

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

GEOMETRE TOPOGRAPHE

SESSION 2008

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient 2

- SUJET -

Dès remise du sujet, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 3 exercices indépendants,

2 annexes dont une est à rendre avec la copie.

Il sera tenu compte de la présentation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

On s'intéresse à différents appareils que l'on peut trouver dans certains avions.

L'étude porte sur :

- un débitmètre (tube de Pitot) pour mesurer la vitesse de l'avion
- un accéléromètre permettant la mesure de son accélération
- un appareil photo pour réaliser des prises de vue aériennes

EXERCICE 1 (4 points) Tube de Pitot

Le tube de Pitot (photo ci-contre), fixé sous l'aile de l'avion, permet de mesurer la vitesse d'écoulement de l'air à la surface de l'avion.



Ce tube est relié à un tube en U. On peut modéliser le système par le schéma de la figure 1 de l'annexe 1 page 7.

Le tube est percé à son extrémité par une prise de pression totale (point A) et percé sur sa périphérie d'une prise de pression statique (point B).

Les points A et B appartiennent à la même ligne de courant.

On considère que :

- en A, la vitesse de l'air est nulle,
- en B, elle est égale à v_B (vitesse de l'air par rapport à l'avion).

La différence de vitesse entre A et B implique une différence de pression transmise par de l'air au repos ($P_A = P_C$ et $P_B = P_D$) à un liquide (du mercure) contenu dans un tube en U.

La différence de hauteur h permet de calculer la différence de pression entre A et B et ainsi d'en déduire la vitesse v_B .

Données :

- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $h = 33,0 \text{ mm}$
- Masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,20 \text{ kg/m}^3$
- Masse volumique du mercure : $\rho_{\text{mercure}} = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Théorème de Bernoulli appliqué en deux points A et B situés sur une ligne de courant :

$$\frac{1}{2} \rho v_A^2 + \rho g z_A + P_A = \frac{1}{2} \rho v_B^2 + \rho g z_B + P_B$$

Questions

1. Appliquer la loi de la statique des fluides pour trouver une relation entre P_A , P_B , ρ_{mercure} , h et g .
2. En appliquant le théorème de Bernoulli, exprimer v_B en fonction de P_A , P_B et ρ_{air} . On admettra que $z_A = z_B$.
3. En déduire une expression de v_B en fonction de ρ_{air} , ρ_{mercure} , g et h .
4. Calculer v_B . Exprimer le résultat en km/h.

EXERCICE 2 (9 points)
L'accéléromètre

Les 2 parties 2A et 2B sont indépendantes.

Un accéléromètre peut être schématisé par la figure 2 de l'annexe 1 page 7.

Une masse m , fixée à l'extrémité d'un ressort élastique dont l'autre extrémité est solidaire de l'avion, repose sur un support sans frottement. Un mécanisme permet de repérer son déplacement et indique par l'intermédiaire d'une aiguille la valeur de l'accélération de l'avion donnée en G ($1 G = 9,81 \text{ m/s}^2$).

On suppose que l'avion se déplace rectilignement suivant la direction (Ox) . L'appareil ne peut mesurer que des accélérations suivant cette direction.

Quand l'avion est au repos, la masse est repérée par son abscisse $x_0 = 5,0 \text{ cm}$.

Tout phénomène d'oscillations du ressort sera ignoré.

Toutes les liaisons entre les différentes pièces du mécanisme sont supposées sans frottements.

Partie 2A : Mouvement rectiligne uniforme.

On suppose que l'avion se déplace suivant la direction horizontale (Ox). Son mouvement est rectiligne uniforme.

1. Comment qualifier le référentiel lié à l'avion ? Pourquoi ?
2. Quelle est la valeur indiquée par l'accéléromètre ? Justifier la réponse.
3. L'avion se déplace en mouvement rectiligne uniforme d'un point A à un point B.

- Sa vitesse est \vec{v}_a par rapport au sol.
- Sa vitesse est \vec{v}_r par rapport à l'air avec $v_r = 310$ km/h (vitesse mesurée précédemment avec le tube de Pitot).
- La vitesse de l'air par rapport au sol est notée \vec{v}_e supposée constante au cours du mouvement avec $v_e = 40,0$ km/h. Le vent souffle dans un plan horizontal, perpendiculairement à AB.

