

## ANNALES DE SCIENCES PHYSIQUES

## PHYSIQUE

|  |  |            |
|--|--|------------|
| Physique A<br><br>Physique et circulation sanguine           | Exercice 3, Polynésie, Juin 2010<br><br><b>Ecoulement des liquides</b>   | p.2-3      |
|  | Exercice 3, Métropole/Réunion, Sept 2010<br><br><b>Prise de sang et perfusion</b>  | p.3-4      |
|  | Exercice 3-partie B, Polynésie, Juin 2012<br><br><b>Algues et pression</b>   | p.4        |
| Physique B<br><br>Physique et aides aux diagnostics médicaux | Exercice 3, Antilles, Juin 2009<br><br><b>L'iode naturel et l'iode radioactif</b>  | p.5        |
|  | Exercice 1, Polynésie, Juin 2009<br><br><b>Marquage isotopique et technique d'imagerie médicale</b>                        | p.5-6      |
|  | Exercice 3, Métropole/Réunion, Sept 2009<br><br><b>Cigarette et espérance de vie</b>                                       | p.6-7      |
|  | Exercice 3, Métropole/Réunion, Juin 2010<br><br><b>Examen de scintigraphie dans un hôpital</b>                             | p.7-8      |
|  | Exercice 3, Métropole/Réunion, Juin 2011 (Physique A et B)<br><br><b>Pression, radiographie</b>                            | p.9-10     |
|  | Exercice 3, Polynésie, Juin 2011 (Physique A et B)<br><br><b>Scintigraphie et tension artérielle</b>                       | p.10-11    |
|  | Exercice 1, N <sup>elle</sup> Calédonie, Nov 2011 (Physique A et B)<br><br><b>Perfusion veineuse et radiographie</b>       | p.11-12    |
|  | Exercice 3, Métropole-Réunion, Juin 2012<br><br><b>Radioactivité, débit volumique</b>                                      | p.12-13-14 |
|  | Exercice 3-Partie A, Polynésie, Juin 2012<br><br><b>Algues et radioactivité</b>  | p.14       |
| Physique C<br><br>Energie cinétique et sécurité routière     | Exercice 3, Sujet 0, Juin 2009<br><br><b>Energie cinétique</b>   | p. 15-16   |
|  | Exercice 3, Métropole/Réunion, Juin 2009<br><br><b>Energie cinétique - L'accident</b>                                      | p.16-17    |
|  | Exercice 3, N <sup>elle</sup> Calédonie, Nov 2009<br><br><b>Energie cinétique et sécurité routière</b>                     | p.17-18    |
|  | Exercice 3, N <sup>elle</sup> Calédonie, Nov 2010<br><br><b>Sécurité routière</b>  | p.19-20    |
|  | Exercice 3, Antilles, Juin 2010 (Physique A, B et C)<br><br><b>Mécanique, écoulement des fluides et traceur radioactif</b> | p.20-21    |
|  | Exercice 1, Antilles, Juin 2011 (Physique B et C)<br><br><b>Etude de l'itinéraire</b>                                      | p. 22      |
|  | Exercice 1, Métropole/Réunion, Sept 2011 (Physique A et C)<br><br><b>Alcoolémie et conduite</b>                            | p.23-24    |

Exercice 3, Polynésie, Juin 2010.

## Ecoulement des liquides (7 pts)

A l'hôpital, un patient est soigné pour une acidose métabolique. Cette maladie fait chuter le pH du sang en dessous de 7,38. Pour faire remonter le pH, on peut lui administrer par perfusion intraveineuse une solution d'hydrogénocarbonate de sodium.

**Ecoulement des liquides.**

La poche contenant la solution à perfuser est placée à une hauteur  $h$  au-dessus de bras du malade. Le niveau du liquide à perfuser est horizontal et à la pression atmosphérique  $p_{\text{atm}} = 101300 \text{ Pa}$ .

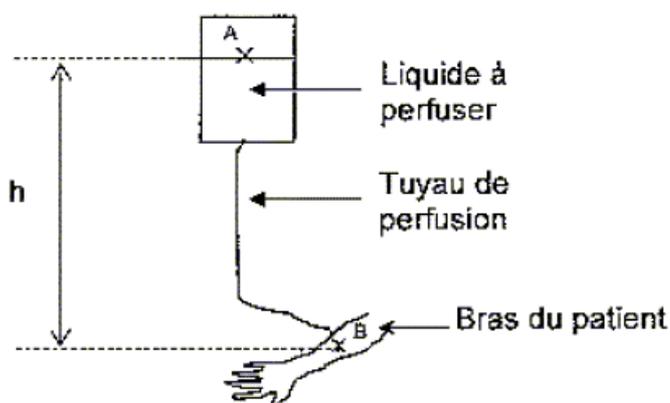
On considère un point A à la surface du liquide. On a donc

$$p_{\text{atm}} = p_A.$$

Un cathéter est placé dans le bras du patient, en un point

B où la pression vaut  $p_B = 111300 \text{ Pa}$ .

La poche contient un volume  $V = 100 \text{ mL}$  de solution à perfuser de masse volumique  $\rho = 1000 \text{ SI}$ .



**Les parties A et B sont indépendantes.**

**Partie A : Pression dans le liquide**

On rappelle que la différence de pression entre deux points A et B d'un liquide au repos est donnée par la relation :

$$p_B - p_A = \Delta p = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{avec } g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

1. Indiquer l'unité de la masse volumique dans le système international (SI).
2. Calculer la différence de pression  $\Delta p$  entre les points A et B.
3. Calculer la dénivellation  $h$  entre les deux points A et B.

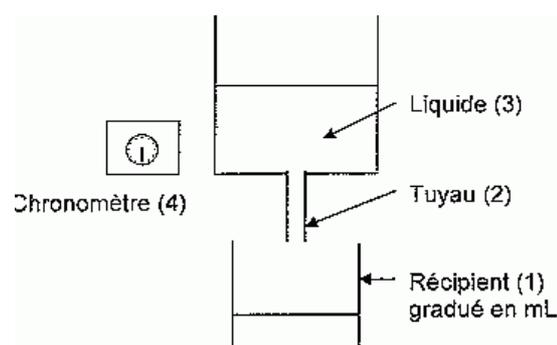
**Partie B : Ecoulement du liquide**

1. La solution à perfuser a un débit  $D$  constant égal à  $1,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

**1.1** Donner la relation entre le débit  $D$ , le volume  $V$  et le temps d'écoulement  $\Delta t$ . Préciser les unités à utiliser pour exprimer  $V$  et  $\Delta t$ .

**1.2** Calculer la durée nécessaire pour vider la poche de solution de volume  $V = 100 \text{ mL}$ .

Donnée :  $1 \text{ mL} = 10^{-6} \text{ m}^3$



2. La résistance hydraulique entraîne une perte de charge dans le tuyau où s'écoule le liquide à perfuser.

Pour étudier expérimentalement l'influence de différents facteurs sur la résistance hydraulique, on utilise le matériel ci-contre :

**2.1** Pourquoi utilise-t-on un chronomètre et un récipient gradué ?

**2.2** On souhaite déterminer expérimentalement l'influence de la nature du liquide sur la résistance hydraulique. Nommer l'élément du montage à modifier et préciser le numéro correspondant.

**2.3** Citer un facteur, autre que la nature du liquide ayant une influence sur la résistance hydraulique.

**3.** La relation qui lie le débit  $D$ , la vitesse moyenne  $v$  du liquide à perfuser et la section  $S$  du tuyau est :  $D = S \cdot v$

La vitesse moyenne d'écoulement du liquide dans le tuyau est  $v = 1,0 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**3.1** Calculer la section  $S$  du tuyau.

**3.2** Vérifier que la valeur de  $S$  est égale à  $1,4 \text{ mm}^2$ .

Donnée :  $10^{-6} \text{ m}^2 = 1 \text{ mm}^2$

|  |   |
|--|---|
| Exercice 3, Métropole/Réunion, Sept 2010 | <b>Prise de sang et perfusion (7,5 pts)</b> |
|--|---|

Un étudiant assoiffé boit un verre de lait par une forte chaleur. Quelques heures plus tard, cet étudiant présente un léger malaise qu'il pensa d'abord attribuer à la qualité du lait.... L'état de l'étudiant s'aggrave, il est conduit au service des urgences où un médecin diagnostique une déshydratation due aux températures élevées depuis plusieurs jours.

**Données :**

1cm de mercure correspond à 1333Pa

Pression atmosphérique : 101 300 Pa

**1.** Un médecin prend en charge l'étudiant dont il mesure la tension artérielle. Il lit une tension maximale de 11 cm de mercure et une tension minimale de 8 cm de mercure.

**1.1** Parmi les propositions suivantes, recopier la relation qui permet de calculer la tension artérielle  $T$  en un point de l'appareil circulatoire :

-  $T = p_{\text{atmosphérique}} - p_{\text{artérielle}}$

-  $T = p_{\text{artérielle}}$

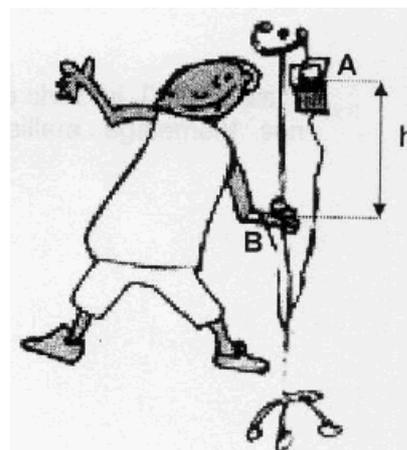
-  $T = p_{\text{artérielle}} - p_{\text{atmosphérique}}$

**1.2** Convertir la tension artérielle maximale de l'étudiant en pascals.

**1.3** Vérifier, en posant le calcul, que la pression maximale du sang dans les artères est environ de  $1,16 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

**2.** Pour traiter l'étudiant, le médecin préconise une perfusion intraveineuse.

L'infirmier accroche la poche de solution à perfuser à une patère ; il indique que l'étudiant ne doit pas déplacer cette poche. La surface libre du liquide se trouve



au point A et l'aiguille au point B.

