

## 1 Pression hydrostatique

### Exercice 1 : Perfusion (QCM 2013)

La pression dans l'artère du bras d'un malade vaut  $1,078 \text{ atm}$ . On suspend une poche de perfusion contenant un médicament de masse volumique celle de l'eau, à pression atmosphérique, au dessus de lui. À quelle hauteur au dessus du bras du malade doit se trouver la surface libre du liquide contenu dans la poche pour pouvoir injecter quoi que ce soit dans le bras du patient ?

**Indice :** La pression du médicament doit être supérieure à celle de l'artère.

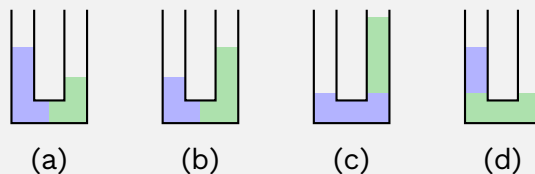
### Exercice 2 : Ascension d'une bulle (QCM 2025)

Un poisson produit une bulle d'air sphérique, de volume  $2,0 \text{ mm}^3$  à une profondeur de  $15 \text{ m}$ . On suppose que la température est uniforme dans tout l'espace et que la pression atmosphérique est égale à  $1,0 \text{ bar}$ . On considérera que l'air dans la bulle est un gaz parfait.

Quel est le volume de la bulle quand elle atteint la surface ?

### Exercice 3 : Tube en U (QCM 2015)

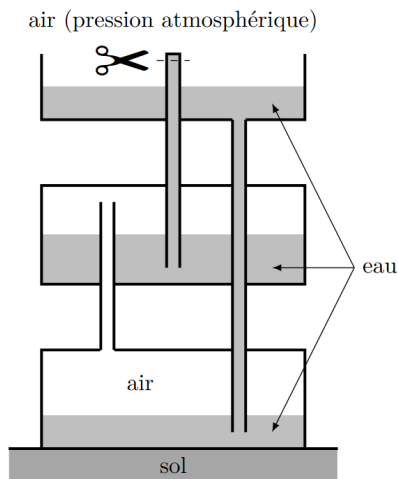
On verse dans chaque branche d'un tube en U une masse égale d'eau et d'huile. La masse volumique de l'huile vaut deux tiers de celle de l'eau. L'eau et l'huile ne se mélangent pas. L'eau reste à gauche (bleu) et l'huile reste à droite (vert). Quelle est la situation correspondante ?



**Indice :**  $\rho_{\text{eau}} = \frac{3}{2} \rho_{\text{huile}}$ , quel volume est le plus grand à pression à l'interface eau-huile ?

### Exercice 4 : Étages (QCM 2016)

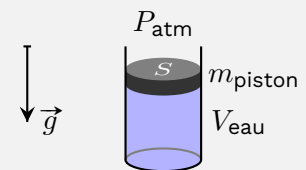
Dans le système suivant, initialement au repos, on coupe l'extrémité supérieure du tube central. Que se passe-t-il ?



**Indice :** Le système est statique avant la coupure : la pression est calculée au repos.

### Exercice 5 : Couvercle (QCM 2022)

On dispose d'un récipient cylindrique de section  $S = 50,0 \text{ cm}^2$  dans l'air, de pression  $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ , qui contient un volume d'eau  $V_{\text{eau}} = 1,00 \text{ L}$  (de masse volumique  $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ) sur lequel repose un piston mobile verticalement sans frottement de masse  $m_{\text{piston}} = 2000 \text{ g}$ . On suppose que l'eau est une phase incompressible et indilatable. Quelle est la pression  $P_{\text{fond}}$  dans le fond du récipient ?



**Indice :** Quelle masse doit être soutenue par la pression du fond ?

### Exercice 6 : Champagne ! (QCM 2014)

Un bouchon de champagne de masse  $8,0 \text{ g}$  a un diamètre d'environ  $1,0 \text{ cm}$ . Il est enfoncé dans le goulot d'une bouteille, de longueur environ  $2,0 \text{ cm}$ . Dans la bouteille, la pression vaut  $6,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Si l'on néglige tous les frottements, à quelle hauteur ce bouchon saute-t-il lorsqu'on ouvre la bouteille ?

