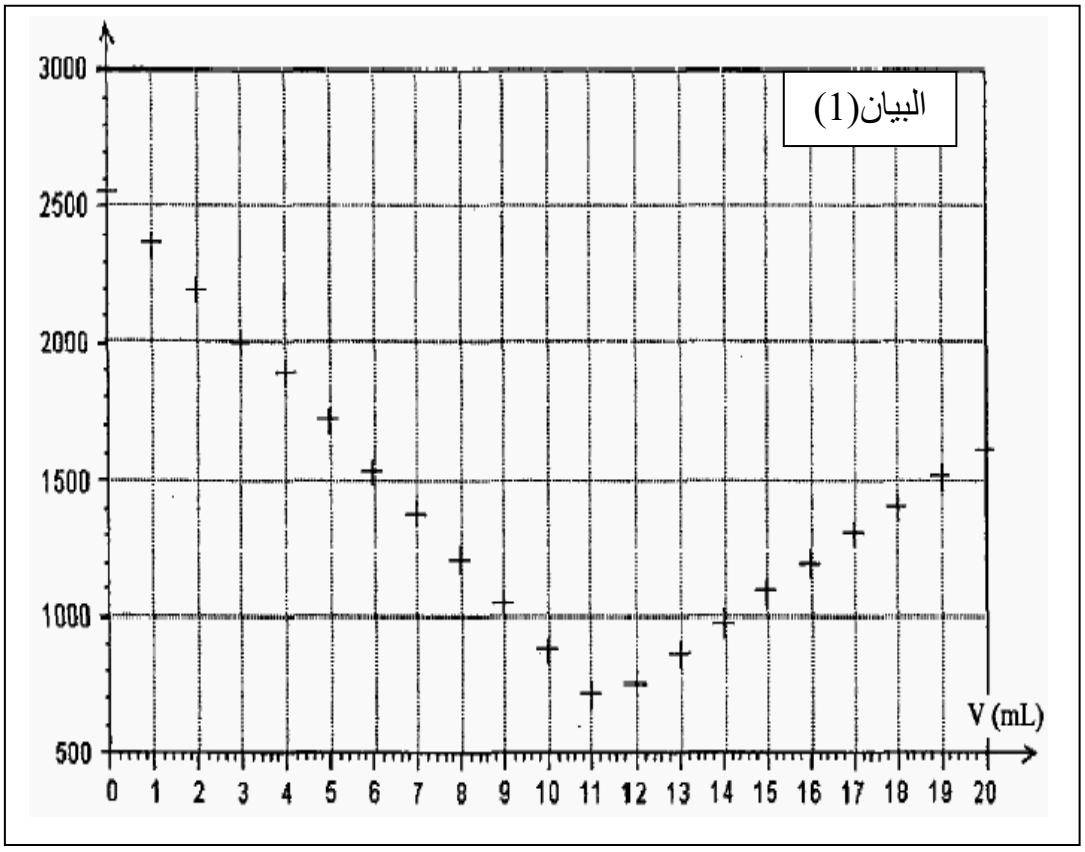
قارورة من محلول كلور الهيدروجين المركز (S_0)، كتب عليها: 33% من كتلة الحمض.

نريد معرفة التركيز المولي C_0 لهذا المحلول.

أولا: نمدد 1000 مرة المحلول S_0. فنحصل على محلول S_1 تركيزه C_1

ثانيا: نأخذ حجما V_1=100 mL من المحلول S_1 .

نعاير باستعمال قياس الناقلية المحلول S_1 بواسطة محلول معايِر لهيدزوكسيد الصوديوم تركيزه $C_B= 10^{-1}\ mol.L^{-1}$. التمثيل البياني للناقلية بدلالة الحجم المضاف موضح بالبيان(1).



1- نضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم لمعايرة المحلول S_1 . أكتب معادلة التفاعل حمض- أساس.

2- عين بيانيا، على البيان رقم (1)، الحجم المضاف V_E عند التكافؤ

3- عند التكافؤ، أكتب العلاقة بين C_1، C_B ، V_E و V_1 ثم احسب التركيز المولي C_1 لمحلول حمض كلور الهيدروجين المخفف S_1.

4- استنتج التركيز المولي C_0 لمحلول حمض كلور الهيدروجين المركز S_0.

5- احسب الكتلة m_0 لحمض كلور الهيدروجين HCl المذاب في واحد لتر من المحلول. علما أن الكتلة المولية لحمض كلور الهيدروجين هي $M(HCl) = 36,5\ g.mol^{-1}$ و الكتلة الحجمية للمحلول (S_0) هي $\rho = 1160\ g.L^{-1}$

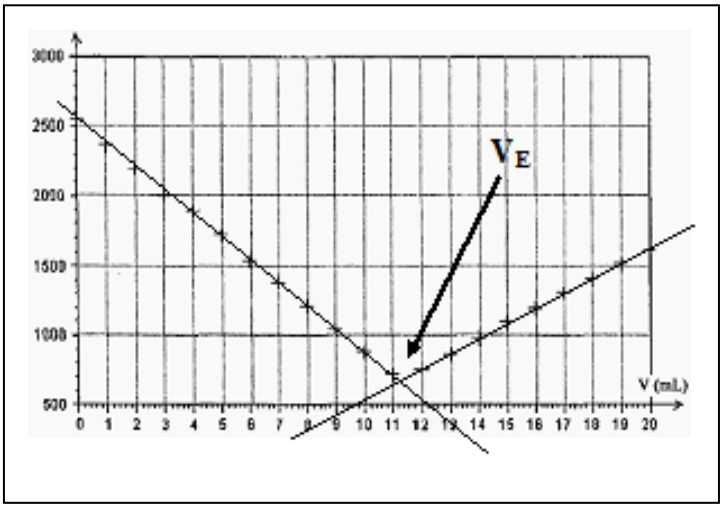
6- احسب الكتلة m لواحد لتر من المحلول S_0؟

7- احسب النسبة الكتلية للمحلول S_0 و هل توافق ما كتب على القارورة؟ (النسبة الكتلية للمحلول S_0تمثل كتلة حمض كلور الهيدروجين المذابة في 100 g من المحلول.)

حل مقترح

1- معادلة التفاعل: $H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2\ H_2O_{(l)}$

2- التكافؤ في حالة معايرة بقياس الناقلية يوافق نقطة تقاطع المستقيمين: $V_E = 11,2\ mL$



3- عند التكافؤ: مضاف n_{HO^-} = ابتدائي $n_{H_3O^+}$

$$C_1.V_1 = C_B.V_E \longrightarrow \quad C_1 = C_B.V_E\ /\ V_1$$

$$C_1 = 10^{-1}.11,2/100 = 11,2\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

4- المحلول S_0 خفف 1000 مرة : $C_0 = 1000\times C_1 = 11,2\ mol.L^{-1}$

5-حساب الكتلة m_0 :

$$m_0 = n_0\times M_{HCl} = \mathbf{C_0}\times V\times M_{HCl}$$

$$m_0 = 11,2\times1\times36,5 = 409\ g$$

6- $m = \rho\times V = 1160\times1,000 = 1160\ g$

7- النسبة الكتلية (p) توافق كتلة الحمض الموجودة في 100 g من المحلول. و
من أجل 1160 g من المحلول لدينا 409 g من الحمض،
إذن: من اجل 100 g يكون لدينا 35,3% = 409×100/1160 =p
النتيجة مقبولة .

التمرين 09:

يسلك حمض الاسكوربيك (فيتامين C) $C_6H_8O_6$ سلوك الحمض مع الأسس وسلوك المرجع مع المؤكسدات .

1- قارورة من محلول حمض الاسكوربيك تحمل على بطاقتها المرفقة المعلومات التالية

الكثافة $d = 1,6$	درجة النقاوة P=11%	M=175 g/mol

أ- احسب C تركيز المحلول الحمضي باستغلال المعلومات السابقة .

للتأكد من القيمة المعلومات المسجلة على البطاقة المرفقة نخفف عينة من المحلولة 100 مرة فنحصل على محلول S و نحقق التجربتين التاليتين

ب- التجربة الاولى : نعاير حجما $V_1 = 20ml$ من S بعد اضافة كمية زائدة من حمض الكبريت بواسطة محلول اليود $I_{2(aq)}$ ذو اللون البني تركيزه المولي الحجمي Cox=2.10-2 mol/L

فيستقر اللون البني بعد اضافة حجم $V_{OX} = 9,8ml$ من محلول ثنائي اليود

- اكتب معادلة تفاعل المعايرة علما ان الثنائيتين مرجع/ مؤكسد هما

I_2/I^- و $C_6H_6O_6/C_6H_8O_6$

- احسب تركيز محلول حمض الاسكوربيك في العينة المخففة واستنتج تركيز المحلول في القارورة وتحقق من المعلومات السابقة المسجلة على البطاقة

التجربة الثانية

نقيس PH العينة المخففة فنحصل علي القيمة 3,05

- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء

- مثل جدولا لتقدم التفاعل (نرمز للحمض بالرمز AH) في الجدول

- بين ان PH المحلول يعطى بالعلاقة

$$PH_1 = \frac{PKa - LogC}{2}$$

- احسب قيمة C تركيز المحلول الحمضي المخفف علما ان $PKa = 4,1$

- احسب نسبة التقدم النهائية τ_{f1} وماذا تستنتج

- ناخذ عينة اخرى من S ونخففها F مرة ثم نقيس قيمة الPH_2

بين ان $PH_2 = PH_1 + \frac{LogF}{2}$

بين ان نسبة التقدم النهائية بعد التخفيف تعطى بالعلاقة

$$\tau_{f2} = \sqrt{F}.\tau_{f1}$$

ثم اكمل الجدول التالي

F	5	10	15	20
PH_2				
τ_{f2}				

- ما تاثير التخفيف على كل من الـ pH وτ_f

التمرين 10:

1- محلول S_1 لحمض ضعيف HA تركيزه المولي $C_1=10^{-2}$ mol/L و حجمه $V_1=50mL$ تم تحضيره بتمديد لحجم V_0 من محلول S_0 لنفس الحمض، تركيزه $C_0=5.10^{-2}$mol/L .

1.1- أوجد العلاقة بين C_0 ، C_1 ، V_0 و V_1 .

2.1- استنتج قيمة V_0 .

2- نقيس بواسطة pH متر قيمة الـ pH للمحلولين S_0 و S_1 فنحصل على الجدول المقابل:

المحلول	S_0	S_1
C(mol/L)	5.10^{-2}	10^{-2}
pH	3,05	3,4
$n(H_3O^+)$		

1.2- أنقل و اكمل الجدول

2.2- استنتج مع التبرير أن الحمض AH ضعيف

3.2- إذا علمت أن في حالة حمض تفككه جزئي، فإن: $pH = \frac{1}{2}(pKa - LogC)$.

عين C_1/C_0 ، و تحقق من أن $pH(S_1)=3,4$

3- علما أن الحمض المستعمل هو: حمض الايثانويك (CH_3CO_2H)

1.3- اكتب معادلة انحلاله في الماء

2.3- انشأ جدول التقدم في المحلول S_1

3.3- عين تراكيز الافراد المتواجدة في المحلول S_1

4.3- استنتج قيمة ثابت الحموضة pKa للثنائية حمض-أساس الداخلة في التفاعل

4- عبّر عن نسبة التقدم τ_{0f} لتفاعل تفكك الحمض للمحلول S_0 بدلالة pH_0 و تركيزه C_0 .

