

Bienvenue dans la classe de MP au lycée Grand Lebrun.

Comme vous le savez, la deuxième année est l'année des concours dont les premières épreuves commencent au milieu du mois d'avril. Pour cette raison, les cours de préparation aux épreuves écrites ne durent qu'environ 25 semaines. C'est beaucoup plus court qu'en première année et pourtant le programme est tout aussi chargé.

1) Il est important pour vous de maintenir vos acquis durant l'été. Pour vous y aider, vous trouverez une liste d'environ 30 exercices de physique et de chimie que je vous demande de chercher pour la rentrée.

Je reprendrai certains exercices dans les DST de début d'année !

2) Vous trouverez ci-dessous la procédure d'installation de Google Drive, Office, Anaconda et Google Colab. Installez au plus vite ces applications.

3) L'informatique avec Python se retrouve dans beaucoup d'épreuves. Pour une bonne maîtrise du langage, il faut s'entraîner régulièrement pour acquérir des automatismes.

4) Avancez bien votre TIPE pendant l'été.

5) Vous retrouvez ce document ainsi que les différents liens sur le site de physique-chimie de la classe. Les identifiants sont provisoires.

<http://beury-prepas.fr/SPE/>

Nom d'utilisateur : mp

Mot de passe : mp

Dans la page d'accueil du site, vous trouverez un lien pour télécharger un pdf de ce document ainsi que les liens. Clic droit sur [Poly vacances](#). Cliquer sur enregistrer et acceptez si votre navigateur indique message de sécurité.

Dans la rubrique \Cours\Cours de Physique et Cours de Chimie, vous trouverez des rappels de cours de première année.

Vous trouverez ci-dessous un lien vers un cahier d'entraînement en physique-chimie très bien fait :

<https://colasbd.github.io/cde/>

Vous pouvez le travailler en autonomie. Vous trouverez les corrigés sur le site.

Si vous avez des questions, vous pouvez me joindre cet été par mail : inbeury@laposte.net

Je vous souhaite de très bonnes vacances.

Jean-Noël BEURY

UTILISATION DE GOOGLE DRIVE

1) Installation de google chrome et création d'une adresse Gmail si ce n'est pas déjà fait.

<https://www.google.com/intl/fr/gmail/about/>

2) Dans le drive Google, vous avez gratuitement un espace de stockage de 17 Go. Installer le logiciel Drive pour synchroniser un dossier de votre ordinateur avec le drive :

<https://www.google.com/intl/fr/drive/download/>

C'est très pratique pour stocker les documents importants (TIPE, informatique, TP...).

3) Organisation de votre dossier MON DRIVE.

<https://drive.google.com/drive/my-drive>

a) Créer plusieurs dossiers et sous-dossiers.

Dossiers à créer : TIPE, TP PHYSIQUE, TP CHIMIE, INFORMATIQUE, MATHEMATIQUES, SI, ANGLAIS, FRANCAIS...

b) Dans le dossier Informatique, créer des sous-dossiers pour stocker tous vos programmes Python et les textes de TP.

4) On utilisera également GOOGLE COLAB avec Python. Les fichiers sont stockés dans Mon Drive\Colab Notebooks. Créer des sous-dossiers : INFORMATIQUE PHYSIQUE, INFORMATIQUE COMMUNE par exemple.

5) Google Agenda est très pratique pour gérer son agenda : plannings de colles par exemple, rendez-vous médicaux,...

TIPE - Installation de la suite Office et utilisation de google doc

Avec votre compte Microsoft du lycée Grand Lebrun, installer la suite Office (Word, Excel, Powerpoint) sur votre ordinateur.

Vous pouvez utiliser également la version en ligne de Powerpoint : tout à fait recommandé pour créer des diaporamas pour votre TIPE et chaque personne travaille sur le même fichier.

Vous pouvez faire des schémas avec Powerpoint également.

Pour rajouter des formules mathématiques, la version en ligne ne le permet pas. Il vous suffit d'installer Powerpoint sur votre ordinateur, de créer un fichier Powerpoint contenant un certain nombre de formules. Par un copier-coller, vous les insérez dans le Powerpoint en ligne.

Stocker tous vos documents TIPE dans votre drive google. Plusieurs élèves ont déjà perdu tous leurs documents en cours d'année !!!

ADRESSE MAIL

Il est très important que vous soyez joignable très rapidement (le jour même !) tout au long de l'année : informations pour la classe, inscriptions concours, informations de l'administration...

Consultez tous les jours une adresse mail de votre choix. Vous pouvez rediriger d'autres adresses mail sur votre adresse mail principale. Par exemple, votre adresse mail de grandlebrun.com.

Si vous ne souhaitez pas consulter régulièrement votre adresse mail de grandlebrun.com, je vous demande alors de rediriger cette adresse mail vers votre adresse mail principale.

Pour la procédure, voir \divers\Documents divers sur le site <http://beury-prepas.fr/SPE/>

Installation de SPYDER avec la suite Anaconda3

Installer Anaconda3 sur votre ordinateur : <https://www.anaconda.com/products/distribution>

Vos programmes Python seront sauvegardés dans le dossier \Mon Drive\Informatique\. Utilisez aussi des sous-dossiers pour organiser vos fichiers.

Installation de PYZO

Suivre les étapes 1 et 2 du lien <http://www.pyzo.org/start.html>. L'étape 1 vous permet d'installer l'environnement de développement, l'étape 2 la distribution Python. Vous avez juste à savoir si vous travaillez sur Windows, Mac ou Linux.

Il reste à installer les modules qui nous seront utiles. Ouvrez Pyzo, et dans la console (l'invite de commandes est constituée de trois chevrons >>>), taper d'abord install numpy, puis install scipy pyqt matplotlib, et enfin pip install pillow. On utilisera le package PIL (pillow) pour travailler avec des images.

Utilisez aussi des sous-dossiers pour organiser vos fichiers. Suivre les étapes 1 et 2 du lien <http://www.pyzo.org/start.html>.

L'étape 1 vous permet d'installer l'environnement de développement, l'étape 2 la distribution Python. Vous avez juste à savoir si vous travaillez sur Windows, Mac ou Linux.

Il reste à installer les modules qui nous seront utiles. Ouvrez Pyzo, et dans la console (l'invite de commandes est constituée de trois chevrons >>>), taper d'abord install numpy, puis install scipy pyqt matplotlib, et enfin pip install pillow. On utilisera le package PIL (pillow) pour travailler avec des images.

Utilisation de Google Colab

https://drive.google.com/drive/folders/18NuDWInlGY8dXOBS_tacWJd0CVLgOiv?usp=sharing

Vous retrouverez ce lien sur la page d'accueil du site : <http://beury-prepas.fr/SPE/>

Connexion avec votre compte Gmail pour ouvrir ce lien.

Copier les fichiers dans un dossier de « Mon Drive\Colab Notebooks ».

