تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

DZPHYSIQUE
موقع الأستاذ بوزيان زكرياء

التمرين الأول:

I. انحلال حجم $V = 0{,}24L$ من غاز النشادر في الماء نتج عنه محلول S حجمه $V_s = 1L$ وقيمة pH له 10,6.

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال غاز النشادر في الماء.
2. أنشئ جدول التقدم لانحلال غاز النشادر في الماء.
3. هل انحلال غاز النشادر في الماء تحول تام؟ علل.
4. اكتب عبارة ثابت التوازن المرافق لمعادلة انحلال غاز النشادر في الماء، ثم احسب قيمته.
5. تحقق من قيمة ثابت الحموضة K_a للثنائية (NH_4^+/NH_3).

II. لدراسة التحول الحادث بين حمض الإيثانويك ومحلول النشادر، ندخل في بيشر حجما $V_A = 100mL$ من محلول حمض الإيثانويك تركيزه $C_A = 0{,}1\ mol/L$ وحجما $V_B = 40mL$ من محلول لغاز النشادر تركيزه $C_B = 0{,}5\ mol/L$. (نهمل كمية الشوارد $CH_3CO_2^-$ و NH_4^+ في المحاليل قبل المزج). قياس pH المزيج عند التوازن أعطى القيمة 9,2.

التحول الحادث ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية:

$$CH_3COOH_{(aq)} + NH_{3(aq)} = CH_3COO^-{}_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)}$$

1. أكتب عبارة كسر التفاعل $Q_{r,eq}$ للجملة في حالة التوازن، ثم أحسب قيمته.
2. ما هي قيمة كسر التفاعل $Q_{r,i}$ للجملة في الحالة الابتدائية؟ قارنها بقيمة $Q_{r,eq}$ واستنتج اتجاه تطور الجملة.
3. باستعمال عبارة ثابت الحموضة للثنائية (NH_4^+/NH_3)، استنتج العلاقة بين $[NH_3]_{(aq)}$ و $[NH_4^+]_{(aq)}$ في المزيج.

معطيات: $V_M = 24\ L/mol$ $K_e = 10^{-14}$ $pK_{a2}(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4{,}8$ $pK_{a1}(NH_4^+/NH_3) = 9{,}2$

التمرين الثاني:

لدراسة بعض خاصيات تفاعل حمض اللاكتيك مع الماء، نحضر محلولين (S_1) و(S_2) لهذا الحمض ثم نقوم بقياسين مختلفين:

- المحلول (S_1): حجمه V_1 وتركيزه $C_1 = 0{,}1\ \text{mol.L}^{-1}$، أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH_1 = 2{,}44$.
- المحلول (S_2): حجمه V_2 وتركيزه $C_2 = 2 \times 10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}$، أعطى قياس الناقلية النوعية القيمة $\sigma = 17{,}9\ \text{mS.m}^{-1}$.

1. أعط تعريف الحمض حسب برونشتد.
2. اكتب معادلة تفاعل حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ مع الماء.
3. أنشئ جدول تقدم التفاعل السابق.
4. **دراسة المحلول (S_1):**

أ- أوجد عبارة نسبة التقدم النهائي τ_{1f} للمحلول (S_1) بدلالة C_1 وpH_1، ثم احسب قيمة τ_{1f}، ماذا تستنتج؟

ب- بين أن عبارة كسر التفاعل في حالة التوازن $Q_{r,eq1}$، يكتب على الشكل التالي: $Q_{r,eq1} = \frac{C_1.\tau_{1f}^2}{1-\tau_{1f}}$

جـ- استنتج قيمة ثابت التوازن K_1 للتفاعل الحاصل في المحلول (S_1).

من إعداد الأستاذ بوزيان زكرياء
www.dzphysique.com
07-80-51-60-75
Bouzianedz48 Bouzianezaki Prof.zakidz48 Zakidz48

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

5. **دراسة المحلول (S_2):**

أ- عبر عن نسبة التقدم النهائي τ_{2f} للمحلول (S_2) بدلالة σ، C_2، $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{C_3H_5O_3^-}$. احسب قيمة τ_{2f}.

