

## Exercices de révisions : Physique-chimie

Afin de préparer au mieux votre rentrée, il est **fortement** conseillé de faire ces exercices la deuxième quinzaine du mois d'août. Bon courage !

### Partie A : La chimie

Données :  $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$ .

#### Exercice n°1 : Tableaux d'avancement

Compléter les tableaux suivants, dans lequel (E.I.) signifie état initial, (E.F.) état final et en cours désigne l'état du système en cours d'évolution pour divers avancements. Indiquer le réactif limitant.

équation		2 CO	+	O <sub>2</sub>	→	2 CO <sub>2</sub>
	avancement (mol)	n(CO) (mol)		n(O <sub>2</sub> ) (mol)		n(CO <sub>2</sub> ) (mol)
E.I.	0	4,6		3,0		0
en cours 1	x <sub>1</sub>	...		3,0 - x <sub>1</sub>		...
en cours 2	x <sub>2</sub> = 0,8	...		...		...
en cours 3	x <sub>3</sub> = ...	...		...		3,0
E.F.	x <sub>max</sub> = ...	...		...		...

Combustion de l'aluminium :

équation		4 Al	+	3 O <sub>2</sub>	→	2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	avancement (mol)	n(Al) (mol)		n(O <sub>2</sub> ) (mol)		n(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (mol)
E.I.	0	7,0		6,0		0,5
en cours 1	x <sub>1</sub>	7,0 - 4 x <sub>1</sub>		...		...
en cours 2	x <sub>2</sub> = 0,5	...		...		...
en cours 3	x <sub>3</sub> = ...	...		...		2,5
E.F.	x <sub>max</sub> = ...	...		...		...

### **Exercice n°2 : Quantité de matière et tableau d'avancement**

Le diiode  $I_{2(aq)}$  réagit avec les ions thiosulfate  $S_2O_3^{2-}(aq)$  pour former des ions iodures  $I^-(aq)$  et des ions tétrathionate  $S_4O_6^{2-}(aq)$  selon l'équation :



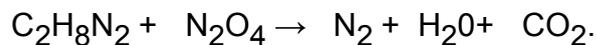
La seule espèce colorée est le diiode  $I_{2(aq)}$ . Initialement le système chimique contient 3,0 mol de diiode et 5,0 mol d'ions thiosulfate.

1. Construire le tableau d'avancement de la réaction.
2. Déterminer le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximal  $x_{max}$ . Bien détailler la méthode.
3. Quelle sera la composition du système à l'état final ?
4. Le mélange final sera-t-il coloré ? Justifier.
5. Calculer la concentration finale en ions  $I^-(aq)$  dans le mélange si le volume total à la fin de la réaction est de 50 mL.

### **Exercice n°3 : Quantité de matière et tableau d'avancement**

Il s'agit de la réaction de combustion du 1,1-diméthylhydrazine avec pour comburant, le tétraoxyde de diazote.

1. Equilibrer la réaction de combustion suivante :



2. Déterminer la quantité de matière (en mole) des réactifs, sachant qu'on a introduit 480 g de  $C_2H_8N_2$  et 1288 g de  $N_2O_4$ . □
3. Construire le tableau d'avancement. □
4. Donner la composition du système chimique à la fin de la transformation et la masse des □ produits formés. □

### **Exercice n°4 : Réactions d'oxydoréduction**

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme désinfectant pour des plaies, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment.

Le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) intervient dans deux couples oxydant-réducteur :

$H_2O_2(aq) / H_2O(l)$  et  $O_2(g) / H_2O_2(aq)$ . Le peroxyde d'hydrogène est capable dans certaines conditions de réagir sur lui-même c'est à dire de se dismuter.

1. Comment peut-on qualifier l'eau oxygénée. Justifier la réponse.
2. Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction des deux couples auxquels le peroxyde d'hydrogène appartient.
3. En déduire l'équation de la réaction étudiée (réaction de dismutation).

L'eau oxygénée du commerce se présente en flacons opaques afin d'éviter que la lumière favorise la transformation chimique précédente. Le flacon utilisé dans cette étude porte la mention suivante : eau oxygénée à 10 volumes. Cette indication est appelée le titre de l'eau oxygénée. Par définition, le titre est le volume de dioxygène (exprimé en litres) libéré par un litre de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène suivant la réaction de dismutation dans les conditions normales de température et de pression.

On considérera, en première approximation, que les conditions de l'expérience sont assimilables aux conditions normales (pression 1,0 bar et température 0,0 °C). On désire vérifier l'indication donnée sur le flacon concernant le titre de l'eau oxygénée de la solution commerciale utilisée.