On note $\alpha = (\vec{v}_e ; \vec{AB}) = 90^\circ$
 $\beta = (\vec{v}_r ; \vec{AB})$

3.1. Quelle est la relation entre \vec{v}_a , \vec{v}_e et \vec{v}_r ? Justifier.

3.2. Représenter les vecteurs \vec{v}_a , \vec{v}_e et \vec{v}_r sans respecter d'échelle. Placer les angles α et β .

3.3. En déduire la valeur de v_a .

3.4. Quelle est la valeur de l'angle β , appelé angle de dérive ?

Partie 2B : accélération de l'avion.

L'avion accélère uniformément suivant la direction (Ox) horizontale.

Au cours de l'accélération, le ressort se comprime jusqu'à une position d'équilibre repérée par l'abscisse x_1 de la masse m .

Données

- $x_1 = 3,0$ cm
- Constante de raideur du ressort $k = 6,9$ N/m
- $x_0 = 5,0$ cm
- $m = 10$ g.

Questions

1. On fait l'étude par rapport au référentiel lié à l'avion. Comment qualifier ce référentiel ?
2. 2.1. Faire le bilan des quatre forces appliquées à la masse m dans le référentiel lié à l'avion. Une force particulière intervient alors, comment se nomme cette force ? Représenter les forces sur un schéma sans considération d'échelle.

2.2. En appliquant le principe fondamental de la dynamique dans le référentiel avion, exprimer l'accélération d'entraînement de l'avion en fonction de k , m , x_0 et x_1 , puis la calculer.
3. L'accéléromètre étant gradué en G ($1G = 9,81$ m/s²), quelle est la position de l'aiguille sur l'écran ?

EXERCICE 3 (7 points) L'appareil photo.

La photo ci-contre prise par l'avion à une altitude de 3000 mètres représente une portion de terrain de dimension 500 m par 500 m.



Questions

1. L'objectif de l'appareil est une lentille convergente L_1 de centre O_1 , de distance focale $f_1 = 152$ mm.

1.1 On considère un objet AB de dimension 500 m et situé au sol. Calculer son diamètre apparent α .

1.2 A quelle distance de l'objectif doit se trouver la pellicule photo pour que l'image soit nette si on admet que l'objet est situé à l'infini ?

1.3 Quelle est la taille de l'image A'B' sur la pellicule ?

On ajoute devant l'appareil photo un téléobjectif constitué de deux lentilles L_2 et L_3 . Les axes optiques des lentilles L_1 , L_2 et L_3 sont confondus.

L_2 est une lentille de centre O_2 et de vergence $V_2 = -40 \delta$.

L_3 est une lentille de centre O_3 et de vergence $V_3 = 10 \delta$.

La lentille L_2 est accolée à la lentille L_1 ($O_1 = O_2 = O_{12}$), l'ensemble forme un système L_1+L_2 de vergence V_{12} .

La distance O_3O_{12} est réglée de façon à ce que l'image d'un objet éloigné soit nette sur la pellicule. La pellicule est à une distance égale à 152 mm du centre O_{12} . L'ensemble est représenté sur l'annexe 2 page 8.

2. Calculer la vergence V_{12} ainsi que la distance focale f'_{12} du système L_1+L_2 .

3. On observe à travers l'ensemble un objet situé à l'infini. La lentille L_3 donne une image intermédiaire A'B' de l'objet AB. A quelle distance de O_3 se trouve l'image A'B' ?

4. Le système L_1+L_2 donne de A'B' une image définitive A''B'' située sur la pellicule.

4.1 En utilisant la relation de conjugaison, calculer $\overline{O_{12}A'}$.

4.2 En déduire $\overline{O_{12}F'_3}$, puis $\overline{O_3O_{12}}$.

5. Sur l'annexe 2 page 8 (à rendre avec la copie) :

- placer le foyer image de L_3 et les foyers de L_1+L_2 ;
- construire l'image intermédiaire A'B' et l'image définitive A''B''.

