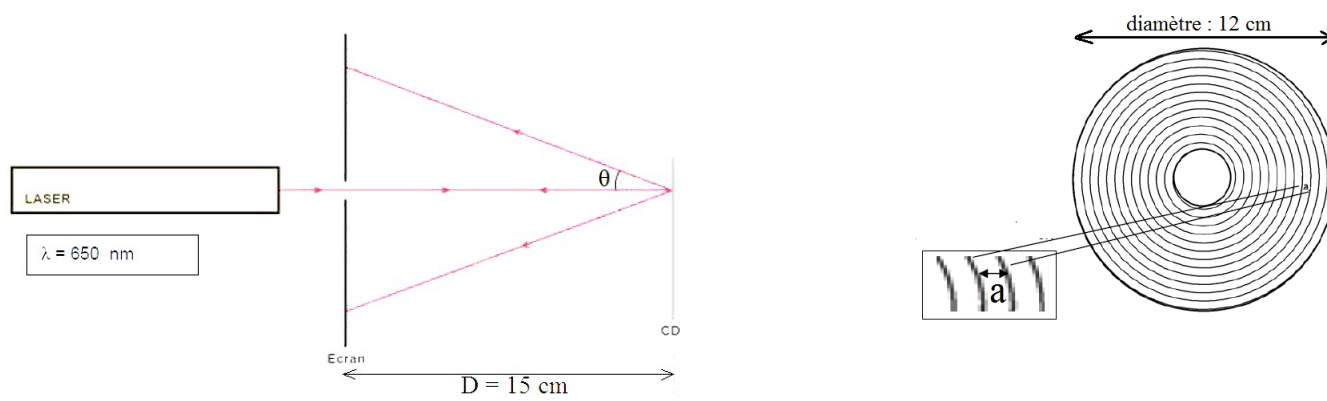


Question de cours Décrire précisément la figure obtenue sur un écran pour deux trous d'Young éclairés par un laser. Comment est-elle modifiée lorsque les trous sont remplacés par des fentes ?

Exercice 1 Taille physique d'un bit sur un CD

Sur un CD (capacité de stockage : 700 Mo), les informations sont inscrites sur une piste de largeur a enroulée en spirale. Les micro-reliefs (creux et bosses) gravés le long de la piste traduisent l'information numérique. Le CD se comporte comme un réseau de diffraction, à une différence près : la lumière est réfléchiée par la surface du CD. On réalise l'expérience schématisée ci-dessous (l'écran est percé d'une ouverture pour le passage du faisceau laser) :



On observe plusieurs taches lumineuses sur l'écran. On a repéré ci-dessous, sur papier millimétré, la position des taches visibles sur une moitié de l'écran. .



- 1) Rappeler la relation fondamentale des réseaux de diffraction. Comment cette relation se simplifie-t-elle lorsque le réseau est éclairé à incidence normale ?
- 2) Dédurre de l'expérience la largeur de la piste du CD.
- 3) Estimer la longueur totale de la piste, puis la longueur de piste occupée par 1 bit.

Exercice 2 Synthèse de l'ammoniac

La réaction industrielle forme l'ammoniac $\text{NH}_{3(g)}$ (utilisé dans les engrais) à partir du diazote $\text{N}_{2(g)}$ et du dihydrogène $\text{H}_{2(g)}$.

Données $\Delta_f H^0(\text{NH}_{3(g)}) = -46,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ à 298 K
 $K^0(473 \text{ K}) = 0,48$ pour la réaction de synthèse (rapportée à 1 mole de diazote)

- 1) Ecrire l'équation-bilan de la synthèse rapportée à 1 mole de diazote.
- 2) Calculer l'enthalpie standard de cette réaction à 298 K.
- 3) Afin d'optimiser le rendement de cette synthèse, est-il préférable de se placer à haute ou basse température ? à haute ou basse pression ?
- 4) On utilise en pratique une température de 500°C et des pressions comprises entre 200 et 300 bar. Commenter ces choix industriels.

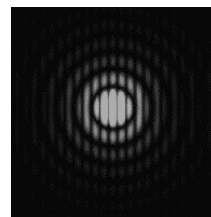
On introduit les réactifs en proportions stoechiométriques dans une enceinte isobare et isotherme, sous une pression $P = 10 \text{ bar}$ et à 200°C .

