

Sciences de l'ingénieur

Toutes les réponses seront faites sur le document réponses joint au sujet. Le barème donné par exercice est approximatif et pourra être modifié. Les 3 exercices proposent d'étudier les caractéristiques principales d'un planeur ultra léger (PUL, voir Fig. 1) en version décollage à pied (non motorisé, voir Fig.2) ou décollage sur piste d'envol (motorisation électrique) et de comparer les deux configurations. Préciser les unités des valeurs calculées. Pour les questions 1 et 3, repasser à l'encre vos constructions graphiques.

Certaines questions sont sous forme de choix multiples. Cocher la ou les bonnes réponses.

Fig. 1 P.U.L.



Fig. 2 Version décollage à

Données et hypothèses :

- $R(O, \vec{x}, \vec{y})$ est lié à la terre, on considère le problème plan (voir figure 3),
- La direction \vec{x} est horizontale,
- $\underline{0}$: sol,
- $\underline{1}$: PUL (avec roues et pilote) de masse m ,
- \underline{G} : centre de gravité de $\underline{1}$,
- \vec{P} : vecteur force de l'action de la gravité sur $\underline{1}$
- $\vec{A}_{\underline{0} \rightarrow \underline{1}}$: vecteur force de l'action du sol sur la roue avant de $\underline{1}$, voir Fig.3
- $\vec{B}_{\underline{0} \rightarrow \underline{1}}$: vecteur force de l'action du sol sur la roue arrière de $\underline{1}$, voir Fig.3
- Dans le sujet, **vol stabilisé** signifie que $\underline{1}$ vole en translation rectiligne à vitesse constante par rapport à $\underline{0}$
On considère la vitesse de l'air (vent) par rapport au sol nulle.
On note $\vec{V}_{air/\underline{1}}$, le vecteur vitesse de la vitesse de l'air par rapport à $\underline{1}$.
- \vec{R}_a : force aérodynamique qui s'applique au point \underline{C} (centre de poussée) représentant l'action de l'air sur $\underline{1}$.
La force \vec{R}_a est la somme vectorielle de la portance \vec{P}_{ce} et de la traînée \vec{T}_r telle que $\vec{R}_a = \vec{P}_{ce} + \vec{T}_r$
- La direction de la force \vec{P}_{ce} est toujours perpendiculaire à la direction de la vitesse $\vec{V}_{air/\underline{1}}$. \vec{P}_{ce} s'applique en \underline{C} .
- La direction et le sens de la force \vec{T}_r sont identiques à ceux de la vitesse $\vec{V}_{air/\underline{1}}$. La traînée s'applique en \underline{C} .
- Les normes de \vec{P}_{ce} et \vec{T}_r s'expriment comme suit :
- $\|\vec{P}_{ce}\| = k_p \cdot (V_{air/\underline{1}})^2$ et $\|\vec{T}_r\| = k_t \cdot (V_{air/\underline{1}})^2$
avec k_p et k_t , valeurs qui dépendent de la géométrie de $\underline{1}$ et de la densité de l'air.
- \vec{F} représente la force poussée de l'hélice sur $\underline{1}$ dans sa version motorisée (voir fig.4).

EXERCICE 1 : (sur 16 points)

Pour Q1 et Q3 les vecteurs \vec{F} et \vec{P} sont représentés à l'échelle définie par des règles graduées. Ces échelles sont différentes et la norme de \vec{P} est plus importante dans la configuration motorisée en Q3 (poids du moteur).

Q1 : En configuration sans moteur et en considérant un **vol stabilisé**. Sur le schéma du document réponse :

- représenter le vecteur force \vec{R}_a qui compense le poids \vec{P}
- construire les vecteurs \vec{P}_{ce} et \vec{T}_r tel que $\vec{R}_a = \vec{P}_{ce} + \vec{T}_r$

Q2 : A partir de l'échelle fournie sur le schéma en Q1, déterminer les normes de \vec{P}_{ce} et de \vec{T}_r

Q3 : En configuration avec moteur et en considérant un **vol stabilisé**. Sur le schéma du document réponse :

- Représenter les vecteurs \vec{P}_{ce} et \vec{T}_r
- Construire le vecteur force aérodynamique \vec{R}_a

Q4 : A partir de l'échelle fournie sur le document réponse en Q3, déterminer les normes de \vec{P}_{ce} et de \vec{T}_r

En comparant, dans les deux configurations : les directions, normes de $\vec{V}_{\text{air}/\underline{1}}$, les normes du poids \vec{P} , de la portance \vec{P}_{ce} et de la traînée \vec{T}_r répondez aux questions suivantes (plusieurs bonnes réponses sont possibles).

