

الكيمياء الثانية باك مسلك علوم فيزيائية

Chimie 2 bac science physique

عبد الحق صومادي

حالة توازن مجموعة كيميائية

التحولات المترتبة بالعوامل حمض قاعدية

التحولات السريعة والتحولات البطيئة

المتبع الزمني لتحول كيميائي

التحولات الكيميائية التي تحدث في الأنظمة



الأستاذ/ عبد الحق صومادي

التانوية التأهيلية ابن هاني



دانشجویه (تأهلیه): ابن هانی

الأستاذ: عبد الحق صومالی

الكيمياء

الجزء الأول

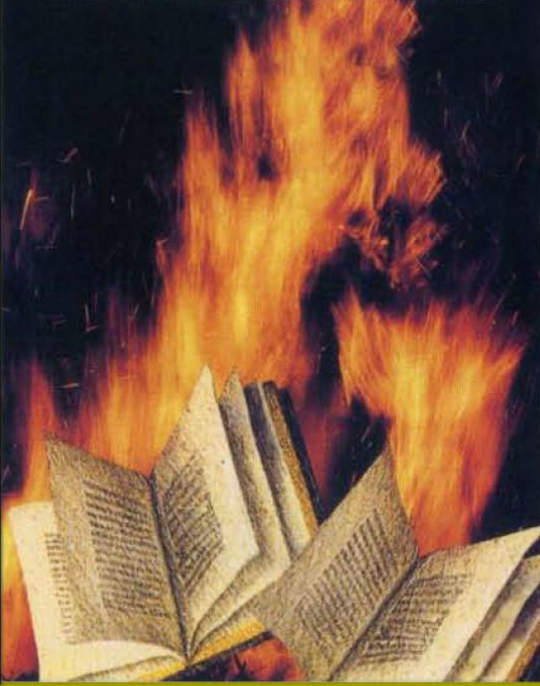
الوحدة 1

التحويلات السريعة التحويلات البطيئة

الأستاذ: محمد الحق صومادي

Livre
de
Pêche

Amélie Nothomb
Les Combustibles



تترق الكتب نتيجة لأكسدة سريعة



بعض المخطوطات (هنا من موريتانيا) تعود إلى القرن الخامس الميلادي
تحلل شيئاً فشيئاً نتيجة لأكسدة بطيئة

Transformations rapides
transformations lentes

تصميم الدرس:

تدكير: تفاعلات الأكسدة والإختزال

تعريف مؤكسد - تعريف مختزل - زوجة مؤكسد مختزل - أمثلة لبعض التزوجات - تفاعلات الأكسدة والإختزال

التعولات السريعة و التعولات البطيئة

تعريف - تقنيات التتبع الزمني لتحول كيميائي:

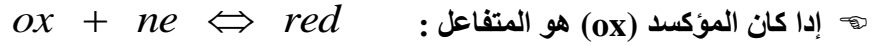
العوامل الحركية:

العامل الحركي ورجة الحرارة - العامل الحركي تركيز المتفاعلات.

1) تذكير : نفاعات الأوكسدة و الإختزال: Reaction d oxydoreductio Rappel**1.1 تعاريف:**

- **المؤكسد Oxydant:** هو كل نوع كيميائي قادر على إكتساب إلكترونات خلال تفاعل كيميائي.
 - **المختزل Reducteur:** هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترونات خلال تفاعل كيميائي.
 - **مزدوجة مؤكسد-مختزل:** تتكون من مؤكسد والمختزل المرافق له. نرسم عادة لمزدوجة مؤكسد-مختزل
- ب:

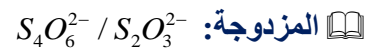
ملحوظة: لكل مزدوجة مؤكسد-مختزل ox/red نصف معادلة تكتب كالتالي:



n : عدد الإلكترونات المتبادلة أثناء التفاعل.

2.1 أمثلة لبعض المزدوجات:

ملحوظة: يتميز تنائي اليود I_2 بلون بني في محلول مائي.



لكتابة نصف معادلة هذه المزدوجة في وسط حمضى نتبع الخطوات التالية:

- إنحفاظ العنصر الذى ليس أوكسجين (O) ولا هيدروجين (H). (هنا عنصر المنغنيز (Mn)):
- إنحفاظ عنصر أوكسجين (O) : حيث نقوم بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O .
- إنحفاظ عنصر الهيدروجين (H) : حيث نقوم بإضافة عدد من أيونات H^+ .

- المزدوجة: $CO_2 / H_2C_2O_4$

3.1 تفاعلات الأوكسدة والإختزال:

تفاعل الأوكسدة و الإختزال هو تفاعل بين مختزل red_1 ينتمى لمزدوجة أولى ox_1/red_1 و مؤكسد ox_2 ينتمى لمزدوجة ثانية ox_2/red_2 .

لكتابة معادلة تفاعل الأوكسدة و الإختزال نتبع الخطوات التالية:

- كتابة نصف معادلة المزدوجة: ox_1/red_1 :

- كتابة نصف معادلة المزدوجة: ox_2/red_2 :

- كتابة معادلة التفاعل والتي تسمى أيضا المعادلة الحصيلة:

تطبيق:

(1) نضع فى كأس يحتوى على نترات الفضة ($Ag^+ + NO_3^-$) صفيحة من فلز النحاس Cu. فنلاحظ تدريجيا أن المحلول يأخذ لونا أزرقا.

نعطى المزدوجتين المتداخلتين: Cu^{2+}/Cu و Ag^+/Ag . اكتب نصفى معادلة تفاعل الأكسدة و الإختزال ثم المعادلة الحصيلة.

(2) فى وسط حمضى يتفاعل الماء الأوكسجنى H_2O_2 مع أيونات اليودور. المزدوجتان المتداخلتان هما: H_2O_2/H_2O و I_2/I^- . اكتب نصفى معادلة تفاعل الأكسدة و الإختزال ثم المعادلة الحصيلة.

أجوبة:

2) النحولات السريعة و النحولات البطيئة: Transformations rapides

Transformations lentes

1.2 تعريف:

- التحولات السريعة:

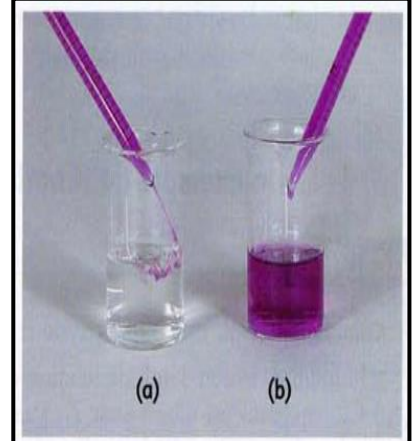
أمثلة للتحويلات السريعة: احتراق الشهب النارية - أغلب تفاعلات حمض قاعدة - تفاعلات الترسيب.



Doc. 3 L'ajout de quelques gouttes de soude dans une solution contenant des ions fer (III) provoque l'apparition immédiate d'un précipité ; les réactions de précipitation sont généralement instantanées.



Doc. 4 L'ajout de quelques gouttes de soude dans une solution incolore de phénolphaléine provoque un changement de couleur immédiat : les réactions acido-basiques sont instantanées.



Doc. 1 La décoloration est immédiate dans le premier bécber (a). Elle est lente dans le second (b).

• التحويلات البطيئة:

أمثلة للتحويلات البطيئة: تكون الصدى - تفاعلات الأسترة و الحلمأة.

2.2 تقنيات التتبع الزمني لتحول كيميائي: Techniques de suivi temporel d'une transformation chimique

نتتبع زمنيا تحول كيميائي بحساب كمية مادة أحد المتفاعلات أو أحد النواتج خلال الزمن t .
لتتبع تطور تحول كيميائي زمنيا يمكن أن نستعمل الطرق التالية:

• تقنية قياس كتلة ناتج أو متفاعل:

• تقنية حساب حجم غاز:

• تقنية حساب الضغط:

• تقنية حساب الموصلية أو الموصلة:

• تقنية قياس pH:

• تقنية المعايرة:

Les facteurs cinétique

(3) العوامل الحركية

1.3 تعريفه:

العوامل الحركية هي العوامل التي تؤثر على سرعة التفاعل كدرجة الحرارة أو تركيز المتفاعلات أو استعمال حفاز.

(2.3) العامل الحركي: درجة الحرارة:

تفسير:

(3.3) العامل الحركي: تركيز المتفاعلات:

تفسير:

ملحوظة: يمكن استعمال درجة الحرارة كعامل حركي لمنع أو إيقاف تفاعل كيميائي وذلك بوضع الخليط المتفاعل في الماء المتلج.



الكيمياء

الجزء الأول

الوحدة 2

الأستاذ: محمد الحق صومادي

التتبع الزمني لندول كيميائي سرعة التفاعل



المراقبة المستمرة للتفاعلات الكيميائية ضرورية لضمان جودة المنتج

***Suivi Temporel d une
transformation chimique***

تصميم الدرس:

تذكير:



التفاعل الكلي والتفاعل الجزئي - مفهوم تقدم التفاعل - معادلة الحثا للغانزوين والكاملة -
الموصلية والموصلية

السرعة الحجمية للتفاعل



تعريف - التحديد اليماني للسرعة الحجمية - ظهور السرعة الحجمية بدلالة الزمن t - زمن نصف
التفاعل

تقنيات التنوع الزمني



بقياس الحجم - بقياس الموصلية - باستعمال المعايرة

التتبع الزمني لتحول كيميائي

مقدمة: نتتبع زمنيا تحول كيميائي بحساب كمية مادة أحد المتفاعلات أو أحد النواتج خلال الزمن t .
لنتتبع تطور تحول كيميائي زمنيا يمكن أن نستعمل الطرق التالية:

- تقنية قياس كتلة ناتج أو متفاعل: تستعمل هذه التقنية في أغلب التحولات.
- تقنية حساب حجم غاز: تستعمل هذه التقنية اذا كان أحد المتفاعلات أو أحد النواتج غازا.
- تقنية حساب الضغط: تستعمل هذه التقنية اذا كان أحد المتفاعلات أو أحد النواتج غازا.
- تقنية حساب الموصلية أو الموصلة: تستعمل هذه التقنية اذا كان أحد المتفاعلات أو أحد النواتج أيونا.
- تقنية قياس pH: تستعمل هذه التقنية اذا كان أحد المتفاعلات أو أحد النواتج هو الأيون H^+ أو H_3O^+ .
- تقنية المعايرة: تستعمل هذه التقنية في أغلب التحولات.

(1) نوكير:**1.1 التفاعل الكلي والتفاعل المحدود: La reaction totale et La reaction limitee**

- التفاعل الكلي:
- التفاعل الجزئي أو المحدود:

2.1 مفهوم تقدم التفاعل. Notion d'avancement de reaction**(أ) الجدول الوصفي:**

لنتتبع تطور كمية مادة الأنواع كيميائية خلال تفاعل كيميائي نستعمل مفهوم التقدم الكيميائي والذي نرمز له ب x ووحدته هي المول (mol). بحيث نقوم بإنجاز جدولا وصفيا يمكننا من تحديد كمية المادة للمتفاعلات والنواتج بدلالة تقدم التفاعل x .


مثال: اتمم الجدول الوصفي للتفاعل دو المعادلة التالية: $A + 2B \rightleftharpoons 3C + D$


$A + 2B \rightleftharpoons 3C + D$				معادلة التفاعل	
كمية المادة				تقدم التفاعل	حالات التفاعل
$n_i(A)$	$n_i(B)$	0	0	0	حالة بدئية
					حالة وسطى
					حالة نهائية
					حالة قصوى

ملحوظة:

الحالة النهائية للتفاعل: 

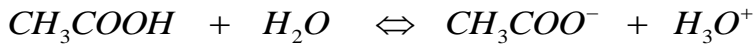
الحالة القصوى للتفاعل: 

في حالة: $x_f = x_m$: يكون 

في حالة: $x_f < x_m$: يكون 

تطبيق 1:

نتوفر في المختبر على محلول مائي لحمض الإيتانويك حجمه $V=100\text{mL}$ وتركيزه $C=0.01\text{ mol/L}$. التفاعل بين حمض الإيتانويك CH_3COOH والماء له



المعادلة التالية:

نقوم بدراسة هذا التفاعل بقياس pH , فنجد أن كمية المادة للأيون H_3O^+ عند الحالة النهائية هي:

$$n(H_3O^+) = 4.10^{-5}\text{ mol}$$

- (1) علل اختيار تقنية القياس باستعمال pH لدراسة هذا التفاعل.
- (2) أحسب كمية المادة البدئية لحمض الإيتانويك.
- (3) انشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل و احسب قيمة التقدم الأقصى x_m .
- (4) حدد قيمة التقدم النهائي x_f . هل هذا التفاعل كلي؟

أجوبة:

1 equation d etat des gaz parfaits

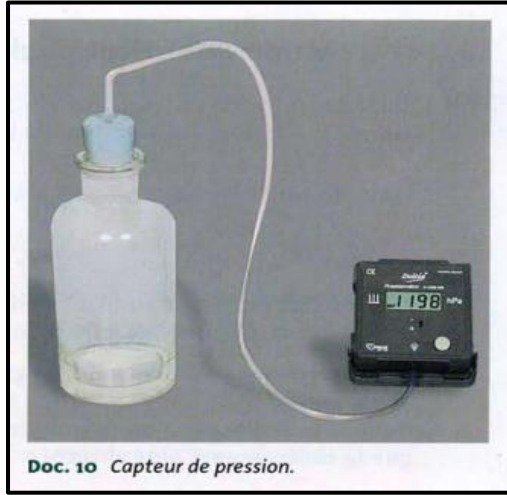
(3.1) معادلة الحالة للغازات الكاملة:

تعريف: الغاز الكامل هو الغاز الذي يحقق المعادلة التالية والتي تسمى معادلة الحالة للغازات الكاملة:

$$n = \frac{PV}{RT}$$

أو

$$PV = nRT$$



n : كمية مادة الغاز وحدثها هي (mol).