- 5) Déterminer la composition finale du mélange et calculer le rendement de la synthèse dans ces conditions.
- 6) On augmente la température jusqu'à $T = 500^\circ\text{C}$. Calculer la nouvelle valeur du rendement.

3TSI - Physique-Chimie - Colle 12a

Corrigé

Question de cours Pour des trous d'Young éclairés par un faisceau monochromatique (longueur d'onde λ), on observe des franges d'interférences rectilignes, parallèles, régulièrement espacées, au sein de la figure de diffraction d'un trou. L'interfrange (distance entre deux franges brillantes) vaut $i = \frac{\lambda d}{a}$



Pour les fentes d'Young, la figure de diffraction est remplacée par celle d'une fente ; les franges d'interférences présentent les mêmes caractéristiques que dans le cas des trous.



Exercice 1 Taille physique d'un bit sur un CD

1) $\sin \theta' - \sin \theta = p \frac{\lambda}{a}$ où θ est l'angle d'incidence et θ' l'angle correspondant à l'ordre p

Pour une incidence normale, $\sin \theta' = p \frac{\lambda}{a}$

2) Les taches correspondent aux ordres 1 et 2 d'interférences (l'ordre 0 n'est pas visible à cause du trou au milieu de l'écran). Le CD se comporte comme un réseau de pas a (largeur de la piste)

En exploitant l'ordre 1 : $\theta'_1 = \arctan \frac{x_1}{D}$ avec $x_1 = 6,7$ cm donc $a = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

La piste du CD présente une largeur de $1,6 \mu\text{m}$.

3) L'aire occupée par la spirale est de l'ordre de $S = \pi \frac{d^2}{4} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ (d : diamètre du CD)

On peut estimer la longueur de la spirale en divisant l'aire par la largeur a : $L = \frac{S}{a} = 7,0 \cdot 10^3 \text{ m}$

700 Mo $\sim 7 \cdot 10^8$ octets $\sim 6 \cdot 10^9$ bits, chaque bit occupe $7,0 \cdot 10^3 / (6 \cdot 10^9) = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1,2 \mu\text{m}$

Exercice 2 Synthèse de l'ammoniac

1) $\text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})} = 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$

2) $\Delta_r H^0 = 2 \Delta_f H^0 (\text{NH}_{3(\text{g})}) = -92,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3) La réaction est exothermique, le sens direct est favorisé à basse température. La réaction consomme plus de gaz qu'elle n'en produit, le sens direct est favorisé à haute pression.

4) La pression élevée favorise le rendement de la synthèse. La température correspond à un compromis entre une température élevée (augmentation de la vitesse de réaction) et une température faible (amélioration du rendement).

5)

	$\text{N}_{2(\text{g})}$	+	$3 \text{H}_{2(\text{g})}$	=	$2 \text{NH}_{3(\text{g})}$	n_{gaz}
EI	1		3		0	4
EF	$1 - x_F$		$3 - 3 x_F$		$2 x_F$	$4 - 2 x_F$

$$K^0 = Q_{r,\text{eq}} = Q_{r,F} = \frac{\left(\left(\frac{2 x_F}{4 - 2 x_F} \right) \frac{P_F}{P^0} \right)^2}{\left(\left(\frac{1 - x_F}{4 - 2 x_F} \right) \frac{P_F}{P^0} \right) \left(\left(\frac{3 - 3 x_F}{4 - 2 x_F} \right) \frac{P_F}{P^0} \right)^3} = \frac{4 x_F^2 (4 - 2 x_F)^2}{27 (1 - x_F)^4 (P_F / P^0)^2} = 0,48 \quad \text{on trouve } x_F = 0,68 \text{ mol}$$

On obtient un rendement $\frac{x_F}{x_{\text{max}}} = \frac{0,68}{1} = 0,68$ (68% de rendement)

6) Relation de Van't Hoff intégrée entre 200°C et 500°C : $K^0(773) = K^0(473) e^{\frac{-\Delta_r H^0}{R} \left(\frac{1}{773} - \frac{1}{473} \right)} = 5,1 \cdot 10^{-5}$

