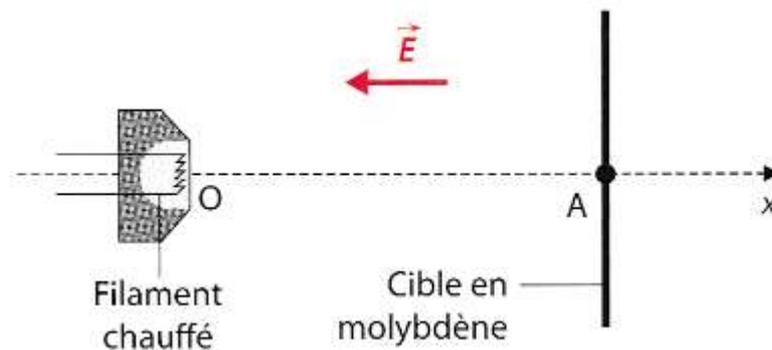


Travail obligatoire en Physique-Chimie

Pour le passage en Terminale

Physique

Exercice 1 : Produire les rayons X à l'aide d'électrons.



Les rayons X peuvent être produits dans des dispositifs appelés tubes de Coolidge (William David COOLIDGE, physicien américain, 1873-1975).

Dans ce dispositif, des électrons émis par un filament chauffé sont accélérés, entre les points O et A, sous l'effet d'un champ électrique uniforme \vec{E} dont la valeur est $E = 5,0 \times 10^3 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$. Ce champ est obtenu grâce à une tension électrique U.

Les électrons se dirigent vers une cible de molybdène, avec laquelle ils interagissent pour produire les rayons X.

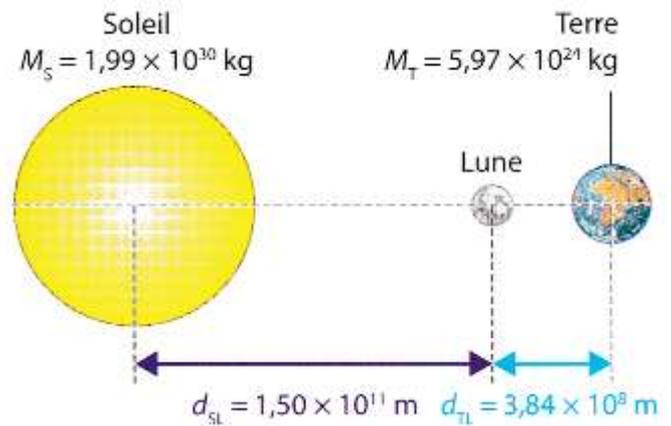
1. Donner l'expression vectorielle de la force électrique \vec{F}_e subie par un électron en fonction du champ électrique \vec{E} .
En déduire pourquoi on parle d'accélération des électrons.
2. a. Tracer selon l'axe OA une ligne du champ électrostatique.
b. Calculer la valeur de la force électrostatique exercée sur un électron dans ce champ.
3. La valeur de la vitesse de l'électron en A se calcule, dans le cadre de la mécanique classique, par la relation $V = \sqrt{\frac{2exU}{m_e}}$.
 - a. Calculer la valeur de la vitesse de l'électron lorsqu'il arrive en A dans le cas où la tension électrique U appliquée entre le filament et la cible est 100 kV.
 - b. La mécanique relativiste remplace la mécanique classique pour l'étude de mouvements lorsque la valeur de la vitesse du système atteint 10% ou plus de la célérité de la lumière dans le vide.
Commenter le résultat précédent.

Données :

- Charge électrique élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- Masse de l'électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Exercice 2 : Champ résultant au niveau de la Lune lors d'une éclipse de Soleil.

- Exprimer la force exercée par la Terre sur la Lune $\vec{F}_{T/L}$ en fonction de M_L , M_T et d_{TL} .
 - Exprimer également cette force en fonction du champ de gravitation de la Terre \vec{G}_T et de la masse de la Lune M_L .
 - En déduire l'expression du champ de gravitation \vec{G}_T .
 - Indiquer alors ses caractéristiques.
- Faire de même pour le champ de gravitation \vec{G}_S dû au Soleil.



- Reproduire le schéma. Le compléter en représentant à l'échelle les deux champs \vec{G}_S et \vec{G}_T au niveau de la Lune.
- Déterminer les caractéristiques du champ résultant $\vec{G} = \vec{G}_S + \vec{G}_T$.

Donnée

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

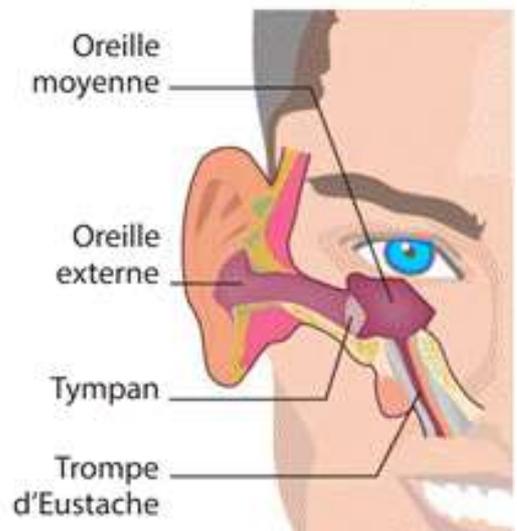
Exercice 3 : La manœuvre de Valsalva

Lorsqu'on s'immerge, la pression de l'eau au niveau de l'oreille externe augmente.

Elle devient supérieure à la pression de l'air dans l'oreille moyenne égale à la pression atmosphérique. Le tympan se déforme ce qui provoque une douleur vive.

Pour pallier ce phénomène, il existe la manœuvre de VALSALVA. Elle consiste à souffler par le nez tout en le pinçant et en maintenant la bouche fermée. La trompe d'Eustache s'ouvre et de l'air entre dans l'oreille moyenne. Les pressions entre les oreilles externe et moyenne s'équilibrent.

Les coordonnées verticales des positions sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.



- Un plongeur s'immerge en position B et se stabilise à une profondeur de 10 m. Calculer la pression P_B à la position B en utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$.
- Calculer la valeur F de la force pressante exercée par l'eau sur le tympan du plongeur dont la surface est $S = 80 \text{ mm}^2$.
- Représenter en indiquant l'échelle choisie la force pressante \vec{F} qui s'exerce sur le tympan.