R : ثابتة الغازات الكاملة قيمتها في النظام العالمي للوحدات هي:

$$R=8.314 \text{ (SI)}$$

P : ضغط الغاز وحدثه الباسكال (Pa).

V : حجم الغاز وحدثه m^3 . ($1\text{L} = 10^{-3}\text{m}^3$)

T : درجة الحرارة على سلم كلفين (Kelvin).

علاقة تحويل درجة الحرارة t على سلم سلسيوس إلى درجة الحرارة T

$$T = t + 273$$

على سلم كلفين:

(4.1) الموصلية والموصلية .La conductance et La conductivite

➤ نرسم لموصلة محلول إلكتروليتي ب G وحدثها هي السيمنس (S). ونرمز للموصلية ب σ وحدثها هي S/m.

➤ توجد علاقة بين الموصلية والموصلية هي:

$$\sigma = k.G$$

$k = \frac{l}{S}$: تسمى ثابتة خلية القياس وحدثها m^{-1} .

l : المسافة بين صفيحتي خلية القياس و S : مساحة الجزء المغمور من الصفيحتين.



$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$$

➤ بالنسبة للمحاليل المخففة تتحقق العلاقة الهامة التالية:

λ_i : تسمى الموصلية المولية الأيونية وحدثها $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

$$1 \text{ mol / l} = 10^3 \text{ mol / m}^3$$

$[X_i]$: تراكيز الأيونات الموجودة في المحلول وحدتها: mol/m^3 .

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$[X_i] = \frac{n}{V}$ كمية المادة ب mol و V : حجم المحلول ب m^3 .

La vitesse volumique de la reaction : السرعة الحجمية للتفاعل:

1.2 تعريف:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

نرمز للسرعة الحجمية لتفاعل ما ب v ونعرفها بالعلاقة التالية:

وحدة السرعة الحجمية هي

V_s : حجم المحلول وحدته L.

$\frac{dx}{dt}$: مشتقة تقدم التفاعل بدلالة الزمن.

ملحوظة: السرعة الحجمية v مقدار موجب ويعبر عنه بوحدات مختلفة.

2.2 التحديد المبياني للسرعة الحجمية:

نحدد مبيانيا السرعة الحجمية V عند لحظة t_0 لتفاعل ما بتابع الخطوات التالية:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

في المنحنى جانبه لدينا:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\Delta x}{\Delta t} =$$

نحدد V باستعمال العلاقة السابقة:

$$v = \frac{dx}{V_s dt}$$

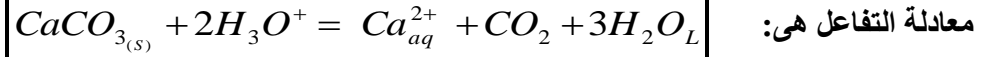
تطبيق 2:

نعطى أسفله منحنى تغيرات تقدم التفاعل x لتفاعل كيميائي بدلالة الزمن t . حيث حجم الخليط التفاعلي هو

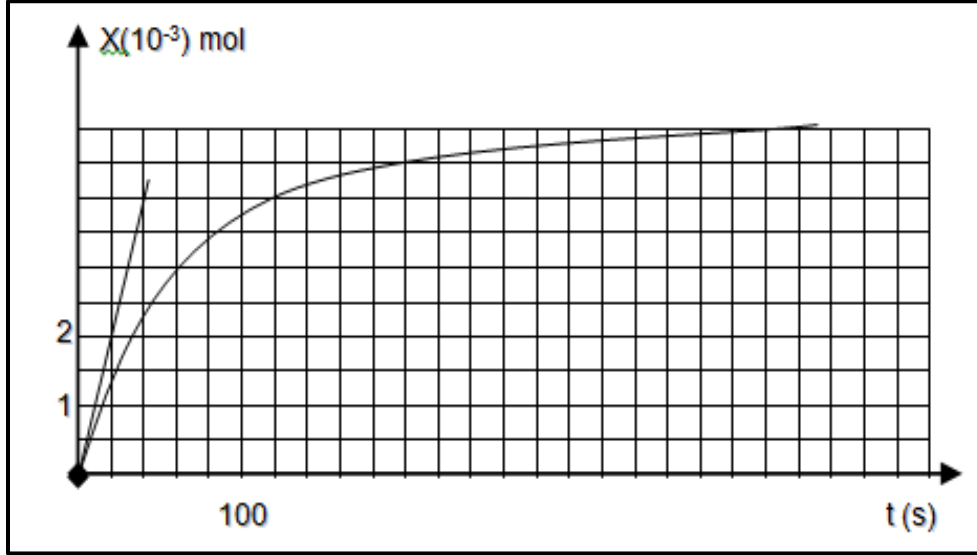
$$V_s = 10 \text{ mL}$$

1. حدد مبيانيا قيمة التقدم النهائي لهذا التفاعل x_f

2. حدد السرعة الحجمية V ب $(\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1})$ عند اللحظة $t = 100 \text{ s}$.



- (1) أحسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات .
- (2) أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل. من هو المتفاعل المحدد؟. إستنتج التقدم الأقصى للتفاعل x_m .
- (3) أحسب التقدم النهائي x_f (التقدم اللازم الحصول عليه حسب شروط التجربة). هل هذا التفاعل كلي؟
- (4) خلال هذه الأشغال التطبيقية قام التلاميذ بتمثيل تقدم التفاعل x بدلالة الزمن (أنظر المنحنى أسفله).



- (4.1) كيف تتغير السرعة الحجمية بتغيير الزمن ؟
- (4.2) عرف زمن نصف التفاعل . حدد قيمته إنطلاقاً من المنحنى .
- (4.3) ماهو تأثير درجة الحرارة على السرعة الحجمية.
- (5) أحسب السرعة الحجمية عند $t=0s$.
- (6) التفاعل السابق يمكن تتبعه زمنياً بحساب الموصلية σ للمحلول.
 - (6.1) أجرد الأيونات الموجودة في المحلول .
 - (6.2) كيف تتغير موصلية المحلول مع الزمن ؟
 - (6.3) أحسب موصلية المحلول σ_0 عند اللحظة $t=0s$.
 - (6.4) بين أن موصلية المحلول عند لحظة t حيث تقدم التفاعل هو x تكتب على الشكل : $\sigma = 4.25 - 580x$.
 - (6.5) أحسب موصلية المحلول $\sigma_{1/2}$ بالنسبة ل $x = x_m/2$.

نعطى الموصلية المولية للأيونات ب $\text{ms.m}^2.\text{mol}^{-1}$: $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)=35$ $\lambda(\text{Ca}^{2+})=12$ $\lambda(\text{Cl}^-)=7.5$.

أجوبة:

2.3 تقنية المعايرة: Technique de dosage

أ) تدوير:

- ⇒ معايرة نوع كيميائي A هو وذلك باعتماد بين A ونوع كيميائي آخر B تركيزه C_B معروف.
- ⇒ نسمى النوع الكيميائي A والنوع الكيميائي B ونسمى التفاعل بين A و B
- ⇒ نقطة التكافؤ: هي مرحلة من المعايرة
- عند نقطة التكافؤ لدينا: $n_e(A)=0$ و $n_e(B)=0$
- ⇒ علاقة التكافؤ: اعتمادا على الجدول الوصفي وعلى خاصيات نقطة التكافؤ يمكن أن نتوصل إلى علاقة التكافؤ.

مثال:

لنحدد علاقة التكافؤ بالنسبة للتفاعل ذو المعادلة المعايرة التالية: $A + 2B \rightarrow C$

ننجز الجدول الوصفي لهذا التفاعل.

$A + 2B \rightarrow C$			حالات التفاعل
$n(A)$	$n(B)$	0	حالة بدنية
			حالة وسطى
			حالة التكافؤ

لنحدد علاقة التكافؤ:

.....

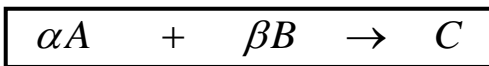
.....

.....

.....

.....

.....



بصيغة عامة: بالنسبة لتفاعل ذو معادلة المعايرة التالية:

نجد علاقة التكافؤ التالية:

$$\frac{C_A V_A}{\alpha} = \frac{C_B V_e}{\beta}$$

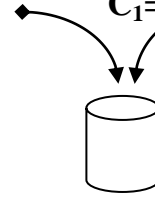
بج) نشاط: استعمال تقنية المعايرة لدراسة تطور تفاعل كيميائي.

الهدف: تتبع التطور الزمني وحساب السرعة الحجمية للتفاعل بين أيونات اليودور I^- والماء الأوكسجيني H_2O_2 في وسط حمضي

التجربة :

من محلول H_2O_2 العديم اللون تركيزه $C_2=0.056mol/l$ و $V_2=50ml$

من محلول يودور البوتاسيوم KI العديم اللون تركيزه $C_1=0.2mol/l$ و $V_1=50mL$



ملاحظات وإستنتاجات :

- 1 - كيف يصبح لون المحلول :
2) علما أن المزدوجتين المتفاعلتين هما : I_2/I^- و H_2O_2/H_2O أكتب معادلة التفاعل الحاصل.

- 3 - حدد التقنية المناسبة لتتبع هذا التفاعل من بين التقنيات التالية :
قياس pH - قياس الضغط - قياس المواصلة - المعايرة

تحديد كمية مادة تنائي اليود المتكون :

بواسطة ماصة نأخذ عينة $V=10mL$ من الخليط المتفاعل ونصبه في الماء المثلج ونسجل الحضة t الموافقة لهذه العملية. لتحديد كمية مادة تنائي اليود المتكون خلال الحضة t ننجز معايرة العينة بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ ذي التركيز : $C=0.04mol/l$. فنحصل على التكافؤ عند إضافة حجما $V_e=20mL$

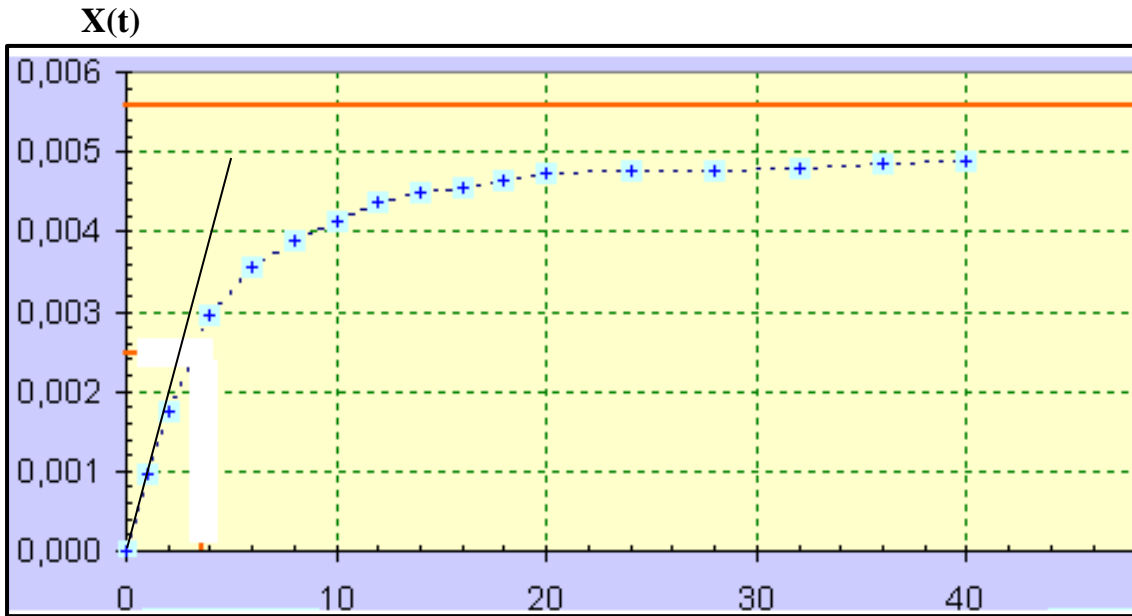
- 1- لماذا نستعمل الماء المثلج ؟

- 2- أكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين I_2/I^- و $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$.