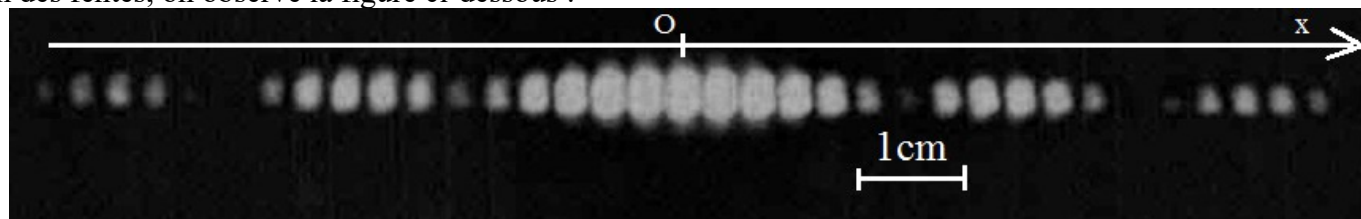
On résout à nouveau l'équation de la question précédente, on trouve $x_F = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$, rendement de 4,3%

Question de cours Quelles sont les deux conditions à respecter pour observer des interférences entre deux ondes lumineuses ? Exprimer sans démonstration l'intensité résultante :

- lorsque ces conditions sont respectées (ondes cohérentes)
- lorsque au moins une des conditions n'est pas vérifiée (ondes incohérentes)

Exercice 1 Fentes d'Young

Deux fentes d'Young sont éclairées par un faisceau laser de fréquence $f = 5,45 \cdot 10^{14}$ Hz. Sur un écran placé à 90 cm des fentes, on observe la figure ci-dessous :



- 1) Quelle est la couleur des franges brillantes observées sur l'écran ?
- 2) Réaliser un schéma de l'expérience.
- 3) Rappeler (sans démonstration) l'expression approchée de la différence de marche $\delta(M)$ pour un point M situé à l'abscisse x (mesurée par rapport au point O). En déduire l'expression de l'intensité $I(M)$, puis retrouver l'expression de l'interfrange i .
- 4) Déduire de l'expérience la distance a qui sépare les fentes, puis la largeur d de chacune des fentes.
- 5) Si l'on utilise un laser rouge, comment évolue le nombre de franges visibles dans la tache centrale de diffraction ?

Exercice 2 Synthèse du trioxyde de Soufre

On étudie la réaction qui forme le trioxyde de soufre $\text{SO}_3(\text{g})$ à partir du dioxyde de soufre $\text{SO}_2(\text{g})$ et du dioxygène gazeux. La température est prise égale à 730 K sauf précision contraire.

Données On donne $K^0(730\text{K}) = 1,4 \cdot 10^4$ pour la réaction de synthèse

	$\text{SO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{SO}_3(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$
$\Delta_f H^\circ \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$	-297		-396	

- 1) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction rapportée à 1 mole de dioxygène.
- 2) On souhaite obtenir un rendement de 90% à partir d'un mélange initial composé de 0,10 mol de dioxygène, 0,05 mol de dioxyde de soufre et 0,40 mol de diazote. Quelle doit être la valeur de la pression totale P ?
- 3) Comment évolue le rendement lorsque l'on augmente la pression en maintenant la température constante ? Et lorsque l'on augmente la température en maintenant la pression constante ?
- 4) Calculer le rendement de la synthèse pour $P=1,0$ bar et $T=730$ K (conditions utilisées dans l'industrie).

3TSI - Physique-Chimie - Colle 12b

Corrigé

Question de cours On peut observer des interférences entre deux ondes si elles sont *cohérentes*, c'est-à-dire si :

- ET {
- les deux ondes sont de même fréquence (même longueur d'onde dans le vide)
 - le déphasage $\Delta\phi(M)$ reste constant au cours du temps (trains d'ondes corrélés)

=> en pratique, les deux ondes doivent provenir du même point source

Si ces deux conditions sont réunies, $I(M) = I_1(M) + I_2(M) + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\phi(M))$ (formule de Fresnel)

