

JE DOIS SAVOIR

JE DOIS SAVOIR FAIRE

TRANSFORMATIONS RAPIDES / TRANSFORMATIONS LENTES

NOTION D'EQUILIBRE CHIMIQUE

LES ACIDES / BASES

CRITÈRE D'ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME CHIMIQUE

MÉCANIQUE DE NEWTON

TRANSFORMATIONS RAPIDES / TRANSFORMATIONS LENTES

Je dois savoir :

- Une transformation chimique est généralement considérée comme lente si l'ordre de grandeur de sa durée dépasse la seconde
- Une transformation chimique se produit plus rapidement :
 - lorsqu'on augmente la concentration d'un réactif ;
 - lorsqu'on augmente la température .
- La température et la concentration des réactifs sont des facteurs cinétiques .
- L'avancement croît avec le temps mais de plus en plus lentement , l'avancement tend vers sa valeur maximale .
- La vitesse de réaction se calcule par la relation : $v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ où V est le volume du mélange réactionnel .
- La vitesse de réaction dépend du nombre de choc efficace entre les réactifs.
- Le temps de demi-réaction est le temps nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur maximale (x_{\max}) . On note $t_{1/2}$ (exprimé en seconde , minute ...)

Je dois savoir faire :

- Tracer l'avancement d'une réaction au cours du temps (x dépend de la quantité de réactif restant et de produit formé)
- Déterminer la vitesse de réaction sur ce graphique .
- Expliquer l'évolution de cette vitesse .
- Utiliser une technique d'analyse pour déterminer l'avancement (spectrophotométrie , conductimétrie, dosage ...)

Exercice d'application : Etude cinétique par spectrophotométrie

L'acide iodhydrique

NOTION D'EQUILIBRE CHIMIQUE

Je dois savoir :

- Toutes les réactions ne sont pas totales . (exemple : la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau)
- le tableau d'avancement dans le cas d'une réaction partielle comporte une ligne état final si la réaction est totale (x_{\max}) et une ligne état final réel (x_f)
- Le taux d'avancement final τ d'une réaction est le rapport $\frac{x_f}{x_{\max}}$.
- Si $\tau = 1$ alors la réaction est totale .
- La réaction chimique n'est pas toujours totale car elle est peut être limitée par la réaction inverse . Dans l'état final , les quantités chimiques n'évoluent plus : c'est un équilibre . (les vitesses des réactions inverses sont égales) . On symbolise de telle réaction en utilisant un signe =
- Pour la réaction $wA + xB = yC + zD$, on peut associer un quotient de réaction

$$Q_r = \frac{[C]^y \times [D]^z}{[A]^w \times [B]^x} \quad \text{ce quotient est exprimé sans unité .}$$

Les solides et solvants n'interviennent pas .

- Pour la même réaction parvenue à l'équilibre , la constante d'équilibre est :

$$Q_{r,eq} = K = \frac{[C]_f^y \times [D]_f^z}{[A]_f^w \times [B]_f^x}$$

cette constante ne dépend que de la réaction étudiée et de la température

- le taux d'avancement final d'un équilibre chimique dépend de la constante d'équilibre et de l'état initial du système .

Je dois savoir faire :

- dresser un tableau d'avancement
- Ecrire un Q_r , K
- déterminer τ à partir de K .

L'acide lactique

LES ACIDES BASES

Je dois savoir :

- Les définitions selon Brönsted des acides et des bases .
- L'eau (espèce amphotère) participe à un équilibre chimique (autoprotolyse) :
$$2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- (\text{aq})$$
- La constante d'équilibre associée à cet équilibre est $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$, le pH de l'eau est donc égal à 7 .
- Pour un couple AH / A^- en solution aqueuse on a : $\text{pH} = \text{pKa} + \log \left(\frac{[\text{A}^-]_f}{[\text{AH}]_f} \right)$
si $\text{pH} > \text{pKa}$ alors la forme basique prédomine ; si $\text{pH} < \text{pKa}$ alors la forme acide prédomine .
- Si $\text{pH} = \text{pKa}$ alors $\frac{[\text{A}^-]_f}{[\text{AH}]_f} = 1$.
- $\text{pKa} = - \log \text{Ka}$.
- Lors de la réaction entre les deux couples A_1/B_1 et A_2/B_2 de sorte que : $\text{A}_1 + \text{B}_2 = \text{B}_1 + \text{A}_2$, on peut associer la constante d'équilibre $K = \frac{\text{Ka}_1}{\text{Ka}_2}$
- Pour qu'une réaction puisse être utilisée dans un dosage , il faut que celle-ci soit rapide et totale (τ très proche de 1 soit encore K très grand)