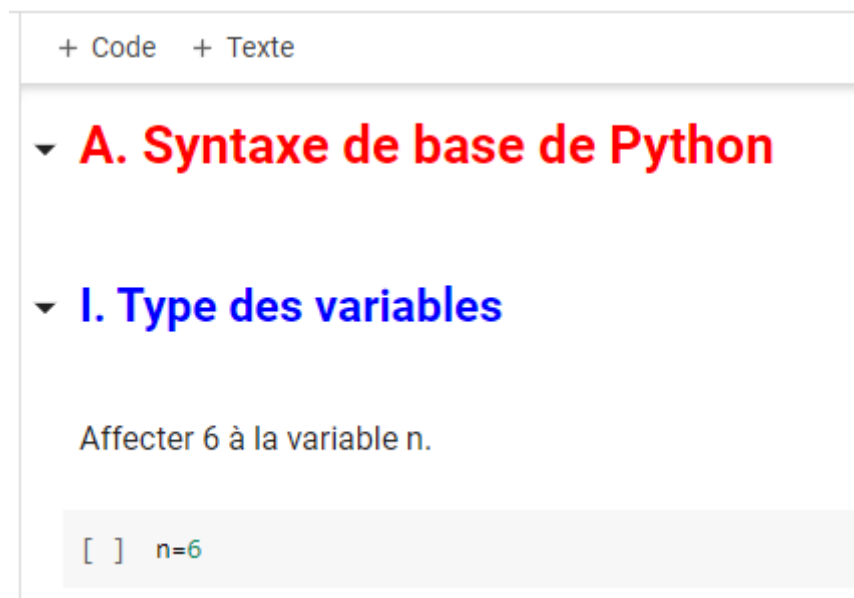
Le travail personnel est très important. La recopie de fichiers n'apporte rien et est contreproductive. Si vous avez des questions, vous pouvez m'envoyer un mail pendant l'été : jnbeury@laposte.net ou jeannoel.beury@gmail.com.

Le lien suivant contient le dossier Google partagé qui contient les fichiers Google Colab à télécharger et à renommer.

https://drive.google.com/drive/folders/18NuDWInlGY8dXOB S__tacWJd0CVLgOiv?usp=sharing

1) **DOSSIER INFORMATIQUE COMMUNE** : Ouvrir le fichier Google Colab : 01_révisions PYTHON info commune.ipynb et copier ce fichier dans votre répertoire Mon Drive\Colab Notebooks\INFORMATIQUE COMMUNE.

Renommer ce fichier en rajoutant VOTRE NOM ET PRENOM.



Compléter les différentes cases. Par exemple taper `n = 6` dans la case grise.

En cliquant sur Texte, vous pouvez ajouter une cellule Texte.

En cliquant sur Code, vous pouvez ajouter une cellule Code. Cette cellule contient votre programme Python. Pour exécuter une cellule, touchez ENTREE au clavier. Pour exécuter une cellule et passer à la suivante, SHIFT (touche majuscule) + ENTREE.

Ecrire les programmes Python des 5 exercices : Moyenne et écart-type de notes, Fonction factorielle, Calcul des termes d'une suite, Tracé d'une fonction définie par morceaux et Tracé d'un histogramme avec Matplotlib.

Ces 5 exercices doivent être complétés pour le stage de pré rentrée.

2) **DOSSIER PHYSIQUE** : Ouvrir le fichier Google Colab : Révisions python PHYSIQUE.ipynb et copier ce fichier dans votre répertoire Mon Drive\Colab Notebooks\INFORMATIQUE PHYSIQUE.

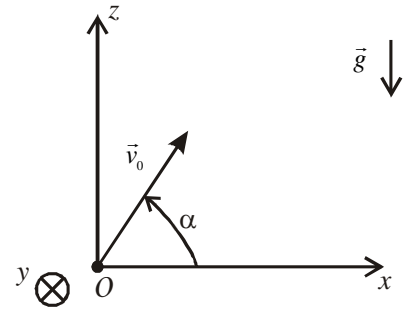
Renommer ce fichier en rajoutant VOTRE NOM ET PRENOM.

Ecrire les programmes Python des 2 exercices : Incertitudes mesure d'une distance focale et Tracé de la somme de deux sinusoides.

Ces 2 exercices doivent être complétés pour le stage de pré rentrée.

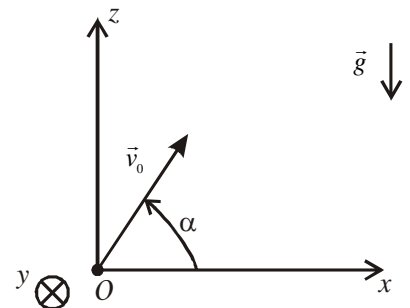
Exercice n°1 : Chute libre (33-400)

On considère un point matériel soumis au champ de pesanteur terrestre. On suppose qu'à $t = 0 : M = O$ et $\vec{v} = \vec{v}_0$ (voir schéma). On néglige les frottements. On suppose le référentiel terrestre galiléen. Déterminer les équations horaires et l'équation de la trajectoire.



Exercice n°2 : Chute libre avec frottement fluide (33-400)

On considère un point matériel soumis au champ de pesanteur terrestre. On suppose qu'à $t = 0 : M = O$ et $\vec{v} = \vec{v}_0$ (voir schéma). On tient compte du frottement fluide avec l'air. On suppose le référentiel terrestre galiléen. Déterminer les équations horaires.



Exercice n°3 : Résistance de l'air proportionnelle au carré de la vitesse (33-400)

On considère un parachute sans vitesse initiale de masse $m = 80 \text{ kg}$, de surface de projection $S = 40 \text{ m}^2$. La masse volumique de l'air vaut $\mu = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$ et le coefficient de traînée vaut $C = 1,4$. On suppose le référentiel terrestre galiléen. Calculer la vitesse limite du parachute.

Exercice n°4 : Masse accrochée à un ressort dans un plan vertical (33-400)

On considère une masse m accrochée à un ressort dans un plan vertical. On néglige les forces de frottement exercées par l'air. On repère x l'abscisse du point M par rapport à sa position d'équilibre. On suppose le référentiel terrestre galiléen. On suppose qu'à $t = 0 : x = x_0$ et $v = v_0$. Déterminer $x(t)$.

Exercice n°5 : Masse glissant sur un plan incliné (33-400)

On considère un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale et on étudie le mouvement sur ce plan incliné d'un objet assimilé à un point matériel pouvant glisser sur ce plan.

Soit un axe de référence Ox parallèle au plan incliné. L'objet est lâché du repos à $t = 0$ en $x = 0$. On désigne par g l'accélération de la pesanteur.

1) En supposant que le glissement a lieu sans frottement, déterminer la vitesse v en fonction de la distance parcourue x parcourue et des grandeurs constantes g et α en utilisant le théorème de l'énergie mécanique.

Application numérique : $\alpha = \frac{\pi}{6}$; $g = 10,0 \text{ m.s}^{-2}$; $x_1 = 2,5 \text{ m}$.