**Indice :** Travail des forces de pression sur la longueur du goulot.

## 2 Actions sur les solides

### Exercice 7 : Poussées d'Archimède (QCM 2018)

Une sphère flotte sur l'eau. Les deux tiers du volume de la sphère sont immergés. On déplace cette même sphère dans un récipient contenant de l'huile, qui a une masse volumique égale au trois-quart de celle de l'eau. Quelle fraction de la sphère va alors être immergée dans l'huile ?

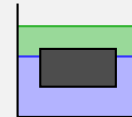
### Exercice 8 : Montgolfière (QCM 2024)

Une montgolfière dont le chargement et l'enveloppe pèsent  $m = 600 \text{ kg}$  peut contenir un volume d'air  $V_0 = 3000 \text{ m}^3$  (ouvert sur l'extérieur). À quelle température l'air de la montgolfière doit-il être chauffé pour assurer son décollage ? La température au sol est  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ , la pression atmosphérique  $P_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$  et l'air un gaz parfait de masse molaire  $M = 29 \text{ g mol}^{-1}$ .

**Indice :** La poussée d'Archimède doit compenser le poids de  $m$  et du volume  $V_0$  d'air.

### Exercice 9 : Poussées d'Archimède (encore) (QCM 2017)

Un bloc flotte dans un mélange eau/huile selon le schéma ci-contre (1/5 du bloc est immergé dans l'huile et les 4/5 restant dans l'eau). La densité de l'huile est 0,9. Quelle est la masse volumique de ce bloc ?



- (a)  $920 \text{ kg m}^{-3}$       (b)  $980 \text{ kg m}^{-3}$       (c)  $950 \text{ kg m}^{-3}$       (d)  $995 \text{ kg m}^{-3}$

**Indice :** Reproduire le raisonnement trouvant la formule de la poussée d'Archimède.

### Exercice 10 : Blocs immergés (QCM 2021)

On utilise une grue pour déplacer des blocs de béton de dimension  $0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ . Ces blocs sont attachés par une corde, supposée idéale. Ils sont déplacés de la terre ferme vers le fond de la mer (ils sont alors complètement immergés). On s'intéresse à la tension dans la corde en présence d'un bloc de béton à l'extrémité. Quelle est la différence de tension dans la corde dans le cas où le bloc est totalement immergé et où il ne l'est pas du tout ? La masse volumique de l'eau de mer est supposée égale à  $1025 \text{ kg.m}^{-3}$  et celle du bloc de béton de  $2300 \text{ kg.m}^{-3}$ .

### Exercice 11 : Pierre et morceau de bois (QCM 2025)

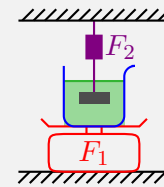
On colle une pierre sur un morceau de bois. L'ensemble flotte. On fait l'hypothèse qu'exactly la moitié du morceau de bois est immergée à l'équilibre (cf figure ci-dessous). Quelle fraction du morceau de bois est immergée lorsqu'on retourne l'ensemble ?



- (a) moins de la moitié (b) plus de la moitié (c) la moitié (d) l'ensemble

### Exercice 12 : Balance ton quoi ???

Un récipient de 1 kg contenant 2 kg d'huile ( $\rho_h = 916 \text{ kg m}^{-3}$ ) est déposé sur une balance. On y plonge entièrement un bloc de fer ( $\rho_{Fe} = 7860 \text{ kg m}^{-3}$ ) de 2 kg suspendu à un dynamomètre comme indiqué sur le schéma. Quelles valeurs de force peut-on lire sur chaque instrument de mesure ?



