EPREUVES PREPA BAC 2024 EN PC TS$_2$ PARTIE 3

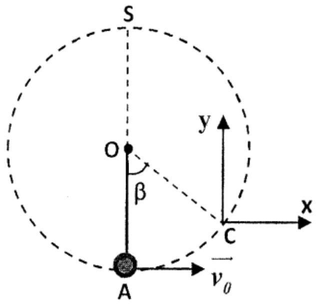
EXERCICE 1

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

1. Mouvement sur le plan vertical 3points

Une fronde est constituée par un objet ponctuel M de masse m accroché à l'une des extrémités d'un fil de longueur L=0,8m et de masse négligeable, dont l'autre extrémité O est maintenue fixe. On fait tourner la fronde autour de O, dans un plan vertical, de manière que l'objet ponctuel M décrive un cercle de centre O. Pour provoquer ce mouvement, on communique à l'objet M quand le système est à sa position d'équilibre OA, une vitesse horizontale $\overrightarrow{v_0}$.

On négligera les frottements et on prendra, pour l'intensité du champ de pesanteur g=10m.s^{-2}



1.1. Le repère lié au solide ponctuel (S) est-il galiléen ? Justifier. **0,5pt**

1.2. Exprimer en fonction de v_0, L et g, la vitesse v_s de l'objet ponctuel M quand il passe au sommet S de sa trajectoire. *On pourra utiliser le théorème d'énergie cinétique.* **0,5pt**

1.3. Exprimer en fonction de m, L, v_0 et g, la tension T du fil quand l'objet M est dans sa position S. Pour quelle la valeur minimale de la vitesse v_0 le fil reste tendu en S? **075pt**

1.5. La fronde tourne dans un plan vertical. Quand l'objet M passe au point C de sa trajectoire, en montant, il se détache du fil et est libéré. Sachant que le rayon OC fait avec la verticale OA l'angle β=40° et qu'en C, la vitesse de l'objet M est v_c =15 m.s^{-1}

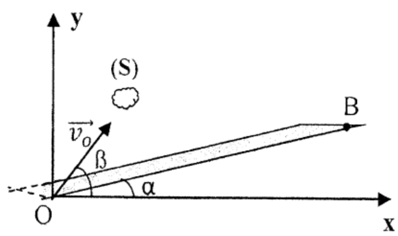
1.5.1. Déterminer, dans le repère (Cx,Cy), l'équation de la trajectoire de l'objet M après sa libération. **0,75pt**

1.5.2. Calculer la distance la plus longue d par rapport à l'origine C où l'objet M traverse le plan horizontal passant par le point C en retombant. **0,5pt**

2/ *Mouvement sur le plan incliné 3pts*

On lance à partir d'un point O d'un plan incliné faisant un angle α=30° avec l'horizontale Ox, un projectile (S) supposé ponctuel de masse m et de centre d'inertie G. Le vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ du projectile de module v_0 =72km.h^{-1} fait un angle ß avec l'horizontale (ß>α) et $\overrightarrow{v_0}$ est contenu dans le plan (Ox, Oy).

On néglige l'action de l'air et on prendra g=9,8m.s^{-2}.



2.1. Déterminer les équations horaires du mouvement du projectile et en déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. **1pt**

2.2. Déterminer en fonction de v_0, α, ß et g l'expression de l'instant t_1 où le mobile retouche en B le plan incliné après le lancer en O. **0,75pt**

2.3. Montrer que lorsque le projectile (S) atteint le plan incliné, OB= $\frac{2v_0^2 \sin(ß-\alpha)\cos ß}{g\cos^2\alpha}$. **0,5pt**

2.4. Déterminer au point B, les composantes du vecteur vitesse et en déduire l'angle θ que fait ce vecteur vitesse avec la verticale. **0,75p**

EXERCICE 2

On donne $g = 10.m.s^{-2}$; on néglige les frottements.
Un projectile ponctuel, servant de cible à un tireur, est lancé du point O, à l'instant $t_0 = 0$. La masse du projectile est $m_1 = 100$ g ; sa vitesse initiale $V_{1,0}$ vaut 30 m.s^{-1} et fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale.
Un tireur, situé au point A, à 45 m du point O, envoie avec un fusil, suivant la verticale ascendante, une balle ponctuelle de masse $m_2 = 20$ g, avec une vitesse initiale $V_{2,0} = 500$ m.s^{-1}.
La balle touche la cible au point M. (figure 1)

1. Etablir les équations horaires du mouvement du projectile. **(0,75 pt)**
2. Calculer le « temps de vol » du projectile : c'est-à-dire la durée de son mouvement depuis le point O jusqu'au point M de rencontre avec la balle. **(0,75 pt)**
3. En déduire l'altitude du point M de rencontre entre le projectile et la balle. **(0,75 pt)**
4. Calculer la vitesse V_B de la balle à l'instant de son impact avec la cible. **(0,75 pt)**
5. En déduire le « temps de vol » de la balle : durée de son mouvement depuis le point de tir jusqu'à la rencontre avec le projectile. **(0,5 pt)**
6. Comparer les deux « temps de vol » et expliquer pourquoi le tireur peut viser directement la cible. **(0,5 pt)**