Sinon, les intensités s'ajoutent : $I(M) = I_1(M) + I_2(M)$

Exercice 1 Fentes d'Young

1) $\lambda = c/f = 550 \text{ nm}$, couleur verte

2) $\delta(M) \approx \frac{ax}{D}$ $I(M) = 2I_0(1 + \cos(2\pi \frac{ax}{\lambda D}))$

On observe une frange brillante $\Leftrightarrow$ interférences constructives

$\Leftrightarrow \Delta\phi = 2p\pi \Leftrightarrow x = p \frac{\lambda D}{a}$

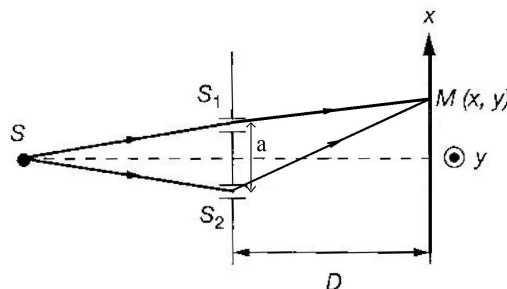
Interfrange $i = x_1 - x_0 = \lambda \frac{D}{a}$

3) On mesure $3i = 1,0 \text{ cm}$ donc $i = 3,3 \text{ mm}$, on en déduit $a = \lambda \frac{D}{i} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 150 \text{ }\mu\text{m}$

4) La largeur de la tache centrale de diffraction vaut $L = 4,0 \text{ cm}$, or $\theta = \frac{(L/2)}{D} = \frac{\lambda}{d}$ pour la diffraction

On en déduit $d = \frac{2\lambda D}{L} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 25 \text{ }\mu\text{m}$

5) i et L sont proportionnels à λ , qui augmente lorsque l'on utilise un laser rouge, donc l'interfrange et la largeur de la tache centrale de diffraction augmentent dans la même proportion. La structure de la figure n'est pas modifiée (on observe toujours le même nombre de franges dans la tache centrale), mais elle est dilatée horizontalement.



Exercice 2 Synthèse du trioxyde de soufre

1) $2 \text{ SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2 \text{ SO}_{3(g)}$

2)

	$2 \text{ SO}_{2(g)}$	+	$\text{O}_{2(g)}$	=	$2 \text{ SO}_{3(g)}$	$\text{N}_{2(g)}$	n_{gaz}
EI	0,05		0,10		0	0,40	0,55
EF	$0,05 - 2x_F$		$0,10 - x_F$		$2x_F$	0,40	$0,55 - x_F$

$$K^0 = Q_{r,\text{eq}} = Q_{r,F} = \frac{\left(\left(\frac{2x_F}{0,55 - x_F} \right) \frac{P_F}{P^0} \right)^2}{\left(\left(\frac{0,05 - 2x_F}{0,55 - x_F} \right) \frac{P_F}{P^0} \right)^2 \left(\left(\frac{0,10 - x_F}{0,55 - x_F} \right) \frac{P_F}{P^0} \right)} = \frac{4x_F^2(0,55 - x_F)}{(0,05 - 2x_F)^2(0,10 - x_F)(P_F/P^0)}$$

Pour obtenir un rendement de 90% on doit avoir $x_F = 0,90$ $x_{\text{max}} = 0,90 \cdot 0,025 = 2,25 \cdot 10^{-2}$

On a alors $P_F = P^0 \frac{4x_F^2(0,55 - x_F)}{(0,05 - 2x_F)^2(0,10 - x_F)K^0} = 3,94 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$

3) La réaction consomme plus de gaz qu'elle n'en produit, une augmentation de pression augmente le rendement de la synthèse (sens direct).

$\Delta_r H^0 = 2 \Delta_r H^0(\text{SO}_{3(g)}) - 2 \Delta_r H^0(\text{SO}_{2(g)}) = 2 \cdot (-396) - 2 \cdot (-297) = -198 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, la réaction est exothermique, une augmentation de température diminue le rendement (sens indirect)

4) On résout $K^0 = \frac{4x_F^2(0,55 - x_F)}{(0,05 - 2x_F)^2(0,10 - x_F)(P/P^0)}$ avec $P = 1,0 \text{ bar}$, on obtient $x_F = 2,46 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