3- أحسب كمية مادة تنانى اليود المتكون $n(I_2)$ خلال اللحظة t .

ثمتيل منحنى تغيرات تقدم التفاعل بدلالة الزمن: $x(t)$

نمثل المنحنى : تغيرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن فنحصل على الشكل جانبه :



1) أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند $t=0$.

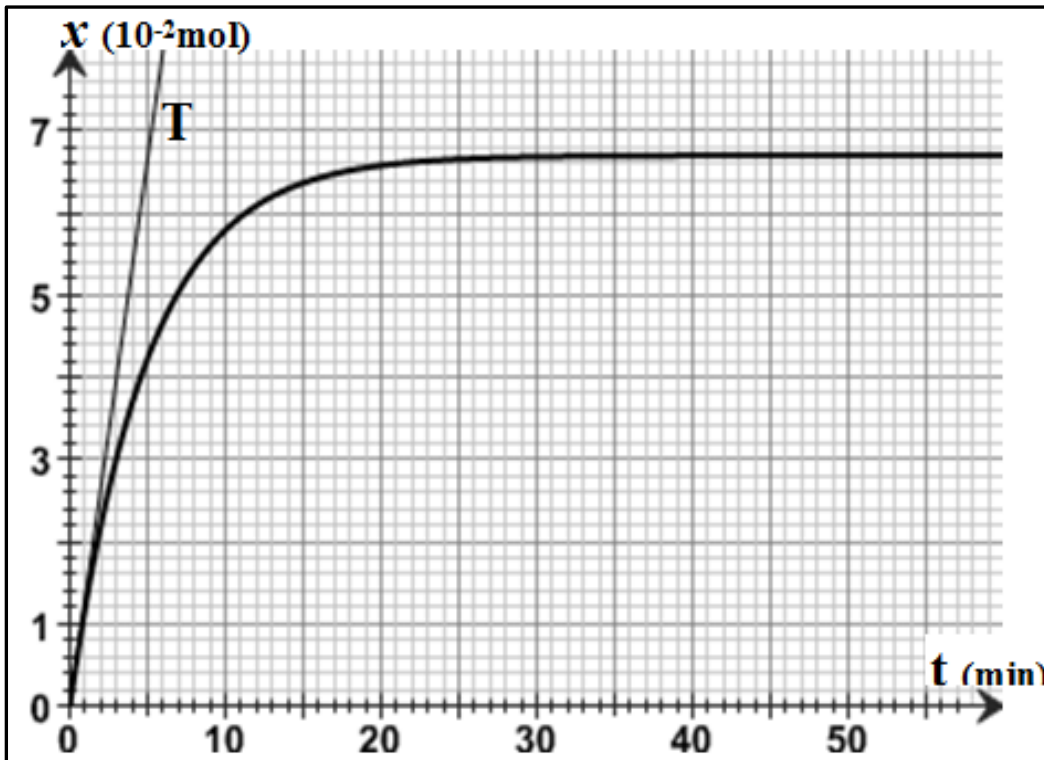
(2) إعتادا على المنحنى حدد كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل مع الزمن؟ ما هو العامل الحركي المتحكم في ذلك؟

(3) أحسب زمن نصف التفاعل .

(4) تطبيقات:

التمرين الأول:

أدت نتائج الدراسة التجريبية لهذه المعايير إلى خط المنحنى الممثل لتغيرات التقدم x لتفاعل الأسترة بدلالة الزمن المستقيم T هو المماس للمنحنى عند اللحظة $t_0 = 0$.

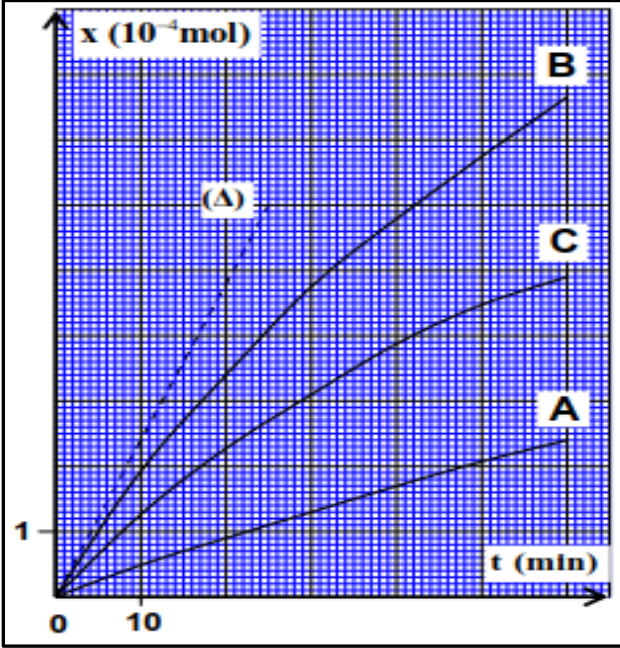


اعتمادا على المنحنى حدد:

- (1) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$
- (2) السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t_0 = 0$
- (3) ما تأثير درجة الحرارة على السرعة الحجمية v .

التمرين الثاني:

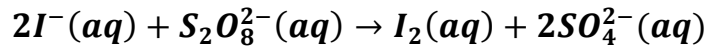
لتحديد تأثير بعض العوامل الحركية على سرعة التفاعل انطلاقا من نتائج، ندرس حركية أكسدة أيونات اليودور $I^- (aq)$ بواسطة بيروكسيد ثنائي كبريتات $S_2O_8^{2-} (aq)$ في حالات بدئية مختلفة للمجموعة الكيميائية، و هي مدونة في الجدول الآتي:



رقم التجربة	قيم التراكيز المولية الفعلية عند الحالة البدئية بالوحدة $(mol.L^{-1})$		قيمة درجة الحرارة $(^{\circ}C)$
	$[S_2O_8^{2-} (aq)]_i$	$[I^- (aq)]_i$	
①	1.10^{-2}	2.10^{-2}	20
②	2.10^{-2}	4.10^{-2}	20
③	1.10^{-2}	2.10^{-2}	35

تمثل المنحنيات A و B و C على التوالي تطور التقدم x للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن بالنسبة للتجارب ① و ② و ③ الشكل (1).

المعادلة الكيميائية المنمذجة لتحول الأوكسدة-اختزال هي:



1. اعط تعبير السرعة الحجمية v بدلالة x تقدم التفاعل و الحجم V للمجموعة الكيميائية.
2. يمثل (Δ) المماس للمنحنى B عند اللحظة $t_0 = 0$. أحسب بالوحدة $(mol.L^{-1}.min^{-1})$ قيمة السرعة v عند اللحظة $t_0 = 0$ بالنسبة للتجربة رقم ②. نعطي $V=100mL$.
3. بمقارنة معطيات التجريبتين ① و ②، ما هو العامل الحركي الذي يمكن إبرازه؟ ما مفعوله على التحول المدروس. بمقارنة معطيات التجريبتين ① و ③، ما هو العامل الحركي الذي يمكن إبرازه؟ ما مفعوله على التحول المدروس.

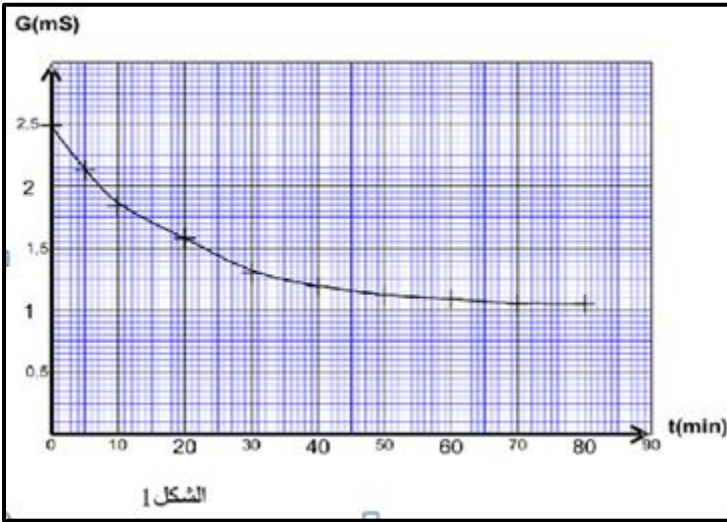
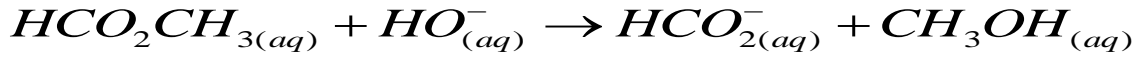
التمرين الثالث:

- ✓ تمت جميع القياسات عند $25^{\circ}C$.
- ✓ يعبر عن الموصلية G عند لحظة t بالعلاقة: $G = K \cdot \sum \lambda_i [X_i]$ ، حيث λ_i الموصلية المولية الأيونية لأيون X_i و $[X_i]$ تركيزه في المحلول. و K ثابتة الخلية قيمتها: $K=0,01m$.
- ✓ يعطي الجدول التالي قيم الموصلية المولية الأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي:

الأيون	Na^+	HO^-	HCO_2^-
$\lambda_i (S.m^2.mol)$	$5,01.10^{-3}$	$19,9.10^{-3}$	$5,46.10^{-3}$

✓ نهمل تركيز أيونات H_3O^+ أمام باقي تراكيز الأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي.

نصب في كأس حجما $V=2.10^{-4}m^3$ من محلول S_B لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ تركيزه $C_B=10mol/m^3$ ، ونضيف إليه عند لحظة t_0 نعتبرها أصلا للتواريخ، كمية المادة n_E لميثانات المثيل مساوية لكمية المادة n_B لهيدروكسيد الصوديوم في المحلول S_B عند أصل التواريخ. (نعتبر أن حجم الخليط يبقى ثابتا $V=2.10^{-4}m^3$)
مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على المنحى الممثل لتغيرات الموصلة G بدلالة الزمن (الشكل 1) نمذج التحول المدروس بالمعادلة الكيميائية التالية:



1- أجد الأيونات المتواجدة في الخليط عند لحظة t .

2- أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التحول الكيميائي. (نرمز ب x لتقدم التفاعل عندلحظة t)

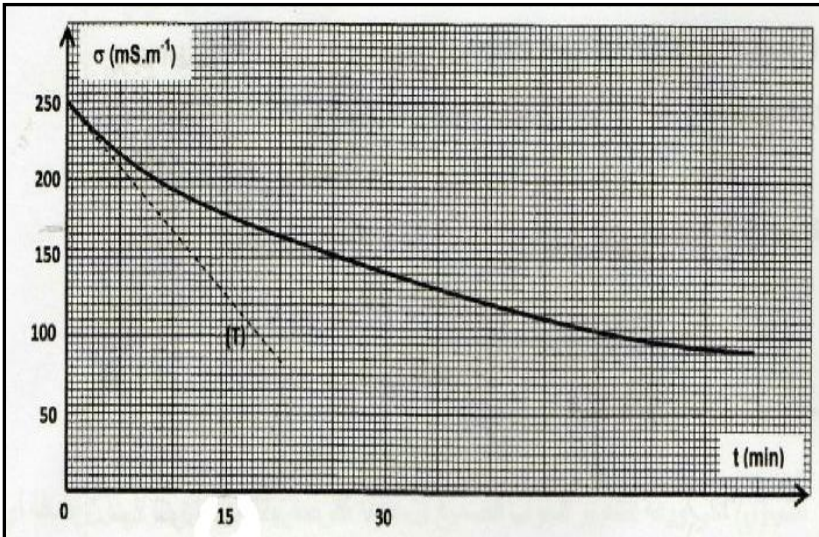
3- بين أن الموصلة G في الوسط التفاعلي، عند لحظة t تحقق العلاقة:

$$G = -0,72x + 2,5.10^{-3}$$

4- علل تناقص الموصلة G أثناء التفاعل

5- أوجد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين الرابع:



يعطي الشكل أسفله المنحى التجريبي $\sigma(t)$ المحصل عليه بواسطة عدة معلوماتية ملانمة. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحى عند أصل التواريخ. عند لحظة t

تكتب العلاقة بين تقدم التفاعل $x(t)$ وموصلية

الخليط التفاعلي كالتالى: $x(t) = -6,3.10^{-3}$

حيث $\sigma(t) + 1,57.10^{-3}$ معبر عنها

بالوحدة $S.m^{-1}$ و $x(t)$ بالمول. باستغلال

المنحى التجريبي

1. أحسب $\sigma_{1/2}$ موصلية الخليط التفاعلي

عند $X = \frac{X_{max}}{2}$ حيث X_{max} التقدم

الأكصى للتفاعل. نعطي $x_m = 10^{-3} mol$.

