

Séquence 6

Consignes de travail

- ▶ Étudiez les chapitres 7 de physique et 9 de chimie des « Notions fondamentales » :
Physique : La pression
Chimie : Synthèse d'espèces chimiques
- ▶ Travaillez les cours d'application de physique et de chimie.
- ▶ Travaillez les exercices relatifs à ces chapitres.

Sommaire

1. Pression, sport et santé
Exercices
2. Les médicaments : synthèse

Partie 1

Physique

Pression, sport et santé

A

Effets physiologiques ressentis en plongée subaquatique

Le facteur principal influant sur l'organisme humain en plongée est la pression exercée par l'eau.

Activité 1

① Exprimer et calculer (en bar) l'augmentation de pression existant lorsqu'un plongeur descend de 10 m dans l'océan.

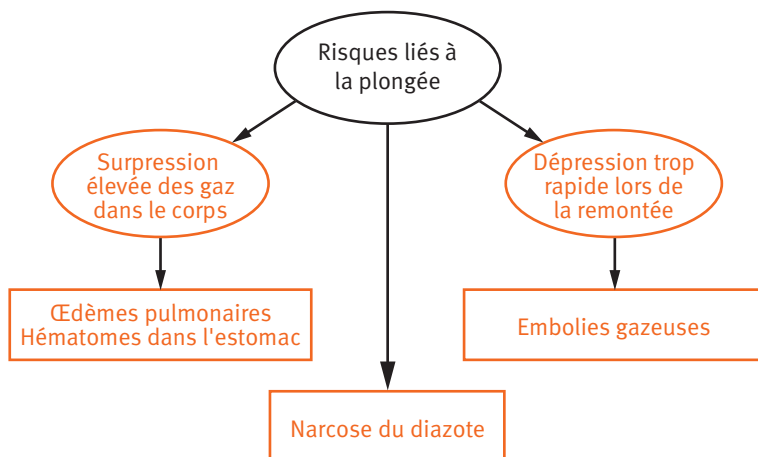
Données : masse volumique de l'eau salée : $\rho_{\text{eau}} = 1,02 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;
 $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

② Quelle est la pression de l'eau à 20 mètres de profondeur sachant que la pression atmosphérique est égale à 1,0 bar ?

A 30 mètres de profondeur, un plongeur est soumis à une pression inhabituelle pour un être humain qui va provoquer différents phénomènes, que le plongeur doit connaître.

La majeure partie du corps humain, composée de liquides et solides incompressibles, n'est pas directement affectée par les variations de pression.

Par contre, l'air contenu dans les différentes cavités du corps (oreille, sinus, poumons,...) voit son volume varier de manière inversement proportionnelle à la pression, suivant la loi de Boyle-Mariotte : $PV = \text{cste}$.



Activité 2 *Rechercher sur Internet ou dans une encyclopédie la signification des expressions : œdèmes pulmonaires, embolies gazeuses.*

Une dépressurisation trop rapide lors de la remontée peut provoquer des embolies gazeuses : lors de la plongée, l'air contenu dans les poumons (surtout le diazote) se dissout dans l'organisme et passe dans le sang.

Lors d'une remontée trop rapide, ce gaz est libéré sous forme de bulles provoquant des embolies et des lésions plus ou moins graves.

L'embolie gazeuse est évitée en observant des paliers de décompression lors de la remontée.

Activité 3 *En cas d'accident de décompression, le malade est immédiatement placé dans un caisson de pressurisation.*

Rechercher quel est le rôle d'un caisson de pressurisation.

Activité 4 Analyse de document

« Les pressions rencontrées en plongée vont avoir un effet particulier sur les gaz respirés par le plongeur.

Un plongeur respire de l'air composé d'environ 80% de diazote et 20 % de dioxygène.

L'air est considéré comme un mélange de gaz parfaits. Dans un gaz parfait chacune des molécules qui constituent le gaz parfait n'interagit pas avec les autres molécules de celui-ci.

Chaque gaz va être considéré comme un gaz parfait ayant une pression dite partielle égale pour le diazote à 0,80 fois la pression totale et pour le dioxygène à 0,20 fois la pression totale. La somme de ces pressions partielles est égale à la pression totale (loi de Dalton).

Chaque gaz va avoir un comportement différent en fonction de la pression partielle à laquelle il est soumis.

Au-delà d'une certaine pression partielle, le diazote se dissout dans le tissu nerveux de l'organisme ; il se produit « une narcose à l'azote », aussi nommée « ivresse des profondeurs », qui agit sur le système nerveux en entraînant des troubles du comportement. L'ivresse des profondeurs crée une sensation d'euphorie et de bien-être, inhibe le jugement, réduit la coordination et cause une perte de motricité.