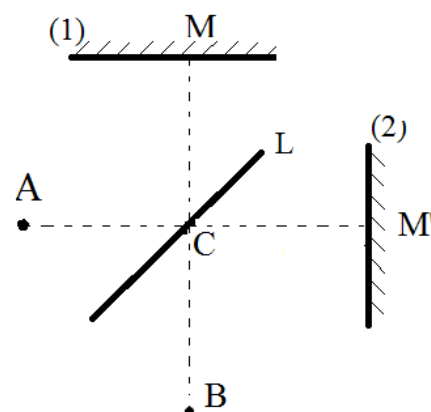
d'où un rendement $\frac{x_F}{x_{\text{max}}} = \frac{2,46 \cdot 10^{-2}}{0,025} = 0,984$ (98,4% de rendement)

Question de cours Démontrer la relation fondamentale des réseaux de diffraction.

Exercice 1 Interféromètre de Michelson

Une source ponctuelle monochromatique A est placée devant un interféromètre de Michelson, formé d'une lame L et de deux miroirs plans (1) et (2). La lame L est semi-réfléchissante : une partie de la lumière incidente est transmise sans être déviée, l'autre partie est réfléchie comme par un miroir.

On place au point B un détecteur afin de mesurer l'éclairement (intensité lumineuse) en ce point. L'onde émise par le point A est monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide.

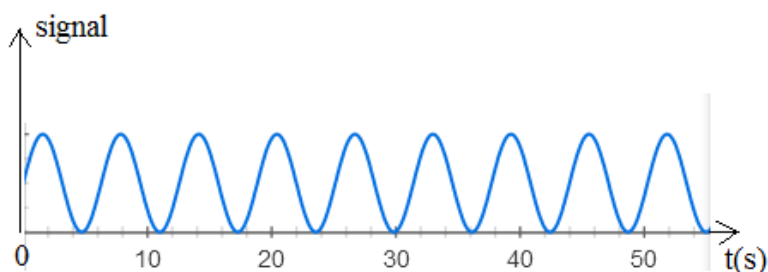


1) Tracer les deux chemins possibles pour les rayons issus de A et atteignant le point B.

2) Exprimer la différence de marche $\delta(B)$ (on fera intervenir l'"épaisseur" e de la lame d'air équivalente, définie par $e = CM' - CM$).

3) Exprimer le déphasage $\Delta\phi(B)$ et en déduire l'expression de l'intensité $I(B)$ (on considère que les deux ondes ont la même intensité I_0).

Un moteur électrique qui tourne à 6,08 tours par minute entraîne une vis micrométrique liée au miroir (2). Un tour correspond à une translation de $0,500 \mu\text{m}$ du miroir. Le signal du détecteur est représenté ci-contre.



4) Calculer la vitesse de déplacement v (en m.s^{-1}) du miroir. En exploitant l'enregistrement, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_0 .

Exercice 2 Dissociation de PCl_5

On étudie la réaction de dissociation en phase gazeuse de PCl_5 , qui forme PCl_3 et Cl_2 .

Données $K^0 = 0,273$ à 200°C pour la réaction étudiée

Enthalpies standard de formation à 298 K (kJ.mol^{-1})

$\text{PCl}_{3(\text{g})}$: - 306,4

$\text{PCl}_{5(\text{g})}$: - 398,9

1) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction rapportée à 1 mole de $\text{PCl}_{5(\text{g})}$

2) La dissociation de $\text{PCl}_{5(\text{g})}$ est-elle favorisée à haute ou basse pression ? haute ou basse température ?

On introduit 2 mol de $\text{PCl}_{5(\text{g})}$ dans une enceinte isobare et isotherme ($P = 10 \text{ bar}$, $T = 200^\circ\text{C}$)

3) Déterminer la composition finale du mélange.

4) Quelle est la composition finale si l'on chauffe le mélange jusqu'à 300°C ?