**4.** Calcul de la valeur attendue de la concentration en peroxyde d'hydrogène.

a) Par définition du titre de l'eau oxygénée, quel volume de dioxygène  $V(\text{O}_2)$  serait libéré par un volume  $V = 1,00 \text{ L}$  de la solution commerciale au cours de la réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène ?

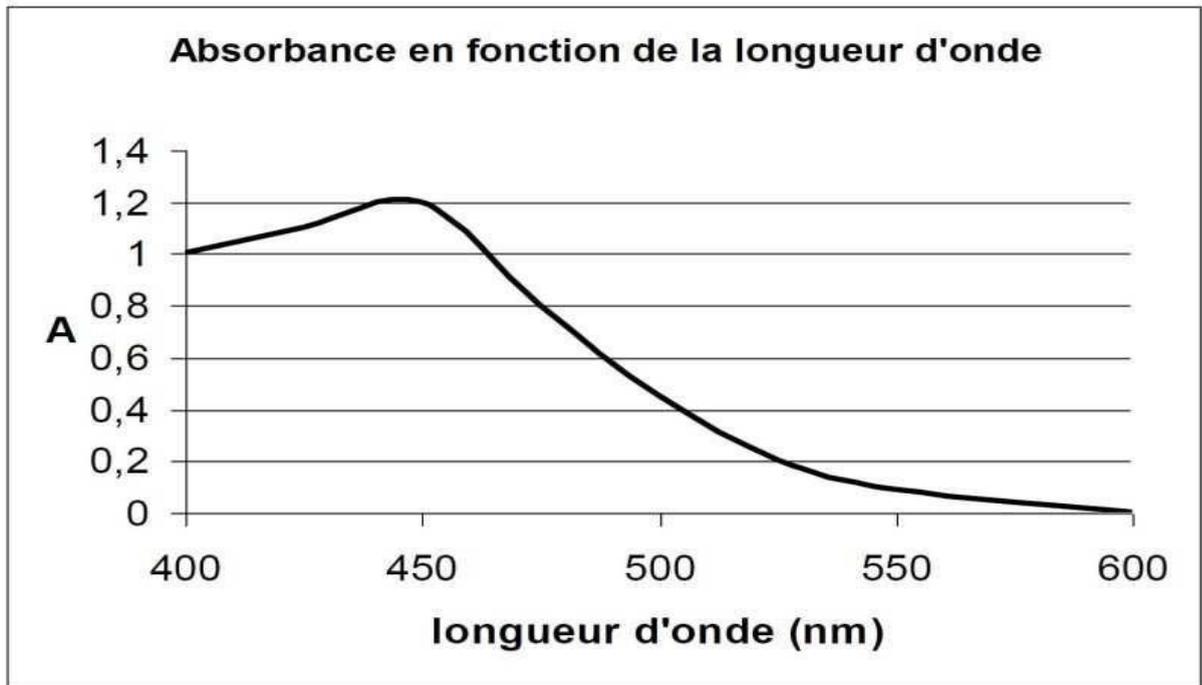
b) Calculer la quantité de dioxygène formé au cours de cette transformation.

c) La transformation précédente étant considérée comme totale, vérifier que la concentration en peroxyde d'hydrogène notée  $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}}$  de cette solution commerciale (valeur théoriquement attendue) a pour valeur :  $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}} = 8,9 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

**Donnée :** Volume molaire d'un gaz :  $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$ .

### Exercice 5 : Détermination de la concentration d'une solution de dichromate de potassium.

1. L'ion dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  est un oxydant puissant. Celui-ci donne une coloration jaune orangée aux solutions aqueuses. Justifiez cette coloration grâce au document ci-dessous.



2. Pour déterminer la concentration d'une solution on décide d'utiliser une méthode par mesure de l'absorbance. □ Pour cela on veut commencer par tracer la courbe  $A = f(c)$  pour une solution de dichromate de potassium.

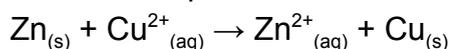
A	0,35	0,59	0,95	1,18	1,77
C(mmol/L)	3	5	8	10	15

- a) A quelle longueur d'onde faut-il se placer pour déterminer le plus précisément possible la concentration des ions dichromate ? Justifier. □
- b) Tracer le graphe  $A = f(c)$  □
- c) Que peut-on dire de cette dernière courbe ? Que peut-on en déduire ?
- d) Quel nom porte cette relation qui en découle ? Donner son expression générale. □
- e) On mesure maintenant l'absorbance de la solution de dichromate de potassium, on obtient  $A = 1,10$ . Quelle est la concentration de cette solution ?
3. Un élève a préparé cette solution par dissolution du solide dans 100,0 mL d'eau distillée. Quelle masse de □ solide a-t-il prélevé pour cela ? □
4. Rappeler le protocole de cette préparation.

