

Répondre directement sur la feuille.

Calculatrice autorisée.

Nom :

Prénom :

Note :

/20

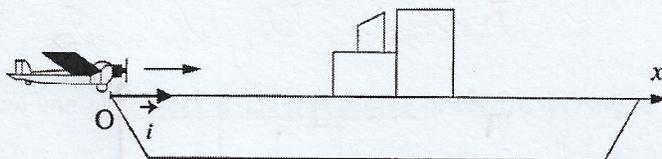
CORRIGÉ

Exercice de mécanique - 13 pts - 30'

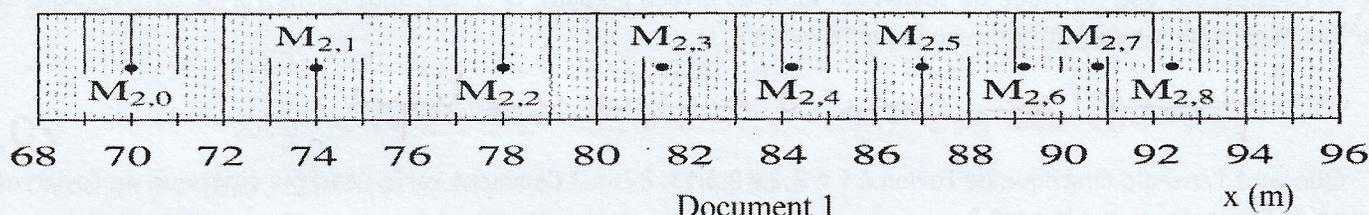
Un avion atterrit (apponte) sur le pont d'un porte-avions. Ce pont est supposé plan et horizontal. Il est assimilable à un référentiel galiléen. Le freinage de l'avion est uniquement assuré par des câbles, solidaires du pont, qui s'accrochent sous l'avion et le stoppent progressivement. Le mouvement de l'avion sur le pont peut être considéré comme un mouvement de translation rectiligne.

Dans tout cet exercice, on ne tiendra pas compte des forces de frottement.

La masse de l'avion est $m = 1,2 \times 10^4$ kg. On choisit comme origine des dates ($t = 0$), l'instant où l'avion touche le pont. Pour repérer la position de l'avion sur le pont du porte-avions, on mesure la coordonnée d'un de ses points M sur un axe (Ox), parallèle à la trajectoire, orienté dans le sens du mouvement et dont l'origine O se trouve à l'extrémité du pont (voir schéma ci-dessous).



A la date $t = 2,0$ s (donc 2 s après que l'avion a touché le pont), une série de clichés photographiques de l'avion est prise à intervalles de temps réguliers $\Delta t = 100$ ms. On obtient le document 1 ci-dessous.



$M_{2,0}$ représente la position à la date $t = 2,0$ s

$M_{2,1}$ représente la position à la date $t = 2,1$ s etc...

Données : intensité de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$;
 valeur de la force de freinage (tension des câbles) : $T = 4,8 \times 10^5 \text{ N}$.
 les actions de l'air (frottements et portance) ne seront pas prises en compte.

1. Dans quel référentiel est repéré la position de l'avion ? *celui du porte-avions* /0,5

2. Décrire le mouvement de l'avion lors de la phase d'appontage sur le porte-avions dans ce référentiel.

mouvement rectiligne ralenti /1

2. On a déterminé les vitesses du point M à différents instants (voir tableau ci-dessous). Vérifier, en utilisant le doc.1, que la vitesse à $t = 2,1$ s est de 144 km/h. Expliquer précisément les calculs réalisés.

t (s)	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
$v_M(\text{m.s}^{-1})$	40	37	31	28	25	19	16

$$v_{2,1} = \frac{M_{2,0}M_{2,2}}{2\Delta t} = \frac{8,0 \text{ m}}{0,2 \text{ s}} = 40 \text{ m.s}^{-1} = 144 \text{ km/h}$$

x 3,6

/1,5

3. Déterminer la valeur de l'accélération moyenne entre $t = 2,1$ s et $t = 2,7$ s. Bien expliquer également les calculs effectués.

$$a_{\text{moy}} = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = \left| \frac{16 - 40 \text{ m.s}^{-1}}{2,7 - 2,1 \text{ s}} \right| = 40 \text{ m.s}^{-2} \quad (4g!) \quad /1$$

4. Faire l'inventaire des 3 forces modélisant les actions mécaniques s'exerçant sur l'avion pendant la phase d'appontage. Déterminer la valeur de chacune de ces forces. On ne prendra pas en compte les frottements.