On considère que, à partir d'une pression partielle de 3,2 bar, les risques de narcoses sont réels pour des sujets très sensibles. C'est pourquoi la réglementation française fixe la profondeur maximum de plongée à l'air à 60 mètres (soit une pression partielle d'azote de 5,6 bar).

Afin de pouvoir plonger plus profond en évitant l'ivresse des profondeurs, on peut utiliser des gaz qui sont moins toxiques que l'azote pour une pression identique. »

Questions

- ① Comment définit-on dans ce texte un gaz parfait ?
- ② Un plongeur respire de l'air à une profondeur de 40 m ; la pression totale est 5 bar.
En utilisant le texte, déterminer la pression partielle de diazote et la pression partielle de dioxygène.
- ③ Que signifie l'expression « ivresse des profondeurs » ?
A une profondeur de 40 m, y a-t-il un risque d'ivresse des profondeurs ?



Influence de l'altitude sur les performances sportives

Pour battre le record de l'heure en cyclisme, certains coureurs se déplacent dans des vélodromes situés en altitude (Eddy Merckx en 1972 à Mexico).

D'autres, comme l'espagnol Indurain, ont préféré le tenter sur le vélodrome de Bordeaux.

Dans la précédente séquence, nous avons vu que la principale résistance à l'avancement dans ce type de tentative de record est liée à une force de valeur :

$$R_A = \frac{1}{2} \rho A_p C_D v_f^2 \text{ qu'il faut minimiser d'où la forme des vélos, le profilé du casque, ...}$$

La masse volumique de l'air est liée à la pression atmosphérique et à la température ; elle varie avec l'altitude.

A Bordeaux (altitude 42 m), la masse volumique de l'air est égale à : $\rho = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$ à 20°C .

A Mexico (altitude 2240 m), la masse volumique de l'air est égale à : $\rho = 0,91 \text{ kg.m}^{-3}$ à 20°C .

Activité 5

En considérant les autres paramètres de R_A constant, à puissance fournie par le coureur égale, le record d'Indurain (53,040 km en 1 heure) aurait pu être amélioré de 3,9 km environ à Mexico. En fait, cette distance de 3,9 km est théorique.

Rechercher dans le chapitre 8 quel autre facteur doit être pris en compte (lié à la pression atmosphérique et à la dissolution des gaz) ?



Applications dans le domaine de la santé

1. Application à la tension artérielle

Comment mesurer la tension artérielle ?

Le sang circule dans les artères sous une pression supérieure à la pression atmosphérique.

La tension artérielle est définie par la relation : $T_e = P_{sang} - P_{atm}$

On l'exprime usuellement en centimètres de mercure (cm Hg).

Activité 6

Le médecin mesure la tension artérielle à l'aide d'un brassard pneumatique et d'un stéthoscope.

Le brassard est gonflé puis lentement dégonflé.

Rechercher sur Internet ou dans une encyclopédie les réponses aux questions suivantes.

- ① *Quelle grandeur mesure le brassard pneumatique ?*
- ② *A quoi sert le stéthoscope ?*
- ③ *Pourquoi le brassard est-il d'abord gonflé puis dégonflé ?*
- ④ *Le médecin donne deux chiffres pour la tension artérielle ; pour un patient en bonne santé, la tension artérielle correspond à **13–7** (cm Hg) ; à quoi correspondent ces deux chiffres ?*

Activité 7

La tension artérielle est-elle la même dans tout le corps ?

A l'aide de la loi donnant la différence de pression dans un liquide au repos, exprimer et calculer la tension artérielle T_p au niveau des pieds sachant que la tension artérielle moyenne au niveau du cœur est : $T_c = 13,3 \cdot 10^3$ Pa.

Distance entre le cœur et les pieds : $h = 1,60$ m ; $\rho_{sang} = 1,0 \cdot 10^3$ kg.m⁻³ ; $g = 9,8$ N.kg⁻¹.

2. Perfusion

Principe de la perfusion : pour introduire (de façon lente) un liquide dans une artère il faut que la pression du liquide soit supérieure à la pression du sang.

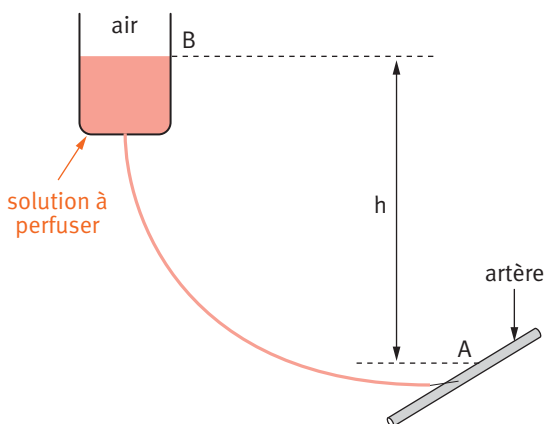
Le flacon contenant la solution doit donc être placé à une hauteur suffisante au dessus du patient.