Je dois savoir faire :

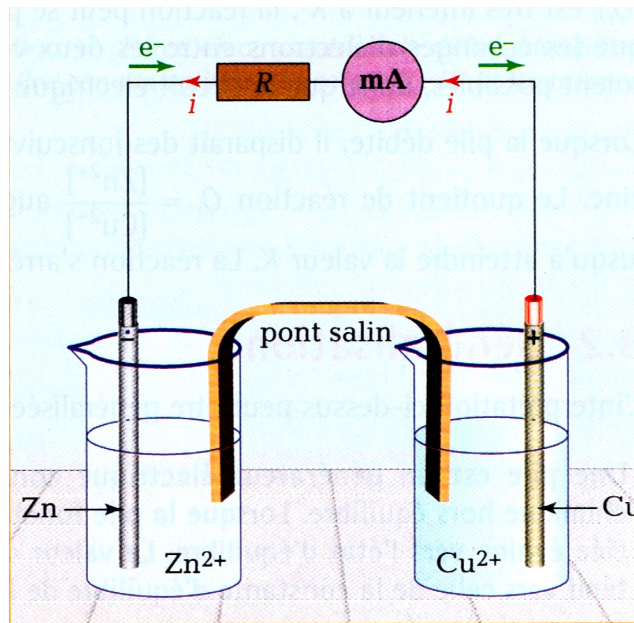
- Exploiter une courbe de prédominance
- Retrouver le $V(\text{éq})$ et le $\text{pH}(\text{éq})$ à l'aide de la courbe $\text{pH} = f(v)$ ou $\frac{d\text{pH}}{dV} = f(V)$

Exercices

CRITÈRE D'ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME CHIMIQUE

Je dois savoir :

- une transformation est spontanée si elle se produit sans influence extérieure .
- Un système chimique évolue spontanément si le quotient de réaction $Q_R \neq K$.
- Au cours de cette évolution spontanée , $Q_R \rightarrow K$.
- Si $Q_R < K$ alors le sens d'évolution spontanée est le sens de formation des produits (sens direct)
- Si $Q_R > K$ alors le sens d'évolution spontanée est le sens de formation des réactifs (sens indirect)
- Une pile est un dispositif permettant de récupérer de l'énergie électrique ; le courant est dû à un transfert spontané d'électrons entre les espèces chimiques de deux couples oxydant/réducteur .



Doc. 12 Sens du courant et sens de déplacement des électrons dans une pile DANIELL.

- Une pile est un système chimique hors équilibre . Lorsque la pile débite , la réaction qui a lieu est un déplacement vers l'état d'équilibre . $Q_R \rightarrow K$.
- La fem d'une pile ne dépend pas de ses dimensions , de sa forme , et du pont salin .
- la fem d'une pile dépend des couples ox/red employés et de la concentration des électrolytes .
- La fem d'une pile diminue lors de son fonctionnement .

Je dois savoir faire :

- Donner la représentation d'une pile ((-)Cu|Cu²⁺||Ag⁺|Ag(+))
- Retrouver l'équation de fonctionnement d'une pile .
- Exprimer le quotient de réaction d'une pile
- schématiser une pile .

MÉCANIQUE DE NEWTON

Je dois savoir :

- le vecteur vitesse : $\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{OM}}{\Delta t} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$
- le vecteur accélération : $\vec{a}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{OM}}{dt^2}$
- dans un référentiel galiléen , le centre d'inertie d'un solide pseudo-isolé a une accélération nulle ($\vec{a} = \vec{0}$) ce qui induit que $\vec{V}_G = \vec{c}te$
- La deuxième loi de newton : $\sum \vec{F}_{EXT} = m \cdot \vec{a}_G$
- La troisième loi de Newton : loi des actions réciproques .
- Un référentiel est galiléen si les loi de newton y sont vérifiées .
- Tout référentiel en mouvement rectiligne et uniforme (ou au repos) par rapport à un référentiel galiléen est lui même galiléen .

