Ecole Nationale Supérieure de Technologie
des Systèmes Autonomes
2 eme Année

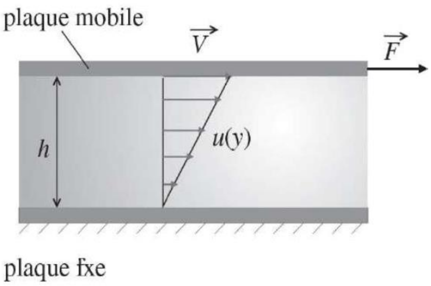
Module : MDF

Fiche TD N⁰ 01

Exercice 1 :

Le poids d'un volume V=12 m^3 d'un liquide est P=94 KN, sachant que g= 9.81 m/s^2.
Calculer
1. Sa masse volumique ;
2. Son poids volumique ;
3. Sa densité.

Exercice 2 :
On suppose que de l'huile ayant une viscosité μ = 0.29 Pa.s s'écoule entre les deux plaques dont l'une est soumise à la force $\vec{F}$ (voir la figure ci-dessous).

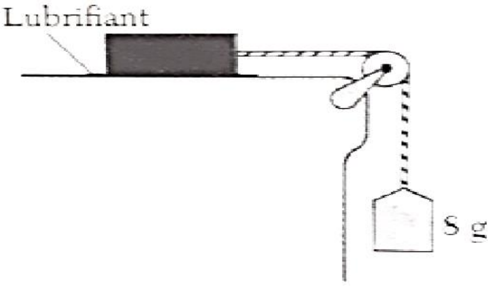


- Calculer la contrainte visqueuse τ dans l'huile si la vitesse de la plaque supérieure est de V=3m/s et que la distance entre plaques est de h = 2 cm, en supposant que l'accélération est nulle.

Exercice 3 :

À 20 °C, l'eau a une viscosité de 1 milli-poise, l'air, de 0,0183 milli -poise.
- Calculer la viscosité cinématique de l'air et celle de l'eau en m^2/s et en Stokes.

Exercice 04 :
Une plaque de métal de 0,15 m^2 de surface est reliée à une masse de 8 g par une corde passant sur une poulie idéale (sans masse et sans frottement), comme le montre la figure :



On met une mince couche de lubrifiant de 0,3 *mm* d'épaisseur entre la plaque et la surface. On lib ère la masse, le gradient de la vitesse de la plaque est égal à 15m⁄s.
- Calculer le coefficient de viscosité du lubrifiant.

Exercice 05 :

La différence de vitesse entre deux couches voisines est de **0.0072 m/h**. La distance entre ces deux couches suivant la normale est de **0.02 mm**. Déterminer la contrainte de cisaillement (contrainte de frottement par unité d'aire) entre ces deux couches de fluide dont la viscosité dynamique $\mu=13.0\times10{-}4$ N.s/m^2.

Exercice 6 :
Une plaque pleine mince d'aire A=0.75 m^2 et de poids négligeable est tracée horizontalement à l'intérieur d'un film d'huile d'épaisseur h=2.5 cm et de viscosité dynamique μ=0.785 N.s/m^2. La répartition de vitesse est supposée linéaire.
- Quelle est la valeur de la force F nécessaire à appliquer à la plaque pour lui communiquer une vitesse linéaire de **0.5 m/s** :

- **(a)** si la plaque est située sur la ligne médiane du film d'huile ?
- **(b)** si elle est située à **1 cm** d'une des deux parois solides ?

Ecole Nationale Supérieure de Technologie des Systèmes Autonomes
2 eme Année

Module : MDF

Fiche TD N^0 01

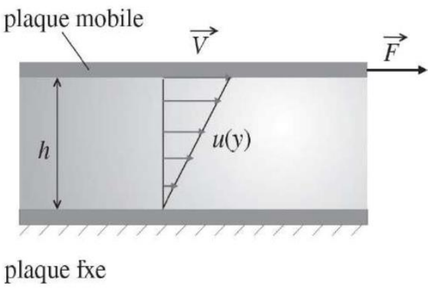
Exercise 1:

The weight of a volume V=12 m^3 of a liquid is P=94 kN, knowing that g=9.81 m/s^2. Calculate:

1. Its density (mass per unit volume);
2. Its specific weight;
3. Its relative density.

Exercise 2:

We assume that oil with a viscosity of μ=0.29 Pa.s flows between two plates, one of which is subjected to a force $\vec{F}$ (see the figure below).



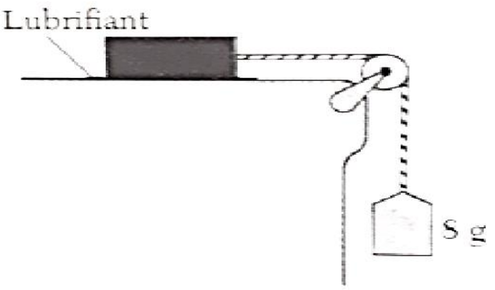
- Calculate the viscous stress τ in the oil if the velocity of the upper plate is V=3 m/s and the distance between the plates is h=2 cm, assuming that the acceleration is zero.

Exercise 3:

At 20°C, the viscosity of water is 1 milli-poise, and the viscosity of air is 0.0183 milli-poise.
- Calculate the kinematic viscosity of air and water in m^2/s and in Stokes.

Exercise 4:

A metal plate with an area of 0.15 m2 is connected to a mass of 8 g by a rope passing over an ideal pulley (without mass and without friction), as shown in the figure below:



We place a thin layer of lubricant with a thickness of 3 mm between the plate and the surface. The velocity gradient of the plate is 15 m/s.

- Calculate the viscosity coefficient of the lubricant.

Exercise 5:

The difference in velocity between two neighboring layers is 0.0072 m/h. The distance between these two layers along the normal is 0.02 mm.

- Determine the shear stress (frictional stress per unit area) between these two fluid layers, where the dynamic viscosity μ=13.0×10−4 N.s/m^2.

Exercise 6

A thin flat plate with an area A=0.75 m^2 and negligible weight is drawn horizontally inside a film of oil with a thickness of h=2.5 cm and dynamic viscosity μ=0.785 N.s/m^2. The velocity distribution is assumed to be linear.

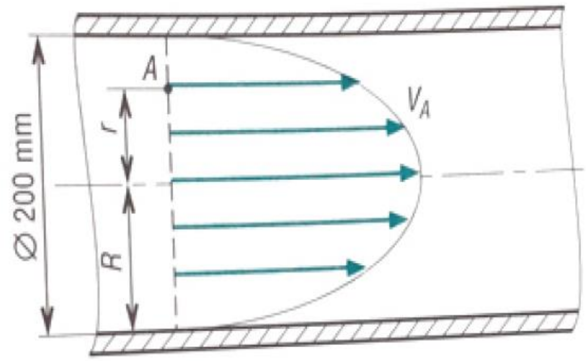
- What is the value of the force F necessary to apply to the plate to give it a linear velocity of 0.5 m/s:
  - **(a)** if the plate is located at the midline of the oil film?
  - **(b)** if it is located 1 cm from one of the two solid walls?

Fiche TD N^0 02

Exercice 01 :

La vitesse en un point A d'un écoulement laminaire est donnée par la relation :

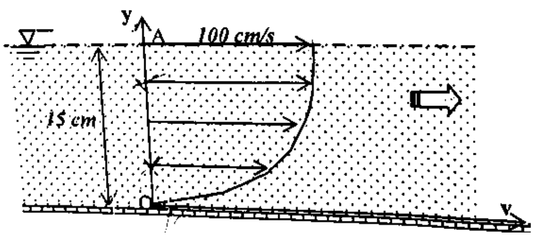
$$V_A = 5\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) m.s^{-1}$$



Déterminer la vitesse maximale et la vitesse moyenne de l'écoulement.

Exercice 02 :

Un fluide de viscosité absolue de 8.2×10^{-2} Kg.s/m^2 s'écoule dans un canal rectangulaire à ciel ouvert comme le montre la figure. Calculer le gradient des vitesses, l'intensité de la contrainte tangentielle aux points situés à 5, 10 et 15 cm de celle-ci, en admettant une distribution de vitesses parabolique et un écoulement laminaire. Que peut-on conclure ?



Exercice 03:

Calculer approximativement la descente capillaire (dépression) du mercure à 20°C dans un tube capillaire de 1.5 mm de diamètre. La tension superficielle σ du mercure à 20°C vaut 0.515 N/m; sa masse volumique ρ est de 13 570 Kg/m³.

Exercice 04

Trouver la hauteur à laquelle s'élève l'eau à 20°C dans un tube capillaire de 3.0 mm de diamètre, sachant que σ=0.074 N/m et θ=0°.

Exercice 05 :

Trouver la variation de volume de 30 litres d'eau à 27°C pour une augmentation de pression de 20 bars. Déterminer le module d'élasticité cubique de l'eau sachant qu'à 40 bars le volume est de 30 litres et à 246.8 bars le volume est de 29.73 litres. (On donne à 20°C : $\epsilon=2.25\times10^{9}$ Pa).

Exercice06 :

Trouver le coefficient de dilatation volumique d'un fluide de volume initial de 20 litres sachant qu'une augmentation de température de 20°C entraîne une augmentation de volume de 0.1 litres.

Exercice07 :

Calculer la masse volumique, le poids volumique et le volume massique de l'air à 27°C à 10 bars de pression absolue.

Exercice 08 :

Trouver la température d'air qui se trouve dans un réservoir de 40 litres, si la masse est de 48 grammes et la pression absolue est de 1 bar.

Exercice 09 :

Trouver la masse et le nombre de moles d'oxygène contenus dans une pièce de 250 m^3 de volume, si la pression absolue est de 1 bar et la température est de 25°C.

Exercice 10 :

Un tube fin d'un diamètre de 2 mm est inséré verticalement dans un récipient contenant de l'eau à 20°C. La tension superficielle de l'eau est $\sigma=0.073$ N/m, et l'angle de contact est $\theta=0\circ$.

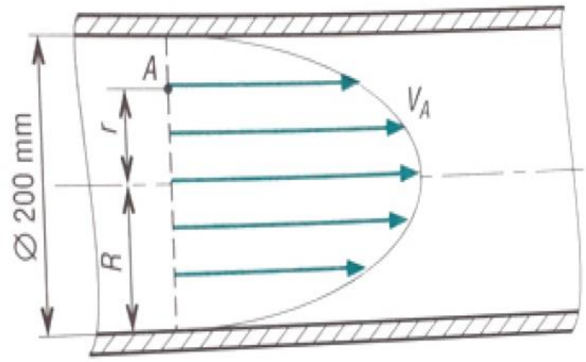
1. Calcule la hauteur de la colonne d'eau dans le tube due à la montée capillaire.
2. Si le tube est rempli de mercure à la place (avec un angle de contact $\theta=140\circ$ et une tension superficielle $\sigma=0.485$ N/m), détermine la dépression capillaire dans le tube.
3. Explique la différence de comportement capillaire entre l'eau et le mercure.