ب- تحقق أن قيمة pH_2 المحلول (S_2) هي $pH_2 = 3{,}34$.

جـ- احسب قيمة ثابت التوازن K_2 للتفاعل الحاصل في المحلول (S_2).

6. قارن بين τ_{1f} و τ_{2f}. استنتج تأثير التركيز الابتدائي على نسبة التقدم النهائي.

7. قارن بين K_1 و K_2. ماذا يمكنك استنتاجه؟

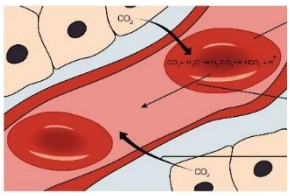
DZPHYSIQUE
موقع الأستاذ بوزيان زكرياء

يعطى: كل القياسات تمت عند درجة حرارة $25°C$

$\lambda_{H_3O^+} = 35{,}0\ mS.m^2.mol^{-1}$ $\lambda_{C_3H_5O_3^-} = 4{,}00\ mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين الثالث:

بيكاربونات أو هيدروجينوكربونات $HCO_3^-(aq)$ هو محلول منظم الدم، يعمل على تنظيم قيمة الـ pH في الدورة الدموية، كما أنه يتواجد أيضا في المياه المعدنية والتي نستهلكها بشكل دوري.



تلعب شوارد $HCO_3^-(aq)$ دور المحلول المتذبذب، عند تفاعله ينتج عنه شاردة الكربونات $CO_3^{2-}(aq)$، أما في حالات أخرى فينتج عنه ثنائي أكسيد الكربون المنحل في الماء حسب الصيغة الكيميائية $(CO_2, H_2O)(aq)$.

- **الجزء الأول: دراسة محلول مائي لهيدروجينو كربونات** $HCO_3^-(aq)$

نتوفر على محلول مائي لهيدروجينوكربونات الصوديوم $\left(Na^+(aq) + HCO_3^-(aq)\right)$ بتركيز المولي C_0 وحجمه V، أعطى قياس pH المحلول القيمة 8,5.

1. ما المقصود بـ: - محلول متذبذب. - تفاعل حمض - أساس.

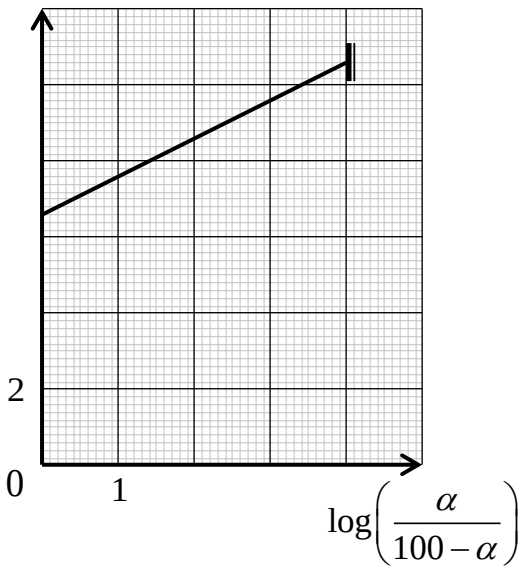
2. اكتب المعادلتين الموافقتين للتفاعلين الممكنين بين شاردة البيكاربونات $HCO_3^-(aq)$ والماء.

3. بالاعتماد على عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية $\left(CO_2, H_2O / HCO_3^-\right)$، جد العلاقة التي تربط بين pH ، pKa و α وبين أنها تكتب على الشكل:

$$pH = pKa + \log\left(\frac{\alpha}{100-\alpha}\right)$$

علما ان $\alpha\left(HCO_3^-\right) = \dfrac{\left[HCO_3^-\right]_{eq} \times 100}{\left[CO_2, H_2O\right]_{eq} + \left[HCO_3^-\right]_{eq}}$، حيث $\alpha\left(HCO_3^-\right)$ يمثل نسبة النوع القاعدي في المحلول.

