

DST Vendredi 23 mars 2012

Préparation concours écoles d'ingénieurs

Université Pierre et Marie Curie

Mécanique des fluides, durée: 2 heures.

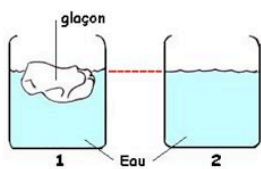
Aucun document, pas de calculatrice

Nommez les paramètres dont vous avez besoin, Justifiez tous les résultats.

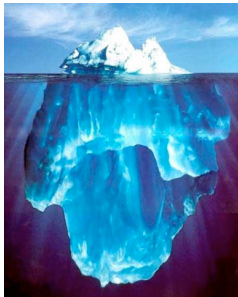
La notation tiens compte de la présentation.

Ex.1 Fonte des glaces et montée des eaux

Un glaçon flotte à la surface de l'eau, comme un iceberg. Lorsque le glaçon fond, le niveau d'eau n'augmente pas dans le verre. Expliquez ce phénomène avec un schéma, en rédigeant un paragraphe, en invoquant la poussée d'Archimède.



a - Iceberg (glacier marin) qui fond



Info: La masse volumique de la glace est de 917 kg/m^3 à 0°C . Une des particularités de la glace est de présenter une masse volumique plus faible que celle de l'eau liquide qui est d'environ 1000 kg/m^3 à 0°C et sous la pression atmosphérique. La glace flotte donc à la surface de l'eau liquide, phénomène inhabituel car pour la plupart des matériaux, c'est le phénomène inverse qui se produit. (source : wikipédia)

Ex.2 Flotteur et montée des eaux

- 1) Le flotteur fait monter le niveau d'eau dans le récipient. Ecrivez une loi pour la variation de hauteur Δh à l'équilibre en fonction des paramètres du problème.
- 2) Cas limite: Lorsque la section du récipient est très grande, la variation de niveau de l'eau Δh devient très petite. Est-ce le cas pour votre formule?

Ex.3 Paroi poreuse

La paroi de droite est poreuse: le fluide s'écoule à travers un élément de surface dS en proportion du coefficient de porosité κ et de la différence de pression Δp entre un côté et l'autre de la paroi:

$$dq = \kappa \Delta p dS$$

Ici dq est l'élément de flux volumique à travers dS .

- 1) Pour une hauteur d'eau h donnée, calculez le flux Q à travers la paroi poreuse.
- 2) Le volume d'eau décroît à cause du flux sortant, écrivez l'évolution dans le temps de la hauteur d'eau $h(t)$.
- 3) Vérifiez que la hauteur d'eau est égale à h_0 lorsque $t=0$, et tend vers zéro lorsque t tend vers l'infini.

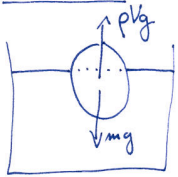
Ex.4 Retenue

Donnez l'expression du moment exercé en O par le fluide sur la paroi rouge.

Ex.5 Plongée

Vous plongez sous la surface de la mer, quelle est la pression à 10 mètres de profondeur?

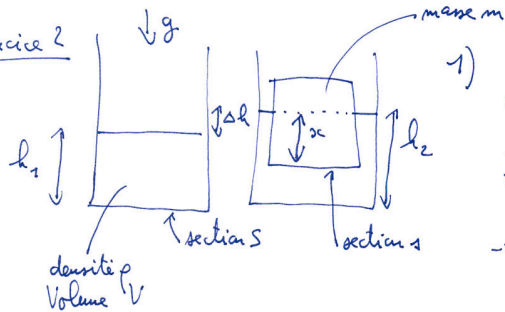
Exercice 1



L'iceberg flotte grâce à la poussée d'Archimède : $mg = \rho V g$
Puisque la densité de la glace est plus faible que celle de l'eau, l'iceberg a une partie immergée.

Lorsque l'iceberg fond, sa densité redevient celle de l'eau : le volume total de glace fondue est donc égal au volume déplacé V : le niveau de l'eau n'augmente pas.

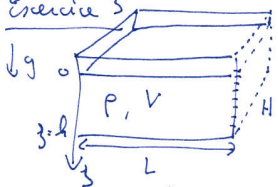
Exercice 2



1) Le flotteur flotte : $mg = s \times \rho g$ (Archimède)
Le volume de fluide se conserve :
 $V = h_1 s = h_2 s - x s$
 $\rightarrow \Delta h = h_2 - h_1 = \frac{x s}{s} = \frac{m}{\rho s}$

2) $\Delta h = \frac{m}{\rho s} \rightarrow 0$ OK.
 $s \rightarrow \infty$

Exercice 3



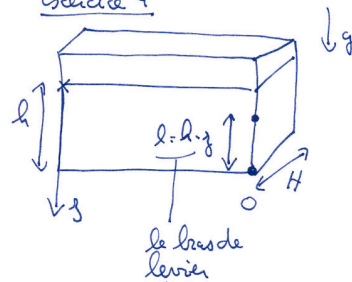
$dQ = k \Delta p dS = k \rho g H dz$ l'élément de fluide
 $\rho + \rho g z - \rho_0$

1) $Q = \int_0^h k \rho g H dz = \frac{k \rho g H h^2}{2}$ Le fluide total pour une hauteur h

2) $\frac{dV}{dt} = -Q$
 $LH \frac{dh}{dt} = - \left(\frac{k \rho g}{2L} \right) dt \rightarrow -h^{-1} = -At - h_0^{-1}$
la constante d'intégration } $h(t) = \frac{h_0}{A \rho g t + 1}$

3) $h(t=0) = h_0$ OK
 $h(t) \rightarrow \frac{h_0}{A \rho g t + 1}$ OK
 $t \rightarrow \infty$

Exercice 4



$P(z) = \rho g z + P_a$
 $T_0 = \int_0^h \underbrace{z}_{(h-z)} \times \underbrace{\Delta p}_{P(z)-P_a = \rho g z} \underbrace{dS}_{dzH}$ l'élément de surface

$T_0 = \rho g H \int_0^h (h-z) z dz$
 $\left[\frac{h z^2}{2} - \frac{z^3}{3} \right]_0^h = \frac{h^3}{2} - \frac{h^3}{3} = \frac{h^3}{6}$
} $T_0 = \frac{\rho g H h^3}{6}$

Exercice 5 La plongée :

La pression à la profondeur h est : $P(h) = P_a + \rho g h = 2 \text{ bars}$.

$\underbrace{10^5 \text{ Pa}}_{= 1 \text{ Bar}} + \underbrace{1000}_{10} \times \underbrace{10}_{10} = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ Bar}$

Dans l'eau, la pression augmente de 1 bar tous les 10m.