**Indice :** Quelles sont les forces mesurées ? Bien définir ses systèmes pour les calculer.

### Exercice 13 : Bouteille à la mer

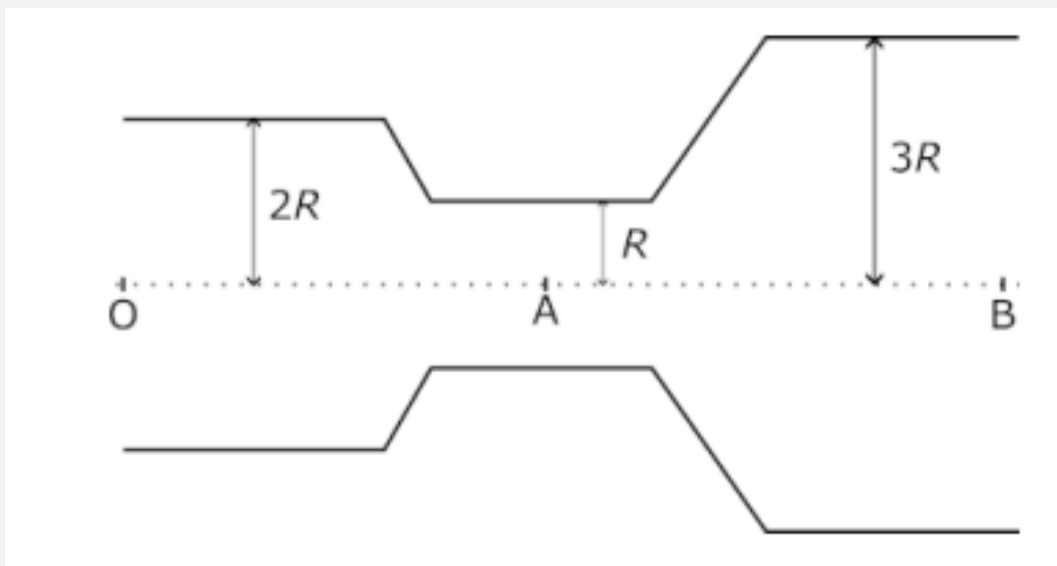
Une bouteille cylindrique de hauteur 30 cm flotte verticalement à la surface de l'eau. À l'équilibre, elle est immergée aux deux tiers. Quelle est la fréquence de ses oscillations verticales si elle est légèrement déplacée de sa position d'équilibre ? On supposera que les lois de la statique des fluides sont toujours valables.

**Indice :** Faire un schéma puis appliquer le PFD.  
Donner des noms aux variables dont on a besoin ;

## 3 Fluides en écoulement

### Exercice 14 : Application du cours (QCM 2025)

On étudie un écoulement de fluide considéré comme incompressible dans un tuyau circulaire horizontal à section variable. On donne ci-dessous le profil de ce tuyau. Au point  $O$ , on considère que la pression est  $P_O = 3,00 \times 10^5 \text{ Pa}$ , la section du tuyau est  $S_O = 6,00 \text{ cm}^2$  et la vitesse de l'écoulement est  $v_O = 2,0 \times 10 \text{ m/min}$ . Le fluide en écoulement a une masse volumique  $\rho = 1,00 \text{ kg/L}$ . On précise que dans ce tuyau, la vitesse de l'écoulement est inversement proportionnelle à la section du tuyau. Donner la valeur de la pression au point  $A$  et au point  $B$ .



**Indice :** Utiliser le théorème de Bernoulli. Se référer au cours si nécessaire

### Exercice 15 : Vidange de deux récipients (QCM 2022)

Deux récipients contiennent le même volume initial d'eau. On perce simultanément un trou de diamètre  $d_1 = 4\text{cm}$  au fond du récipient 1 et deux trous de même diamètre  $d_2 = 2\text{cm}$  au fond du récipient 2. On suppose que l'écoulement est parfait et que les deux récipients vont se vider totalement. Que peut-on conclure ?

- a) Le récipient 1 se vide deux fois plus vite que le récipient 2 ;
- b) Le récipient 1 se vide deux fois moins vite que le récipient 2 ;
- c) Les deux récipients seront vides au même instant ;
- d) Cela dépend du volume initial d'eau.

### Exercice 16 : Louvoyage (QCM 2009)

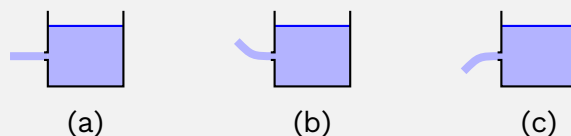
En mer, les voiliers peuvent avancer contre le vent en « louvoyant » (« zigzaguant »). Par un jour sans vent, un voilier descend un fleuve emporté par le courant. Ce mouvement crée une brise due au mouvement relatif du voilier par rapport à l'air. Le skipper peut-il utiliser ce vent pour augmenter sa vitesse sur le fleuve ?

- a) Oui, il suffit d'être habile et d'avoir la place de manœuvrer.
- b) Non, cela viole la conservation de l'énergie.
- c) Non, c'est contradictoire avec le principe de relativité.
- d) Non, seul un vent issu d'une dépression atmosphérique peut mouvoir un voilier.

