

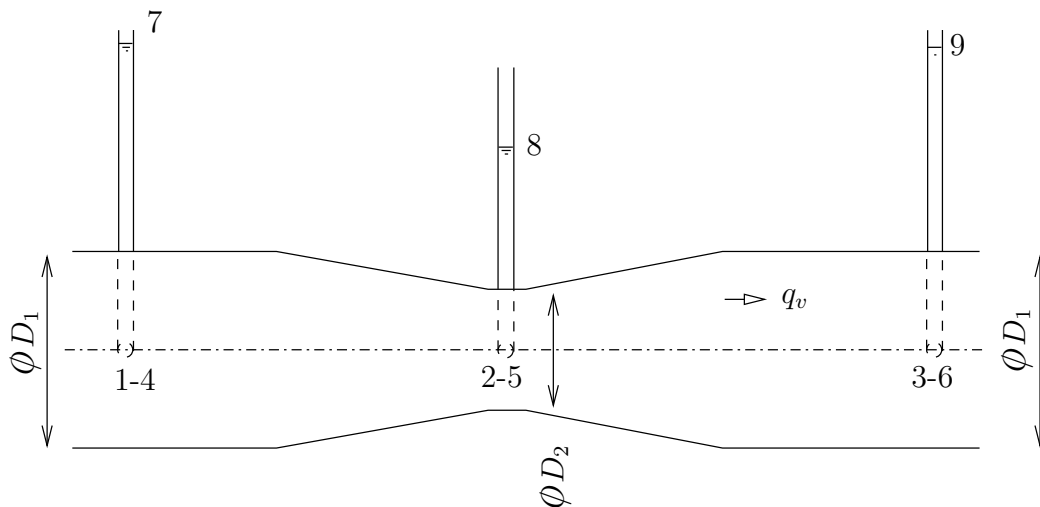
On donne pour tous les exercices :

- l'accélération de la pesanteur : $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$;
- la pression atmosphérique : $p_a = 1.013 \text{ bar} = 101.3 \text{ kPa}$.

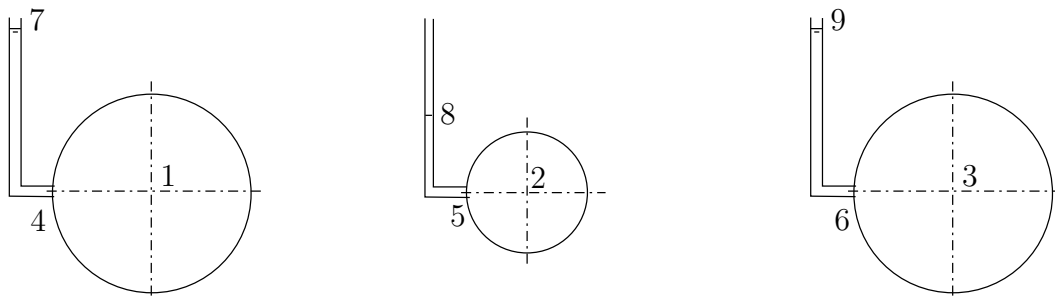
Des points seront attribués à l'écriture de vos hypothèses, à la provenance de vos équations et la justification de vos simplifications.

Exercice n°1 _ 9 pts

Un venturi installé dans une conduite d'eau permet de déterminer le débit volumique q_v du liquide, de masse volumique $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ et de viscosité cinématique $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.



Sections du venturi



Ce venturi horizontal est constitué d'un convergent qui permet de faire varier progressivement le diamètre de la conduite du diamètre $D_1 = 24 \text{ mm}$ au diamètre (au col) $D_2 = 14 \text{ mm}$ puis d'un divergent qui permet de faire revenir au diamètre à D_1 .

Des prises de pression statique débouchent à l'air libre qui est à la pression atmosphérique. Elles sont situées comme l'indique les figures et permettent de mesurer les hauteurs du fluide en 7, 8 et 9. La pression du fluide varie très faiblement dans chacune des sections droites 1, 2 et 3.

On donne les altitudes : $z_7 = 350 \text{ mm}$, $z_8 = 30 \text{ mm}$ et $z_9 = 332 \text{ mm}$.

1) Après avoir précisé la provenance de l'ensemble de vos équations, établissez la relation permettant de calculer le débit volumique q_v en considérant qu'il n'y a pas de perte de charge.

2) Calculez numériquement q_v .

Calculez numériquement les vitesses moyennes et les nombres de Reynolds dans les trois sections. Précisez le type d'écoulement.