2. أوجد بالوحدة min ، زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

3. أحسب بالوحدة $mol.m^{-3}.mn^{-1}$ السرعة الحجمية v عند اللحظة $t=0$.

أجوبة:

الكيمياء

3

التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحنيين

الأستاذ: محمد الحق حوامدي



عند بدل مجهود مكثف ، تساهم عدة توازنات كيميائية في ضبط قيمة

pH

Transformations chimiques
s effectuant dans les deux sens

تصميم الدرس:

تركيز:



نظرية برونستد Bronsted للأحماض والقواعد - أمثلة لبعض المزدوجات

حمض - قاعدة -

التفاعلات الحمضية القاعدية

pH محلول مائي:



تعريفه - قياس pH محلول مائي -

التحول الكامل والتحول الجزئي



التحول الطلي - التحول المحدود - نسبة التقدم النهائي للتفاعل

منحنى ظهور مجموعة كيميائية في حالة التوازن



كيف نفسر سلوكها حالة التوازن؟

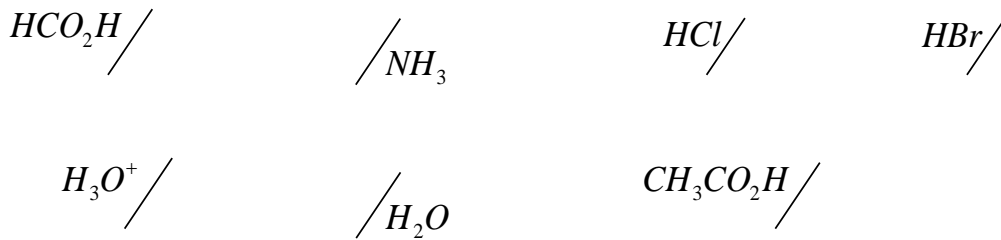


(1) النفاعات الحمضية القاعدية: تذكير Les reactions acide base rappel**(1.1) نظرية برونستد Bronsted للأحماض والقواعد:**

- ☞ **الحمض:** هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ خلال تحول كيميائي. نرسم عامة للحمض ب HA.
- ☞ **القاعدة:** هو كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ خلال تحول كيميائي. نرسم عامة للحمض ب B.
- ☞ عندما يفقد الحمض HA بروتونا H^+ يتحول إلى القاعدة الرافقة له A^- , نقول أن النوعين الكيميائيين HA و A^- يشكلان **مزدوجة حمض-قاعدة**, نرسم لها عامة ب HA/A^-



☞ تتميز كل مزدوجة HA/A^- بنصف معادلتها تكتب كالتالي:

(2.1) أمثلة لبعض المزدوجات حمض-قاعدة:**ملحوظة:**

في المزدوجتين الأخيرتين نلاحظ أن الماء H_2O يمكن أن يلعب دور الحمض أو دور القاعدة نسبيته بذلك **أومفوليت** **Ampholyte**, عامة الأومفوليت هو كل نوع كيميائي قادر أن يلعب دور الحمض أو دور القاعدة حسب الأنواع الكيميائية المتواجدة معه.

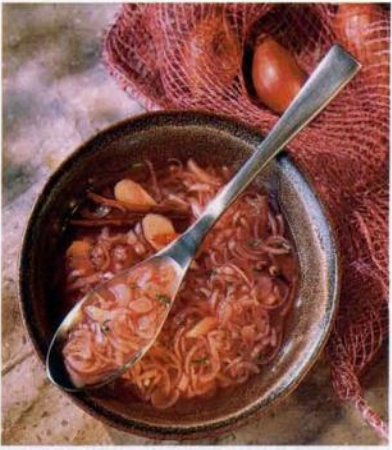
(2.1) التفاعلات الحمضية القاعدية:

التفاعل الحمضي القاعدي هو تفاعل بين مزدوجتين حمض قاعدة, بحيث يتفاعل حمض ينتمي إلى مزدوجة أولى مع قاعدة تنتمي إلى مزدوجة ثانية.

مثال: كتابة معادلة التفاعل بين حمض الإيتانويك CH_3COOH و الأمونياك NH_3 :



Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens : leurs mandibules, qui immobilisent l'ennemi, et la projection d'acide formique qui provoque des brûlures. L'acide formique, ou acide méthanoïque, HCO_2H



Doc. 10 L'acide éthanique ou acétique est responsable de la saveur acide du vinaigre.

تطبيق 1:

أكتب معادلة التفاعل الحمضي القاعدي:

(أ) بين حمض الكلوريديك HCl والماء H_2O .

(ب) بين حمض الميتانويك HCO_2H والماء H_2O .

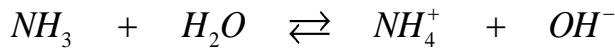
(ج) بين حمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$ والأمونياك NH_3 .

(د) بين حمض الإيتانويك CH_3CO_2H وأيون الهيدروكسيد OH^- .

(هـ) بين حمض السليسليك $C_7H_6O_3$ والماء H_2O .

أجوبة:

تطبيق 2:



نعتبر تفاعل حمض-قاعدة ذو المعادلة التالية:

حدد المزدوجتين حمض قاعدة المتداخلتين في هذا التفاعل.

أجوبة:

2.2) قياس pH محلول مائي:



نقيس pH محلول مائي

ملحوظة:

3) النحوائت الكلية والنحوائت المحدودة: Les transformation totales et

Les transformation limitee

1.3) التحول الكلي:

نشاط:

عند إدابة كمية مادة $n=3.8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ من غاز كلورو الهيدروجين HCl في حجم $V=100\text{mL}$ من الماء المقطر, نحصل على محلول حمض كلوريدريك (C). بواسطة جاز pHmetre نقيس pH هذا المحلول فنجد $\text{pH}=1.42$.

1. ما الإحتياجات اللازم إيتاخذها للقياس بواسطة pHmetre.
2. أحسب تركيز المحلول C.
3. أكتب معادلة التفاعل الحاصل.
4. أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل باستعمال المقادير التركيز C الحجم V و تقدم التفاعل x والتقدم النهائي x_f والتقدم الأقصى x_m .
5. أحسب التقدم الأقصى x_m .
6. أحسب تقدم التفاعل x_f . قارن x_m و x_f , مادل تستنتج؟

أجوبة:

خلاصة:

التحول الكلي



بالنسبة للتحول الكلي تكتب معادل التفاعل بسهم واحد:

(2.3) التحول المحدود:

نشاط:

نصب قليلا من الماء في حوجلة ونضيف إليه 2mL من حمض الإيتانويك CH_3CO_2H ثم نملأ الحوجلة بالماء المقطر إلى أن نحصل على حجة $V=1L$ من محلول حمض الإيتانويك تركيزه C . نقيس pH هذا المحلول فنجد $pH=3.10$

نعطى: الكتلة الحجمية لحمض الإيتانويك $\rho=1.05 g / mL$

الكتلة المولية لحمض الإيتانويك $M(CH_3CO_2H)=60 g / mol$

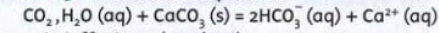
1. أكتب معادلة التفاعل الحاصل.
2. أحسب كمية المادة البدئية لحمض الإيتانويك ثم استنتج التركيز C للمحلول.
3. أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
4. أحسب قيمة التقدم الأقصى x_m وقيمة التقدم عند الحالة النهائية x_f . ماذا تستنتج؟

أجوبة:

خلاصة:



Doc. 13 La réaction d'équation :



peut s'effectuer dans les deux sens.

Son évolution dans le sens direct explique la formation des grottes dans les roches calcaires, alors que l'évolution dans le sens inverse explique la formation des stalactites et stalagmites, concrétions calcaires.

التفاعل المحدود أو الجزئي

بالنسبة للتفاعل المحدود تكتب معادلة التفاعل

بسهمين:



التفاعل وفق المنحى المباشر (1)

التفاعل وفق المنحى المعاكس (2)

بالنسبة للتفاعل المحدود نسمى الحالة النهائية حالة التوازن,

$$x_{eq} = x_f$$

في حالة التوازن نرمز لتقدم التفاعل ب x_{eq} . لدينا إذن :

3.3 نسبة التقدم النهائي للتفاعل. Taux d'avancement final

نرمز لنسبة التقدم النهائي للتفاعل ب τ

$$\tau = \frac{x_f}{x_m}$$

ملحوظة:

إذا كان $\tau = 1$

إذا كان $\tau < 1$

يمكن أن نعبر على τ بالنسبة المئوية: $\tau = \frac{x_f}{x_m} \cdot 100\%$

تطبيق: أحسب نسبة التقدم النهائي بالنسبة لتفاعل النشاط السابق.

أجوبة:

ملحوظة:

نجد أن النسبة المئوية ل τ هي 2.26%

تمرين:

نديب كتلة $m=1.48g$ من حمض البروبانويك $C_2H_5CO_2H$ فى الماء المقطر فنحصل على محلول مائى تركيزه C وحجمه $V=400mL$. نعطى الكتلة المولية: $M(C_2H_5CO_2H)= 94g$.

1. أحسب كمية المادة البدنية لحمض البروبانويك ثم استنتج التركيز C للمحلول المائى.
2. أكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل.
3. أنشئ الجدول الوصفى للتفاعل.

$$\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$

4. بين أن نسبة التقدم النهائى للتفاعل تكتب كالتالى:

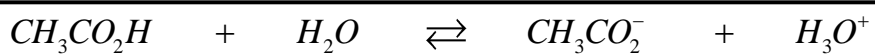
5. أحسب قيمة τ . نعطى pH المحلول: $pH=3.1$. هل هذا التفاعل كلى أم جزئى؟

أجوبة:

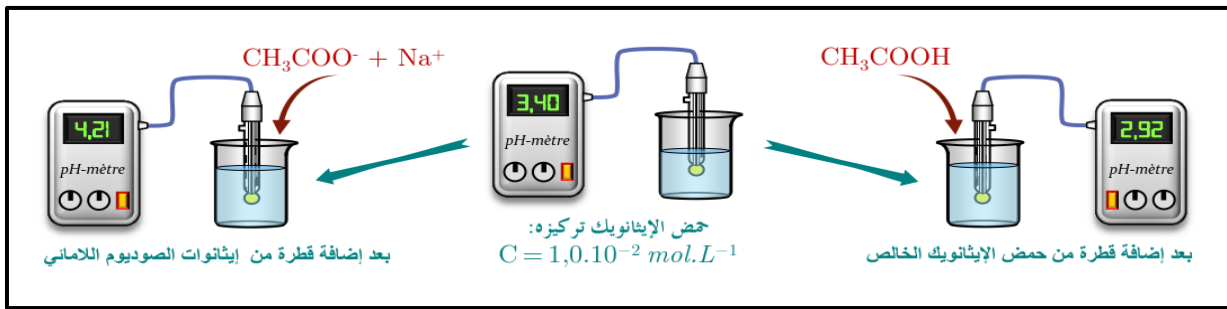
4) مندى نظور مجموعة كيميائية فى حالة التوازن: Sens d evolution d un système chimique

نشاط تجريبى:

نعتبر مثلا التفاعل دو المعادلة التالية:



حيث توجد المجموعة فى حالة توازن.



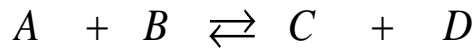
تفسير:

• عندما نضيف كمية من CH₃CO₂H

• عندما نضيف كمية من CH₃CO₂⁻

• عندما نزيل كمية من الماء H₂O (بالتبخير مثلا)

5) كيف نفسر ميكروسكوبيا حالة التوازن؟ Comment expliquer microscopiquement l'état d'équilibre



نعتبر النفاعل المحدود دو المعادلة التالية:

نرمز لسرعة التفاعل المباشر ب v_1 ولسرعة التفاعل المعاكس ب v_2 .

نحصل على الحالة النهائية أو حالة التوازن.

عندما نحصل على: $v_1 = v_2$

الكيمياء

4

الأستاذ: عبد الحق صومادي

حالة نوازن مجموعة كيميائية



من أجل الحصول على غلة جيدة يجب ضبط قيمة pH
الأرض مع الزراعة المختارة

L etat d equilibre
d un systeme chimique

تصميم الدرس:

- خارج التفاعل:

تعريفه - خارج التفاعل بدلالة تقدم التفاعل

- ثابتة التوازن:

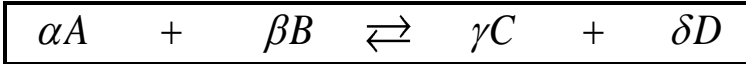
تعريفه - تعبير ثابتة التوازن بدلالة المولية

- العوامل التي تؤثر على نسبة التقدم النهائي للتفاعل

Quotion de reaction

(1) خارج التفاعل

(1.1) تعريف:



نعتبر التفاعل المحدود دو المعادلة التالية:

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: معاملات التناسب.