5- احسب نسبة التقدم τ_{0f} و τ_{1f} للمحلولين S_0 و S_1

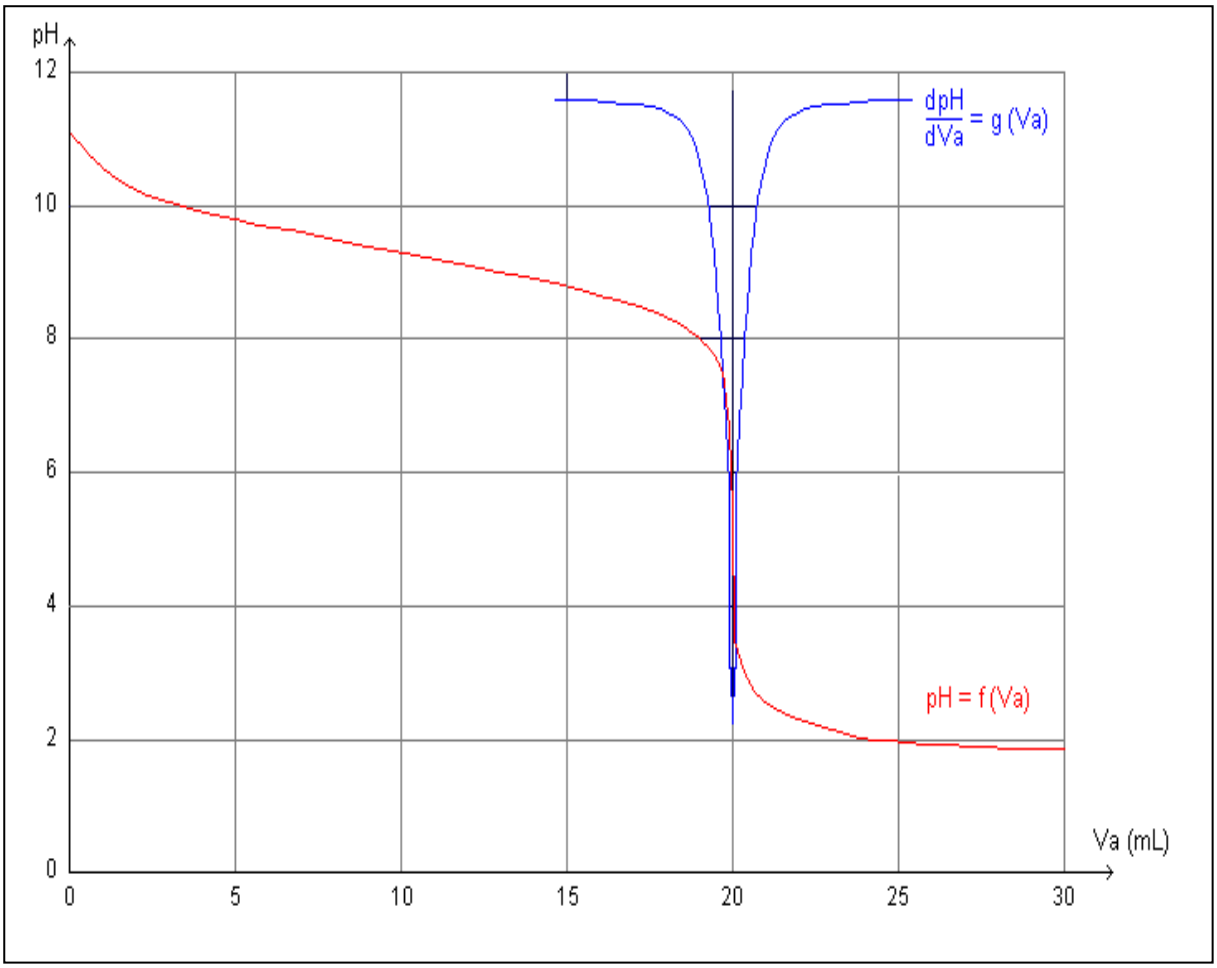
6- استنتج تأثير التخفيف على تفكك حمض الايثانويك، ثم اشرح النتائج باستعمال التوازن الكيميائي.

التمرين 11:

1- عند درجة الحرارة 25°C ، نضع في كأس بيشر $V_b = 20\ mL$ من محلول (S) للأمونياك تركيزه C_b مجهول.

بواسطة سحاحة نضيف تدريجيا محلولا لحمض كلور الهيدروجين تركيزه $C_a = 0{,}10\ mol/L$.

برنامج يسمح برسم المنحنيين : $pH = f(V_a)$ و $g(Va)=dpH/dV_a$

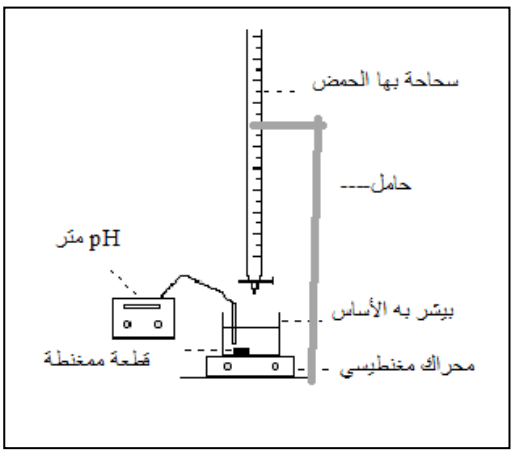


أ ـ ضع رسم للتجهيز التجريبي.
ب ـ أكتب معادلة التفاعل الكيميائي .
جـ ـ باستعمال البيان أوجد كل من قيمة التركيز C_b للمحلول S_b و قيمة pKa الثنائية (NH_4^+/NH_3)
دـ أشرح لماذا الـ pH عند نقطة التكافؤ أقل من 7 ؟
هـ ـ إذا علمت أن المحلول S_b تم تحضيره انطلاقا من محلول مائي S_0 تركيزه $C=1mol/L$.
أوجد الحجم V_{eau} للماء المضاف لتحضير 1L من المحلولS_b .
2- نحل حجم $V = 0,24\ L$ من غاز الآمونياك في الماء المقطر للحصول على $V_s=1L$ من محلول مائي للآمونياك ذو pH= 10,6.
أ- أحسب كمية المادة للآمونياك n المحتواة في الحجم الغازي V.
ب - أكتب المعادلة المنمذجة للتحول الكيميائي بين الآمونياك و الماء.
جـ- أحسب كمية المادة لشاردة الهيدروكسيد المتواجدة في المحلول S .
د- هل التحول الكيميائي الموافق لهذا التفاعل تام؟ برر. .

المعطيات: الحجم المولي للغاز $V_m=24\ L/mol$ ، الجداء الشاردي للماء $K_e = 10^{-14}$

حل مقترح

1 ـأ- رسم للتجهيز التجريبي.



ب- $H_3O^+ + Cl^- + NH_3 \rightarrow H_2O + NH_4^+ + Cl^-$

جـ- عند التكافؤ كميات المادة للمتفاعلان يكونان بنسب ستوكيومترية: $C_a\ V_a = C_bV_b$

منحنى المشتق يحدد قيمة الحجم المضاف عند التكافؤ: $V_E=14\ mL$ ، حيث V_E يوافق الفاصلة الحدية لمنحنى المشتق $dpH/\ dV_B = f(V_B)$

$$C_b = \frac{C_aV_a}{V_b} = \frac{0,1\times18.10^{-3}}{20.10^{-3}} = 9.10^{-2}\ mol/L$$

د- عند نصف التكافؤ: $pka = pH = 9,2$

هـ- نستعمل قانون التخفيف : $C_b.V_b = C.V$

حجم الماء المضاف للمحلول الأصلي:

$$C_b.(V+V_{eau}) = C.V \rightarrow V_{eau}= (C.V - C_b.V)/V_b = 11\ L$$

2-أ- $n = V/V_m = 0,24/24 = 10^{-2}\ mol$

ب- $NH_{3\,aq} + H_2O_{(l)} = NH_4^+{}_{aq} + HO^-{}_{aq}$

جـ- $[HO^-] = K_e / [H_3O^+] = 10^{-14} / 10^{-10,6} = 10^{-3,4} = 4.10^{-4}$ mol/L

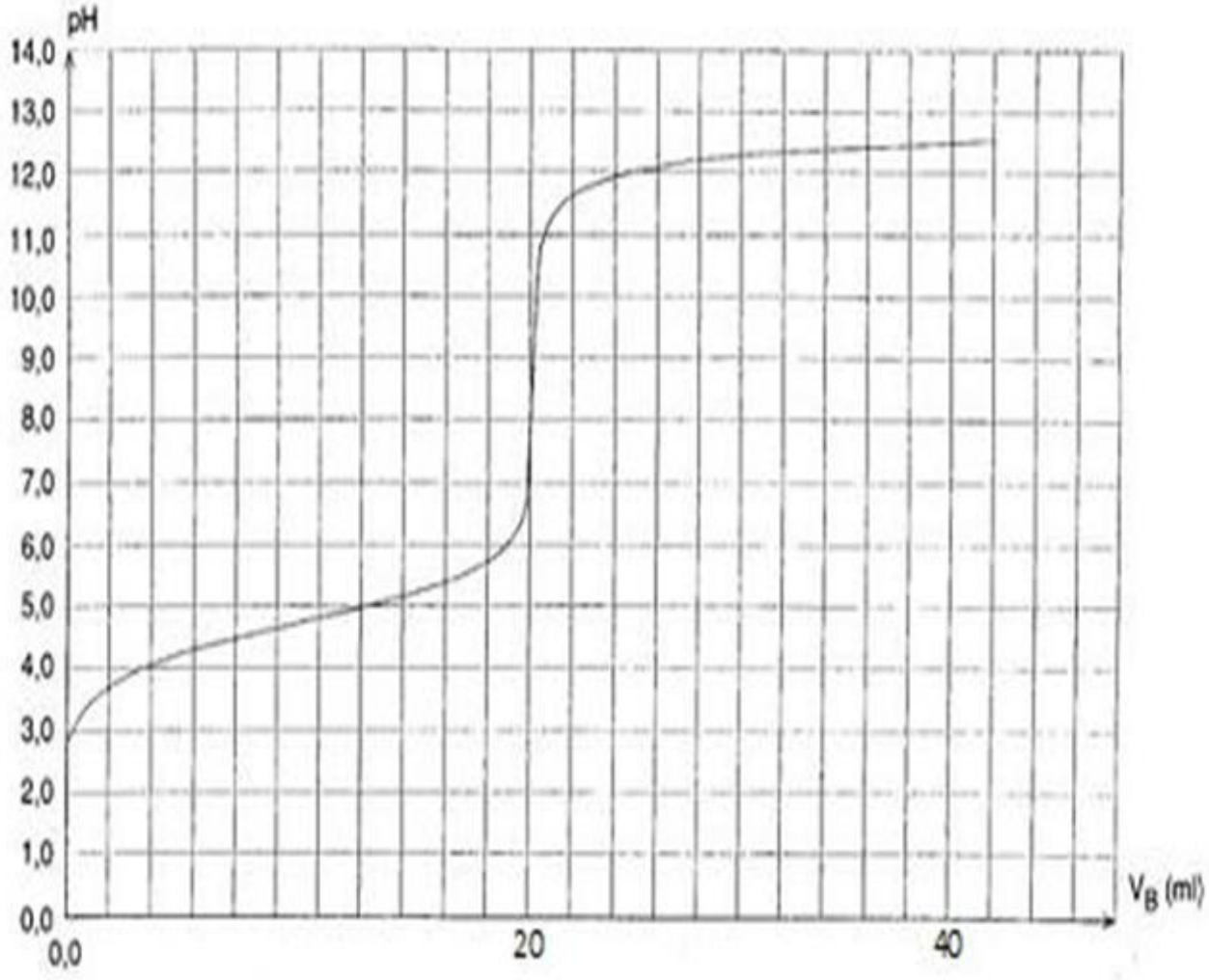
د- $x_{max} = n_0 = 1.10^{-2}$ mol و $x_{fin} = [HO^-] V_s = 4.10^{-4}$ mol

$\tau = x_{fin}/x_{max} = 4.10^{-4}/10^{-2} = 4.10^{-2}$

نسبة التقدم النهائي أقل من 1 إذن التفاعل محدود (غير تام)

التمرين 12:

نضع في كأس بيشر 20mL من محلول(S) لحمض R-COOH الذي نعايره بواسطة محلول الصود تركيزه المولي $C_b = 10^{-1}$ mol/L ، فنحصل على المنحنى المرفق.



1- ارسم المخطط البروتوكولي للمعايرة.

2- ماذا نعني بالتكافؤ حمض – أساس؟ حدد الاحداثيتين pH_E و V_{bE} عند التكافؤ. برر قيمة pH_E

3- استنتج التركيز المولي C_a للمحلول الحمضي .

4- احسب تراكيز مختلف الافراد الكيميائية عند التكافؤ.

5- بفرض أن المحلول الحمضي تمّ تحضيره بإذابة كتلة m= 3g من الحمض R-COOH في حجم Veau=1L من الماء.

1.5- استنتج الصيغة و اسم المحمض و كذلك اسم أساسه المرافق.

2.5- استنتج من البيان قيمة الـ pKa .
3.5- احسب قيمة ثابت التفاعل K ، هل تفاعل المعايرة تام؟

4.5- عرّف نسبة التقدم τ و بين أن: $pH = pKa + Log(\frac{\tau}{1-\tau})$.

5.5- استنتج تأثير التخفيف على تفكك الحمض ، ثم اشرح النتائج باستعمال التوازن الكيميائي.

المعطيات: $pKa(H_2O/OH^-) = 14$ ، $O=16$ ، $H=1$، $C=12$ (g/mol)

التمرين 13:

نحضر محاليل مائية لحمض الايثانويك CH_3COOH تراكيزها المولية مختلفة (C) و نقيس قيمة الـpH . النتائج موضحة في الجدول التالي:

المحلول	S_1	S_2	S_3	S_4
$C(10^{-2}\ mol.L^{-1})$	10	5	1	0,5
pH	2,9	3,05	3,4	3,55

1- أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء

2- أنشأ جدول التقدم الموضح لتطور الجملة

3- نعتبر المحلول S_1

1.3- عبّر عن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل بدلالة C_1 و pH_1 للمحلول S_1

2.3- احسب τ و تحقق من ان التفاعل محدود

3.3- اوجد عبارة pH بدلالة C ، pKa

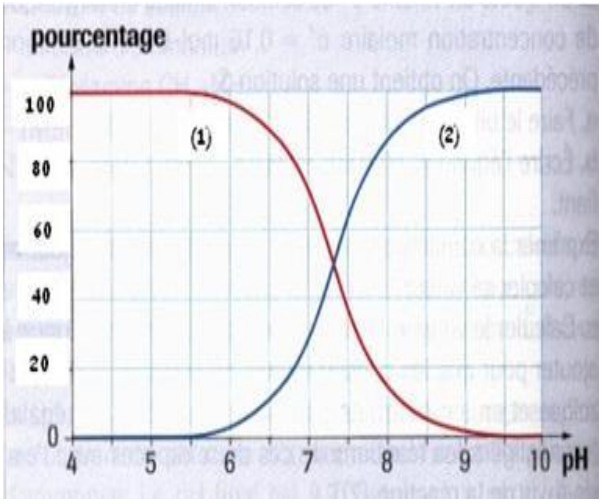
4.3- بكم يتغير الـ pH لهذه المحاليل عندما تخفف 10 مرات؟ أذكر هل هذا التغير بالزيادة أو بالنقصان

4- أرسم منحنى تغير الـpH بدلالة Log(C)،
استنتج قيمة pKa الثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-)

التمرين 14 :

1- حمض هيبوكلور ذو الصيغة HClO يستعمل في تطهير مياه الأحواض و في التنظيف. كثير الانحلال في الماء. نريد دراسة الصفة الحمضية لمحلول مائي S من حمض هيبوكلور.
1.1- أكتب معادلة انحلال حمض هيبوكلور في الماء.