**Données :**

- ✓ Loi fondamentale de la statique des fluides :  $\Delta p = p_B - p_A = \rho \cdot g \cdot h$
- ✓ Pour la solution à perfuser :  $\rho = 1050 \text{ S.I.}$
- ✓  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

**2.1** Nommer les grandeurs  $\rho$ ,  $g$ ,  $h$ . Indiquer les unités de  $\rho$  et de  $h$ , utilisées dans la loi fondamentale de la statique des fluides.

**2.2** La différence de pression  $\Delta p$  entre les points A et B, doit être au moins égale à la tension veineuse soit 8000Pa.

Calculer la valeur minimale de  $h$  entre les points A et B pour que le liquide pénètre dans la veine.

**3.** Afin d'effectuer un bilan de santé, le médecin réalise une prise de sang. Il remplit un flacon de volume  $V = 10 \text{ mL}$  de sang en une durée  $\Delta t = 1 \text{ min}$ .

**3.1** Définir le débit volumique.

**3.2** Calculer, en  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , le débit volumique lors de la prise de sang.

Donnée :  $1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

**3.3** Sachant que la section  $S$  du flacon est égale à  $1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ , calculer en unité SI la vitesse d'écoulement du sang lors de la prise de sang.

Donnée : Relation entre le débit et la vitesse d'écoulement :  $D = S \times v$

Exercice 3-partie B, Polynésie, Juin 2012

**Algues et pression (3 points)**

L'algue Mozaku est récoltée tout au long du littoral japonais. C'est un aliment qui contient beaucoup d'antioxydant, vitamines et minéraux. C'est une sorte d'algue très fine, récoltée dans le haut-fond marin.

1. On rappelle que la loi fondamentale de la statique des fluides entre deux points A et B est exprimée par la relation :  $\Delta p = p_B - p_A = \rho \cdot g \cdot h$

Indiquer ce que représentent les grandeurs notées  $p$ ,  $\rho$  et  $g$ . Préciser l'unité de chacune.

2. A la profondeur  $h$  où est récolté le Mozuku, la différence entre la pression de l'eau et la pression atmosphérique est  $\Delta p = 1,51 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

Calculer cette profondeur  $h$ .

Données :  $\rho_{\text{eau de mer}} = 1,03 \times 10^3 \text{ SI}$  ;  $g = 9,8 \text{ SI}$ .

3. La pression de l'eau à cette profondeur est :  $p_B = 2,52 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Calculer la force pressante  $F$  exercée par l'eau de mer sur le tympan de l'oreille du plongeur.

Son tympan a une aire  $S$  égale à  $0,5 \text{ cm}^2$  et on rappelle que  $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$ .

Exercice 3, Antilles, Juin 2009

L'iode naturel et l'iode radioactif (6,5 points)

L'apport d'iode est essentiel à l'organisme humain : la glande thyroïde capte l'iode sous forme d'ions iodure et les utilise pour synthétiser les hormones thyroïdiennes.

L'iode ne possède qu'un seul isotope naturel : l'iode  $^{127}_{53}I$  qui est non radioactif. Par contre, l'un de ses isotopes artificiels, l'iode 131, est radioactif. Il est présent lors de tout incident nucléaire.

1. Donner le nom des différents constituants du noyau de  $^{127}_{53}I$ . Préciser leur nombre.
2. Définir le mot « isotope ».
3. Quelle glande fixe l'iode dans le corps humain ? Se produit-il une transformation chimique ou nucléaire ?
4. L'iode 131 est radioactif  $\beta^-$ .

4.1 Quel est le nom de la particule émise lors d'une radioactivité  $\beta^-$  ?

4.2 Ecrire l'équation de la désintégration de l'iode 131, on pourra s'aider du tableau ci-dessous :

|                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| $^{121}_{51}Sb$ | $^{128}_{52}Te$ | $^{132}_{54}Xe$ |
| Antimoine       | Tellure         | Xénon           |

4.3 En France, les personnes vivant à proximité d'une centrale nucléaire reçoivent des comprimés d'iode 127 (sous forme d'iodure de potassium) à prendre en cas de fuite radioactive. Justifier cette mesure.

5. L'iode 131 a une période de 8 jours.

Rappeler la définition de la période d'un échantillon radioactif. Quel autre terme utilise-t-on aussi ?

6. Si l'on dispose d'un échantillon contenant une masse  $m_0 = 1,0$  g d'iode 131 à la date  $t = 0$ , quelle masse d'iode  $m$  reste-il au bout de 16 jours ? Justifier.

Exercice 1, Polynésie, Juin 2009

Marquage isotopique et technique d'imagerie médicale. (6,5 points)

En cancérologie, le traceur utilisé pour l'imagerie médicale est le glucose marqué par le fluor 18 ( $^{18}_9F$ ). Ce traceur s'accumule préférentiellement dans les cellules cancéreuses, grandes consommatrices de sucre. Cette technique se singularise par l'utilisation d'isotopes radioactifs dont la période (ou demi-vie) est beaucoup plus courte que celles des produits classiques de la médecine nucléaire. La période du fluor 18 étant de 110 minutes, il doit être produit sur place dans le laboratoire d'imagerie médicale.

1. A partir de l'instant de fabrication ( $t = 0$  min), on a mesuré l'activité  $A$  d'une dose à injecter au patient, toutes les 20 minutes, et on a tracé le graphe  $A = f(t)$  représenté sur la figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie (p.5)

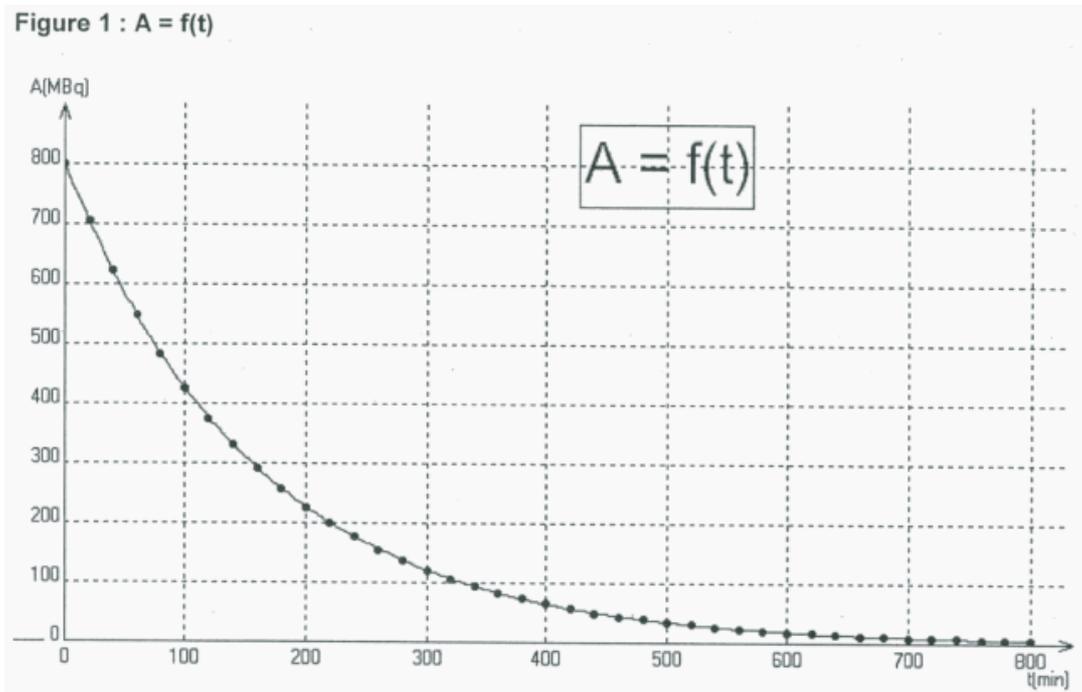
1.1 Donner la définition de la période (ou demi-vie) d'un échantillon radioactif.

1.2 Déterminer la valeur de la période à partir du graphe  $A = f(t)$  de l'annexe. Est-elle conforme à la valeur donnée dans l'énoncé?

2. Au moment de son injection au patient, la dose administrée a une activité de 260 MBq.

2.1 En utilisant le graphe  $A = f(t)$ , déterminer la durée écoulée entre l'instant de la fabrication de la dose et le moment de son injection au patient.

2.2 Au bout de combien de temps peut-on considérer que l'échantillon injecté est inactif ?



Exercice 3, Métropole/Réunion, Sept 2009

**Cigarette et espérance de vie (8 points)**

**L'espérance de vie a presque doublée au cours du vingtième siècle.**

Au milieu du XVIIIe siècle, l'espérance de vie ne dépassait pas 25 ans. Elle atteint 30 ans à la fin du siècle, puis fait un bond à 37 ans en 1810 en partie grâce à la vaccination contre la variole. La hausse se poursuit à un rythme lent durant tout le XIXe siècle, pour atteindre 45 ans en 1900. Ces progrès sont le résultat entre autres des progrès de la médecine et de l'hygiène. Au cours du XXe siècle, les progrès sont plus rapides. La hausse de l'espérance de vie se poursuit grâce aux progrès de la lutte contre les maladies cardiovasculaires et les cancers. En 2000 l'espérance de vie en France atteint 79 ans et elle passe à 80 ans en 2004.

Source : "France 2004 : l'espérance de vie atteint 80 ans"  
(Gilles Pison, Population et Sociétés, 410 INED, mars 2005).

De nos jours des efforts de prévention sont conduits dans le domaine de la lutte contre certaines maladies comme les cancers ou les maladies cardiovasculaires. Certaines pratiques favorisent ces maladies comme la cigarette. Une étude, publiée dans la presse française à l'été 2008, a révélé qu'outre les composants toxiques déjà connus, la fumée de cigarette contient du polonium 210.

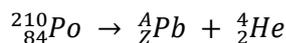
Cet élément est radioactif et il serait responsable de 1% de tous les cancers du poumon des Américains. Plus inquiétante encore est l'information suivante: le taux de polonium 210 dans les cigarettes aurait triplé ces cinquante dernières années.

