UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Licence L2 - Mécanique des Fluides
$1^{\text{ère}}$ session 2020-2021 – Durée : 2h00
Responsable : L. Blanchard
Eléments de correction

Exercice n°1 – Balle de tennis : 10 pts

1) La valeur moyenne de $D = 65.09$ mm.
L'incertitude absolue : $\Delta D = \pm 1.59$ mm $= 3.18$ mm.
L'incertitude relative est $\frac{\Delta D}{D} = \pm 2.44\% = 4.89\%$. .... **[0.5]**

2) Le poids d'une balle de tennis : $mg = 0.569$ N .... **[0.5]**

3) La vitesse : $v = 100$ km/h $= 27.78$ m.s^{-1}.
Ecriture de Bernoulli (cf Cr).
La pression au point d'arrêt sur la sphère : $p_{eAR} = \frac{1}{2}\rho v^2 = 478.4$ Pa. .... **[2]**

4) Le nombre de Reynolds moyen relatif à l'écoulement autour de la sphère est :

$$\mathcal{R} = \frac{vD}{\nu} = 120\,537$$

L'incertitude relative sur $\mathcal{R}$ s'exprime à partir de l'unique incertitude sur D :

$$\frac{\Delta\mathcal{R}}{\mathcal{R}} = \frac{\Delta D}{D} = \pm 2.44\% = 4.89\%$$

.... **[2]**

5) Pour positionner correctement 120 537, on calcule $\log(120\,537) = 5.081$.
Pour la sphère lisse on a (précisément) : $C_x = 10^{-0.24} = 0.571$;
Pour la sphère rugueuse on a (précisément) : $C_x = 10^{-0.73} = 0.186$. .... **[1.5]**

6) La force de trainée sur chacune de ces 2 sphères est :

$$T = \frac{1}{2}\rho S C_x v^2 = p_{eAR} S C_x \qquad \text{avec} \qquad S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Pour la sphère lisse : $T = 0.909$ N, pour la sphère rugueuse $T = 0.296$ N. .... **[1.5]**

7) En ne considérant que l'erreur sur D, l'erreur sur T s'exprime par :

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta S}{S} = 2\frac{\Delta D}{D} = \pm 4.89\ \% = 9.77\ \%$$

– Pour $T = 0.909$ N : $\Delta T = 0.044$ N, $T_{Max} = 0.9534$ N, $T_{min} = 0.8645$ N ;
– Pour $T = 0.296$ N : $\Delta T = 0.014$ N, $T_{Max} = 0.3106$ N, $T_{min} = 0.2816$ N.
.... **[2]**

Exercice n°2 – Porte et réservoir : 10 pts

1) p_i désignant la pression absolue en i, $p_i - p_a$ désigne la pression effective en i.

$$\begin{aligned}
p_1 = p_a + \rho' g h' \quad &\Longrightarrow \quad p_1 - p_a = \rho' g h' = 22073 \text{ Pa}\\
p_3 = p_1 + \rho g h \quad &\Longrightarrow \quad p_3 - p_a = \rho g h + \rho' g h' = 61313 \text{ Pa}\\
p_2 = p_1 + \rho g (h-a) \quad &\Longrightarrow \quad p_2 - p_a = \rho g (h-a) + \rho' g h' = 37769 \text{ Pa}
\end{aligned}$$

