Devoir surveillé – Évolution d'un système : le tableau d'avancement

L'avancement d'une réaction et l'évolution des quantités de matière ; le tableau d'avancement établi à partir de l'équation ajustée et des quantités initiales ; l'avancement maximal, le réactif limitant et la composition de l'état final d'une transformation totale ; le mélange stœchiométrique ; l'avancement final, comparé à l'avancement maximal, pour distinguer transformation totale et non totale ; le bilan de matière programmé en Python.

Durée : 90 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Un ruban de magnésium dans l'acide ★★ *(4 pts)*

On introduit un ruban de magnésium de masse 1,09 g dans 140 mL d'acide chlorhydrique de concentration 0,500 mol·L^{-1} en ions H$^+$. La transformation, totale, est modélisée par : Mg(s) + 2 H$^+$(aq) → Mg^{2+}(aq) + H$_2$(g).
Données : M(Mg) = 24,3 g·mol^{-1} ; V_m = 24,0 L·mol^{-1}.

a) Décrire qualitativement l'évolution des quantités de matière des espèces de l'équation au cours de la transformation.

b) Calculer les quantités initiales des réactifs, puis dresser le tableau d'avancement.

c) Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.

d) Calculer le volume de dihydrogène dégagé et la masse de magnésium restant.

Exercice 2 – Un précipité bleu ★★ *(4 pts)*

On mélange 40,0 mL d'une solution de sulfate de cuivre(II), de concentration 0,150 mol·L^{-1} en ions Cu^{2+}, et 60,0 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium, de concentration 0,250 mol·L^{-1} en ions HO$^-$. Un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre(II) se forme ; la transformation est totale : Cu^{2+}(aq) + 2 HO$^-$(aq) → Cu(OH)$_2$(s).
Données : M(Cu) = 63,5 g·mol^{-1} ; M(O) = 16,0 g·mol^{-1} ; M(H) = 1,0 g·mol^{-1}.

a) Citer les espèces spectatrices, puis calculer les quantités initiales d'ions Cu^{2+} et d'ions HO$^-$.

b) Dresser le tableau d'avancement et montrer que les ions cuivre(II) sont limitants.

c) Calculer la masse de précipité obtenu.

d) Calculer la concentration des ions hydroxyde restant dans la solution finale.

Exercice 3 – Le réglage d'un chalumeau ★★★ *(4 pts)*

Un chalumeau brûle de l'éthyne (l'acétylène) C_2H_2 dans le dioxygène. La combustion, totale, est modélisée par : $2\ C_2H_2(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 4\ CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$. On dispose de 0,14 mol d'éthyne et de 0,32 mol de dioxygène, apporté par la bouteille du chalumeau ; on ne tient pas compte du dioxygène de l'air.

a) Un élève affirme : « il y a plus de dioxygène que d'éthyne, donc l'éthyne est le réactif limitant ». Expliquer pourquoi ce raisonnement n'est pas valable.

b) Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.

c) Donner la composition du système à l'état final.

d) Quelle quantité de dioxygène aurait rendu le mélange initial stœchiométrique ? Combien en manque-t-il à ce réglage ?

Exercice 4 – Le dioxyde d'azote dans une seringue ★★★ *(4 pts)*

Le dioxyde d'azote NO_2, un gaz roux, se transforme en tétraoxyde de diazote N_2O_4, un gaz incolore : $2\ NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$. Une seringue fermée contient au départ $2{,}00 \times 10^{-3}$ mol de NO_2 et pas de N_2O_4. Quand le système n'évolue plus, la teinte rousse a pâli sans disparaître, et l'on détermine $n(NO_2) = 6{,}0 \times 10^{-4}$ mol.

a) Dresser le tableau d'avancement.

b) Calculer l'avancement maximal.

c) Déterminer l'avancement final. La transformation est-elle totale ? Justifier.

d) Donner la composition de l'état final, puis expliquer comment l'observation de la couleur permettait de prévoir la conclusion.

Exercice 5 – Un bilan programmé ★★ *(4 pts)*

L'ammoniac brûle dans le dioxygène : $4\ NH_3(g) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ N_2(g) + 6\ H_2O(g)$. On pose $A = NH_3$, $B = O_2$, $C = N_2$ et $D = H_2O$, puis on exécute le programme suivant (quantités en mol) :

```
a, b, c, d = 4, 3, 2, 6
nA0, nB0 = 0.20, 0.12
xmax = min(nA0 / a, nB0 / b)
nA = nA0 - a * xmax
nB = nB0 - b * xmax
nC = c * xmax
nD = d * xmax
print(round(xmax, 3))
print(round(nA, 3), round(nB, 3))
print(round(nC, 3), round(nD, 3))
```

a) Quelle hypothèse sur la transformation ce programme fait-il ? Que représente la ligne `xmax = min(nA0 / a, nB0 / b)` ?

b) Prévoir, sans ordinateur, les trois lignes affichées.

c) Pourquoi utilise-t-on `round` dans les `print` ?

d) Un élève remplace cette ligne par `xmax = min(nA0, nB0)`. Quelle valeur de xmax obtient-il, et quelle anomalie apparaît dans l'affichage ?

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).