4. On suppose que la trompe d'Eustache du plongeur ne s'ouvre pas lors de son immersion.
- Calculer la valeur F' de la force pressante exercée par l'air de l'oreille moyenne sur le tympan avant d'effectuer la manœuvre de VALSAVA.
 - Justifier la déformation du tympan à l'origine d'une vive douleur.

Données : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$; $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ PA}$; $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^3$

Exercice 4 Le parachute de palier

Un parachute de palier permet de signaler à la surface de l'eau la présence d'un groupe de plongeurs prêts à faire surface.

Il existe deux types de parachutes de palier.

- Les parachutes de palier sans soupape qui sont ouverts à une de leurs extrémités. Ceci permet au plongeur d'y injecter de l'air. Lorsque le parachute de palier remonte, le volume d'air qu'il contient augmente. Si ce volume est supérieur au volume maximal du parachute, une certaine quantité d'air s'évacue par l'ouverture du parachute.

Les coordonnées verticales des positions sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.



- Les parachutes de palier avec soupape. Le principe est le même sauf que l'air injecté reste emprisonné dans le parachute de palier tant que la pression de cet air ne dépasse pas une certaine valeur. Si cette valeur est dépassée, la soupape s'ouvre afin de libérer une certaine quantité d'air.

La température de l'eau est considérée comme constante.

- À 8,0 m de profondeur à la position B, un plongeur injecte un volume $V_B = 6,2 \text{ L}$ d'air dans le parachute de palier sans soupape et le laisse remonter à la surface. La pression de l'air dans le parachute de palier est égale à la pression de l'eau qui l'entoure.
 - À l'aide de la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g (Z_A - Z_B)$, calculer la pression P_B à 8,0 m de profondeur.
 - En déduire la pression de l'air dans le parachute de palier à cette profondeur.
 - Calculer le volume qu'occupe l'air injecté dans le parachute de palier lorsqu'il atteint la surface.
- Dans les mêmes conditions, le plongeur utilise un parachute de palier à soupape dont le volume peut atteindre au maximum une valeur $V' = 9,0 \text{ L}$.

Calculer la pression de l'air contenu dans le parachute de palier à soupape lorsque la soupape s'ouvre.

- Quelle est l'origine microscopique de la pression ?

Données : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$; $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ PA}$; $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^3$

Exercice 5 : C'est tendu !

Deux personnes sont installées dans la nacelle d'une attraction. La nacelle est reliée à deux élastiques. Elle est maintenue au sol pendant que les élastiques se tendent, puis elle est libérée. On modélise la nacelle et ses passagers par le point S comme schématisé ci-dessous.



Pour toutes les questions, on se place à l'instant où la nacelle vient juste de quitter le sol.

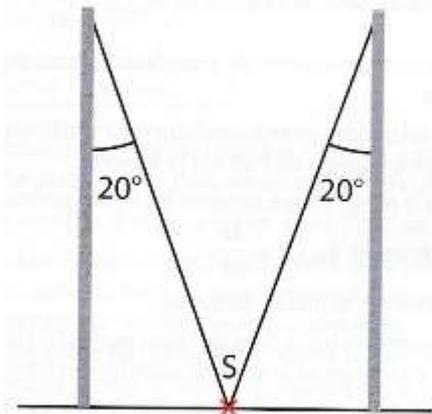
1. Reproduire le schéma ci-contre et représenter les forces appliquées à la nacelle en utilisant l'échelle :

$$1\text{cm} \leftrightarrow 2 \times 10^3 \text{ N.}$$

2. a. Construire la somme des forces $\Sigma \vec{F}$ qui s'exercent sur la nacelle.

b. Quels sont sa direction, son sens et sa valeur ?

3. La somme des forces $\Sigma \vec{F}$ sera considérée constante pendant une courte durée Δt . Déduire de ce qui précède la direction, le sens et une estimation de la valeur du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ de la nacelle pendant la durée $\Delta t = 0,01 \text{ s}$.



4. Si une seule des deux personnes était installée dans la nacelle, partirait-elle plus vite ?

Données : Intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$

Masse de la nacelle avec deux passagers $m = 500 \text{ kg}$

Valeur de la force \vec{T} exercée par un élastique sur la nacelle à l'instant où elle est libérée :
 $T = 1,0 \times 10^4 \text{ N}$. Cette force s'exerce suivant la direction de l'élastique.

Exercice 6 : Ski de vitesse

A. Le kilomètre lancé

Le ski de vitesse a pour but d'atteindre la valeur de vitesse la plus élevée possible dans une zone de 100 m appelée zone de chronométrage

B. La zone de chronométrage

Le skieur entre dans la zone de chronométrage après un élan de quelques centaines de mètres.

On suppose que, dans cette zone, le skieur a un mouvement rectiligne uniforme. La piste fait un angle de 20° avec l'horizontale.

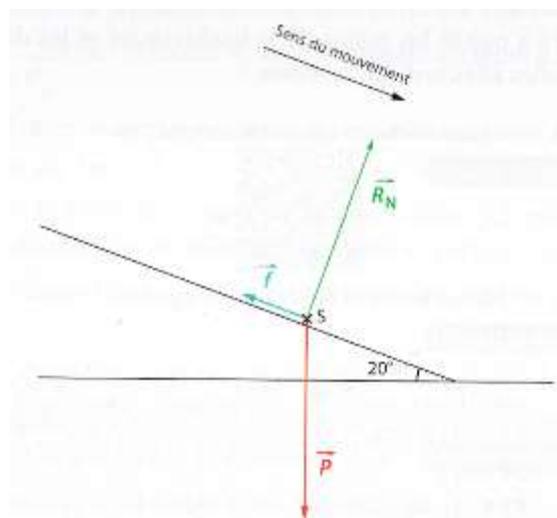


C. Modélisation des actions mécaniques qui s'exercent sur le skieur

Le skieur est modélisé par un point matériel S.

La force exercée par la piste sur le skieur peut se décomposer en :

- Une force perpendiculaire à la piste, appelée réaction normale \vec{R}_N de la piste ;
- Une force parallèle à la piste, appelée force de frottement \vec{f} .



Sur cette construction, les vecteurs sont représentés sans souci d'échelle.