2) On tient compte d'une force de frottement fluide. Déterminer v et x en fonction du temps.

Exercice n°6 : ISS dans le référentiel géocentrique galiléen (33-400)

La station spatiale internationale (ISS) décrit une orbite circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique galiléen. Déterminer la vitesse et la période en fonction de g_0 , R_T et h l'altitude de l'ISS.

Données :

g_0 = champ de pesanteur terrestre = $9,81 \text{ m.s}^{-2}$; R_T = rayon de la terre = 6400 km ; $h = 400 \text{ km}$.

Exercice n°7 : Pendule simple (33-400)

Un point matériel M de masse m est suspendu par un fil de longueur ℓ accroché en O .

- 1) 1^{ère} méthode : appliquer le PFD et projeter dans la base des coordonnées polaires. Trouver une équation différentielle liant $\ddot{\theta}$, θ , g et ℓ .
- 2) 2^{ème} méthode : appliquer le théorème du moment cinétique en O , retrouver l'équation différentielle liant $\ddot{\theta}$, θ , g et ℓ .
- 3) 3^{ème} méthode : écrire la conservation de l'énergie mécanique et retrouver l'équation différentielle du mouvement.
- 4) Intégrer cette équation dans le cas des petites oscillations. Calculer la période T_0 .
On donne à $t = 0$: $\theta = \theta_0$ et $\dot{\theta} = 0$.
- 5) On considère un pendule pesant en rotation autour d'un axe Oz . Déterminer l'équation différentielle du mouvement par deux méthodes.

Exercice n°8 : Atome de Bohr (33-162)

L'atome d'hydrogène est constitué d'un noyau de masse M , et d'un électron de masse m qui décrit autour du noyau une orbite circulaire de rayon r , centrée sur le noyau, d'un mouvement uniforme. La force électrique attractive entre l'électron et le noyau est newtonienne : $F = -K / r^2$ ($K = \text{cte positive}$). Le noyau est supposé fixe.

- 1) Calculer la vitesse en fonction de r , m et K .
- 2) En déduire l'énergie totale E (l'énergie mécanique) de l'atome en fonction de r , m et K .
- 3) Pour interpréter les raies spectrales, la théorie de Bohr impose à l'électron un moment cinétique σ (par rapport au noyau) quantifié : $\sigma = n\hbar = n \frac{h}{2\pi}$ (n entier) ; quelles sont alors :
 - les rayons des orbites permises ?
 - les énergies E permises ?
- 4) Calculer le rayon orbital, la vitesse de l'électron et l'énergie de l'atome dans l'état fondamental ($n = 1$).
- 5) Calculer la longueur d'onde du photon émis lorsque l'électron passe du niveau 3 au niveau 2.
- 6) Calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental.

On donne : $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg ; $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9}$; $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C ; constante de Planck = $h = 6,626 \times 10^{-34}$ SI

c = vitesse de la lumière dans le vide = $3,0 \times 10^8$ m.s⁻¹

Exercice n°9 : Masse à l'intérieur d'un cercle (33-400)

Un point matériel M de masse $m = 1,0$ kg est mobile sans frottement à l'intérieur d'un cercle vertical de centre O et de rayon $r = 1,0$ m. Le cercle appartient au plan (OX , OZ (OX étant horizontal et OZ la verticale ascendante)). On note A le point le plus bas du cercle. À l'instant initial le point M qui se trouve en A , est lancé avec une vitesse v_0 .

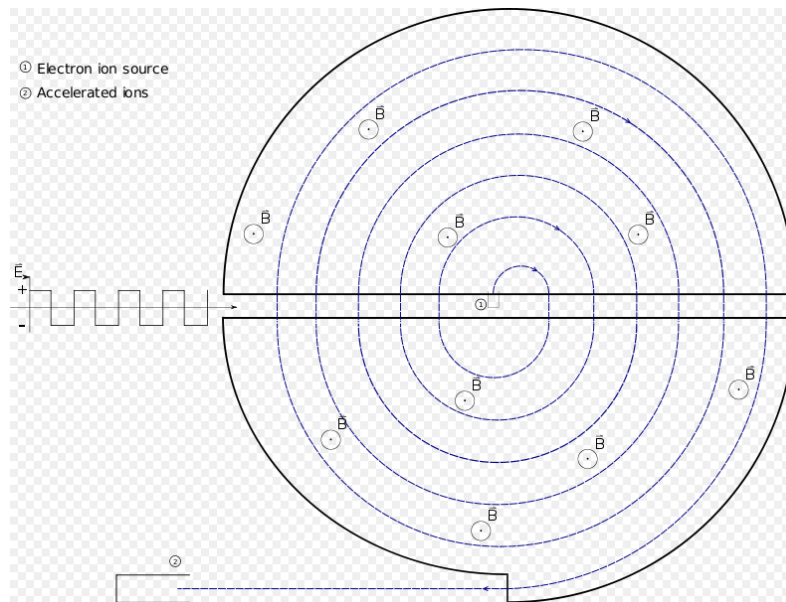
- 1) Pour quel angle θ la masse m quitte-t-elle le cercle ? Faire une analyse physique de la situation.
- 2) Calculer θ pour $v_0 = 6,0$ m.s⁻¹ et $r = 1,0$ m.

Exercice n°10 : Cyclotron et Python (33-450)

Un cyclotron est constitué de deux « Dees » séparés par un petit espace. Chaque « Dee » est plongé dans un champ magnétique B constant. Entre les deux Dees, on a une tension u crête à crête $\pm U$. La particule est accélérée entre les Dees et décrit un demi-cercle de rayon R à l'intérieur des Dees. On considère que la particule n'est pas relativiste.

Données :

$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $R_{\max} = 0,30 \text{ m}$; $B = 0,80 \text{ T}$; $U = 5,0 \text{ kV}$.



- 1) Déterminer la relation entre la vitesse et le rayon dans chaque Dee.
- 2) Calculer la variation d'énergie cinétique lors du passage entre les deux Dees.
- 3) Déterminer le nombre de tours maximal effectué par le proton. On considère que le proton est injecté quasiment au centre du cyclotron avec une vitesse négligeable. Vérifier que le proton n'est pas relativiste.
- 4) Calculer la fréquence de la tension accélératrice.
- 5) On néglige la distance entre les deux Dees. Écrire un **programme Python** permettant de calculer la distance parcourue sans utiliser de liste. Ecrire un **programme Python** permettant de calculer le temps de parcours par deux méthodes.
- 6) Définir avec **Python** une fonction **DISTPARCOURUE**, d'arguments **dist**, **v0**, **m**, **e**, **B** et **U**, renvoyant le nombre de tours pour que la distance parcourue soit égale à **dist**.