### **Exercice n°6 : Action du cuivre sur le zinc**

On plonge une lame de zinc  $Zn_{(s)}$  dans une solution de sulfate de cuivre (II) bleue ( $SO_4^{2-}_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)}$ ). On observe la formation de cuivre solide  $Cu_{(s)}$  et la formation d'ions zinc (II)  $Zn^{2+}_{(aq)}$ . L'eau étant le solvant, la quantité de matière en eau est considérée en excès ( $n_{eau} = \text{excès}$ ) par rapport aux autres espèces chimiques.

Les ions sulfate  $SO_4^{2-}$  et l'eau sont des espèces spectatrices. L'équation chimique de la réaction modélisant la transformation chimique est :



Une lame de zinc de masse  $m = 3,27 \text{ g}$  est plongée entièrement dans un bécher contenant un volume  $V = 200 \text{ mL}$  de solution de sulfate de cuivre de concentration molaire  $C = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ . On laisse la réaction se dérouler quelques instants, puis on retire la lame de zinc et on détermine la concentration molaire en ions cuivre **restants** dans la solution  $C_{Cu^{2+} \text{ restants}} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1) Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.
- 2) Établir le tableau d'avancement de la réaction.
- 3) **D'après le texte**, quel est le réactif limitant ?
- 4) Quel est le lien entre la quantité de matière d'ions  $Cu^{2+}_{(aq)}$  consommé et l'avancement de la réaction  $x_{\max}$  au moment où on retire la lame de zinc. Montrer que la valeur de l'avancement maximal  $x_{\max}$  est égale à  $1,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ .
- 5) Déterminer la composition, en quantité de matière, du système (c'est à dire toutes les espèces chimiques présentes dans le bécher) à l'état final lorsque l'on a retiré la lame de zinc.
- 6) Déterminer la masse de zinc ayant réagi et la masse de cuivre formé.
- 7) Déterminer la concentration molaire en  $\text{mol.L}^{-1}$  de tous les ions présents à l'état final dans le bécher.
- 8) Les ions cuivre (II)  $Cu^{2+}$  sont colorés en bleu tandis que les ions zinc (II)  $Zn^{2+}$  sont incolores. Justifier le fait que la solution soit moins colorée lorsque la lame de zinc est retirée.
- 9) Si on avait laissé la réaction se produire jusqu'à la fin, quel aurait été le réactif limitant ? Justifier.

**Donnée :**

Masse molaire atomique du zinc et du cuivre :  $M(Zn) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(Cu) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .

## Exercice 7 : Sucre et électrons

- 2.1. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation du glucose par le dioxygène, sachant que les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont  $C_6H_{10}O_6/C_6H_{12}O_6$  et  $O_2/H_2O$ .

### 3. Durée de fonctionnement de biopiles

L'obstacle majeur d'un développement à large échelle des biopiles reste leurs dimensions. Pour alimenter de gros appareils, il faut en effet en associer un grand nombre. À titre d'exemple, l'entreprise Sony a commercialisé un lecteur mp3 nécessitant une puissance d'alimentation égale à 150 mW alimenté par une pile composée de sucre et d'eau. La pile avait une longueur d'environ 20 cm (voir photo ci-contre) et une réserve de 100 g de glucose.



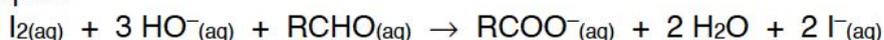
[www.sony.net](http://www.sony.net)

#### **Données :**

- énergie libérée par la réaction du glucose et du dioxygène dans la biopile :  
150 kJ par mole de glucose oxydé ;
- énergie  $E$  (en joule) reçue par le lecteur mp3 pendant la durée  $\Delta t$  (en seconde) :  
 $E = P \cdot \Delta t$  où  $P$  (en watt) est la puissance d'alimentation.

- 3.1. Déterminer la durée de fonctionnement du lecteur mp3 alimenté par la biopile au glucose commercialisée.
- 3.2. On trouve du glucose dans les fruits, ce qui fait des jus de fruits un moyen de recharger les biopiles. L'étude qui suit a pour objectif d'évaluer l'énergie disponible dans une biopile au glucose rechargée avec un litre de jus de raisin.