## 1. Le noyau de polonium 210 et sa désintégration

**1.1** Le polonium 210 a pour symbole  ${}^{210}_{84}\text{Po}$ . Donner la composition de ce noyau.

**1.2** Le polonium 210 est radioactif  $\alpha$ . Définir le phénomène de radioactivité.

**1.3** Recopier et compléter l'équation de désintégration suivante en donnant les valeurs de A et S.



## 2. L'activité du polonium 210.

**2.1** Définir l'activité d'un échantillon radioactif et préciser l'unité.

**2.2** Une mesure du nombre de désintégrations d'un échantillon de tabac équivalent à une cigarette donne pour résultat 60 désintégrations en 10 minutes. Calculer l'activité de cet échantillon.

## 3. Demi-vie du polonium.

**3.1** La demi-vie du polonium 210 est de 138 jours. Définir la demi-vie d'un élément radioactif.

**3.2** En fumant une cigarette, un fumeur ingère 172000 noyaux de polonium. Au bout de combien de temps ce nombre de noyaux sera-t-il égal à 21500 ?

**3.3** Au bout de combien de temps peut-on considérer que le corps du fumeur ne contiendra plus de polonium radioactif (temps au bout duquel l'échantillon est inactif) ? Donner ce résultat en jours et en années (1 an = 365 jours).

## 4. Effet du polonium sur la santé.

**4.1** Le polonium absorbé par le fumeur se désintègre dans le corps humain. Quel est l'effet des particules  $\alpha$  sur les tissus vivants ? Quelle maladie cela peut-il entraîner ?

**4.2** Peut-on se protéger de ces radiations du polonium 210 ?

Exercice 3, Métropole/Réunion, Juin 2010

Examen de scintigraphie dans un hôpital (8 points)

Une patiente doit passer un examen de scintigraphie de la thyroïde à l'hôpital. La patiente arrive dans le service de scintigraphie. La secrétaire du service de médecine nucléaire lui remet un livret précisant les particularités et le déroulement de l'examen.

Deux rubriques attirent son attention : le principe de la scintigraphie et les précautions à prendre après l'examen.

### 1. Principe de la scintigraphie

La scintigraphie permet d'examiner l'état d'un organe à partir d'images obtenues après injection d'une faible quantité d'une substance radioactive. L'iode 123 radioactif peut être utilisé dans le cas de la thyroïde. Par un dispositif adapté, on étudie la radioactivité de l'iode injecté.

**1.1** Déterminer la composition du noyau d'iode 123 :  ${}^{123}_{53}\text{I}$

**1.2** Lorsqu'il se désintègre, l'iode 123 donne un noyau de tellure 123 :  ${}^{123}_{52}\text{Te}$ .

**1.2.1** Recopier et compléter l'équation de désintégration de l'iode 123 :  ${}^{123}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{123}_{52}\text{Te} + \dots e$

1.2.2 Nommer la particule émise lors de cette désintégration.

1.2.3 Identifier le type de radioactivité ( $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ).

1.3 Le noyau de tellure est émis dans un état excité. Un rayonnement  $\gamma$  est émis lors de la désexcitation de ce noyau. Ce sont ces photons  $\gamma$  qui permettent d'obtenir une image grâce à une  $\gamma$ -caméra.

L'énergie de l'un de ces photons  $\gamma$  est  $E_1 = 2,50 \times 10^{-13}$  SI.

1.3.1 Donner le symbole et le nom de l'unité d'énergie dans le système international d'unités (SI).

1.3.2 L'énergie d'un photon est donnée par la relation :  $E = h \cdot \nu$ . Calculer la fréquence  $\nu_1$  du photon d'énergie  $E_1$ .

Donnée : Constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34}$  J.s.

1.3.3 La longueur d'onde de ce photon est  $\lambda_1 = 7,94 \times 10^{-13}$  m.

A l'aide du diagramme des ondes électromagnétiques donné sur la figure 4 de l'annexe (p.7), montrer que cette valeur est en accord avec le type de photons émis.

1.3.4 L'imagerie médicale utilise également des rayons X. Des rayons, X ou  $\gamma$ , lesquels sont les plus énergétiques ?

## 2. Précautions à prendre après l'examen.

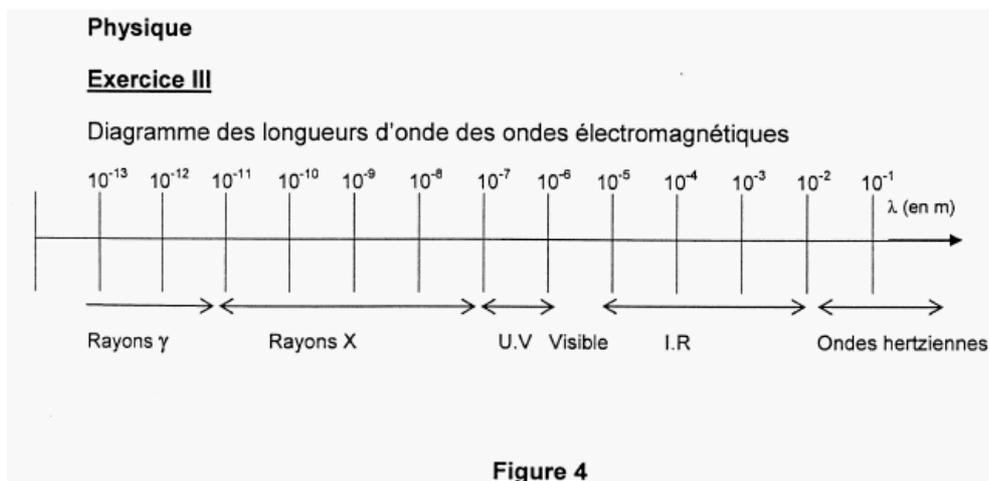
Une des protections contre l'irradiation est l'éloignement de la source radioactive. Par conséquent la patiente doit rester éloignée des jeunes enfants après son examen, car elle se comporte comme une source radioactive pendant une durée voisine d'un jour. La faible quantité de radioactivité qui subsiste après l'examen s'élimine naturellement et rapidement.

2.1 Citer un des moyens (autre que l'éloignement) utilisé par le personnel médical pour se protéger des rayonnements radioactifs.

2.2 La période (ou demi-vie) radioactive de l'iode 123 est de 13,3 heures. Définir la période radioactive.

2.3 Au bout de 26,6 heures, soit un peu plus d'une journée après l'examen, l'activité initiale  $A_0$  de l'iode 123 sera-t-elle divisée par 2, par 4 ou par 8 ? Expliciter la réponse.

2.4 Dans le cadre de l'utilisation en médecine nucléaire, on admet qu'au bout d'un temps égal à environ 20 fois la période du radioélément, l'échantillon qui le contient est considéré comme inactif. Au bout d'une journée d'éloignement la patiente n'est plus dangereuse, cependant est-elle toujours radioactive ?



Afin de se détendre, l'étudiant se rend à la piscine.

1. Avant de se mettre à l'eau, il prend son pouls au repos. Sa fréquence cardiaque est de 60 battements par minute.

Chaque battement du cœur envoie 80 mL de sang dans l'aorte.

1.1 Calculer le débit sanguin  $D$  au repos en  $L \cdot \text{min}^{-1}$ .

Après avoir effectué quelques brasses, la fréquence cardiaque de l'étudiant augmente. Le débit sanguin est maintenant de  $9,6 L \cdot \text{min}^{-1}$  soit  $1,6 \times 10^{-4} m^3 \cdot s^{-1}$ .

1.2 La section de l'aorte est  $S = 2,8 \times 10^{-4} m^2$ , calculer alors la vitesse d'éjection  $v$  du sang dans l'aorte.

Donnée:  $D = S \cdot v$

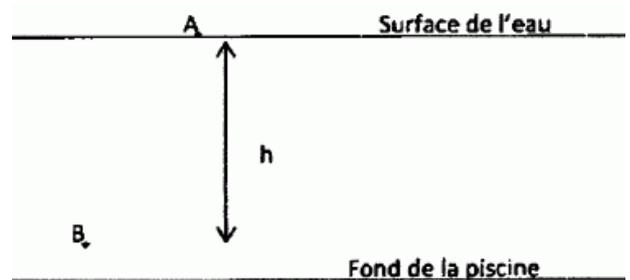
En fin de séance, l'étudiant plonge et éprouve alors une gêne à l'oreille. Il se renseigne sur la cause de cette gêne. Celle-ci est due à la pression qu'exerce l'eau sur le tympan.

2. Soit A un point à la surface de l'eau et B le point atteint par l'étudiant.

Entre deux points A et B d'un fluide, la différence de pression est:  $\Delta p = p_B - p_A = \rho \cdot g \cdot h$ ,

$\rho$  étant la masse volumique du fluide,

$h$  étant le dénivelé entre le point B et le point A appartenant au fluide, avec B au-dessous de A.



2.1 Parmi les formules proposées, recopier celle qui correspond à la définition de la masse volumique  $\rho$  d'une substance.

a)  $\rho = m \times V$

b)  $\rho = \frac{m}{V}$

c)  $\rho = \frac{V}{m}$

2.2 Donner l'unité de la masse volumique dans le système international (S.I.).

2.3 Calculer la différence de pression  $\Delta p$  entre A et B quand l'étudiant est à une profondeur  $h = 2,0m$ . (Voir le schéma décrivant la profondeur de plongée en début de question 2).

Données :  $g = 10 N \cdot \text{kg}^{-1}$  et  $\rho = 1000 \text{ SI}$ .

2.4 La pression en A est  $p_A = 101300 \text{ Pa}$ . Montrer que la pression qui s'exerce sur le tympan en B est  $p_B = 121300 \text{ Pa}$ .

2.5 La surface du tympan est  $S = 6,0 \times 10^{-5} m^2$ . Calculer la valeur de la force pressante exercée par l'eau sur le tympan au point B.

Lors du plongeon, l'étudiant se fait mal au bras et il éprouve une douleur latente. Son médecin lui prescrit une radiographie.

L'étudiant se renseigne sur la radiographie. On lui indique alors qu'il sera soumis à des rayonnements de même nature que la lumière : les rayons X.

La fréquence des rayons X est  $\nu = 2,0 \times 10^{17} \text{ Hz}$ .

**2.6** Vérifier que l'énergie  $E$  d'un photon de ce rayonnement est approximativement égale à  $1,3 \times 10^{-16}$  J.

Donnée :  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J.s

**2.7** A partir de la relation  $E = \frac{h \times c}{\lambda}$  exprimer littéralement la longueur d'onde  $\lambda$  en fonction de  $E$ ,  $h$  et  $c$ .