Fiche TD N^0 02

Exercise 01 :

The velocity at point A in a laminar flow is given by the equation:

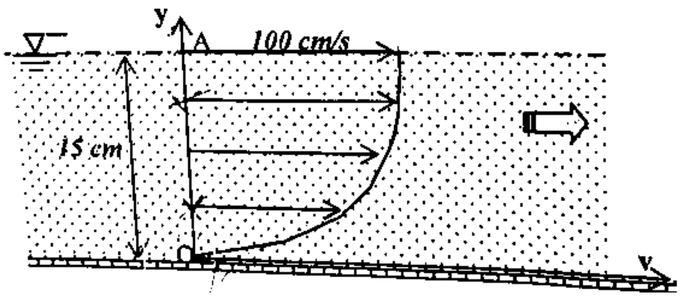
$$V_A = 5\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) m.s^{-1}$$



Determine the maximum velocity and the average velocity of the flow..

Exercise 02 :

A fluid with an absolute viscosity of 8.2×10^{-2} Kg.s/m^2 flows through an open rectangular channel as shown in the figure. Calculate the velocity gradient and the intensity of the shear stress at points located 5, 10, and 15 cm from the surface, assuming a parabolic velocity distribution and laminar flow. What can be concluded?



Exercise 03:

Approximately calculate the capillary depression of mercury at 20°C in a capillary tube with a diameter of 1.5 mm. The surface tension σ\sigmaσ of mercury at 20°C is 0.515 N/m, and its density ρ\rhoρ is 13,570 Kg/m³.

Exercise 04

Find the height to which water at 20°C rises in a capillary tube with a diameter of 3.0 mm, given that σ=0.074 N/m et θ=0°.

Exercise 05 :

Find the volume variation of 30 liters of water at 27°C for a pressure increase of 20 bars. Determine the bulk modulus of elasticity of water, knowing that at 40 bars the volume is 30 liters, and at 246.8 bars the volume is 29.73 liters. (Given at 20°C: $\epsilon=2.25\times10^9$ Pa).

Exercise06 :

Find the coefficient of volumetric expansion of a fluid with an initial volume of 20 liters, knowing that a temperature increase of 20°C results in a volume increase of 0.1 liters.

Exercise07 :

Calculate the density, specific weight, and specific volume of air at 27°C under an absolute pressure of 10 bars.

Exercise08 :

Find the temperature of air contained in a 40-liter reservoir, if the mass is 48 grams and the absolute pressure is 1 bar.

Exercise09 :

Find the mass and the number of moles of oxygen contained in a room with a volume of 250 m^3, given that the absolute pressure is 1 bar and the temperature is 25°C.

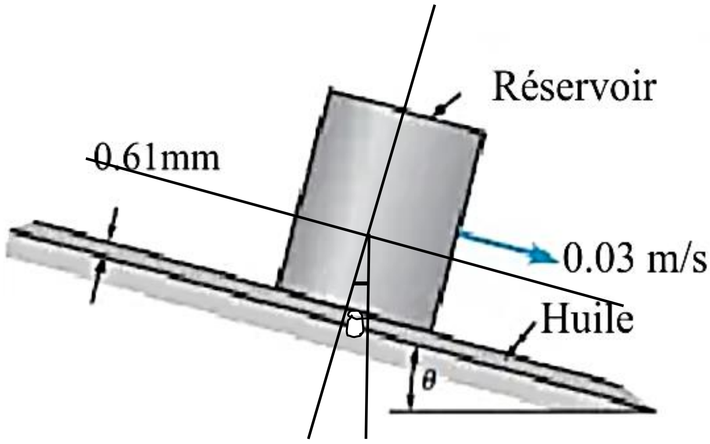
Exercise 10:

A thin tube with a diameter of 2 mm is inserted vertically into a container of water at 20°C. The surface tension of the water is $\sigma=0.073$ N/m, and the contact angle is $\theta=0\circ$.

1. Calculate the height of the water column in the tube due to capillary rise.
2. If the tube is instead filled with mercury (with a contact angle $\theta=140\circ$ and a surface tension $\sigma=0.485$ N/m, determine the capillary depression in the tube.
3. Explain the difference in capillary behavior between water and mercury.

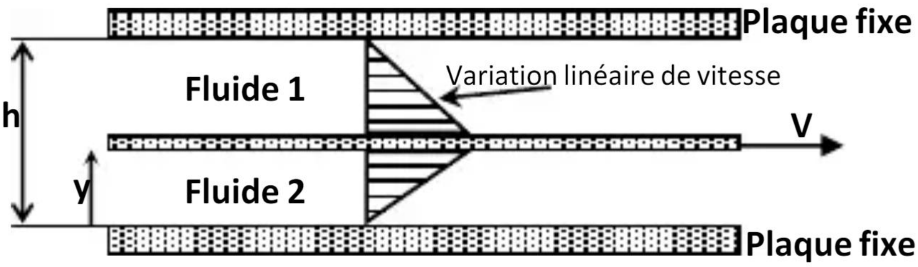
Fiche TD N^0 02 (Suite)

Exercise 11 :



Un réservoir cylindrique de 0.30 m de hauteur et 0.243 m de diamètre glisse sur une rampe à une vitesse constante de 0.03 m/s. La masse du réservoir est 18.14 kg. Une couche d'huile d'une épaisseur uniforme de 0.61 mm, et de viscosité 9.57 Pa.s couvre la plaque solide de la rampe. Déterminer dans ces conditions l'angle d'inclinaison θ de la rampe.

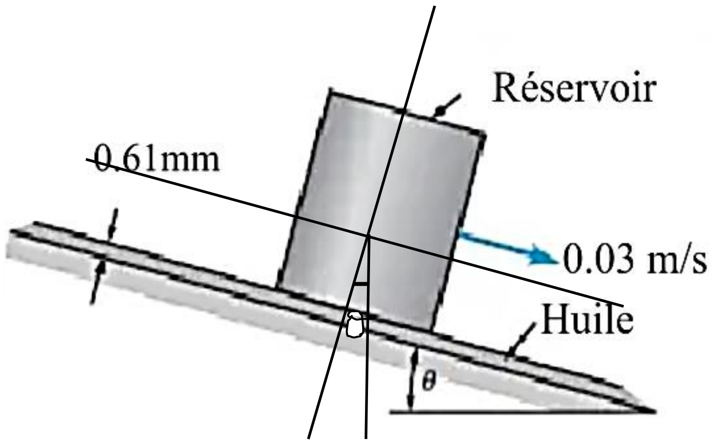
Exercise 12 :



Une plaque plane mince se déplace à une vitesse V constante entre deux plaques parallèles fixes distantes de h l'une de l'autre, voir figure. Le fluide 1 est une huile de viscosité μ_1 et le fluide 2 est une autre huile de viscosité $\mu 2 = k\mu_1$, où k est une constante. En supposant des profils de vitesse linéaires, trouver la position de la plaque par rapport aux deux plans pour que la force de déplacement de la plaque soit minimal. **Application numérique** : k=2 et h=1 m.

Fiche TD N^0 02 (Suite)

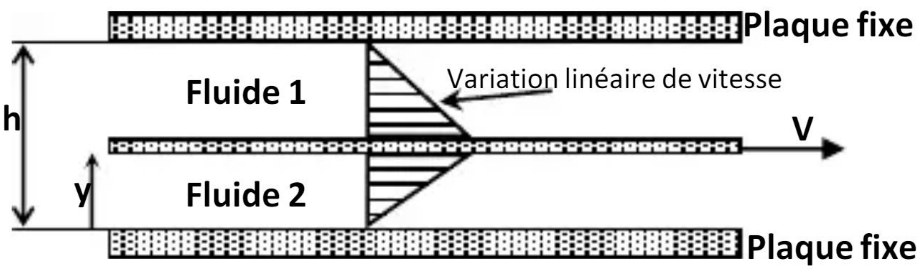
Exercise 11 :



A **cylindrical reservoir** with a height of 0.30 m and a diameter of 0.243 m slides along a ramp at a **constant velocity of 0.03 m/s**. The **mass of the reservoir** is 18.14 kg. A **layer of oil** with a **uniform thickness of 0.61 mm** and a **viscosity of 9.57 Pa·s** covers the solid plate of the ramp.

Determine, under these conditions, the **angle of inclination θ** of the ramp.

Exercise 12 :



A **thin plate** moves at a **constant velocity V** between two **parallel fixed plates** that are separated by a distance h. The **fluid 1** is an oil with viscosity μ1, while **fluid 2** has a viscosity $\mu_2=k\mu_1$, where k is a constant. Assume **linear velocity profiles**. Determine the **position of the moving plate** between the two fixed plates such that the **total force required to move the plate is minimized**. **Numerical values:** k=2 and h=1 m.

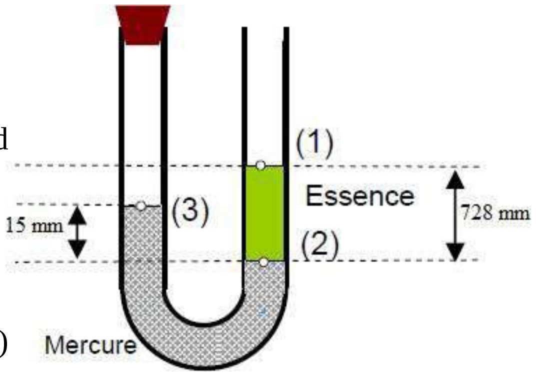
Fiche TD N^0 03

Exercice 01 :

A container holds water up to a height of 2 m, with oil on top reaching 3 m. The density of the oil is ρ_{oil}=0.83. Calculate the absolute and relative pressure at the bottom of the container.

Exercice 02 :

Consider a U-tube closed at one end, containing two immiscible liquids. Calculate the pressure P_3 of the gas trapped in the closed branch. Given: ρ_{Hg} =13600 Kg/m^{3}et ρ $_{gasoline}$= 700 Kg/m^3, P_{atm}=10^5 Pa.



Exercice 03:

The figure represents a hydraulic jack made up of two pistons (1) and (2) with circular cross-sections. When the lever is actuated, piston (1) exerts a pressure force on the oil at point (A).