Je dois savoir faire :

- Retrouver l'équation différentielle d'un solide en chute verticale dans un fluide .
- Retrouver l'équation différentielle , le temps caractéristique et la vitesse limite dans le cas où le solide n'est soumis qu'à son poids et à une force de frottement $\vec{f} = -h \vec{v}$
- Etablir l'équation horaire d'un solide en chute libre .
- Etablir l'équation horaire et l'équation cartésienne d'une mobile dans le champs de pesanteur .

[Exercice](#)

[Exercice II](#)

[Exercice III](#)

<file:2009-Reunion-Exo1-Sujet-OscillateurHorizontal-5pts.pdf>

Etude cinétique par spectrophotométrie

Ne pas oublier : expression littérale , application numérique , résultats (CS) et unités .

A l'aide d'un spectrophotomètre , on étudie la transformation d'un mélange de solutions aqueuses d'iodure de potassium et de peroxydisulfate de potassium . L'équation de la réaction est : $S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$

Pour cela on suit au spectrophotomètre l'évolution de la concentration en diiode, seule espèce absorbante pour la longueur d'onde choisie .

Le volume de la solution introduit dans la cuve du spectrophotomètre est $V = 2,0 \text{ mL}$.

Les valeurs de l'absorbance à différentes dates sont données dans le tableau ci-après .

1- Ecrire la loi de Beer Lambert

2- Le coefficient de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration est $k = 1000$.

Donner l'unité de k .

3- Indiquer la relation qui permet de calculer la quantité de matière n de diiode dans la cuve

4- Déterminer l'avancement de la réaction pour chaque temps .

5- Représenter la fonction $x(t)$.

6- calculer la vitesse pour chaque temps . Que vaut v à $t = \infty$; justifier .

t(min)	0	5	10	15	20	25
A	0	0,5	0,75	0,9	1	1
C (mol.L ⁻¹)						
n(mol)						
x(mol)						
dx/dt		1.10^{-7}	8.10^{-8}	5.10^{-8}	2.10^{-8}	
v						

[Retour](#)

L'acide iodhydrique, ou iodure d'hydrogène, peut être synthétisé à partir du dihydrogène et du diiode, à l'état gazeux et à la température de 350 °C. Afin d'étudier la vitesse de cette réaction, on enferme dans 4 ballons identiques, de volume 1 L, $0,50 \cdot 10^{-3}$ mole de diiode et $5,0 \cdot 10^{-3}$ mole de dihydrogène ; ces ballons sont placés dans une étuve à 350 °C pendant des durées différentes.

À sa sortie, chacun des ballons est brutalement refroidi le diiode restant se condense alors à l'état solide ; puis il est dissous dans une solution d'iodure de potassium (l'ion iodure I^- se combinant à une molécule de diiode I_2 pour former l'ion triiodure I_3^-).

La solution obtenue prend une teinte jaune. Le diiode de la solution de triiodure de potassium est dosé par une solution titrée de thiosulfate de sodium.

La fin du dosage est détectée par la disparition de la teinte jaune due au diiode.

- 1) Etablir le tableau d'avancement de la réaction étudiée :
- 2) Définir la vitesse volumique de réaction en donnant la signification de chaque terme et leur unité :
- 3) Le réactif titrant est obtenue en opérant une dissolution du solide thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3(s)$.

Ecrivez l'équation de cette dissolution :

- 4) Ecrire l'équation de la réaction de dosage qui s'effectue entre le diiode et l'ion thiosulfate :
- 5) La solution de thiosulfate de sodium a pour concentration

$$c_{\text{red}} = 0,050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Montrez grâce au tableau d'avancement du dosage que la quantité de diiode déterminée à l'aide du dosage est obtenue par la relation :

$$2 n(I_2) = c_{\text{red}} \times V_{\text{ered}}$$

- 6) Graphique montrant l'évolution de x en fonction du temps :
- 7) Quelle est l'évolution de la vitesse de réaction au cours du temps. Justifier.
- 8) Indiquer l'intérêt de refroidir brutalement le milieu réactionnel à la sortie de l'étuve.

[Retour](#)

L'acidité du lait est due à la présence d'acide lactique de formule $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$

Cette acidité augmente au cours du temps par fermentation lactique au cours de laquelle le lactose se transforme en acide lactique . Si la masse d'acide lactique dépasse 2,16 g par litre , on estime que le lait est impropre à la consommation .

Titration de l'acide lactique contenu dans une bouteille de lait :

Afin de déterminer la concentration molaire initiale C_0 en acide lactique dans le lait , on procède à son titrage . Un volume égal à 20,0 mL de lait dilué 10 fois est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ en présence de phénolphtaléine . Le virage se fait pour un volume versé égal à 7,6 mL .

