

DM15 – Thermodynamique

Correction

Exercice 1 – Coups de pompe

1. En appliquant la loi des GP, on trouve immédiatement

$$\boxed{V_m = \frac{V}{n} = \frac{RT}{P}}$$

A.N. : Sous (1 bar, 298 K), on trouve $V_m \approx 24,8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2. On applique la loi des GP à l'air contenu dans le pneu :

$$P_0V = n_0RT_0, \quad \text{d'où} \quad \boxed{n_0 = \frac{P_0V}{RT_0}}$$

A.N. : $n_0 = 0,10 \text{ mol}$.

3. On fait de même pour l'air contenu dans la pompe :

$$\boxed{n_p = \frac{P_0V_p}{RT_0}}$$

4. Puisque tout l'air de la pompe est injecté dans le pneu, on a après le premier coup de pompe

$$P_1 = \frac{(n_0 + n_p)RT_0}{V} = P_0 \left(1 + \frac{V_p}{V} \right).$$

Après k coups de pompe, on a

$$\boxed{P_k = P_0 \left(1 + k \frac{V_p}{V} \right)}$$

5. Après N coups de pompe, la pression dans le pneu atteint P_f , d'où

$$P_f = P_0 \left(1 + N \frac{V_p}{V} \right), \quad \text{soit} \quad \boxed{N = \frac{V}{V_p} \left(\frac{P_f}{P_0} - 1 \right)}$$

A.N. : $N = 25$.

6. Le piston est soumis à la force de pression du gaz comprimé à la pression P_f , à la force de pression de l'air extérieur et à la force de l'opérateur, d'où dans le cas limite

$$F + P_0S - P_fS = 0, \quad \text{avec} \quad S = \pi \frac{d^2}{4}, \quad \text{d'où} \quad \boxed{F = (P_f - P_0)\pi \frac{d^2}{4}}$$

A.N. : $F = 0,35 \text{ kN}$: c'est le poids d'une masse de 36 kg.

La force à appliquer augmente avec le carré du diamètre : pour une pompe de 5 cm de diamètre, la force à appliquer serait équivalente au poids d'une masse de 100 kg ce qui ne permet pas à tout le monde d'actionner la pompe. Plus la pompe est large, plus la force à appliquer est importante, jusqu'à ne plus pouvoir être actionnée à la main.

7. La présence d'un volume mort, dû à la présence de connecteurs etc. explique cette limite. À chaque coup de pompe, tout l'air de la pompe n'est pas injecté dans le pneu et il arrive un moment où l'air dans la pompe ne peut atteindre une pression suffisante pour injecter l'air dans le pneu.