The oil, in turn, exerts a force on piston (2) at point (B). Given:

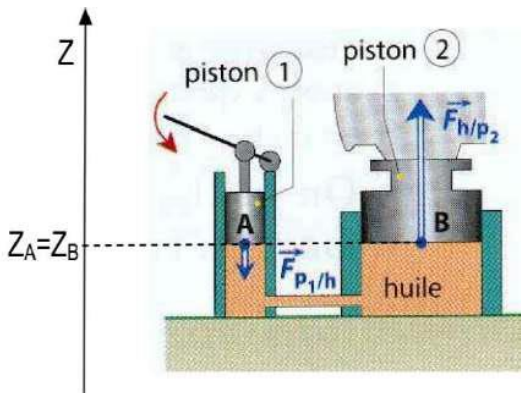
the diameters of the pistons: D_1 = 10 mm ; D_2 = 100 mm ,

the intensity of the pressure force at A: $\overrightarrow{F_{P1/h}}$ = 150 N.

-Determine the pressure P_A of the oil at point A.

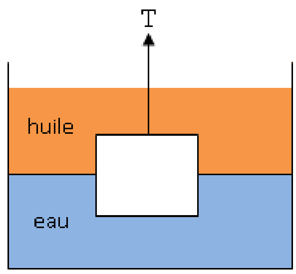
-What is the pressure P_B

- Deduce the intensity of the pressure force $\overrightarrow{F_{h/p2}}$

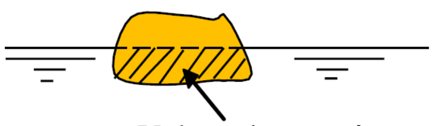


Exercice 04

1- A metallic cube with a side of 15 cm is suspended by a cord. The cube is half-immersed in oil (density 0.8) and half in water. If the density of the metal is 2640 kg/m^3, find the tension force in the cord.

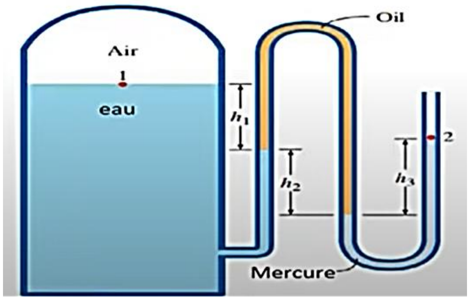


2- What is the fraction of the volume of a piece of solid metal with a density of 7.25 that floats on the surface of a container of mercury with a density of 13.6?



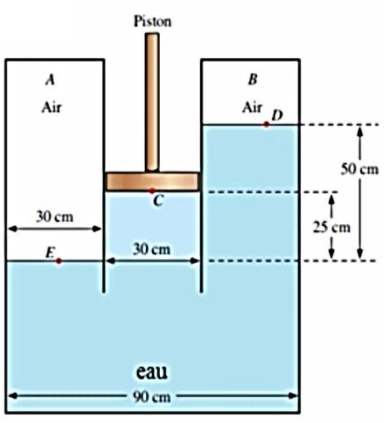
Exercice 05

The water in a reservoir is pressurized by air, and the pressure is measured by a multi-fluid manometer as shown in the figure. Determine the air pressure in the reservoir if : h_1=0,1 m, h_2=0,2 m et h_3=0,35 m with P_{atm}=85,6 kPa. Take the densities of water, oil, and mercury as 1000 kg/m^3, 850 kg/m3 and 13600 kg/m^3, respectively.



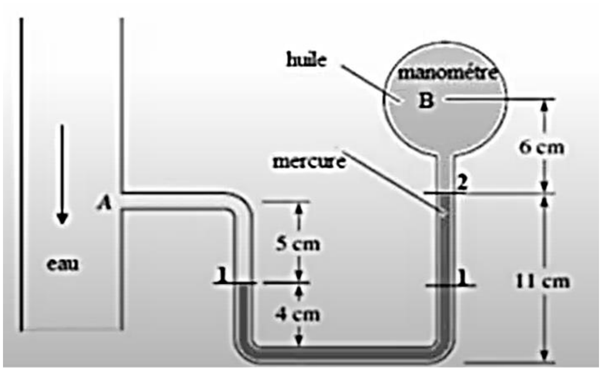
Exercice 06

Two chambers with the same fluid at their base are separated by a piston with a diameter of 30 cm and a weight of 25 N, as shown in the figure. It is assumed that the variation in pressure with elevation in each air-filled chamber is negligible due to the low density of air.



Exercice 07

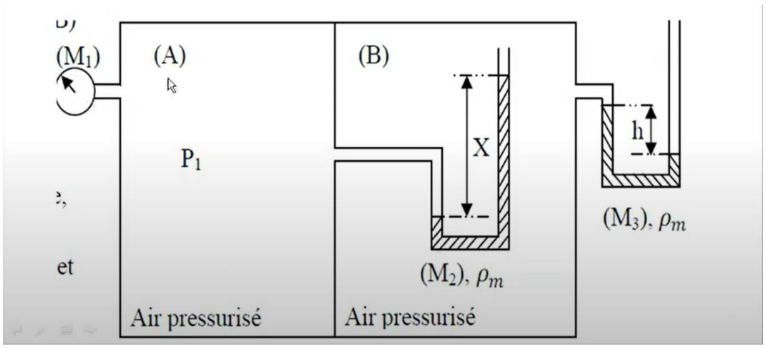
The pressure gauge at point B (figure below) is used to measure the pressure at point A in a water flow. If the pressure at point B is 87 kPa, determine the pressure at point A, in kPa. Given: density of oil d_{oil} =0.87 and the density of mercury d_{Hg}=13.6.



Fiche TD N^0 03 (suite)

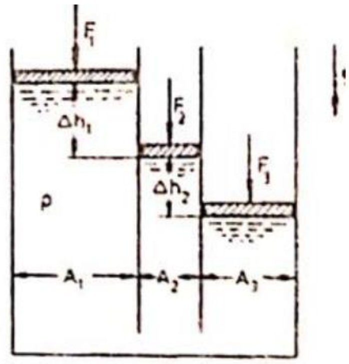
Exercice 08 :

Deux chambres fermées (A) et (B) sont remplies d'air pressurisé. Le baromètre indique 1 bar de pression atmosphérique, alors que les manomètres (M_1) et (M_3), remplis de mercure, de masse volumique (ρ_{Hg}) indiquent successivement, 2 bar et 10 cm de Hg. On demande de déterminer la (X) du mercure dans le manomètre (M_2). On donne : ρ_{Hg} = 13600 kg/m³ ; P_1 = 2 bar ; h = 10 cm Hg.



Exercice 09 :

Trois pistons dans des vases communicants sont exposés à des forces F_1 et F_2 et F_3.

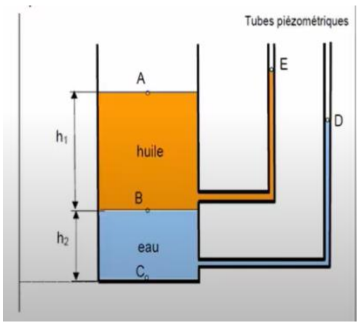


- Déterminer les différences de hauteur Δh_1 et Δh_2.

Donné :
F_1=1100 N , F_2 = 600 N, F_3=1000 N, A_1=0.04 m^2,
A_2=0.02 m^{2}A, A_3=0.03 m^2

Exercice 10:

La figure ci-dessous représente un réservoir ouvert, équipé de deux tubes piézométriques et rempli avec deux liquides non miscibles :



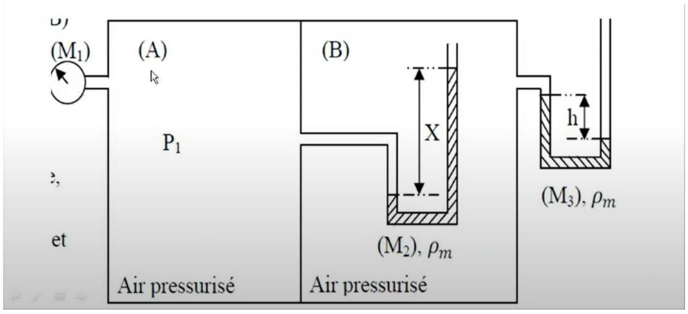
- de l'huile de masse volumique ρ_1=850 kg/m^3 sur une hauteur h_1=6 m.
- de l'eau de masse volumique ρ_2=1000 kg/m^3 sur une hauteur h_2=5 m.

Déterminer le niveau de l'eau Z_D.

Fiche TD N^0 03 (suite)

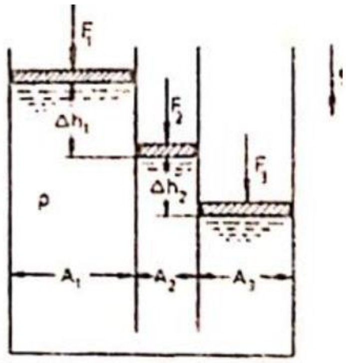
Exercise 08 :

Two closed chambers (A) and (B) are filled with pressurized air. The barometer indicates 1 bar of atmospheric pressure, while the manometers (M_1) and (M_3), filled with mercury with a density (ρ_{Hg}), show respectively 2 bar and 10 cm of Hg. The task is to determine the difference in mercury level (X) in the manometer (M_2). Given data: ρ_{Hg} = 13600 kg/m³; P_1 = 2 bar; h = 10 cm Hg.



Exercise 09 :

Three pistons in communicating vases are exposed to forces F_1, F_2 and F_3 .

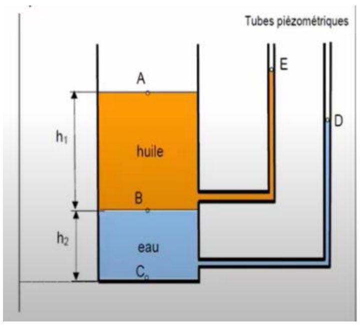


- Determine the height differences Δh_1 and Δh_2.

Given:
F_1=1100 N , F_2 = 600 N, F_3=1000 N, A_1=0.04 m^2,
A_2=0.02 m^{2}A, A_3=0.03 m^2

Exercise 10

The figure below represents an open reservoir, equipped with two piezometric tubes and filled with two immiscible liquids:

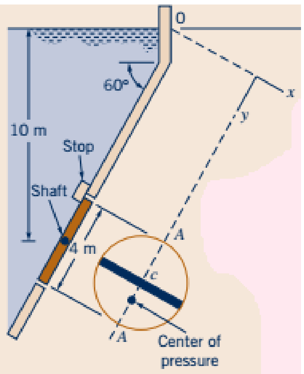


- oil with a density ρ_1=850 kg/m^3 over a height h_1=6 m
- Water with a density ρ_2=1000 kg/m^3 over a height h_2=5 m.

Determine the water level ZDZ_DZD in the piezometric tube.