2.1- أذكر تعريف الحمض حسب برونستد



3.1- أكتب المعادلة (1) بين شاردة الهيبوكلوريت و الماء.

4.1- بالاستعانة بالمنحنى المقابل، الذي يمثل النسبة ($^0/_0$) للصفتين الحمضية و القاعدية للثنائية($HClO_{aq}$ / ClO^-_{aq}) ، استنتج قيمة pK_a الثنائية($HClO_{aq}$ / ClO^-_{aq})

2- نعاير حجما V_a = 20 mL من المحلول السابق تركيزه $C=10^{-2}mol/L$ بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{aq} + HO^-_{aq}$) تركيزه المولي بالمذاب $C_b= 10^{-2}$ mol/L. و نحدد التكافؤ باستعمال كاشف ملون.

1.2- أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة بين حمض هيبوكلور و شوارد الهيدروكسيد

2.2- استنتج حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم لهذه المعايرة.

3.2- حدد الكاشف المناسب

مجال التحول	صفة الاساس	صفة الحمض	
3,1 - 4,4	أصفر	أحمر	هليانتين
4,2 - 6,2	أصفر	أحمر	أحمر الميثيل
8,2 - 10,0	وردي	عديم اللون	فينول فتاليين

حل مقترح

1.1- $HClO + H_2O = H_3O^+ + ClO^-$

2.1- الحمض هو كل فرد كيميائي شاردي أم جزيئي بامكانه التلي عن بروتون أو أكثر.

ت3.1- $ClO^- + H_2O = HClO + HO^-$

4.1- لدينا $pH=pka$ عند تساوي الصفتين أي من أجل نسبة 50% إذن :pka=7,3

1.2- معادلة تفاعل المعايرة: $HClO + HO^- \longrightarrow ClO^- + H_2O$

2.2- عند التكافؤ: $V_{bE}= CV_a/C_b=20$ mL $CV_a=C_bV_{bE}$

3.2- الكاشف المناسب : فينول فتاليين

التمرين 15:

1- نتوفر على محلول حمض كلور الماء ذو pH=2,9 ، تحصلنا عليه بانحلال حجم V من غاز كلور الهيدروجين في لتر من الماء.

1.1- أكتب معادلة تفاعل كلور الهيدروجين مع الماء.
2.1- عين كمية المادة ($n(H_3O^+)$) لشوارد الاوكسونيوم المتواجدة في 1 L من المحلول.
3.1- أحسب الحجم V للغاز المنحل (الحجم المولي V_m=23,8 L/mol)
2- الآن نتوفر على 1L من محلول حمض الايثانويك ذي pH يساوي 2,9، ناتج عن انحلال 0,1 mol من حمض الايثانويك في لتر من الماء. نرمز بـ C_1 لتركيز المحلول.
ماهي نسبة التقدم النهائي ؟
3- نخفف محلول حمض الايثانويك ذو التركيز C_1 للحصول على محلول تركيزه المولي $C_2 = 0,01mol/L$.

1.3- حدد قيمة معامل التخفيف.
2.3- pH المحلول المخفف هو 3,4 . ماهي نسبة التقدم النهائي؟
3.3- قارن بين المحلولين و ماذا تستنتج بالنسبة لتأثير التخفيف.
4- إذا حققنا نفس عملية التخفيف على محلول حمض كلور الماء ذي الـpH=2,9 ، ماهي قيمة الـ pH للمحلول المخفف؟

حل مقترح

معادلة تفاعل كلور الهيدروجين مع الماء: $HCl(g) + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

كمية المادة $n(H_3O^+)$: $pH= - \log [H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,9} = 1,26\ 10^{-3}\ mol/L$

في 1L محلول يوجد $1,26\ 10^{-3}$ mol

حجم الغاز المنحل: $n=Vg/Vm \longleftarrow Vg=nVm= 1,26\ 10^{-3}\times 23,8 =0,03L$

نسبة التقدم: $\tau = x_f/x_{max}$

نستعين بجدول التقدم

	CH_3COOH	$+H_2O$	$= CH_3COO^-$	$+ H_3O^+$
حالة ابتدائية	0,1	مذيب	0	0
حالة نهائية	$0,1-x_f$	مذيب	x_f	x_f

.

حساب x_f $x_f=n(H_3O^+)=10^{-2,9}=1,26.10^{-3}mol$

حساب x_{max} باعتبار التفاعل تام فإن $0,1-x_{max}=0$

و منه $x_{max}=0,1mol$

إذن $\tau=1,26.10^{-3}/10^{-1}= 1,26.10^{-2}$ (1,26%)

نسبة التقدم المحلول المخفف:

حساب x_f $x_f=n(H_3O^+)=10^{-3,4}=4.10^{-4}mol$

حساب x_{max} باعتبار التفاعل تام فإن $0,01-x_{max}=0$

و منه $x_{max}=0,01mol$

إذن $\tau=4.10^{-4}/10^{-2}=4.10^{-2}$ (4%)

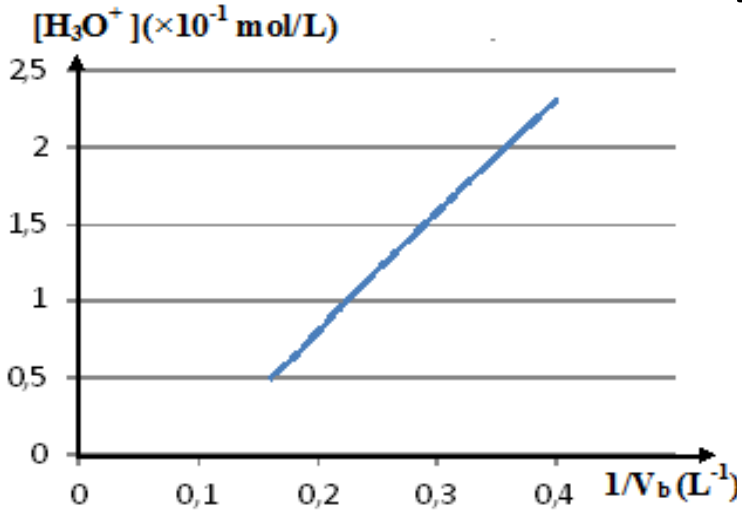
حسب قانون لوشاتوليي (Le Chatelier) فإن إضافة الماء تزيح التوازن إلى جهة استهلاك الماء أي تفكك الحمض الضعيف إلى شوارد الأوكسونيوم و الايثانوات. إذن عملية التخفيف تجعل الحمض الضعيف يقترب من سلوك الحمض القوي.

بتخفيف 10 مرات محلول حمض كلور الماء الذي يعتبر حمضا قويا، فإن تركيز شوارد الأوكسونيوم تقسم على 10 و بالتالي الـ يزداد بوحدة واحدة: $pH=2,9+1=3,9$

التمرين 16:

السوليسترين دواء يستخدم لعلاج ألام الحنجرة، يحتوي هذ الدواء على حمض الأسكوربيك أو ما يعرف بفيتامين C ذو الصبغة الجزيئية المجملة $C_6H_8O_6$ و الذي نرمز له بالرمز HA . نحضر محلول S_0 بإذابة قرص من الدواء (solucitrine 500) في 100mL من الماء المقطر. نسحب 20mL من المحلول S_0 لنعايرها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)}+OH^-_{(aq)}$) تركيزه $C_b=5,0.10^{-2}$ mol/L

نتابع تطور تركيز شوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+_{(aq)}]$ في المزيج بدلالة مقلوب الحجم المضاف $1/V_b$ من المحلول المعايِر و نرسم المنحنى.



1- أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع هيدروكسيد الصوديوم و عرف نقطة التكافؤ

2- من أجل n_a كمية مادة الحمض المتبقي في المزيج التفاعلي في اللحظة t و V_{bE} حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ .

أ- بين أن: $n_a=C_b.(V_{bE}-V_b)$

ب- أوجد عبارة: $[A^-]/[AH]$ بدلالة V_b و V_{bE}

3 - أوجد عبارة تركيز شوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+_{(aq)}]$ بدلالة V_b و V_{bE} و ثابت الحموضة Ka للثنائية(AH/A^-)

4- عين بيانيا كل من ثابت الحموضة pKa الثنائية (AH/A^-) و الحجم V_{bE}

5- أحسب كتلة حمض الأسكوربيك المحتواة في قرص (solucitrine 500)

التمرين 17:

لدينا محلولان لحمض الايثانويك: محلول S_{1A} و محلول S_{2A}

1- نتوفر على حجم $V_{1A} = 100\ mL$ للمحلول S_{1A} من حمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه $C_{1A} = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و يملك $pH = 3,4$

1.1. عرّف الحمض حسب برونستد

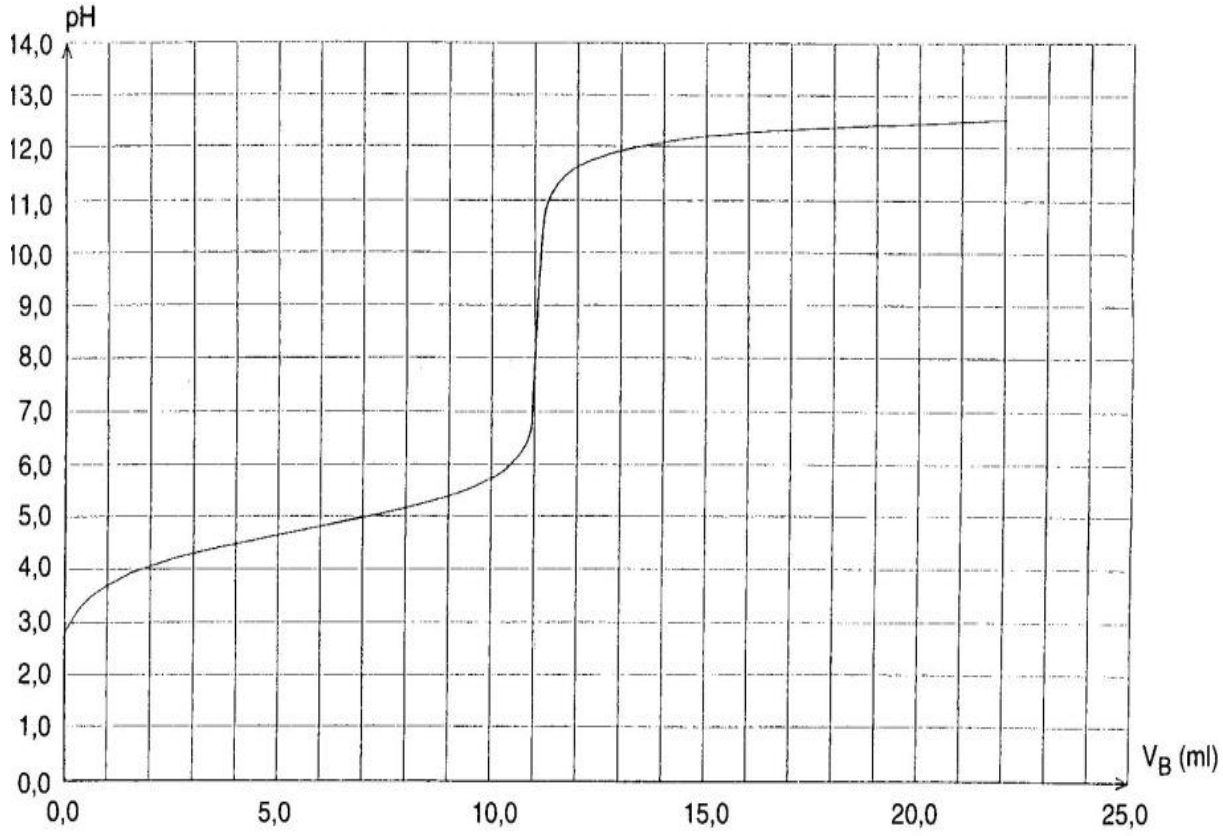
2.1. أكتب المعادلة الكيميائية للحمض مع الماء ثم أنجز جدول التقدم.

3.1. عين التقدم النهائي x_f لتفاعل حمض الايثانويك مع الماء

4.1 . قارن x_f مع التقدم الأعظمي x_{max}

5.1. حمض الايثانويك حمض ضعيف. برر ذلك

2- نعاير حجما $V_{2A} = 10\ mL$ لمحلول حمض الايثانويك (S_{2A}) بواسطة محلول الصود تركيزه $C_B = 10^{-2}\ mol/L$ المتابعة الـpH مترية تمكّن من رسم المنحنى المرفق:



1.2- باستعمال المنحنى المرفق، عين الاحداثيتين pH_E و V_{BE} عند التكافؤ .

