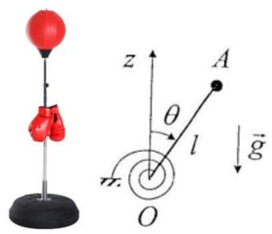
On modélise un punching ball par une masse $m$ repérée par le point $A$. $A$ est relié à une tige de masse négligeable, de longueur $l$ solidaire du point $O$. L'énergie potentielle de $A$ est la somme :



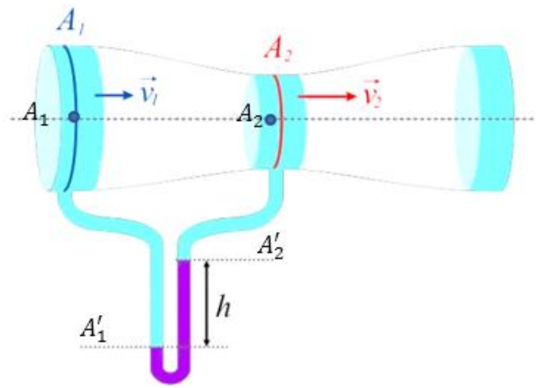

- D'une énergie potentielle de pesanteur
- D'une énergie potentielle élastique $E_{pl} = \frac{1}{2}k\theta^2$ traduisant la force de rappel avec $k$ constante

1) Donner l'expression de l'énergie potentielle totale du système.

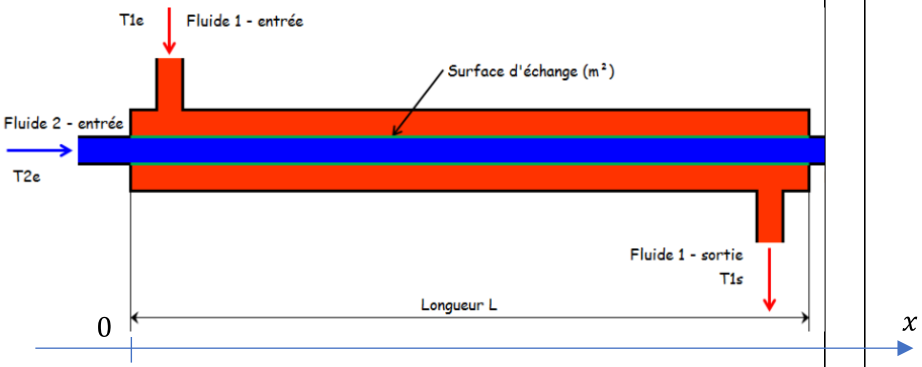
2) On se place dans l'approximation des petits angles. Donner une condition reliant $k, m, g, l$ pour $\theta_{eq} = 0$ soit une position d'équilibre stable.

3) Déterminer la vitesse maximale d'éjection de l'air (assimilé à un gaz parfait) entrant à vitesse nulle dans une tuyère à la pression $P_e = 10\ bar$ et à la température $T_e = 400K$. Le gaz sort à la pression $P_s = 1{,}00\ bar$. L'écoulement horizontal et stationnaire est considéré adiabatique et réversible. On donne $10^{1/3} \approx 2$, le coefficient isentropique $\gamma = 1{,}5$ et la capacité thermique massique de l'air à pression constante $c_p = 1000 J.K^{-1}.kg^{-1}$

4) On note $S_{A_1}$ et $S_{A_2}$ les sections d'un tube de Venturi au niveau des points $A_1$ et $A_2$. Montrer que l'on peut déduire le débit volumique $D_v$ du fluide de masse volumique μ à partir de la dénivellation $h$ du liquide manométrique de masse volumique $\mu_0 \gg \mu$. On suppose l'écoulement stationnaire et le fluide incompressible et parfait



On considère un fluide 2 froid de débit massique $D$ de capacité thermique massique $c$ s'écoulant dans une conduite centrale. Un fluide 1, identique au fluide 2, s'écoule dans le même sens avec le même débit dans une conduite qui entoure la première, permettant ainsi des échanges thermiques entre les 2 fluides. On note $T_1(x)$ la température du fluide 1 et $T_2(x)$ la température du fluide 2.




On admet que la puissance élémentaire $dP_{1-2} = -a(T_1 - T_2)dx$ qu'échange le fluide 1 avec le fluide 2. Tout l'ensemble est calorifugé et seuls les échanges thermiques sont à prendre en considération. On néglige les variations d'énergie cinétique et potentielle

1) Appliquer le 1e principe des systèmes en écoulement au fluide 2 entre $x$ et $x + dx$.

2) Appliquer le 1e principe des systèmes en écoulement au fluide 1 entre $x$ et $x + dx$.

3) En déduire alors que : $\begin{cases} D_m c \frac{dT_2}{dx} = a(T_1 - T_2) \\ D_m c \frac{dT_1}{dx} = -a(T_1 - T_2) \end{cases}$

4) Obtenir $T_1(x)$ et $T_2(x)$

5) On suppose que le fluide 2 est froid et que le fluide 1 est chaud. Quelle est la haute température atteignable par le fluide 2 ?