Fiche TD N° 04

Exercice 01 :

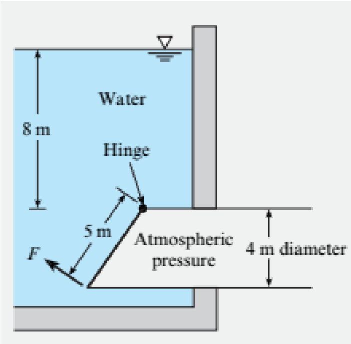


Une vanne circulaire de 4 m de diamètre est située dans la paroi inclinée d'un grand réservoir contenant de l'eau (γ=9810 N/m^3). La vanne est montée sur un axe le long de son diamètre horizontal, et la profondeur d'eau est de 10 m au-dessus de l'axe. Déterminer :

(a) La magnitude et la position de la force résultante exercée sur la vanne par l'eau.

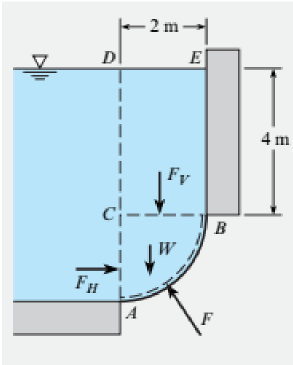
(b) Le moment qu'il faudrait appliquer à l'axe pour ouvrir la vanne.

Exercice 02 :



Une vanne elliptique couvre l'extrémité d'une conduite de 4 m de diamètre. Si la vanne est articulée au sommet, quelle force normale F est nécessaire pour ouvrir la vanne lorsque la profondeur d'eau est de 8 m au-dessus du sommet de la conduite, et que la conduite est ouverte à l'atmosphère de l'autre côté ? Négliger le poids de la vanne.

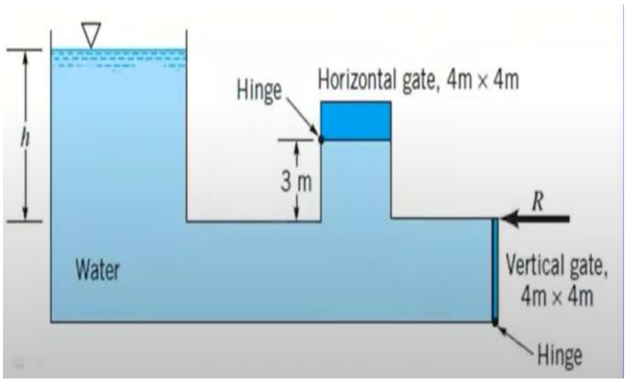
Exercice 03:

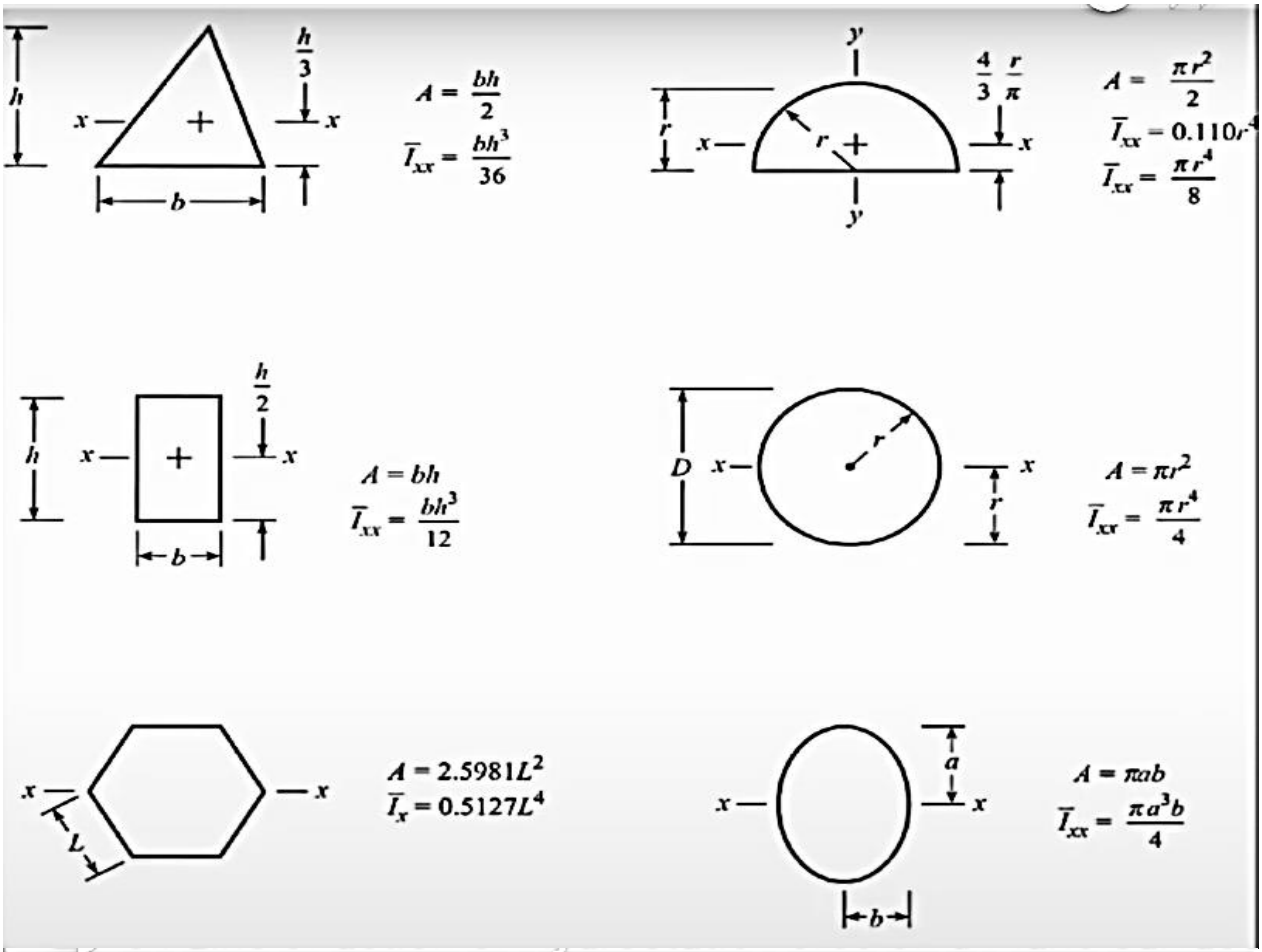


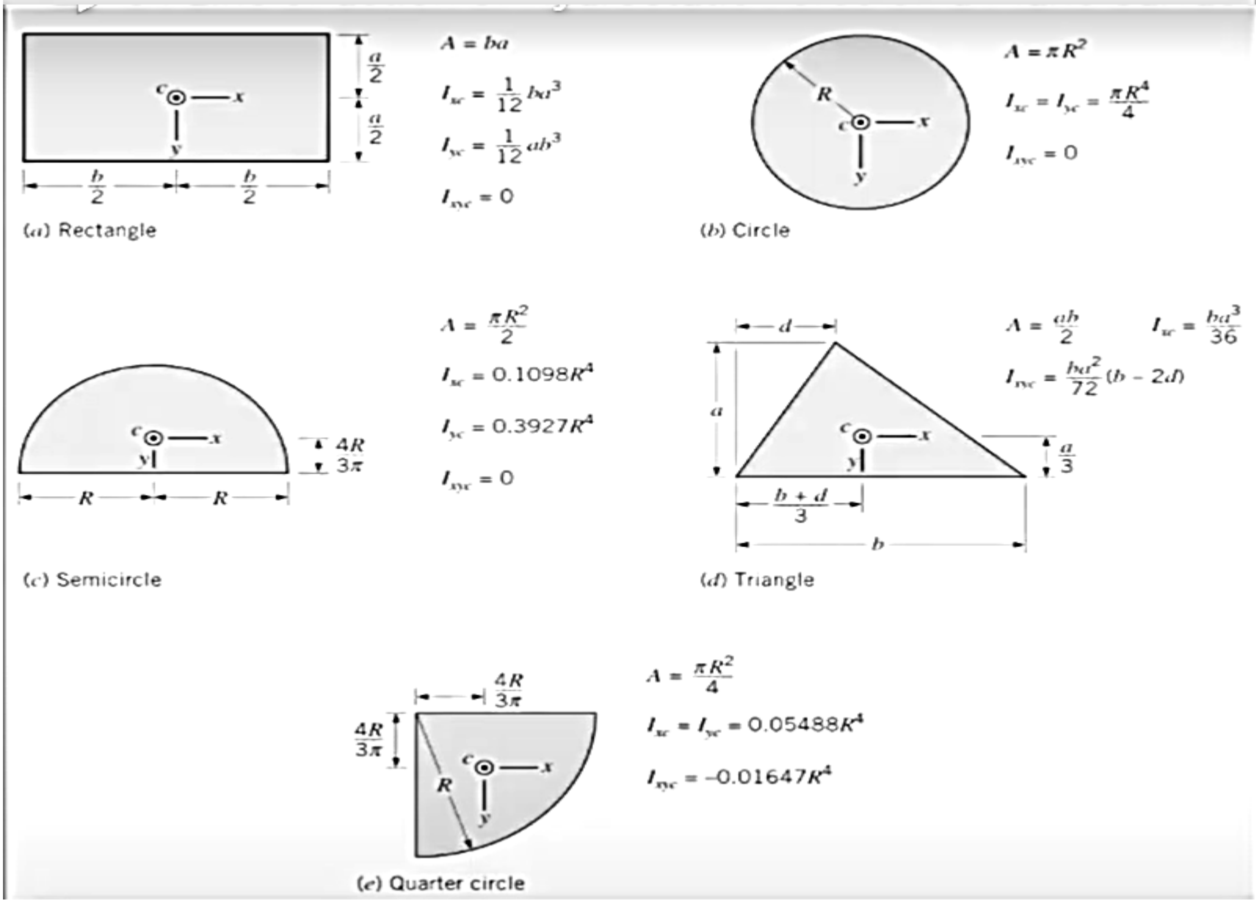
La surface AB est un arc circulaire d'un rayon de 2 m et d'une largeur de 1 m (perpendiculaire au plan). La distance EB est de 4 m. Le fluide au-dessus de la surface AB est de l'eau, et la pression atmosphérique prévaut à la surface libre de l'eau ainsi qu'à la face inférieure de la surface AB. Déterminer la magnitude et la ligne d'action de la force hydrostatique agissant sur la surface AB.