2.2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة

3.2- أحسب التركيز المولي C_{2A} لمحلول حمض الايثانويك

4.2- ماهي قيمة pKa الثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-)؟

3- ماهو الفرد (حمض الايثانويك أم شاردة الايثانوات) الغالب في المحلول الأول(S_{1A})؟

حل مقترح

1.1. الحمض هو كل فرد جزيئي أم شاردي بامكانه التخلي عن بروتون أو أكثر

2.1. $CH_3COOH + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + H_3O^+$

CH_3COOH	$+H_2O$	$\rightarrow CH_3COO^-$	$+H_3O^+$
$n_0 = C_{1A}.V_{1A} = 10^{-3} mol$	مذيب	0	0
$n_0 - x_f$	مذيب	x_f	x_f

3.1. $x_f = n_{H_3O^+} = \frac{[H_3O^+]}{V} = \frac{10^{-3,4}}{100.10^{-3}} = 10^{-2,4} = 3,94.10^{-3} mol$

4.1. $x_{max} = \frac{C_{1A}}{V} = \frac{10^{-2}}{100.10^{-3}} = 10^{-1} mol$ ومنه : $x_f < x_{max}$

5.1. حمض الايثانويك حمض ضعيف لأن $\tau < 1$

1.2. باستعمال طريقة المماسات: $pHE =$ و $V_E = 11mL$

2.2. $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

3.2. عند التكافؤ كميات المادة للمتفاعلان يكونان بنسب ستوكيومترية: $C_{2A} V_{2A} = C_B V_{BE}$

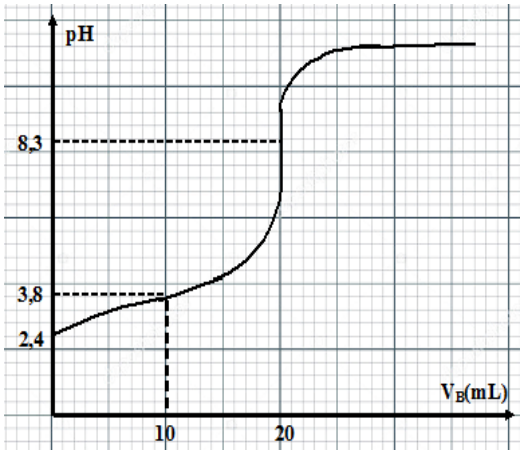
$$C_{2A} = \frac{C_B V_{BE}}{V_{2A}} = \frac{10^{-2} \times 11.10^{-3}}{10.10^{-3}} = 1,1.10^{-2} \text{ mol/L}$$

4.2. عند نصف التكافؤ فإن : $pH = pka$ ومن البيان نجد: $pka = 4,8$

3. في المحلول S_{1A} فإن $pH < pka$ إذن الفرد الغالب هو الحمض CH_3COOH

التمرين 18:

1- في الدرجة 25^0C، نعاير حجما $V_A = 20mL$ من محلول مائي (S_A) لحمض الميثانويك ($HCOOH$) تركيزه المولي C_A مجهول، بوسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) تركيزه المولي $C_B = 0,1mol/L$. باستعمال جهاز مقياس الـ pH ، نتابع تطور الـ pH للمزيج المتفاعل بدلالة الحجم V_B للمحلول القاعدي المضاف. فنتحصل على المنحنى المرفق.



أ- مثل التركيب اللازم لهذه المعايرة.

ب- حمض الميثانويك حمض ضعيف. برر ذلك.

جـ- أكتب معادلة انحلاله في الماء.

د- عرّف التكافؤ حمض-أساس.

هـ- باستعمال البيان، عين احداثياتا نقطة التكافؤ (E).

و- ما طبيعة الوسط التفاعلي عند نقطة التكافؤ؟.

ي- عين التركيز الابتدائي C_A لحمض الايثانويك.

2- نأخذ بواسطة ماصة حجما $V_A = 20mL$ من

محلول حمض الميثانويك قصد تحضير محلول (S'_A) و هذا بإضافة ، في كأس بيشر، حجما X من الماء النقي للعينة V_A . نعاير المحلول (S'_A)
ذو الحجم الكلي $V=(V_A+X)$ ، بواسطة المحلول القاعدي السابق.
وضّح إذا كانت عملية التخفيف هذه تؤثر على قيمة المقادير التالية بالزيادة، بالنقصان أو تبقى ثابتة :

- حجم الاساس المضاف V_{BE} عند التكافؤ.
- pH_E للمزيج المتفاعل عند نقطة التكافؤ.
- $pH_{1/2E}$ للمزيج عند نقطة نصف التكافؤ.

التمرين 19:

محلول مائي لكلور الأمونيوم NH_4Cl تركيزه C_0 يساوي $5,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ عند pH يساوي 5,3 .

1- هل المحلول حمض أم أساس ؟ أذكر تعريف الحمض و طبّقه على شاردة الامونيوم. ما هو أساسه المرافق؟

2- احسب التركيز المولي لشوارد الأوكسونيوم.

3- استنتج نسبة التقدم النهائي لتفاعل شاردة الأمونيوم مع الماء.

4- احسب ثابت التفاعل لشاردة الأمونيوم مع الماء

5- ثابت التفاعل لحمض الايثانويك مع الماء يساوي $1,78 \times 10^{-5}$. أي نسبتي التقدم النهائي أكبر للتفاعلين السابقين، علما أن التراكيز متساوية؟

حل مقترح

1- pH أقل من 7، المحلول حمضي.

الحمض حسب تعريف برونستد:
هو نوع كيميائي (شاردة أو جزيء) قادر على التخلي عن بروتون H^+.

بتطبيق التعريف على شاردة الامونيوم نكتب : $NH_4^+ = NH_3 + H^+$

الأساس المرافق ل شاردة الامونيوم هو الأمونياك (النشادر) NH_3

2- نعلم أن $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

و منه : $[H_3O^+] = 10^{-5,3} = 5,0 \times 10^{-6}\ mol.L^{-1}$

3- $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{\frac{x_f}{V}}{\frac{x_{max}}{V}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0} = \frac{5{,}0\cdot10^{-6}}{5{,}0\cdot10^{-2}} = 1{,}0\cdot10^{-4}$

4- تفاعل شاردة الامونيوم مع الماء تكتب : $NH_4^+ + H_2O = NH_3 + H_3O^+$

إذن $Q_{r,éq} = K = \frac{[H_3O^+]_{éq}\times[NH_3]_{éq}}{[NH_4^+]_{éq}} = \frac{[H_3O^+]^2_{éq}}{[NH_4^+]_{éq}} = \frac{(5{,}0\cdot10^{-6})^2}{5{,}0\cdot10^{-2}-5{,}0\cdot10^{-6}} = 5{,}0\cdot10^{-10}$

5- ثابت التوازن K لتفاعل الحمض مع الماء تكتب : $K = \frac{\tau^2\cdot C}{1-\tau}$

في هذه العبارة يمكن ملاحظة :

إذا ازداد τ ← المقام « $1 - \tau$ » ينقص

إذا ازداد τ ← البسط « $\tau^2 . C$ » يزداد

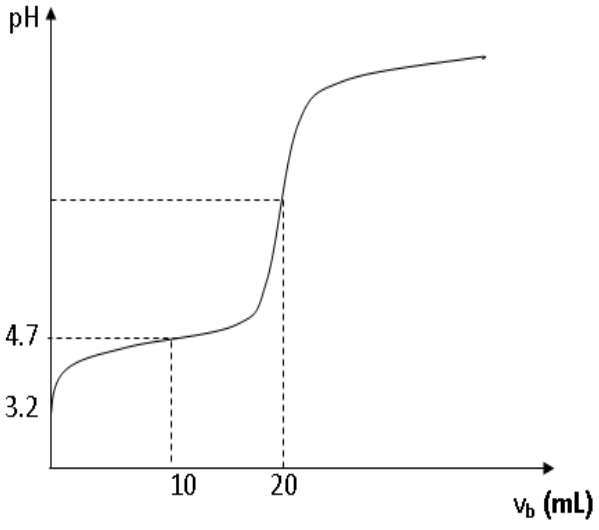
إذن إذا ازداد τ فإن K يزداد و العكس صحيح.

الحمض يملك ثابت التوازن K الأكبر، مع تراكيز متساوية ، يملك نسبة التقدم النهائي الاكبر.

ومنه حمض الايثانويك يملك نسبة التقدم النهائي الاكبر.

لتمرين 20:

نعاير حجما $V_a = 20\ mL$ من محلول حمض الإيثانويك (الخل) (CH_3COOH) تركيزه C_a بواسطة محلول الصود تركيزه ($C_b=0.10\ mol/L$) . فنحصل على المنحنى $pH = f(V_b)$ حيث V_b هو حجم محلول الصود المضاف .



1- أكتب معادلة التفاعل بين الحمض و الأساس .

2- انطلاقا من البيان :

1.2- حدد إحداثيتا نقطة التكافؤ و إحداثيتا نقطة نصف التكافؤ , و استنتج تركيز المحلول الحمضي .

2.2- أثبت بطريقتين مختلفتين أن الحمض المستعمل ضعيف

3- أحسب كسر التفاعل (Q_r) عند التوازن .

4- احسب التركيز المولي لمختلف الأفراد الكيميائية عند نقطة التكافؤ و عند نقطة نصف التكافؤ .

لتمرين 21:

1/ أعطى قياس PH لمحلول حمض الايثانويك CH_3COOH ، تركيزه المولي الابتدائي $C_1= 2,7x10^{-3}\,mol.L^{-1}$ و حجمه $V_1= 100\ ml$ ، القيمة: PH=3,7 عند الدرجة 25C°

أ- احسب كمية المادة الابتدائية لحمض الايثانويك.

ب- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء.

جـ- أنجز جدول التقدم .

د- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{f1} و ماذا تستنتج؟

هـ- عبر عن كسر التفاعل النهائي Q_{rf} بدلالة τ_{f1} ثم احسب قيمته.

و- احسب ثابت التوازن K_1 للتفاعل.

ي- احسب pka للثنائية (أساس/حمض) و استنتج الفرد الكيميائي الغالب.

2/ نقيس عند الدرجة 25C° ناقلية محلول محلول حمض الايثانويك تركيزه المولي الابتدائي $C_2 = 10^{-1}mol.L^{-1}$ فنجدها $\sigma = 5x10^{-2}\,S.m^{-1}$

أ- اوجد العبارة الحرفية لـ: σ بدلالة $[H_3O^+]$ ، $[CH_3COO^-]$، λ_{H30^+} ، λ_{CH3COO^-}

ب- احسب تركيز الشوارد: $[H_3O^+]$ ، $[CH_3COO^-]$ و جزيئة الحمض المتبقي $[CH_3COOH]$

جـ - احسب ثابت التوازن K_2 و نسبة التقدم النهائي τ_{f2}

د- هل يتعلق K، τ_f بالتركيز المولي الابتدائي للحمض.

المعطيات: $\lambda_{CH3COO^-} = 4,1x10^{-3}\,S.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{H30^+} = 35x10^{-3}\,S.m^2.mol^{-1}$

حل مقترح

حساب كمية المادة الابتدائية: $n_0=CaV_1=2,7.10^{-3}\times0,1=2,7.10^{-4}mol$

معادلة الانحلال في الماء: $CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$

جدول التقدم

التفاعل	معادلة	$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
حالة ابتدائية	0	n_0	مذيب	0	0
حالة انتقالية	x	$n_0 - x$	مذيب	x	x
حالة نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	مذيب	x_f	x_f

حساب τ_{f1}: $\tau_{f1}=xf/xmax=([H_3O^+]V)/(C_aV_1)=[H_3O^+]/C_a=10^{-pH}/C_a$

$\tau_{f1}=(10^{-3,7})/2,7.10\text{-}3=(1,99.10\text{-}4)/(2,7.10\text{-}3)=0,0737$

$\tau_{f1}=7,37\%$ $\tau_{f1}<1$ التفاعل غير تام

عبارة كسر التفاعل: $Q_{r,f}=([H3O^+]_f.[CH_3OO\text{-}]_f)/[CH_3COOH]_f$

$Q_{r,f}=([H_3O^+]_f.[CH_3OO\text{-}]_f)/[CH_3COOH]_f=(\tau_{f1}^2.C_a^2)/(C_a(1-\tau_{f1}))$

$Q_{r,f}=(7,37.10^{-2})^2(2,7.10^{-3})^2/(1-7,37.10^{-2})=1,58.10^{-5}$

لتمرين22:

1- ميثيل أمين CH_3NH_2 أساس ضعيف. نحضر محلولا (S) نأخذ حجما $V_1=10mL$

من هذا المحلول و نسكب عليه تدريجيا محلولا من حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي: $C_2=10^{-2}mol.L^{-1}$ فيحدث التكافؤ بعد إضافة حجم $V_2=29\ ml$ من المحلول الحمضي.

أ- أكتب معادلة التفاعل المعايرة.
ب- أنجز جدول التقدم لتفاعل المعايرة.

