Colles de Physique-Chimie
Semaine 7 : du 18 au 22 novembre 2025

Jeremy Luccioni

Programme

— **C2 : Transformations chimiques**

— **P5 : Circuits électriques**

Remarques importantes :

— Les circuits du 1er ordre (RC et RL) ne sont **pas** au programme cette semaine

— Norton et Millman sont hors programme (sauf si détaillés et démontrés)

Liste des questions de cours

Chapitre C2 : Transformations chimiques

Question 1 : Énoncer la loi des gaz parfaits et exprimer la pression partielle d'un mélange idéal de gaz parfaits.

Question 2 : Donner l'expression de l'activité chimique d'un gaz parfait, d'un constituant de phase condensée, d'un soluté.

Question 3 : Définir le quotient réactionnel d'une transformation chimique.

Question 4 : Énoncer la loi de l'équilibre chimique (ou loi d'action de masse).

Question 5 : Énoncer le critère d'évolution spontané d'un système chimique.

Chapitre P5 : Circuits électriques

Question 6 : Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence.

Question 7 : Définir l'intensité du courant électrique en termes de débit de charges. Citer des ordres de grandeur.

Question 8 : Définir la tension électrique en termes de potentiel électrique. Citer des ordres de grandeur.

Question 9 : Énoncer la loi des nœuds ; la relier au postulat de la conservation de la charge.

Question 10 : Énoncer et démontrer la loi des mailles.

Question 11 : Illustrer les conventions récepteur et générateur d'un dipôle. Exprimer la puissance reçue ou cédée selon le cas.

Question 12 : Énoncer la loi d'Ohm. En déduire la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.

Question 13 : Donner la représentation de Thévenin d'une source réelle et exprimer sa caractéristique tension-courant.

Question 14 : Établir les relations des diviseurs de tension ou de courant.

Planche 1

Questions de cours

Question C2 : Énoncer la loi des gaz parfaits et exprimer la pression partielle d'un mélange idéal de gaz parfaits.

Question P5 : Énoncer la loi des nœuds ; la relier au postulat de la conservation de la charge.

Exercice 1 - Chimie : Oxydation du dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre peut être oxydé en trioxyde de soufre selon la réaction :

$$2\,SO_2(g) + O_2(g) = 2\,SO_3(g)$$

Dans un réacteur de volume $V = 8{,}0$ L maintenu à $T = 900$ K, on introduit initialement $n^0_{SO_2} = 1{,}20$ mol et $n^0_{O_2} = 0{,}80$ mol.

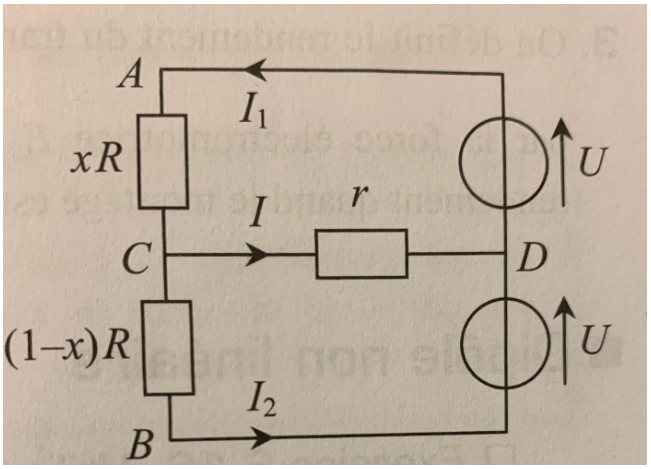
À l'équilibre, on mesure $n^{eq}_{SO_3} = 0{,}90$ mol.

1. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
2. Calculer l'avancement ξ_{eq} à l'équilibre et déterminer les quantités de matière de toutes les espèces à l'équilibre.
3. Calculer la pression totale dans le réacteur à l'équilibre.
4. Calculer les pressions partielles de chaque espèce à l'équilibre.
5. Écrire l'expression de la constante d'équilibre K^o et calculer sa valeur.

Données : $R = 8{,}314$ J·K^{-1}·mol^{-1} ; $P^o = 1$ bar $= 10^5$ Pa

Exercice 2 - Physique : Intensités et puissances

On considère le circuit ci-contre, où un curseur mobile permet de fractionner la résistance R ($0 < x < 1$).