Exercise 04:

Soient deux portails carrés articulés qui ferment deux ouvertures dans un conduit relié à un réservoir d'eau ouvert à l'atmosphère. Lorsque la profondeur de l'eau, **h**, atteint 5 m, les deux portes s'ouvrent en même temps. Déterminer la masse **m** de la porte horizontale et la force horizontale **R**, agissant sur le portail vertical nécessaires pour maintenir les portails fermés. Le poids de la porte verticale est négligeable.




$A = \frac{bh}{2}$
$\bar{I}_{xx} = \frac{bh^3}{36}$
$A = \frac{\pi r^2}{2}$
$\bar{I}_{xx} = 0.110r^4$
$\bar{I}_{xx} = \frac{\pi r^4}{8}$
$A = bh$
$\bar{I}_{xx} = \frac{bh^3}{12}$
$A = \pi r^2$
$\bar{I}_{xx} = \frac{\pi r^4}{4}$
$A = 2.5981L^2$
$\bar{I}_x = 0.5127L^4$
$A = \pi ab$
$\bar{I}_{xx} = \frac{\pi a^3 b}{4}$

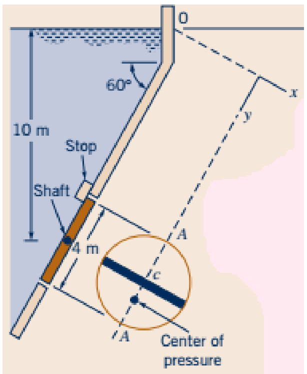

$A = ba$
$I_{xc} = \frac{1}{12} ba^3$
$I_{yc} = \frac{1}{12} ab^3$
$I_{xyc} = 0$
(a) Rectangle
$A = \pi R^2$
$I_{xc} = I_{yc} = \frac{\pi R^4}{4}$
$I_{xyc} = 0$
(b) Circle
$A = \frac{\pi R^2}{2}$
$I_{xc} = 0.1098R^4$
$I_{yc} = 0.3927R^4$
$I_{xyc} = 0$
(c) Semicircle
$A = \frac{ab}{2}$
$I_{xc} = \frac{ba^3}{36}$
$I_{xyc} = \frac{ba^2}{72}(b - 2d)$
(d) Triangle
$A = \frac{\pi R^2}{4}$
$I_{xc} = I_{yc} = 0.05488R^4$
$I_{xyc} = -0.01647R^4$
(e) Quarter circle

Fiche TD N⁰ 04

Exercise 01:

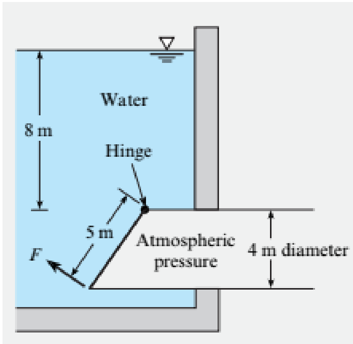
The 4 m diameter **circular gate** is located in the inclined wall of a large reservoir containing water (γ= 9810 N/m3). The gate is mounted on a shaft along its horizontal diameter, and the water depth is 10 m above the shaft.

- Determine (a) the magnitude and location of the resultant force exerted on the gate by the water and (b) the moment that would have to be applied to the shaft to open the gate.



Exercise 02:

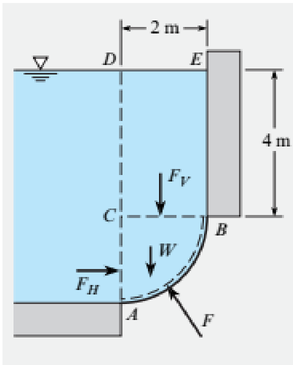
An **elliptical gate** covers the end of a pipe 4 m in diameter. If the gate is hinged at the top, what normal force F is required to open the gate when water is 8 m deep above the top of the pipe and the pipe is open to the atmosphere on the other side? Neglect the weight of the gate.



Exercise 03:

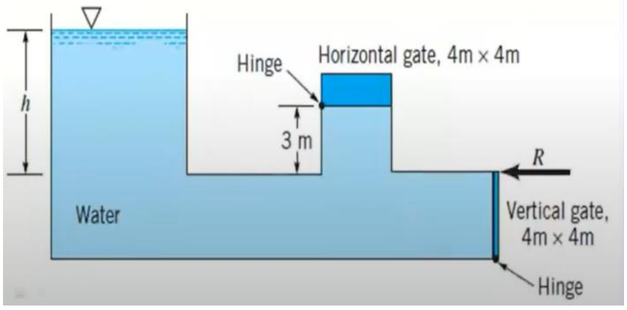
Surface AB is a **circular arc** with a radius of 2 m and a width of 1 m into the paper. The distance EB is 4 m. The fluid above surface AB is water, and atmospheric pressure prevails on the free surface of the water and on the bottom side of surface AB.

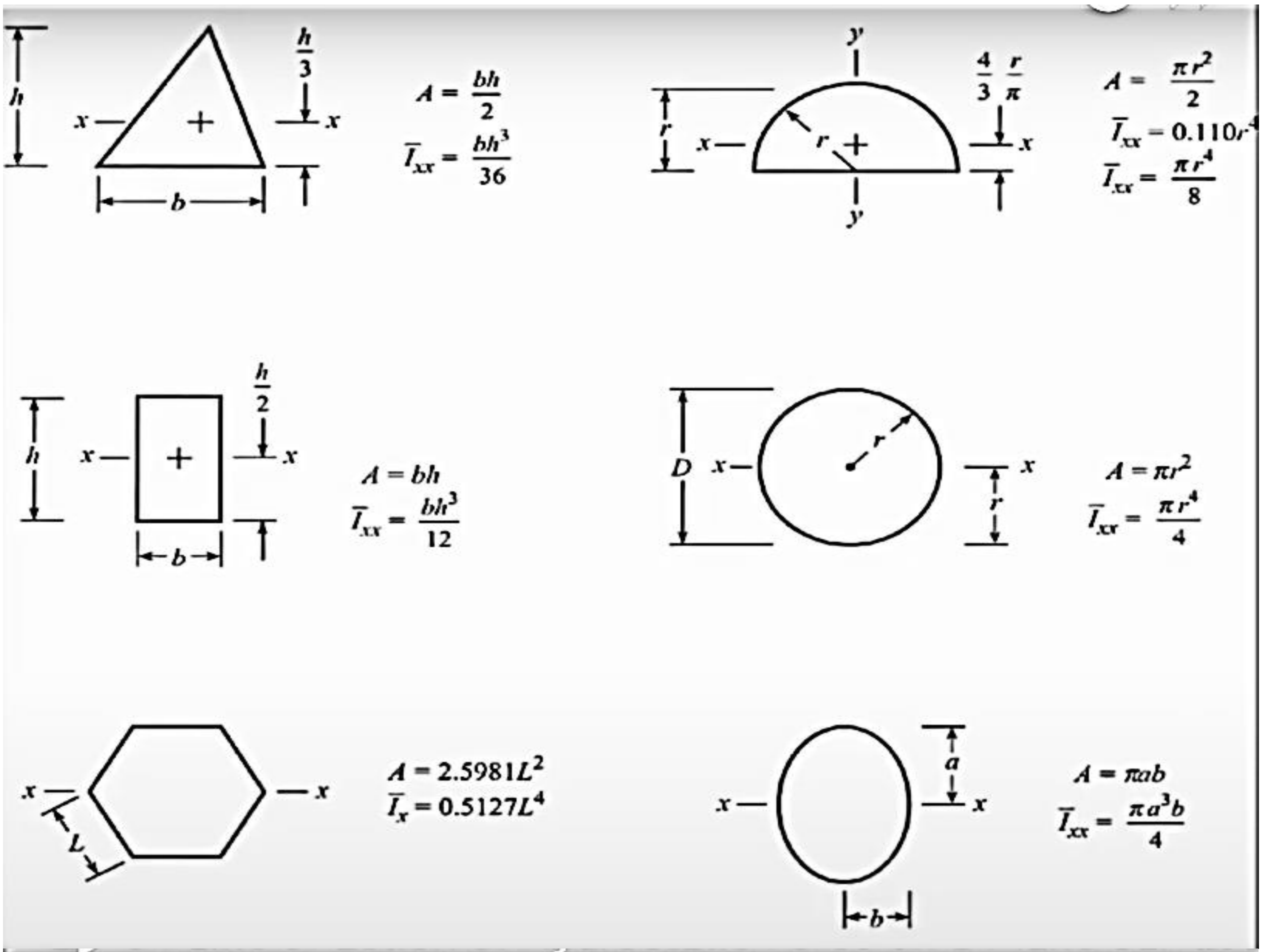
- Find the magnitude and line of action of the hydrostatic force acting on surface AB.