.... **[1.5]**

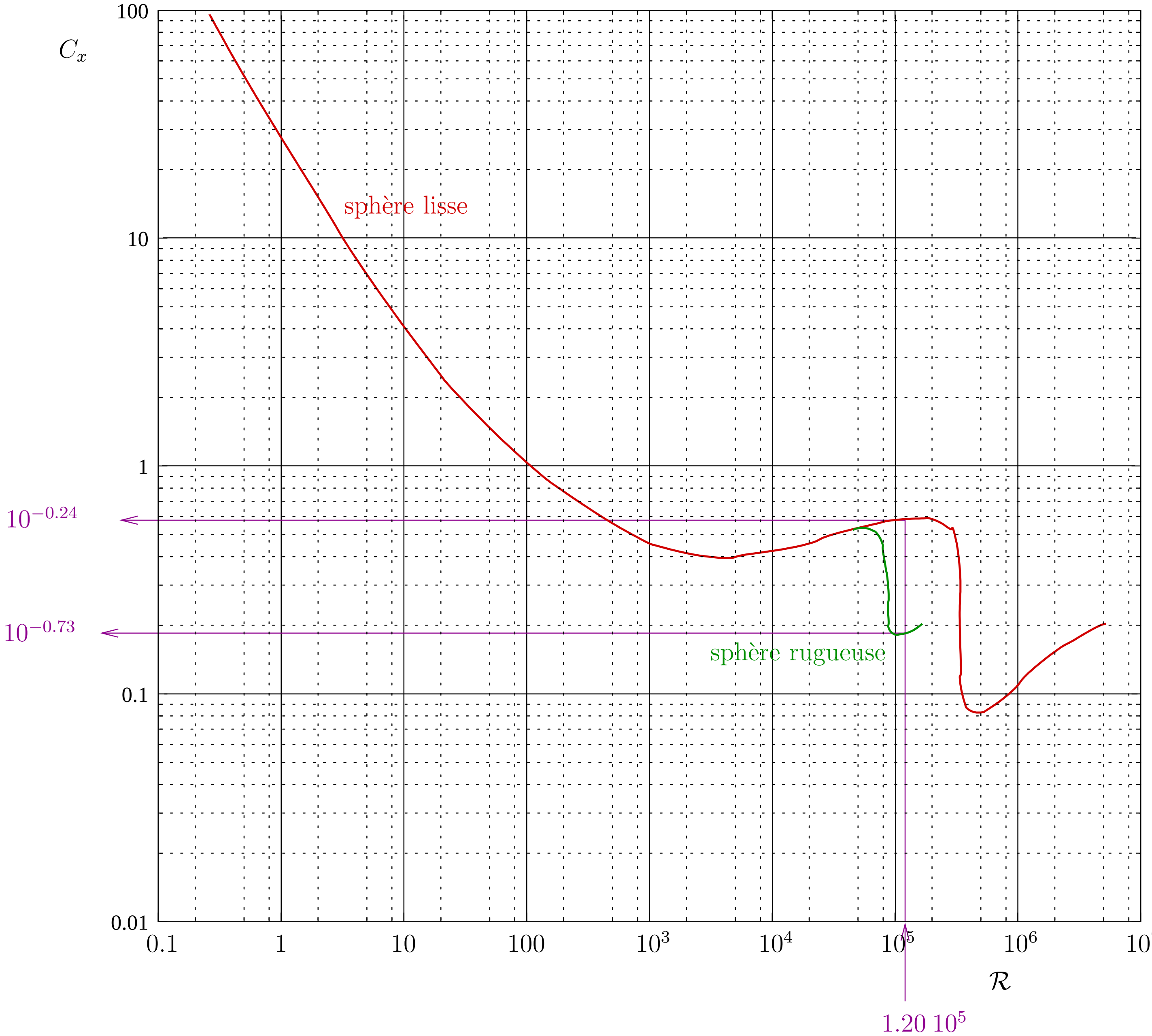


FIG. 1 – Evolution du coefficient de trainée C_x d'une sphère en fonction du nombre de Reynolds $\mathcal{R}$.

2) cf dessin .... **[1.5]**

3)

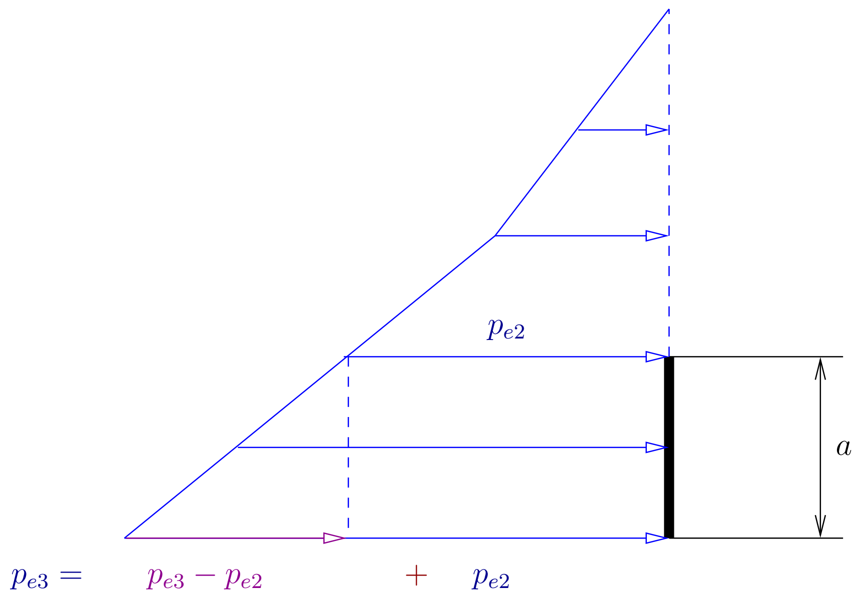
$$\begin{cases} F &= (p_2 - p_a)ab = 145031 \text{ N} \\ P &= \frac{1}{2}(p_3 - p_2)ab = 45204 \text{ N} \end{cases}$$

soit une force globale de $F + P = 190236$ N.

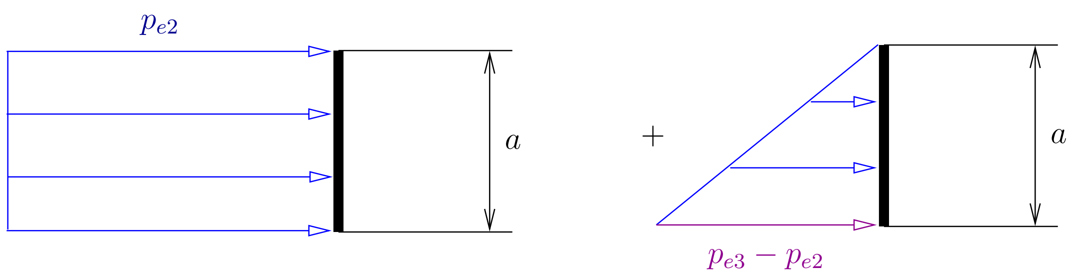
Le point d'application de cette force globale sera situé logiquement entre $\frac{a}{3}$ et $\frac{a}{2}$ et positionné par :

$$(F+P)c = F\frac{a}{2} + P\frac{a}{3} \quad \Longrightarrow \quad \frac{c}{a} \approx 0.460 \in [0.33; 0.50] \quad \Longrightarrow \quad c = 1.10 \text{ m}$$

.... **[7]**



La force répartie sur la porte



Ce qui équivaut à des forces ponctuelles positionnées tel que :