Exercice n°11 : Mise en route d'une machine tournante. Intérêt du volant

1) Régime transitoire

Initialement immobile [$\omega(0) = 0$], une machine tournante de moment d'inertie J par rapport à son axe est soumise à partir de l'instant $t = 0$ à l'action d'un couple moteur de moment $\Gamma = \Gamma_0$ constant. Étudier le mouvement de la machine en supposant que l'ensemble des forces de frottement a un moment de la forme $-k\omega$. On suppose la liaison pivot parfaite. Analyser ce mouvement en identifiant d'abord la vitesse angulaire ω_0 atteinte en régime permanent ainsi que la constante de temps τ du système. Donner l'expression de $\frac{\omega}{\omega_0}$ en fonction de $\frac{t}{\tau}$ et décrire l'évolution.

2) Influence d'une vibration

On reprend l'étude précédente en supposant que, en raison de vibrations indésirables, le couple moteur n'est plus une constante mais est modulé à la fréquence $\frac{\Omega}{2\pi}$ avec un taux de modulation : $\Gamma = \Gamma_0 (1 + \eta \cos(\Omega t))$

Reprendre l'étude du mouvement en établissant l'équation différentielle définie par la fonction $\mathcal{E}(t)$ telle que :

$$\omega(t) = \omega_0 (1 + \varepsilon(t))$$

Montrer que, au bout d'un temps suffisant, $\varepsilon(t)$ est une fonction sinusoïdale de pulsation Ω que l'on cherchera sous la forme : $\varepsilon(t) = \alpha \cos(\Omega t - \varphi)$

Déterminer les constantes α et φ en fonction des données η , Ω et τ .

3) Rôle d'un volant

À l'aide des expressions précédentes, expliquer pourquoi, de façon à régulariser le fonctionnement d'une machine tournante, on adjoint aux parties tournantes un anneau massif et de grand rayon appelé volant.

Réponses

Exercice n°1 :

$$x = v_0 t \cos \alpha ; z = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha ; z = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha$$

Exercice n°2 :

$$\begin{cases} \dot{x} = v_0 \cos \alpha \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right) \\ \dot{z} = \left(v_0 \sin \alpha + \frac{mg}{\lambda}\right) \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right) - \frac{mg}{\lambda} \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} x = \frac{m}{\lambda} v_0 \cos \alpha \left(1 - \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right)\right) \\ z = \frac{m}{\lambda} \left(v_0 \sin \alpha + \frac{mg}{\lambda}\right) \left(1 - \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right)\right) - \frac{mg}{\lambda} t \end{cases}$$

Exercice n°3 :

$$v_l = \sqrt{\frac{2mg}{C\mu S}} = 4,6 \text{ m.s}^{-1}$$

Exercice n°4 :

$$x(t) = x_0 \cos(\omega_0 t) + \frac{v_0}{\omega_0} \sin(\omega_0 t)$$

Exercice n°5 :

$$1) v_l = \sqrt{2gx \sin \alpha} = 5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2) v = g\tau \sin \alpha \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right) \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{m}{h} ; x(t) = (g\tau \sin \alpha)t + g\tau^2 \sin \alpha \left(\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) - 1\right)$$

Exercice n°6 :

$$v = \sqrt{\frac{g_0 R_t^2}{R_t + h}} = 7,7 \text{ km.s}^{-1} ; T = 92 \text{ min}$$

Exercice n°7 :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

$$\text{Si } \theta \ll 1 \text{ (avec } \theta \text{ en radian), } \theta(t) = \theta_0 \cos(\omega_0 t) ; T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Exercice n°8 :

$$1) v = \sqrt{\frac{K}{mr}}$$

$$2) E = -\frac{K}{2r}$$

$$3) r = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2 m K} ;$$

$$4) r_1 = 53 \text{ pm} ; v_1 = 2,2 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1} ; E_1 = -2,1 \times 10^{-18} \text{ J} = -13,6 \text{ eV}$$

5) $\lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 657 \text{ nm (visible - rouge)}$

6) 13,6 eV

Exercice n°9 :

1) $-m \frac{v^2}{r} = mg \cos \theta - N$; $\frac{mv^2}{r} = m \frac{v_0^2}{r} - 2mg(1 - \cos \theta)$

$N = 3mg \cos \theta - 2mg + m \frac{v_0^2}{r}$ et $\cos \theta = \frac{2}{3} - \frac{v_0^2}{3rg}$

2) $\theta = 124^\circ$.

Exercice n°10 :

1) $R = \frac{mv}{eB}$

2) $\Delta E_c = eU$

3) $\frac{1}{2}mv^2 = 2neU$, soit $n = 276$

4) $f = \frac{eB}{2\pi m} = 12,2 \text{ MHz}$

5) distance parcourue = 347 m

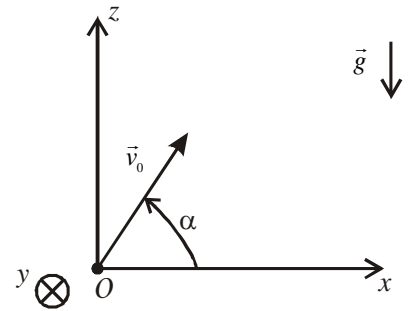
Exercice n°11 :

1) $\omega = \omega_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right)$

2) $\alpha = \frac{\eta}{\sqrt{1 + (\Omega\tau)^2}}$; $\varphi = \arctan(\Omega\tau)$

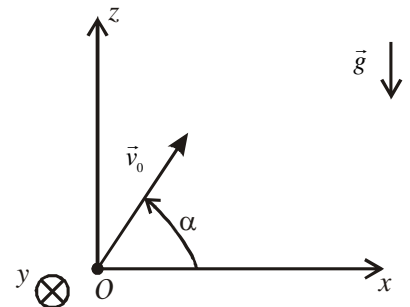
Exercice n°1 : Chute libre (33-400)

On considère un point matériel soumis au champ de pesanteur terrestre. On suppose qu'à $t = 0$: $M = O$ et $\vec{v} = \vec{v}_0$ (voir schéma). On néglige les frottements. On suppose le référentiel terrestre galiléen. Déterminer les équations horaires et l'équation de la trajectoire.



Exercice n°2 : Chute libre avec frottement fluide (33-400)

On considère un point matériel soumis au champ de pesanteur terrestre. On suppose qu'à $t = 0$: $M = O$ et $\vec{v} = \vec{v}_0$ (voir schéma). On tient compte du frottement fluide avec l'air. On suppose le référentiel terrestre galiléen. Déterminer les équations horaires.



Exercice n°3 : Résistance de l'air proportionnelle au carré de la vitesse (33-400)

On considère un parachute sans vitesse initiale de masse $m = 80$ kg, de surface de projection $S = 40$ m². La masse volumique de l'air vaut $\mu = 1,3$ kg.m⁻³ et le coefficient de traînée vaut $C = 1,4$. On suppose le référentiel terrestre galiléen. Calculer la vitesse limite du parachute.

Exercice n°4 : Masse accrochée à un ressort dans un plan vertical (33-400)

On considère une masse m accrochée à un ressort dans un plan vertical. On néglige les forces de frottement exercées par l'air. On repère x l'abscisse du point M par rapport à sa position d'équilibre. On suppose le référentiel terrestre galiléen. On suppose qu'à $t = 0$: $x = x_0$ et $v = v_0$. Déterminer $x(t)$.