Calculer sa valeur.

Donnée :  $c = 3,0 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>

Avant de prescrire cet examen, le médecin se renseigne sur le nombre de radiographies passées par l'étudiant dans l'année, afin d'éviter les risques de surexposition.

**2.8** Donner un risque lié à une surexposition aux rayons X.

**2.9** Citer un mode de protection utilisé par les manipulateurs en radiologie afin d'éviter une surexposition aux rayons X.

Exercice 3, Polynésie, Juin 2011

**Scintigraphie et tension artérielle (7points)**

### 1. Scintigraphie

Le médecin décide de prescrire au patient une scintigraphie afin de vérifier la consommation de glucose par les tissus.

Lors de cet examen, on lui injecte une faible dose d'une source radioactive au fluor  $^{18}\text{F}$ .

**1.1** Cet élément subit une désintégration  $\beta^+$  d'équation :



Identifier le noyau fils émis parmi les noyaux suivants :  $^{18}_8\text{O}$ ,  $^{19}_8\text{O}$ ,  $^{19}_{10}\text{Ne}$ ,  $^{20}_{10}\text{Ne}$

**1.2** L'activité initiale de la source radioactive est  $A = 6,8 \times 10^7$  Bq. La demi-vie (ou période) du fluor 18 est  $t_{1/2} = 110$  min.

**1.2.1** Au bout de combien de temps l'activité de la source radioactive aura-t-elle diminué de moitié ?

Expliquer.

**1.2.2** Montrer que la source radioactive deviendra pratiquement inactive au bout d'environ 36 heures.

**1.3** Énoncer un effet d'un rayonnement radioactif à forte dose sur le corps humain.

### 2. Tension artérielle

A la fin de la consultation, le médecin demande à son patient de s'allonger afin de contrôler son activité cardiaque en mesurant sa tension artérielle.

La tension artérielle, notée  $T$ , est la différence entre la pression  $p$  du sang et la pression atmosphérique  $p_{\text{atm}}$  :

$$T = p - p_{\text{atm}}$$

**2.1** Parmi les unités de pression citées ci-après, quelle est l'unité du système international (SI) ?

a) centimètre de mercure (cm de Hg) ;

b) p Pascal (Pa) ;

c) bar (bar).

**2.2** La valeur de la tension artérielle mesurée par le médecin au niveau du bras est  $T = 12,5$  cm de Hg. Convertir cette valeur en Pascal.

Donnée : 1 cm de Hg = 1333 Pa.

**2.3** La pression atmosphérique est  $p_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5$  Pa. En déduire la valeur  $p$  de la pression du sang.

**2.4** La différence de pression entre deux points A et B d'un fluide peut être calculée à l'aide de la relation fondamentale de la statique des fluides :  $p_B - p_A = \rho \cdot g \cdot h$  où  $h$  est la différence de hauteur entre les points A et B.

**2.4.1** Quelle est la grandeur représentée par  $\rho$  ?

Préciser son unité dans le système international SI.

**2.4.2** A l'aide de la relation fondamentale de la statique des fluides, expliquer pourquoi le médecin a demandé à son patient de s'allonger pour mesurer sa tension artérielle.

**2.4.3** Le patient se lève pour quitter le cabinet médical. La tension artérielle au niveau de ses pieds est-elle ?:

**a)** plus forte que celle du cœur ;      **b)** égale à celle du cœur ;      **c)** inférieure à celle du cœur.

Exercice 1, N<sup>elle</sup> Calédonie, Nov 2011

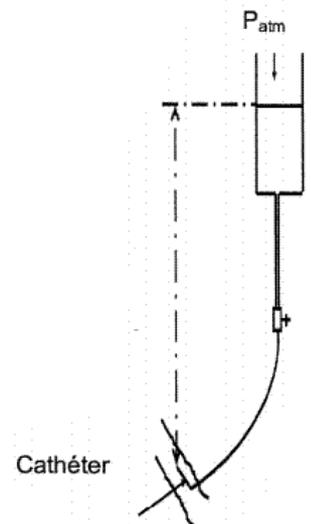
Perfusion veineuse et radiographie (8 points)

Dans la salle de détente du personnel d'un hôpital, un stagiaire raconte à ses collègues de travail sa première journée passée dans un service d'urgences.

**1. Récit 1** « Pour mon premier patient, j'ai dû effectuer une perfusion intraveineuse. Je me suis rappelé que pour une perfusion sanguine, la poche de sang doit être suspendue à environ 70 cm par rapport au cathéter introduit dans la veine mais je ne savais pas si cette hauteur était la même pour une perfusion de glucose. »

**1.1.** Pour que le liquide perfusé pénètre dans la veine du patient, la pression du liquide à l'extrémité de l'aiguille doit être ?:

- *supérieure* à la pression du sang à l'intérieur de la veine ;
- *inférieure* à la pression du sang à l'intérieur de la veine ;
- *égale* à la pression du sang à l'intérieur de la veine.



**1.2.** La hauteur  $h$ , à laquelle il faut placer la poche à perfuser, est donnée par la relation suivante :

$$h = \frac{(p_{\text{sanguine}} - p_{\text{atmosphérique}})}{\rho \cdot g} \text{ avec } g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ (intensité de la pesanteur)}$$

Que représentent les lettres  $P$  et  $\rho$  dans cette relation ?

Indiquer leur unité dans le système international (SI).

**1.3.** La masse volumique du sang est de  $1060 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , la pression sanguine est égale à  $1,09 \times 10^5$  Pa et la pression atmosphérique  $1,013 \times 10^5$  Pa.

Calculer la hauteur h.

Cette valeur est-elle en accord avec le récit 1 du stagiaire ?

2. L'étude porte maintenant sur une solution de glucose.

2.1. Le volume de la poche à perfuser est  $V = 0,5 \text{ L}$  et sa masse est  $m = 0,525 \text{ kg}$ . Montrer que la masse volumique de la solution de glucose est égale à  $1050 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Rappel :  $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

2.2. Une poche de glucose à perfuser doit être placée à une hauteur h supérieure à celle d'une poche de sang à perfuser. Justifier sans calcul cette affirmation (on utilisera la relation de la question 1.2).

3. Le stagiaire poursuit (**récit 2**) : « Ensuite, j'ai amené à la radiographie un enfant blessé au poignet qui pleurait car il avait peur que l'examen soit douloureux. Je l'ai rassuré en lui disant qu'on allait simplement lui prendre « une photo » du poignet ».

3.1. Parmi les 4 rayonnements ci-dessous, citer celui que la radiographie utilise pour les os :

- la lumière visible ;
- les ultrasons ;
- les rayons X ;
- les ultraviolets.

3.2. Pour calculer l'énergie d'un photon, on dispose des relations suivantes :

$$E = h \cdot \nu \text{ ou bien } E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad \text{avec } h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s et } c = 3,0 \times 10^8 \text{ SI}$$

3.2.1. Rappeler ce que signifie « c » et préciser son unité SI.

3.2.2. Lors de la radiographie du poignet de l'enfant, on utilise une onde de longueur d'onde  $\lambda = 2,6 \times 10^{-2} \text{ nm}$ .

Calculer l'énergie d'un photon de ce rayonnement.

Rappel :  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

3.2.3 Indiquer un effet biologique sur le corps humain suite à une exposition prolongée à des rayons ultraviolets.

3.2.4 Indiquer un effet biologique sur le corps humain suite à une exposition prolongée à des rayons X.

Exercice 3, Métropole-Réunion, Juin 2012

**Radioactivité, débit volumique (7 points)**

Le 11 mars 2011, au large du Japon, un séisme de magnitude 8,9 sur l'échelle de Richter a provoqué une vague géante qui a touché les côtes japonaises et occasionné d'énormes dégâts à la centrale nucléaire de Fukushima. Différents journaux relatent la chronologie de cette catastrophe nucléaire.

**LePoint.fr – Publié le 26/03/2011 à 09:31 – Modifié le 26/03/2011 à 18:30**

**De l'iode radioactif dans l'océan à Fukushima**

Cette annonce pourrait renforcer les inquiétudes internationales à l'égard des exportations japonaises de produits de la mer.

Le Japon a annoncé samedi avoir mesuré des niveaux d'iode radioactif 1250 fois supérieurs à la norme légale en mer près de la centrale en péril de Fukushima, renforçant les craintes d'une rupture de l'étanchéité d'un ou de plusieurs réacteurs. Cette forte concentration aggrave les risques de contamination alimentaire par les produits de la mer dont raffolent les Japonais. (...)

Le nouveau relevé d'iode 131 a été effectué vendredi par la compagnie d'électricité gérant le site, Tokyo Electric Power (Tepco), et rendu public samedi par l'Agence japonaise de sûreté nucléaire. « Si vous buvez 50 centilitres d'eau courante avec cette concentration d'iode, vous atteignez d'un coup la limite annuelle que vous pouvez absorber. C'est un niveau relativement élevé », a expliqué un porte-parole de l'Agence de sûreté. Il a toutefois ajouté que, si la radioactivité relâchée dans l'océan se diluait avec les marées, la quantité absorbée par les algues et animaux marins pourrait être moindre. « En outre, la concentration d'iode se réduit de moitié tous les huit jours. Donc lorsque les gens mangeront les produits de la mer, sa quantité aura probablement fortement diminué », a-t-il précisé.

*Remarque : d'autres rejets radioactifs dangereux se sont dispersés dans l'océan.*

1. Les poissons marins apportent de l'iode. L'iode 127 ( $^{127}_{53}I$ ) est nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme, l'isotope 131 ( $^{131}_{53}I$ ) est radioactif.

1.1. Donner la composition des deux noyaux d'iode.

1.2. Ces noyaux sont des isotopes. Justifier cette appellation.

1.3. Lors de la désintégration nucléaire, l'iode 131, émet un noyau fils  $^A_ZX$  ainsi qu'un électron  $^0_{-1}e$ .

Pour les questions 1.3.1 et 1.3.2, choisir et recopier la bonne réponse.