Activité 8

Quelle doit être la hauteur minimale pour pouvoir effectuer une perfusion d'un liquide de masse volumique ρ sur une personne allongée dont la tension artérielle est T ?

Données : $T_e = 13,3 \cdot 10^3 \text{ Pa}$; $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ et $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

- ① Exprimer $P_A - P_B$ en fonction de ρ , g et h en utilisant la loi donnant la différence de pression dans un liquide au repos.
- ② Exprimer la tension T en fonction de P_B et P_A .
- ③ En déduire la hauteur minimale h en fonction de T_e , ρ et g .
Calculer h .



E Exercices

Physique

Exercice 1 *Marche sur la neige*

Considérons une même personne marchant sur une couche de neige fraîchement tombée dans trois situations différentes :

- ❶ en chaussure
- ❷ en raquette
- ❸ en chaussure et équipée d'un sac à dos.

Dans quelle situation la personne s'enfonce le plus ?

Dans quelle situation la personne s'enfonce le moins ?

De quoi dépend donc la déformation subie par la couche neigeuse ?

Exercice 2 *Avion*

Rechercher sur Internet ou dans une encyclopédie pourquoi il faut pressuriser les cabines d'avion.

Exercice 3 *Plongeur et force pressante*

Un plongeur en apnée se trouve dans la mer à une profondeur $h = 10$ m par rapport à la surface de la mer.

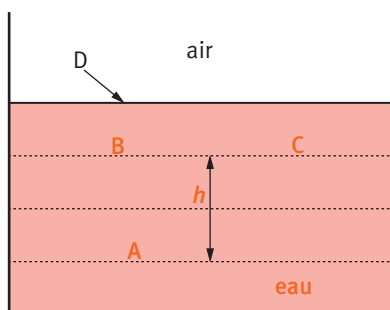
La pression au niveau du tympan d'un plongeur est $P_T = 202000$ Pa, exprimer et calculer la force pressante F qui s'exerce sur le tympan de surface $S = 0,50 \cdot 10^{-4}$ m².

Exercice 4 *Vrai ou faux*

Observer le schéma de la page suivante.

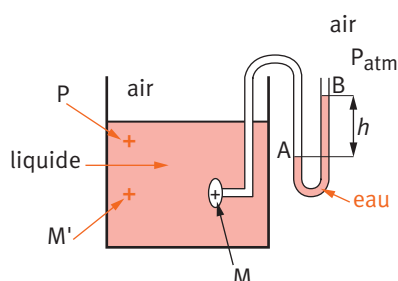
Répondre par vrai ou faux en justifiant votre réponse.

- ❶ La pression en D est égale à la pression atmosphérique.
- ❷ La pression de l'eau en C est supérieure à la pression en B.
- ❸ La pression de l'eau en A est supérieure à la pression en B.
- ❹ D'après la loi fondamentale de la statique des fluides, la différence de pression entre les points A et B situés dans l'eau s'exprime par : $P_B - P_A = \rho_{eau}gh$.



Exercice 5 Capsule manométrique

Une capsule manométrique reliée à un tube en U contenant de l'eau est plongée dans un récipient contenant un liquide:



Données : $g = 10 \text{ N/kg}$; $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$; $P_{\text{atm}} = 1,000.10^5 \text{ Pa}$.

- 1 La dénivellation dans le tube en U représenté sur le schéma ci-dessus vaut $h = 5,0 \text{ cm}$.

Calculer la pression P_A au point A sachant que $P_B = P_{\text{atm}}$

Cette pression est celle qui règne également au point M.

- 2 On déplace la capsule manométrique au point M' situé dans le même plan horizontal que le point M.

Comparer les pressions aux points M et M'. Justifier.

- 3 On déplace la capsule manométrique au point P. Comparer les pressions aux points M et P. Justifier.

Exercice 6 Plongée

En 1989, l'Italienne Angéla BANDINI établit un nouveau record du monde féminin de plongée sous-marine en apnée (absence de respiration).

La descente eut lieu jusqu'à 107 mètres sous la surface de l'océan. A cette profondeur règne une très forte pression causée par l'eau environnante.

Données : $g = 9,81 \text{ N/kg}$; masse volumique de l'eau salée (océan) : 1040 kg.m^{-3} ; masse volumique de l'eau douce : 1000 kg.m^{-3} .