Exercice n°5 : Masse glissant sur un plan incliné (33-400)

On considère un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale et on étudie le mouvement sur ce plan incliné d'un objet assimilé à un point matériel pouvant glisser sur ce plan. Soit un axe de référence Ox parallèle au plan incliné. L'objet est lâché du repos à $t = 0$ en $x = 0$. On désigne par g l'accélération de la pesanteur.

1) En supposant que le glissement a lieu sans frottement, déterminer la vitesse v en fonction de la distance parcourue x parcourue et des grandeurs constantes g et α en utilisant le théorème de l'énergie mécanique.

Application numérique : $\alpha = \frac{\pi}{6}$; $g = 10,0$ m.s⁻² ; $x_1 = 2,5$ m.

2) On tient compte d'une force de frottement fluide. Déterminer v et x en fonction du temps.

Exercice n°6 : ISS dans le référentiel géocentrique galiléen (33-400)

La station spatiale internationale (ISS) décrit une orbite circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique galiléen. Déterminer la vitesse et la période en fonction de g_0 , R_T et h l'altitude de l'ISS.

Données :

g_0 = champ de pesanteur terrestre = 9,81 m.s⁻² ; R_T = rayon de la terre = 6400 km ; h = 400 km.

Exercice n°7 : Pendule simple (33-400)

Un point matériel M de masse m est suspendu par un fil de longueur l accroché en O .

- 1) 1^{ère} méthode : appliquer le PFD et projeter dans la base des coordonnées polaires. Trouver une équation différentielle liant $\ddot{\theta}$, θ , g et l .
- 2) 2^{ème} méthode : appliquer le théorème du moment cinétique en O , retrouver l'équation différentielle liant $\ddot{\theta}$, θ , g et l .
- 3) 3^{ème} méthode : écrire la conservation de l'énergie mécanique et retrouver l'équation différentielle du mouvement.
- 4) Intégrer cette équation dans le cas des petites oscillations. Calculer la période T_0 .

On donne à $t = 0$: $\theta = \theta_0$ et $\dot{\theta} = 0$.

- 5) On considère un pendule pesant en rotation autour d'un axe Oz . Déterminer l'équation différentielle du mouvement par deux méthodes.

Exercice n°8 : Atome de Bohr (33-162)

L'atome d'hydrogène est constitué d'un noyau de masse M , et d'un électron de masse m qui décrit autour du noyau une orbite circulaire de rayon r , centrée sur le noyau, d'un mouvement uniforme. La force électrique attractive entre l'électron et le noyau est newtonienne : $F = -K / r^2$ ($K = \text{cte}$ positive). Le noyau est supposé fixe.

- 1) Calculer la vitesse en fonction de r , m et K .
- 2) En déduire l'énergie totale E (l'énergie mécanique) de l'atome en fonction de r , m et K .
- 3) Pour interpréter les raies spectrales, la théorie de Bohr impose à l'électron un moment cinétique σ (par rapport au noyau)

quantifié : $\sigma = n\hbar = n \frac{h}{2\pi}$ (n entier) ; quelles sont alors :

- les rayons des orbites permises ?
- les énergies E permises ?

- 4) Calculer le rayon orbital, la vitesse de l'électron et l'énergie de l'atome dans l'état fondamental ($n = 1$).
- 5) Calculer la longueur d'onde du photon émis lorsque l'électron passe du niveau 3 au niveau 2.
- 6) Calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental.

On donne : $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg ; $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9}$; $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C ; constante de Planck = $h = 6,626 \times 10^{-34}$ SI

$c =$ vitesse de la lumière dans le vide = 3×10^8 m.s⁻¹

Exercice n°9 : Masse à l'intérieur d'un cercle (33-400)

Un point matériel M de masse $m = 1$ kg est mobile sans frottement à l'intérieur d'un cercle vertical de centre O et de rayon $r = 1$ m. Le cercle appartient au plan (OX, OZ) (OX étant horizontal et OZ la verticale ascendante). On note A le point le plus bas du cercle. À l'instant initial le point M qui se trouve en A , est lancé vers le haut avec une vitesse v_0 .

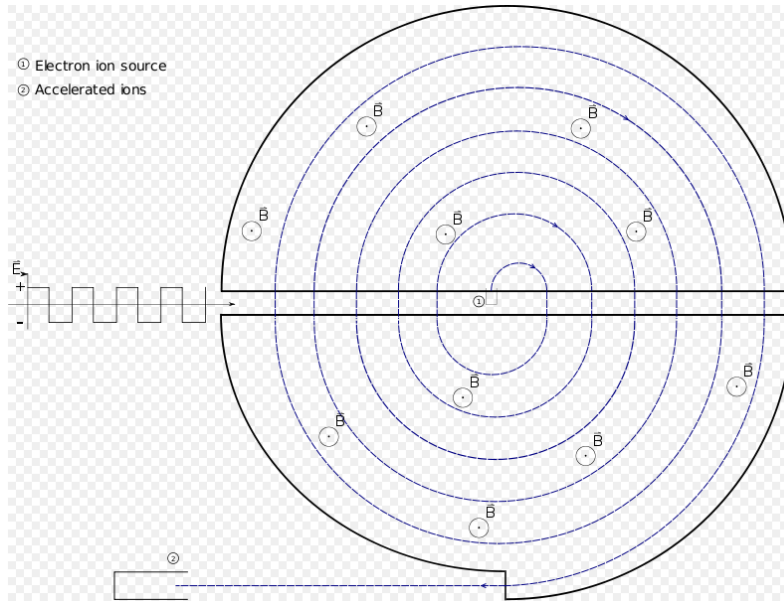
- 1) Pour quel angle θ la masse m quitte-t-elle le cercle ? Faire une analyse physique de la situation.
- 2) Calculer θ pour $v_0 = 6$ m.s⁻¹ et $r = 1$ m.

Exercice n°10 : Cyclotron et Python (33-450)

Un cyclotron est constitué de deux « Dees » séparés par un petit espace. Chaque « Dee » est plongé dans un champ magnétique B constant. Entre les deux Dees, on a une tension u crête à crête $\pm U$. La particule est accélérée entre les Dees et décrit un demi-cercle de rayon R à l'intérieur des Dees. On considère que la particule n'est pas relativiste.

Données :

$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; masse du proton = $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $R_{\max} = 0,3 \text{ m}$; $B = 0,8 \text{ T}$; $U = 5000 \text{ V}$.