نعرف خارج التفاعل والذى نرسم له ب Q_r في لحظة t بالعلاقة التالية:

$$Q_r = \frac{[C]^\gamma [D]^\delta}{[A]^\alpha [B]^\beta}$$

$[A], [B], [C], [D]$: تساوى في اللحظة t تراكيز الأنواع

الكيميائية A و B و C و D.

ملحوظة 1: خارج التفاعل Q_r

ملحوظة 2:

ملحوظة 3:

$$Q_r' = \frac{[A]^\alpha [B]^\beta}{[C]^\gamma [D]^\delta}$$

ملحوظة 4: نعرف أيضا خارج التفاعل وفق المنحى المعاكس Q_r' كالتالى:

بصفة عامة: يساوى خارج التفاعل وفق المنحى المباشر Q_r مقلوب خارج التفاعل وفق المنحى المعاكس Q_r' :

$$Q_r' = \frac{1}{Q_r}$$

تطبيق:

اعط تعبير خارج التفاعل Q_r بالنسبة للتفاعلات دات المعادلات التالية:

2.1) خارج التفاعل بدلالة تقدم التفاعل:

نشاط:

نديب كمية مادة تساوى 0.1 mol من حمض الإيتانويك CH_3CO_2H في حجم $V=1L$ من الماء.

1. أكتب معادلة التفاعل الحاصل.
2. أنجز الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
3. استنتج أن تعبير خارج التفاعل عند لحظة t بدلالة x تقدم التفاعل وحجم المحلول V يكتب كالتالى:

$$K = \frac{x_{eq}^2}{V(CV - x_{eq})}$$

4. أحسب خارج التفاعل.
أ) عند اللحظة $t=0$: Q_{ri}
ب) عند لحظة t حيث تقدم التفاعل هو $x=2.10^{-5}$ mol : Q_r
ج) عند حالة التوازن حيث تقدم التفاعل : $x_{eq}=4.10^{-3}$ mol : Q_{req}

أجوبة:

ملحوظة: قيمة خارج التفاعل عند حالة التوازن تسمى ثابتة التوازن ونرمز لها بـ K أو Q_{req}

constante d equilibre (2) ثابتة التوازن:

1.2 تعريف:

ثابتة التوازن هي ونرمز لها بـ أو

إذا كان خارج التفاعل Q_r يتعلق بحالات التفاعل فإن ثابتة التوازن K لا تتعلق إلا بدرجة الحرارة.

ملحوظة:

أمثلة: ثابتة التوازن لبعض الأحماض:

ثابتة توازنه K	صيغته	إسم الحمض
$K=1.8 \cdot 10^{-4}$	HCO_2H	حمض الميثانويك
$K=1.8 \cdot 10^{-5}$	CH_3CO_2H	حمض الإيتانويك
$K=6.3 \cdot 10^{-5}$	$C_6H_5CO_2H$	حمض البنزويك

2.2) تعبير ثابتة التوازن بدلالة الموصلية :

نشاط:

نتوفر على محلول مائي لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$ حجمه $V=200\text{mL}$ وتركيزه هو: $C=5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.
عند 25°C وعند حالة التوازن نقيس موصلية هذا المحلول فنجد: $\sigma=2.0310^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.

1. أكتب معادلة دو بيان لحمض البنزويك في الماء.
2. أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.

3. بين أن عند حالة التوازن لدينا العلاقة:

$$x_{eq} = \frac{\sigma V}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_2H_5CO_2^-}}$$

أحسب قيمة x_{eq} .

4. توصل إلى أن تعبير ثابتة التوازن K هو:

$$K = \frac{x_{eq}^2}{V(CV - x_{eq})}$$

نعطى الموصليات المولية الأيونية:

$$\lambda_{H_3O^+} = 3510^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{C_2H_5CO_2^-} = 3.2410^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

أجوبة:

3) العوامل التي تؤثر على نسبة التقدم النهائي للتفاعل: Les facteurs qui influencent le taux d'avancement final de la reaction

$$\tau = \frac{x_f}{x_m}$$

لدينا : تعبير نسبة التقدم النهائي للتفاعل:

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_m}$$

بالنسبة لتفاعل محدود لدينا : $x_{eq} = x_f$ وبالتالي

لدينا التقدم الأقصى x_m يتعلق بالتركيز البدئي للمتفاعلات والتقدم عند حالة التوازن x_{eq} يتعلق بتابطة التوازن K. وبالتالي نسبة التقدم النهائي τ تتعلق بالتركيز البدئية للمتفاعلات وتابطة التوازن.

تمرين:

نديب كتلة m لحمض الميثانويك HCOOH في حجم V=100 mL من الماء المقطر فنحصل على محلول مائي S لحمض الميثانويك تركيزه C=0.01 mol/L. أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة pH=2.9. نعطي: M(HCOOH)=46 g/mol

1. أحسب الكتلة m

التحولات المقرونة

بالتفاعلات حمض قاعدية



Le pH de l'eau d'un aquarium doit être maintenu entre 6.5 et 7.5

Transformations associées
aux réactions acido-basiques



pour contrôler le pH on utilise un indicateur coloré

تصميم الدرس:

المحلول المائي:



التحلل البروتوني الذاتي للماء - الجداء الأيوني للماء - المحلول الحمضي والمحلل القاعدي والمحلل المحايد - تقنية التخفيف.

الناتج الحمضي



تعريفه - العلاقة بين pH و pK_a - مجالات الميمنة لمزدوجة حمض-قاعدة

سلوك الأحماض والقواعد



توزيع الأنواع الحمضية والقاعدية في محلول مائي



ثابت التوازن المقرون بتفاعل محض قاعدة



الكولوف الملونة



تعريفه - مجال ميمنة لون الحمض و لون القاعدة - بعض الصاهاههه الملونة ومميزاتها

المعايرة الحمضية القاعدية:



الغاية من المعايرة - تفاعل المعايرة - التكافؤ الحمضي القاعدي - معايرة حمض بقاعدة

طرق تحديد نقطة التكافؤ



تطبيق



La solution aqueuse

(1) المحول المائى:

1.1 التحلل البروتونى الداتى للماء: L autoprotolyse de L eau

عندما نقيس pH الماء الخالص نجد $pH=7$ أى أن تركيز أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في الماء هى:

$$[H_3O^+] = 10^{-7} \text{ mol / L}$$

مصدر وجود هذه الأيونات في الماء هو التفاعل دو المعادلة التالية والدى يسمى التحلل البروتونى الداتى للماء:

ملحوظة:

← التحلل البروتونى الداتى للماء

← التحلل البروتونى الداتى للماء

← المزدوجتان المتدخلتان فهذا التفاعل هما

2.1 الجداء الأيونى للماء: Produit ionique de L eau

تابة التوازن للتحلل البروتونى الداتى للماء تسمى الجداء الأيونى للماء نرمز لها ب K_e . ويكتب تعبيرها كالتالى:

.....

.....

.....

.....

.....

$$K_e = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

ملحوظة:

$$K_e =$$

عند $25^\circ C$: لدينا

← الجداء الأيونى للماء K_e

$$K_e =$$

أو

$$pK_e =$$

← تعريف أيضا pK_e :

$$pK_e = 14$$

أى:

$$pK_e =$$

عند 25°C لدينا

تطبيق:

عند 25°C نقيس pH محلول مائي لحمض الإيتانويك فنجد: pH=3.4. أحسب تركيز أيون الأوكسونيوم H_3O^+ و

استنتج تركيز أيون الهيدروكسيد OH^- . نعطى الجداء الأيوني للماء: $pK_e = 14$

أجوبة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$[OH^-] = 10^{pH - pK_e}$$

ملحوظة: نحصل إن على الصيغة التالية:

(3.1) المحلول الحمضي والمحلل القاعدي والمحلل المحايد:

☞ يكون المحلول محايدا إذا كان:

$$pH = \frac{pK_e}{2}$$

بين أنه في هذه الحالة يكون:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

عند 25°C لدينا: $pK_e = 14$ وبالتالي: $pH = 14/2 = 7$.

☞ يكون المحلول حمضيا إذا كان:

نتوصل بنفس الطريقة إلى أن في هذه الحالة: عند 25°C : لدينا $pH < 7$ $pH < \frac{pK_e}{2}$

يكون المحلول قاعديا إذا كان:

نتوصل بنفس الطريقة إلى أن في هذه الحالة: عند 25°C : لدينا $pH > 7$ $pH > \frac{pK_e}{2}$

4.1 تقنية التخفيف: Technique de Dilution

(أ) تعريف:

التخفيف هي العملية التي تؤدي إلى انخفاض تركيز محلول وتتم بإضافة حجم V_e من الماء.

(ب) الأدوات المخبرية اللازمة لإنجاز عملية التخفيف:

لإنجاز عملية التخفيف في المختبر نستعمل الأدوات التالية:

حجلة معيارية

كأس

ماصة

(ج) علاقة التخفيف:

نقوم بتخفيف محلول مركز حجمه V_i وتركيزه C_i وكمية مادته n_i بإضافة حجما V_e من الماء حيث نحصل في الأخير على محلول مخفف حجمه V_f وتركيزه C_f وكمية مادته n_f .

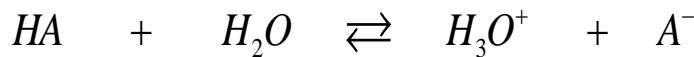
اثناء عملية التخفيف يتناقص التركيز ويزداد الحجم وتبقى كمية المادة ثابتة:

تسمى هذه العلاقة علاقة التخفيف $n_f = n_i \leftrightarrow C_f V_f = C_i V_i$

2) الثابتة الحمضية: La constante d acidite

(1.2) تعريف:

نعتبر تفاعل دوبان حمض HA في الماء حيث معادلته الكيميائية تكتب على الشكل التالي:



ثابتة التوازن لهذا التفاعل تسمى الثابتة الحمضية ونرمز لها بـ K_a . يكتب تعبيرها كالتالي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

لأن: $[H_2O]=1$

📖 K_a لا تتعلق إلا بدرجة الحرارة.

📖 بصفة عامة بالنسبة للمزدوجة حمض-قاعدة A/B تكتب صيغة الثابتة الحمضية كالتالي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [B]}{[A]}$$

$$pK_a = \Leftrightarrow K_a =$$

📖 نعرف أيضا pK_a :

أمثلة ل pK_a لبعض المزدوجات حمض قاعدة:

pK_a	
33	NH_3/NH_2^-
15,9	$C_2H_5OH/C_2H_5O^-$
10,7	$CH_3NH_2/CH_3NH_3^+$
9,20	NH_4^+/NH_3
7,50	$HClO/ClO^-$
4,75	$CH_3CO_2H/CH_3CO_2^-$
4,20	$C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-$
3,75	HCO_2H/HCO_2^-
3,30	HNO_2/NO_2^-
2,80	$CH_2ClCO_2H/CH_2ClCO_2^-$
-1,8	HNO_3/NO_3^-
-4,1	HBr/Br^-
-6,3	HCl/Cl^-

Doc. 8 Quelques valeurs de pK_a à 25 °C.

تمرين:

نديب قرصا لحمض الأستيل سليسيليك دو الصيغة التالية $C_9H_8O_4$ كتلته $m=500mg$ في الماء, فنحصل على محلول حجمه $V=150mL$ وله: $pH=2.6$.

نعطى: $M(C_9H_8O_4)=180g/mol$

1. أحسب تركيز المحلول C.

2. أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل. واكتب معادلة التفاعل الحاصل

3. احسب K_a .

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$$

بين أن تعبير الثابتة الحمضية لهذه المزدوجة تكتب كالتالي:

اجوبة:

2.2 العلاقة بين pH و pK_a.

