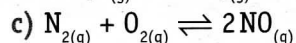
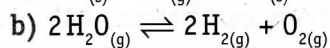
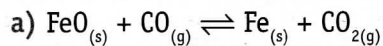


Exercices, problèmes et tâches

1 Déterminer, en calculant le Δn_g , quel(s) système(s) à l'état d'équilibre n'est (ne sont) pas affecté(s) par une augmentation de pression :



2 Déterminer l'impact d'une augmentation de température sur une réaction endothermique aboutissant à un état d'équilibre (plusieurs réponses correctes sont possibles) :

- a) déplacement vers les produits ;
- b) déplacement vers les réactifs ;
- c) diminution du rendement ;
- d) réaction inverse favorisée ;
- e) réaction directe favorisée ;
- f) augmentation du rendement.

3 Lors d'une augmentation de concentration en réactif sur un système à l'état d'équilibre :

- a) il y a augmentation de la quantité de produit(s) ;
- b) il y a diminution de la quantité de produit(s) ;
- c) il n'y a pas d'influence sur la quantité de produit(s).

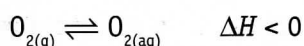
Choisir la proposition correcte et justifier.

4 Le tableau suivant présente quelques systèmes à l'état d'équilibre et les modifications imposées aux systèmes.

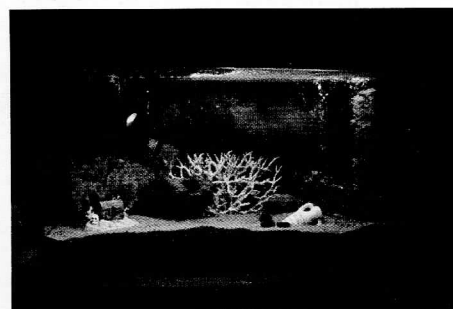
Préciser la réaction qui sera favorisée et prévoir l'évolution de la concentration en produit(s) – et donc l'évolution du rendement – lors de chaque modification imposée individuellement. Justifier les réponses.

Description de la réaction	Équations traduisant la réaction incomplète	Modifications imposées par l'expérimentateur
Synthèse de l'iodure d'hydrogène	$\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{HI}_{(g)} \quad \Delta H < 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Élimination de HI au fur et à mesure de sa formation. • Augmentation de la température. • Augmentation de la pression.
Décomposition de l'hémitétraoxyde d'azote	$\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(g)} \quad \Delta H > 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la température. • Augmentation de la pression.
Réaction de la vapeur d'eau sur le carbone	$\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{C}_{(s)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)} \quad \Delta H > 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Ajout de vapeur d'eau. • Augmentation de la pression.
Dissociation partielle du chlorure d'argent dans l'eau	$\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{Cl}_{(aq)}^- \quad \Delta H < 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Addition de $\text{NaCl}_{(s)}$. • Diminution de la température.

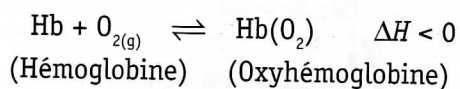
5 L'eau d'un aquarium, maintenue à température constante et en contact avec l'atmosphère, échange du dioxygène avec l'air selon l'équation de la réaction :



Proposer une technique pour assurer une meilleure oxygénation de l'eau pour les poissons.



- 6 La réaction de fixation du dioxygène par l'hémoglobine du sang est légèrement exothermique :

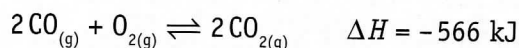


- a) L'oxygénation du sang est-elle favorisée ou défavorisée en cas de fièvre ?
 b) L'oxygénation du sang est-elle favorisée ou défavorisée en altitude ?

Justifier les réponses.

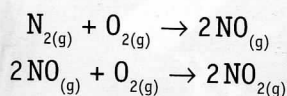
- 7 Le pot catalytique sert à éliminer certains rejets polluants ou toxiques qui sortent du moteur des voitures. Une des réactions ayant lieu dans le pot catalytique est destinée à éliminer le monoxyde de carbone, toxique voire mortel.

L'équation de cette réaction est :



Déterminer comment agir sur l'équilibre pour obtenir un rendement maximum en $\text{CO}_{2(g)}$.