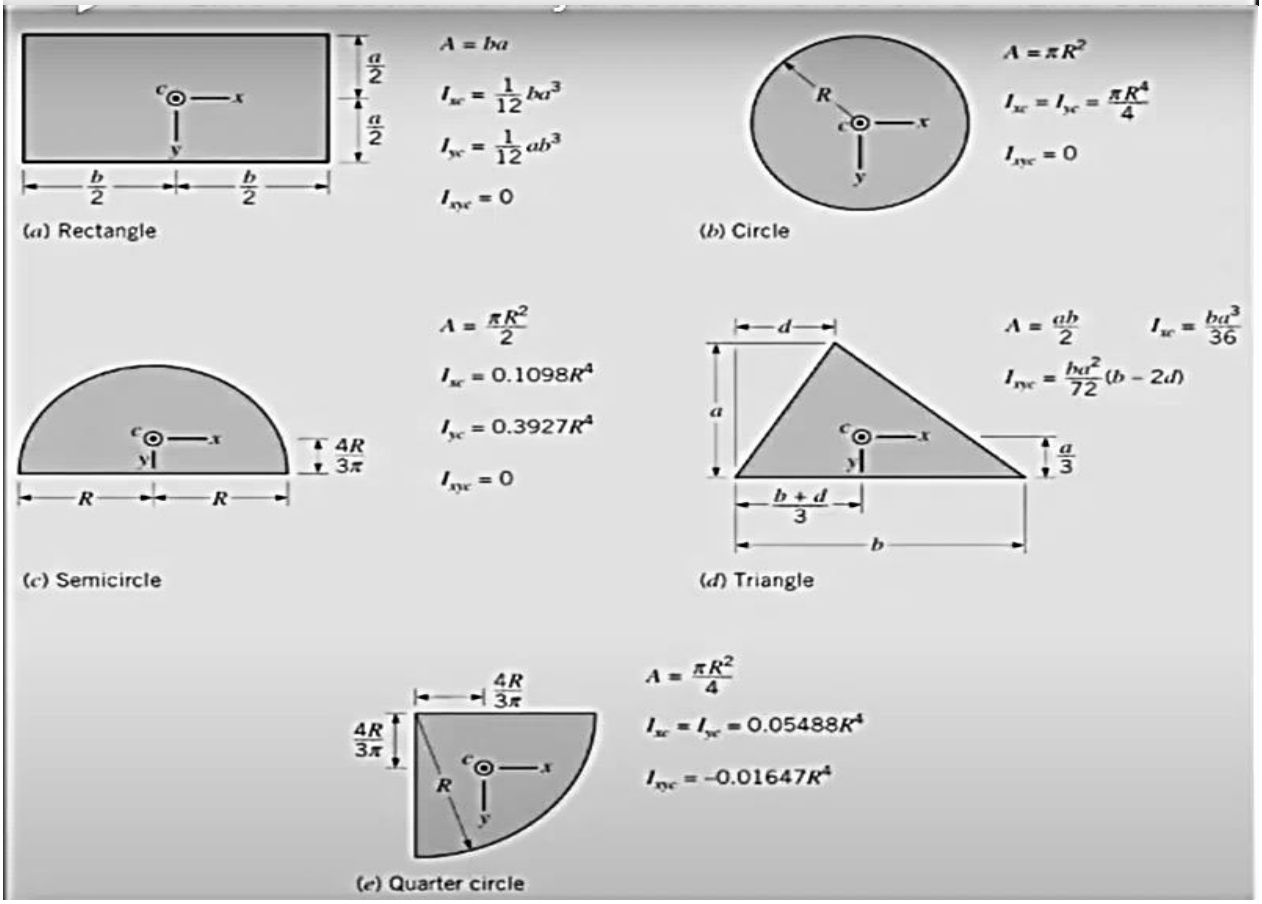


Exercise 04:

Let two square hinged gates close two openings in a conduit connected to a water reservoir open to the atmosphere. When the water depth, h, reaches 5 m, both gates open simultaneously. Determine the mass **m** of the horizontal gate and the horizontal force **R**, acting on the vertical gate, necessary to keep the gates closed. The weight of the vertical gate is negligible.



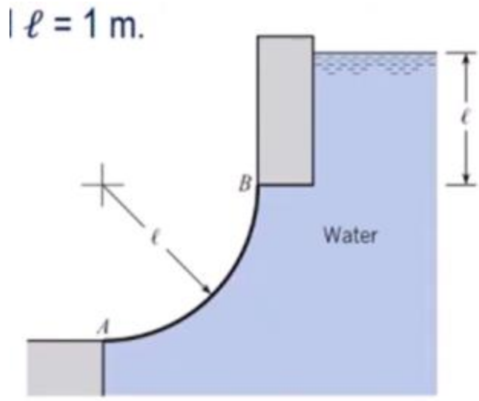

$A = \frac{bh}{2}$
$\bar{I}_{xx} = \frac{bh^3}{36}$
$\frac{h}{3}$
$A = \frac{\pi r^2}{2}$
$\bar{I}_{xx} = 0.110r^4$
$\bar{I}_{xx} = \frac{\pi r^4}{8}$
$\frac{4}{3}\frac{r}{\pi}$
$A = bh$
$\bar{I}_{xx} = \frac{bh^3}{12}$
$\frac{h}{2}$
$A = \pi r^2$
$\bar{I}_{xx} = \frac{\pi r^4}{4}$
$A = 2.5981L^2$
$\bar{I}_x = 0.5127L^4$
$A = \pi ab$
$\bar{I}_{xx} = \frac{\pi a^3 b}{4}$


$A = ba$
$I_{xc} = \frac{1}{12}ba^3$
$I_{yc} = \frac{1}{12}ab^3$
$I_{xyc} = 0$
(a) Rectangle
$A = \pi R^2$
$I_{xc} = I_{yc} = \frac{\pi R^4}{4}$
$I_{xyc} = 0$
(b) Circle
$A = \frac{\pi R^2}{2}$
$I_{xc} = 0.1098R^4$
$I_{yc} = 0.3927R^4$
$I_{xyc} = 0$
$\frac{4R}{3\pi}$
(c) Semicircle
$A = \frac{ab}{2}$
$I_{xc} = \frac{ba^3}{36}$
$I_{xyc} = \frac{ba^2}{72}(b - 2d)$
$\frac{b+d}{3}$
$\frac{a}{3}$
(d) Triangle
$A = \frac{\pi R^2}{4}$
$I_{xc} = I_{yc} = 0.05488R^4$
$I_{xyc} = -0.01647R^4$
$\frac{4R}{3\pi}$
(e) Quarter circle

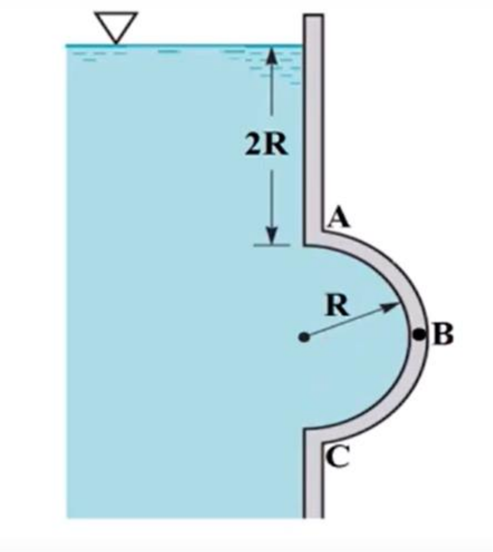
Fiche TD N^0 04 (suite)

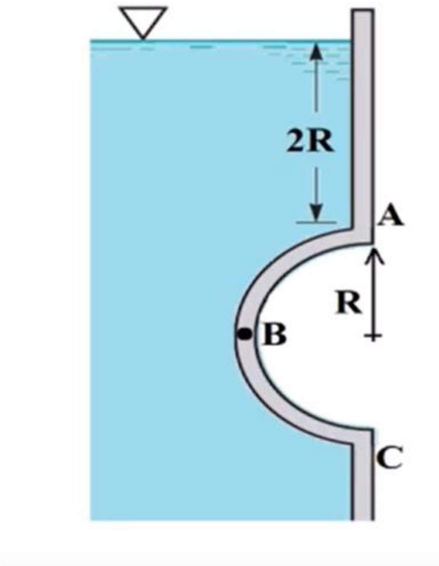
Exercice 01 **:**

Déterminez la magnitude et la ligne d'action (à partir du point A) des composantes horizontale et verticale des forces hydrostatiques agissant sur la surface courbée AB, qui est à 1 m normale à la page et ℓ=1 m.



Exercice 02:



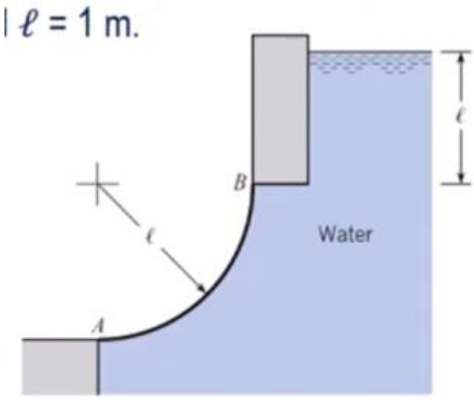


Les systèmes représentés ci-dessous montrent deux configurations où une paroi courbée semi-circulaire de rayon R=2 m est immergée dans un réservoir d'eau. La hauteur d'eau au-dessus du sommet de la paroi (point A) est égale à 2R=4 m et la largeur de la surface normale à la page est de 1 m. Trouvez la magnitude de la force résultante F et localisez sa ligne d'action pour les deux systèmes.

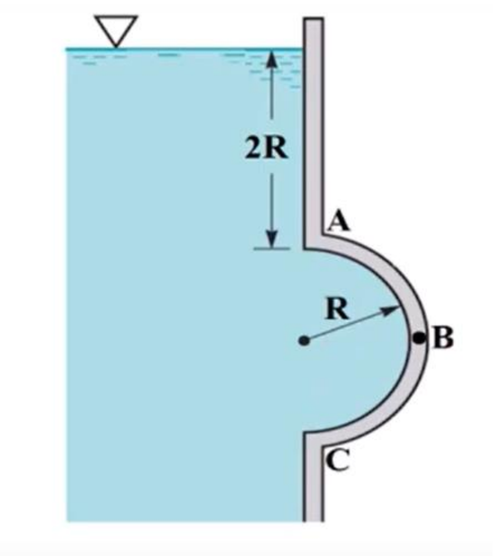
Fiche TD N^0 04 (Suite)

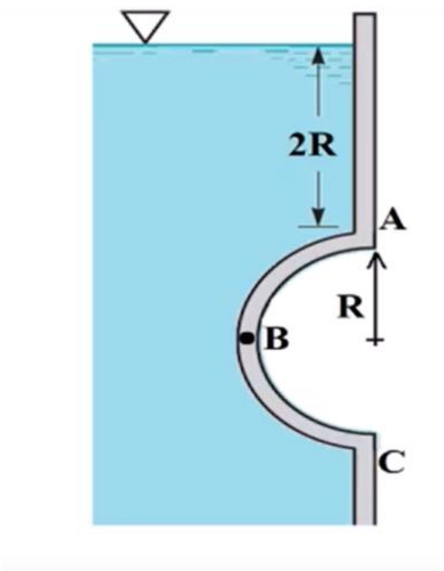
Exercise 01 :

Determine the magnitude and line of action (from point A) of the **horizontal** and **vertical** components of hydrostatic forces acting on the curved surface AB which is 1 m normal to the page and ℓ=1 m.



Exercise 02:

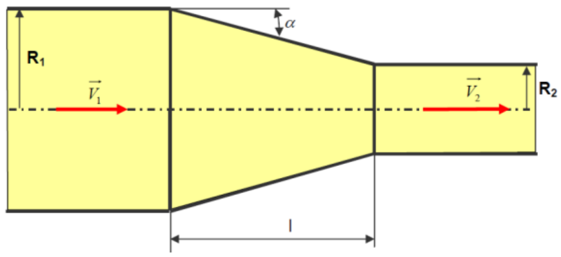




The systems shown below illustrate two configurations where a semi-circular curved wall with a radius R=2 m is submerged in a water reservoir. The water height above the top of the wall (point A) is 2R=4 m, and the width of the surface normal to the page is 1 m. Find the magnitude of the resultant force FFF and locate its line of action for both systems.