نعتبر المزدوجة حمض-قاعدة A/B.

$$K_a = \text{—————}$$

✓ اعط تعبير ثابتة التوازن K_a لهذه المزدوجة:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A]}{[B]}$$

✓ إستنتج العلاقة التالية والتي تسمى العلاقة بين pK_a و pH

3.2) مجالات الهيمنة للمزدوجة حمض-قاعدة. Domaine de predominance d un couple acide base

نعتبر المزدوجة حمض-قاعدة A/B.

$$pH = pK_a + \log \frac{[A]}{[B]} \quad \text{العلاقة بين } pH \text{ و } pK_a$$

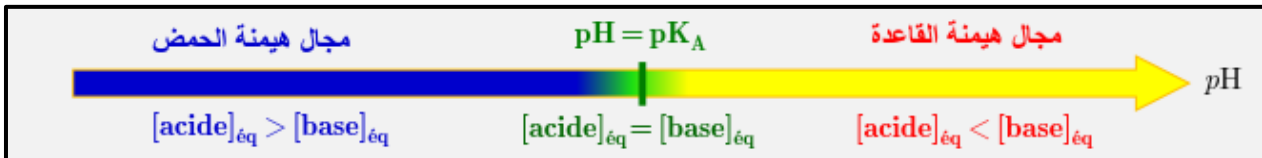
إنطلاقاً من هذه العلاقة يمكن استنتاج 3 مجالات:

← إذا كان: $pH = pK_a$: لدينا

← إذا كان: $pH > pK_a$: لدينا

← إذا كان: $pH < pK_a$: لدينا

يمكن تلخيص مجالات هيمنة حمض قاعدة كالتالي:



تطبيق:

نعتبر المزدوجة حمض-قاعدة التالية HCO_2H / HCO_2^- حيث ثابتها الحمضية هي $K_a = 1.8 \cdot 10^{-4}$.

1. أكتب معادلة دويان حمض الميتانويك في الماء
2. حدد مجالات هيمنة حمض قاعدة بالنسبة لهذه المزدوجة.

الأجوبة:

Exercice.

L'acide acétylsalicylique, ou aspirine $C_9H_8O_4$, noté HA, est l'acide conjugué de l'ion acétylsalicylate, $C_9H_7O_4^-$ noté A^- . Le pK_A de ce couple vaut 3,5 à 37 °C. À cette température, le pH est égal à environ 1,5 dans l'estomac, 6,0 au niveau du duodénum et 7,4 dans le sang.

1. Quelle est l'espèce prédominante du couple HA / A^- dans l'estomac, dans le duodénum et dans le sang ?
2. Exprimer, puis calculer le rapport $[A^-]/[HA]$ dans l'estomac.

النحولات المقرونة بالنتفاعلات حمض - قاعدة في محلول مائى (الجزء الثانى)

Comportement des acides et des bases (1) سلوك الأحماض والقواعد:

1.1 سلوك الأحماض فى محلول مائى:

نشاط 1: نعتبر محلولين (S₁) و (S₂) لحمض HA₁ ولحمض HA₂ لهما نفس التركيز C=0.01mol/L عند 25°C.

- ✓ (S₁) محلول حمض الإيتانويك CH₃COOH له: pK_{A1}=4.8 .
 - ✓ (S₂) محلول حمض الميتانويك HCOOH له: pK_{A2} =3.8 .
 - ✓ نقيس pH هذين المحلولين فنجد على التوالى pH₁=3.4 و pH₂=2.6 .
 - (1) أكتب معادلة تفاعل حمض HA بصفة عامة مع الماء، وانشء الجدول الوصفى لهذا التفاعل.
 - (2) أحسب نسبة التقدم النهائى τ فى كل محلول. إستنتج الحمض الذى يتفكك أكثر فى الماء؟
- أجوبة:**

خلاصة: بالنسبة لأحماض لهم نفس التركيز ، كلما كان pH المحلول ، تكون نسبة التقدم النهائى τ للتفاعل

1.2 سلوك القواعد فى محلول مائى:

نشاط 2: نعتبر محلولين (S₁) و (S₂) لقاعدتين B₁ و B₂ لهما نفس التركيز C=0.01mol/L عند 25°C. نعطى: pK_e=14

- ✓ (S₁) محلول الأمونياك NH₃ له: pK_{A1}=9.2 .
- ✓ (S₂) محلول مثيل أمين CH₃NH₂ له: pK_{A2}=10.7 .
- ✓ نقيس pH هذين المحلولين فنجد على التوالى pH₁=10.6 و pH₂=11.4 .

- (1) أكتب معادلة تفاعل قاعدة B بصفة عامة مع الماء، وانشء الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
 (2) أحسب نسبة التقدم النهائي τ في كل محلول. إستنتج القاعد التي لها قابلية أكبر على إكتساب البروتون؟

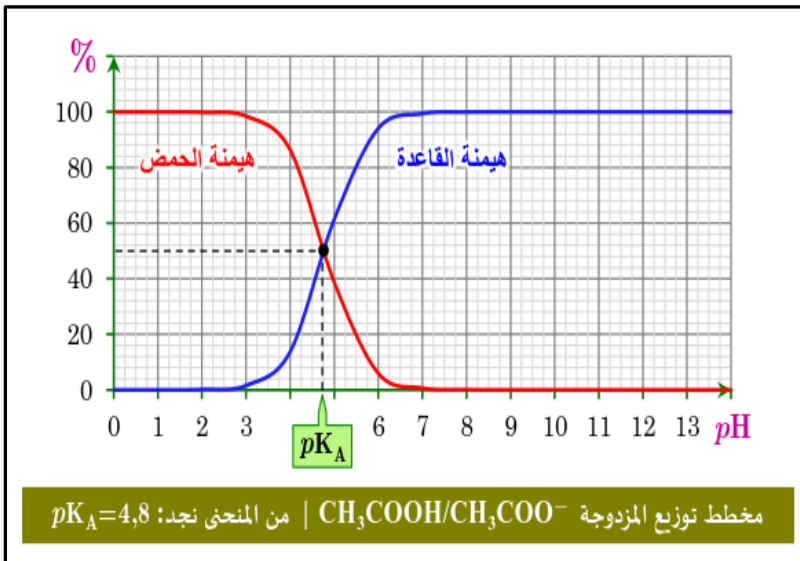
أجوبة:

خلاصة: بالنسبة لقواعد لهم نفس التركيز ، كلما كان pH المحلول ، تكون نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل أى تزداد قابلية إكتساب البروتون.

(2) مخطط توزيع الأنواع الحمضية والقاعدية في محلول مائى.

Diagramme de distribution des especes acide et base en solution aqueuse

مخطط توزيع الحمض والقاعدة المرافقة لمزدوجة AH/A^- هو المنحنيين الممثلين لتغيرات النسبتين المئويتين للشكلين الحمضى HA والقاعدى A^- للمزدوجة بدلال pH (الشكل 1).



✓ النسبة المئوية للحمض في المحلول هو المقدار

$$p(HA) = \frac{[HA] \cdot 100}{[HA] + [A^-]}$$

✓ النسبة المئوية للقاعدة في المحلول هو

$$p(A^-) = \frac{[A^-] \cdot 100}{[HA] + [A^-]}$$

بين أن عند تقاطع المنحنيين ، يكون:

$$pH = pK_A$$

3) ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل حمض قاعدة: K Constante d'equilibre associee a une reaction acide base

نعتبر التفاعل بين حمض HA_1 ينتمي للمزدوجة HA_1/A_1^- ثابتة حمضيتها هي pK_{A1} وقاعد A_2^- تنتمي للمزدوجة HA_2/A_2^- ثابتة حمضيتها هي pK_{A2} .

معادلة هذا التفاعل هي:

✓ تعبير الثابتة الحمضية للمزدوجة HA_1/A_1^- :

✓ تعبير الثابتة الحمضية للمزدوجة HA_2/A_2^- :

✓ ثابتة التوازن الموافقة لمعادلة التفاعل هي:

توصل إلى أن:

$$K = \frac{K_{A_1}}{K_{A_2}} = 10^{pK_{A_2} - pK_{A_1}}$$

$$K = \frac{K_A(\text{الحمض المتفاعل})}{K_A(\text{الحمض الناتج})}$$

بصفة عامة: ثابتة التوازن لتفاعل حمضى قاعدى هى:

ملحوظة: يكون التحول كليا إذا كان: $K \geq 10^4$

تطبيق 1: الثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ هى $\text{pK}_1=3.75$ والثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ هى $\text{pK}_2=9.20$.

- 1) أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك HCOOH و الأمونياك NH_3 .
- 2) أحسب ثابتة التوازن K لهذا التفاعل. هل التحول المدروس كلى أم محدود؟
أجوبة:

تطبيق 2: الثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{CH}_3\text{NH}_3^+/\text{CH}_3\text{NH}_2$ هى $\text{pK}_{A1}=10.7$ والجداء الأيونى للماء $\text{pK}_e=14$

- 1) أكتب معادلة تفاعل مثيل أمين CH_3NH_2 و الماء H_2O .
- 2) أحسب ثابتة التوازن K لهذا التفاعل. هل التحول المدروس كلى أم محدود؟
أجوبة:

4) الكواشف الملونة: Les indicateurs Colores

1.4 تعريف:

الكاشف الملون مزدوجة حمضية-قاعدية نرمل لها بـ HInd/Ind^- بحيث يكون للشكلين الحمضي HInd القاعدي Ind^- لونان مختلفان في محلول مائي.

ثابتة الحمضية لكاشف ملون نرمل لها بـ $K_{A,\text{Ind}}$ ونعبر عنها بـ
$$K_{A,\text{Ind}} = \frac{[\text{Ind}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HInd}]}$$

2.4 مجال هيمنة لون الحمض و لون القاعدة:

على سلم pH تمثل مجالات الهيمنة للصيغة الحمضية والقاعدية للكاشف الملون.



منطقة انعطاف الكاشف الملون : هي المنطقة التي يغير فيها الكاشف الملون لونه من لون الصيغة القاعدية الى لون الصيغة الحمضية او العكس.

$$pK_{A,\text{Ind}} - 1 < \text{pH} < pK_{A,\text{Ind}} + 1$$

في هذه الحالة يأخذ الكاشف الملون لون وسطيا بين لوني الحمض و القاعدة يسمى لونية حساسة.

3.4 بعض الكواشف الملونة ومميزاتها:

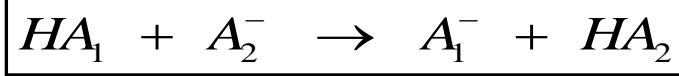
لون الشكل الحمضي	منطقة الانعطاف	لون الشكل القاعدي	الكاشف الملون
أحمر	1,2 - 2,8	أصفر	أزرق الميتاكريوزيل
أحمر	3,1 - 4,4	أصفر	الهيلانثين
أصفر	3,8 - 5,4	أزرق	أخضر البروموكريزول
أصفر	4,8 - 6,4	أحمر	أحمر الكلورفينول

1- الغاية من المعايرة :

الغاية من المعايرة هي
 يسمى باعتماد بين هذا النوع ونوع كيميائي آخر دو تركيز
 معروف يسمى

2- تفاعل المعايرة :

أثناء معايرة حمض HA_1 (المعاير) بقاعدة A_2^- (المعاير) يحدث تفاعل بين هذين النوعين يسمى
 تكتب معادلته كالتالي:



ملحوظة: مميزات تفاعل المعايرة:

- ✓ تفاعل كلي.
- ✓ تفاعل سريع.
- ✓ تفاعل إنتقائي: يتفاعل النوع المعاير مع النوع المعاير.

3- التكافؤ الحمضي القاعدي: Equivalence acido-basique

التكافؤ هي لحظة من المعايرة تنعدم فيها كمية مادة المحلول الحمضي دو التركيز C_A والحجم V_A والمحلول القاعدي دو التركيز C_B .
 نرمل للحجم المضاف عند التكافؤ ب V_{BE} أو V_E في حالة معايرة حمض بقاعدة وب V_{AE} أو V_E في حالة معايرة قاعدة ب حمض.

عند نقطة تكافؤ معايرة حمض بقاعدة تتحقق العلاقة الهامة التالية والتي تسمى
 علاقة التكافؤ:

عند نقطة تكافؤ معايرة قاعدة ب حمض تتحقق العلاقة الهامة التالية والتي تسمى علاقة التكافؤ:

4- معايرة حمض بقلادة:

نشاط:

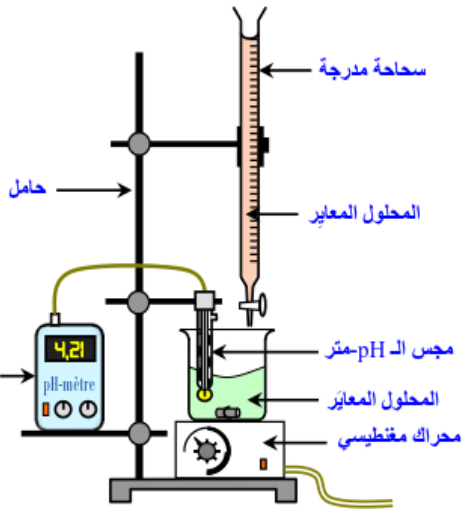
في كأس يحتوى على حجم من محلول حمض الإيتانويك $V_a=20\text{mL}$ دى التركيز C_a مجهول نصب تدريجيا بواسطة سحاحة مدرجة

محلولاً مائياً لهيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+.\text{OH}^-)$ دى التركيز $C_b=0.02\text{mol/L}$. نقيس قيمة pH الخليط عند كل إضافة وذلك بعد تحريك الخليط لجعله متجانساً. ندون القيم المحصل عليها فى جدول القياسات.

$$pK_A(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)=4.5$$

$$pK_e=14 \quad \text{الجداء الأيونى للماء:}$$

تبيانة التركيب التجريبي لإنجاز معايرة حمضية-قاعدية بقياس pH



1) أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2) أحسب ثابتة التوازن لتفاعل المعايرة ثم استنتج.