Détermination de la constante de réaction :

Afin de déterminer la constante de réaction entre l'acide lactique et l'eau , on mesure le pH à 25°C de plusieurs échantillons contenant chacun 20,0 mL de lait . La concentration molaire en acide lactique de chaque échantillon a été déterminé par titrage . Le résultats sont rassemblés ci-dessous :

C_0	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$
pH	3,00	2,81	2,73	2,70	2,63

Questions :

- Ecrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide lactique et les ions HO^-
- Quel est le rôle de la phénolphtaléine ?
- Déterminer la concentration molaire C_0 de l'acide lactique dans le lait testé .
- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau .
- Ecrire l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette équation
- Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes à l'équilibre et

calculer le rapport $\frac{[\text{AH}]_f}{[\text{A}^-]_f}$ pour chaque système chimique . Compléter le tableau .

- Déterminer par une méthode graphique la constante d'équilibre K associée à la réaction de l'acide lactique avec l'eau .

$[\text{AH}]_f$	$0,8 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$
$[\text{H}_3\text{O}^+]_f$					
$[\text{A}^-]_f$					
$[\text{AH}]_f / [\text{A}^-]_f$					

[Retour](#)

Acide / base

Exercice 1 :

on dissout $3,0 \cdot 10^{-2}$ g. d'acide acétique (CH_3COOH) dans un 1/2 verre litre d'eau. Le pH de la solution est égal à 4,05.

1. Calculer les concentrations des ions présents dans la solution.
2. On ajoute à la solution 2,5 mL d'une solution décimolaire de soude. On néglige l'augmentation du volume de la solution.
 - que se passe-t-il dans la solution? écrire la réaction s'il y en a une.
 - quels sont les ions présents à l'équilibre et quelles sont leurs concentrations ?
 - quel est le pH de la solution?

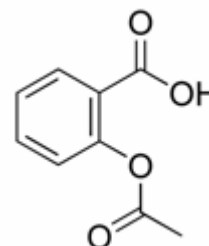
données : $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$

Exercice 2 :

On considère une solution d'acide acétylsalicylique ($\text{pK}_a = 3,5$) de concentration $c_0 \text{ mol.L}^{-1}$.

Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide acétylsalicylique et l'eau.

Calculer le pH d'une solution de l'acide acétylsalicylique ($\text{pK}_a = 3,5$) de concentration $c_0 \text{ mol.L}^{-1}$ dans le cas où $c_0 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et $c_0 = 0,001 \text{ mol.L}^{-1}$.



Exercice 3 :

Calculer le pH d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $0,04 \text{ mol.L}^{-1}$.

Calculer le pH d'une solution d'acide éthanoïque de concentration $0,04 \text{ mol.L}^{-1}$.

($\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$).

Comparer.

Exercice 4 :

Toutes les solutions sont à 25°C . Le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

Une solution d'acide propanoïque de concentration $c_1 = 0,330 \text{ mol.L}^{-1}$ a un pH égal à 2,7.

1. Calculer les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques contenues dans cette solution.
2. En déduire le pK_a du couple $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} / \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$.
3. Définir et calculer le coefficient de dissociation de l'acide propanoïque de cette solution.

Les piles

Exercice 1

Une demi-pile est constituée d'un fil de nickel, de masse $m_1 = 0,30 \text{ g}$, plongeant dans une solution aqueuse de nitrate de nickel (II), de volume $V_1 = 50,0 \text{ mL}$ et de concentration $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Une autre demi-pile est constituée d'un fil d'argent, de masse $m_2 = 0,10 \text{ g}$, plongeant dans une solution aqueuse de nitrate d'argent, de volume $V_2 = 50,0 \text{ mL}$ et de concentration $C_2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Les deux demi-piles sont reliées par un pont salin au nitrate de potassium saturé. Un voltmètre indique que le pôle positif est l'électrode d'argent. On branche en série un conducteur ohmique et un ampèremètre, lequel indique une intensité constante $I = 50 \text{ mA}$.

Données : $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Ag}) = 107,9 \text{ g.mol}^{-1}$; $1 \text{ F} = 96\,500 \text{ C}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

1° Schématiser la pile et indiquer le mouvement des porteurs de charges.

2° Retrouver l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique associée à cette pile, dont la constante d'équilibre est $K = 6,6 \cdot 10^{34}$.

