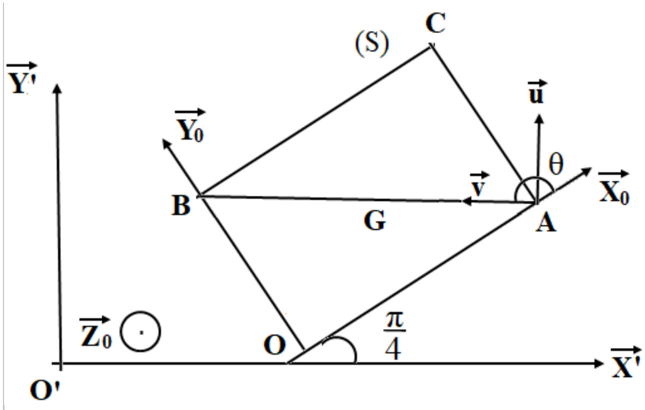
| Concours EAMAC 2021 | Cycles : INGENIEUR et EXPLOITATION EN AERONAUTIQUE CIVILE | EPREUVE DE : PHYSIQUE |
|---|---|---|

**Durée : 04 heures**

## Exercice 1 : (5 points)

Dans la plan vertical $\left(\overrightarrow{O'X'}, \overrightarrow{O'Y'}\right)$ d'un repère galiléen orthonormé direct $R'_0\left(O', \overrightarrow{X'}, \overrightarrow{Y'}, \overrightarrow{Z_0}\right)$, soient deux axes orthogonaux $\overrightarrow{OX_0}$ et $\overrightarrow{OY_0}$ d'un repère orthonormé direct galiléen $R_0\left(O, \overrightarrow{X_0}, \overrightarrow{Y_0}, \overrightarrow{Z_0}\right)$ tels que $\overrightarrow{OX_0}$ fasse un angle de $\frac{\pi}{4}$ avec l'horizontal de ce plan.

Un solide (S) homogène, de centre d'inertie G et de masse m, ayant la forme d'un segment de droite AB de longueur 2a, est mobile dans ce plan de façon que A (respectivement B) se déplace sans frottement sur $\overrightarrow{OX_0}$ (respectivement sur $\overrightarrow{OY_0}$ ). On pose $\theta = \left(\overrightarrow{OX_0}, \overrightarrow{AB}\right)$ et on définit le point C par $\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{BC}$ (ou $\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{OB}$).



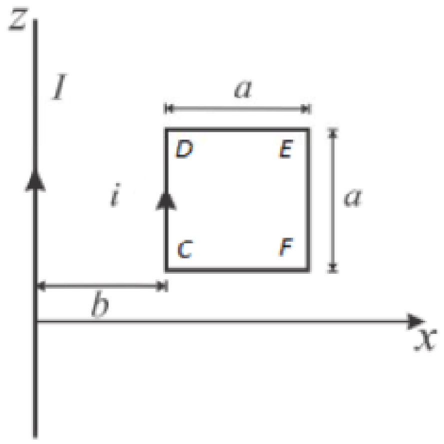

On introduit aussi un autre repère orthonormé direct $R\left(A, \vec{u}, \vec{v}, \overrightarrow{Z_0}\right)$ lié au solide (S) et obtenu à partir de $R_0$ par une rotation angle $\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right)$ autour de l'axe $\overrightarrow{OZ_0}$.

1. Déterminer le vecteur rotation instantanée, $\vec{\Omega}\left(R / R_0\right)$, de (S) par rapport à $R_0$.
2. Déterminer les éléments de réduction du torseur cinétique, $\Omega\left[\vec{R}_v, \vec{\sigma}_c\left(S / R_0\right)\right]$ en C de (S).
3. Déterminer les éléments de réduction du torseur dynamique, $A\left[\vec{R}_a, \vec{\delta}_c\left(S / R_0\right)\right]$ en C de (S).

**Exercice 2 : (5 points)**

Un fil infiniment long, d'axe Oz, est parcouru par un courant I. Un circuit carré CDEF, de côté a et de coefficient d'auto-inductance L négligeable, est placé dans le plan xOz.

1. Calculer le champ magnétique créé par le fil infini en un point M situé à la distance b du fil.
2. Déterminer par calcul direct la force de Laplace exercée par le fil sur la spire carrée.
3. Déterminer le flux du champ magnétique créé par le fil infini à travers la spire. En déduire une nouvelle détermination de la force de Laplace exercée sur le cadre carré.




**Exercice 3 : (5 points)**

On étudie la propagation d'une onde électromagnétique dans le vide.

1. Rappeler l'équation aux dérivées partielles à laquelle satisfont les champs électrique $\vec{E}(M,t)$ et magnétique $\vec{B}(M,t)$.

2. On suppose que le champ électrique est de la forme: $\vec{E}(M,t) = E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{u}_x$.

2.1 Quel est l'état de polarisation de cette onde?

2.2 Quelle est la structure de cette onde?

2.3 Calculer le champ magnétique $\vec{B}$ associé à $\vec{E}$.

2.4 Calculer le vecteur de Poynting $\vec{R}$ de l'onde ainsi que sa valeur moyenne $\langle \vec{R} \rangle$.

3. La puissance moyenne rayonnée par cette onde à travers une surface $S = 4\ mm^2$ orthogonale à sa direction de propagation est $P = 10\ W$. Calculer les amplitudes $E_0$ et $B_0$ des champs électrique et magnétique.

**Données utiles :**

Permittivité diélectrique du vide $\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\, F \cdot m^{-1}$

Perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\, H \cdot m^{-1}$

Célérité de la lumière dans le vide $c = 3{,}00 \times 10^{8}\, m \cdot s^{-1}$

**Exercice 4** : **(5 points)**

On considère un gaz diatomique, supposé parfait, contenu dans un cylindre horizontal, fermé par un piston qui se déplace sans frottement. A l'état initial, le gaz a une température $T_o = 300\ K$, un volume $V_o = 1\ l$, une pression $P_o = 10^5\ pascals$.

**1-** On fait subir à ce gaz, une compression isotherme, jusqu'à atteindre la pression $P_1 = 10P_o$. Calculer le volume final et les échanges de travail et de chaleur du gaz avec le milieu extérieur.

2- On détend le gaz adiabatiquement, de façon réversible, de manière à le ramener à sa pression initiale. Calculer à la fin de cette détente :

a) le volume final du gaz.

b) l'abaissement de température $\Delta T$.

c) le travail fourni par le gaz et sa variation d'énergie interne.

On donne $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{7}{5}$

**3-** Le gaz est enfin ramené aux conditions initiales $(P_o, V_o, T_o)$ à pression constante. Déterminer au cours de cette transformation :

a) la variation d'énergie interne.

b) le travail et la chaleur échangés avec le milieu extérieur.

N.B. : Les expressions littérales seront données, pour toutes les questions, en fonction de $P_o, V_o, T_o, P_1\ et\ \gamma$ .