3TSI - Physique-Chimie - Colle 12c

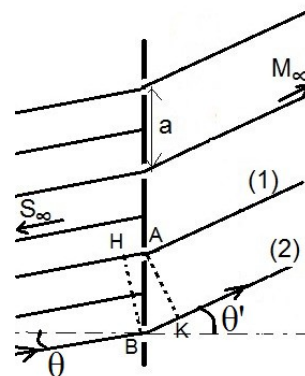
Corrigé

Question de cours La différence de marche vaut $\delta(M) = (SM)_2 - (SM)_1$ mais on a $(SH) = (SB)$ et $(AM) = (KM)$ (justification : en considérant le trajet inverse de la lumière, A et K seraient sur une surface d'onde de M).

On a donc $\delta(M) = BK - HA = a \sin \theta' - a \sin \theta$

On observe des interférences constructives $\Leftrightarrow \frac{\delta(M)}{\lambda_0} = p$ avec $p \in \mathbb{Z}$

Cette condition peut s'écrire $\sin \theta' - \sin \theta = p \frac{\lambda_0}{a}$, p est l'ordre d'interférences.



Exercice 1 Interféromètre de Michelson

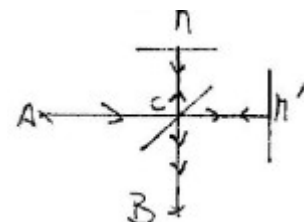
1) Voir ci-contre

2) $\delta(B) = (AB)_2 - (AB)_1 = 2CM' - 2CM = 2e$

3) $\Delta\phi(B) = 2\pi \frac{\delta(B)}{\lambda_0} = 4\pi \frac{e}{\lambda_0}$ d'où $I(B) = 2I_0 \left(1 + \cos\left(4\pi \frac{e}{\lambda_0}\right) \right)$

4) Le moteur tourne à $6,08 \text{ tr.min}^{-1}$ (vitesse angulaire), avec $0,500 \mu\text{m/tr}$

On en déduit $v = 6,08 \cdot 0,500 = 3,04 \mu\text{m.min}^{-1} = 5,07 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$



$v = de/dt$ donc $e(t) = e_0 + v \cdot t$ (e_0 : épaisseur à $t = 0$)

$I(t) = 2I_0 \left(1 + \cos\left(4\pi \frac{e_0 + v \cdot t}{\lambda_0}\right) \right)$ est une fonction périodique de période $T = \frac{\lambda_0}{2v}$

On lit $6T = 38 \text{ s} \Rightarrow T = 6,3 \text{ s}$, on en déduit $\lambda_0 = 2v \cdot T = 0,64 \mu\text{m}$ soit 640 nm (compte tenu de l'imprécision du graphique, il peut s'agir d'un laser He-Ne à $632,8 \text{ nm}$ ou d'une diode laser à 650 nm)

Exercice 2 Dissociation de PCl_5

1) $\text{PCl}_{5(g)} = \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$

2) La réaction produit plus de gaz qu'elle n'en consomme : la dissociation (sens direct) est favorisée à basse pression.

$\Delta_r H^0 = \Delta_f H^0(\text{PCl}_{3(g)}) - \Delta_f H^0(\text{PCl}_{5(g)}) = -306,4 - (-398,9) = 92,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$, la réaction est endothermique, la dissociation (sens direct) est favorisée à haute température.

3)

	$\text{PCl}_{5(g)}$	=	$\text{PCl}_{3(g)}$	+	$\text{Cl}_{2(g)}$	n_{gaz}
EI	2		0		0	2
EF	$2 - x_F$		x_F		x_F	$2 + x_F$

$$K^0 = \frac{\left(\frac{x_F}{2+x_F} \frac{P}{P^0} \right) \left(\frac{x_F}{2+x_F} \frac{P}{P^0} \right)}{\left(\frac{2-x_F}{2+x_F} \frac{P}{P^0} \right)} = \frac{x_F^2 \frac{P}{P^0}}{(2-x_F)(2+x_F)}, \text{ on résout : } x_F = 0,326 \text{ mol}$$

4) $K^0(573) = K^0(473) e^{\frac{-\Delta_r H^0}{R} \left(\frac{1}{573} - \frac{1}{473} \right)} = 16,5$, on résout (cf question précédente) : $x_F = 1,58 \text{ mol}$ (déplacement dans le sens direct, comme prévu à la question 2)

