Calculatrice autorisée

L'exercice 1 est obligatoire. Traiter ensuite, au choix, l'exercice 2 ***ou*** *l'exercice 3.*

Exercice 1 (obligatoire) : Le décollage d'un avion catapulté

12 points

Sur un porte-avions, un avion décolle par catapultage. Initialement au repos, il est tiré horizontalement par un câble sur une longueur de $75\,\text{m}$. Le catapultage dure $2{,}0\,\text{s}$ et la vitesse de l'avion à la fin du catapultage vaut environ $270\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, soit $75\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Le schéma ci-dessous donne les positions successives d'un point P de l'avion pendant le catapultage, à intervalles de temps égaux. La position P_1 correspond à la date $t_1 = 0\,\text{s}$ et la position P_6 à la date $t_6 = 2{,}0\,\text{s}$. La distance réelle P_1P_6 vaut $75\,\text{m}$.



1) Indiquer le référentiel dans lequel est étudié le mouvement de l'avion.
2) Calculer la durée Δt, constante, qui sépare deux positions successives.
3) En mesurant sur le schéma, calculer la distance réelle parcourue par l'avion entre les dates t_3 et t_4.
4) En déduire une valeur approchée de la vitesse v_3 de l'avion au point P_3.
5) Représenter le vecteur vitesse $\vec{v}_3$ au point P_3 sur le schéma (à compléter sur le sujet), avec l'échelle : $1\,\text{cm}$ pour $15\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
6) L'avion est-il soumis à des forces qui se compensent ? Argumenter soigneusement.

Exercice 2 (au choix) : L'équilibre d'une bille d'acier

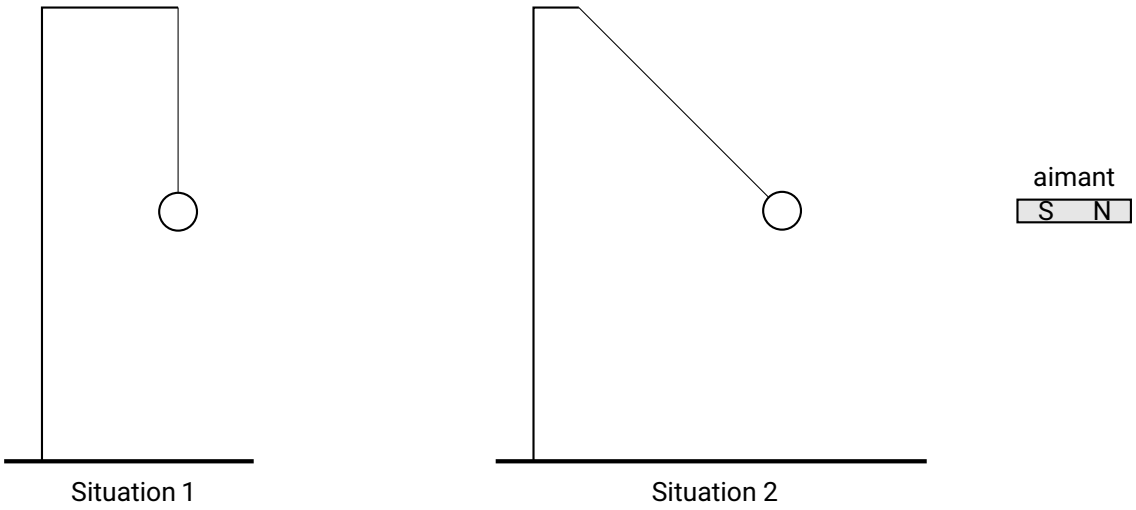
8 points

Les réponses doivent être soigneusement argumentées. Le poids de la bille a pour valeur $P = 1{,}5\,\text{N}$. Échelle des forces : $5\,\text{cm}$ pour $3\,\text{N}$.

Situation 1. Une bille d'acier est suspendue à un fil attaché à une potence posée sur une table. Elle est immobile.

Situation 2. On approche horizontalement un aimant droit de la bille. Le fil s'incline de $45°$ par rapport à la verticale et la bille reste immobile.

1) Pour chaque situation, faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la bille et préciser leur nature (de contact ou à distance).
2) Représenter ces forces sur chacun des schémas de la page 2 (à compléter sur le sujet), à l'échelle indiquée. Justifier les longueurs choisies.



Situation 1 Situation 2

Exercice 3 (au choix) : Philae se pose sur la comète Tchouri

8 points

Le 12 novembre 2014, la sonde Rosetta largue l'atterrisseur Philae en direction de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko, surnommée Tchouri. Après quelques heures de chute libre, Philae s'immobilise à la surface de la comète, non sans difficultés.

Données :

- rayon moyen de Tchouri : $R_{\text{Tch}} = 2{,}0 \times 10^{3}\,\text{m}$; masse de Tchouri : $M_{\text{Tch}} = 1{,}0 \times 10^{13}\,\text{kg}$; masse de Philae : $m = 100\,\text{kg}$;
- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\,\text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$;
- intensité de la pesanteur à la surface de la Terre : $g_{\text{Terre}} = 9{,}81\,\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

1) Faire un schéma soigné, sans souci d'échelle, représentant Philae (modélisé par un point), la comète (modélisée par une sphère) et le vecteur force d'attraction gravitationnelle exercée par Tchouri sur Philae pendant sa descente.

2) Que signifie l'expression « chute libre » dans le texte ?

3) Exprimer puis calculer la valeur du poids P_{Philae} de Philae posé à la surface de Tchouri.

4) Exprimer puis calculer la masse m_{C} d'un objet qui aurait, sur Terre, le même poids que Philae sur Tchouri.

5) Au moment du contact, la vitesse de Philae valait $40\,\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Les harpons qui devaient l'ancrer au sol n'ont pas fonctionné : Philae a rebondi deux fois avant de s'immobiliser contre une paroi rocheuse, et la distance entre les deux rebonds a été estimée à $1{,}6\,\text{km}$. Expliquer qualitativement, sans calcul, comment une vitesse aussi faible peut conduire à un rebond aussi long.