1.3.1. L'iode 131 est radioactif :      réponse a :  $\alpha$                       réponse b :  $\beta^+$                       réponse c :  $\beta^-$

1.3.2. Le noyau fils obtenu lors de la désintégration de l'iode 131 est le noyau :

réponse a :  $^{127}_{53}I$       réponse b :  $^{131}_{54}Xe$       réponse c :  $^{131}_{52}Te$       réponse d :  $^{127}_{51}Sb$

1.4. Période radioactive

1.4.1. Retrouver dans l'article donné en introduction la demi-vie (ou période radioactive) de l'iode 131.

1.4.2. Au bout de combien de jours un échantillon d'iode 131 sera-t-il considéré comme inactif, sachant que cela correspond à 20 périodes radioactives ?

2. Décontamination de l'eau radioactive.

**Lepoint.fr – AFP – Publié le 27/06/2011 à 16 :47**

### **Fukushima : Tepco a commencé à recycler l'eau décontaminée dans les réacteurs**

L'opérateur de la centrale nucléaire accidentée de Fukushima (nord-est du Japon) a commencé lundi à recycler l'eau polluée traitée par une usine de décontamination dans les circuits de refroidissement des réacteurs. (...)

Quelques 100 000 tonnes d'eau hautement radioactive se sont accumulées dans les bâtiments des réacteurs et des turbines de Fukushima Daiichi depuis le séisme et le tsunami du 11 mars, (...)

Afin d'évacuer ces effluents et les réutiliser dans le système de refroidissement de la centrale, une usine de décontamination a été construite en un temps record avec des équipements du groupe nucléaire français (...) et de la société américaine (...)

L'usine, capable de décontaminer 1 200 tonnes d'eau polluée par jour, en divisant la radioactivité par un facteur 1 000 à 10 000 fois, continue elle à fonctionner (...)

Données : 1 tonne d'eau correspond à un volume de 1 m<sup>3</sup>.

- 2.1. Donner la définition du débit volumique D. Préciser son unité dans le système international.
- 2.2. Quel est en  $\text{m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$ , le débit volumique de l'usine de décontamination ?
- 2.3. Combien de jours faudra-t-il pour décontaminer la totalité de l'eau hautement radioactive ? Expliciter votre réponse.

Exercice 3-Partie A, Polynésie, Juin 2012

**Algues et radioactivité (5points)**

Depuis le 11 mars 2011, l'un des pires accidents nucléaires de l'histoire est en cours à Fikushima, ville du nord du Japon. Des experts mandatés par les états et les associations de défense de l'environnement sont chargés d'étudier la contamination radioactive de la vie marine le long des côtes japonaises.

Les résultats des premiers échantillons récupérés ont montré une forte contamination du milieu marin par divers radionucléides.

Dans un premier temps, ce sont surtout les algues qui inquiètent car, comme les champignons sur la terre ferme, elles concentrent fortement les radioéléments comme notamment l'iode 131 pour l'algue *Sargassum Horneri*.

1. L'iode 131 est un isotope de l'iode. Piégé dans les eaux de ruissellement ayant servi à refroidir les réacteurs en fusion, il est à l'origine de la pollution de l'eau de mer à proximité de la centrale de Fukushima.

1.1. Rappeler la définition d'un isotope

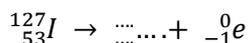
1.2. L'algue *Sargassum Horneri* contient naturellement de l'iode  $^{127}_{53}\text{I}$ . Donner la composition de son noyau.

2. Radioactif, l'iode 131 expulse lors de sa désintégration un électron  ${}_{-1}^0e$ .

2.1. Quelle est la nature du rayonnement radioactif de l'iode 131 ?

2.2. Pour écrire une équation de désintégration, on applique deux lois de conservation. Enoncer ces lois.

2.3. A l'aide du tableau ci-contre, recopier puis compléter l'équation de désintégration de l'iode 131 :



2.4. La période radioactive de l'iode 131 est  $T = 8$  jours. Rappeler la définition de la période radioactive.

2.5. On dispose d'un échantillon d'algues *Sargassum Horneri* contenant une masse  $m_0 = 4$  g d'iode 131 à la date  $t = 0$  s.

2.5.1. Quelle masse  $m$  d'iode 131 reste-t-il dans l'algue au bout de 32 jours ?

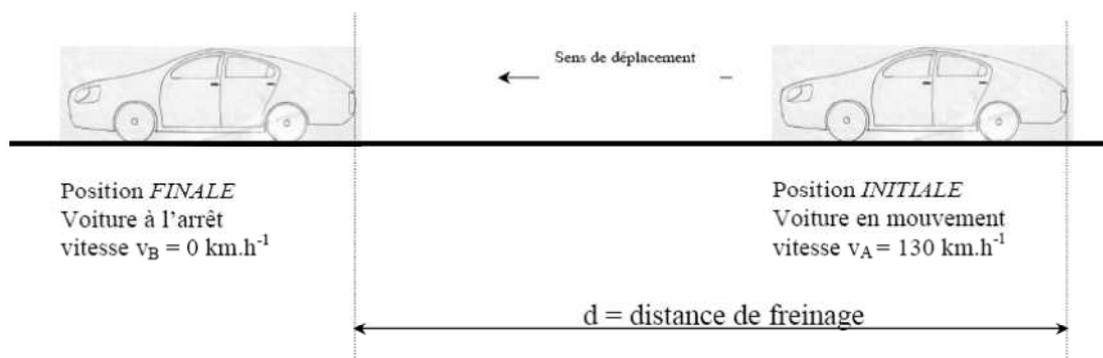
2.5.2. A bout de combien de temps peut-on considérer que cet échantillon est inactif ?

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ${}^{79}_{34}\text{Se}$  | ${}^{80}_{35}\text{Br}$  | ${}^{84}_{36}\text{Kr}$  |
| ${}^{122}_{52}\text{Te}$ | ${}^{127}_{53}\text{I}$  | ${}^{131}_{54}\text{Xe}$ |
| ${}^{209}_{84}\text{Po}$ | ${}^{210}_{85}\text{As}$ | ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ |

Un automobiliste au volant de son véhicule de masse  $m = 1\,000\text{ kg}$ , roule sur une autoroute à la vitesse maximale autorisée par temps sec, soit  $v = 130\text{ km.h}^{-1}$ . Voyant les feux stop de la voiture qui le précède s'allumer, il décide alors de stopper son automobile en appuyant sur la pédale de freins.

La force de freinage, que l'on suppose uniforme est représentée par un vecteur noté  $\vec{f}$ .

Elle possède une valeur constante  $f = 6\,000\text{ N}$ .



1. Définir la distance de freinage.

La voiture qui constitue le système d'étude est soumise à trois forces :

- le poids  $\vec{P}$
- la réaction normale de la route  $\vec{R}$
- la force de freinage  $\vec{f}$

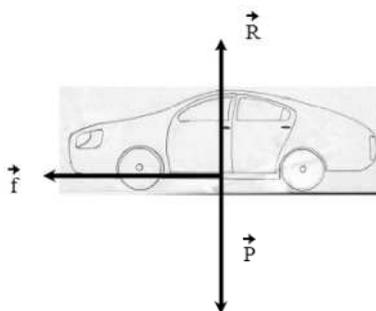


Schéma 1

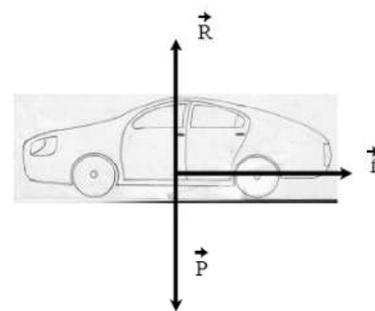


Schéma 2

2. Expliquer pourquoi le schéma qui montre les forces appliquées à la voiture est le N°2.

3. Montrer que la vitesse que possède la voiture exprimée en unité légale vaut environ  $v = 36\text{ m.s}^{-1}$

Donnée :  $1\text{ m.s}^{-1} = 3,6\text{ km.h}^{-1}$

4. La gravité des accidents est souvent liée à la vitesse des véhicules. En effet, plus la vitesse  $v$  est élevée, plus ceux-ci possèdent une énergie cinétique importante.

4.1 Dans la relation  $E_{cin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ , donner l'unité de l'énergie cinétique.

4.2 Calculer la valeur de l'énergie cinétique  $E_{cin}(A)$  que possède la voiture juste avant le freinage.

4.3 Que vaut l'énergie cinétique  $E_{cin}(B)$  de cette dernière lorsqu'elle est à l'arrêt ?

5. Expliquer pourquoi le poids  $\vec{P}$  et la réaction normale de la route  $\vec{R}$  effectuent un travail (noté W) nul ?
6. Lorsque les freins de la voiture sont en action, le travail de la force  $\vec{f}$  permet à la voiture de ralentir.
- 6.1. Exprimer le travail de la force de frottement noté  $W(\vec{f})$  en fonction de f, d et de  $\alpha$  = angle formé entre la force de frottement  $\vec{f}$  et le vecteur déplacement  $\vec{d}$ .
- 6.2. Montrer que ce travail peut s'écrire  $W(\vec{f}) = - f \cdot d$
7. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique :  $E_{\text{cin}}(B) - E_{\text{cin}}(A) = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{f})$   
Calculer la distance de freinage d.

Exercice 3, Métropole/Réunion, Juin 2009

Energie cinétique - L'accident (8points)

Les deux compères reprennent leur vélo et entament une descente sur une route désaffectée toujours mouillée. A la fin de la descente, la route est horizontale, mais il y a un affaissement de chaussée (voir schéma en annexe). Rémi décide de sauter par dessus le trou, il prend donc de la vitesse, mais arrivé sur la partie horizontale, il se ravise et freine au maximum pour s'arrêter avant l'affaissement. Il parcourt toute la partie horizontale en dérapant.

### 1. Le freinage

Le système « Rémi-vélo », rapporté au point G, est alors soumis à trois forces :  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{f}$ , représentées en G (voir le schéma en annexe).

$\vec{f}$ , représente l'ensemble des forces de frottement qui permettent de ralentir le système « Rémi-vélo »,  $\vec{F}_1$  est la réaction de la route.

1.1 Nommer la force  $\vec{F}_2$ .

1.2 Donner l'expression littérale du travail de la force  $W_{AB}(\vec{F}_2)$  sur le trajet AB.

1.3 Montrer sans calcul que la valeur du travail de la force  $\vec{F}_2$ ,  $W_{AB}(\vec{F}_2)$ , sur le trajet AB est nul.