الشكل 7



من إعداد الأستاذ بوزيان زكرياء
www.dzphysique.com
07-80-51-60-75
Bouzianedz48 Bouzianezaki Prof.zakidz48 Zakidz48

4. يمثل الشكل.7 مخطط تغيرات الـ pH بدلالة $\log\left(\frac{\alpha}{100-\alpha}\right)$.

1.4. حدد قيمة الـ pKa للثنائية $\left(CO_2, H_2O / HCO_3^-\right)$.

2.4. أحسب قيمة $\alpha\left(HCO_3^-\right)$ من أجل $pH = 8,5$ ، ثم استنتج النوع الكيميائي الغالب في المحلول.

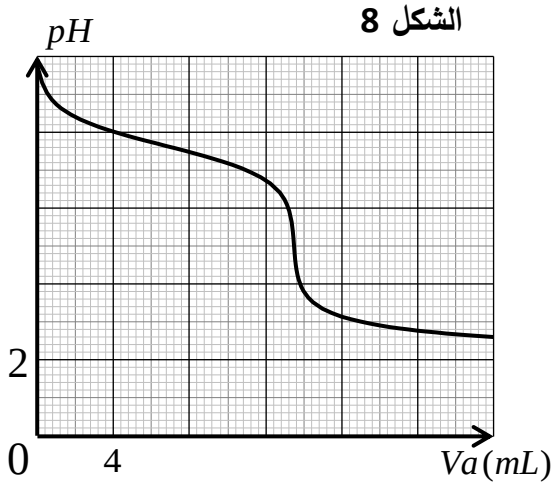
- **الجزء الثاني: معايرة قساوة الماء**

نعاير الحجم $V_1 = 20\,mL$ من ماء معدني بواسطة محلول لحمض كلور الماء $\left(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $C_2 = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$. الشكل.8 يمثل تطور pH المزيج بدلالة الحجم V_A من الحمض المضاف.

1. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بين شوارد هيدروجينوكربونات $HCO_3^-(aq)$ وشوارد الأكسونيوم $H_3O^+(aq)$. علما أن الثنائيات الداخلية في التفاعل هي: $\left(H_3O^+ / H_2O\right)$، $\left(CO_2, H_2O / HCO_3^-\right)$.

2. حدد إحداثيات نقطة التكافؤ E.

الشكل 8



3. استنتج الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة. برر إجابتك.

4. 1.4. أحسب التركيز المولي C_1 بشوارد الهيدروجينوكربونات في الماء المعدني المستعمل.

2.4. تشير البطاقة الملصقة على قارورة الماء المعدني إلى وجود $430\,mg$ من شوارد الهيدروجينوكربونات في لتر من الماء. هل نتيجة المعايرة على توافق مع الدلالة؟

5. "العيار الألكلمتري التام TAC" $\left(le\ titre\ alcali\,métrique\ complet\right)$ لمحلول هو حجم كلور الماء ذي التركيز $2\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$ المقدر بالـ mL، اللازم لمعايرة $100\,mL$ من محلول.

– حدد TAC العيار الألكلمتري التام للماء المعدني.

المعطيات:

- الكتلة المولية لشوارد الهيدروجينوكربونات: $M = 61\,g.mol^{-1}$

الكاشف الملون	أخضر البروموكريزول	بنفسجي البروموكريزول	الفينول فتالين
مجال تغير الـ pH	3,8–5,4	5,0–6,8	8,2–10,0

التمرين الرابع:

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك $(HCOOH)$ مع شاردة البنزوات $(C_6H_5COO^-)$ ثم مع هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$.

1. **تفاعل حمض الميثانويك مع شاردة البنزوات:**

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

DZPHYSIQUE موقع الأستاذ بوزيان زكرياء

نحضر خليطا (S) حجمه V بمزج $n_1 = 10^{-3}\,mol$ من حمض الميثانويك و $n_1 = n_2 = 10^{-3}\,mol$ من بنزوات الصوديوم، فيحصل تحول كيميائي ننمذجه بالمعادلة التالية: $HCOOH_{(aq)} + C_6H_5COO^-{}_{(aq)} = HCOO^-{}_{(aq)} + C_6H_5COOH_{(aq)}$

1-1. أنشئ جدول تقدم التفاعل.