3) Calculez la perte de charge singulière de l'ensemble du venturi (entre 1 et 3). En déduire le coefficient de perte de charge singulière et la perte de puissance.

Exercice n°2 – Voile [9 pts]

Tiré du concours national 2009 (session 2) d'admission dans les grandes écoles d'ingénieurs pour L2.

Le problème est situé dans le plan horizontal des 2 vecteurs sont unitaires (\vec{x}, \vec{y}) .

On étudie de façon très grossière un petit voilier propulsé par une voile rectangulaire (supposée plane) dont la surface S_v est inclinée d'un angle α par rapport à l'axe \vec{x} du voilier. On considère :

- que l'action de la voile consiste à dévier de l'angle 2φ le tube de courant qui aurait traversé la surface S_v en l'absence de voile ;
- que la voile n'altère pas de façon sensible l'écoulement de l'air en dehors du tube de courant : l'air est considéré à la pression atmosphérique en dehors du tube de courant ;
- que la voile est assimilée à un coude dans un tube de courant d'air de section droite S_a constante.

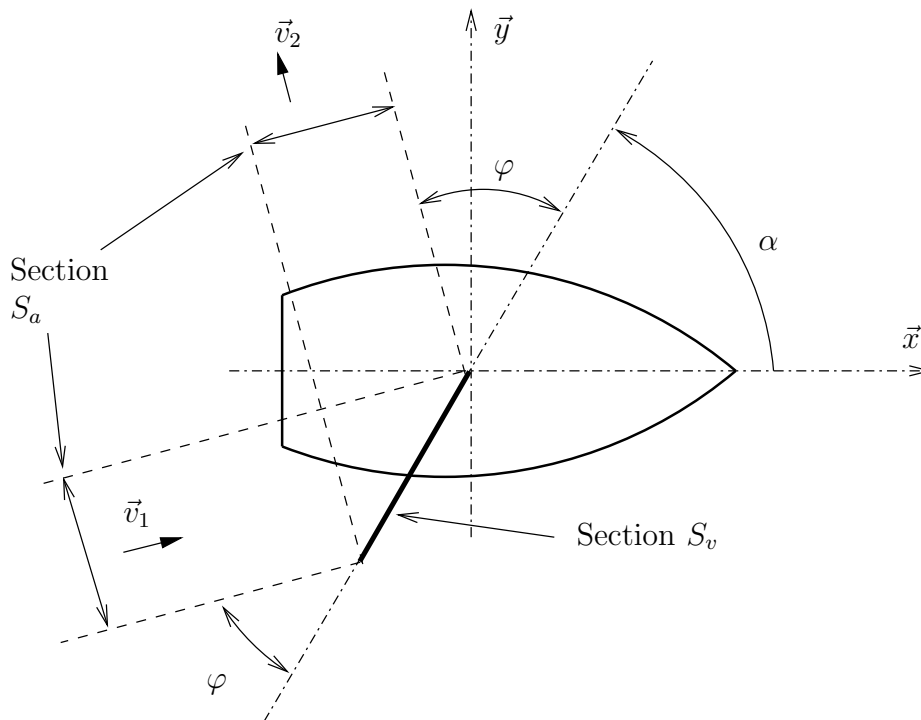
La masse volumique de l'air est ρ .

Le voilier avance dans la direction \vec{x} à vitesse constante.

Les vitesses de l'air par rapport au voilier et à la voile sont notées :

- \vec{v}_1 pour celle qui vient "frapper" la voile (v_1 est l'intensité de \vec{v}_1) ;
- \vec{v}_2 pour celle qui s'échappe de la voile (v_2 est l'intensité de \vec{v}_2) .

On considère que $v_1 = 5 \text{ m.s}^{-1}$ est connue. On donne $\rho = 1.2 \text{ kg.m}^{-3}$ et $S_v = 4.6 \text{ m}^2$.



Vue de dessus du voilier et des paramètres.

- 1) Déterminez v_2 . Exprimez \vec{v}_1 et \vec{v}_2 à partir de v_1 , φ et α .
- 2) Donnez la relation géométrique entre S_a , S_v et φ .
- 3) Déterminez la force exercée par l'air sur la voile. En déduire la projection de cette force suivant la direction \vec{x} . Que vaut cette projection pour $\alpha = \varphi = 45^\circ$.

Exercice n°3 – 2 pts

Dans de l'air de masse volumique constante $\rho = 1.24 \text{ kg.m}^{-3}$ qui est à la pression atmosphérique à $h = 2 \text{ m}$ d'altitude, quelle est la pression effective à l'altitude $h = 52 \text{ m}$?