- 1) Déterminer la relation entre la vitesse et le rayon dans chaque Dee.
- 2) Calculer la variation d'énergie cinétique lors du passage entre les deux Dees.
- 3) Déterminer le nombre de tours maximal effectué par le proton. On considère que le proton est injecté quasiment au centre du cyclotron avec une vitesse négligeable. Vérifier que le proton n'est pas relativiste.
- 4) Calculer la fréquence de la tension accélératrice.
- 5) On néglige la distance entre les deux Dees. Écrire un **programme Python** permettant de calculer la distance parcourue sans utiliser de liste. Écrire un **programme Python** permettant de calculer le temps de parcours par deux méthodes.
- 6) Définir avec **Python** une fonction **DISTPARCOURUE**, d'arguments **dist**, **v0**, **m**, **e**, **B** et **U**, renvoyant le nombre de tours pour que la distance parcourue soit égale à **dist**.

Exercice n°11 : Mise en route d'une machine tournante. Intérêt du volant

1) Régime transitoire

Initialement immobile [$\omega(0) = 0$], une machine tournante de moment d'inertie J par rapport à son axe est soumise à partir de l'instant $t = 0$ à l'action d'un couple moteur de moment $\Gamma = \Gamma_0$ constant. Étudier le mouvement de la machine en supposant que l'ensemble des forces de frottement a un moment de la forme $-k \omega$. On suppose la liaison pivot parfaite. Analyser ce mouvement en identifiant d'abord la vitesse angulaire ω_0 atteinte en régime permanent ainsi que la constante de temps τ du système. Donner l'expression de $\frac{\omega}{\omega_0}$ en fonction de $\frac{t}{\tau}$ et décrire l'évolution.

2) Influence d'une vibration

On reprend l'étude précédente en supposant que, en raison de vibrations indésirables, le couple moteur n'est plus une constante mais est modulé à la fréquence $\frac{\Omega}{2\pi}$ avec un taux de modulation : $\Gamma = \Gamma_0 (1 + \eta \cos(\Omega t))$

Reprendre l'étude du mouvement en établissant l'équation différentielle définie par la fonction $\varepsilon(t)$ telle que :

$$\omega(t) = \omega_0 (1 + \varepsilon(t))$$

Montrer que, au bout d'un temps suffisant, $\varepsilon(t)$ est une fonction sinusoïdale de pulsation Ω que l'on cherchera sous la forme : $\varepsilon(t) = \alpha \cos(\Omega t - \varphi)$

Déterminer les constantes α et φ en fonction des données η , Ω et τ .

3) Rôle d'un volant

À l'aide des expressions précédentes, expliquer pourquoi, de façon à régulariser le fonctionnement d'une machine tournante, on adjoint aux parties tournantes un anneau massif et de grand rayon appelé volant.

Réponses

Exercice n°1 :

$$x = v_0 t \cos \alpha ; z = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha ; z = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha$$

Exercice n°2 :

$$\begin{cases} \dot{x} = v_0 \cos \alpha \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right) \\ \dot{z} = \left(v_0 \sin \alpha + \frac{mg}{\lambda}\right) \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right) - \frac{mg}{\lambda} \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} x = \frac{m}{\lambda} v_0 \cos \alpha \left(1 - \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right)\right) \\ z = \frac{m}{\lambda} \left(v_0 \sin \alpha + \frac{mg}{\lambda}\right) \left(1 - \exp\left(\frac{-\lambda t}{m}\right)\right) - \frac{mg}{\lambda} t \end{cases}$$

Exercice n°3 :

$$v_l = \sqrt{\frac{2mg}{C\mu S}} = 4,6 \text{ m.s}^{-1}$$

Exercice n°4 :

$$x(t) = x_0 \cos(\omega_0 t) + \frac{v_0}{\omega_0} \sin(\omega_0 t)$$

Exercice n°5 :

$$1) v_1 = \sqrt{2gx \sin \alpha} = 5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2) v = g\tau \sin \alpha \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right) \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{m}{h} ; x(t) = (g\tau \sin \alpha)t + g\tau^2 \sin \alpha \left(\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) - 1\right)$$

Exercice n°6 :

$$v = \sqrt{\frac{g_0 R_t^2}{R_t + h}} = 7,7 \text{ km.s}^{-1} ; T = 92 \text{ min}$$

Exercice n°7 :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

$$\text{Si } \theta \ll 1 \text{ (avec } \theta \text{ en radian), } \theta(t) = \theta_0 \cos(\omega_0 t) ; T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Exercice n°8 :

$$1) v = \sqrt{\frac{K}{mr}}$$

$$2) E = -\frac{K}{2r}$$

$$3) r = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2 m K} ;$$

$$4) r_1 = 53 \text{ pm} ; v_1 = 2,2 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1} ; E_1 = -2,1 \times 10^{-18} \text{ J} = -13,6 \text{ eV}$$

$$5) \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 657 \text{ nm (visible - rouge)}$$

6) 13,6 eV

Exercice n°9 :

$$1) -m \frac{v^2}{r} = mg \cos \theta - N ; \frac{mv^2}{r} = m \frac{v_0^2}{r} - 2mg(1 - \cos \theta)$$

$$N = 3mg \cos \theta - 2mg + m \frac{v_0^2}{r} \text{ et } \cos \theta = \frac{2}{3} - \frac{v_0^2}{3rg}$$

$$2) \theta = 124^\circ.$$

Exercice n°10 :

$$1) \boxed{R = \frac{mv}{eB}}$$

$$2) \Delta E_c = eU$$

$$3) \frac{1}{2}mv^2 = 2neU, \text{ soit } n = 276$$

$$4) f = \frac{eB}{2\pi m} = 12,2 \text{ MHz}$$

$$5) \text{ distance parcourue } = 347 \text{ m}$$

Exercice n°11 :

$$1) \omega = \omega_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right)$$

$$2) \alpha = \frac{\eta}{\sqrt{1 + (\Omega\tau)^2}} ; \varphi = \arctan(\Omega\tau)$$

Exercice n°1 : Loupe

Expliquer le principe d'une loupe et mettre en évidence par un tracé de rayons sa réalisation à l'aide d'une lentille convergente. Quel type d'image obtient-on ? Quelle condition doit être respectée pour obtenir l'effet de loupe ?

Exercice n°2 : Image de la Lune

1) Rappeler les conditions de Gauss.

2) À l'aide d'une lentille mince convergente, de distance focale $f' = 50$ cm, on forme l'image de la lune, située à $D = 385\,000$ km et dont le diamètre angulaire α est faible (angle sous lequel on voit le diamètre).

a) Sur une construction graphique, placer les images respectives, A' et B' , de deux points A et B de la lune diamétralement opposés, A étant sur l'axe optique.

b) Exprimer la distance $A'B'$ en fonction de f' et α .

Exercice n°3 : Obtenir la plus grande image (31-502)

On dispose d'un objet A et d'une lentille convergente (L), de distance focale image $f' = 20$ cm. La distance entre l'écran et l'objet est fixée à 90 cm,

1) Comment placer la lentille afin d'obtenir une image la plus grande possible sur l'écran ?

Exercice n°4 : Placer correctement un écran et la lentille (31-501)

On dispose de deux lentilles convergentes de distance focale image 20 cm et 50 cm.