- 8 Chacun de nous a déjà entendu parler du « smog », mélange de fumée et de brouillard qui contient, entre autres, du NO_2 , gaz toxique de couleur brune formé lors de la combustion des combustibles fossiles dans les moteurs à combustion interne ou dans les installations de chauffage :



- a) Heureusement, selon les conditions atmosphériques, ce gaz NO_2 se transforme rapidement en N_2O_4 , gaz invisible, et surtout moins nocif, mais cette transformation est incomplète.

Le NO_2 restant est soit transformé en acide nitrique et monoxyde d'azote par réaction avec l'eau, soit dissocié en NO et O_2 sous l'influence des rayons UV.

Écrire les équations des réactions correspondant à ces trois processus.

- b) On peut aussi obtenir du NO_2 en laboratoire. On remarque alors que ce gaz brun se transforme graduellement en gaz incolore N_2O_4 et, lorsque la température est proche de 0°C , la transformation est quasi complète.

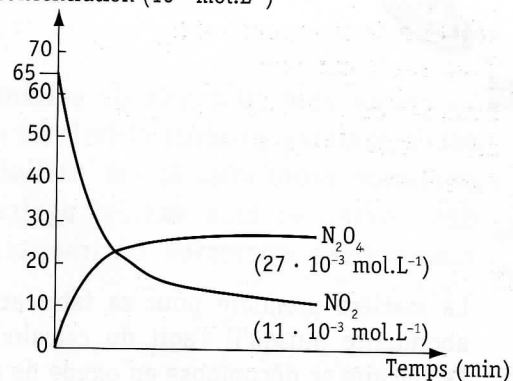
- Justifier le caractère incomplet de la réaction sachant que, à température ambiante, la valeur du ΔH est négative ;
- Justifier, par le principe de Le Chatelier, le caractère quasi complet de la réaction lorsque la température diminue jusqu'à une valeur proche de 0°C .



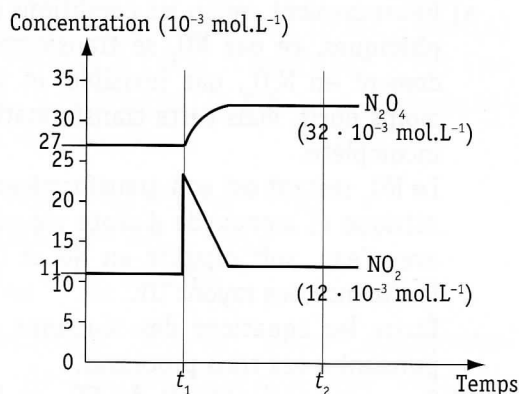
- c) Diverses expériences permettent d'obtenir les résultats enregistrés dans les trois graphiques présentés ci-après :

- calculer la valeur de K_c du système
- $2 \text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ à l'état d'équilibre ;

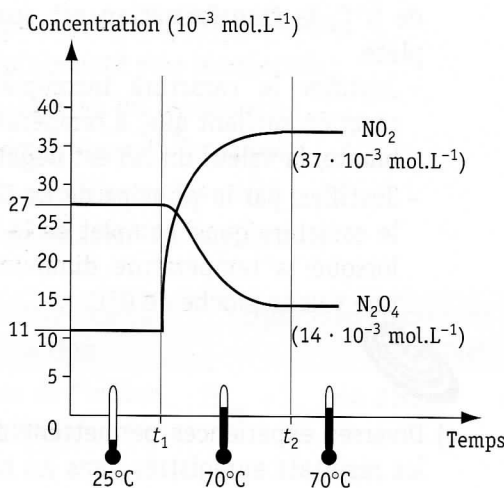
Concentration ($10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$)



- au temps t_1 , on injecte du $\text{NO}_{2(g)}$ dans le système à l'état d'équilibre. Dans quel sens s'est déplacé l'équilibre ? Justifier la réponse. Montrer par calcul que la valeur de K_c n'est pas modifiée au temps t_2 ;



- expliquer l'influence de la température sur l'état d'équilibre du système et sur la valeur de K_c .

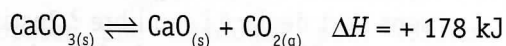


d) Rédiger une synthèse concernant les conditions favorisant la formation du $N_2O_{4(g)}$.