Fiche TD N^0 04

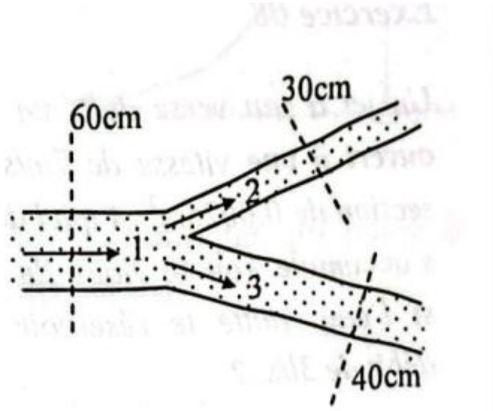
Exercise 01 :



On veut accélérer la circulation d'un fluide parfait dans une conduite de telle sorte que sa vitesse soit multipliée par 4. Pour cela, la conduite comporte un convergent caractérisé par l'angle α (schéma ci-dessus).

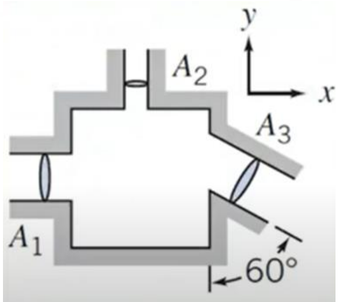
1) Calculer le rapport des rayons (R_1/R_2).
2) Calculer (R_1 - R_2) en fonction de L et α. En déduire la longueur L. (R_1 = 50 mm, α = 15°).

Exercise 02:



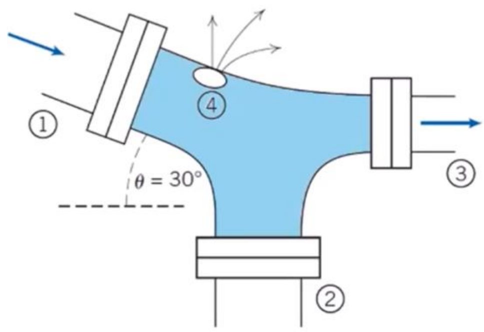
Une conduite de 60cm de diamètre se subdivise en deux branches 40 et 30cm de diamètre. Si le débit d'écoulement d'eau dans la conduite principale est de 1,5m^3/s et la vitesse moyenne dans la conduite de 30cm de diamètre est de 7,5m/s. déterminer le débit volumique, le débit massique et la vitesse moyenne dans la conduite de 40cm

Exercise 03:



Considérer l'écoulement stationnaire (permanant) d'un fluide avec une densité de ρ=1050 kg/m^3. Les valeurs suivantes sont données : A_1=0,05 m^2, A_2=0,01 m^2 et A_3 =0,06m^2, V_1=4 m/s, V_2=8m/s. Déterminer la vitesse les composante de V_3.

Exercise 4:



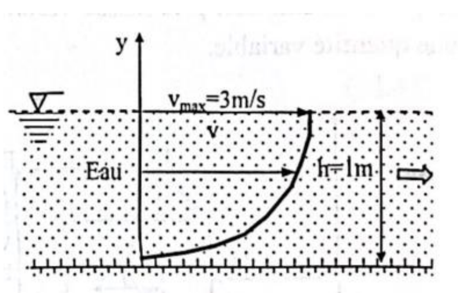
Jonction de tuyaux montrée dans le diagramme. Les aires sont : A_1=0,2 m^2, A_2=0,2 m^2 et A_3=0,15 m^2. De plus, du fluide est perdu par un trou en 4, estimé à un débit de 0,1 m^3/s. Les vitesses moyennes aux sections 1 et 3 sont V_1=5 m/s et V_3=12 m/s respectivement. Trouver la vitesse à la section 2.

Exercise 5:

L'air circule dans une conduite de 3 cm de diamètre à 20°C, 200KPa, M=29g/mol et 20m/s. Trouver le débit massique

Exercise 06:

L'eau coule dans un canal rectangulaire de 2m de largeur comme l'indique la figure. La surface libre se trouve à h=1m du fond du canal.



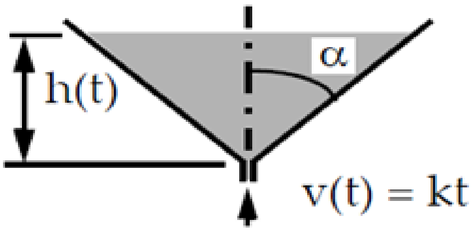
La répartition de vitesse le long d'une section d'écoulement est donnée par :

$$v = v_{max}\left(\frac{y}{h}\right)^{1/2} \qquad \textit{Avec: } v_{max}=3\ m/s$$

Trouver: le débit volumique, le débit massique et la vitesse moyenne

Exercise 07:

Un liquide incompressible parfait entre par le bas d'un cône à une vitesse qui augmente avec le temps : v(t)=kt. Déterminez l'expression de l'augmentation de la hauteur h(t) au cours du temps.

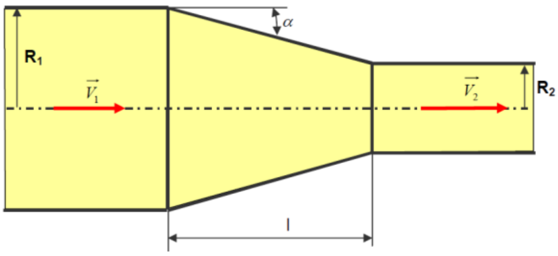


Indications :

- Le liquide entre dans le cône par un trou de diamètre d.
- La condition initiale est h=0 à t=0.

Fiche TD N^0 05

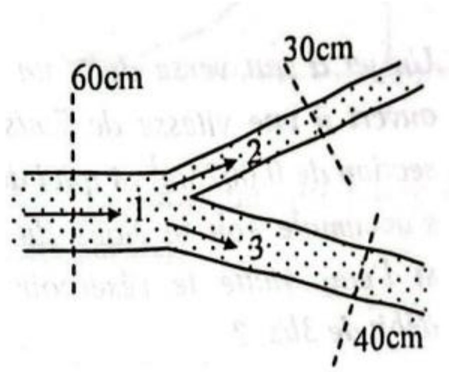
Exercice 01 :



We want to accelerate the flow of an ideal fluid in a pipe such that its velocity is multiplied by 4. To achieve this, the pipe includes a converging section characterized by the angle α (diagram above).

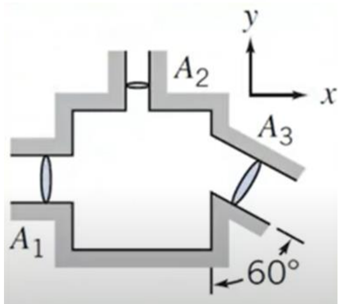
1) Calculate the ratio of the radii (R_1/R_2).
2) Calculate (R_1 - R_2) as a function of L and α. From this, deduce the length L. (R_1 = 50 mm, α = 15°)

Exercice 02:



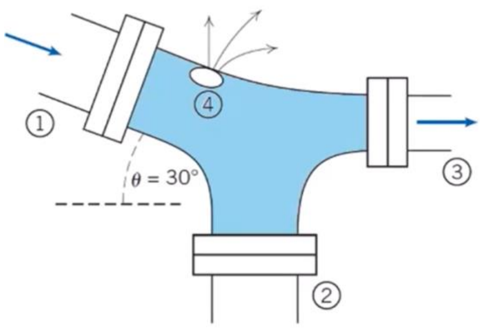
A pipe with a diameter of 60 cm splits into two branches with diameters of 40 cm and 30 cm. If the flow rate of water in the main pipe is 1.5 m³/s and the average velocity in the 30 cm diameter pipe is 7.5 m/s, determine the volumetric flow rate, the mass flow rate, and the average velocity in the 40 cm diameter pipe.

Exercice 03:



Consider the steady (permanent) flow of a fluid with a density of ρ=1050 kg/m^3. The following values are given: A_1=0,05 m^2, A_2=0,01 m^2 and A_3=0,06m^2, V_1=4 m/s, V_2=8m/s.. Determine the velocity components.

Exercice 04:



Pipe joint shown in the diagram. The areas are : A_1=0,2m^2, A_2=0,2m^2 and A_3=0,15m^2 . in addition, fluid is lost out of a hole at 4, estimated at a rate of 0,1m/s. the average speeds at sections 1 and 3 are V_1=5m/s and V_3=12m/s, respectively. Find the velocity at section 2.

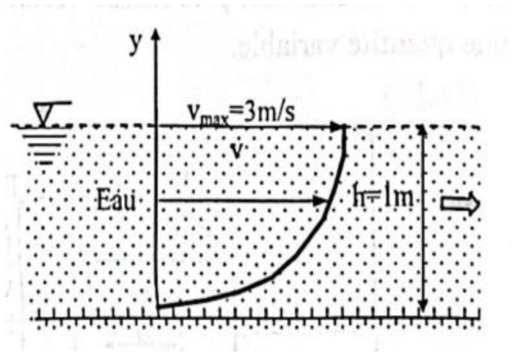
Exercice 05:

Air flows through a pipe with a diameter of 3 cm at 20°C, 200 kPa, M=29g/mol and 20 m/s. Find the mass flow rate

Exercice 06:

Water flows in a rectangular channel with a width of 2 m as shown in the figure. The free surface is located at h=1 m from the bottom of the channel. The velocity distribution along a flow section is given by:

$$v = v_{max}\left(\frac{y}{h}\right)^{1/2} \quad \textit{Avec: } v_{max}=3\ m/s$$

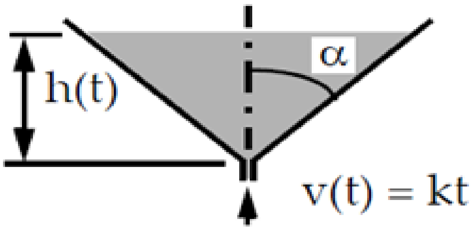


Find: the volumetric flow rate, the mass flow rate, and the average velocity.

Exercice 07:

A perfect incompressible liquid enters through the bottom of a cone at a velocity that increases with time: **v(t)=k t**. Determine the expression for the increase in height **h(t)** over time. Indications:

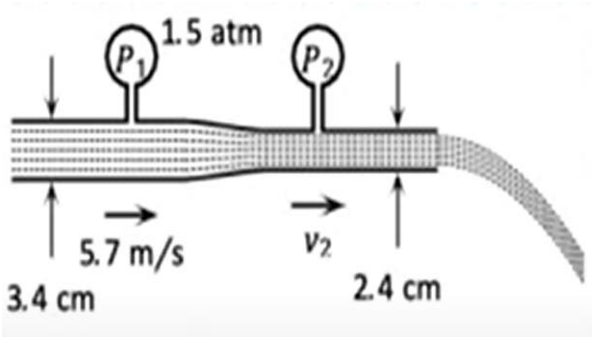
-The liquid enters the cone through a hole with diameter d.
-The initial condition is **h=0** at **t=0**.



