



Série de TD 01 – Propriétés des fluides

Exercice 01

La masse volumique de l'eau pure à l'état liquide varie relativement en fonction de la température. La table ci-dessous montre sa variation en fonction de la température dans la gamme de 5 à 20 C :

Table 1. Variation de la masse volumique de l'eau en fonction de la température.

Température (C)	05	10	15	20
Masse volumique (kg/m ³)	999.9635	999.7004	999.0986	998.2054

1. Etablir une expression polynomiale de troisième ordre permettant de déterminer la masse volumique de l'eau pure en fonction de la température.
2. Déterminer une valeur approximative de la température de l'eau à 15.56 C.

Exercice 02

Les pétroles bruts sont classés d'après les normes internationales selon leur degrés API (American Petroleum Institut) en pétroles légers, moyens, lourds ou extra-lourds. Les raffineurs recherchent principalement les pétroles plus légers, car ceux-ci permettent d'obtenir directement des coupes légères à haute valeur ajoutée (telles que le diesel, l'essence et le naphta). Le degré API est une fonction en équivalence avec la densité des pétroles par rapport à l'eau à 60 F défini comme suit :

$$API = \frac{141.5}{d(60F)} - 131.5$$

Selon le degré API la classification du pétrole brut est montrée dans la table 2.

Table 2. Classification de pétrole selon le API.

Classification	Degré API
Pétrole léger	>31.1
Pétrole moyen	22.3 à 31.1
Pétrole lourd	10 à 22.3
Pétrole extra-lourd	< 10

Sachant que la masse volumique du pétrole algérien est d'environ 827.6 kg/m et sa viscosité cinématique est d'environ 4.6 cSt,

1. Quelle est la qualité de ce pétrole ?
2. Calculer son poids volumique.
3. Calculer sa viscosité dynamique en Poise (Po) et en Poiseuille (PI).

Donnée : $T (C) = \frac{5}{9}(T (F) - 32)$.

Exercice 03

Deux plaques fixe et mobile sont séparées d'une distance de 0.5 mm. La plaque mobile se déplace à une vitesse de 0.25 m/s parallèlement à la plaque fixe et nécessite une force par unité de surface de 2 Pa pour se maintenir en mouvement.

- Déterminer la viscosité du fluide entre les deux plaques.

Exercice 04

Un arbre de 15 cm de diamètre tourne à la vitesse de 1800 tr/mn à l'intérieur d'un palier de 15.05 cm de diamètre et de 30 cm de longueur. L'espace uniforme entre les deux est rempli d'huile de viscosité $\mu = 0,018 \text{ g/(m.s)}$.

- Calculer la puissance requise pour vaincre les résistances dues à la viscosité au niveau de l'arbre.

Exercice 05

Pour mesurer la viscosité du carboxy méthyl cellulose (1% CMC), un rhéomètre rotatif RheolabQC couplé au logiciel Rheoplus a été utilisé, ce qui a permis d'enregistrer le rhéogramme contrainte de cisaillement en fonction du taux de cisaillement montré dans la table 3. La température a été maintenue constante aux conditions normales.

Table 3. Contrainte de cisaillement en fonction du taux de cisaillement.

$\dot{\gamma}$ (s^{-1})	1	100	200	300	400	500	600	700	800
τ (Pa)	8.359	52.741	69.593	81.847	91.828	100.40	107.99	114.86	121.16

1. Tracer le graphe $\tau = f(\dot{\gamma})$. En déduire la rhéologie du fluide.
2. La viscosité du 1% CMC suit en effet une loi de puissance selon le modèle d'Ostwald-de Waele. Tracer le graphe $\log \tau = f(\log \dot{\gamma})$ puis déterminer le coefficient de constance m et l'indice de comportement n .

Exercice 06

Pour préparer un mélange diluer en eau-alcoolisée, on mélange 23 litres d'eau pure avec 1.3 litres d'alcool. Si les masses volumiques de l'eau et de l'alcool sont respectivement 1000 kg/m^3 et 800 kg/m^3 .

- Calculer la masse volumique et la densité du mélange obtenu.

Exercice 07

Pour une application de refroidissement d'un équipement électronique, une suspension nanométrique (nanofluide) hybride composée de nanoparticules d'alumine (Al_2O_3) et d'oxide de cuivre (CuO) est préparée à l'aide de l'agitation ultrasonique. Pour ce faire, deux volumes : 3.015 cm^3 en Al_2O_3 et 2.01 cm^3 de CuO sont suspendus dans 1 litre d'eau pure. Les propriétés physiques de chaque espèce de la suspension sont montrées dans la table 4.

Table 4. Propriétés physiques des constituants de la suspension.

Substance	Masse volumique (kg/m^3)	Viscosité dynamique (Pa.s)
Eau pure	997.1	0.001003
Alumine (Al_2O_3)	3970	—
Oxide de cuivre (CuO)	6500	—

- Calculer la masse volumique et la viscosité dynamique de la suspension.