**Indice :** Se baser dans le référentiel de l'eau et bien relire l'énoncé.

### Exercice 17 : Trou story (QCM 2007)

On s'intéresse à une tasse remplie d'eau et percée par un trou. Celle-ci est lâchée en chute libre. On adoptera le point de vue d'un observateur extérieur immobile. Comment se comporte la fuite d'eau ?



- a) Le jet d'eau est à l'horizontale (figure a).
- b) Le jet d'eau est orienté vers le haut (figure b).
- c) Le jet d'eau est orienté vers le bas (figure c).
- d) L'eau ne coule plus de la tasse.

**Indice :** Quelle est la cause principale qui fait que l'eau s'écoule ?

### Exercice 18 : Vidange de Torricelli

On considère un récipient cylindrique percé d'un petit trou en sa base. La section du cylindre a une surface  $S$  et le trou une surface  $s \ll S$ . Le cylindre est rempli d'eau jusqu'à la hauteur  $h(t)$  et celle-ci en sort avec une vitesse  $v$  par le trou. La pression atmosphérique est  $P_0$ .

1. Faire un schéma. Montrer que la surface supérieure de l'eau a une vitesse négligeable par rapport à  $v$ .
2. Dans cette approximation, calculer  $v$  en fonction de  $g$  et  $h(t)$ .
3. Exprimer  $\frac{dh}{dt}$  en fonction de  $h(t)$ . Rechercher une solution à cette équation différentielle sous la forme  $h(t) = At^B$ , où  $A$  et  $B$  sont des constantes, et en déduire le temps de vidange du récipient à partir d'une hauteur  $h_0$ .
4. Même si le résultat de la question précédente a été établi dans la limite  $s \ll S$ , montrer qu'il est toujours vrai lorsque  $s = S$ .

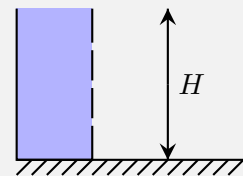
**Indice :** 1) Conservation du débit 2) Bernoulli : la pression dans le jet vaut  $P_0$ .

3) Si le volume d'eau varie de  $qV$  dans le temps  $dt$ , de combien varie  $v$  dans ce temps  $dt$  ?

4) chute libre de l'eau sur une hauteur  $h_0$ .

### Exercice 19 : Trois trous dans un vase (QCM 2015)

On considère un vase cylindrique, de hauteur  $H$ , rempli à ras-bord d'un liquide. La partie supérieure du vase est ouverte à l'air libre, l'épaisseur du fond est négligeable et il est posé sur une table de sorte que son axe de révolution soit vertical. Trois petits orifices ont été percés dans le vase, l'un à la distance  $h_1 = H/4$  du fond du vase, le deuxième à la distance  $h_2 = H/2$ , le troisième à la distance  $h_3 = 3H/4$  et on les ouvre simultanément à  $t = 0$ . On néglige tout effet de frottement ou de viscosité.



Que peut-on dire des portées  $d_1$ ,  $d_2$  et  $d_3$  des jets au niveau de la table, observés peu de temps après l'ouverture des orifices ?

- a)  $d_1 > d_2 > d_3$       b)  $d_2 > d_1 > d_3$       c)  $d_2 > d_1 = d_3$       d)  $d_3 > d_2 > d_1$

**Indice :** La vitesse d'éjection se calcule comme dans l'exercice précédent.

La portée se calcule comme pour une particule en chute libre (bouddha !).

### Exercice 20 : Robinet (QCM 2016)

Un filet d'eau sort d'un robinet avec le débit volumique  $D$ , la section de sortie a un rayon  $r_0$ . On note  $h$  la distance à la sortie pour laquelle le rayon de la section du filet a été divisé par 2 en régime permanent. L'écoulement d'eau peut être considéré comme celui d'un fluide parfait, la pression en tout point du filet d'eau est supposée égale à la pression ambiante et les phénomènes de tension superficielle sont négligeables. Si l'on double le débit de ce robinet ( $D \mapsto 2D$ ), comment la distance  $h$  est-elle modifiée ?

- a)  $h \mapsto 8h$       b)  $h \mapsto 4h$       c)  $h \mapsto 2h$       d)  $h \mapsto h$

**Indice :** Faire un schéma ; Conservation du débit + Bernoulli.

Pour un problème complet faisant appel à presque tout le cours d'hydrodynamique, le lecteur intéressé pour consulter le problème 1 du test de présélection 2017, sur la fontaine de Héron (disponible dans les ressources sur le site de Science à l'école, ainsi que son corrigé).