جـ- احسب التركيز المولي للمحلول (S) .
د- حسب رأيك ما هي القيمة التي يأخذها PH نقطة التكافؤ من بين القيم التالية مع التعليل PH=7 أو PH>7 أو PH<7

2- إن قياس PH المحلول (S) قبل إضافة الحمض أعطى 11,6 عند الدرجة 25C°

أ- انجز جدول تقدم تفاعل الميثيل أمين مع الماء
ب- احسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول (S) .

جـ- استنتج قيمة pka الثنائية $(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2)$.
د- إذا علمت أن ثابت الحموضة للثنائية (NH_4^+/NH_3) هو pka = 9,2 ، قارن بين قوتي الحمضين و الأساسين للثنائيتين: $(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2)$ ، (NH_4^+/NH_3)

حل مقترح

1.أ- معادلة تفاعل المعايرة: $CH_3NH_2+H_3O^+ = CH_3NH_3^+ +H_2O$

ب- جدول التقدم

التفاعل	معادلة	$CH_3NH_2 + H_3O^+ = CH_3NH_3^+ + H_2O$
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(mol)

بوفرة	n_1	n_2	n_1	0	ابتدائية
بوفرة	x	n_2-x	$n_1 - x$	x	انتقالية
بوفرة	x_E	n_2-x_E	$n_1 - x_E$	x_f=x_E	نهائية

جـ- حساب تركيز الأساس: عند التكافؤ: $C_1V_1=C_2V_{2E}$

$C_1=C_2V_{2E}/ V_1= 10\text{-}2\times29/10=29.10\text{-}3$ mol/L

د- قيمة الـpH عند التكافؤ : $pH<7$ ، لأن المعايرة تمت بين حمض قوي و أساس ضعيف.

2.أ- جدول التقدم:

التفاعل	معادلة	$CH_3NH_2 + H_2O = CH_3NH_3^+ + OH^-$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(mol)			
ابتدائية	0	n_0	مذيب	0	0
انتقالية	x	$n_0 - x$	مذيب	x	x
نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	مذيب	x_f	x_f

ب- حساب التراكيز

$[H_3O^+]_f=10^{-11,6}=2,51.10^{-12}$mol/L

$[OH^-]_f=10^{-14}/10^{-11,6}=3,98.10^{-3}$mol/L

$[CH_3NH_3^+]_f=10^{-14}/10^{-11,6}=3,98.10^{-3}$mol/L

من جدول التقدم: $[CH_3NH_3^+]_f=[OH^-]_f =3,98.10^{-3}$mol/L

من جدول التقدم: $n(CH_3NH_2)= n_0\text{-}n(CH_3NH_3^+)$

بالتقسيم على حجم الوسط التفاعلي

$[CH_3NH_2]_f= C_1\text{-}[CH_3NH_3^+]_f$

$[CH_3NH_2]_f=29.10^{-3} - 3,98.10^{-3}=25.10^{-3}$mol/L

جـ- قيمة pka: لدينا $pH=pka +Log([CH_3NH_2]_f / [CH_3NH_3^+]_f)$

و منه $pka=pH -Log([CH_3NH_2]_f / [CH_3NH_3^+]_f) =10,8$

د- لدينا: $pka\ (NH_4^+ /NH_3) < pka(CH_3 NH_3^+ /CH_3 NH_2)$

و منه $CH_3 NH_2$ أقوى من NH_3 و NH_4^+ أقوى من $CH_3 NH_3^+$

لتمرين 23:

1- حمض الميثانويك HCOOH حمض ضعيف تركيزه المولى $C=10^{-1}\ molL^{-1}$. يملك pH عند 25^0C يساوي 2,4 .

أ- أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء.

ب- استنتج قيمة pK_a لـ ($HCOOH/HCOO^-$)

2- بغرض تحديد قيمتي C_A و pK_a لحمض ضعيف HA أعدّ الأستاذ فوجين من التلاميذ و بحوزتهم المواد و الأدوات التالية:

محلول HA و محلول الصود ($Na^+ +HO^-$) تركيزه 0,1 mol/L و تجهيز المعايرة

أرسم مخطط البروتوكول التجريبي المنجز من قبل التلاميذ.

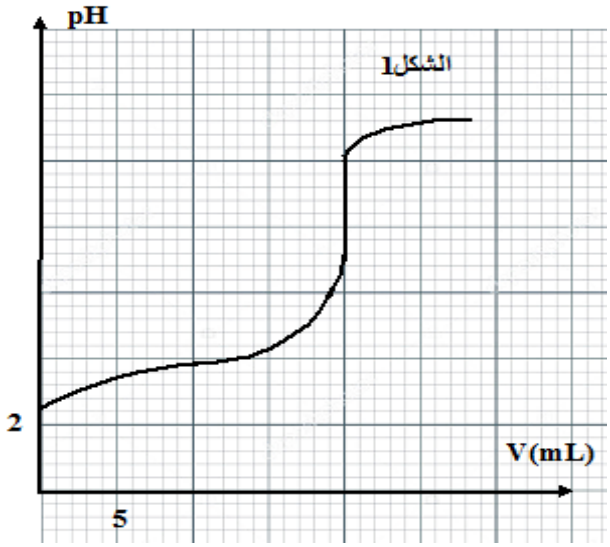
3- المجموعة الأولى تحصلت على بيان الشكل(1) و المجموعة الثانية تحصلت على البيان الشكل (2)

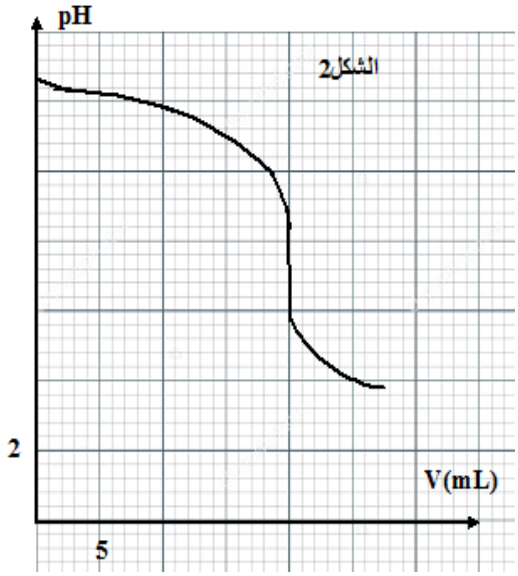
أ- ماهو المحلول الذي وضعه كل فوج في البيشر مع التبرير

ب ـ أثبت أن حجم التكافؤ في كل حالة يقود الى نفس التركيز C_A ثم أحسبه

جـ ـ لماذا pH التكافؤ في الحالتين لمْ يتغير، برر؟

د- في أي نقطة من المخطط يقرأ كل فوج القيمة $pK_a = PH$ ؟ مع التبرير



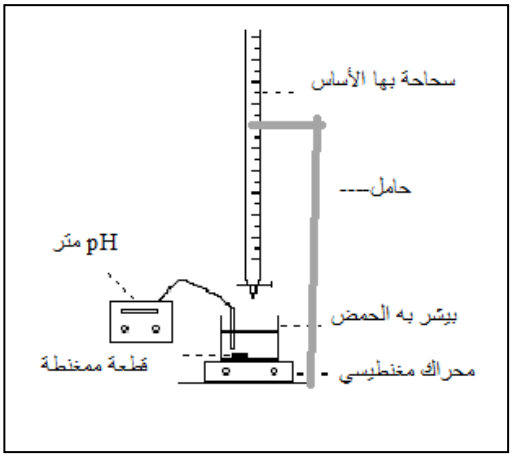


لتمرين 24:

يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) حيث تزداد كميته عندما لا تُحترم شروط الحفظ، و يكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن 24 mmol/L .
الصيغة الكيميائية لهذا الحمض هي (CH_3-CHOH-COOH) و نرمز لها اختصارا بـ HA .
1- نعاير حجما V=20 mL من الحليب المضاف إليه قطرات من الفينول فتاليين بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C=5.10^{-2}$ mol/L .
يتغير لون الوسط التفاعلي عند إضافة 12 mL من المحلول القاعدي.
أ- ضع رسما تخطيطيا للتجربة.
ب- أكتب معادلة التفاعل بين حمض اللبن HA و شوارد الهيروكسيد OH^- .
جـ- أنشئ جدول تقدم التفاعل.
د- عين التركيز المولي للحمض .
هـ- هل هذا الحليب صالح للاستهلاك؟

حل مقترح

أ- مخطط التجربة



ب- $HA_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

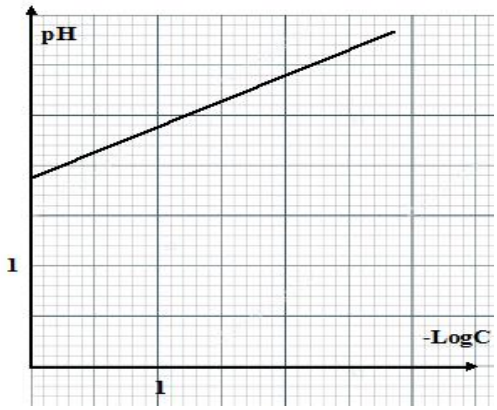
جـ- - جدول التقدم

		$HA_{(aq)}$	$+ HO^-_{(aq)}$	$= A^-_{(aq)}$	$+ H_2O$
إبتدائية	0	C_aV_a	C_bV_b	0	مذيب
أثناء التحول	x	C_aV_a-x	C_bV_b-x	x	مذيب
نهائية(تكافؤ)	x_E	$C_aV_a-x_E$ =0	$C_bV_b-x_E$ =0	x_E	مذيب

د- عند التكافؤ: $x_E=C_aV_a=C_bV_b$ $C_a=(C_bV_b / V_a)=3.10^{-2}mol/L$

هـ- الحليب غير صالح للاستهلاك لأن $3.10^{-2} > 2,4.10^{-2}$

لتمرين 25 :



1- نتوفر على محلول مائي (S) لحمض الميثانويك HCO_2H تركيزه المولي C .

أ- أكتب المعادلة الكيميائية بين حمض الميثانويك و الماء .

ب- انشئ جدولا لوصف تطور الجملة .

2- ندرس تغيرات الـ pH أثناء تخفيف المحلول بدلالة (-LogC).

أ- باستعمال المنحنى البياني عين قيمة الـ pH لمحلول حمض الميثانويك تركيزه $C=10^{-2}mol/L$.

ب- ما هو الفرد (حمض الميثانويك أم شاردة الميثانوات) الغالب في المحلول؟

جـ- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا تستنتج؟

د- أكتب معادلة البيان.

هـ- علما أن الـ pH لمحلول حمض الميثانويك يحقق العلاقة: $pH=1/2\ (pKa-LogC)$.

استنتج قيمة الـ pKa لثنائية (أساس/حمض).

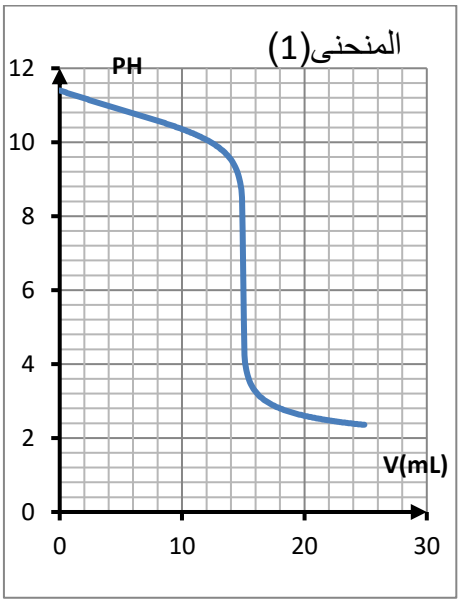
تمرين 26:

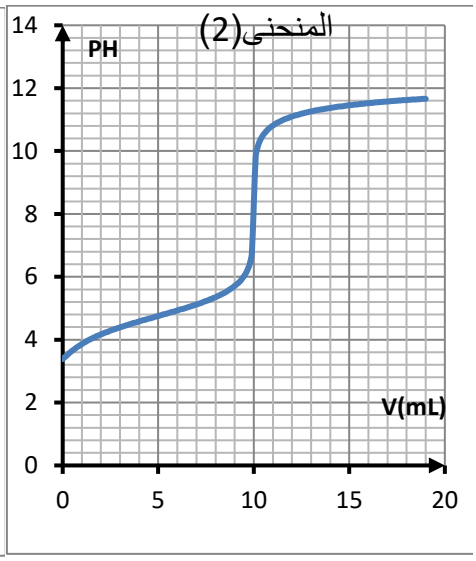
لدينا ثلاث محاليل (S_0) ، (S_1) و (S_2)

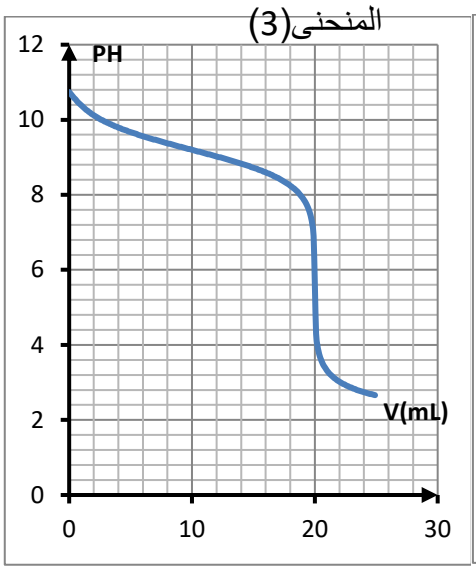
	اسم المحلول	أساس / حمض	pka	C(mol/L)	V
S_0	محلول حمض الايثانويك	CH_3COOH/CH_3COO^-	4,8	10^{-2}	20mL
S_1	محلول الامونياك	NH_4^+ / NH_3	9,2	2.10^{-2}	20mL
S_2	محلول مثيل أمين	$CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$	10,7	$1,5.10^{-2}$	20mL

1- أذكر تعريف الأساس حسب برونشتد.