1.4 D'ordinaire, Rémi aurait pu s'arrêter juste avant le trou. En s'aidant du texte en annexe « *Les effets physiologiques de l'alcool* » et des conditions du freinage, citer deux raisons qui font qu'il n'y arrivera pas.

### 2. La chute.

Le système « Rémi-vélo » quitte le sol en B avec une vitesse  $v_B = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$ . Il tombe en chute libre jusqu'en C. La hauteur de chute est  $h = 1,5 \text{ m}$ .

2.1 La seule force exercée sur le système « Rémi-vélo », est son poids  $\vec{P}$ . On rappelle l'expression de sa norme :  $P = m \cdot g$ . Déterminer ses caractéristiques : direction, sens, valeur de la norme.

Données : masse du système « Rémi-vélo » :  $m = 80 \text{ kg}$  ; intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$ .

2.2 Donner l'expression littérale du travail du poids  $W_{BC}(\vec{P})$  lors de cette chute de hauteur h, et montrer que sa valeur est  $W_{BC}(\vec{P}) = 1,18 \times 10^3 \text{ S.I.}$  en précisant l'unité.

## 2.3 Calcul de la vitesse d'atterrissage.

2.3.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

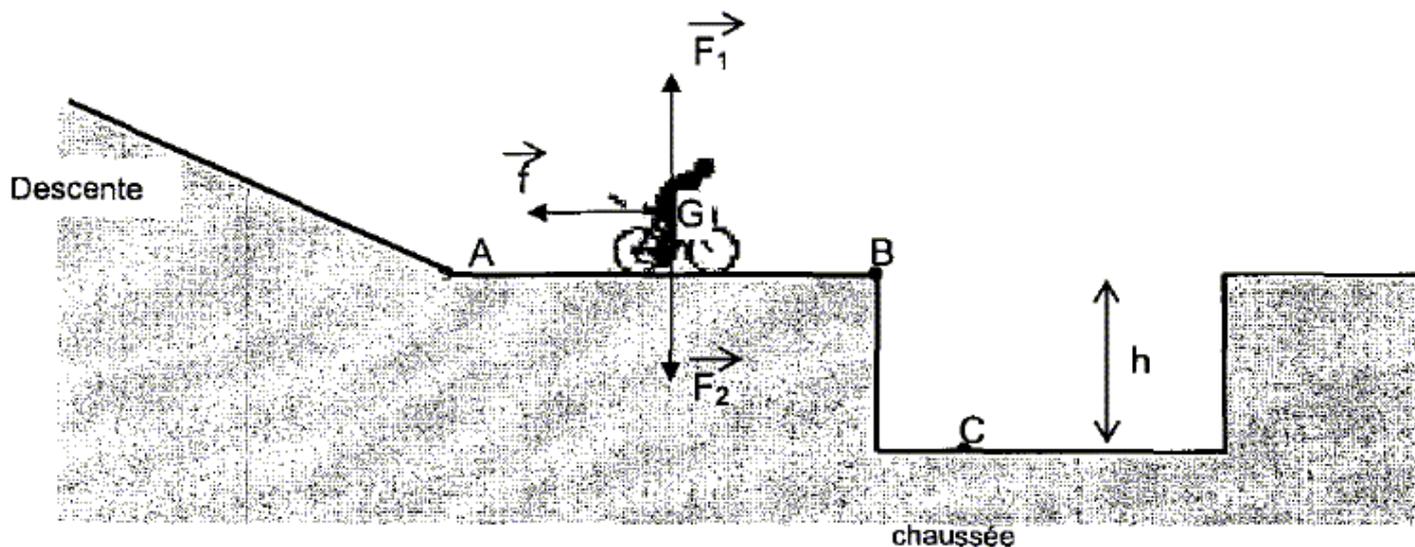
2.3.2 Montrer que l'énergie cinétique en B vaut  $E_c(B)=160$  S.I. ; donner l'unité.

2.3.3 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre les points B et C et les données soulignées des questions précédentes, montrer que l'énergie cinétique en C vaut  $E_c(C)=1,34 \times 10^3$  S.I.

2.3.4 Calculer alors la vitesse  $v_c$  d'atterrissage du système en C, et donc de Rémi au fond du trou.

La randonnée est hélas finie.....

Annexe :



### LES EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'ALCOOL

L'alcool rétrécit le champ visuel.

L'alcool augmente la sensibilité à l'éblouissement.

L'alcool altère l'appréciation des distances et des largeurs. Sous l'effet de l'alcool, un conducteur peut décider, devant un obstacle, de freiner sur une distance trop courte pour s'arrêter ou, devant un passage plus étroit que sa voiture, de passer quand même.

L'alcool diminue les réflexes. La durée moyenne du temps de réaction dans des conditions normales est évaluée à une seconde environ. Dès 0,5 g/l, le temps de réaction peut atteindre 1,5 seconde. Ainsi, un véhicule roulant à 90 km/h parcourt 25 mètres en 1 seconde et 37 mètres en 1,5 seconde. Ce sont ces 12 mètres qui peuvent sauver une vie ! Les temps de réaction augmentent considérablement avec des taux d'alcoolémie encore plus élevés.

L'alcool provoque une surestimation de ses capacités.

L'alcool a un effet euphorisant. Il provoque une surestimation de ses capacités. Après 0,5 g/l de sang, la conduite devient plus heurtée qu'à jeun et le conducteur fait beaucoup plus d'erreurs.

Sous l'effet de l'alcool, le conducteur a un comportement dégradé par rapport au conducteur sobre. Cela se traduit par une prise de risque plus importante : vitesse excessive, agressivité, non-port de la ceinture de la sécurité ou du casque, réflexes diminués...

Un sujet en bonne santé élimine 0,10 g à 0,15 g d'alcool par heure. Rien n'efface les effets de l'alcool : café salé, cuillerée d'huile... aucun " truc " ne permet d'éliminer l'alcool plus rapidement.

Source : [www.securiteroutiere.gouv.fr](http://www.securiteroutiere.gouv.fr)

Exercice 3, N<sup>elle</sup> Calédonie, Nov 2009

Energie cinétique et sécurité routière (7points)

Juste avant de partir passer l'examen du permis de conduire, Sophie se demande quels facteurs peuvent influencer la distance d'arrêt de son véhicule. Plusieurs choix lui viennent à l'esprit.

### Partie 1 : La vitesse :

On considère une voiture de masse  $m = 1800 \text{ kg}$  roulant à la vitesse constante  $v_1 = 50 \text{ km.h}^{-1}$ .

1.1 Démontrer que cette vitesse est aussi égale à environ  $v_1 = 14 \text{ m.s}^{-1}$ .

1.2 Calculer l'énergie cinétique  $E_{c1}$  de la voiture.

1.3 A présent, cette voiture roule à une vitesse  $v_2 = 100 \text{ km.h}^{-1}$ . Calculer l'énergie cinétique  $E_{c2}$  de la voiture.

1.4 Calculer le rapport  $\frac{E_{c2}}{E_{c1}}$ .

1.5 A partir du résultat précédent, compléter la phrase suivante : « Si la vitesse d'une voiture est multipliée par deux alors son énergie cinétique  $E_c$  ... »

- en choisissant l'une des propositions suivantes :
- ... ne change pas. »
  - ... est multipliée par 2. »
  - ... est multipliée par 4 . »
  - ... est divisée par 4. »

### Partie 2 : Les conditions extérieures.

Avant de s'arrêter, un véhicule se déplace sur une distance, appelée distance d'arrêt notée  $D_A$ . Cette distance est constituée de deux phases successives :

- Distance de réaction  $D_R$  : distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur ;
- Distance de freinage  $D_F$ : distance parcourue par le véhicule entre le moment où le conducteur freine et celui où le véhicule s'arrête.

2.1 Donner la relation entre  $D_A$ ,  $D_R$ , et  $D_F$ .

2.2 On rappelle que la distance d'arrêt dépend de différents facteurs comme : l'alcoolémie du conducteur, la prise de cannabis, l'état des pneus du véhicule, la présence de verglas sur la route.

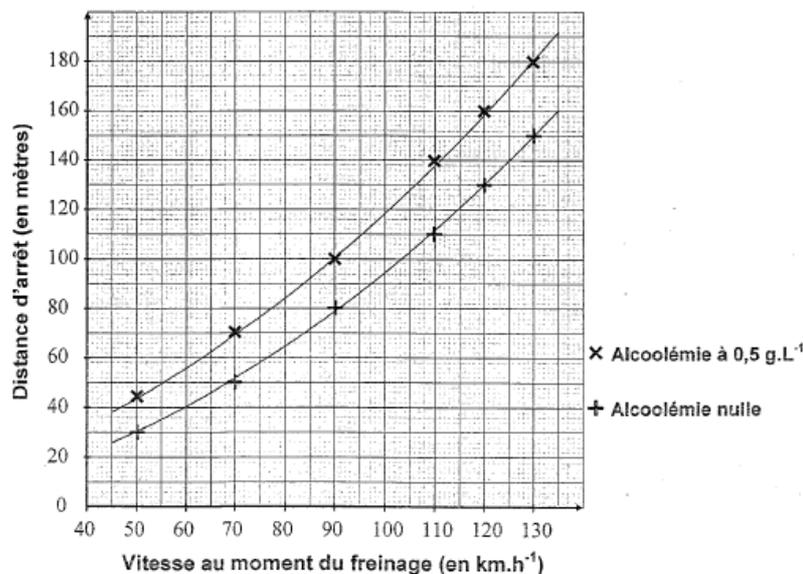
Pour chacun des facteurs présentés ci-dessus, préciser s'ils ont une influence sur la distance de réaction  $D_R$  ou sur la distance de freinage  $D_F$ .

2.3 On a représenté graphiquement en annexe 2 figure3 l'influence de l'alcoolémie sur la distance d'arrêt d'un véhicule en fonction de la vitesse au moment du freinage.

En vous aidant du graphique, déterminer la distance d'arrêt à  $90 \text{ km.h}^{-1}$  pour une alcoolémie nulle puis pour une alcoolémie à  $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ .

2.4 En lien avec la question 2.2, expliquer pourquoi ces deux résultats sont différents.

Figure 3



**Réaction, freinage : influence de différents facteurs**

« Il est important de bien connaître, pour la prendre en compte, l'influence de différents facteurs sur la distance de freinage, la distance parcourue pendant le temps de réaction et la distance d'arrêt.

Le temps de réaction est d'environ 1 s pour un conducteur en bonne condition physique.

Certaines conditions peuvent avoir une influence sur ces différentes distances :

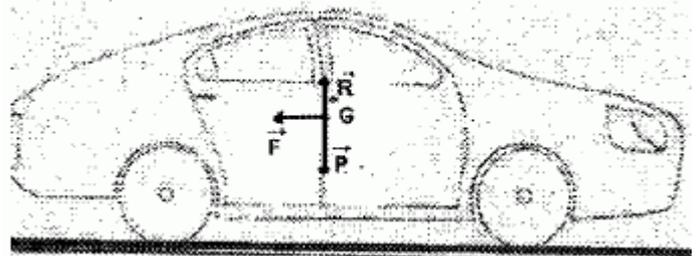
- l'état de fatigue du conducteur ;
- le système de freinage ;
- de mauvaises conditions météo (pluie, neige, brouillard) ;
- la consommation d'alcool, de drogues ou de médicaments ;
- l'état des pneumatiques ;
- la vitesse à laquelle on roule ;
- téléphoner en conduisant ;
- chercher une station radio ;
- manger ou boire ;
- prendre une cigarette ;
- une route en mauvais état, ou trop lisse, ou humide, ou comportant des gravillons, présence de verglas... peut augmenter la distance de freinage.

Extraits des épreuves de sécurité routière - ASSR et ASR-

**Les quatre parties de l'exercice sont indépendantes.**

Un véhicule de masse 750 kg roule à une vitesse  $50 \text{ km.h}^{-1}$ , ce qui correspond à  $v = 13,9 \text{ m.s}^{-1}$ , sur une route horizontale dans une agglomération. Il freine avec une force de freinage  $F$  de valeur constante, égale à 4500 N et s'arrête après avoir parcouru une distance AB durant le freinage.

Le véhicule est soumis à trois forces représentées en G sur le schéma ci-contre.

**Partie 1 : Energie cinétique**

**1.1** La relation permettant de calculer l'énergie cinétique d'un solide en translation est  $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ . Indiquer le nom et l'unité de chaque grandeur intervenant dans cette relation.

**1.2** Quelle est l'énergie cinétique de la voiture, notée  $E_{cB}$ , lorsqu'elle est arrêtée ?

**Partie 2 : Distance de freinage**

On rappelle que le travail  $W$  d'une force constante de valeur  $F$ , au cours d'un déplacement rectiligne AB, est donné par la relation :

$$W = F \cdot AB \cdot \cos\alpha$$

avec :  $W$  : travail de la force en joule.

$F$  : valeur de la force en Newton.

AB distance parcourue en mètre.

$\alpha$ : angle formé par la direction de la force et celle du déplacement en degré.

**2.1** Pourquoi le travail du poids et celui de la réaction du sol sont-ils nuls ?

**2.2** Le travail de la force de freinage est-il moteur ou résistant ?

Donner l'expression du travail de la force de freinage en fonction de  $F$  et de la distance de freinage  $AB$ .

**2.3** Dans le référentiel terrestre, la variation de l'énergie cinétique d'un solide au cours du déplacement en translation entre deux positions  $A$  et  $B$  est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au solide entre ces deux positions :

$$E_{C_B} - E_{C_A} = \Sigma W_{AB}(F).$$

L'énergie cinétique de la voiture en  $A$  vaut  $E_{C_A} = 7,25 \times 10^4$  J. Montrer que la valeur de la distance de freinage  $AB$  nécessaire à l'arrêt du véhicule est égale à environ 16 m.

### Partie 3 : Distance d'arrêt

La distance de freinage  $d_f$  correspond à la distance nécessaire au véhicule pour qu'il s'arrête une fois que le conducteur a commencé à freiner. Pour déterminer la distance d'arrêt "réelle, notée  $d_A$ , il faut ajouter la distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur, notée  $d_R$ .

**3.1** A l'aide de l'encadré donné au début de l'exercice, déterminer la distance  $d_R$  parcourue pendant le temps de réaction par le véhicule roulant à  $50 \text{ km.h}^{-1}$ .

**3.2** En déduire la distance d'arrêt  $d_A$  du véhicule.

### Partie 4 : Facteurs influençant la distance d'arrêt

Le document indique plusieurs facteurs influant sur ces différentes distances.

**4.1** Citer deux facteurs qui ont une incidence sur le temps de réaction.

**4.2** Citer deux facteurs qui agissent sur la distance de freinage.

|   |
|---|
| Exercice 3, Antilles, Juin 2010 <b>Mécanique, écoulement des fluides et traceur radioactif (7,5 points)</b> |
|---|

En cette fin d'année scolaire, une élève doit se rendre à l'hôpital pour effectuer une scintigraphie osseuse de son genou. Cet examen médical est long, elle décide de s'occuper l'esprit en révisant le programme de Physique pour préparer son Baccalauréat ST2S.

**Les parties A, B et C sont indépendantes.**

### Partie A : En route pour l'hôpital

**Les questions 1 et 2 sont indépendantes dans cette partie**

L'élève a une masse corporelle  $m = 45 \text{ kg}$ .

**1.** La voiture qui transporte l'élève roule à la vitesse de  $90 \text{ km.h}^{-1}$  soit  $25 \text{ m.s}^{-1}$ . L'élève calcule sa propre énergie cinétique noté  $E_c$  à cette vitesse et trouve  $E_c = 14062 \text{ J}$ .

Montrer que ce calcul est exact.

2. Arrivée à l'hôpital, l'élève doit se rendre au 4<sup>ème</sup> étage. Elle décide de prendre l'ascenseur. Chaque étage a une hauteur de 3 m et on suppose que  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ . Elle décide de calculer le travail, noté  $W$ , effectué par son poids lors de cette montée.

2.1 Le travail du poids est-il résistant ou moteur ?

2.2 Calculer le travail du poids.

### Partie B : Injection du liquide

L'élève se rend alors dans la salle de préparation à l'examen. L'infirmière lui injecte, par voie intraveineuse un liquide contenant un traceur radioactif à l'aide d'une seringue.

1. La pression sanguine de sa veine est  $p_s = 720 \text{ Pa}$ . Quelle pression minimale  $p$ , l'infirmière devrait-elle exercer sur le piston de la seringue pour injecter le liquide radioactif dans la veine ?

2. L'aire  $S$  du piston de la seringue est égale à  $1,5 \text{ cm}^2$ . En fait l'infirmière doit exercer une pression  $p = 3200 \text{ Pa}$  de façon à vaincre la perte de charge dans l'aiguille qui est très fine.

Calculer la valeur de la force  $F$  qu'exerce le pouce de l'infirmière sur le piston et préciser son unité dans le système international (SI).

Rappels:  $p = F / S$ ,  $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$

### Partie C : La scintigraphie osseuse

Après 3 heures d'attente, l'examen de scintigraphie osseuse de son genou est effectué. Le liquide injecté à l'élève contient un traceur radioactif : le Technétium.

1. Donner le nom des constituants du noyau d'un atome.

2. Le Technétium est radioactif  $\beta^-$ . Sa désintégration s'accompagne d'une émission  $\gamma$ . Quelle est la nature de cette émission de type  $\gamma$  ?

3. On précise ci-contre les propriétés du Technétium :

3.1 Donner une raison du choix de ce radioélément pour effectuer une scintigraphie osseuse.

3.2 Définir la période (ou demi-vie) d'un échantillon radioactif.

3.3 On considère qu'un échantillon radioactif est inactif après une durée égale à vingt fois sa période. Le produit injecté à l'élève est-il inactif au bout de deux jours ?

3.4 Sur l'ordonnance le médecin prescrit une dose à injecter d'une activité de  $9,5 \text{ MBq.kg}^{-1}$ . Montrer par un calcul que l'infirmière doit injecter à l'élève, dont la masse corporelle est égale à 45 kg, une dose initiale  $A_0 = 427,5 \text{ MBq}$ .

3.5 Calculer l'activité  $A_1$  de cette dose 6 heures après l'injection.

#### Propriétés du Technétium Tc

- forte fixation osseuse,
- faible fixation extra-osseuse ;
- élimination urinaire rapide du produit non fixé ;
- période ou demi-vie  $T = 6 \text{ h}$ ,
- activité à injecter : 3,7 à 11,1 MBq par kg de masse corporelle,
- scintigraphie : 1h30 à 4 h après l'injection.

Un marcheur part pour une randonnée pédestre. Il emporte avec lui une boussole, un antiseptique et une boisson reconstituante.

### Partie A : Le champ magnétique

Pour s'orienter, le marcheur utilise une boussole. Celle-ci est constituée d'une petite aiguille aimantée mobile sur pivot représentée, selon le schéma ci-contre, par l'axe orienté  $sn$ .

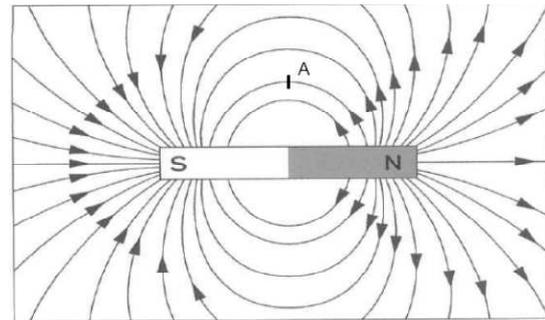
1. On place l'aiguille aimantée dans le champ magnétique terrestre. Quelles indications concernant le champ magnétique sont données par l'axe orienté de cette aiguille ?

2. Donner le nom et le symbole de l'unité utilisée pour exprimer, dans le système international (SI), la valeur d'un champ magnétique.

3. La valeur du champ magnétique à la surface de la Terre est de  $5 \times 10^{-5}$  SI. Justifier qu'il ne s'agit pas d'un champ magnétique intense.