- Données :**
- Intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$
 - Masse du skieur et de son équipement $m = 90 \text{ kg}$
 - La réaction normale de la piste a pour valeur constante $R_N = 845 \text{ N}$

Exercice 7 Stand up paddle

A. Le stand up paddle

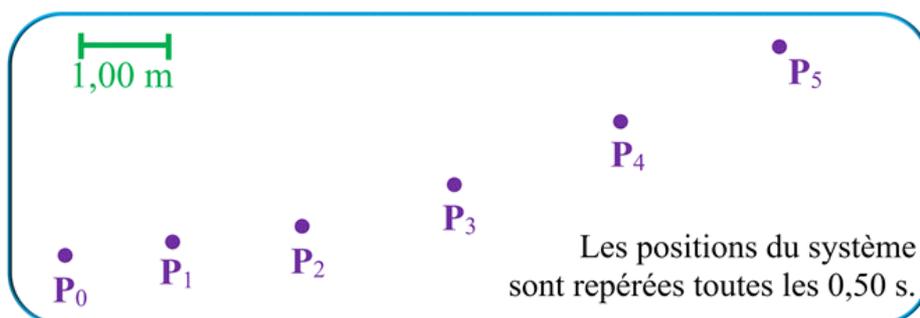
Le stand up paddle est un sport qui consiste à se tenir debout sur une planche et à avancer sur l'eau à l'aide d'une pagaie. La personne pratiquant ce sport est appelée paddler.

En France, en 2013, Kai LENNY champion du monde de stand up paddle a atteint une vitesse de valeur $v = 32 \text{ km.h}^{-1}$.

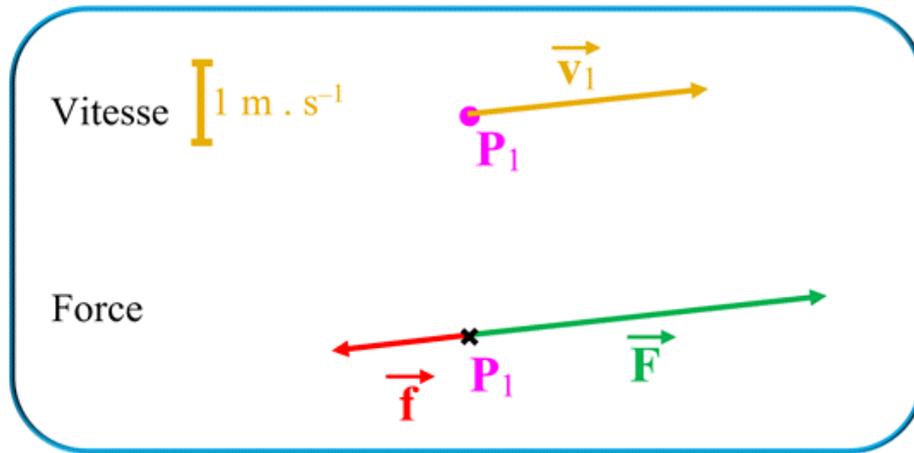
B. Photographie de la situation dans la position P_1



C. Positions de ce paddler filmé depuis un pont



D. Modélisation dans la position P_1



Partie 1

La trajectoire du système {paddler – pagaie – paddle} est rectiligne jusqu'en P_2 . Pour étudier cette trajectoire, on ne tient compte que de la force \vec{F} de l'eau sur la pagaie qui propulse le système et de la force \vec{f} de frottement de l'eau, opposée au sens du mouvement. Les autres forces qui s'exercent sur le système se compensent.

La photographie **B** est prise à l'instant t_1 . Les forces ainsi que le vecteur vitesse \vec{V}_1 sont représentés sur le schéma **D**.

1. Préciser le système étudié ainsi que le référentiel d'étude.
2. Le paddler de la photographie B est-il proche d'atteindre la valeur de la vitesse du record de Kai LENNY ?
3. a. Préciser la direction et le sens de la résultante des forces $\Sigma \vec{F}$ qui s'exercent sur le système dans la position P_1 .
b. Représenter cette somme des forces sur le schéma D.
4. Le vecteur variation de vitesse $(\Delta \vec{V})_{0 \rightarrow 1}$ du système entre les instants t_0 et t_1 a pour valeur $0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Déduire de la question **3b.** une représentation du vecteur $(\Delta \vec{V})_{0 \rightarrow 1}$ en utilisant l'échelle indiquée sur la modélisation D.

5. a. Comparer le sens du vecteur \vec{V}_1 et du vecteur variation de vitesse $(\Delta \vec{V})_{0 \rightarrow 1}$ de l'athlète.
b. En déduire la nature du mouvement.

Partie 2

On étudie maintenant le système lors du virage qui débute en position P_2 .

- 1- a. Calculer la valeur v_3 de la vitesse du système à la position P_3 .
b. Tracer le vecteur vitesse \vec{V}_3 en utilisant pour échelle : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 2- En P_2 , le vecteur vitesse \vec{V}_2 a pour valeur $3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
Construire sur le schéma précédent le vecteur variation de vitesse $(\Delta \vec{V})_{2 \rightarrow 3}$ du système entre les instants t_2 et t_3 .
- 3- a. Quels doivent être la direction et le sens de la résultante des forces $\Sigma \vec{F}$ qui s'exercent sur le système lorsqu'il effectue son virage à la position P_3 ?
b. Estimer la valeur de la résultante des forces $\Sigma \vec{F}$ sachant que la masse du système m du système est 90 kg .
- 4- Le paddler transporte maintenant sur son paddle un autre paddler en difficulté en fournissant le même effort pendant le même intervalle de temps. Comment le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ du système {paddler – pagaie – paddle} évolue-t-il ?

Exercice 8 Le chauffe-eau électrique

Un chauffe-eau électrique fonctionne grâce à un thermoplongeur (dispositif permettant de chauffer des liquides) de résistance R .

