

Acide Base

On dissout 0,050 mol d'ammoniac NH_3 dans de l'eau en obtenant 5L de solution. Le pH est alors de 10,6.

Calculer la concentration. Ecrire la réaction de NH_3 avec H_2O et justifier le caractère limité ou total de la transformation. Pourquoi dit-on que NH_3 est une base faible ? Quel est son acide conjugué ?

On prélève 20 mL de la solution d'ammoniac et on ajoute progressivement une solution de HCl. Mettre en évidence les couples participant à la réaction et écrire la réaction de ce dosage.

Ce dosage est suivi conjointement par un pH-mètre et par un conductimètre (on suppose que les appareils ne se perturbent pas) et l'équivalence est obtenue lorsque le volume ajouté de solution HCl est 16 mL.

Déterminer la concentration de la solution de HCl et calculer le pH initial de la solution de HCl.

Evaluer le pH à l'équivalence (neutre, acide, basique) en justifiant votre réponse.

On relève pour $V = 8 \text{ mL}$ $\text{pH} = 9,2$ préciser les caractéristiques de ce point et de la solution à ce point..

Représenter les graphes de pH et de σ (conductivité) en fonction du volume ajouté sur un même schéma (15cmx15cm) en indiquant les points qui vous semblent importants et en justifiant l'allure du graphe de conductivité.

Radioactivité

Le carbone 14 est radioactif β^- de période (demi-vie) $T = 5730$ ans

Indiquer la composition du noyau de carbone 14.

Ecrire la réaction de désintégration du carbone 14. A quelle transformation correspond-elle à l'intérieur du noyau ?

Calculer la constante radioactive λ du carbone (unité SI)

L'activité d'1g de carbone d'un échantillon de matière « morte » est de $60 \cdot 10^{-3} \text{ Bq}$. Calculer le nombre de noyaux de carbone 14 présents à ce moment.

Quelle sera l'activité de l'échantillon dans 11460 ans ? Dans 17190 ans

Sachant qu'1g de carbone de matière vivante a une activité constante de $227 \cdot 10^{-3} \text{ Bq}$, depuis combien de temps l'échantillon précédent est-il « mort » ? [La décroissance radioactive commence à la « mort » de l'échantillon]

Fusion

Le bilan du cycle proton-proton se produisant dans les étoiles correspond globalement à la fusion de 4 protons en un noyau d'hélium 4 (particule α) et l'émission de 2 particules identiques. Écrire cette réaction et indiquer la nature de la particule émise. Calculer l'énergie libérée par cette réaction en MeV et en joules.

$$\begin{aligned} u &= 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 & 1\text{eV} &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\ m_p &= 1,0073 \text{ u} & m_\alpha &= 4,0015 \text{ u} & m_e &= 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ u} \end{aligned}$$

Electricité

On a le circuit suivant

Générateur $E = 12\text{V}$, $r = 1\Omega$ Electrolyseur $E' = 4\text{V}$, $r' = 5\Omega$,

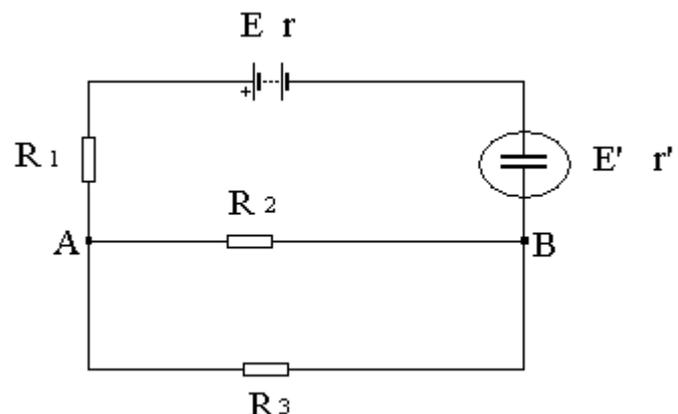
Conducteurs ohmiques $R_1 = 7\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$

Calculer la résistance équivalente aux 3 conducteurs ohmiques

Calculer l'intensité I_1 traversant R_1

Calculer U_{AB} et l'intensité I_2 traversant R_2

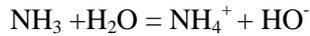
Calculer la puissance totale utilisée par l'électrolyseur ainsi que la puissance utile.