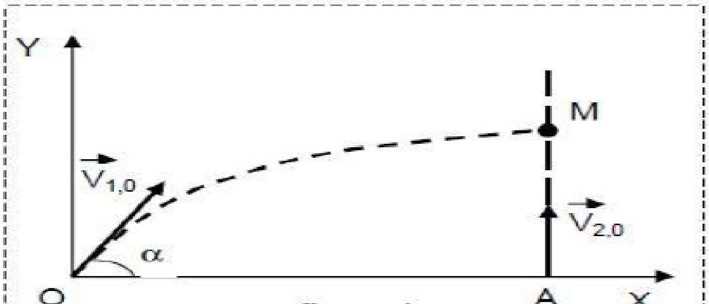


figure 1

EXERCICE 3

Les interactions gravitationnelle et électromagnétique sont deux des quatre interactions fondamentales en physique. Dans certaines situations, ces deux interactions peuvent coexister. C'est le cas pour un solide de masse m et de charge q évoluant dans le champ de pesanteur $\vec{g}$ et un champ électrique $\vec{E}$.

1. Une petite sphère (S) supposée ponctuelle de masse m = 5 g portant une charge q est lâchée sans vitesse en A. Elle entre dans un espace (Ɛ) limité par la largeur a = 20 cm où règnent un champ de pesanteur $\vec{g}$ et un champ électrique $\vec{E}$ (figure 1).
   On donne : $g = 9{,}8$ m.s^{-2} ; $E = 10^4$ V.m^{-1} ; $|q| = 4.10^{-7}$ C.

1.1. On veut que la sphère sorte de l'espace (Ɛ) par le point O. Quel est le signe de q ? justifier. **(0,5 pt)**
1.2. Etablir les équations horaires du mouvement de la sphère dans le repère $(A, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$. **(0,5 pt)**
1.3. En déduire l'équation de la trajectoire. **(0,5 pt)**
1.4. Montrer que l'abscisse du point O est $x = 1{,}6$ cm. **(0,5 pt)**
1.5. Déterminer les composantes du vecteur vitesse en O. **(0,5 pt)**

2. La sphère quitte le point O avec une vitesse $V_0 = 2{,}0$ m.s^{-1} et fait un angle de 85 ° avec l'horizontale. La sphère se retrouve alors dans un espace où ne règne que le champ de pesanteur.

a. Etablir les nouvelles équations horaires dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$. On prendra $t_0 = 0$ en O. **(0,5 pt)**
b. Donner l'équation de la trajectoire. **(0,5 pt)**
c. Déterminer les coordonnées du point d'impact au sol situé à 5 m en dessous de O. **(0,5 pt)**

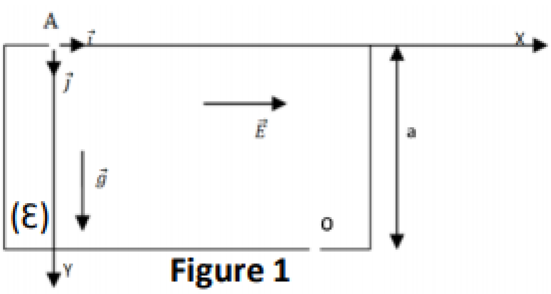


Figure 1

EXERCICE 4

Données: la constante de gravitation K = 6,67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2} ; le rayon de saturne R_S = 58.232 km.
La planète Saturne est la 6ème planète du système solaire par ordre d'éloignement par rapport au Soleil et la 2ème plus grande par la taille et la masse. Elle possède en plus le plus grand nombre de satellites naturels.
La planète Saturne est assimilée à une sphère de masse M possédant une répartition sphérique de masse.
Le mouvement d'un de ses satellites, supposé ponctuel, de masse m, est étudié dans un repère ayant pour origine le centre O de la planète et pour axes, trois axes dirigés vers 3 étoiles fixes, supposées suffisamment éloignées.

1. Enoncer la loi de gravitation universelle. **(0,5 pt)**
2. On considérera que le mouvement du satellite étudié autour de la planète Saturne est circulaire

2.1. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. **(0,5 pt)**

2.2. Déterminer la vitesse V et la période T du satellite en fonction de K, r et M. **(0,5 pt)**

2.3. Montrer que le rapport $\frac{r^3}{T^2}$ est constant. **(0,25 pt)**

3. Mimas est un satellite naturel de Saturne qui a une période de révolution T = 22,6 h et une orbite de rayon r = 185.500 km. Calculer la masse M de Saturne. **(0,5 pt)**
4. L'expression de l'énergie potentielle d'un satellite dans le champ de gravitation de Saturne est $E_P = -\frac{kMm}{r}$. (La référence des énergies potentielle de gravitation est choisie à l'infini).

4.1. L'affirmation suivante « plus le satellite s'éloigne de Saturne, plus l'énergie potentielle du système Saturne-satellite croît » est-elle vraie ? Justifier. **(0,5 pt)**

4.2. Etablir l'expression de l'énergie mécanique du satellite en fonction de K, M, m et r. **(0,5 pt)**

4.3. On lance un satellite artificiel de masse m = 50 tonnes à partir de la surface de Saturne. Déterminer la vitesse de lancement V_S avec laquelle il faut propulser le satellite pour qu'il tourne autour de Saturne sur la même orbite que Mimas. Les frottements sont supposés négligeables. **(0,75 pt)**