Le chauffe-eau étudié possède les caractéristiques suivantes :

Volume d'eau	Puissance électrique
200 L	3 000 W
Tension d'alimentation	Résistance du thermoplongeur
230 V	17,6 Ω

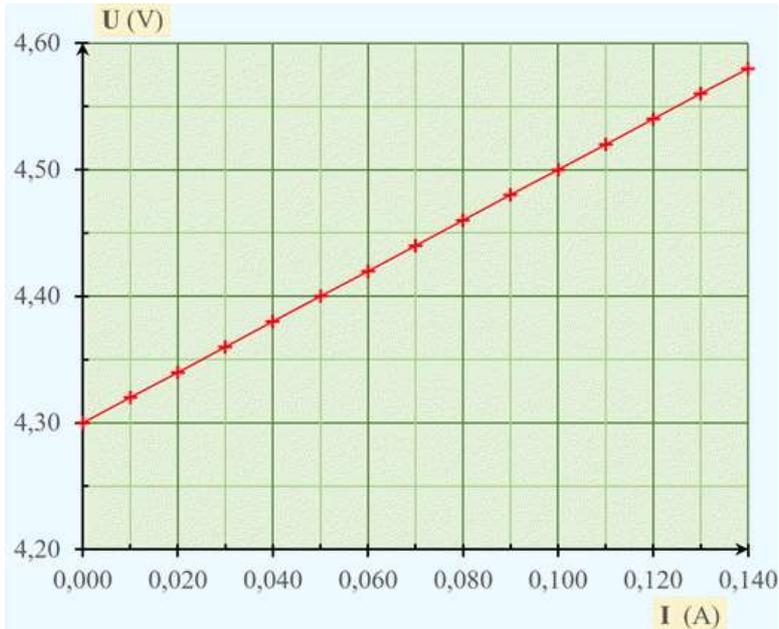
- 1) Déterminer l'énergie nécessaire au chauffage, de 20 ° C à 60 ° C, de l'eau contenue dans le chauffe-eau plein.
- 2) Calculer, en heure, la durée Δt de ce chauffage.
- 3) a. Calculer l'intensité I du courant électrique traversant le thermoplongeur durant son fonctionnement.
b. Calculer la charge électrique Q transférée pendant le chauffage.
- 4) Vérifier l'indication concernant la résistance du thermoplongeur donnée dans les caractéristiques techniques.
- 5) Citer une autre appareil domestique dont la puissance électrique est du même ordre de grandeur que celle du chauffe-eau étudié.

Données :

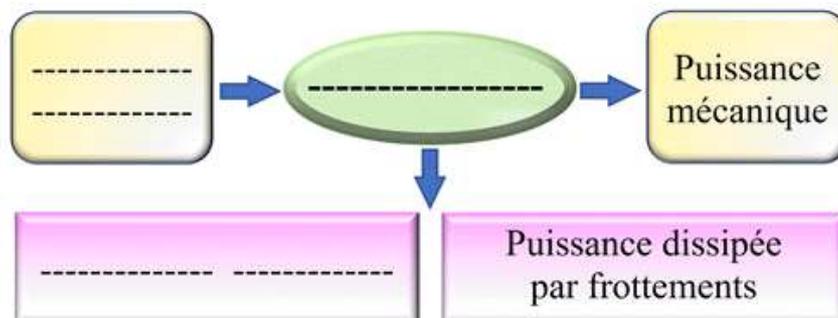
- * Energie nécessaire pour chauffer une masse m d'eau liquide, de la température θ_i à la température θ_f : $E = m \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$.
- * Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4\,180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- * Masse volumique, supposée constante, de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,000 \text{ kg.L}^{-1}$
- * $\eta = 1$ pour le thermoplongeur.

Exercice 9 : Une grue en jouet

On a tracé la caractéristique $U = f(I)$ du moteur électrique à courant continu du treuil d'un jouet.



- 1) Montrer que la tension U aux bornes du moteur s'exprime en fonction de I par une relation de la forme : $U = r \cdot I + E'$.
- 2) Déterminer la résistance interne r et la force contre-électromotrice E' du moteur.
- 3) La grue soulève une charge de masse $m = 50,0$ g d'une hauteur $h = 50,0$ cm en une durée $\Delta t = 3,00$ s. L'intensité du courant qui traverse le moteur du treuil est alors $I = 0,100$ A.
 - a. Déterminer la tension U aux bornes du moteur.
 - b. Calculer l'énergie électrique E_{elec} reçue par le moteur.
 - c. Calculer l'énergie E_J dégradée par effet Joule.
 - d. Calculer l'énergie mécanique minimale $E_{\text{méca}}$ nécessaire pour soulever la charge de masse m de la hauteur h .
- 4) Recopier et compléter le schéma de la chaîne de puissance de ce moteur.



- 5) Déterminer le rendement minimal du moteur du treuil du jouet.

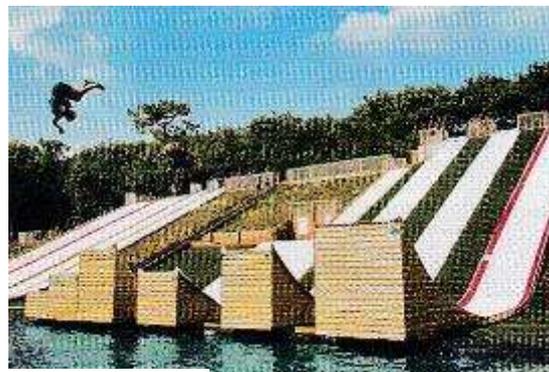
Données :

- * Intensité de pesanteur $g = 9,81$ N.kg⁻¹
- * Energie mécanique reçue par un objet, de masse m , dont l'altitude varie de la hauteur h :
 $E_{\text{méca}} = m \times g \times h$

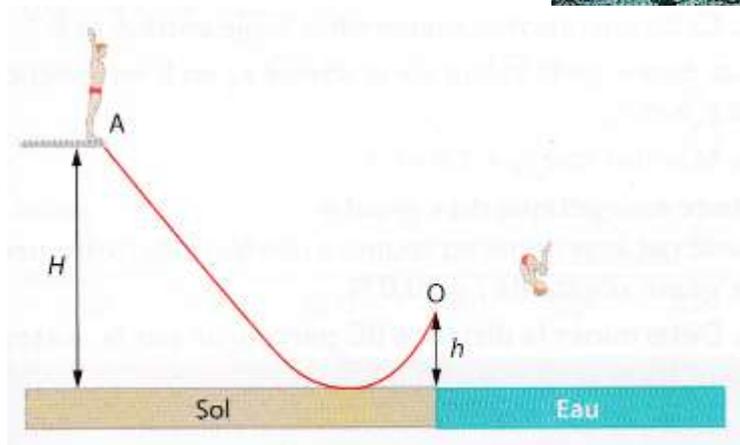
Exercice 10 : Water Jump

Le water jump est une activité de glisse au cours de laquelle une personne glisse sur un toboggan mouillé qui se termine par un tremplin.

À la sortie du tremplin, elle effectue un saut en chute libre et termine sa course dans l'eau.



