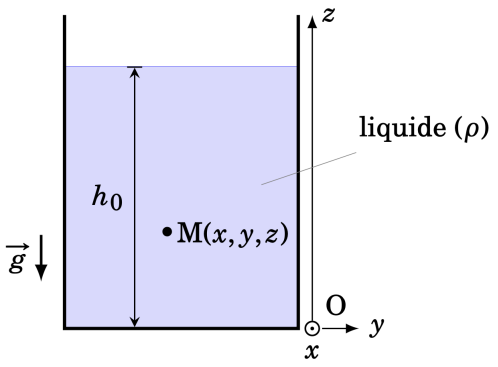
TD 3
Liquides dans le champ de pesanteur

Exercice 1 : Pression dans un liquide

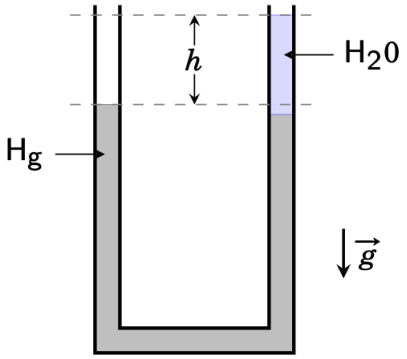
On considère un liquide incompressible de masse volumique ρ en équilibre dans le champ de pesanteur uniforme $\mathbf{g}$ et soumis à une pression p_0 à sa surface.



Comment s'exprime la pression $p(x, y, z)$ au point M dans le liquide ?

Exercice 2 : Équilibre entre deux liquides non miscibles dans un tube

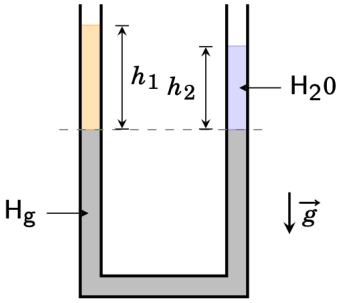
On considère un tube en U rempli de mercure. On verse un volume $V = 10\,\mathrm{cm}^3$ d'eau (non miscible avec le mercure) dans le tube en U. La section du tube est constante et vaut $s = 1.0\,\mathrm{cm}^2$. À l'équilibre, on obtient la configuration représentée sur la figure de droite. Les liquides sont supposés incompressibles. Exprimez de deux manières différentes la pression au niveau de l'interface et trouver l'écart de hauteur h entre les surfaces libres.



Données : la densité du mercure par rapport à l'eau est $d_{\mathrm{Hg}} = 13.6$.

Exercice 3 : Densité d'un mélange eau-alcool

On considère à nouveau en tube en U, rempli d'un volume de mercure donné. On verse dans l'une des branches un mélange d'alcool dilué, qui forme une colonne de liquide de hauteur $h_1 = 30\,\mathrm{cm}$. Dans l'autre branche, on verse de l'eau pure, jusqu'à ce que les deux surfaces de mercure soient à la même hauteur. La colonne d'eau mesure alors $h_2 = 24\,\mathrm{cm}$ de hauteur. Déterminez la densité de l'alcool dilué.



Exercice 4 : Question de niveau

(a) Jetons une pièce de 1 € (volume V, masse m et densité d) dans un verre d'eau cylindrique de section S. De combien monte le niveau ?

(b) Reprenons la pièce et posons là sur un morceau de bois flottant (section $s \ll S$) à la surface du verre d'eau. Soudain, la pièce glisse au fond de l'eau. Comment varie le niveau d'eau ?

Exercice 5 : Équilibre d'un fluide dans un référentiel non galiléen

Une cuve remplie d'un liquide de masse volumique ρ est montée sur un chariot. Celui-ci est animé d'un mouvement de translation rectiligne uniformément accéléré d'accélération γ_e par rapport au référentiel du laboratoire supposé galiléen. On admet qu'un équilibre du liquide par rapport au chariot s'établit.

(a) Déterminez l'expression $p(x, y, z)$ du champ de pression dans le liquide. En déduire l'équation que vérifie la surface libre du liquide.

(b) Le chariot comporte un fil à plomb, lui aussi en équilibre relativement au chariot. Quelle est la direction indiquée par ce fil à plomb ?

(c) Que se passe-t-il si le fil à plomb (de masse volumique $\rho_0 > \rho$) est plongé dans le liquide ?

Exercice 6 : Fosse des Mariannes

Le point le plus profond des océans est situé près du Japon : la fosse des Mariannes descend jusqu'à 10.98 km sous la surface.

(a) Si l'on suppose l'eau de mer ($\rho = 1.03\,\mathrm{kg}.\ell^{-1}$) incompressible, quelle est la pression à cette profondeur ?

(b) La pression réelle est en fait de 1.16×10^8 Pa à cause de la compressibilité de l'eau ($\chi_T = 45.8 \times 10^{-11}\,\mathrm{Pa}^{-1}$). À partir de la définition de la compressibilité, calculez la variation en % de la densité de l'eau au fond de la fosse.

(c) En supposant la compressibilité constante, calculez la loi de la pression en fonction de la profondeur $p(z)$; on prendra $z = 0$ à la surface, et $z > 0$ sous la surface.

Figures du TD : © J. Roussel, Mécanique des Fluides (École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, non publié).