On considère un objet placé en A sur l'axe optique. On place un écran à environ 1,5 m de celui-ci.

1) Quelle lentille utiliser pour avoir un grandissement égal à 5 en valeur absolue ?

2) Où faut-il placer précisément la lentille et l'écran ?

Exercice n°5 : Étude d'une lunette astronomique (31-301)

On considère une lunette astronomique formée :

- d'un objectif constitué d'une lentille mince convergente L_1 de distance focale $f'_1 = \overline{O_1F'_1} > 0$,
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince convergente L_2 de distance focale $f'_2 = \overline{O_2F'_2} > 0$

Ces deux lentilles ont même axe optique Δ .

On rappelle qu'un œil normal voit un objet sans accommoder quand celui-ci est placé à l'infini.

On souhaite observer la planète Mars, qui est vue à l'œil nu sous un diamètre apparent α .

1) Pour voir la planète nette à travers la lunette, on forme un système afocal.

a) Que cela signifie-t-il ? Que cela implique-t-il pour les positions des lentilles ?

b) Faire le schéma de la lunette en prenant $f'_1 = 5 f'_2$. Dessiner sur ce schéma la marche à travers la lunette d'un faisceau lumineux formé de rayons issus de l'étoile. On appellera $A'B'$ l'image intermédiaire.

c) On souhaite photographier cette planète ? Où faut-il placer la pellicule ?

2) On note α' , l'angle que forment les rayons émergents extrêmes en sortie de la lunette.

a) L'image est-elle droite ou renversée ?

b) La lunette est caractérisée par son grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Exprimer G en fonction de f'_1 et f'_2 .

- c) Le principal défaut d'une lentille est appelé défaut d'aberrations « chromatiques » : expliquer brièvement l'origine de ce défaut et ses conséquences. Pour quelle raison un miroir n'a-t-il pas ce défaut ?

Réponses

Exercice n°1 :

- 1) Image virtuelle. La distance entre l'objet et la lentille doit être inférieure à la distance focale image.

Exercice n°2 :

- 1) $A'B' = f'\alpha$

Exercice n°3 :

- 1) $y = \overline{OA} = -60 \text{ cm}$ ou -30 cm . Pour $\overline{OA} = -30 \text{ cm}$, le grandissement vaut -2.

Exercice n°4 :

- 1) La distance focale image doit être supérieure à $D/4$.

- 2) $\overline{OA} = -0,24 \text{ m}$

Exercice n°5 :

- 1) $\infty \xrightarrow{L_1} F'_1 = F_2 \xrightarrow{L_2} \infty$

- 2) $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{-f'_1}{f'_2} = -5$

Dans les lentilles, il y a réfraction de la lumière. Or l'indice du verre dépend de la longueur d'onde, c'est le phénomène de dispersion de la lumière. Les différentes couleurs ne sont donc pas déviées de la même façon. On dit que l'image est irisée et pas très nette.

On rappelle les variations d'entropie pour les corps suivants :

- Gaz parfait : $\Delta S = S_2 - S_1 = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1}$; $\Delta S = S_2 - S_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - nR \ln \frac{p_2}{p_1}$
- Phases condensées incompressibles : $\Delta S = S_2 - S_1 = C \ln \frac{T_2}{T_1} = mc \ln \frac{T_2}{T_1}$

Exercice n°1 : Cycle de Carnot

Tracer un cycle de Carnot (moteur) pour un gaz parfait dans un diagramme de Clapeyron entre les températures T_C et T_F . Redémontrer l'expression de son efficacité.

Exercice n°2 : Pompe à chaleur

Qu'est-ce qu'une pompe à chaleur ditherme ? Rappeler la définition de son efficacité. Démontrer l'expression de l'efficacité maximale d'une telle machine.

Exercice n°3 : Fonte de la glace (05-663)

Dans un récipient parfaitement calorifugé contenant une masse $M = 1,0$ kg d'eau à $\theta_1 = 20$ °C, on place un bloc de glace, à $\theta_0 = 0$ °C, de masse $m = 500$ g. L'atmosphère maintient une pression extérieure constante p_0 . On négligera la capacité thermique du récipient.

Données :

Capacité thermique massique de l'eau $c = 4,2$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹;

Chaleur latente de fusion de la glace $l_f = 336$ kJ.kg⁻¹.

- 1) Déterminer la composition et la température du mélange à l'équilibre en supposant que toute la glace n'a pas fondu.
- 2) Déterminer la variation d'entropie au cours de cette évolution :
 - a) de la masse M d'eau initialement liquide,
 - b) de la masse m d'eau initialement à l'état solide.
- 3) La transformation est-elle réversible ?

Réponses

Exercice n°1 :

$$e_c = 1 - \frac{T_F}{T_C}$$

Exercice n°2 :

$$e \leq e_c \text{ avec } e_c = \frac{T_C}{T_C - T_F}$$

Exercice n°3 :

1) Masse de glace qui a fondu : 250 g

2) a) $\Delta S_{\text{masse } M} = -297 \text{ J.K}^{-1}$; b) $\Delta S_{\text{masse } m} = \frac{\Delta H}{T_0} = \frac{m' l_f}{T_0} = 307 \text{ J.K}^{-1}$

3) $\Delta S = \Delta S_{\text{masse } m} + \Delta S_{\text{masse } M} = S_c = 10 \text{ J.K}^{-1} > 0$

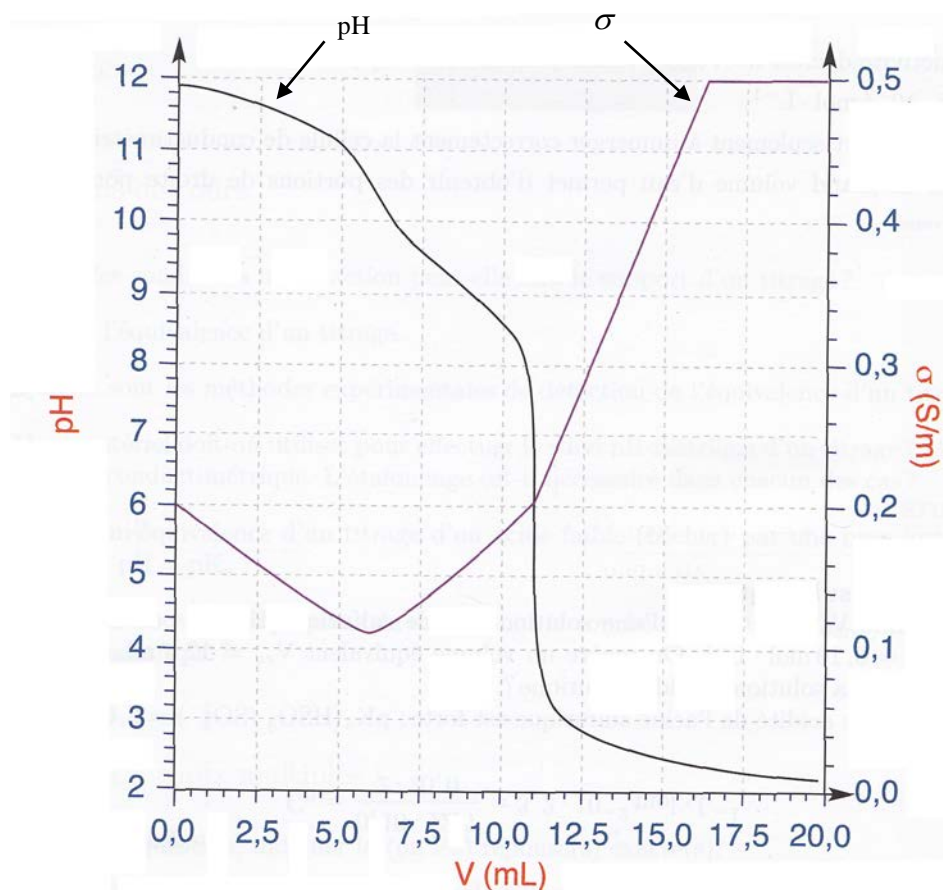
Exercice n°1 : Ions cyanure (51-102)