A. Profil d'une piste de Water Jump



B. Caractéristiques de deux pistes différentes.

	Hauteur H	Hauteur h
Piste débutants	$H_1 = 3,20 \text{ m}$	$h_1 = 0,90 \text{ m}$
Piste experts	H_2	$h_2 = 1,50 \text{ m}$

Les frottements et l'action de l'air seront négligés dans toutes les étapes du mouvement.

Le travail de la force exercée par la piste sur la personne est nul sur tout le trajet.

L'origine des énergies potentielles est choisie au niveau du sol.

Utilisation de la piste pour débutants :

1. Exprimer l'énergie mécanique E_{mA} du débutant lorsqu'il s'élance de la position A sans vitesse initiale.
2. Comment évolue son énergie mécanique au cours du mouvement ?
3. Montrer que la vitesse atteinte en O a pour valeur $V_O = 6,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Utilisation de la piste pour experts :

La personne utilise maintenant la piste experts et part sans vitesse initiale. Un panneau au départ de cette piste annonce que la valeur de la vitesse à la sortie du tremplin est deux fois plus importante que celle acquise avec la piste pour débutants.

4. Calculer la hauteur H_2 au départ de la piste experts.

Exercice 11 Les centrales STEP

Les centrales STEP (station de transfert d'énergie par pompage) sont composées de deux bassins situés à des altitudes différentes.

Elles permettent de stocker de l'énergie en pompant l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur lorsque la demande électrique est faible.

Lorsque la demande électrique augmente, elles restituent de l'électricité sur le réseau en faisant descendre l'eau du bassin supérieur vers le bassin inférieur. Cette opération est appelée turbinage.

A. Les bassins d'une centrale STEP (ci-contre)

B. Données concernant une centrale STEP

- Altitude du bassin inférieur $h_i = 1\,800\text{ m}$
- Altitude du bassin supérieur $h_s = 2\,500\text{ m}$
- Durée de turbinage $\Delta t = 3\text{ h}$
- Rendement de conversion de l'énergie potentielle en énergie électrique : 70%
- $g = 9,81\text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Masse volumique de l'eau $\rho = 1,0 \times 10^3\text{ kg} \cdot \text{M}^{-3}$



1. Dans une centrale STEP, sous quelle forme l'énergie est-elle dans les bassins d'altitude ?
2. La centrale STEP correspondant aux données ci-dessus est en mesure d'exploiter $2,0 \times 10^6\text{ m}^3$ d'eau. En précisant l'altitude de référence choisie, calculer l'énergie potentielle de pesanteur de ce système quand il est situé : a- dans le bassin inférieur ; b- dans le bassin supérieur.
3. La nuit, la centrale STEP pompe l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur.
 - a. Quelle est la variation d'énergie potentielle de pesanteur du système lors de cette opération ?
 - b. Pourquoi cette opération s'effectue-t-elle la nuit ?
4. Lors d'un pic de consommation, la centrale STEP « turbine » tout le volume d'eau exploitable du bassin supérieur vers le bassin inférieur.
 - a. Calculer l'énergie électrique produite par la centrale en tenant compte de l'énergie de conversion de la centrale STEP.
 - b. En déduire la puissance électrique de la centrale.

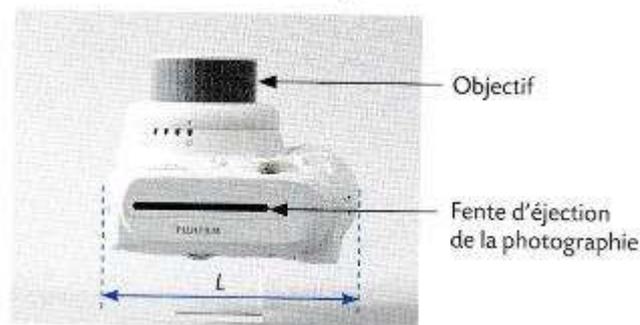
Exercice 12 : Appareil photographique instantané

Les appareils photographiques à impression instantanée permettent d'obtenir une photographie sur papier seulement quelques minutes après l'avoir prise.

L'objectif de l'appareil est assimilé à une lentille mince convergente.

A. Extrait de la notice

Format de l'image : 46 mm × 62 mm
Focale de l'objectif : 60 mm
Distance de mise au point : Supérieure à 60 cm
Dimensions (L × H × E) : (11,9 × 6,8 × 11,6) en cm
Distance objectif-fente d'éjection : fixe



1. L'image de l'objet photographié est-elle réelle ou virtuelle ?
2. a. Vers quelle valeur l'abscisse $X_{A'}$ de l'image tend-elle lorsque l'objet à photographier est très éloigné de l'objectif ?
b. On suppose que l'image se forme dans l'appareil photographique au niveau de la fente d'éjection. En utilisant la notice, calculer la distance entre l'objectif et la fente d'éjection.
c. Comparer la distance trouvée à celle obtenue dans la question 2a.
3. a. Calculer le grandissement γ lorsque l'objet se situe à 60 cm de l'objectif.
b. Calculer la taille maximale d'un objet situé à 60 cm de l'objectif pour remplir totalement la photographie.

Données : * Relation de conjugaison : $\frac{1}{X_{A'}} - \frac{1}{X_A} = \frac{1}{f'}$
* Relation de grandissement : $\gamma = \frac{Y_{B'}}{Y_B} = \frac{X_{A'}}{X_A}$

Exercice 13 : Où la lentille est-elle ?

On a formé l'image $A'B'$ de l'objet réel AB à travers une lentille mince convergente de centre optique O et de distance focale f' .

La lentille a été volontairement effacée du schéma.

1. a. Repérer le centre optique O de la lentille en construisant un des trois rayons caractéristiques.
b. Schématiser la lentille.
c. Tracer les autres rayons caractéristiques permettant de repérer les foyers objet F et image F' .
c. Déterminer graphiquement X_A et $X_{A'}$.
2. Déterminer les caractéristiques de l'image.