Fiche TD N^0 06

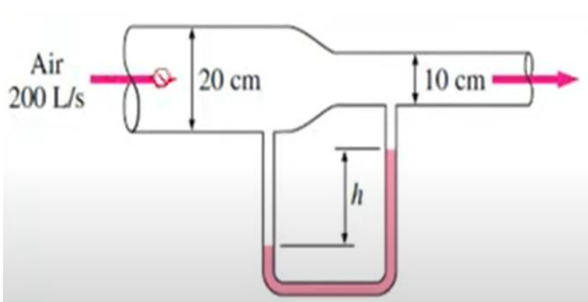
Exercise 01 :

Water flows steadily at speed of 5,7 m/s through a horizontal pipe of diameter 3,4 cm. The gauge pressure P_1 of the water in the pipe is 1,5 atm. A short segment of the pipe is related to a smaller diameter of 2,4 cm.
What is the gauge pressure P_2 of the water flowing through the constricted segment? P_{atm}= 1,013.10 ^{5} Pa. ρ_{water} = 1000 kg/m^3. The viscosity of water is negligible.



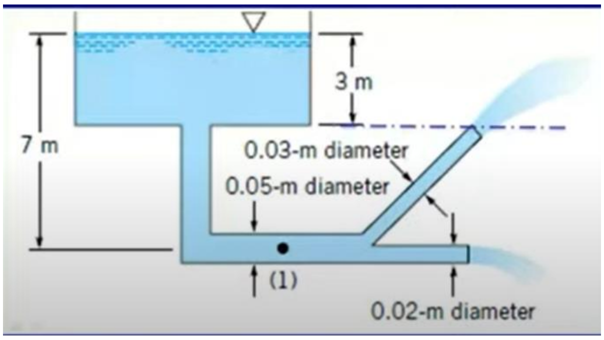
Exercise 02 :

Air flows through a pipe with a flow rate of 200 L/s. The pressure difference between the two sections of the pipe is measured by a water manometer. Neglecting friction, determine the elevation *h* in the manometer. ρ_{water} = 1000 kg/m^3, ρ_{air} =1,225 kg/m^3



Exercise 03 :

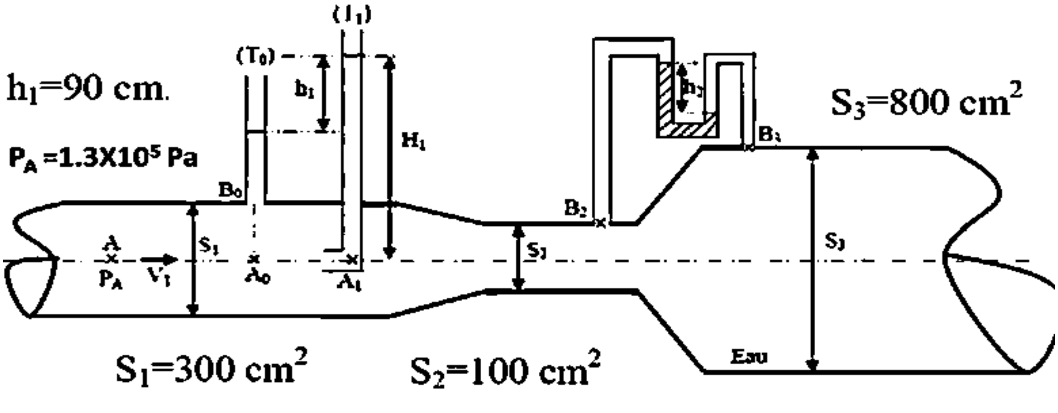
Water flows from a large reservoir open to the atmosphere. Losses are neglected. The flow splits into two pipes and discharges into the atmosphere. Determine the flow rate and the pressure at point 1.



Exercice 04 :

Consider the flow of water in the following pipe.

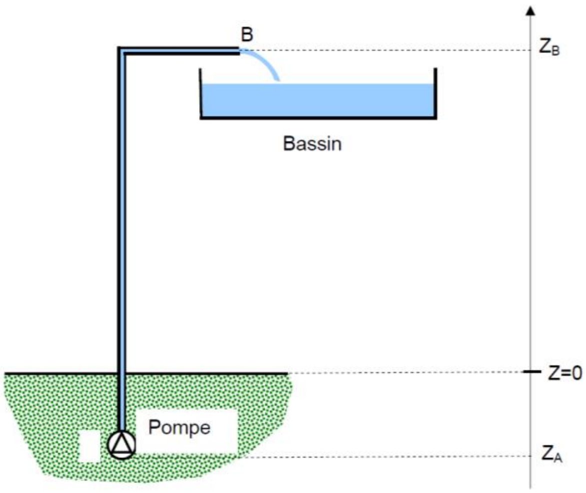
1- Calculate the velocity V_1 (outside the region A_1) and the flow rate.
2- Calculate the water height (h_1) in the Pitot tube.
3- Express and calculate the mercury height h_2 in the differential manometer as a function of Q_v,g,S_2,S_3,ρ and ρ_{Hg}



Fiche TD N^0 06 (Suite)

Exercice 01 :

On désire remplir un bassin en pompant de l'eau à partir de la nappe phréatique. Pour cela, on utilise une pompe immergée qui aspire l'eau à partir du point A, situé à une altitude Z_A=-26 m. La pression au point A est P_A=2 bar. L'eau refoulée par la pompe est ensuite acheminée dans une conduite de section circulaire et de diamètre intérieur d=31 mm. L'eau est évacuée avec un débit volumique Qv= 2772l/h par le point B situé à une altitude Z_B=30 m. On admet que la pression au point B est P_B=1 bar. Le rendement de la pompe est η=80%. On suppose que :



- le fluide est parfait,
- la vitesse d'aspiration est égale à la vitesse de refoulement (V_A=V_B=V).

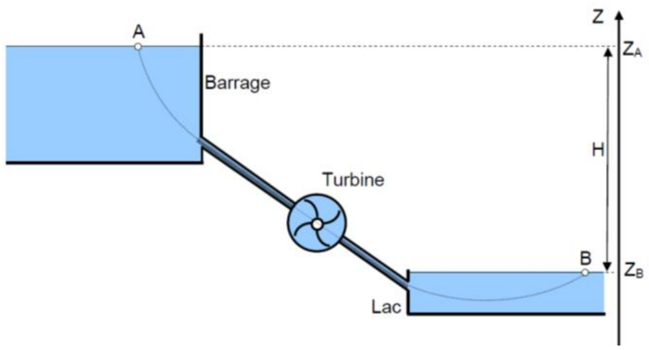
On donne :ρ=1000 kg/m^3,g=9,81 m/s^2.

1) Calculer le débit massique Qm de la pompe.
2) Quelle est la vitesse d'écoulement V de l'eau ?
3) En appliquant le théorème de Bernoulli, déterminer la puissance nette $P_{méc}$ fournie par la pompe.
4) Calculer la puissance électrique consommée $P_{eléc}$.

Exercice 2 :

Une conduite cylindrique amène l'eau d'un barrage (dont le niveau Z_A est maintenu Constant) dans une turbine.

On branche à la sortie de la turbine une canalisation évacuant l'eau vers un lac. Le niveau Z_B de la surface libre du lac est supposé constant. Le débit massique traversant la turbine est Q_m=175 kg/s.

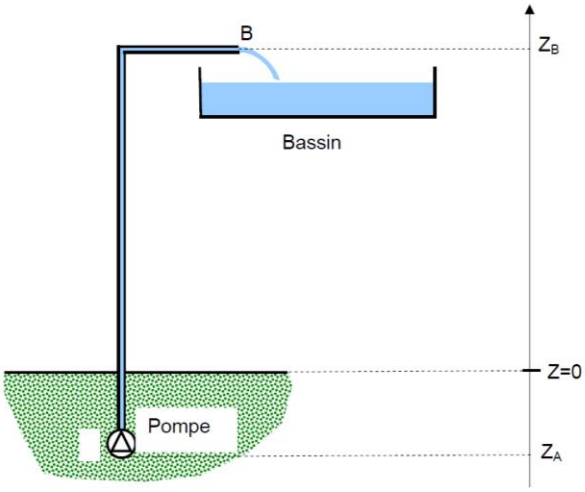


On donne : g= 9,8 m/s^2 et H =(Z_A-Z_B)=35 m.

1) En appliquant le théorème de Bernoulli, déterminer la puissance utile Pu développée dans la turbine. 2) Calculer la puissance récupérée sur l'arbre de la turbine si son rendement global est η=70%.

Fiche TD N^0 06 (Suite)

Exercise 01 :

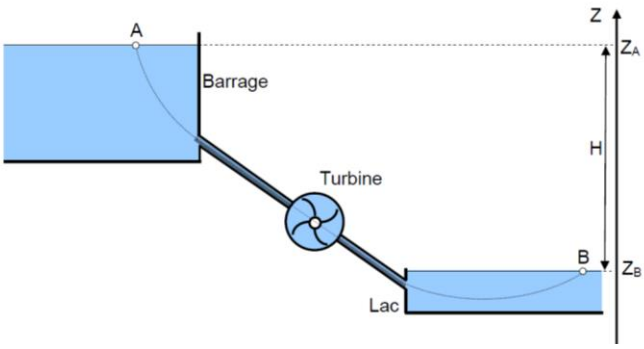


We want to fill a basin by pumping water from the water table. To do this, a submersible pump is used to draw water from point A, located at an altitude ZA=−26 m. The pressure at point A is P_A=2 bar. The water discharged by the pump is then conveyed through a circular pipe with an internal diameter d=31 mm. The water is evacuated with a volumetric flow rate Q_v=2772 L/h at point B, located at an altitude Z_B=30 m. It is assumed that the pressure at point B is P_B=1 bar. The pump efficiency is η=80%.

We assume that: The fluid is ideal and the suction velocity equals the discharge velocity (V_A=V_B=V). Given: ρ=1000 kg/m^3 and g=9.81m/s^2.

1. Calculate the mass flow rate Q_m of the pump.
2. What is the flow velocity V of the water?
3. By applying Bernoulli's theorem, determine the net mechanical power P_{mec} delivered by the pump.
4. Calculate the electrical power consumption P_{ele}.

Exercise 02 :



A cylindrical pipe transports water from a dam (where the level Z_A is maintained constant) to a turbine. At the turbine outlet, a pipe discharges the water into a lake, where the surface level Z_B is assumed to be constant. The mass flow rate through the turbine is Q_m=175 kg/s. Given: g=9.8 m/s^2 and H=(Z_A−Z_B)=35 m

1. Using Bernoulli's theorem, determine the useful power Pu developed by the turbine.
2. Calculate the power recovered on the turbine shaft if its overall efficiency is η=70%.