Devoir surveillé – mouvement et interactions, principe d'inertie — niveau ★★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Problème — La fusée à eau *(6 pts)*

Au club de sciences, on lance verticalement une fusée à eau : une bouteille en partie remplie d'eau, sous pression d'air. Phase A : pendant 0,10 s, la bouteille éjecte son eau vers le bas et la fusée passe de 0 à 24,0 $m \cdot s^{-1}$ vers le haut. Phase B : sans eau (masse 0,180 kg), elle continue de monter ; un logiciel de pointage donne sa vitesse (axe vertical orienté vers le haut, $t = 0$ à la fin de la phase A) :

t (s)	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
v ($m \cdot s^{-1}$)	24,0	20,5	17,4	14,6	12,1	9,8

Phase C : plus tard, un parachute s'ouvre et l'ensemble {fusée + parachute}, de masse 0,195 kg, descend verticalement à 4,0 $m \cdot s^{-1}$ constants. $g = 9{,}81$ N/kg sur Terre.

a) Phase A : l'eau est poussée vers le bas, et pourtant la fusée monte. Explique pourquoi à l'aide d'un principe du cours.

b) Phase A : quel est le sens de la somme des forces qui s'exercent sur la fusée ? Compare la force exercée par l'eau et le poids de la fusée. Justifie.

c) Phase B : calcule la variation de vitesse sur chaque intervalle de 0,20 s. La fusée est-elle en chute libre ? Justifie, puis donne le sens de la somme des forces et le sens de l'action de l'air.

d) Phase B : calcule la valeur du poids de la fusée, puis établis son diagramme objet-interactions. Pourquoi l'eau n'y figure-t-elle plus ? Une force pousse-t-elle encore la fusée vers le haut ? Justifie.

e) Phase C : donne la direction, le sens et la valeur de la force exercée par l'air sur {fusée + parachute}. Justifie.

Exercice 2 – Enquête — Une sonde entre la Terre et la Lune *(4 pts)*

Une sonde de masse 1 200 kg, moteurs coupés, passe en un point S tel que l'angle TSL est droit, T et L étant les centres de la Terre et de la Lune. Données : $ST = 3{,}79 \times 10^{8}$ m ; $SL = 6{,}00 \times 10^{7}$ m ; masse de la Terre $5{,}97 \times 10^{24}$ kg ; masse de la Lune $7{,}35 \times 10^{22}$ kg ; $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$. On ne tient compte que de la Terre et de la Lune.

a) Calcule la valeur de la force exercée par la Terre sur la sonde, puis celle de la force exercée par la Lune.

b) Ces deux forces se compensent-elles ? Calcule la valeur de leur somme et l'angle qu'elle fait avec la droite (ST). Un camarade trouve 4,96 N : explique son erreur.

c) En ce point, la sonde peut-elle avoir un mouvement rectiligne uniforme ? Justifie, puis dis ce que l'on peut affirmer sur son vecteur vitesse.

Exercice 3 – Corriger une copie — Le programme de pointage *(5 pts)*

Une boule de pétanque roule en ligne droite sur un terrain horizontal. Maëlys la filme à 25 images par seconde (une image toutes les 40 ms), relève l'abscisse de son centre (en m), puis exécute ce programme :

```
dt = 40
x = [0.000, 0.052, 0.103, 0.153, 0.202, 0.250]
v = []
for i in range(len(x) - 1):
    v.append((x[i+1] - x[i]) / dt)
print(v)
```

Voici cinq phrases de sa copie. Pour chacune, dis si elle est juste ; si elle est fausse, explique l'erreur et corrige-la.

a) « Le programme affiche des vitesses d'environ 0,0013 $m \cdot s^{-1}$: la boule est presque immobile. »

b) « Les écarts entre positions successives sont presque égaux : le mouvement est rectiligne uniforme. »

c) « Puisque le mouvement est uniforme, les forces qui s'exercent sur la boule se compensent : ni le sol ni l'air ne la freinent. »

d) « La dernière valeur affichée, v[4], est la vitesse de la boule en M_5, la dernière position pointée. »

e) « En modélisant la boule par son centre, on perd l'information sur sa rotation, mais on peut encore décrire la nature de son mouvement d'ensemble. »

Exercice 4 – Le ravitaillement en vol *(5 pts)*

Un avion ravitailleur vole en ligne droite, à altitude constante, à 540 $km \cdot h^{-1}$ par rapport au sol. Un avion de chasse arrive par l'arrière, sur la même droite, à 151,2 $m \cdot s^{-1}$ par rapport au sol, pour se brancher sur le tuyau de ravitaillement. L'axe est orienté dans le sens du vol ; $g = 9{,}81$ N/kg sur Terre.

a) Calcule la vitesse algébrique du chasseur dans le référentiel du ravitailleur, puis la durée nécessaire pour combler un écart de 18 m.

b) Une fois branché, le chasseur vole avec le ravitailleur. Décris son mouvement dans le référentiel du ravitailleur, puis dans le référentiel terrestre. Que peut-on dire des forces qui s'exercent sur lui ?

c) Établis le diagramme objet-interactions du chasseur branché (on ne compte pas le carburant qui entre dans ses réservoirs).

d) Pendant le ravitaillement, la masse du chasseur passe de 15,0 t à 18,0 t. Calcule son poids avant et après. On admet que seule l'action de l'air compense le poids verticalement : comment doit-elle évoluer pour que le vol reste rectiligne uniforme ?

e) Un élève affirme : « Branché, le chasseur est immobile ; il ne subit donc aucune force, et ses moteurs pourraient être coupés. » Relève ses deux erreurs.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).