- 1 Rappel de la définition générale de la pression due à une force $\vec{F}$ s'exerçant perpendiculairement et uniformément sur une surface pressée d'aire notée S . Préciser les unités employées, dans le système international, de l'intensité de la force $\vec{F}$ et de la mesure de S .
- 2 Lors de la plongée évoquée, la pression atmosphérique régnant à la surface libre de l'océan était égale à $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$.
 - a - Donner l'expression littérale de la différence de pression $P_B - P_A$ régnant entre deux points B et A d'un liquide homogène en équilibre. Que représentent les lettres ρ , g et h ?
 - b - Calculer numériquement la différence de pression $P_B - P_A$ existant entre le point A, situé à la surface libre de l'océan, et le point B situé à 107 mètres de profondeur.
 - c - En déduire la pression P_B régnant à la profondeur de 107 mètres atteinte lors de l'exploit réalisé en 1989.
 - d - Calculer alors la valeur numérique de la force pressante s'exerçant sur $1,00 \text{ cm}^2$ de la peau du plongeur au point le plus bas de la plongée.
- 3 Afin de connaître la profondeur atteinte, le plongeur dispose d'un appareil mesurant la pression à l'endroit où il se trouve. Comment s'appelle ce type d'appareil ?

Donnerait-il la même indication, à la même profondeur, si la plongée s'effectuait en eau douce ? Pourquoi ?

Les médicaments : synthèse

Un **médicament** est une substance ou préparation administrée en vue d'établir un diagnostic médical, de traiter ou de prévenir une maladie, ou de restaurer, corriger, modifier des fonctions organiques. ou une composition présentée comme possédant des propriétés curatives, préventives ou administrée en vue d'établir un diagnostic.

La fabrication d'un médicament nécessite parfois des réactifs dissous en solution aqueuse.

A

L'amoxicilline

L'**amoxicilline** est un antibiotique très utilisé.

La notice du médicament indique les renseignements suivants :

Composition : Amoxicilline. Poudre à 250 mg / 5 mL : une cuillère-dose de 5 mL contient 250 mg d'amoxicilline.

Arômes, acide citrique, benzoate de sodium, saccharose.

Forme pharmaceutique : poudre pour solution buvable. Flacon de 60 mL.

Posologie : les doses prescrites peuvent varier, chez l'enfant, de 25mg/kg à 150 mg/kg par 24 heures.

Préparation de la solution :

1. Remplir le flacon d'eau minérale, de préférence non gazeuse, jusqu'au trait.
2. Refermer et agiter jusqu'à obtention d'un liquide homogène.
3. Si nécessaire, compléter à nouveau d'eau, jusqu'au trait.
4. Agiter de nouveau.

Activité 1 *De quelle forme galénique s'agit-il ?*

Activité 2 *Comment appelle-t-on ces substances : arômes, acide citrique, benzoate de sodium, saccharose ?*

Activité 3 *Lors de la préparation de la solution que signifie le terme « homogène » ?*

Activité 4 *Lorsque la solution a été correctement préparée, quelle masse totale d'amoxicilline contient le flacon ?*

Activité 5 La masse de la poudre initiale est largement supérieure à cette valeur. Expliquer pourquoi.

Activité 6 En déduire la concentration massique d'amoxicilline dans la solution.

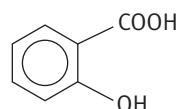
Activité 7 Combien de flacons, un enfant de 30 kg suivant la posologie de 150mg/kg par 24 heures, aura-t-il besoin par jour ?



L'aspirine

Dès l'Antiquité, certains médecins grecs prescrivait des infusions à base de feuilles de saule pour soigner les maux de tête ou la fièvre.

Bien plus tard, on a extrait de ces feuilles le principe actif : l'acide salicylique de formule :



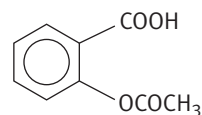
En 1859, le chimiste allemand Kolbe fut le 1^{er} à synthétiser cette molécule ; elle était en tout point identique à la molécule naturelle.

Cependant, elle présentait quelques effets secondaires sur l'organisme, en particulier des douleurs gastriques.

Aussi, en 1897, un autre chimiste allemand, Hoffmann fut le premier à synthétiser un dérivé de l'acide salicylique, l'acide acétylsalicylique qui ne présente pas cet effet secondaire et, de plus a un effet antipyrétique et antalgique supérieur.

Ainsi est né le principe actif de l'**Aspirine**.

Activité 8 Citer 2 raisons pour lesquelles les chimistes ont cherché à synthétiser l'acide acétylsalicylique.



Activité 9 Quelle différence structurale existe-t-il entre l'acide acétylsalicylique et l'acide salicylique ?

Activité 10 Quel montage réaliser pour synthétiser l'acide acétylsalicylique ?