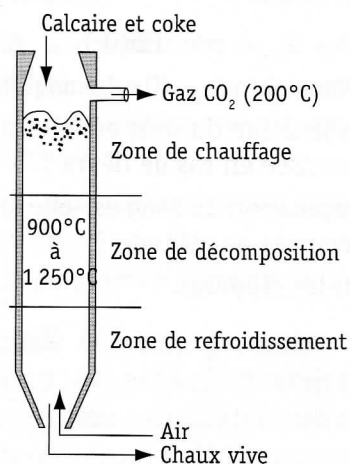
9 La chaux vive ou oxyde de calcium CaO est le sixième produit chimique en importance mondiale. Il est utilisé dans des domaines très variés: agriculture, cimenteries, sucreries, bâtiments...

La matière première pour sa fabrication est abondante puisqu'il s'agit du calcaire $CaCO_3$. Le calcaire se décompose en oxyde de calcium solide et en CO_2 gazeux dans des fours, appelés fours à chaux :



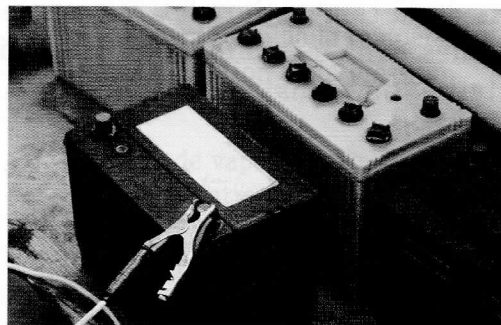
L'oxyde de calcium est recueilli dans des wagons tandis que le CO_2 est éliminé dans l'air.

Justifier, en se basant sur le principe de Le Chatelier, la procédure industrielle utilisée pour fabriquer la chaux vive CaO .

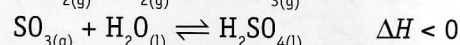
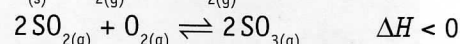
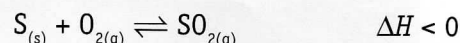


10 Le trioxyde de soufre est un produit industriel important. En effet, il sert de base à la préparation de l'acide sulfurique, chef de file mondial des produits industriels.

L'acide sulfurique sert à la fabrication d'engrais et est, en solution, un excellent électrolyte dans les accumulateurs au plomb (batteries de voiture).



Les équations suivantes traduisent les réactions lors des différentes étapes de la formation d'acide sulfurique à partir de soufre, de dioxygène et d'eau, réactifs très abondants et donc peu coûteux :



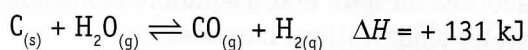
Citer les conditions requises pour obtenir le rendement optimal en acide sulfurique.



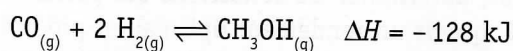
11 L'extraction du charbon, énergie fossile, a été abandonnée vers la moitié du xx^e siècle dans de nombreux pays, dont la Belgique, car les derniers filons exploitables se trouvaient à de très grandes profondeurs (plusieurs centaines de mètres) et n'étaient plus rentables.

Étant donné qu'il reste encore des réserves importantes de charbon enfoui dans le monde, une valorisation chimique, appelé liquéfaction du charbon, pourrait être utilisée dans les années à venir.

La première étape de la liquéfaction consiste à chauffer le charbon à l'aide de vapeur d'eau de manière à obtenir du gaz à l'eau :



Le monoxyde de carbone peut ensuite être hydrogéné de manière à obtenir un produit important, le méthanol :



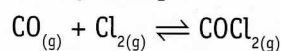
Le méthanol gazeux devient liquide à température ambiante : c'est un excellent combustible.

Suggérer, en se basant sur le principe de Le Chatelier, les conditions opératoires qui permettraient de rendre optimal le rendement en méthanol.



12 Le phosgène fut un des premiers gaz de combat utilisés lors de la Première Guerre mondiale (1914-1918) aussi bien par les Alliés que par les Allemands. Malgré sa dangerosité, il continue à être produit dans l'industrie chimique pour la préparation, notamment, de certains polymères.

La synthèse du phosgène ($COCl_2$) aboutit à un état d'équilibre dynamique :



À une température donnée, un ballon de 1,00 L contient à l'équilibre 0,600 mol de $COCl_2$, 0,300 mol de CO et 0,100 mol de Cl_2 .

On ajoute 0,400 mol de Cl_2 à température et volume constants.

Déterminer les concentrations à l'équilibre des trois corps lorsque le nouvel équilibre est atteint.