On introduit dans une fiole jaugée de 50 mL, 2,0 mL de jus de raisin et 20,0 mL d'une solution de diiode (coloration jaune en milieux aqueux) de concentration  $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . La fiole est complétée par une solution d'hydroxyde de sodium. La réaction qui se produit lors du mélange a pour équation chimique :

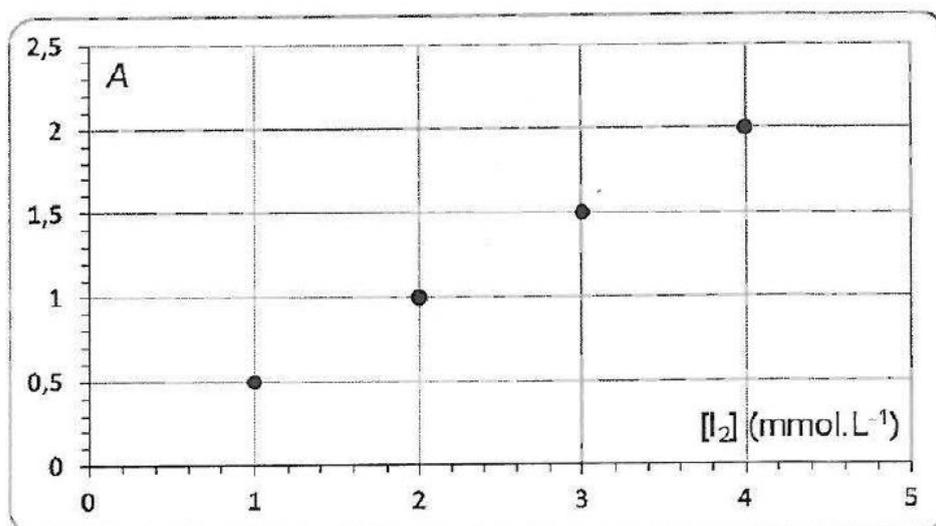


Les ions hydroxyde et le diiode sont introduits en excès.

Le glucose est noté RCHO.

Une fois la réaction terminée le diiode en excès est dosé par spectrophotométrie, l'appareil est réglé à la longueur d'onde de 440 nm : la mesure de l'absorbance d'un échantillon de la solution donne  $A = 1,6$ .

Une courbe d'étalonnage a été tracée à cette longueur d'onde à partir de quatre solutions de concentration connue en diiode.



Déterminer la durée de fonctionnement du mp3, alimenté par une pile au glucose composée d'un litre de ce jus de raisin.

*Le candidat est invité à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. Toute prise d'initiative sera valorisée.*

## Partie B : La physique

### Exercice n°8 : énergie mécanique

Du bord d'un pont, Julien lance verticalement vers le haut une pierre de masse  $m = 65 \text{ g}$  à une vitesse  $V=5,0\text{m/s}$ . le point de lancement de la pierre se trouve à une hauteur  $h = 4,5 \text{ m}$  au-dessus du niveau de l'eau de la rivière. L'eau de la rivière sert de référence pour l'énergie potentielle.

La pierre monte, puis redescend et pénètre dans l'eau. Soit A le point de départ, B le point le plus haut et C le niveau de l'eau. Les frottements sont considérés comme négligeables.

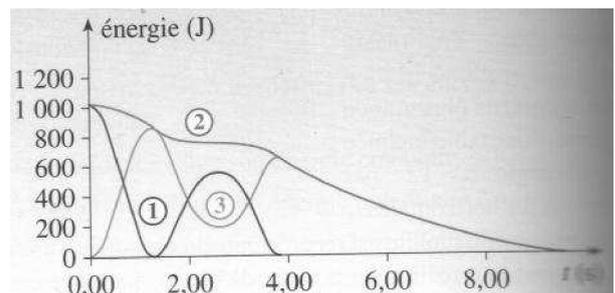
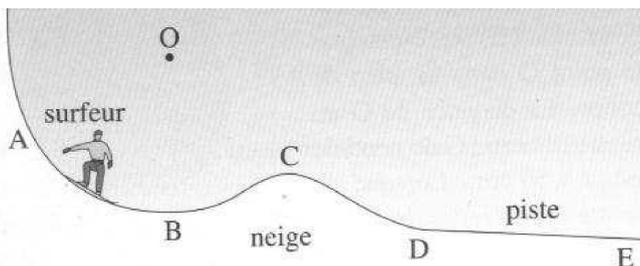
1. Exprimer et calculer l'énergie cinétique  $E_c(A)$ , potentielle  $E_{pp}(A)$  et mécanique  $E_m(A)$  de la pierre au moment où elle quitte la main de Julien.
2. Que peut-on dire de la valeur de  $E_m$  et de  $E_m$  au cours du mouvement de la pierre. Justifier.
3. Soit H la hauteur atteinte par la pierre. Que vaut l'énergie cinétique  $E_c(B)$  de la pierre à cette hauteur ? En déduire la valeur de H.
4. Que vaut l'énergie potentielle  $E_{pp}(C)$  de la pierre au moment où elle pénètre dans l'eau ?
5. Exprimer puis calculer la vitesse  $V(C)$  en km/h de la pierre à cet instant.