3. Vérifier, à l'aide des mesures réalisées, les relations de conjugaison et de grandissement.

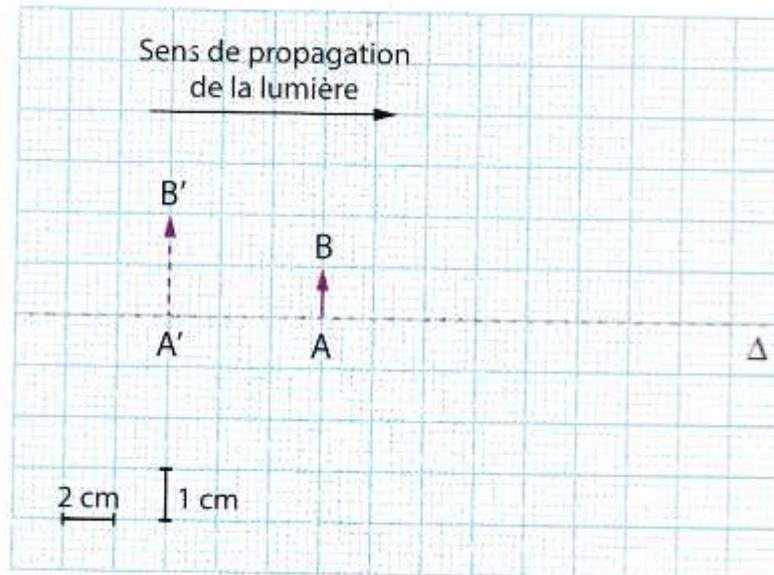
Données

• Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$$

• Relation de grandissement

$$\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$$

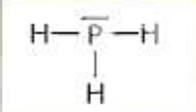
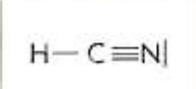


Chimie

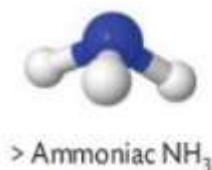
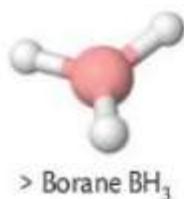
Exercice 1 :

Les 2 questions sont indépendantes

1. Les schémas de Lewis des molécules de phosphine PH_3 et d'acide cyanhydrique HCN sont donnés dans le tableau ci-dessous. Choisir, en justifiant, celui rendant compte de la géométrie de chacune des molécules.

Schéma de Lewis	Modèle 1	Modèle 2
		
		

2. Parmi ces deux molécules, laquelle est polaire ? Justifier.



On donne les électronégativités χ des éléments :

$$\chi(H) = 2,2$$

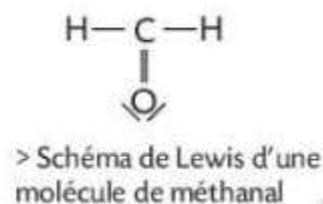
$$\chi(B) = 2,0$$

$$\chi(N) = 3,0$$

Exercice 2 : Une solution aqueuse

Le méthanal est très soluble dans l'eau. Les solutions aqueuses de méthanal sont utilisées comme désinfectant dans les pédiluves pour animaux.

1. Déterminer la géométrie de la molécule de méthanal autour de l'atome de carbone.
2. Quel est l'état physique du méthanal à température ambiante ? Justifier.
3. Sachant qu'une molécule polaire est généralement soluble dans l'eau, expliquer pourquoi on peut obtenir des solutions aqueuses de méthanal.



Données :

$$\chi(H) = 2,2 ; \chi(C) = 2,6 ; \chi(O) = 3,4$$

$$T_{fus}(\text{méthanal}) = -92\text{ }^\circ\text{C}$$

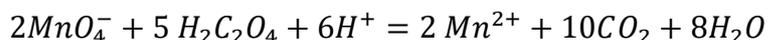
$$T_{eb}(\text{méthanal}) = -19,5\text{ }^\circ\text{C}$$

Exercice 3 : Titrage de l'acide oxalique

Présent dans certains végétaux, l'acide oxalique $H_2C_2O_4$ a de nombreuses utilisations. En solution aqueuse, il est vendu comme nettoyant. Une solution d'acide oxalique indiquée 50 g.L^{-1} , est titrée à l'aide d'une solution d'ions permanganate MnO_4^- à $c = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'ions H^+ en excès. Les couples mis en jeu sont MnO_4^- / Mn^{2+} et $CO_2 / H_2C_2O_4$.

La seule espèce colorée est l'ion permanganate.

L'équation de la réaction de titrage est donnée ci-dessous :

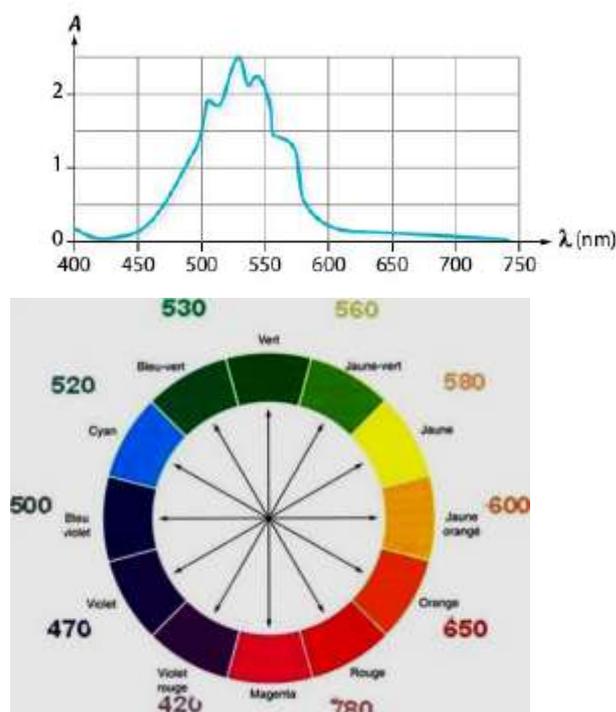


1. Identifier le réactif titrant et le réactif titré et expliquer comment repérer l'équivalence.
2. Vérifier que si l'étiquette est exacte, la concentration de la solution est $c_0 = 0,56 \text{ mol.L}^{-1}$
3. En faisant le titrage de $V_0 = 20 \text{ mL}$ de cette solution, quel volume équivalent obtiendrait-on ?
4. Sachant que l'on possède une burette graduée de 25 mL , justifier que l'on dilue 10 fois la solution à tester avant d'en faire le titrage.
5. Dessiner un schéma légendé du montage de titrage, en indiquant les solutions titrante et titrée.
6. Le volume équivalent est $V_{eq} = 7,8 \text{ mL}$. Déterminer c_0 , puis la concentration en masse de la solution mère.