3TSI - Physique-Chimie - Colle 12
Exercices supplémentaires

Exercice Décomposition de $\text{UH}_{3(s)}$

On étudie l'équilibre $\text{UH}_{3(s)} = \text{U}_{(s)} + 3/2 \text{H}_{2(g)}$. La pression en dihydrogène gazeux à l'équilibre est donnée par la relation $\ln\left(\frac{P_{\text{H}_2}}{P^0}\right) = 57,81 - \frac{14640}{T} - 5,65 \ln T$ pour $450 \leq T \leq 715 \text{ K}$

- 1) Calculer la constante d'équilibre obtenue pour une température $T = 700 \text{ K}$.
- 2) Dans une enceinte vide de volume $V = 10\text{L}$, on introduit $n_{1,0} = 0,010 \text{ mol}$ de $\text{H}_{2(g)}$ et $n_{2,0} = 1,0 \text{ mol}$ de $\text{UH}_{3(s)}$, la température étant maintenue à 700 K . Déterminer la composition du système dans l'état final.
- 3) Que se passe-t-il si, le système étant à l'équilibre, on ajoute sans variation de volume ni de température une quantité $n_{3,0} = 0,1 \text{ mol}$ de $\text{UH}_{3(s)}$? De $\text{U}_{(s)}$?
- 4) Dans une enceinte vide de volume $V = 10 \text{ L}$, on introduit $1,0 \text{ mol}$ de $\text{U}_{(s)}$ puis progressivement du dihydrogène, la température étant maintenue à 700K . Tracer l'allure de la courbe $P = f(n_{\text{H}_2})$, n_{H_2} étant la quantité totale de dihydrogène introduit. Préciser les coordonnées des points particuliers.

Exercice Ecart angulaire entre deux étoiles

Des trous d'Young (A et B) d'écartement a réglable sont éclairés par deux étoiles S et S' (assimilées à deux sources ponctuelles à l'infini, séparées d'un petit angle α).

La lumière provenant des deux étoiles est filtrée, on la considère comme monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 590 \text{ nm}$. On observe les interférences sur un écran placé à une distance $D = 2,0 \text{ m}$ des trous. On note I_0 l'intensité des ondes émises par chacun des trous (on suppose que les deux étoiles présentent la même luminosité).

En faisant varier l'écartement a des fentes, on observe des variations du contraste de la figure d'interférences.

La plus petite valeur de a qui donne un contraste nul (intensité uniforme sur l'écran) est $a_0 = 2,5 \text{ cm}$; en déduire la distance angulaire α entre les deux étoiles. A l'oeil nu, voit-on deux étoiles ou une seule ? (pouvoir de résolution de l'oeil humain : $3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$)

Exercice Trous d'Young et mesure d'indice

On considère le montage des trous d'Young ci-contre. Le milieu est de l'air d'indice n_0 . La source S est supposée monochromatique ($\lambda_0 = 633\text{nm}$) et ponctuelle. Les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss. On note I_0 l'intensité émise par chacun des deux trous. Les deux cuves sont identiques, de longueur $L = 50\text{cm}$. Elles sont initialement maintenues sous vide (donc en pratique, sous très basse pression). Puis on remplit la seconde cuve avec un gaz, dont on veut déterminer l'indice de réfraction n_2 en faisant passer la pression de $\sim 0 \text{ bar}$ à 1bar . On mesure une succession de $K = 231$ maxima d'intensité lors du remplissage. En déduire l'indice optique du gaz.

3TSI - Physique-Chimie - Colle 12

Exercices supplémentaires - Corrigé

Exercice Décomposition de $\text{UH}_{3(s)}$

1) $K^0 = \left(\frac{P_{\text{H}_2, \text{eq}}}{P^0} \right)^{3/2}$ soit $\ln K^0 = \frac{3}{2} \ln \left(\frac{P_{\text{H}_2, \text{eq}}}{P^0} \right) = \frac{3}{2} \left(57,81 - \frac{14640}{T} - 5,64 \ln T \right)$

Pour $T = 700 \text{ K}$ on obtient $K^0(700 \text{ K}) = 0,838$

2)

	$\text{UH}_{3(s)}$	=	$\text{U}_{(s)}$	+	$3/2 \text{ H}_{2(g)}$
EI	1,0		0		0,010
EF	$1 - x_F$		x_F		$0,010 + 3/2 x_F$