Acide Base

$$n = 0,050 \text{ mol } V = 5L \quad \text{pH} = 10,6$$

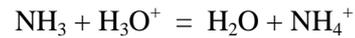
$$C_b = n/V = \mathbf{0,010 \text{ mol/L}}$$



$14 + \log(c) > \text{pH}$ la transformation est donc **limitée** et NH_3 est une base faible d'acide conjugué NH_4^+

$$V_b = 20 \text{ mL} \quad V_E = 16 \text{ mL} \quad V_a = 8 \text{ mL} \quad \text{pH} = 9,2$$

Base	Acide
NH_3	NH_4^+
H_2O	H_3O^+



À l'équivalence le nombre de moles apportées par l'acide = le nombre de moles apportées par la base

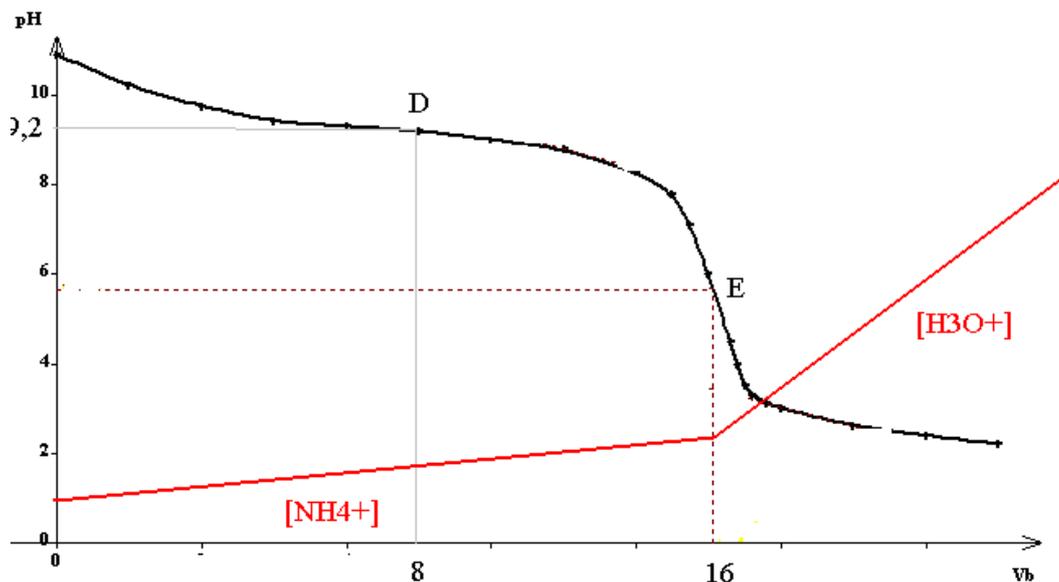
$$C_a \times V_E = C_b \times V_b \Rightarrow C_a = C_b \times V_b / V_E = 0,010 \times 20 / 16 = \mathbf{0,0125 \text{ mol/L}}$$

$$\text{pH} = -\log C_a = 10,8 = \mathbf{1,9}$$

Le dosage étant celui d'un acide fort par une base faible le pH à l'équivalence est acide (< 7) autour de 5-6

Si $V_a = 8 \text{ mL}$, le point est situé à la **demi-équivalence** et le $\text{pH} = \text{pKa}$ du couple $\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$

La solution possède alors un **pouvoir tampon** c'est-à-dire que le pH est peu sensible à un ajout d'eau ou à un ajout modéré d'acide ou de base.

