1e Spécialité Physique Chimie

CHAPITRE 10

DESCRIPTION D'UN FLUIDE AU REPOS

EXERCICES

Wulfran Fortin

Liste des exercices

Exercice 1

Énoncé

D’après Belin 2019.

a. L’agitation des molécules est associée à

1. la pression
2. la température
3. la masse volumique
4. la viscosité

b. L’unité de pression du système international est

1. l’hectopascal
2. le millimètre de mercure
3. le pascal
4. le bar

c. À température et quantité de matière constante, si la pression diminue

1. la masse volumique augmente

2. la masse volumique diminue
3. le volume augmente
4. le volume diminue

d. À température constante et pour une même quantité de gaz, on a

1. $p \times T =$ constante
2. $p \times T^2 =$ constante
3. $p \times V^2 =$ constante
4. $p \times V =$ constante

e. La relation reliant la valeur F de la force pressante, la surface S et la pression p est

1. $p = F \times S$
2. $F = p \times S$
3. $p = \frac{F}{S}$
4. $F = \frac{p}{S}$

f. La valeur de la force pressante exercée sur la surface S est

1. proportionnelle à la pression
2. indépendante de la pression
3. inversement proportionnelle à la pression

4. proportionnelle à la pression au carré

g. La loi de la statique des fluides s'écrit

$$p_B - p_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

alors

1. $\rho = \frac{p_A - p_B}{g \times (z_A - z_B)}$
2. $\rho = \frac{g \times (z_A - z_B)}{p_B - p_A}$
3. $z_A = z_B - \frac{p_B - p_A}{\rho \times g}$
4. $z_A = z_B + \frac{p_B - p_A}{\rho \times g}$

h. La pression dans un fluide

1. est d'autant plus grande que l'altitude est petite
2. est d'autant plus grande que l'altitude est grande
3. ne dépend pas de l'altitude
4. dépend de la masse volumique du fluide

Correction

a. Réponses 1 et 2.
b. Réponse 3.
c. Réponses 2 et 3.
d. Réponse 4.
e. Réponses 2 et 3.
f. Réponse 1.
g. Réponses 2 et 4.
h. Réponses 2 et 4.

Exercice 2

Énoncé

D'après Belin 2019.

Une seringue de $1\ L$ est reliée à un pressiomètre qui indique $0,8\ bar$. On appuie sur la seringue de manière à diminuer le volume jusqu'à $0,66\ L$.

Calculer la pression de l'air dans la seringue à l'issue de la compression en considérant que la température est restée constante.

Correction

On utilise la loi de Boyle Mariotte

$$p_{\text{initial}} \times V_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

puis on isole l'inconnue p_{final}

$$p_{\text{final}} = \frac{p_{\text{initial}} \times V_{\text{initial}}}{V_{\text{final}}}$$

et on fait l'application numérique, on peut conserver les unités sans conversion, car on calcule des rapports

$$p_{\text{final}} = \frac{0.8\ bar \times 1\ L}{0,66\ L} = 1,2\ bar$$

Exercice 3

Énoncé

D'après Belin 2019.
Un plongeur équipé d'une bouteille est à $10\ m$ de profondeur. La pression de l'air dans ses poumons est alors de $2.0\ bar$. Avant d'entamer la remontée, le plongeur remplit ses poumons d'air, leur volume est alors de $6.0\ L$.
a. Calculer le volume qu'occuperait la même quantité d'air à la pression de $1.0\ bar$, la température étant supposée constante.
b. Indiquer le risque auquel s'expose le plongeur lors de la remonté. Comment peut-il l'éviter ?

Correction

a. On applique la loi de Boyle Mariotte

$$2.0\ bar \times 6.0\ L = 1.0\ bar \times V_{\text{surface}}$$

donc à la surface

$$V_{\text{surface}} = 12\ L$$

b. Le plongeur risque de déchirer ses poumons, il va donc expirer de l'air régulièrement en remontant.

Exercice 4

Énoncé

D'après Belin 2019.

On souhaite déterminer la pression à l'intérieur d'un ballon. On branche un capteur MPX2200 sur un microcontrôleur.