**Donnée :** Intensité de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .

### Exercice n°9 : Snowboard

Un surfeur couché sur la neige pense à ses cours de physique de 1ère S ! Après une très longue réflexion, il se relève et se laisse descendre sur la piste enneigée ABCDE.

L'enregistrement du mouvement de A à E permet de tracer les courbes d'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de leur somme pour le surfeur en fonction du temps. On obtient les courbes ci-contre. Attribuer sa courbe à chaque énergie. Justifier sommairement.



## Exercice n°10 : Lumière ...Lumière !

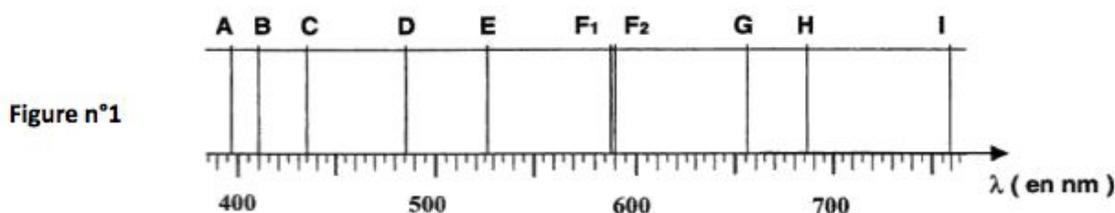
Voici un extrait du livre d'André Brahic « Lumières d'étoiles » :

La lumière blanche mélange toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Comme on passe continûment d'une couleur à une autre en changeant graduellement de nuance, on dit que la lumière blanche possède un spectre continu. Mais les astronomes ont remarqué dès le XVIIIe siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. Il manque des couleurs très précises et spécifiques, comme si elles ne nous étaient pas parvenues. Après quelques tâtonnements, ils ont compris alors que ces raies sombres traduisaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph Von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz des couches superficielles du Soleil. [...]

### Données :

- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;
- Constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;
- $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1. Quelle est la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence  $f$  ? On précisera les unités.
2. On donne la fréquence des rayons X :  $f_x = 3,0 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$  Calculer la longueur d'onde  $\lambda_x$  correspondante dans le vide.
3. D'après le texte : « Joseph Von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière ». Voici un extrait du spectre qu'il a observé, où l'on peut observer des raies noires sur un fond coloré continu, nommées A, B, C, D, E, F1, F2, G, H et I.



- a) Les raies observées sur le spectre ci-dessus sont-elles des raies d'émission ou d'absorption ?
- b) On donne des longueurs d'onde d'émission de quelques éléments.

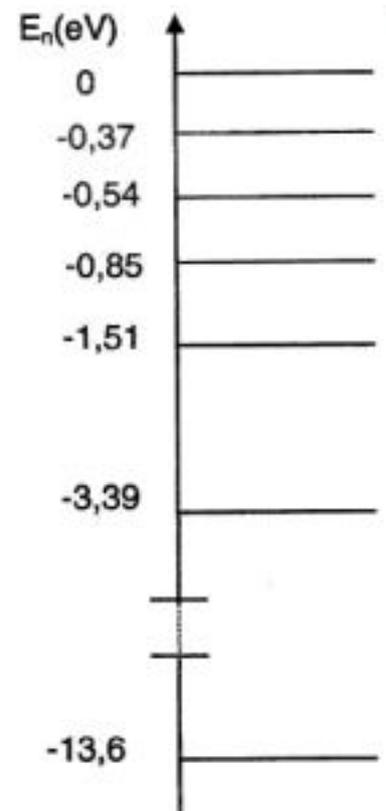
Élément chimique	Longueur d'onde $\lambda$ en nm de certaines raies caractéristiques					
Hydrogène H	411	434	486	656		
Hélium He	447	471	492	501	587	667
Sodium Na	589	590				

Quels sont les éléments que l'on peut retrouver facilement dans les couches superficielles du Soleil ?

