

EXERCICE 1 - PARTIE MÉCANIQUE

Voici quelques données concernant l'A330 :

Masse maximale : $m = 230$ tonnes.

Vitesse de décollage : $v_d = 120$ km/h.

2 turboréacteurs : poussée maximale de $f_M = 320$ kN chacun.

Intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

1 - PHASE DE DÉCOLLAGE

1.1 - Calculer l'énergie cinétique E_c de l'A380 au moment de son décollage en charge maximale.

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$
$$A.N: E_c = \frac{1}{2} 230.10^3 \left(\frac{120}{3,6} \right)^2$$
$$A.N: E_c = 1,3.10^8 \text{ J}$$

1.2 - Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

La variation de l'énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces.

$$\Delta E_c = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

1.3 - Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer la distance d nécessaire à l'envol de l'avion.

$$E_{CB} - E_{CA} = F.AB.\cos(0)$$

$$\frac{1}{2} m V_B^2 - 0 = 2.F_M.d$$

$$d = \frac{\frac{1}{2} m V_B^2}{2.F_M}$$

$$A.N: d = \frac{1,3.10^8}{2 \times 320.10^3}$$

$$d = 203 \text{ m}$$

Cette valeur semble faible (nous avons négligé les frottements de l'air)

Approximation : on considérera que la poussée totale des réacteurs est l'unique force horizontale s'appliquant à l'avion, et qu'elle est constante et maximale pendant toute la phase de décollage.

2 - EN VITESSE DE CROISIÈRE

L'avion en croisière est animé d'un mouvement rectiligne uniforme et vole à la vitesse $v = 925 \text{ km/h}$ à l'altitude $h = 8000 \text{ m}$.

2.1 - Calculer l'énergie potentielle E_p de l'avion à cette altitude, puis son énergie mécanique E_m .

Donnée : L'origine des énergies potentielles sera prise au niveau du sol.

$$E_p = mgh$$

$$\text{A.N: } E_p = 230.10^3 \cdot 9,8 \cdot 8000$$

$$E_p = 1,8.10^{10} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} 230.10^3 \cdot (925/3,6)^2$$

$$E_c = 7,6.10^9 \text{ J}$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$E_m = 7,6.10^9 + 1,8.10^{10}$$

$$E_m = 2,6.10^{10} \text{ J}$$

2.2 - L'avion rencontre un trou d'air et chute d'une hauteur de 20 m. On néglige les frottements de l'air lors de la chute.

2.2.1 - Pour quelle raison peut-on considérer ici que l'énergie mécanique se conserve au cours de cette chute ?

Lors de la chute seul le poids travaille, c'est une force conservative donc l'énergie mécanique se conserve.

2.2.2 - En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, calculer la vitesse verticale acquise par l'aéronef à l'issue de cette chute, si l'on considère qu'elle est nulle au début de celle-ci.

$$\Delta E_m = 0$$

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0$$

$$\Delta E_p = -mg\Delta h$$

$$\text{A.N : } \Delta E_p = -230.10^3 \cdot 9,8 \cdot 20$$

$$\Delta E_p = -4,5.10^7 \text{ J}$$

$$\Delta E_c = -\Delta E_p = 4,5.10^7 \text{ J}$$

On suppose que la vitesse horizontale ne change pas: $\Delta E_{hor} = 0 \text{ J}$

$$\Delta E_{c \text{ vert}} = \frac{1}{2} m V_{vert}^2 - 0$$

A.N:

$$V_{vert} = \sqrt{\frac{2 \times \Delta E_c}{m}}$$

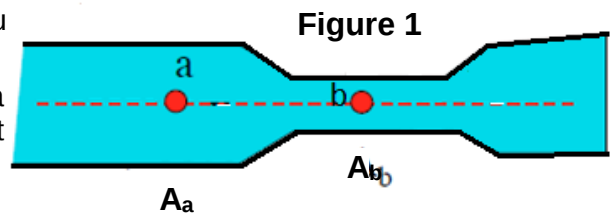
$$V_{vert} = \sqrt{\frac{2 \times 4,5.10^7}{230.10^3}}$$

$$V_{vert} = 19,8 \text{ m.s}^{-1}$$

3 - EFFET VENTURI DANS UN CIRCUIT HYDRAULIQUE

On considère un tube de section A variable, dans lequel s'écoule un **fluide supposé incompressible**.

On rappelle ici l'équation de Bernoulli qui s'applique à l'écoulement stationnaire d'un fluide parfait incompressible : $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{constante}$.



3.1 - Donner un nom à chacun des trois termes de cette somme.

P est la pression statique en Pa

$\frac{1}{2} \rho v^2$ est la pression dynamique (densité d'énergie cinétique)

$\rho g z$ est la pression de pesanteur (densité d'énergie potentielle de pesanteur)

3.2 - L'écoulement du fluide se fait horizontalement : comment est alors modifiée l'équation de Bernoulli ?

$$P_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 + \rho g z_a = P_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2 + \rho g z_b$$

$$\text{Et } z_a = z_b$$

$$\text{Donc } P_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 = P_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

3.3 - On rappelle l'expression du débit : $Q = A.V$ où A et V désignent respectivement la section du tube et la vitesse du fluide en un point donné. En quelle unité s'exprime le débit ?

Le débit volumique s'exprime $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

3.4 - Expliquer pourquoi le débit du fluide est conservé dans le cadre des hypothèses présentes.

Le fluide est supposé incompressible, le débit se conserve.

3.5 - Dans le tube, la section du tube diminue entre les points a et b, de manière que $A_b = A_a/2$.

Exprimer V_b en fonction de V_a .

$$Q_a = Q_b$$

$$A_a.V_a = A_b.V_b$$

$$V_b = \frac{A_a V_a}{A_b}$$

$$V_b = \frac{A_a V_a}{\frac{A_a}{2}}$$

$$V_b = 2V_a$$

3.6 - En déduire l'expression de P_b en fonction de P_a et V_a en justifiant soigneusement.

Comment la pression a-t-elle évoluée du point a au point b.

$$P_a + \frac{1}{2} \rho V_a^2 = P_b + \frac{1}{2} \rho V_b^2$$

$$P_a + \frac{1}{2} \rho V_a^2 = P_b + \frac{1}{2} \rho (2.V_a)^2$$

$$P_a + \frac{1}{2} \rho V_a^2 = P_b + \frac{1}{2} \rho 4 (V_a)^2$$

$$P_b = P_a + \left(\frac{1}{2} \rho V_a^2 - \frac{1}{2} \rho 4 V_a^2 \right)$$

$$P_b = P_a - \frac{1}{2} \rho 3 V_a^2$$

$$P_b < P_a$$

Effet venturi: La vitesse augmente au point b et la pression diminue au point b