On obtient une valeur de 32 dans le logiciel du microcontrôleur en utilisant la broche $A0$ pour laquelle une valeur de 1023 correspond à $1.1\ volt$.

a. Déterminer la tension U aux bornes du capteur.

b. La notice du constructeur du capteur indique la relation suivante

$$\frac{U}{p} = 0.20\ mV.kPa^{-1}$$

Déterminer la pression p dans le ballon.

c. Expliquer comment évolue la valeur indiquée par le logiciel si on appuie sur le ballon.

Correction

a. On fait une proportion, si 1023 correspond à $1.1\ V$ alors 32 correspond à

$$U = \frac{32 \times 1.1\ V}{1023} = 34.41\ mV$$

b. Comme $U = 0,20 \times p$ avec U en mV et p en kPa alors $p = \frac{U}{0,20} = \frac{34.41}{0.20} = 172\ kPa$.

c. Si on appuie sur le ballon, la pression va augmenter et le capteur fournira une tension plus grande.

Exercice 5

Énoncé

D'après Belin 2019.
Une pompe à vélo gonfle un pneu. Calculer la force minimum qu'il faut appliquer sur la poignée de la pompe pour gonfler un pneu à la pression de $7.0\ bar$, sachant que la surface du piston de la pompe est de $3.0 \times 10^{-4}\ m^2$.// Calculer le diamètre du piston.

Correction

La force pressante à vaincre est $F = p \times S$ avec p en Pascal et S en mètre au carré. Comme $1\ bar = 10^5\ Pa$, $p = 7.0 \times 10^5\ Pa$ et

$$F = 7.0 \times 10^5\ Pa \times 3.0 \times 10^{-4}\ m^2 = 210\ N$$

Cela représente le poids d'une masse de $21\ kg$.
La surface S se calcule à partir du diamètre d par la formule $S = \pi \times (\frac{d}{2})^2$ donc

$$d = 2 \times \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2.0\ cm$$

Exercice 6

Énoncé

D'après Belin 2019.
Un château d'eau est un grand réservoir

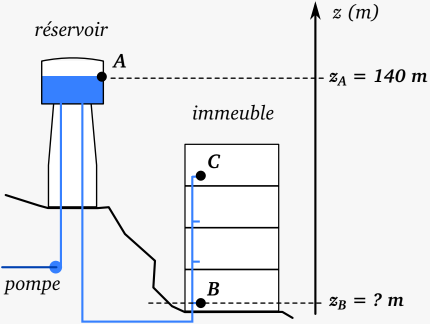

Figure *1 – Principe d'un château d'eau.*

d'eau surélevé qui permet l'alimentation de la population en eau potable. La masse volumique de l'eau est $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$.

a. En appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides, déterminer la valeur de l'altitude z_B sachant que la surpression du point B par rapport au point A est $p_B - p_A = 3,5\ bar$.

b. D'après le schéma, indiquer si la pression de l'eau au troisième étage est supérieure ou inférieure à celle au point B. Justifier qualitativement à partir de la loi fondamentale de la statique des fluides.

Correction

a. La loi de la statique des fluides s'écrit

$$p_B - p_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

On recherche la valeur z_B que l'on isole dans cette équation

$$\begin{aligned} p_B - p_A &= \rho \times g \times (z_A - z_B) \\ \frac{p_B - p_A}{\rho \times g} &= z_A - z_B \\ \frac{p_B - p_A}{\rho \times g} + z_B &= z_A \\ z_B &= z_A - \frac{p_B - p_A}{\rho \times g} \\ z_B &= 140 - \frac{3.2 \times 10^5}{1000 \times 9.81} \\ z_B &= 107.4\, m \end{aligned}$$

b. La pression au quatrième étage sera plus faible, car il n'y a pas la pression de la colonne d'eau qui va du troisième étage au rez de chaussée.

Exercice 7

Énoncé

D'après Belin 2019.
On cherche à déterminer la nature du

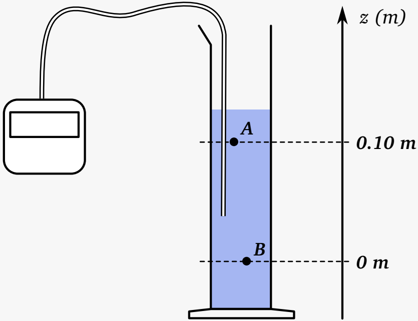

Figure 2 – *Mesure de la pression dans un liquide.*

liquide contenu dans une éprouvette (voir figure 2). Pour cela, la différence de pression

entre les
points A et B est mesurée et elle vaut $p_B - p_A = 774\ Pa$.

a. Déterminer la masse volumique du liquide inconnu en appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides.

b. Identifier le liquide contenu dans l'éprouvette parmi les sept présents dans le tableau suivant 1.