2- المعايرة الـ PHمترية للمحاليل الثلاثة أعطت المنحنيات التالية :







أ- ماهي طبيعة المحلول المستعمل لمعايرة كل من (S_0) , (S_1) , (S_2) ؟ علل

ب- استنتج نقطة التكافؤ لكل منحنى معايرة

جـ- أرفق كل منحنى معايرة بالمحلول المناسب معللا إجابتك

3- ماهو تركيز المحلول المعايِر (المحلول الموجود بالسحاحة) لمعايرة محلول حمض الإيثانويك

4- نأخذ ثلاثة عينات من المحلول (S_0) ونضيف قطرات من ثلاثة كواشف ملونة، مختلفة فنلاحظ الألوان التالية:

العينة	1	2	3
الكاشف	أحمر البروموكريزول	أخضر البروموكريزول	أزرق البروموتيمول
اللون	برتقالي	أخضر	أصفر

بالاستعانة بجدول مجال التحول عين مجال قيم الـ pH للمحلول (S_0)

الكاشف الملون	لون صفة الحمض	مجال التحول	لون صفة الأساس
أحمر البروموكريزول	أصفر	5,2 – 6,8	أحمر
أخضر البروموكريزول	أصفر	3,8 – 5,4	أزرق
أزرق البروموتيمول	أصفر	6,0 – 7,6	أزرق

تمرين27:

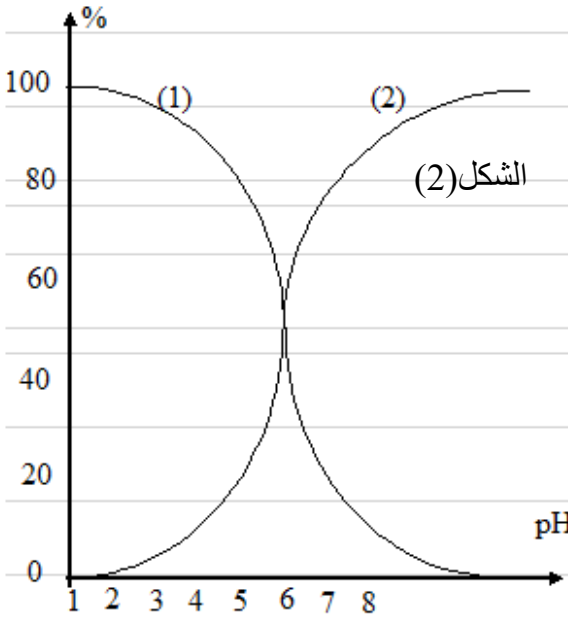
1- كلور هيدروكسيل آمونيوم ذوالصيغة NH_3OHCl يشكل جسم صلب شاردي أبيض، يستعمل في تحضير الملونات و في الصيدلة. كثير الانحلال في الماء.

نريد دراسة الصفة الحمضية لمحلول مائي S من كلور هيدروكسيل آمونيوم، حيث:
pK_a ($NH_3OH^+_{aq}$ / NH_2OH_{aq}) = 6 عند الدرجة 25°C

1.1- اكتب تعريف الحمض حسب برونستد
1.2- أكتب معادلة انحلال كلور هيدروكسيل آمونيوم في الماء.
3.1- أكتب المعادلة بين شاردة هيدروكسيل آمونيوم($NH_3OH^+_{aq}$) و الماء

2- نعاير حجما V_A = 20 mL من المحلول S بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم
($Na^+_{aq} + HO^-_{aq}$) تركيزه المولي بالمذاب C_B= 2,5 10^{-2} mol/L.
نحدد التكافؤ باستعمال كاشف ملون.
1.2- أرسم شكل التركيبة اللازمة لهذه المعايرة.
2.2- أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المعايرة بين شوارد هيدروكسيل آمونيوم و شوارد الهيدروكسيد.
3.2 - التحول اللوني نتحصل عليه عند إضافة حجما V_E = 24 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم. احسب التركيز المولي C_A للمحلول S .

3- نقيس pH المحلول المائي S نجده 3,8 .
1.3- استنتج تركيز شوارد الاوكسونيوم [H_3O^+] في المحلول.
2.3- أنجز جدول التقدم لتفاعل شاردة هيدروكسيل آمونيوم مع الماء
3.3- أعط عبارة نسبة التقدم النهائي τ بدلالة التراكيز المولية C_A و [H_3O^+] ثم احسب قيمته. هل التفاعل تام؟
4- بواسطة برنامج محاكاة يمكن دراسة نسبة تكوين المزيج لحمض و أساسه المرافق بدلالة الـpH .
البيان المرفق (الشكل(2)) يمثل مخطط التوزيع لثنائية (HA/A^-) لمحلول حيث: $C=[HA]_f+[A^-]_f$



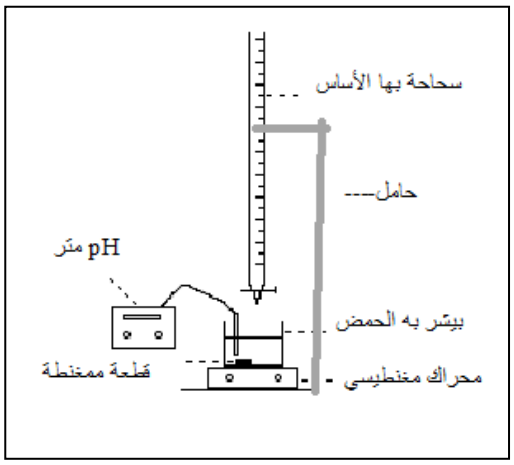
الشكل(2)

1.4- أي المنحنيين يوافق النوع (A^-)؟ برر
2.4- في أي نقطة يكون pH=pKa ؟برر
3.4- هل الثنائية التي أجريت عليها المحاكاة هي الثنائية ($NH_3OH^+_{aq}$ / NH_2OH_{aq})؟برر
4.4- ما هو الفرد من الثنائية الغالب من أجل pH=4,5

حل مقترح

1.1- تعريف الحمض:
2.1- كلور هيدروكسيل آمونيوم مركب شاردي: $NH_3OHCl + H_2O = NH_3OH^+ + Cl^-$

3.1- شاردة هيدروكسيل آمونيوم تمقل حمض: $NH_3OH^+ + H_2O = NH_2OH + H_3O^+$
1.2- رسم التركيبة



2.2- معادلة تفاعل المعايرة: $NH_3OH^+ + OH^- = NH_2OH + H_2O$

3.2- عند التكافؤ يكون التفاعل ستوكيومتري: $CaVa=CbVbE$ ⟵ $Ca=3.10^{-2}$ mol/L

1.3- $[H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-3,8}=1,58.10^{-4}$ mol/L

2.3- جدول التقدم

التفاعل	معادلة	$NH_3OH^+ + H_2O = NH_2OH + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كميات المادة(mol)			
ابتدائية	0	n_0	مذيب	0	0
انتقالية	x	$n_0 - x$	مذيب	x	x
نهائية	x_f	$n_0 - x_f$	مذيب	x_f	x_f

3.3- $\tau=x_f/x_{max}=([H_3O^+]V)/(CaV) = [H_3O^+] / Ca = 5,26.10^{-2}$

بما أن $\tau<1$ فإن التفاعل غير تام

1.4- لدينا من أجل الثنائية (HA/A^-) ، إذا كان $[HA] > [A^-]$ فإن $pH>pka$

و منه المنحنى (2) يوافق (A^-)

2.4- لدينا $pH = pka + Log([A^-] / [HA])$

باعتبار $pH=pKa$ فإن $Log([A^-] / [HA]) = 0$ أي $[A^-] / [HA] = 1$

و منه $[A^-] = [HA]$

و هذا يوافق النسبة المئوية 50% (نقطة تقاطع المنحنيين)

3.4- نعم هي الثنائية $(NH_3OH^+_{aq} / NH_2OH_{aq})$ ، لأن $pH=pka=6$

4.4- بما أن $4,5<6$ فإن الصفة الحمضية هي الغالبة إذن الفرد الغالب هو الحمض. (باسقاط $pH=4,5$ على المنحنيين نجد المنحنى(1):85 و المنحنى(2):15 ، الفرد الغالب هو الحمض)

تمرين 28:

الأمونياك (النشادر) NH_3 غاز عند تفاعله مع الماء ينتج محلولا قاعديا .

1- ما هو الأساس حسب برونشتد ؟

2- أكتب معادلة انحلال هذا الغاز في الماء مبينا الثنائيتين : أساس / حمض الداخلتين في التفاعل .

3- الناقلية النوعية لمحلول غاز نشادر تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ mol\ .l^{-1}$ تساوي
$\sigma_f = 10,9\ mS\ m^{-1}$ عند الدرجة 25°C.

أ- أكتب عبارة الناقلية النوعية لمحلول الأمونياك بدلالة التراكيز المولية للأفراد الكيميائية المتواجدة عند حالة التوازن و الناقليات النوعية المولية للشوارد .

ب- أحسب التركيز المولي النهائي للأفراد الكيميائية المتواجدة في محلول الأمونياك . (نهمل التفكك الشارد للماء)

جـ- أكتب عبارة ثابت التوازن K لتفاعل تفكك غاز النشادر في الماء .

د- أوجد العلاقة بين ثابت التوازن K السابق و ثابت الحموضة K A للثنائية $NH_4^+{}_{(aq)} / NH_{3(g)}$ ، أحسب ثابت الحموضة ، واستنتج قيمة الـ pKa .

4- نحقق معايرة pH مترية بواسطة جهاز pH mètre لحجم قدره $V_b = 20mL$ من محلول الأمونياك السابق بواسطة محلول

حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $Ca = 2.10^{-2}\ mol / L$.

أ- أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل الحادث .

ب- ما هو الحجم اللازم إضافته من محلول حمض كلور الماء حتى يحدث التكافؤ ؟

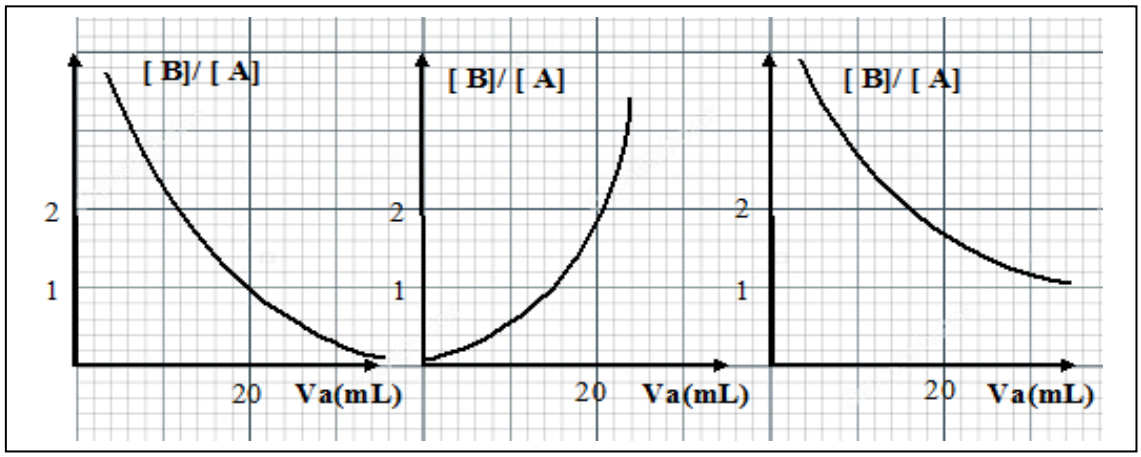
جـ- بيّن أنه عند إضافة 5mL من محلول حمض كلور الماء لمحلول الأمونياك نجد pH المحلول يساوي 9,2 .

يُعطى : $\lambda (NH_4^+) = 7,4\ mS\ .\ m^2.\ mol^{-1}$ ، $\lambda (OH^-) = 19,2\ mS\ .m^2.\ mol^{-1}$ ،
$(25°C)\ Ke = 10^{-14}$

تمرين 29:

1- حمض كلور الماء حجمه 100mL و تركيزه $5.10^{-2}mol/L$ ، تحصلنا عليه بتمديد حجما V_1 لحمض كلور الماء تركيزه 1mol/L في الماء النقي.
عين قيمة الحجم V_1 و أذكر كيفية تحضير ذلك.
2- نضيف تدريجيا محلول حمض كلور الماء لحجم 20mL من محلول النشادر NH_3 مع قطرات من كاشف الهليانتين. فيتغير لون الكاشف بعد إضافة حجم 40mL من المحلول الحمضي.
أ- حدد صيغة و اسم الحمض المرافق للنشادر.