4. L'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs. Que peut-on alors dire de l'énergie d'un atome ?

5. On donne ci-contre le diagramme de niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène :

- Quelle est la valeur de l'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ?
- Quelle est la valeur de l'énergie en eV à fournir à cet atome pour l'ioniser ?
- Calculer la variation d'énergie en eV lorsque l'atome d'hydrogène passe du niveau d'énergie  $E_1 = -0,37$  eV au niveau d'énergie  $E_2 = -3,39$  eV.
- Convertir en Joule la variation d'énergie calculée dans la question c .
- Sur le diagramme ci-contre, représenter cette transition par une flèche.
- Ce photon est-il libéré ou absorbé par l'atome d'hydrogène ?
- Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  du photon correspondant à cette variation d'énergie.
- Donner le nom de la radiation du spectre de la figure n°1 correspondant à cette transition.



### **Exercice 11 : La soie d'araignée**

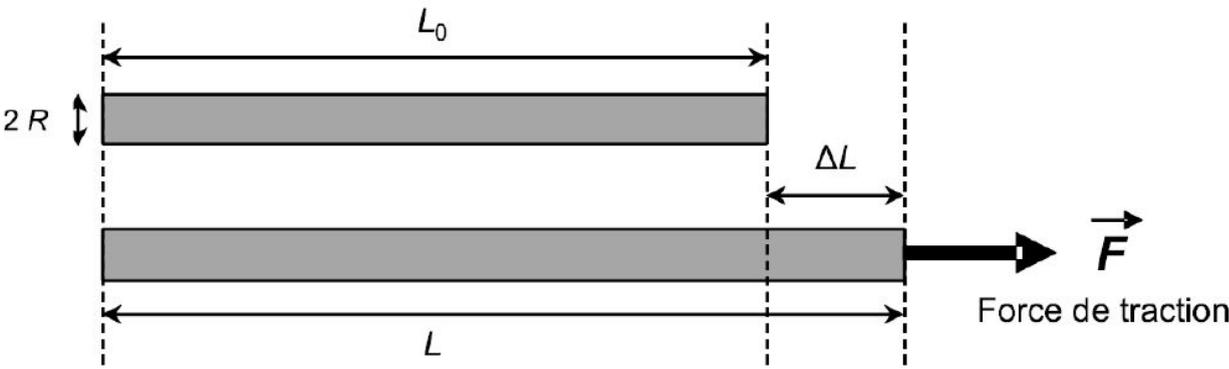
La soie que produisent les araignées pour tisser leurs toiles ou envelopper leurs proies possède des propriétés physico-chimiques si exceptionnelles (finesse, régularité, élasticité, solidité, imputrescibilité, etc...) qu'elle est devenue un sujet d'étude pour de nombreux scientifiques. Cet exercice aborde plusieurs aspects de la soie d'araignée considérée comme un matériau d'avenir.

#### **4. Élasticité et solidité d'un fil d'araignée**

Dans les forêts tropicales d'Amérique, la néphile clavipes est l'une des araignées les plus communes et les plus impressionnantes. Sa toile dépasse souvent un mètre de diamètre, les fils de soie ont des reflets dorés et collent fortement. Si par mégarde, vous prenez une telle toile dans le visage lors d'une sortie nocturne, vous verrez que les fils ne cèdent pas ! Ils sont si résistants que l'on cherche à les utiliser dans la fabrication de gilets pare-balles.

D'après [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

## Modèle élastique d'une fibre cylindrique



Lorsque l'on soumet une fibre élastique cylindrique de rayon  $R$  et de longueur  $L_0$  à une force longitudinale de valeur  $F$  appelée « force de traction », la fibre s'allonge et acquiert une nouvelle longueur  $L > L_0$ . Aux faibles valeurs de  $F$ , l'allongement  $\Delta L = L - L_0$  de la fibre est proportionnel à la valeur de la force appliquée et satisfait à la relation suivante :

$$\Delta L = \frac{F \cdot L_0}{E \cdot \pi \cdot R^2}$$

où  $E$  est une constante appelée « module de traction » qui dépend de la nature de la fibre.