2-1. أوجد عبارة ثابت التوازن K للتفاعل بدلالة pK_{a1} و pK_{a2}، ثم تحقق أن قيمته $K = 2{,}82$.

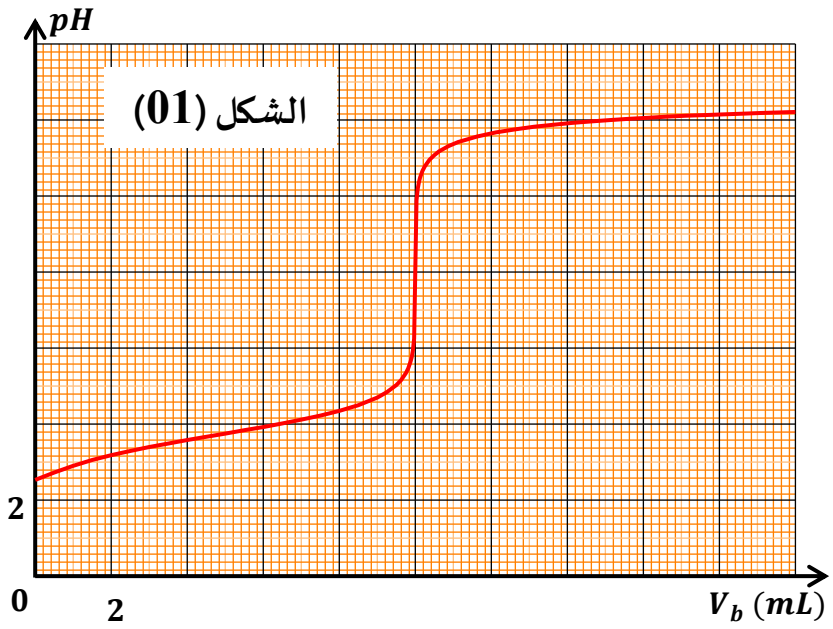
3-1. بين أن عبارة نسبة التقدم النهائي τ_f تكتب على الشكل التالي: $\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$

ثم أحسب قيمة τ_f. ماذا تستنتج؟

4-1. علما أن pH الخليط هو $pH = 3{,}97$، حدد الأنواع الكيميائية الغالبة من بين: $HCOO^-$، $HCOOH$، $C_6H_5COO^-$، C_6H_5COOH.

2. تفاعل حمض الميثانويك مع هيدروكسيد الصوديوم:

لتحديد قيمة C_a تركيز حمض الميثانويك $HCOOH$، نأخذ حجما $V_a = 10\,mL$ من هذا الحمض ونعايره بواسطة محلول مائي (S_b) لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C_b = 5 \times 10^{-2}\,mol.L^{-1}$. يمثل المنحنى تغير pH الخليط بدلالة الحجم V_b للمحلول (S_b) المبين في الشكل (01).



1-2. اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2-2. حدد بيانيا V_{bE} و pH_E إحداثيي نقطة التكافؤ.

3-2. استنتج قيمة C_a تركيز حمض الميثانويك.

4-2. اختر معللا جوابك، الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة.

5-2. حدد الحجم V_b من محلول هيدروكسيد الصوديوم الذي يجب إضافته إلى الخليط لكي تتحقق العلاقة :

$$[HCOO^-] = 5[HCOOH]$$

DZPHYSIQUE موقع الأستاذ بوزيان زكرياء

المعطيات:

- جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة $25°C$.
- ثابت الحموضة للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$: $pK_{a1} = 3{,}75$
- ثابت الحموضة للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$: $pK_{a2} = 4{,}20$

الكاشف الملون	الهيليانتين	أحمر الكريزول	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين
مجال تغير الـ pH	3,1 – 4,4	7,2 – 8,8	6 – 7,6	8,2 – 10

من إعداد الأستاذ بوزيان زكرياء
www.dzphysique.com
07-80-51-60-75
Bouzianedz48 Bouzianezaki Prof.zakidz48 Zakidz48