3) منحنى المعايرة:

نمثل تغيرات pH بدلالة الحجم المضاف V_b فنحصل على المنحنى (الشكل 1) جانبه: $pH=f(V_b)$ أوصف المنحنى المحصل عليه.

يتكون المنحنى من ثلاثة أجزاء

✓ الجزء AB:

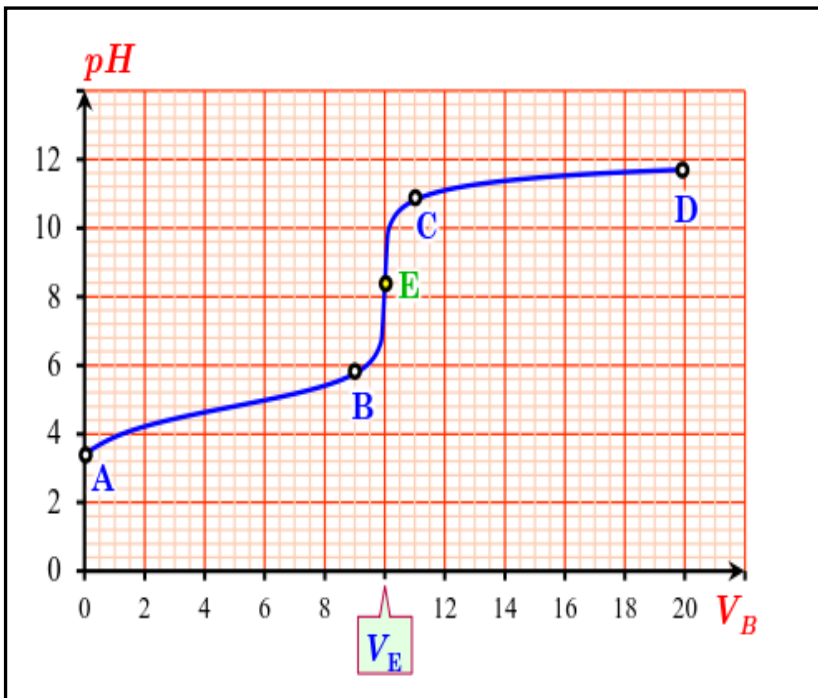
.....

.....

.....

.....

.....



✓ جزء BC:

.....
.....
.....

✓ الجزء CD:

.....
.....
.....

4) حددا المتفاعل المحد لتفاعل المعايرة قبل ثم بعد التكافؤ؟

قبل التكافؤ: $V_b < V_e$:

.....
.....
.....

بعد التكافؤ: $V_b > V_e$:

.....
.....
.....

5) باستعمال المنحنى حدد قيمة pH الخليط عند إضافة الحجم $V_b = 5 \text{ mL}$.

.....
.....

6) إستنتج تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- المتبقية في الكأس ثم أحسب كمية مادتها .

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7) أتمم الجدول الوصفي التالي ثم حدد نسبة التقدم النهائي T لتفاعل المعايرة بالنسبة لـ $V_b=5\text{mL}$ وإستنتج .

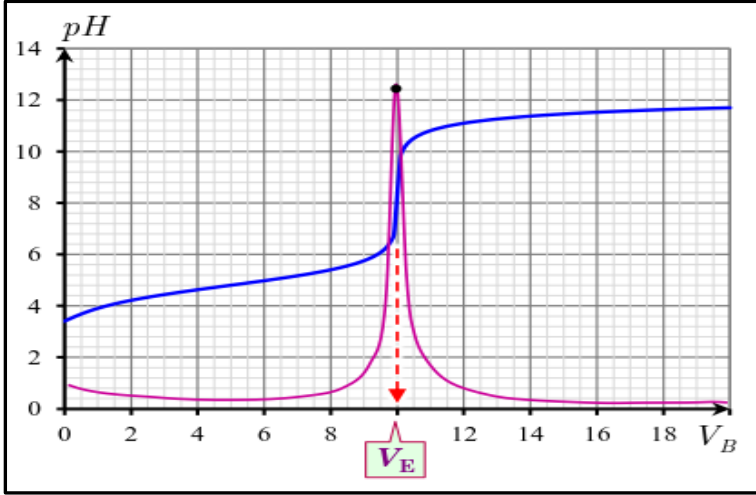
معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
الحالة البدئية	0	$C_A V_A$	$C_B V_B$	0	بوفرة
الحالة النهائية	x_f				بوفرة

6) طرق تحديد نقطة التكافؤ :

1.6) طريقة المماسات :

- ✓ نخط مماسين T_1 و T_2 للمنحنى $\text{pH}=\text{f}(V_b)$ متوازيين من جهتي نقطة التكافؤ E ثم نرسم المستقيم T وسيط المماسين والموازي لهما.
- ✓ المستقيم T يقطع المنحنى $\text{pH}=\text{f}(V_b)$ في نقطة التكافؤ E أفصولها V_E وأرتوبها pH_E .
- إعتماد على المنحنى (الشكل 1) أوجد إحداثيتي نقطة التكافؤ ، و إستنتج التركيز C_A للحمض.

(2.6) طريقة الدالة المشتقة dpH/dV_b :



لتحديد نقطة التكافؤ يمكن أيضا بواسطة برنامج خط المنحني مشتقة الدالة $pH=f(V_b)$ بالنسبة للحجم V_b .

عند الأفضول V_E تكون الدالة المشتقة قصوية عند معايرة الحمض وذنوية عند معايرة القاعدة.

من المنحني (الشكل) جانيه، حدد قيمة V_E واستنتج pH_E .

(3.6) استعمال كاشف ملون (المعايرة الملوانية) :

أثناء المعايرة الملوانية يتم تحديد حجم النكافؤ V_E باستعمال كاشف ملون مناسب نضيفه إلى المحلول المعايير في بداية التجربة. عند التكافؤ يتغير لون الكاشف الملون مما يمكن من تحديد نقطة التكافؤ.

ملحوظة هامة: يكون الكاشف الملون مناسباً لإنجاز معايرة حمضية قاعدية إذا كانت منطقة إنعطافه تحتوى على قيمة pH_E .

لون الكاشف الملون	لون الشكل القاعدي	منطقة الإنعطاف	لون الشكل الحمضي
أحمر الميتاكريزول	أصفر	1,2 – 2,8	أحمر
البيلياتين	أصفر	3,1 – 4,4	أحمر
أخضر البروموكريزول	أزرق	3,8 – 5,4	أصفر
أحمر الكلوروفينول	أحمر	4,8 – 6,4	أصفر
أحمر البروموفينول	أحمر	5,2 – 6,8	أصفر
أزرق البروموتيمول	أزرق	6,0 – 7,6	أصفر
أحمر محايد	أصفر	6,8 – 8,0	أحمر
أحمر الكريزول	أحمر	7,2 – 8,8	أصفر

بالنسبة لمعايرة حمض الإيتانويك بهيدروكسيد الصوديوم (النشاط السابق). وباستعانتك بالجدول جانبه حدد الكاشف الملون الملائم لهذه المعايرة؟ علل جوابك.

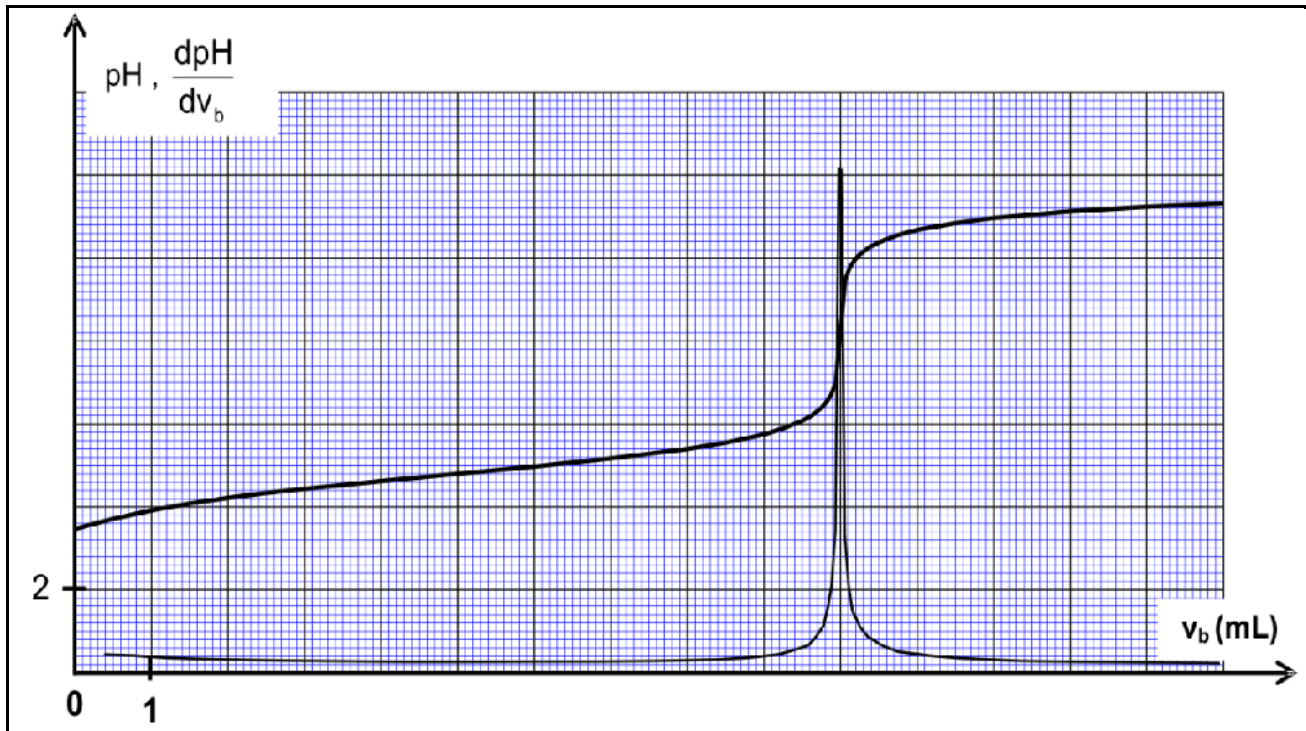
التمرين الأول:

نعطى: ثابتة الحمضية لحمض الإيثانويك: $pK_A(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)=4,8$

لتحديد تركيز محلول الإيثانويك، نعايره باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم ($\text{Na}^+(\text{aq})+\text{HO}^-(\text{aq})$) تركيزه $C_b=1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

نأخذ الحجم $V_a=10\text{mL}$ من المحلول (S_a) لحمض الإيثانويك ذي التركيز C_a ونضيف إليه تدريجيا الحجم V_b من المحلول (S_b) لهيدروكسيد الصوديوم، ثم نقيس pH الخليط التفاعلي.

يمثل الشكل أسفله المنحنيين $\text{pH}=f(V_b)$ و $\frac{dpH}{dV_b} = f(V_b)$ لهذه المعايرة.



(1) أرسم على ورقة التحرير تبيانة التركيب التجريبي الذي يمكن من إنجاز المعايرة حمض- قاعدة بواسطة قياس pH مبينا أسماء الأدوات المستعملة والمحلولين.

(2) أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل أثناء المعايرة وأذكر خصائصه.

(3) أوجد التركيز C_a لحمض الإيثانويك.

(4) أحسب النسبة $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{éq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{éq}}}$ عندما يكون للخليط $\text{pH}=7$. وإستنتج النوع الكيميائي المهيمن CH_3OOH أو CH_3COO^- .

(5) أوجد، مستعينا بمنحنى المعايرة، الحجم V_b الذي يجب إضافته للخليط التفاعلي لكي يكون الخارج.

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{éq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{éq}}} = 1$$

التمرين الثاني:

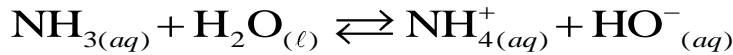
- ✓ تمت جميع القياسات عند 25°C .
- ✓ الجداء الأيوني للماء $K_e=10^{-14}$.
- ✓ ثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})=9,2$: $\text{pK}_A(\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq}))=9,2$.
- ✓ جدول مناطق انعطاف بعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	الهلياتين	أحمر الكلوروفينول	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين
منطقة الانعطاف	3,1-4,4	5,2-6,8	6-7,6	8,2-10

دراسة المحلول المائي للأمونياك:

نعتبر محلولاً (S_B) للأمونياك حجمه V وتركيزه $C_B=2.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$. أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $\text{pH}=10,75$.

ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين الأمونياك والماء بالمعادلة الكيميائية التالية:



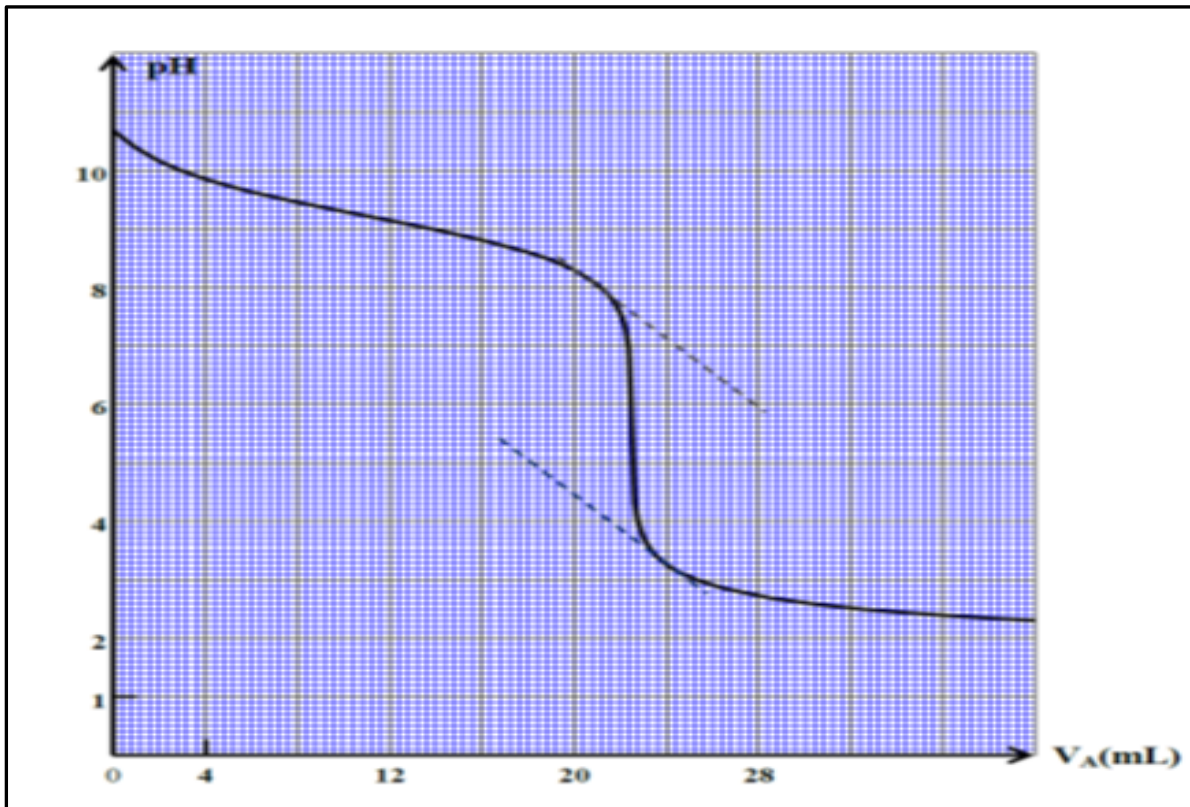
- 1.1 - حدد نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟
- 1.2 - عبر عن تعبير خارج التفاعل $Q_r; \text{éq}$ عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة C_B و τ . أحسب قيمته.

I - معايرة محلول الأمونياك بواسطة محلول حمض الكلوريدريك

نقوم بمعايرة الحجم $V_B=30\text{mL}$ من محلول مائي للأمونياك (S_B') تركيزه C_B' بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) ذي التركيز $C_A=2.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$ بقياس pH .

2.1 - أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذه المعايرة.

2.2 - يمثل المنحنى الممثل في الشكل 1 تغيرات pH الخليط بدلالة الحجم V_A للمحلول (S_A) لحمض الكلوريدريك المضاف.



2.2.1: حدد الإحداثيتين V_{AE} و pH_A لنقطة التكافؤ.

2.2.2: أحسب C_B' .

2.2.3: عين، مغللا جوابك، الكاشف الملائم لانجاز هذه المعايرة في غياب جهاز pH متر.

2.2.4: حدد الحجم V_{A1} من محلول حمض الكلوريدريك الذي يجب إضافته لكي تتحقق العلاقة :

$$[NH_4^+] = 15 [NH_3] \text{ في الخليط.}$$

التمرين الثالث:

الحليب الطري قليل الحمضية لكونه يحتوي على كمية قليلة من حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$. ويعتبر اللاكتوز السكر المميز للحليب إذ تحت تأثير البكتيريا يتحول اللاكتوز خلال الزمن إلى حمض اللاكتيك فتزداد حمضية الحليب تلقائيا ويصبح أقل طراوة.

تعطى حمضية الحليب في الصناعة الغذائية بدرجة دورنيك رمزها D° بحيث $1 D^\circ$ يوافق وجود 0.10 g من حمض اللاكتيك في 1 L من الحليب .

يعتبر الحليب طريا إذا لم تتجاوز حمضيته $18 D^\circ$ (أي $1,8 \text{ g}$ من حمض اللاكتيك في 1 L من الحليب) .

يهدف هذا التمرين إلى تحديد ما إذا كان الحليب قيد الدراسة طريا أم لا.

معطيات :

المزدوجة (أيون اللاكتيك / حمض اللاكتيك): $C_3H_6O_3(aq)/C_3H_5O_3^-(aq)$
الكتلة المولية لحمض اللاكتيك: $M(C_3H_6O_3) = 90 \text{ g. mol}^{-1}$

1. تحديد قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_6O_3(aq)/C_3H_5O_3^-(aq)$

نعتبر محلولاً مائياً لحمض اللاكتيك حجمه V و تركيزه المول $C = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$. أعطي قياس pH هذا المحلول القيمة $pH=2.95$ عند درجة الحرارة 25° C .

1.1. أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3(aq)$ مع الماء.

1.2. أنقل الجدول الوصفي أسفله إلى ورقة تحريرك وأتممه

المعادلة الكيميائية		كميات المادة			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل				
بدئية	$X=0$				
وسيطية	X				
نهائية	X_f				

1.3. عبر عن τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل بدلالة C و pH , أحسب τ , إستنتج .

1.4. أحسب $Q_{r.éq}$ خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية.

1.5. إستنتج قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_6O_3(aq)/C_3H_5O_3^-(aq)$

2. تحديد النوع المهيمن في الحليب الطري

أعطى قيمة pH الحليب الطري عند 25° القيمة $pH = 6,7$ حدد بين النوعين $C_3H_6O_3(aq)$ و $C_3H_5O_3^-(aq)$ النوع المهيمن في هذا الحليب .



































































































3. مراقبة جودة الحليب

تمت معايرة حمض اللاكتيك الموجودة في عينة من حليب حجمها $V = 40 \text{ mL}$ بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $HO^- + Na^+(aq)$ تركيزه المولي $C_B = 4.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

1. أكتب المعادلة الكيميائية للتحويل الحاصل أثناء المعايرة. (نفترض أن حمض اللاكتيك هو الحمض الوحيد الموجود الوحيد الموجود في الحليب قيد الدراسة).
2. ثم الحصول على التكافؤ حمض-قاعدة عند صب الحجم $V_{BE} = 30mL$ من محلول مائي (S_B) أوجد قيمة C_A التركيز المولي لحمض اللاكتيك الموجود في الحليب.
3. بين ما إذا كان الحليب طريا أم لا.

أجوبة:

The Periodic Table of the Elements, in Pictures and Words

H Hydrogen 1  Sun and Stars																	He Helium 2  Balloons						
Li Lithium 3  Batteries	Be Beryllium 4  Emeralds																	B Boron 5  Sports Equipment	C Carbon 6  Basis of Life's Molecules	N Nitrogen 7  Protein	O Oxygen 8  Air	F Fluorine 9  Toothpaste	Ne Neon 10  Advertising Signs
Na Sodium 11  Salt	Mg Magnesium 12  Chlorophyll																	Al Aluminum 13  Airplanes	Si Silicon 14  Stone, Sand, and Soil	P Phosphorus 15  Bones	S Sulfur 16  Eggs	Cl Chlorine 17  Swimming Pools	Ar Argon 18  Light Bulbs
K Potassium 19  Fruits and Vegetables	Ca Calcium 20  Shells and Bones	Sc Scandium 21  Bicycles	Ti Titanium 22  Aerospace	V Vanadium 23  Springs	Cr Chromium 24  Stainless Steel	Mn Manganese 25  Earthmovers	Fe Iron 26  Steel Structures	Co Cobalt 27  Magnets	Ni Nickel 28  Coins	Cu Copper 29  Electric Wires	Zn Zinc 30  Brass Instruments	Ga Gallium 31  Light-Emitting Diodes (LEDs)	Ge Germanium 32  Semiconductor Electronics	As Arsenic 33  Poison	Se Selenium 34  Copiers	Br Bromine 35  Photography Film	Kr Krypton 36  Flashlights						
Rb Rubidium 37  Global Navigation	Sr Strontium 38  Fireworks	Y Yttrium 39  Lasers	Zr Zirconium 40  Chemical Pipelines	Nb Niobium 41  Mag Lev Trains	Mo Molybdenum 42  Cutting Tools	Tc Technetium 43  Radioactive Diagnosis	Ru Ruthenium 44  Electric Switches	Rh Rhodium 45  Searchlight Reflectors	Pd Palladium 46  Pollution Control	Ag Silver 47  Jewelry	Cd Cadmium 48  Paint	In Indium 49  Liquid Crystal Displays (LCDs)	Sn Tin 50  Plated Food Cans	Sb Antimony 51  Car Batteries	Te Tellurium 52  Thermoelectric Coolers	I Iodine 53  Disinfectant	Xe Xenon 54  High-Intensity Lamps						
Cs Cesium 55  Atomic Clocks	Ba Barium 56  X-Ray Diagnosis	57 - 71		Hf Hafnium 72  Nuclear Submarines	Ta Tantalum 73  Mobile Phones	W Tungsten 74  Lamp Filaments	Re Rhenium 75  Rocket Engines	Os Osmium 76  Pen Points	Ir Iridium 77  Spark Plugs	Pt Platinum 78  Labware	Au Gold 79  Jewelry	Hg Mercury 80  Thermometers	Tl Thallium 81  Low-Temperature Thermometers	Pb Lead 82  Weights	Bi Bismuth 83  Fire Sprinklers	Po Polonium 84  Anti-Static Brushes	At Astatine 85  Radioactive Medicine	Rn Radon 86  Surgical Implants					
Fr Francium 87  Laser Atom Traps	Ra Radium 88  Luminous Watches	89 - 103																					
Rf Rutherfordium 104	Db Dubnium 105	Sg Seaborgium 106	Bh Bohrium 107	Hs Hassium 108	Mt Meitnerium 109	Ds Darmstadtium 110	Rg Roentgenium 111	Cn Copernicium 112	Nh Nihonium 113	Fl Flerovium 114	Mc Moscovium 115	Lv Livermorium 116	Ts Tennessine 117	Og Oganesson 118									
La Lanthanum 57  Telescope Lenses	Ce Cerium 58  Lighter Flints	Pr Praseodymium 59  Torchworkers' Eyeglasses	Nd Neodymium 60  Electric Motor Magnets	Pm Promethium 61  Luminous Dials	Sm Samarium 62  Electric Motor Magnets	Eu Europium 63  Color Televisions	Gd Gadolinium 64  MRI Diagnosis	Tb Terbium 65  Fluorescent Lamps	Dy Dysprosium 66  Smart Material Actuators	Ho Holmium 67  Laser Surgery	Er Erbium 68  Optical Fiber Communications	Tm Thulium 69  Laser Surgery	Yb Ytterbium 70  Scientific Fiber Lasers	Lu Lutetium 71  Photodynamic Medicine									
Ac Actinium 89  Radioactive Medicine	Th Thorium 90  Gas Lamp Mantles	Pa Protactinium 91  Radioactive Waste	U Uranium 92  Nuclear Power	Np Neptunium 93  Radioactive Waste	Pu Plutonium 94  Nuclear Weapons	Am Americium 95  Smoke Detectors	Cm Curium 96  Mineral Analyzers	Bk Berkelium 97  Radioactive Waste	Cf Californium 98  Mineral Analyzers	Es Einsteinium 99	Fm Fermium 100	Md Mendelevium 101	No Nobelium 102	Lr Lawrencium 103									