1. Déterminer les intensités I, I_1, I_2

2. Calculer littéralement le rapport $\eta = \frac{\mathcal{P}_{AC}}{\mathcal{P}_{CB}}$ des puissances dissipées dans AC et CB.

Planche 2

Questions de cours

Question C2 : Donner l'expression de l'activité chimique d'un gaz parfait, d'un constituant de phase condensée, d'un soluté.

Question P5 : Énoncer et démontrer la loi des mailles.

Exercice 1 - Chimie : Équilibre de synthèse de l'ammoniac

La synthèse de l'ammoniac se fait selon la réaction :

$$\mathrm{N_2(g)} + 3\,\mathrm{H_2(g)} = 2\,\mathrm{NH_3(g)}$$

Dans un réacteur de volume $V = 10{,}0$ L maintenu à $T = 500$ K, on introduit initialement $n^0_{\mathrm{N_2}} = 0{,}50$ mol et $n^0_{\mathrm{H_2}} = 1{,}50$ mol.

À cette température, la constante d'équilibre vaut $K^o = 6{,}0 \times 10^{-3}$.

1. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
2. Écrire l'expression de la constante d'équilibre K^o en fonction des pressions partielles.
3. En supposant que la réaction est peu avancée ($\xi_{eq} \ll n^0_{\mathrm{N_2}}$), montrer que :

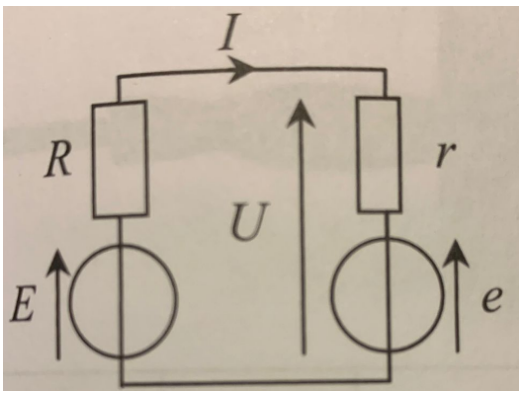
$$K^o \approx \frac{4\xi_{eq}^2}{n^0_{\mathrm{N_2}} \times (n^0_{\mathrm{H_2}})^3} \times \left(\frac{RT}{V}\right)^{-2}$$

4. Calculer une valeur approchée de ξ_{eq} puis les quantités de matière à l'équilibre.
5. Calculer le taux d'avancement de la réaction. L'approximation était-elle justifiée ?

Données : $R = 8{,}314$ J·K^{-1}·mol^{-1} ; $P^o = 1$ bar $= 10^5$ Pa

Exercice 2 - Physique : Charge d'une batterie d'accumulateurs

La batterie de voiture de Madame Michu est déchargée. Pour recharger cette batterie, modélisée par une FEM $e = 12$ V en série avec une résistance $r = 0{,}2\ \Omega$, elle la branche sur un chargeur de FEM $E = 13$ V et de résistance interne $R = 0{,}3\ \Omega$. On lit sur la batterie qu'elle a une "capacité" de 50A.h.



1. Déterminer le courant I circulant dans la batterie et la tension U à ses bornes lors de la charge. Quelle est la convention utilisée ?
2. Calculer la puissance délivrée par la source E, la puissance dissipée par effet JOule et la puissance reçue par la batterie (stockée sous forme chimique). Déterminer le rendement.
3. On suppose qu'au cours de la chare la tension de la $FEMe = 12V$ reste constante :
   (a) A quelle grandeur physique la capacité de $50A.h$ est-elle homogène ?
   (b) Initialement la batterie est déchargée, avec seulement 10% de sa capacité. Déterminer le temps de charge pour la recharger complètement.
   (c) Que vaut l'énergie dissipée par effet Joule pendant la charge ?

Planche 3

Questions de cours

Question C2 : Énoncer la loi de l'équilibre chimique (ou loi d'action de masse).
Question P5 : Établir les relations des diviseurs de tension ou de courant.