Liquide	Masse volumique $(kg.m^{-3})$
eau	1000
tétrachlorure de carbone	1590
alcool	790
glycérine	1250
mercure	13500
essence	690
huile	920

Table *1 – Masses volumiques de quelques liquides*

Correction

a. On applique la loi de la statique des fluides et on isole la masse volumique du fluide

$$p_B - p_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

$$\frac{p_B - p_A}{g \times (z_A - z_B)} = \rho$$

$$\rho = \frac{774\ Pa}{9.81 \times 0.10}$$

$$\rho = 789\ kg.m^{-3}$$

b. Le liquide dans l'éprouvette pourrait être l'alcool.

Exercice 8

Énoncé

D'après Belin 2019.

Un baromètre est un appareil qui permet

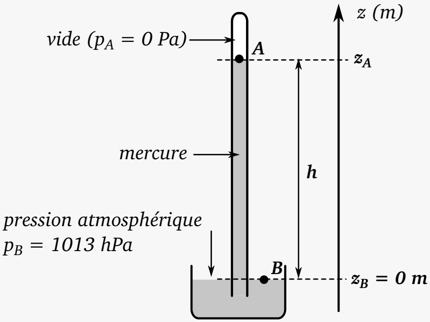

Figure *3 – Baromètre de Torricelli.*

de mesurer la pression atmosphérique. Torricelli mis au point en 1643 un baromètre qui

contenait une colonne de
mercure. Voir figure 3.

a. Calculer l'altitude z_A du point A lorsque la pression atmosphérique est normale ($p_B = 1013\ hPa$), sachant que la masse volumique du mercure a pour valeur $\rho = 13500\ kg.m^{-3}$. En déduire la valeur de h.

b. Est-il commode de réaliser un baromètre similaire en remplaçant le mercure par de l'eau dont la masse volumique est $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$? Justifier votre réponse.

Correction

a. On applique la loi fondamentale de la statique des fluides et on isole z_A dans l'équation après avoir posé $z_B = 0.00\ m$ et $p_A = 0.0\ Pa$

$$p_B - p_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$
$$p_B = \rho \times g \times z_A$$
$$z_A = \frac{p_B}{\rho \times g}$$
$$z_A = \frac{1013 \times 10^2\ Pa}{13500 \times 9.81}$$
$$z_A = 0,765\ m$$

La hauteur h représente la différence d'altitude $h = z_A - z_B$ donc $h = 765\ mm$.

b. On fait le même calcule en utilisant de l'eau.

$$z_A = \frac{p_B}{\rho \times g}$$
$$z_A = \frac{1013 \times 10^2\ Pa}{1000 \times 9.81}$$
$$z_A = 10,3\ m$$

Il faut une colonne d'eau de $10\ m$ de haut, ce qui n'est pas du tout pratique à manipuler pour un instrument de mesure.

Exercice 9

Énoncé

D'après Belin 2019.
Un cric hydraulique est un dispositif qui per-

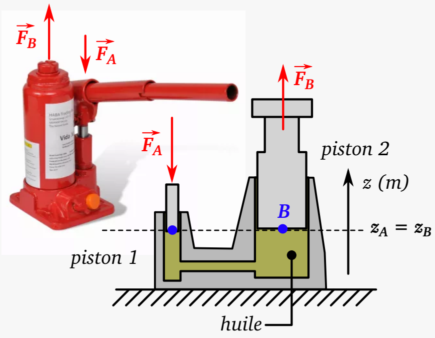

Figure 4 – *Cric hydraulique*

met de soulever une charge lourde (piston

2) en actionnant une pompe à main. Voir figure 4. Une force de norme $F_A = 100\ N$ est exercée sur le piston 1 dont le diamètre est de $8,0\ mm$. Le piston 2 a un diamètre de $120\ mm$. La masse volumique de l'huile hydraulique est $\rho_{\text{huile}} = 800\ kg.m^{-3}$.

a. Déterminer la pression de l'huile au point A.

b. Déterminer la pression de l'huile au point B, et justifier votre réponse.

c. En déduire la norme de la force F_B et expliquer l'intérêt du dispositif.