Les ions cyanure ont des propriétés de base faible caractérisées par le couple HCN/CN^- de $\text{p}K_a = 9,3$.

- 1) Indiquer les domaines de pH où prédominent respectivement HCN et CN^- .
- 2) Calculer la valeur du pH d'une solution $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ en CN^- .

Exercice n°2 : Titrage d'un mélange de bases (51-105)

On réalise un mélange d'une solution de soude ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) et d'ammoniaque NH_3 . Soient C_1 et C_2 les concentrations respectives de la soude et de l'ammoniaque dans le mélange. L'expérimentateur titre un volume $V_0 = 30,00 \text{ mL}$ de ce mélange par une solution d'acide chlorhydrique à la concentration $C_a = 4,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Un grand volume d'eau est rajouté avant de procéder aux suivis pH-métrique et conductimétrique. Les courbes $\text{pH} = f(V_{\text{versé}})$ et $\sigma = f(V_{\text{versé}})$ sont données ci-contre :



- 1) Écrire les équations des réactions mises en jeu. Justifier que l'on trouve deux points équivalents. Dans quel ordre ces réactions se déroulent-elles ?
- 2) Déterminer, en justifiant, la valeur des concentrations C_1 et C_2 .
- 3) Justifier l'évolution de la conductivité σ de la solution contenue dans le bécher au cours de ce titrage. La réponse sera justifiée.
- 4) Quelle est, de la pH-métrie ou de la conductimétrie, la méthode la plus adaptée pour effectuer le suivi de ce titrage ?

Données à 25°C :

$$\text{p}K_a(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) = 9,2$$

Conductivités molaires ioniques à dilution infinie à 25°C :

Ion	Na^+	NH_4^+	H_3O^+	HO^-	Cl^-
$\lambda^\circ (\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1})$	5,00	7,35	35,0	19,8	7,63

Exercice n°3 : Solution argent-cuivre (50-101)

L'argent métallique Ag cristallise dans un réseau compact cubique à faces centrées (noté cfc). On note a le paramètre de la maille (longueur d'une arête) et R le rayon de l'atome d'argent supposé sphérique.

1) Représenter soigneusement une maille de ce réseau cfc. Calculer le paramètre a de la maille cfc.

2) Calculer la masse volumique ρ de l'argent.

3) En France, la moitié environ de l'argent « non-monétisé » est utilisé en bijouterie ou en orfèvrerie. Ce métal étant relativement mou, il est nécessaire de l'allier à d'autres métaux M , pour améliorer ses propriétés mécaniques. Des bijoux fabriqués avec des alliages « Ag -Cu » sont un peu plus légers que s'ils étaient formés d'argent pur.

On peut envisager la formation d'alliages d'insertion dans lesquels des atomes Cu occuperaient des sites interstitiels du réseau cfc de l'argent.

On peut également envisager la formation d'alliages de substitution dans lesquels il y aurait remplacement d'atomes d'argent par des atomes de cuivre.

3) a. Ces alliages « Ag - Cu » sont-ils, à votre avis, des alliages d'insertion ou de substitution ?

On calculera le rayon des sites tétraédriques et octaédriques pour justifier la réponse.

3) b. Dans un alliage usuel, il se trouve en moyenne 0,48 atome de cuivre par maille.

Calculer la masse volumique ρ' de cet alliage en admettant que la maille cfc de l'argent n'est pas déformée dans l'alliage.

Données :

Numéros atomiques : $Z(\text{Ag}) = 47$ et $Z(\text{Cu}) = 29$.

Masses molaires : $M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g/mol}$ et $M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol}$.

Rayons atomiques métalliques : $R(\text{Ag}) = 144 \text{ pm}$ et $r(\text{Cu}) = 128 \text{ pm}$.

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Exercice n°4 : Cinétique et prélèvement (40-118)

On étudie la cinétique de la réaction d'hydrolyse : $\text{RCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ROH} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

On réalise une solution de RCl de concentration c_0 , dans le mélange eau-alcool à la température θ .

On effectue, à divers instants t , des prises de 5 mL et l'on dose les ions H^+ par la soude à $1,25 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Soit v le volume de soude nécessaire pour atteindre l'équivalence. On trouve :

Expérience n°1 :

$\theta = 25^\circ\text{C}$ et $c_0 = 0,076 \text{ mol.L}^{-1}$

$t \text{ (h)}$	4,0	12,0	29,5	48,5
$v \text{ (mL)}$	3,75	10,00	18,90	24,25

1) Établir la loi de vitesse en supposant une cinétique du premier ordre par rapport à RCl et calculer la constante de vitesse à 25°C .

2) Calculer l'énergie d'activation et le facteur de fréquence sachant que la constante de vitesse vaut $3,10 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$ pour une température de 8°C .

Réponses

Exercice n°1 :

$$\text{pH} = 11,2$$

Exercice n°2 :

$$2) 1^{\text{er}} \text{ dosage : } C_1 V_0 = C_a V_{eq1} ; C_1 = 8,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$2^{\text{ème}} \text{ dosage : } C_2 V_0 = C_a (V_{eq2} - V_{eq1}) ; C_1 = 6,7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Exercice n°3 :

$$1) a = 407 \text{ pm}$$

$$2) \rho = 10,6 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$3) r_o \leq 59,6 \text{ pm} ; r_T \leq 32,4 \text{ pm} ; \rho_x = 10,1 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Exercice n°4 :

$$1) \frac{[H^+] \times 5 \times 10^{-3}}{1} = \frac{1,25 \times 10^{-2} \text{ v}}{1}, \text{ donc } [H^+] = 2,5 \text{ v}$$

$$\ln c = \ln c_0 - kt ; c = c_0 - 2,5 \text{ v} ; k_1 = 32,9 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1} = 9,14 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$2) E_a = 97 \text{ kJ.mol}^{-1} ; A = 6,14 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$$