Exercice 1 - Chimie : Dissociation du tétraoxyde de diazote

Le tétraoxyde de diazote N_2O_4 est un gaz incolore qui se dissocie spontanément en dioxyde d'azote NO_2 brun-rouge selon :

$$N_2O_4(g) = 2\,NO_2(g)$$

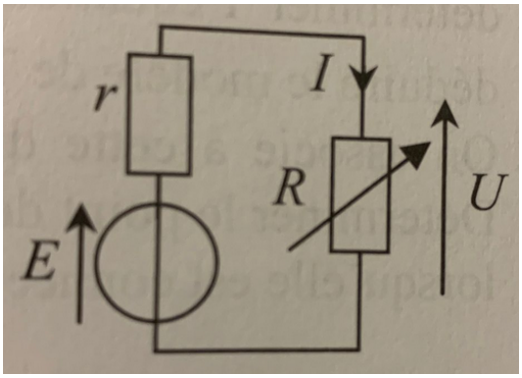
Dans un ballon de volume $V = 2{,}50$ L maintenu à $T = 350$ K, on introduit $n_0 = 0{,}50$ mol de N_2O_4 pur. La constante d'équilibre à cette température vaut $K^o = 4{,}0$.

1. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
2. Exprimer les pressions partielles de N_2O_4 et NO_2 à l'équilibre en fonction de l'avancement ξ_{eq}.
3. On pose $\alpha = \xi_{eq}/n_0$. Montrer que : $K^o = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha} \times \frac{n_0 RT}{VP^o}$.
4. Résoudre l'équation pour déterminer α puis ξ_{eq}.
5. Calculer les quantités de matière et les pressions partielles de chaque espèce à l'équilibre.

Données : $R = 8{,}314$ J·K^{-1}·mol^{-1} ; $P^o = 1$ bar $= 10^5$ Pa

Exercice 2 - Physique : Adaptation de puissance

On considère une résistance variable R alimentée par un générateur de tension, caractérisé par sa représentation de Thévenin de force électromotrice E et de résistance interne r. On cherche à rendre maximale la puissance dissipée par effet Joule dans ce conducteur (il s'agit par exemple d'un radiateur électrique).



1. Déterminer l'expression de la puissance P reçue par le conducteur ohmique en fonction de E, R et r.
2. Montrer que P (fonction dépendant de la variable R) est maximale pour une valeur particulière de R. On dit que le montage est alors adapté.
3. On définit le rendement du transfert par $\eta = \frac{P}{P_{\text{géné}}}$ où $P_{\text{géné}}$ représente la puissance fournie par la force électromotrice E du dipôle. Représenter graphiquement $\eta(R)$. Que vaut le rendement quand le montage est adapté ?

Planche Bonus

Exercice 1 - Chimie : Oxydation du SO_2 avec perturbation

Le dioxyde de soufre peut être oxydé en trioxyde de soufre selon :

$$2\,SO_2(g) + O_2(g) = 2\,SO_3(g)$$

Dans un réacteur de volume $V = 8{,}0$ L maintenu à $T = 900$ K, on introduit initialement $n^0_{SO_2} = 1{,}20$ mol et $n^0_{O_2} = 0{,}80$ mol. À l'équilibre : $n^{eq}_{SO_3} = 0{,}90$ mol.

1. Dresser le tableau d'avancement, calculer ξ_{eq} et les quantités à l'équilibre.
2. Calculer la pression totale et les pressions partielles à l'équilibre.
3. Calculer la constante d'équilibre K^o.
4. On ajoute 0,40 mol de O_2 au système à l'équilibre. Calculer le nouveau quotient réactionnel Q_r et prévoir le sens d'évolution du système.

Données : $R = 8{,}314$ J·K^{-1}·mol^{-1} ; $P^o = 1$ bar $= 10^5$ Pa

Exercice 2 - Physique : Utilisation d'une lampe

On a relevé quelques valeurs de tension et d'intensité pour une lampe, en convention récepteur :

U (V)	0	1,0	2,3	4,0	6,0	6,25	9,0
I (A)	0	0,20	0,30	0,40	0,49	0,50	0,60

On dispose d'une source parfaite de tension $E = 6$ V.

1. On désire que le courant dans la lampe soit de 0,4 A. Quelle valeur de résistance doit-on mettre en série avec la lampe pour que cette condition soit réalisée ?
2. Quelle est la puissance absorbée par la lampe ?