

A : ADDITION DE BRUITS (sur 5 points).

Les points A, B et C sont aux sommets d'un triangle équilatéral de 30m de côté, dans un plan horizontal. On considère que deux sources ponctuelles placées en A et B émettent des ondes sonores sphériques, composées d'une gamme de fréquences, qui parviennent en C. La source A émettant seule, mesurée à 10m de distance dans la direction AC, donne 35 dB_{SPL}. La source B émettant seule, mesurée à 10m de distance dans la direction BC, donne 45 dB_{SPL}.

A1) Quel bruit mesurera-t-on en C si A et B émettent simultanément (en dB_{SPL}) ?

A2) Quelles sont vos hypothèses de calcul ? Pourquoi obtient-on une limite supérieure ?

B : MOTEUR D'ETAGE SUPERIEUR DU LANCEUR ARIANE 5 (sur 5 points).

Le moteur HM7B assure la propulsion de l'étage supérieur cryotechnique d'Ariane 5 ECA. Les gaz issus de la combustion de $q_m = 14,8 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ d'un mélange $\text{O}_2 + \text{H}_2$ liquides ont comme caractéristiques $\gamma = 1,17$ et $r = 604$ (u. S.I.). Les conditions génératrices sont $p_0 = 3,7\cdot 10^6 \text{ Pa}$ et $T_0 = 3300 \text{ K}$. Le divergent à un diamètre final $d_F = 0,99 \text{ m}$ et la pression dans la section finale est $p_F = 3500 \text{ Pa}$.

B1) Calculer la poussée dans le vide de ce moteur, notée F.

B2) On note I_{SP} l'impulsion spécifique, définie par $I_{SP} = \frac{F}{9,81\cdot q_m}$. Calculer I_{SP} pour ce moteur.

En quelle unité ? Peut-on interpréter I_{SP} comme le temps pendant lequel 1 kg de propergol produit une poussée de 9,81N ?

B3) Sans aucun calcul, expliquer pourquoi dans la haute atmosphère le jet en aval de ce moteur a une structure en diamant. Et pourquoi ce phénomène ne se produit que sur quelques périodes ?

C : LIMITES PHYSIOLOGIQUES (sur 5 points).

On considère une tuyère de LAVAL, de diamètre au col $d_C = 2,5 \text{ mm}$. Un trompettiste entraîné est capable de souffler dedans avec une pression génératrice $p_0 = 1,05325\cdot 10^5 \text{ Pa}$ tout en assurant le débit d'air nécessaire à l'amorçage de la tuyère, lorsque la pression d'éjection est la pression atmosphérique normale $p_e = 1,01325\cdot 10^5 \text{ Pa}$.

C1) Calculer le nombre de Mach maximum qui peut être atteint dans ces conditions.

D : PLAQUE PLANE EN INCIDENCE (sur 5 points).

On considère une aile en forme de plaque plane (profil : segment AB dont on néglige l'épaisseur) en vol dans de l'air à $M = 1,25$ sous une incidence « en piqué » comme le montre la figure. La verticale ascendante est selon \underline{e}_z et la vitesse relative en amont de A est selon \underline{e}_x , on donne $i = 4^\circ$ et $p = 10^5 \text{ Pa}$ en amont de A (pression statique amont de l'air en écoulement dans le référentiel de la plaque). On note avec un indice u (pour *up*) les valeurs à l'extrados, et avec un indice d (pour *down*) les valeurs à l'intrados.

D1) Calculer les pressions p_u et p_d qui s'exercent sur les deux faces de la plaque. On précise que $\varepsilon_u = 61,9867^\circ$ et $\alpha_{2d} = 45,8141^\circ$.

D2) En déduire la portance F_Z / S et la traînée F_X / S par unité de surface d'aile S, ainsi que la finesse de l'aile F_Z / F_X (en valeur absolue).

QUESTIONS BONUS (+5 points).

D3) Montrer qu'en aval de B on retrouve à très peu près les conditions en amont de A. On précise que $\alpha_{2u} = 53,1263^\circ$ et $\varepsilon_d = 51,4059^\circ$.

D4) Quelles sont les conditions, Mach et pression statique, de l'écoulement à une distance suffisante de la plaque ? (justifier).

Quelques recommandations :

Vous êtes encouragés à suivre le plus court chemin pour répondre aux questions posées en vous servant de vos notes de cours et de TD, sans refaire les démonstrations (les principes de résolution ont tous été vus en séances de TD).

Pour le problème D, il ne vous est pas demandé de retrouver ou de justifier les valeurs de α et ε données dans l'énoncé. Vous avez simplement à les utiliser.

Vous devez donner le détail de toutes les valeurs numériques qui interviennent dans vos calculs afin que l'on puisse vérifier la justesse de vos résultats.

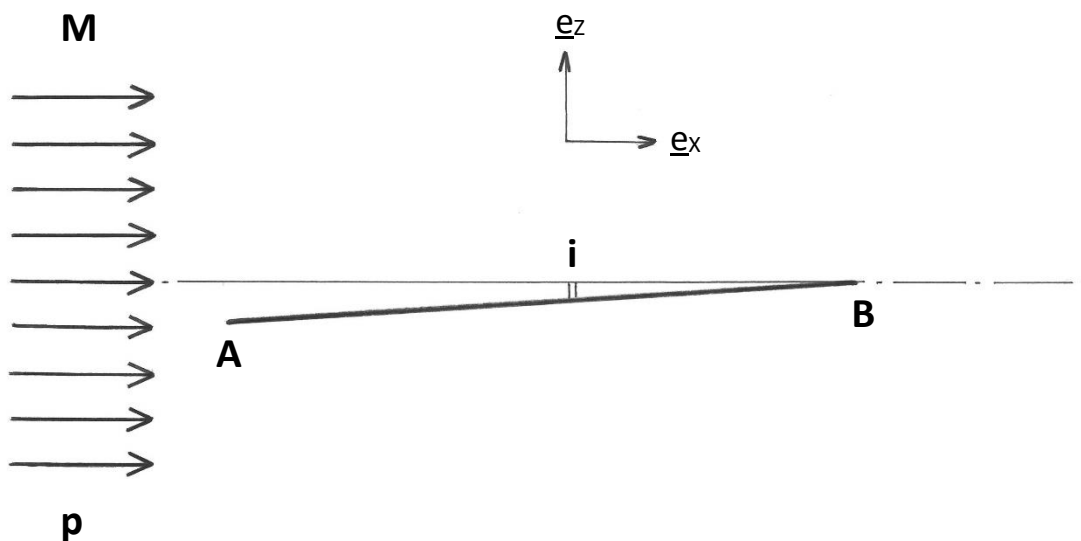


Figure pour la partie D.