Correction

a. On applique la définition d'une force pressante

$$F_A = p_A \times S_A$$

la surface S_A est celle d'un disque de rayon $4 \times 10^{-3}\ m$ donc

$$S_A = \pi \times (4 \times 10^{-3}\ m)^2 = 5.02 \times 10^{-5}\ m^2$$

On isole p_A

$$p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{100\ N}{5.02 \times 10^{-5}\ m^2} = 2.0\ MPa$$

b. Les points A et B dans le fluide sont à la même altitude, et donc ils seront à la même pression et du coup $P_A = p_B$.

c.

$$\begin{aligned} F_B &= p_B \times S_B \\ &= 2.0 \times 10^6 \times \pi \times (0,060)^2 \\ &= 23\ kN \end{aligned}$$

On a démultiplié la force exercée, elle sera 226 fois plus intense.

Exercice 10

Énoncé

D'après Belin 2019.

La pression artérielle est la différence entre

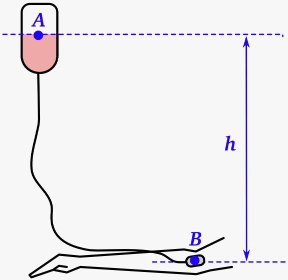

Figure 5 – *Perfusion artérielle*

la pression que le sang exerce sur les parois des artères et la pression atmosphérique. Elle s'exprime en «cm de mercure».

$1\ cm\ Hg = 1333\ Pa$. La pression systolique (autour de $12\ cm\ Hg$ correspond à la contraction des ventricules et la pression diastolique (autour de $7\ cm\ Hg$) correspond au relâchement du cœur. La masse volumique d'un liquide en perfusion est voisine de celle du sang $\rho_{\text{sang}} = 1060\ kg.m^{-3}$.
Déterminer à quelle hauteur minimale h on doit placer la poche de liquide à perfuser sur un patient dont la pression systolique est de $14\ cm\ Hg$.

Correction

On écrit la loi de l'hydrostatique qui relie la différence de pression $p_B - p_A$ à la différence d'altitude $z_A - z_B = h$

$$p_B - p_A = \rho \times g \times h$$

On va calculer h de manière à avoir $p_B - p_A = 14\ cm\ hg$

$$h = \frac{14 \times 1333}{1060 \times 9.81} = 1,80\ m$$

Il faut placer la poche de perfusion à au moins $1.80\ m$ au dessus du bras du patient.

Exercice 11

Énoncé

D’après Hachette 2019.

La relation entre la valeur de la force pressante F, la pression p et la surface de contact S du fluide sur la paroi est

$$F = p \times S$$

a. Pour une valeur de force fixée, comment varie la pression si la surface de contact est double ?

b. Pour une surface de contact fixée, comment varie la pression si la valeur de la force est doublée ?

c. Pour une surface de contact fixée, comment varie la valeur de la force si la pression diminue de moitié ?

Correction

a. On exprime la pression en fonction de la force donc

$$p = \frac{F}{S}$$

Si on double la surface S, on divise par deux la pression.

b. En utilisant la formule précédente, si on double la valeur de la force, on double la pression.

c. On utilise la formule de l'énoncée, si la pression est divisée par deux, il en est de même pour la force pressante.

Exercice 12

Énoncé

D'après Hachette 2019.
Les deux faces d'une palissade de jardin ont chacune pour surface S. La pression atmosphérique est notée P_{atm}.
Calculer la valeur de la force pressante exercée par l'air sur chaque face de cette palissade. On donne $S = 15 \times 10^2\ m^2$ et $P_{\text{atmo}} = 1,013 \times 10^5\ Pa$

Correction

$F = p \times S = 152\ MN$, ce qui est énorme, mais comme cette force s'exerce de la même façon de chaque coté de la palissade, elles se compensent.