ب- عما يعبر التكافؤ حمض-أساس؟
جـ- احسب التركيز المولي لمحلول النشادر.
د- نرمز للتراكيز المولية للنشادر و حمضه المرافق على الترتيب بـ [B] و [A] . نمثل تطور النسبة بين التركيزية ([A] / [B]) بدلالة حجم الحمض المضاف أثناء المعايرة .
حدد من بين المنحنيات التالية المنحنى الموافق لهذه المعايرة.



3- من أجل مزيج يتألف من 30mL من المحلول الحمضي و 20mL من المحلول الأساسي فإن قيمة الـpH المقاسة هي pH=9,7 .
أ- ما هي الأفراد الكيميائية الموجودة في المزيج عند هذه المرحلة من التفاعل ؟ احسب تراكيزها المولية.
ب- استنتج قيم pka الثنائية المكونة من النشادر و حمضه المرافق.

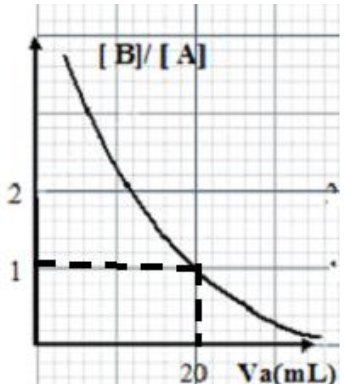
حل مقترح

1- نطبق قانون التخفيف: $CV=C_1V_1$ $V_1=CV/C_1=5mL$

نأخذ من المحلول الأم 5mL و نضعها في كأس و نضيف الماء.
2- أ- الحمض المرافق للنشادر صيغته NH_4^+ و اسمه شاردة الأمونيوم.
ب- معادلة التفاعل حمض-أساس: $(H_3O^+ + Cl^-) + NH_3 = NH_4^+ + Cl^- + H_2O$

جـ- عند التكافؤ التفاعل يكون ستوكيومتري: $n_a/1 = n_b/1$ إذن $C_aV_{aE}=C_bV_b$
$C_b = C_aV_{aE}/V_b$ $=10^{-1}mol/L$

د- B هو الأساس NH_3 يشكل متفاعل إذن يتناقص، و Aحمضه المرافق NH_4^+ يشكل ناتج إذن يزداد.
عند التكافؤ المتفاعل ينعدم ([B] =0)
و عند نصف التكافؤيكون لدينا ([B] = [A])
أي 1=([B] / [A])
و هذا يوافق حجم نصف التكافؤ $V_{a1/2E}=V_{aE/2}=40/2=20mL$



بملاحظة المنحنيات نجد أن المنحنى الموافق هو

3- هذه المرحلة تمثل نقطة قبل التكافؤ لأن V_{aE} >30mL إذن الأفراد هي: H_3O^+ ، OH^- ، NH_3 (متبقي)، NH_4^+ ، Cl^- ، H_2O

حساب التراكيز

$[H_3O^+] = 10^{-9,7} = 1,99.10^{-10} mol/L$

$[OH^-] = 10^{-14}/10^{-9,7} = 5,01.10^{-5} mol/L$

شاردة Cl^- شاردة متفرجة أي كمية مادة الشاردة -Cl تبقى ثابة لكن تركيزها يتغير بتغير الحجم.

لدينا: $[Cl^-]_0 = Ca = 5.10^{-2} mo/L$

كمية مادة المضافة : $n(Cl^-) = CaVa = 5.10^{-2} \times 30.10^{-3} = 1,5.10^{-3} mol$

و منه تركيز Cl^- في الوسط التفاعلي من أجل $V_{total} = 50mL$:

$[Cl^-] = CaVa/Vttal = 1,5.10\text{-}3/50.10\text{-}3 = 3.10^{-2} mo/L$

المحلول متعادل كهربائيا: $[NH_4^+] + [H_3O^+] = [Cl^-] + [OH^-]$

باعتبار $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ مهملة أمام $[Cl^-]$ فيصبح $[NH_4^+] = [Cl^-]$

إذن $[NH_4^+] = 3.10^{-2} mo/L$

لدينا: $[NH_3]$ (متبقي) = $[NH_3]_0$ (في المزيج) - $[NH_4^+]$

$[NH_3]$ (متبقي) $= C_b V_b / V_{total} - [NH_4^+]$ $^{-3}$

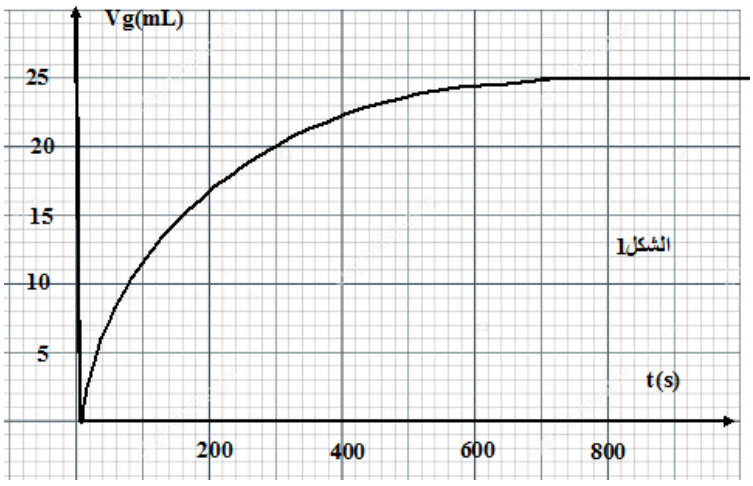
$= 10^{-1} \times 20.10^{-3} / 50.10^{-3} - 3.10^{-3} = 10^{-2} mol/L$

- قيمة pka الثنائية (NH_4^+/NH_3)

لدينا: $pka = pH - Log([NH_3] / [NH_4^+]) = 9,7 - Log(10^{-2}/3.10^{-2})$

و منه: $pka = 9,2$

تمرين 30:



1- عند اللحظة t=0 نفاعل كتلة m=0,4g من رقاقات معدن المغنيزيوم النقي (Mg) مع حجم V=20 mL من محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه C=0,1 mol/L .

نقوم بجمع غاز ثنائي الهيدروجين الناتج.

نرمز لحجم غاز ثنائي الهيدروجين الناتج

عند اللحظة t بـ Vg.
منحنى الشكل (1) يبين تطور Vg بدلالة الزمن.

1.1- أكتب معادلة التفاعل الحادث الذي نعتبره تام، علما أن الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هي (H_3O^+/H_2) ، (Mg^{2+}/Mg)

2.1- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلان.

3.1 - أنجز جدول التقدم.

4.1- عين المتفاعل المحد و قيمة التقدم الأعظمي للتفاعل.

5.1- هل نتائج السؤال (4.1) توافق منحنى الشكل (1)

6.1- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و عين قيمته.

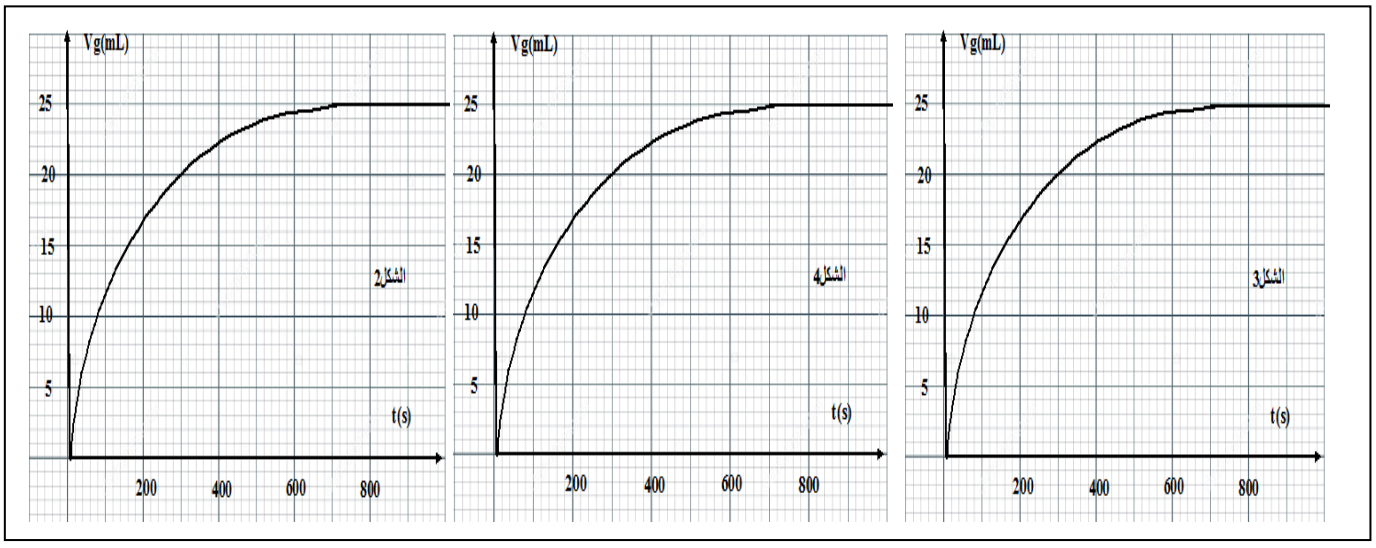
7.1- احسب التقدم x عند اللحظة t=200 s

2- أكمل منحنيات الأشكال 2 ، 3 و 4 في حالة إعادة التجربة وفقا للشروط التالية

الشكل (2): استعمال معدن المغنزيوم على شكل مسحوق بدل رقاقات.

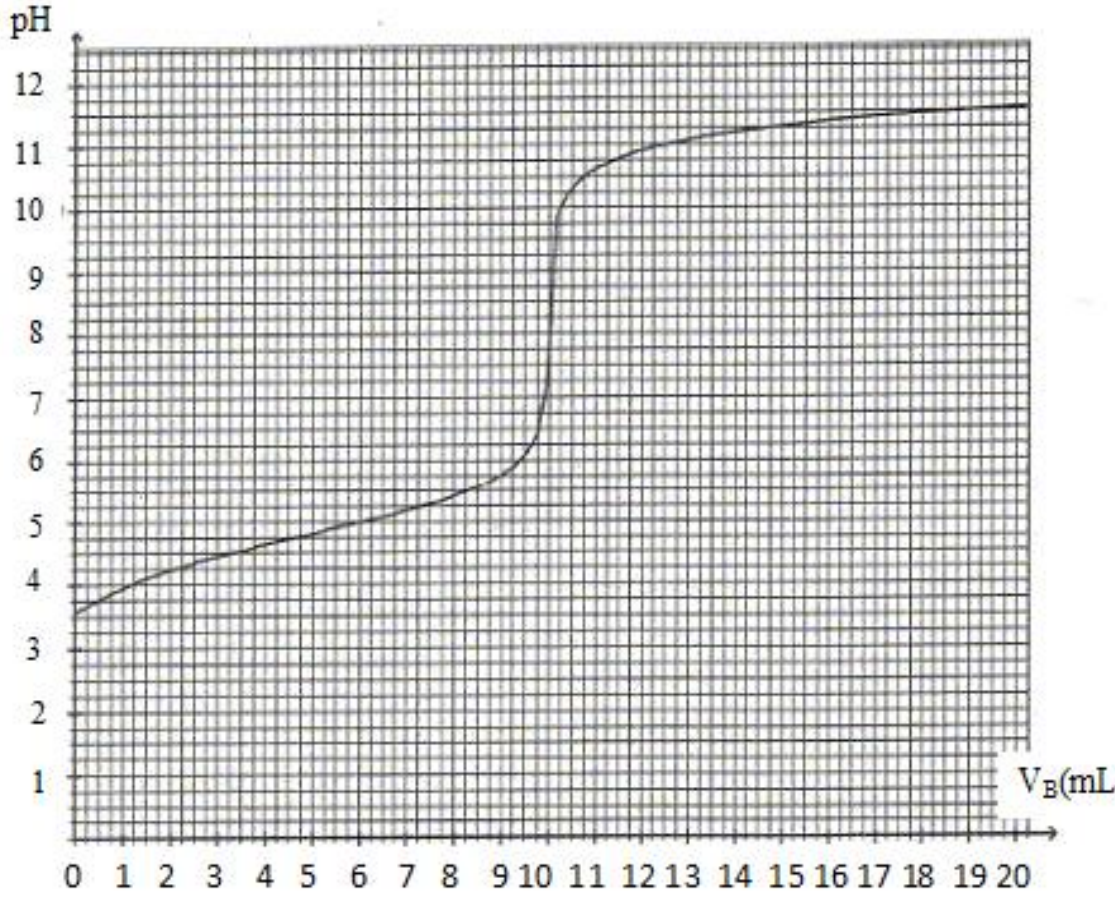
الشكل (3): تثبيت درجة الحرارة عند 10^0C بدل درجة الحرارة العادية للمخبر.

الشكل (4): استعمال حجم 10 mL من محلول حمض كلور الماء بدل 20 mL .