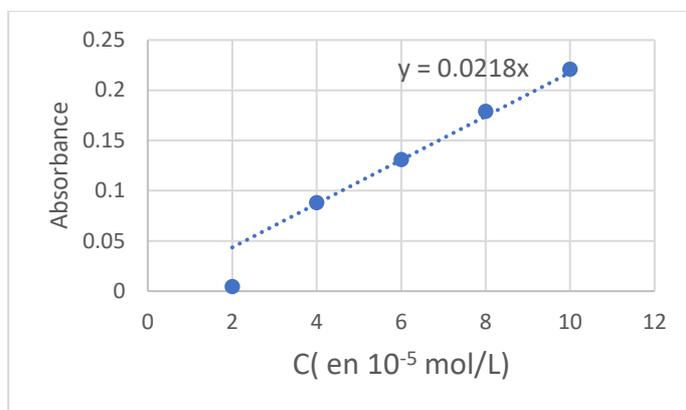
Exercice 4 : Un bain pour les poissons

Pour lutter contre les mycoses qui lèsent la peau des poissons, les aquariophiles préconisent de leur donner un bain pendant 30 minutes dans une solution préparée par dissolution de $1,00 \text{ g}$ de permanganate de potassium $KMnO_4$ dans 100 L d'eau.

On se propose de vérifier la qualité d'un de ces bains par une méthode spectroscopique. On établit le spectre d'absorption du permanganate de potassium :



On mesure l'absorbance de différentes solutions de permanganate de potassium, le tracé de l'absorbance en fonction de la concentration donne le graphe suivant :



L'absorbance de la solution du bain des poissons est ensuite mesurée : $A = 0,140$.

1. De quelle couleur est la solution de permanganate de potassium ? Justifier.
2. A quelle longueur d'onde doit-on régler le spectrophotomètre pour effectuer les mesures d'absorbance ?
3. Déterminer la concentration de la solution du bain des poissons.
4. Le bain est-il conforme aux préconisations ?

Données : $M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice 5 : Un désinfectant

L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène de formule brute H_2O_2 . En médecine elle sert de désinfectant.

Sa concentration est souvent indiquée en volume : une solution à X volumes correspond au dégagement de X litres de O_2 par la décomposition d'un litre de solution.

La décomposition de deux molécules de peroxyde d'hydrogène aboutit à la formation d'une molécule de dioxygène et de deux molécules d'eau.

On étudie une bouteille de 250 mL à 10 volumes.

Données :

$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Volume molaire V_m des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 22,0 \text{ L.mol}^{-1}$

1. Quelle est la quantité de matière de O_2 libérée par la décomposition d'un litre d'eau oxygénée ?
2. Quelle est la quantité de matière de peroxyde d'hydrogène contenue dans cette bouteille ?
3. Déterminer la concentration en quantité de matière de peroxyde de la solution.
4. Quelle masse de peroxyde d'hydrogène est-elle nécessaire pour préparer 250 mL d'une telle solution ?

Exercice 6 : Dilution d'un berlingot d'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse contenant entre autres, des ions hypochlorites ClO^- . Elle peut être commercialisée en bouteille et en « berlingot ». La notice d'un berlingot contenant 250 mL d'eau de Javel indique « verser le berlingot dans une bouteille d'un litre vide et compléter à l'eau froide » .

1. Calculer la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite dans la solution préparée.

2. Comparer cette concentration à celle des ions hypochlorite contenu dans une bouteille commerciale d'eau de Javel.
3. Pour utiliser de l'eau de Javel en bouteille lors d'une synthèse, elle doit être diluée 20 fois. Décrire un protocole expérimental permettant d'en préparer un volume $V_s = 50,0$ mL.

Exercice 7 : Degré d'alcool du vin d'épines

Dans plusieurs régions de France, on fabrique du vin d'épines, un apéritif alcoolisé qui titre environ 15% en degré d'alcool. Cette boisson est préparée en faisant macérer de jeunes pousses de prunellier, un petit arbre rustique, dans un mélange de sucre, de vin et d'eau de vie* pendant un mois. Après filtration, ce mélange est mis en bouteille pour vieillir pendant au moins 3 mois, avant de pouvoir être dégusté. En fin de période de vieillissement, il est possible de vérifier le degré d'alcool du vin d'épines fabriqué en réalisant un titrage par colorimétrie.

On considère que l'alcool présent dans les boissons alcoolisées est une seule et même espèce chimique : l'éthanol.

Le degré d'alcool d'une boisson alcoolisée noté ($^{\circ}$), correspond au volume d'éthanol pur contenu dans 100 mL de boisson. Par exemple, 100 mL d'une boisson à 35° contient 35 mL d'éthanol pur.

L'objectif de cet exercice est d'étudier quelques propriétés de l'éthanol et de déterminer le degré d'alcool d'un vin d'épines.

Étape préliminaire :

Le vin d'épines étant constitué de diverses espèces chimiques, on extrait l'éthanol pur contenu dans un volume de 50 mL de vin.

On verse le volume d'éthanol récupéré dans une fiole jaugée de 500 mL et on complète avec de l'eau distillée. On obtient 500 mL de solution notée S contenant tout l'éthanol initialement présent dans 50 mL de vin d'épines.

L'éthanol réagit avec les ions permanganate en milieu acide, mais cette transformation, quoique totale, est lente : elle ne peut donc pas être le support d'un titrage. On procède donc en deux étapes.

Étape 1 : on introduit les ions permanganate en excès dans un volume donné de la solution S pour transformer tout l'éthanol présent en acide éthanoïque et on laisse le temps nécessaire à la transformation de s'effectuer.

Étape 2 : on réalise ensuite le titrage des ions permanganate restants par les ions Fe^{2+} .

Données :

- Couples oxydant-réducteur :
acide éthanoïque /éthanol : $C_2H_4O_2(aq)/C_2H_6O(aq)$
Ion permanganate / ion manganèse : $MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq)$
- Demi-équation électronique : $MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^- = Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$
- Masse volumique de l'éthanol $\rho_{\text{éthanol}} = 0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Masse molaire de l'éthanol : $M = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Toutes les espèces chimiques en solution sont incolores mis à part des ions permanganate qui sont violets.

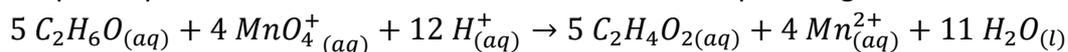
I- Etude de l'étape 1 :

On s'intéresse ici à la réaction entre les ions permanganate et l'éthanol.