Exercice 13

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Le toit vitré d'un appartement forme un rectangle de surface $S = 10\ m^2$.

a. Calculer la norme F de la force pressante exercée par l'air extérieur sur la vitre.

b. Quelle serait la masse de l'objet qui exercerait la même force F si on le posait sur la vitre ?

c. Pourquoi la vitre ne casse-t-elle pas ?

Correction

a. $F = p \times S = 1013 \times 10^2\ Pa \times 10^2\ m^2 = 1.0 \times 10^6\ N$

b. $m = \frac{F}{g} = \frac{1.0\times10^6}{9.81} = 103$ tonnes

c. Il y a de l'air à la même pression de chaque coté de la vitre et les deux forces pressantes se compenser.

Exercice 14

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Un tube en U contient un peu d'eau. On

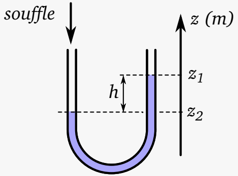

Figure 6 – *Manomètre à tube en U*

souffle doucement dans la branche de gauche , la branche de droite est ouverte sur l'air atmosphérique. Le niveau d'eau descend à gauche et monte à droite. La différence entre les deux niveaux est $z_1 - z_2 = h = 11\ cm$.

a. Déterminer la valeur de la pression exercée par le souffle.
b. Que se passerait-il si on soufflait très fort ?

Correction

a. On applique la loi de la statique des fluides

$$p_2 - p_1 = \rho \times g \times (z_1 - z_2)$$
$$p_2 - p_1 = 1000 \times 9.81 \times 0,11$$
$$p_2 - p_1 = 1079\ Pa$$
$$p_2 - p_1 = 10,7\ mbar$$

Il y a une surpression de $10,7$ millibar à cause du souffle.

b. Même un gamin de $3\ ans$ sait répondre à cette question ...

Exercice 15

Énoncé

D'après Hatier 2019.

La cloche de plongée est un dispositif qui

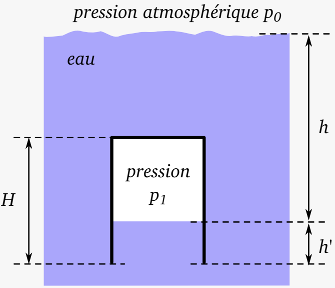

Figure *7 – Cloche de plongée*

permet de réaliser des activités dans l'eau sans utiliser de bouteilles de plongée. On représente une cloche de plongée par un cylindre ouvert sur sa face inférieure, de section $S = 1,5\ m^2$ et de hauteur $H = 2.8\ m$. Avant l'immersion, la cloche est pleine d'air à la pression atmosphérique.

a. Calculer le volume V_0 d'air contenu dans la cloche avant immersion.

b. La cloche est totalement immergée, l'eau monte à l'intérieur. La hauteur séparant le niveau de la mer et le niveau d'eau dans la cloche est $h = 7,2\ m$. La pression de l'air dans la cloche est la même que celle de l'eau à la profondeur h. Calculer la pression p_1 de l'air emprisonné dans la cloche.

c. En déduire le volume V_1 d'air contenu alors dans la cloche à cette profondeur.

d. De quelle hauteur h' l'eau est-elle montée dans la cloche ?

Correction

a. Volume du cylindre de section S et de hauteur H

$$V_0 = S \times H = 1,5 \times 2.8 = 4,2\ m^3$$

b. En appliquant la loi de l'hydrostatique

$$\begin{aligned} p_1 - p_0 &= \rho \times g \times h \\ &= 1000 \times 9,81 \times 7,2 \\ &= 70600\ Pa \\ &= 706\ hPa \end{aligned}$$

Donc $p_1 = p_0 + 706\ hPa = 1719\ hPa$.

c. On applique la loi de Boyle Mariotte

$$p_0 \times V_0 = p_1 \times V_1$$

donc

$$V_1 = \frac{p_0 \times V_0}{p_1} = 2,47\ m^3$$

d. Ce volume correspond à un cylindre rempli d'air d'une hauteur H' telle que

$$H' = \frac{V'}{S} = \frac{2.47}{1,5} = 1,65\ m$$

alors qu'au départ $H = 2,8\ m$. Le niveau d'eau a donc monté d'une quantité $h' = H - H' = 1,15\ m$.