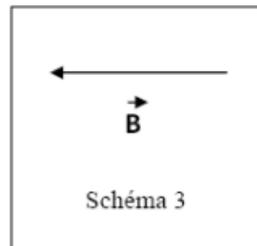
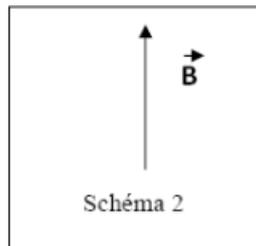
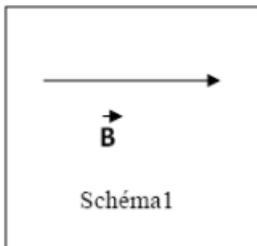
4. Une technique d'imagerie médicale utilise un champ magnétique très intense. Donner son nom.

5. Le champ magnétique de la Terre est analogue à celui d'un gros aimant droit.



La figure ci-contre représente quelques lignes du champ magnétique d'un aimant droit.

Choisir, parmi les schémas ci-dessous, la représentation correcte du vecteur champ magnétique au point A. Justifier.



### Partie B : Le travail d'une force

Pendant la randonnée, le marcheur gravit une colline, et passe d'une altitude  $z_A = 300$  m à une altitude  $z_B = 700$  m. Le marcheur et son équipement ont une masse  $m = 80$  kg.

6. Calculer la dénivellation  $h$  entre les points A et B du parcours.

7. Donner l'expression du travail du poids du marcheur et de son équipement lors du déplacement AB.

8. Parmi les propositions suivantes, quelle est l'unité du travail d'une force ?

a) newton (N)

b) joule (J)

c) kilogramme (kg)

9. Montrer que la valeur du travail du poids du marcheur et de son équipement entre les points A et B est :

$$W = -3,2 \times 10^5 \text{ SI.}$$

Donnée :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$

10. Le marcheur se déplace ensuite sur la crête de la colline, à l'altitude constante de 700 m, allant de B jusqu'à un point

C. Quelle est la valeur du travail du poids du marcheur et de son équipement lors du déplacement BC ? Justifier.

Texte inspiré d'un article journal régional relatant un accident de la route.

### Monsieur X, ivre, est victime d'un accident de la circulation

Enfin de soirée, les gendarmes interviennent sur la commune d'(...) pour un accident de la circulation. Sur place, ils constatent qu'un véhicule a fait plusieurs tonneaux et s'est immobilisé contre un panneau de signalisation. Le conducteur, blessé, sera conduit au centre hospitalier où le médecin effectuera un prélèvement sanguin. Résultat : le taux d'alcoolémie est de 2,8 grammes par litre de sang. Présenté au tribunal, il s'explique : « D'habitude, lorsque je fais une soirée, je prends un taxi ou je téléphone à mon épouse pour qu'elle vienne me chercher. Ce jour-là, je ne sais pas pourquoi, je me suis installé au volant afin de rentrer à la maison »

Pour cette infraction, le tribunal l'a condamné à 4 mois de prison avec sursis, 150 euros d'amende et 8 mois de suspension de permis de conduire.

## 1. Alcool et freinage

Le temps de réaction est la durée écoulée entre l'instant où un conducteur voit un obstacle et l'instant où il appuie sur la pédale de freins. Le temps de réaction normal est environ égal à une seconde. La consommation d'alcool augmente le temps de réaction.

Dès 0,5 g d'alcool par litre de sang, le temps de réaction peut atteindre 1,5 seconde.

1.1. A  $90 \text{ km.h}^{-1}$  soit  $25 \text{ m.s}^{-1}$ , quelle sera en mètre, la distance parcourue par le véhicule pour un temps de réaction du conducteur égal à 1,0 seconde, puis égal à 1,5 seconde ?

*Les « quelques » mètres supplémentaires parcourus entraînent fréquemment des accidents !*

Un véhicule se déplace sur une route droite et horizontale.

Le véhicule commence à freiner en un point A et s'arrête au point B.

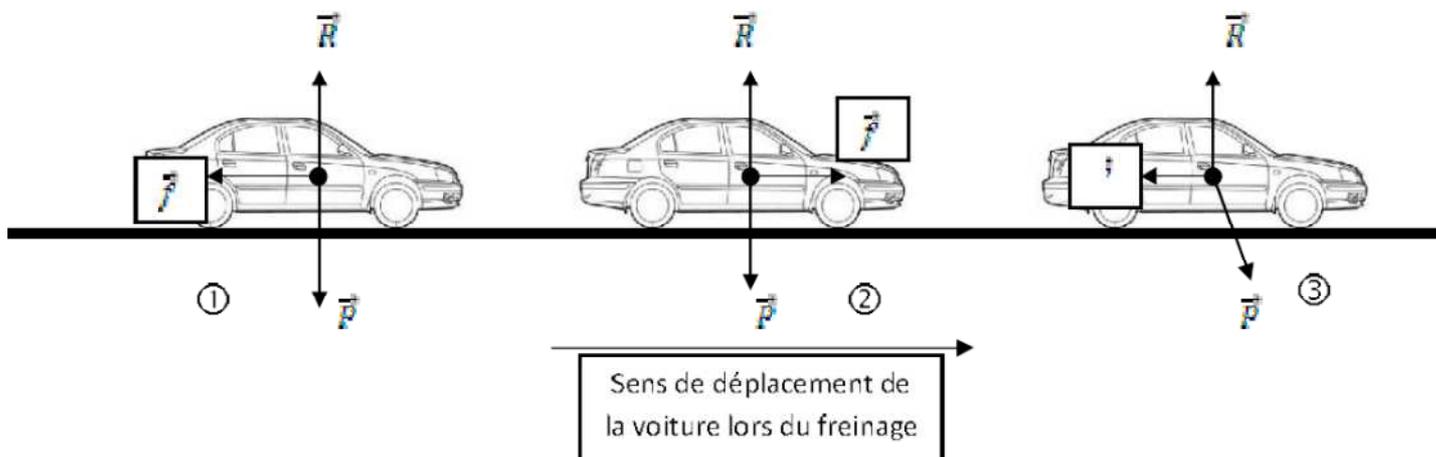
Lors du freinage, le véhicule est soumis à trois forces :

- son poids  $\vec{P}$ ,
- la réaction normale de la route  $\vec{R}$ ,
- la force  $\vec{f}$  permettant le freinage.

Sur les schémas ci-dessous, sont représentées les forces exercées sur le véhicule.

On les considère appliquées au centre d'inertie du véhicule.

1.2. Expliquer simplement pourquoi **les schémas 2 et 3** sont incorrects.



1.3. Etude énergétique : pour cette étude, on utilisera le schéma 1

- 1.3.1.** Pourquoi les travaux de la réaction normale de la route et du poids sont-ils nuls ?
- 1.3.2.** Donner l'unité du travail d'une force.
- 1.3.3.** La masse de la voiture est  $m = 1200 \text{ kg}$ . Au point A, la vitesse du véhicule est  $v_A = 25 \text{ m.s}^{-1}$ . Montrer que le véhicule possède une énergie cinétique  $E_c(A)$  égale à  $3,75 \times 10^5 \text{ J}$ .
- 1.3.4.** L'énergie cinétique en B est nulle car la voiture est alors arrêtée. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique et les informations données aux questions **1.3.1** et **1.3.2**, calculer le travail  $W_{AB}(\vec{f})$  de la force permettant le freinage sur le trajet AB.

Donnée : Théorème de l'énergie cinétique :  $E_c(A) - E_c(B) = \sum W_{AB}(\vec{F})$

$\sum W_{AB}(\vec{F})$  étant la somme des travaux de chaque force  $\vec{F}$  appliquée au système.

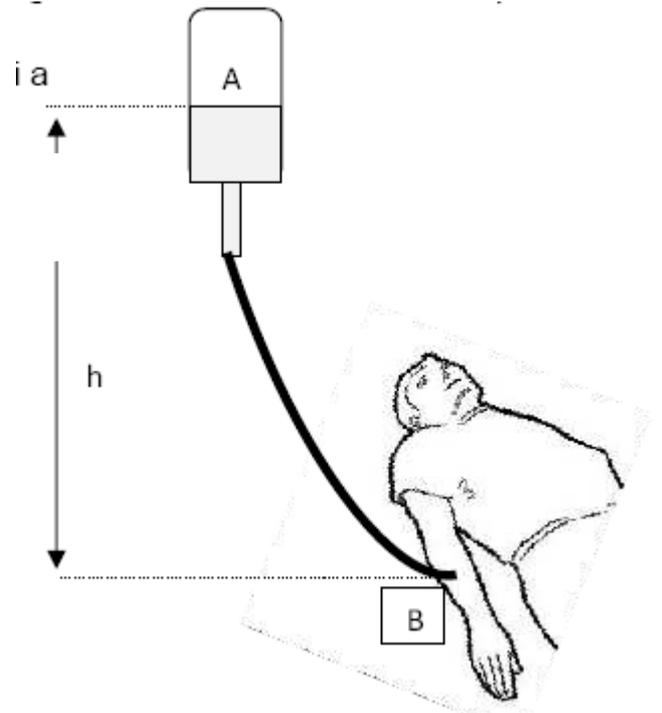
## 2. Les premiers soins

Au cours d'un accident, si le blessé a un choc hémorragique, on doit lui injecter par perfusion un liquide pour restaurer la masse sanguine efficace et normaliser la pression artérielle et veineuse.

Le liquide à perfuser est un substitut de sang qui a un effet d'expansion immédiat.

Sa masse volumique est  $\rho = 1050 \text{ kg.m}^{-3}$ .

La poche contenant le liquide à perfuser est disposée à une hauteur  $h = 1,5 \text{ m}$  au dessus du blessé.



La loi de la statique des fluides est :  $\Delta p = p_B - p_A = \rho.g.h$

Donnée :  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

**2.1.** En utilisant la loi de la statique des fluides, montrer que la variation de pression du liquide est  $\Delta p = 1,54 \times 10^4 \text{ Pa}$ .

**2.2.** La pression  $p_A$  est la pression atmosphérique  $p_A = 1,0113 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

En déduire la pression du liquide à perfuser en B.

**2.3.** La pression sanguine du blessé doit-elle être supérieure, égale ou inférieure à la pression  $p_B$  ?

**2.4.** La poche, de volume 0,5 litre, contenant le liquide à perfuser doit s'écouler en 20 minutes. Calculer le débit de cette perfusion dans l'unité de votre choix.