Dans un erlenmeyer, on mélange $V_0 = 2,0 \text{ mL}$ de solution S et $V_1 = 25,0 \text{ mL}$ d'une solution acidifiée de permanganate de potassium ($K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$) de concentration en quantité de matière $C_1 = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On bouche d'erenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes, à 60 °C.

1. Etablir que l'équation de réaction entre l'éthanol et les ions permanganate en milieu acide s'écrit :



2. Compléter le tableau d'avancement suivant en utilisant comme notation :

- n_0 , quantité de matière initiale d'éthanol présente dans le volume V_0
- n_1 , quantité de matière initiale d'ions permanganate présente dans le volume V_f .

Équation de la réaction		$5 C_2H_6O_{(aq)} + 4 MnO_4^+_{(aq)} + 12 H^+ \rightarrow 5 C_2H_4O_{2(aq)} + 4 Mn^{2+}_{(aq)} + 11 H_2O_{(l)}$					
État	Avancement (mol)	$n(C_2H_6O)$	$n(MnO_4^-)$	$n(H^+)$	$n(C_2H_4O_2)$	$n(Mn^{2+})$	$n(H_2O)$
Initial	0	n_0	n_1	/			/
En cours	x			/			/
Final	x_f			/			/

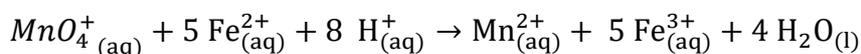
3. En s'appuyant sur le tableau d'avancement établi, montrer que dans l'état final, la quantité d'ions permanganate restant dans l'erenmeyer peut s'écrire :

$$n(4 MnO_4^-)_{restant} = C_1 \times V_1 - \frac{4}{5} \times n_0$$

II- Etude de l'étape 2 :

On titre les ions permanganate restant à la fin de l'étape 1, directement dans l'erenmeyer par une solution aqueuse contenant des ions Fe^{2+} à la concentration en quantité de matière $C_2 = 3,00 \cdot 10^{-1} mol.L^{-1}$

L'équation de la réaction de support du titrage entre les ions permanganate MnO_4^- et les ions Fe^{2+} est :



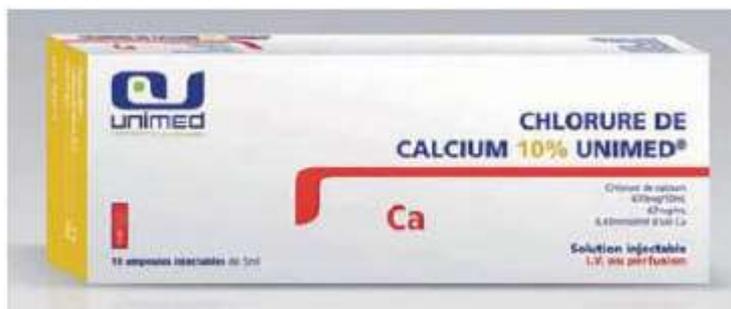
Le volume de solution titrante versé pour atteindre l'équivalence est $V_{2éq} = 14,1 mL$

1. Définir le terme « équivalence » utilisé lors d'un titrage.
2. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.
3. Indiquer la relation qui existe, à l'équivalence, entre les quantités de matière d'ions permanganate présents initialement et les ions Fe^{2+} versés à l'équivalence.
4. La quantité d'éthanol initialement présente dans le volume de 50 mL de vin d'épines est alors donnée par la relation : $n_{éthanol} = 250 \times \left(\frac{5}{4} \times c_1 \times V_1 - \frac{1}{4} c_2 \times V_{2éq} \right)$.
Déterminer si le degré d'alcool annoncé de ce vin d'épines est conforme à celui annoncé pour ces apéritifs au début de l'exercice.
5. **BONUS** : Représentez les différentes étapes de cet exercice par des schémas et/ou carte mentale, en montrant les étapes intermédiaires.

Vous êtes invités à présenter votre raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.

Exercice 8 : Traiter une carence en calcium

Le chlorure de calcium CaCl_2 est un solide ionique composé d'ions calcium Ca^{2+} et d'ions chlorure Cl^- . On l'utilise en solution aqueuse pour traiter l'hypocalcémie qui correspond à une carence en calcium dans l'organisme.



1. Justifier la charge portée par chacun des ions.
2. Préciser l'interaction responsable de la cohésion du solide. Justifier.
3. Etablir l'équation de la réaction de dissolution du chlorure de calcium dans l'eau.
4. Déterminer les concentrations en quantité de matière de chacun des ions dans la solution.
5. En déduire la concentration en masse $C_m(\text{Ca}^{2+})$ des ions calcium dans la solution injectable.
6. Un infirmier a injecté, en perfusion à un patient, six ampoules de chlorure de calcium pendant 36 heures. La posologie a-t-elle été respectée ?

Extrait d'une notice de chlorure de calcium injectable :

- **Dénomination du médicament** : chlorure de calcium, solution injectable en ampoule de 10 mL.
- **Composition quantitative** : masse de chlorure de calcium (pour 10 millilitres) égale à 506,82 mg.
- **Indication thérapeutique** : hypocalcémie.
- **Posologie** : Les hypocalcémies sévères sont traitées par perfusion d'au maximum 800 mg de calcium par jour.

Données :

Atome	Configuration électronique	Masse molaire ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
Chlore Cl	$1s^2 2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^5$	35,5
Calcium Ca	$1s^2 2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6 4s^2$	40,1

Exercice 9 : Du soufre dans les hydrocarbures

Les alcanethiols de formule générale $C_nH_{2n+1}SH$ sont présents dans les pétroles riches en soufre et doivent être éliminés au cours du processus de raffinage. Ils ont une forte odeur désagréable et sont utilisés comme additif dans le ga de ville afin de faciliter la perception d'une fuite.

Comment évolue la solubilité des différents alcanethiols dans l'eau ? proposer une explication.

Données

- Électronégativités :
 $\chi(H) = 2,2$; $\chi(C) = 2,6$; $\chi(O) = 3,4$; $\chi(S) = 2,6$.
- La liaison C—H est peu polarisée.
- Modèle de l'eau :



Données

Nom	Modèle	Solubilité dans l'eau ($g \cdot L^{-1}$)
Méthanethiol		23,3
Éthanethiol		6,8
Butan-1-thiol		0,6