ANNEXE 1

Figure 1

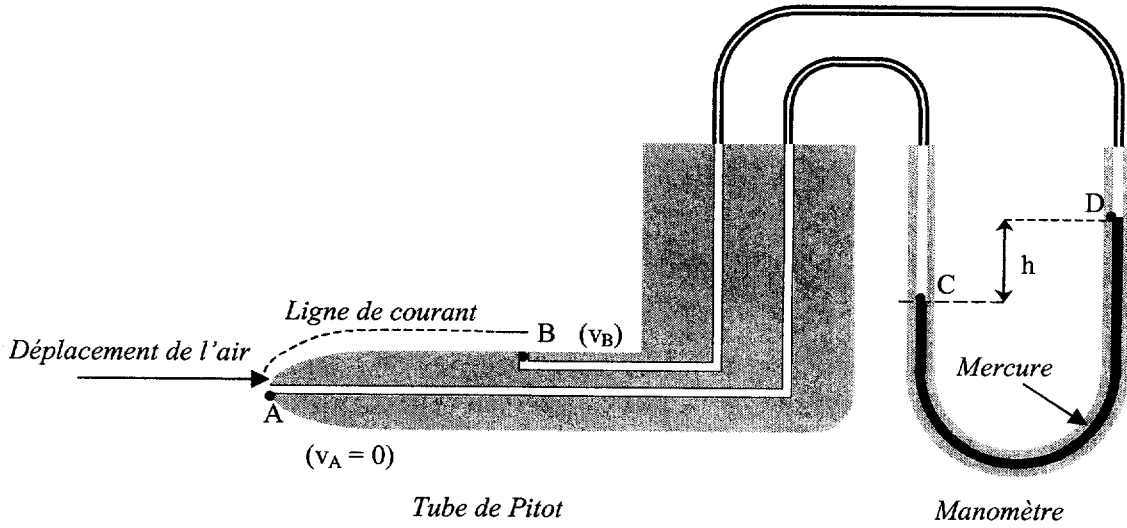
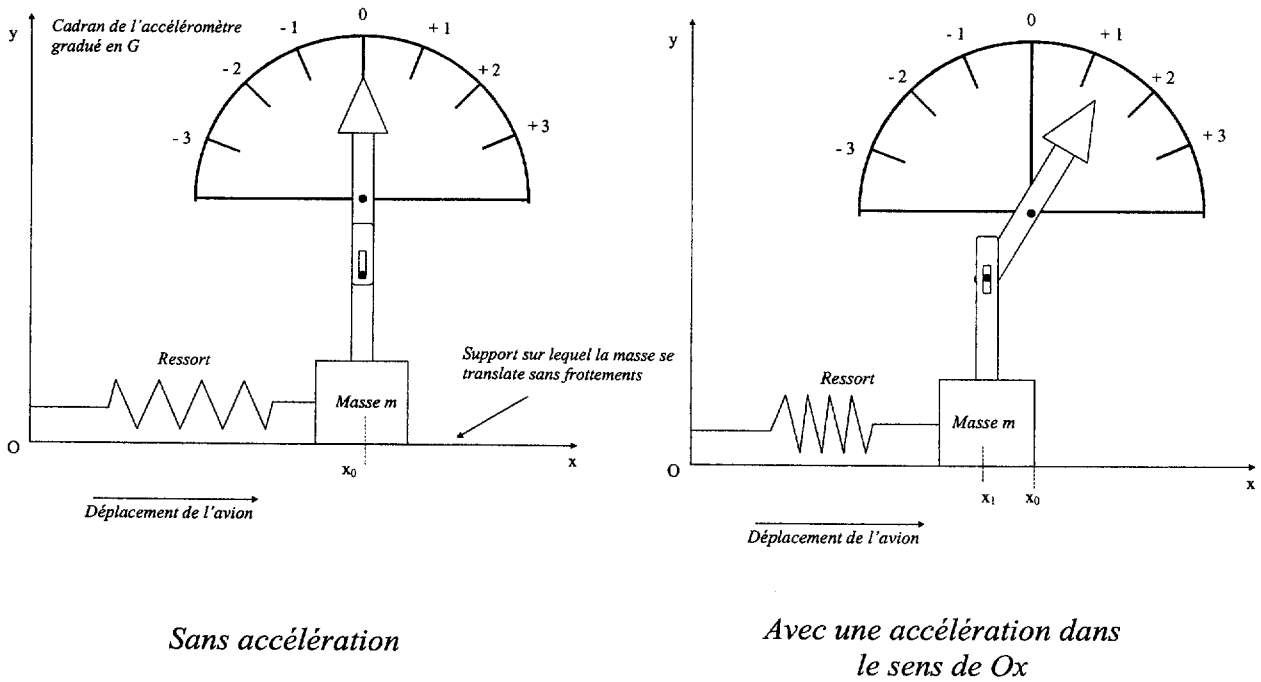


Figure 2



ANNEXE 2 à rendre avec la copie.