- poids \vec{P}
 - réaction du sol \vec{R}
 - tension des câbles \vec{T}

$$P = m \cdot g = 1,2 \times 10^4 \times 10 = 1,2 \times 10^5 \text{ N}$$

$$R = P \text{ car pas de mouvement vertical}$$

$$T = 4,8 \times 10^5 \text{ N (donnée)} \quad /2$$

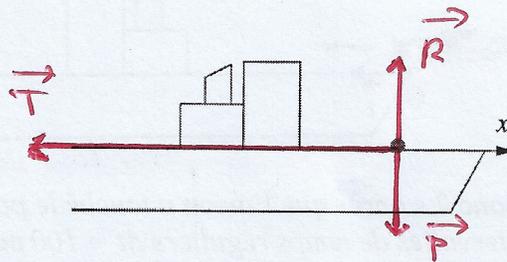
5. Représenter ci-dessous ces 3 forces modélisant les actions mécaniques s'exerçant sur l'avion pendant cette phase d'appontage. L'avion sera modélisé par son centre de gravité (\bullet).

Echelle à utiliser : 1 cm $\Leftrightarrow 10^5$ N

$$\vec{P} \approx 1,2 \text{ cm}$$

$$\vec{R} \approx 1,2 \text{ cm}$$

$$\vec{T} \approx 4,8 \text{ cm}$$



/1,5

6. En considérant que l'altitude de l'avion est nulle au niveau du pont, préciser sous quelle forme est l'énergie de l'avion au moment du contact avec le porte-avion ?

uniquement sous forme d'énergie cinétique.

/0,5

7. Que vaut l'énergie cinétique de l'avion à $t = 2,1$ s ? à $t = 2,5$ s ? Comment varie l'énergie cinétique de l'avion au cours de l'appontage, sur le pont ?

$$E_{c,2,1} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{3,1}^2 = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 10^4 \times 40^2 = 9,6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$E_{c,2,6} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{3,6}^2 = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 10^4 \times 25^2 = 3,8 \times 10^6 \text{ J}$$

L'énergie cinétique diminue donc.

/2

8. Exprimer et calculer le travail de la tension des câbles entre les points $M_{2,1}$ et $M_{2,7}$. Comment peut-on qualifier ce travail ?

$$W_{M_{2,1} \rightarrow M_{2,7}}(\vec{T}) = T \times M_{3,1} M_{2,7} \times \cos \alpha \text{ avec } \alpha = 180^\circ$$

$$= 4,8 \times 10^5 \times (30,8 - 74) \times (-1) = -8,1 \times 10^6 \text{ J}$$

$W < 0$: le travail est résistant.

/1,5

9. Que valent le travail des deux autres forces entre les points $M_{2,1}$ et $M_{2,7}$? Bien justifier.

$W(\vec{P}) = W(\vec{R}) = 0$ car les forces sont perpendiculaires au déplacement de l'avion.

/1

10. Quelle conversion d'énergie a lieu sur le pont pour le système {avion + câbles} ?

L'énergie cinétique est convertie en énergie potentielle élastique.

/0,5

A. Pour mettre en route un feu dans ma cheminée, j'utilise une allumette qui me permet d'allumer du carton. Celui-ci s'enflamme rapidement.

1. Identifier :

- le combustible : carton - le comburant : dioxygène de l'air /1
 - l'énergie d'activation : chaleur de l'allumette enflammée

2. Donner la définition d'une combustion.

C'est une transformation chimique entre un combustible et un comburant qui libère de l'énergie thermique. /1

3. Qu'est-ce qu'une combustion incomplète ?

C'est lorsque le dioxygène n'a pas en quantité suffisante lors de la combustion. /0,5

4. Expliquer pourquoi une chaudière à gaz mal réglée présente un risque élevé pour la santé humaine.

Si elle est encrassée par exemple, l'air n'arrive pas correctement, il y a une combustion incomplète dégageant du monoxyde de carbone, très toxique. /1

5. Citer alors un moyen de prévention de ce risque.

→ faire entretenir correctement sa chaudière /0,5
 → avoir un détecteur de monoxyde de carbone.

B. On donne le pouvoir calorifique massique du bois et du méthane :

Bois : PC = 21 MJ.kg⁻¹. Méthane : PC = 55 MJ.kg⁻¹.

La masse volumique du méthane vaut $\mu \approx 0,65 \text{ kg.m}^{-3}$.

Le prix du gaz naturel (méthane) est d'environ 1,5 € le m³, le prix du bois de chauffage est d'environ 0,50 € le kg.

1. En dépensant 15 €, quel volume de gaz naturel (en m³) je peux brûler ? Avec la même somme, quelle masse de bois (en kg) je peux brûler ?

1,5 € → 1 m³
 15 € → 1 x 10 = 10 m³ de gaz
 0,50 € → 1 kg
 15 € → 1 x 30 = 30 kg de bois. /1

2. En déduire l'énergie dégagée (en MJ) pour ces 2 modes de chauffage si je dépense 15 €. Commenter.

gaz : $E = PC \times m = 55 \text{ MJ.kg}^{-1} \times 6,5 \text{ kg} = 357,5 \text{ MJ}$
 car $m = \mu \times V = 0,65 \text{ kg.m}^{-3} \times 10 = 6,5 \text{ kg}$.

bois : $E = PC \times m = 21 \text{ MJ.kg}^{-1} \times 30 \text{ kg} = 630 \text{ MJ}$

Il est donc plus économique de se chauffer au bois! /2