3° 3.1. Calculer la valeur du quotient de réaction à l'état initial $Q_{r,i}$.

3.2. Cette valeur est-elle cohérente avec la polarité proposée ?

4° Déterminer la quantité maximale d'électricité que peut débiter cette pile.

5° Calculer la durée maximale de fonctionnement de cette pile si elle débite une intensité constante de $I = 50 \text{ mA}$.

6° Calculer la concentration en ions nickel, en ion argent, la masse du fil de nickel et la masse du fil d'argent lorsque la pile est usée.

[Suite](#)

Exercice 2 – Pile au lithium

Le schéma conventionnel d'une pile au lithium s'écrit : $\text{Li}|\text{Li}^+$ dans un solvant organique $||\text{MnO}_2(\text{s})|\text{C}$
Les couples $\text{Li}^+/\text{Li}(\text{s})$ et $\text{MnO}_2(\text{s})/\text{MnO}(\text{OH})(\text{s})$ sont à considérer. L'électrode chargée positivement est en graphite. L'électrolyte du compartiment cathodique est acide.

Données : $M(\text{Li}) = 6,9 \text{ g.mol}^{-1}$

1°/ Fonctionnement de la pile.

1.1. Écrire les équations des réactions aux électrodes en précisant leur nature. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction globale.

1.2. Le lithium réduit l'eau en dihydrogène. Expliquer l'utilité d'un électrolyte organique dans la demi-pile au lithium.

1.3. Quel est le rôle de l'électrode de graphite ? Comment la qualifie-t-on ?

2°/ Étude quantitative.

L'une des piles boutons au lithium la plus performante peut délivrer une quantité maximale d'électricité,

Q_{max} , égale à 1800 C . Au bout de cinq ans, la quantité d'électricité débitée par la pile est égale à 10% de Q_{max} .

2.1. Calculer l'intensité I du courant débité par cette pile en cinq ans.

2.2. Calculer la durée de vie maximale de cette pile, en supposant que l'intensité reste constante.

2.3. À l'aide d'un tableau d'évolution, calculer la masse minimale de lithium nécessaire au fonctionnement de la pile.

3°/ Intérêt du lithium.

Le tableau ci-dessous rassemble les « capacités massiques de stockage » de plusieurs éléments entrant dans la

composition de différents types de piles. Cette « capacité massique » est la quantité maximale d'électricité que peut débiter la pile par kg d'élément constituant. Elle peut s'exprimer en A.h.kg^{-1} .

Elément	cadmium	zinc	argent	lithium
Capacité massique en A.h.kg^{-1}	480	500	820	3880

3.1. Pour une même intensité de courant électrique débité, comment évolue la durée de fonctionnement de

la pile en fonction de sa « capacité massique » ?

3.2. Pourquoi utilise-t-on des piles au lithium pour alimenter des stimulateurs cardiaques ?

[Retour](#)

Au coeur d'une averse

Une goutte supposée sphérique, de rayon $r = 1 \text{ mm}$ tombe de la base d'un nuage situé à 1000 m au-dessus du sol. On suppose qu'à l'instant initial, la vitesse de la goutte est nulle. On prendra comme origine des temps l'instant où la goutte quitte la base du nuage et, comme origine de l'espace, l'endroit où la goutte quitte le nuage.

1- En supposant que seul le poids de la goutte s'exerce sur elle, établir la loi horaire du mouvement de la goutte.

2- Calculer la valeur de la vitesse de la goutte lorsqu'elle atteint le sol.

3- En fait la goutte arrive au sol avec une vitesse $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$. Expliquer la différence entre cette valeur et celle calculée précédemment. Comment appelle-t-on cette vitesse ?

4- Donner l'expression de la poussée d'Archimède s'exerçant sur la goutte et la calculer.

5- Comparer la valeur de la poussée d'Archimède avec la valeur du poids de la goutte. Quelle approximation peut-on faire ?