التمرين31:

نتوفر على قارورة تحتوي على محلول مائي لحمض كربوكسيلي R-COOH مجهول التركيز. حيث R تمثل ذرة هيدروجين أو مجموعة ذرات.
1- نعاير حجما V_A= 50,0 mL من الحمض الكربوكسيلي نركيزه المولي C_A بواسطة محلول مائي S_B لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_B= 2,5\ 10^{-2}$ mol/L .
ليكن V_B حجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف.
المتابعة الـ pH مترية للمعايرة أعطت المنحنى التالي:



أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ب- أنجز جدول التقدم باظهار المقادير C، V_A ، C_B و V_B

جـ- عرّف نقطة التكافؤ.

د- عين بيانيا الحجم V_{BE} المضاف عند التكافؤ و استنتج قيمة التركيز المولي C للحمض

2- معادلة تفاعل الحمض مع الماء تكتب كالآتي:

$$RCOOH_{(l)} + H_2O_{(l)} = RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أ- أكتب عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية $RCOOH_{(aq)} / RCOO^-_{(aq)}$

ب- أثبت أن : $$pH = pKa + \log\frac{[RCOO^-_{(aq)}]}{[RCOOH_{(aq)}]}$$

جـ- ماهو المتفاعل المُحد عند إضافة حجما من المحلول S_B يساوي $½V_{BE}$ ؟

د- بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل و من أجل $V_B = ½V_{BE}$ بيّن أن:

$$[RCOOH_{(aq)}]_{½éq} = [RCOO^-_{(aq)}]_{½éq}$$

هـ- استنتج عبارة الـpH من أجل $V_B = ½V_{BE}$

3- باستعمال المنحنى و معطيات الجدول المرفق، تعرّف على الحمض الكربوكسيلي

pKa	الحمض الكربوكسيلي
1,3	$HCl_2C\text{-}COOH$ /$HCl_2C\text{-}COO^-$
2,9	$CH_2Cl\text{-}COOH$ / $CH_2Cl\text{-}COO^-$
3,8	$HCOOH$ / $HCOO^-$
4,8	$CH_3\text{-}COOH$ / $CH_3\text{-}COO^-$

حل مقترح

1- $R\text{-}COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = R\text{-}COO^-_{(aq)} + H_2O$

2- جدول التقدم

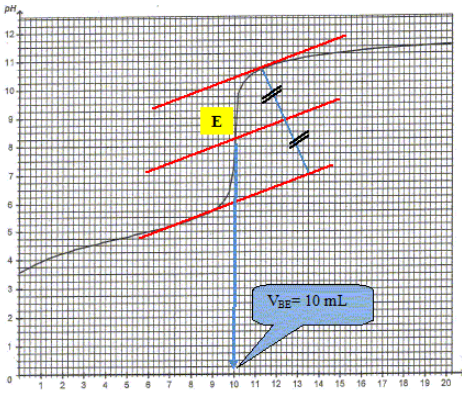
		$R\text{-}COOH_{(aq)}$	$+ HO^-_{(aq)}$	$=R\text{-}COO^-_{(aq)}$	$+ H_2O$
إبتدائية	0	CV_a	C_bV_b	0	مذيب
أثناء التحول	x	$CV_a\text{-}x$	$C_bV_b\text{-}x$	x	مذيب
نهائية(تكافؤ)	x_E	$CV_a\text{-}x_E = 0$	$C_bV_b\text{-}x_E = 0$	x_E	مذيب

3- عند التكافؤ المتفاعلان يكونان قد استهلكا كليا و تفاعلا بنسب ستوكيومترية وفقا لمعادلة التفاعل.
التكافؤ يعبر عن تغير المتفاعل المحد.

4- من البيان حجم التكافؤ $V_{BE}=10\ mL$

عند التكافؤ: $C\ V_A = C_BV_B$

$C=C_BV_B/V_A= 2{,}5.10^{-2}\times10/50=5.10^{-3}\ mol/L$



5-أ- عبارة ثابت الحموضة: $K_a = \dfrac{[RCOO^-_{(aq)}][H_3O^+_{(aq)}]}{[RCOOH_{(aq)}]}$

ب- اثبات العلاقة

$$K_a = \frac{[RCOO^-_{(aq)}][H_3O^+_{(aq)}]}{[RCOOH_{(aq)}]}$$

$$[H_3O^+_{(aq)}] = K_a \frac{[RCOOH_{(aq)}]}{[RCOO^-_{(aq)}]}$$

$$Log[H_3O^+_{(aq)}] = LogK_a + Log\frac{[RCOOH_{(aq)}]}{[RCOO^-_{(aq)}]}$$

$$-Log[H_3O^+_{(aq)}] = -LogK_a - Log\frac{[RCOOH_{(aq)}]}{[RCOO^-_{(aq)}]}$$

$$-Log[H_3O^+_{(aq)}] = -LogK_a + Log\frac{[RCOO^-_{(aq)}]}{[RCOOH_{(aq)}]}$$

$$pH = pKa + \log\frac{[RCOO^-_{(aq)}]}{[RCOOH_{(aq)}]}$$

جـ- قبل التكافؤ هيدروكسيد الصوديوم يشكل المتفاعل المحد

د- عند نقطة نصف التكافؤ المحد ينعدم، إذن $C_B(½V_{BE}) - x_f = 0$

و منه $x_f = ½C_BV_{BE}$

حسب جدول التقدم $n_f(R\text{-}COOH) = CV_a - x_f$

و لدينا عند نقطة التكافؤ $CV_a = C_BV_{BE}$

بالتعويض $n_f(R\text{-}COOH) = C_BV_{BE} - ½C_BV_{BE}$

ومنه $n_f(R\text{-}COOH) = ½C_BV_{BE}$

بالتقسيم على حجم الوسط التفاعلي V_{total} نجد $[RCOOH_{(aq)}] = ½C_BV_{BE} / V_{total}$

كذلك حسب جدول التقدم فإن $n(R\text{-}COO^-_{(aq)}) = x_f$

و منه $n(R\text{-}COO^-_{(aq)}) = ½C_BV_{BE}$

بالتقسيم على حجم الوسط التفاعلي V_{total} نجد $[R\text{-}COO^-_{(aq)}] = ½C_BV_{BE} / V_{total}$

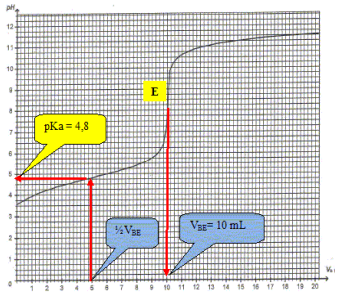
النتيجة: كميات المادة للحمض الكربوكسيلي و لشاردة الكربوكسيلات متساوية:

$[RCOOH_{(aq)}]_{½éq} = [RCOO^-_{(aq)}]_{½éq}$

هـ- لدينا $[RCOOH_{(aq)}]_{½éq} = [RCOO^-_{(aq)}]_{½éq}$

بالتعويض

$$pH = pKa + \log\frac{[RCOO^-_{(aq)}]_{½éq}}{[RCOOH_{(aq)}]_{½éq}} = pKa + \log 1 \Rightarrow pH = pKa$$



6- من المنحنى $pka = 4,8$

الحمض المستعمل هو حمض الايثانويك $CH_3\text{-}COOH$

التمرين 32:

تمرين: في الدرجة 25^0C، نحضّر مجموعة من المحاليل و ذلك بمزج في كل محلول حجم V_1 من محلول S_1 لايثانوات الصوديوم، تركيزه المولي $C_1 = 0,1\ mol.L^{-1}$ مع حجم V_2 من محلول S_2 لحمض الايثانويك، تركيزه المولي $C_2 = 0,1\ mol.L^{-1}$.

1- علما أن معادلة انحلال ايثانوات الصوديوم هي: $CH_3COONa + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + Na$

و معادلة تفاعل حمض الايثانويك مع الماء هي: $CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$

و أن معادلة التفكك الذاتي للماء هي: $2H_2O = H_3O^+ + OH^-$

بين أن: $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{V_1}{V_2}$

2- نقيس في كل حالة pH المزيج، فنتحصل على النتائج المدوّنة في الجدول.

مزيج	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9
حجم المحلول V_1 (mL) S_1	4	10	20	30	40	40	40	40	40
حجم المحلول V_2 (mL) S_2	40	40	40	40	40	30	20	10	4
pH	3,6	4	4,3	4,5	4,6	4,7	4,9	5,2	5,6
V_1/V_2									
$\log(V_1/V_2)$									

1.2- أكمل الجول و أرسم المنحنى : ($pH = f(\log [CH_3COO^-] / [CH_3COOH])$

باستعمال سلم الرسم: الفواصل: 10cm لكل 1 و التراتيب : 2cm لكل 1 .،

2.2- أكتب معادلة البيان الناتج؟

3.2- أكتب عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-)

4.2- استنتج العلاقة بين pH ، لمحلول يحتوي في نفس الوقت على حمض الايثانويك و شاردة الايثانوات، و pKa الثنائية.

5.2- استنتج مما سبق القيمة التقريبية لـ pka الثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-)

3- نحضر محلولا حجمه V=100mL و له pH=5,2 و ذلك بمزج حجم V_1 محلول حمض الايثانويك تركيزه C_1=10-2 mol/L و حجم من ملول ايثانوات الصديوم ($CH_3-COO^- + Na^+$) تركيزه C_2=10-2 mol/L . احسب V_1 و V_2 .

حل مقترح

1- في المزيج نجد:

$[CH_3COOH] = n(CH_3COOH) / (V_1+V_2)$

مع $n(CH_3COOH) =$

و $[CH_3COO^-]=n(CH_3COO^-) / (V_1+V_2)$

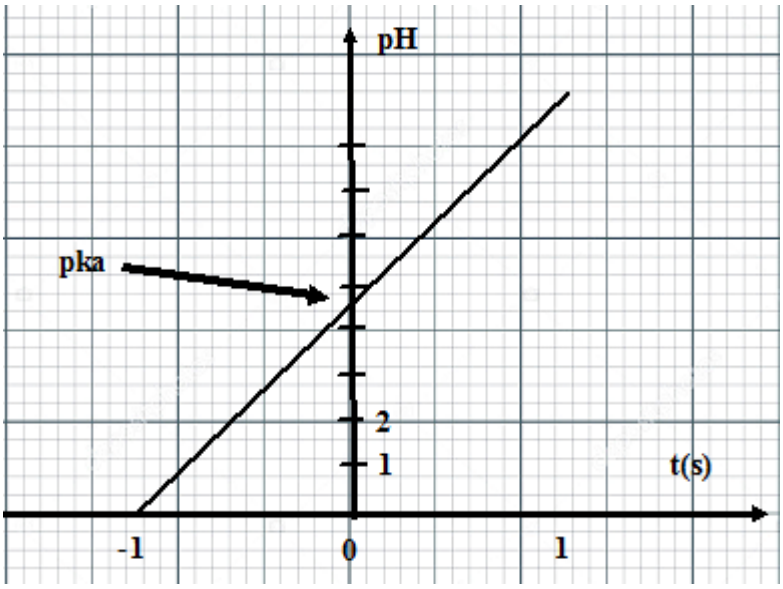
مع $[CH_3COO^-]_i=C_1V_1$
C_2V_2

بالقسمة نجد: $[CH_3COO^-]/[CH_3COOH]=(C_1V_1/(V_1+V_2))/(C_2V_2/(V_1+V_2))$
$[CH_3COO^-]/[CH_3COOH]=(C_1V_1)/(C_2V_2)$

مع $C_1=C_2$
$[CH_3COO^-]/[CH_3COOH]=V_1/V_2$

-1.2

pH	3,6	4	4,3	4,5	4,6	4,7	4,9	5,2	5,6
V_1/V_2	0,1	0,4	0,5	0,75	1	1,33	1,5	4	10
$\log(V_1/V_2)$	-1	-0,4	-0,3	-0,12	0	0,12	0,17	0,6	1



2.2- معادلة البيان: البيان خط مستقيم معادلته من الشكل: $y=ax+b$

أي $pH=a\log[CH_3COO^-]/[CH_3COOH]+b$

حيث معامل التوجيه : $a=1$

3.2- $ka=[H_3O^+]\cdot[CH_3COO^-]/[CH_3COOH]$

4.2- بادخال Log على عبارة ka:

$Logka=Log[H_3O^+]+Log(\cdot[CH_3COO^-]/[CH_3COOH])$

$-pka=-pH+Log(\cdot[CH_3COO^-]/[CH_3COOH])$

$pH=pka+Log(\cdot[CH_3COO^-]/[CH_3COOH])$

5.2- بمقارنة المعادلتين نجد : $pka=4,7$

3- لدينا $V_1+V_2=100$ و $pH = pka +Log([CH_3COO^-] /[CH_3COOH])$

ت مع: $[CH_3COO^-] /[CH_3COOH] =(C_1V_1/(V_1+V_2))/(C_2V_2/ (V_1+V_2))$

$[CH_3COO^-] /[CH_3COOH] =(C_1V_1)/(C_2V_2)$

ت ومنه $pH-pka=Log(000V_2/V_1)$

ت $10^{(pH-pka)}=V_2/V_1$ إذن $V_2/V_1=10^{0,4}=2,51$

ت $V_2=2,51V_1$

ت بالتعويض: $V_1+2,51V_1=100$ ، $V_1=39,8mL$ و $V_2=60,2mL$