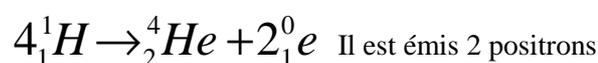


Conductivité :

Avant l'équivalence : la réaction produit des ions NH_4^+ et apporte des ions Cl^-

Après l'équivalence : NH_3 est consommée et les ions H_3O^+ ne sont plus consommés, ayant une conductivité molaire plus élevée que NH_4^+ , la conductivité augmente plus fortement, la pente est donc plus forte

Fusion



$$\text{Perte mase } \Delta m = 4m_p - m_\alpha - 2m_e = 4 \times 1,0073u - 4,0015u - 2 \times 5,486 \cdot 10^{-4}u = 0,0267u \Rightarrow E = \mathbf{24,9 \text{ MeV}} = \mathbf{3,98 \cdot 10^{-12} \text{ J}}$$

$$(\text{on peut aussi écrire } \Delta m = 0,0266u = 0,0266 \times 1,661 \cdot 10^{-27} = 4,42 \cdot 10^{-29} \text{ kg et } E = \Delta m c^2 = 3,98 \cdot 10^{-12} \text{ J} = \mathbf{24,9 \text{ MeV}})$$

Radioactivité

$$T=5730 \text{ ans } A = 60.10^{-3} \text{ Bq}$$

$$t' = 11460 \text{ ans} \quad t'' = 17190 \text{ ans}$$

$$A_0 = 227.10^{-3} \text{ Bq}$$

Composition du carbone 14 : **6 protons** et $14-6 = \mathbf{8 \text{ neutrons}}$

La radioactivité β^- est l'émission d'un électron ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$

Dans le noyau cela correspond à transformer un neutron en un proton et à émettre un électron ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$

$$\lambda \times T = \ln 2 \Rightarrow \lambda = \ln 2 / T = \ln 2 / (5730 \times 365,25 \times 24 \times 3600) = \mathbf{3,83.10^{-12} \text{ s}^{-1}}$$

$$A = \lambda \times N \Rightarrow N = A / \lambda = 60.10^{-3} / 3,83.10^{-12} = \mathbf{1,565.10^{10}}$$

A chaque période, l'activité est divisée par 2

Dans 11460 ans donc 2 périodes, l'activité est divisée par $2^2 = 4$ et sera $\mathbf{A' = 15.10^{-3} \text{ Bq}}$

Dans 17190 ans donc 3 périodes, l'activité est divisée par $2^3 = 8$ et sera $\mathbf{A'' = 7,5.10^{-3} \text{ Bq}}$

(on peut aussi appliquer $A' = A / 2^{t/T}$)

$$A_0 = A e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln(A_0) = \ln(A e^{-\lambda t}) = -\lambda t + \ln(A) \Rightarrow -\lambda t = \ln(A / A_0)$$

$$t = -\frac{1}{\lambda} \times \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\frac{T}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = \mathbf{-11000 \text{ ans}}$$

Le signe - signifiant avant. Cela correspond à un peu moins de 2 périodes et donc il est normal que l'activité soit un peu moins de 4 fois l'activité A_0 ($4 \times 60.10^{-3} = 240.10^{-3}$ au lieu de 227.10^{-3})

Electricité

$$E = 12 \text{ V}, r = 1 \Omega$$

$$E' = 4 \text{ V}, r' = 5 \Omega,$$

$$R_1 = 7 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 30 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + (R_2^{-1} + R_3^{-1})^{-1} = 7 + (20^{-1} + 30^{-1})^{-1} = 7 + 12 = \mathbf{19 \Omega}$$

$$I_1 = \frac{E - E'}{r + r' + R_{eq}} = \frac{12 - 4}{1 + 5 + 19} = \mathbf{0,320 \text{ A}}$$

U_{AB} se trouve aux bornes du dipôle $R_{23} = 12 \Omega$ traversé par I_1

$$U_{AB} = R_{23} \times I_1 = \mathbf{3,84 \text{ V}}$$

$$I_2 = U_{AB} / R_2 = \mathbf{0,192 \text{ A}}$$

$$P_t = E' I_1 + r' I_1^2 = \mathbf{1,79 \text{ w}} \quad (r' I_1^2 \text{ perte en chaleur ou effet joule } Q = r' I_1^2 \times t)$$

$$P_u = E' I_1 = \mathbf{1,28 \text{ w}}$$