## Valeurs usuelles du module de traction $E$ de différentes fibres synthétiques et naturelles

Matériau	Cheveu	Nylon	Laine	Soie de la néphile clavipes
Module de traction $E$ (N.m <sup>-2</sup> )	$10 \times 10^9$	$3 \times 10^9$	$14 \times 10^9$	$8 \times 10^9$

Donnée : Intensité de la pesanteur terrestre :  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

**4.1.** Par une analyse dimensionnelle, vérifier que le module de traction d'une fibre élastique s'exprime en N.m<sup>-2</sup>.

**4.2.** On soumet un fil de soie d'araignée néphile clavipes de rayon  $R = 2,5 \mu\text{m}$  et de longueur initiale  $L_0 = 6,5 \text{ cm}$  à une force de traction de valeur  $F = 0,03 \text{ N}$ . Le fil s'allonge alors jusqu'à atteindre une longueur  $L = 7,7 \text{ cm}$ . Vérifier que ces valeurs expérimentales sont en accord avec la valeur du module de traction de la soie de cette araignée fournie dans l'énoncé.

**4.3.** Expliquer qualitativement comment varie l'élasticité d'une fibre en fonction de la valeur de son module de traction, puis comparer les propriétés élastiques d'un fil d'araignée néphile clavipes, d'un cheveu, du nylon et de la laine.

**4.4.** Sachant qu'un fil de soie de néphile clavipes de rayon  $R = 2,5 \mu\text{m}$  peut s'allonger au maximum de 35% avant de rompre, calculer la masse maximale que l'on peut suspendre verticalement à un tel fil avant sa rupture.

## Exercice 12 : Chute d'un projectile

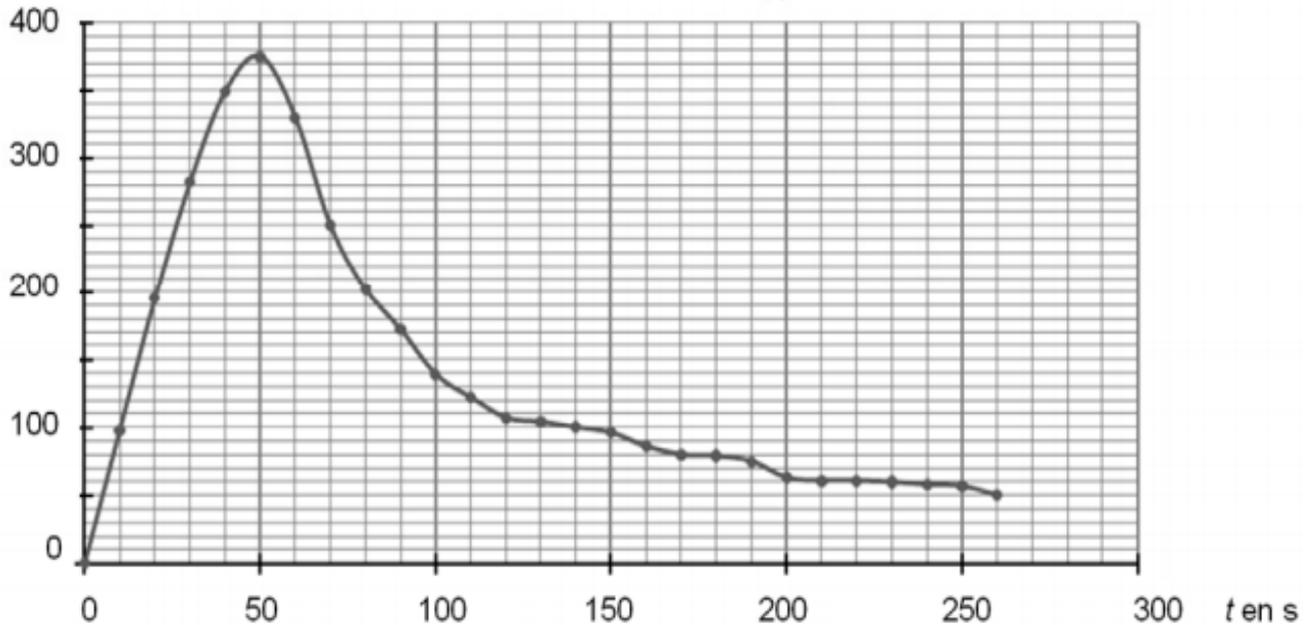
Saut de Felix Baumgartner depuis une altitude de 39 km en 2012.