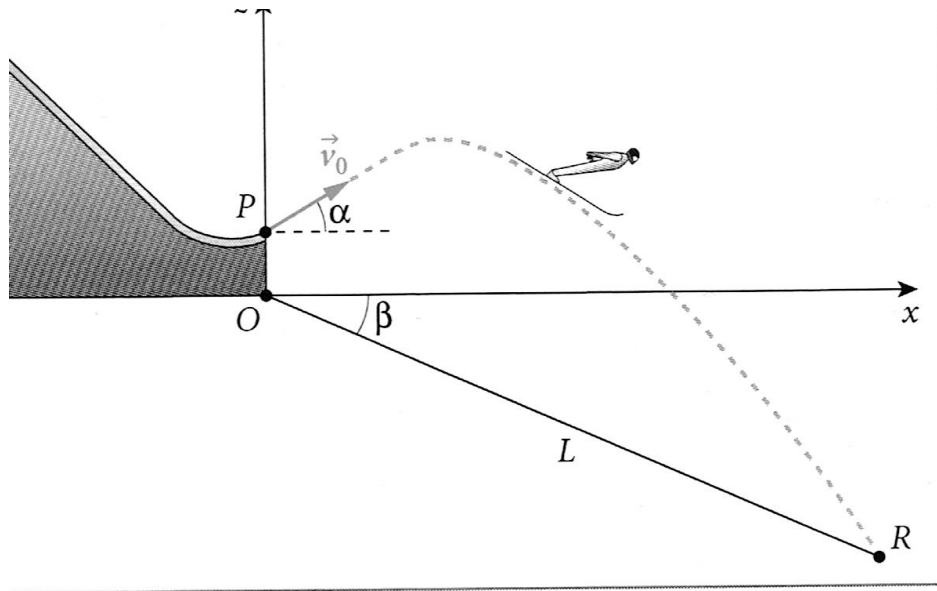
6- On modélise les frottements qui s'exercent sur la goutte par une force unique \vec{f} dont l'expression est donnée par $f = kr v$ où k est un coefficient à déterminer, r le rayon de la goutte et v la vitesse.

- Etablir l'équation différentielle du mouvement
- En déduire l'expression de la vitesse limite en fonction des différentes données du problème.
- Calculer la valeur de k et le temps caractéristique τ .

[Retour](#)

Tremplin de saut à ski

Un champion de saut à ski, assimilable à un corps ponctuel s'élance sur un tremplin de saut à ski. Au moment d'aborder le saut, la vitesse V_0 est égale à 25 m.s^{-1} . Le bas de la piste est incliné vers le haut d'un angle de 10° . Le skieur quitte la piste au point P.



On associe au référentiel terrestre le repère $(0, i, j, k)$. Le point P se situe 6 m à la verticale du point O. La piste de réception fait un angle de 50° vers le bas par rapport à l'horizontale.

- Quelle est la nature du mouvement du skieur ? Représenter sa trajectoire
- Etablir les équations horaires de sa trajectoire dans l'air, puis donner l'expression de l'équation cartésienne de sa trajectoire.
- Quelle est l'équation de la droite représentant la piste de réception ?
- Le skieur se réceptionne au point R. Quelles sont les coordonnées de ce point ? Quelle est la longueur L du saut ($L = OR$).

[Retour](#)

Etude d'un oscillateur mécanique

On considère un oscillateur mécanique constitué d'un ressort à spires non jointives de constante de raideur k , enfilé sur une tige horizontale. Un solide de masse m , accroché au ressort coulisse sur la tige. L'amortissement des oscillations est dû à une force de frottement \vec{f} , telle que $\vec{f} = -\lambda \vec{v}$.

- x étant l'abscisse du centre d'inertie du solide mesurée à partir de la position d'équilibre,

montrer que x est solution de l'équation différentielle : $m \frac{d^2x}{dt^2} + \lambda \frac{dx}{dt} + kx = 0$

- Soit τ un intervalle de temps petit devant la période. A l'instant $t_n = n\tau$, on désigne a par $a(n)$; v par $v(n)$; x par $x(n)$.

Montrer que $a(n) = \frac{(-kx(n) - \lambda v(n))}{m}$

- Sachant que $v(n+1) = v(n) + a(n)\tau$ et $x(n+1) = x(n) + v(n)\tau$ et qu'à l'origine des temps, l'abscisse est maximale et la vitesse est nulle :

- calculer la période T_0 du mouvement non amorti.
- Déterminer x pour t variant de t à $10T_0$ pour les valeurs de λ suivantes : 0 ; 0,5 ; 2,0 ; 4,0 ; 5,0.
- Tracer les graphes de $x=f(t)$
- La pseudo période dépend-elle de λ ?

Donnée : $x_0 = x_m = 20$ cm ; $V_0 = 0$ m.s⁻¹ ; $m = 1$ kg ; $k = \pi^2$ N.m⁻¹ ; $\tau = 0,10$ s

[retour](#)