Si l'équilibre est atteint, alors $P_{\text{H}_2, \text{eq}} = (K^0)^{2/3} P^0$ soit $P_{\text{H}_2, \text{eq}} = 0,889 \text{ bar}$ d'où $n_{\text{H}_2, \text{eq}} = \frac{P_{\text{H}_2, \text{eq}} V}{RT} = 0,15 \text{ mol}$

donc $x_F = 0,093 \text{ mol}$

C'est possible car $x_{\text{max}} = 1,0 \text{ mol}$, on a bien $x_F < x_{\text{max}}$, l'état final est un état d'équilibre.

3) L'ajout d'un solide (activité = 1) n'a aucune influence sur le quotient de réaction, l'avancement n'est pas modifié.

4) Tant que $n_{\text{H}_2} < n_{\text{H}_2, \text{eq}} = 0,15 \text{ mol}$, on a $P_{\text{H}_2} < P_{\text{H}_2, \text{eq}}$ donc $Q < K^0$, mais $\text{UH}_{3(s)}$ est absent, la réaction est bloquée (pas d'équilibre).

On a alors $P = P_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2} RT}{V} = 5,8 n_{\text{H}_2}$ (en bar)

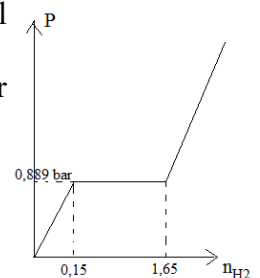
Lorsque $n_{\text{H}_2} > n_{\text{H}_2, \text{eq}}$, on a $Q > K^0$, le système évolue dans le sens indirect ($x_F < 0$) tant que $\text{U}_{(s)}$ reste présent, c'est-à-dire tant que $x_F > -1,0$.

On doit avoir $n_{\text{H}_2} + 3/2 x_F = n_{\text{H}_2, \text{eq}}$, ce qui impose $n_{\text{H}_2} < 0,15 + 3/2$ soit $n_{\text{H}_2} < 1,65 \text{ mol}$

- pour $0,15 \text{ mol} < n_{\text{H}_2, \text{eq}} < 1,65 \text{ mol}$, l'équilibre est atteint, on a $P_{\text{H}_2} = P_{\text{H}_2, \text{eq}} = 0,889 \text{ bar}$

- pour $n_{\text{H}_2, \text{eq}} > 1,65 \text{ mol}$, H_2 est introduit en excès et $\text{U}_{(s)}$ est consommé

On a $n_{\text{H}_2, F} = n_{\text{H}_2} - n_{\text{H}_2, \text{eq}}$ donc $P_{\text{H}_2} = (n_{\text{H}_2} - 1,65) RT/V$



Exercice Ecart angulaire entre deux étoiles

Pour la source S' , l'angle α entraîne une différence de marche $\alpha.a$ avant les fentes. La frange d'ordre 0 pour S' vérifie $\delta'(M) = \alpha x/D + \alpha.a$, elle se trouve donc en $x = \alpha.D$, décalée par rapport à la frange 0 de S .

On obtient un contraste nul si les franges brillantes de S coïncident avec les franges sombres de S' . Cela se produit si le décalage αD correspond à un $1/2$ interfrange ($\pm$ un nombre entier d'interfranges)

$$\alpha D = (k + 1/2) \lambda_0 \Leftrightarrow \alpha D = \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda_0 D}{a} \Leftrightarrow a = \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda_0}{\alpha}$$

La plus petite valeur est telle que $a = \frac{1}{2} \frac{\lambda_0}{\alpha}$ donc $\alpha = \frac{\lambda_0}{2a} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$, inférieur au pouvoir de résolution de l'oeil : les deux étoiles ne peuvent être distinguées à l'oeil nu.

Exercice Trous d'Young et mesure d'indice

Initialement $\delta(F'_2) = (SF'_2)_2 - (SF'_2)_1 = 0$

Lors du remplissage, on atteint $\delta(F'_2) = (n-1).L$ avec $p = \delta(F'_2)/\lambda_0 = K = 231$ donc $n = 1 + K\lambda_0/L = 1,0003$ (indice réel de l'air)