### Données :

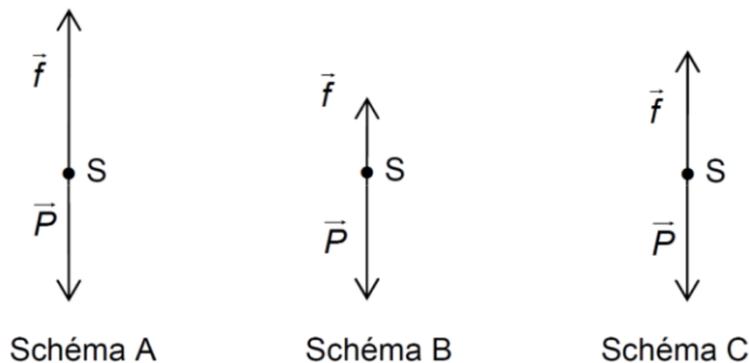
- Masse du système S: {Felix et son équipement} = 120 kg
- Intensité du champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,8 \text{ N/kg}$
- Évolution temporelle de la vitesse  $v$  de Felix dans le référentiel terrestre jusqu'à ouverture du parachute :

$v$  en  $\text{m.s}^{-1}$

Courbe 1 :  $v(t)$



- 1) Déterminer la valeur de la variation de vitesse de S pendant les vingt premières secondes du saut. S est-il en chute libre pour  $t < 20\text{s}$  ?
- 2) Les trois schémas représentent à trois instants les forces appliquées à S lors du saut : le poids et la force de frottement.

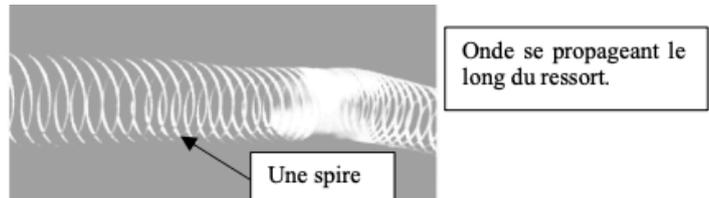
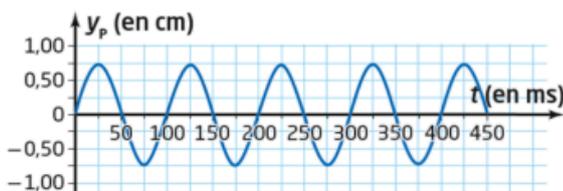


- 2.a) Affecter un schéma à chacune de ces dates :  $t_1 = 40\text{s}$ ,  $t_2 = 50\text{s}$  et  $t_3 = 60\text{s}$ .  
(on négligera la poussée d'Archimède). JUSTIFICATION : utilisation de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton (qualitatif, pas de calculs)

- 2.b) dans chaque situation calculer la valeur de la force de frottement. (on calculera la valeur de la variation de vecteur vitesse autour de chaque date avec un intervalle de temps de  $\Delta t = 10\text{s}$ ).  
PROJECTION SUR UN AXE AYANT MÊME DIRECTION ET MÊME SENS QUE LE MOUVEMENT.

### Exercice 13 : Onde sinusoïdale le long d'un ressort

Un piston P provoque des ondes de compression et de dilatation (voir photo) à l'extrémité du ressort horizontal de longueur  $L = 1,00$  m. La célérité des ondes le long du ressort est  $v = 2,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . A la date  $t_0 = 0$  s, le piston commence à osciller autour de sa position d'équilibre. On représente l'évolution de l'élongation  $y_p(t)$  du piston au cours du temps sur le graphique ci-dessous.



1. Déterminer l'amplitude de l'onde, ainsi que sa période temporelle  $T$ .
2. Exprimer puis calculer la date  $t_1$  à laquelle la spire S située au milieu du ressort se met en mouvement.
3. Représenter l'évolution temporelle  $y_s(t)$  de la spire S sur le même graphique que  $y_p(t)$  (choisir une couleur bien visible).
4. En observant ces courbes, qualifier les états vibratoires de S et P. Que peut-on conclure sur la distance PS (entre le piston et la spire S) ?
5. Nommer puis calculer la plus petite distance séparant deux spires vibrant en phase.
6. Vérifier que les réponses aux questions 4 et 5 précédentes sont cohérentes.
7. Quelle est la plus petite distance séparant deux spires vibrant en opposition de phase ?
8. Quelle est la distance entre le piston P et la spire O la plus proche vibrant en opposition de phase avec le piston P ?
9. Représenter l'évolution temporelle  $y_O(t)$  de la spire O sur le même graphique que  $y_p(t)$  (choisir une couleur bien visible).