Q5 : Pourquoi les normes de la portance et de la traînée sont différentes dans les deux configurations ?

Q6 : En vol stabilisé, pour chacune des 2 configurations, pourquoi la trajectoire de l'aéronef par rapport au sol est différente ?

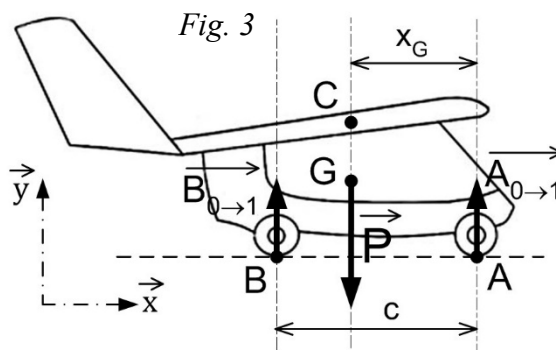
Vérification du centrage

La position du centre de gravité G du PUL par rapport au centre de poussée C a un effet sur la stabilité et la maniabilité en vol.

Une méthode simple pour déterminer x_G au sol est d'utiliser deux balances (type « pèse personne »). L'une est positionnée sous le train principal en B, l'autre sous la roulette de nez en A.

Q7 : Exprimer $\|\vec{P}\|$ en fonction de m_A et m_B , les masses indiquées sur les deux balances.

Q8 : Exprimer (en appliquant le théorème du moment statique) x_G en fonction de m_A , m_B et c .



EXERCICE 2 : (sur 10 points)

On souhaite estimer l'énergie consommée par les batteries durant la phase de décollage.

La piste de décollage est une prairie horizontale dont la longueur permet au PUL de décoller sur une distance $L=100\text{m}$. La vitesse minimale nécessaire pour pouvoir décoller est $v = 36 \text{ km/h}$. On considère que durant la phase de décollage le mouvement du PUL est un mouvement rectiligne uniformément accéléré (accélération constante) par rapport au sol $\underline{0}$. On note \underline{a} l'accélération de $\underline{1}$ par rapport à $\underline{0}$.

Q9 : En exploitant les équations horaires du mouvement, calculer l'accélération \underline{a} du PUL et la durée t de la phase de décollage.

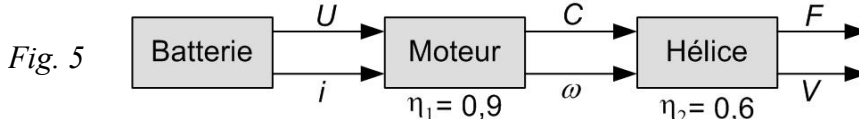
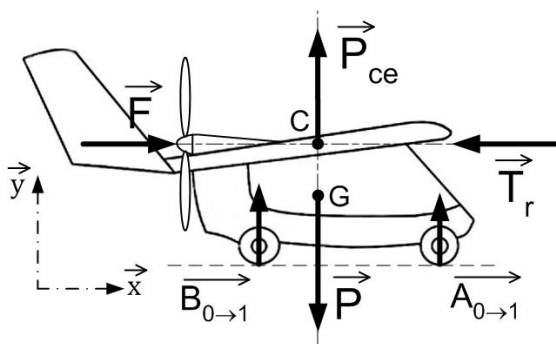
Durant la phase de décollage les actions mécaniques exercées sur l'ensemble P.U.L. sont : $\vec{A}_{0 \to 1}$, $\vec{B}_{0 \to 1}$, \vec{P} , \vec{T}_r , \vec{P}_{ce} et \vec{F} . (Fig. 4)

Q10 : Écrire l'équation de la résultante dynamique en projection sur l'axe horizontal \vec{x}

On donne la masse $m=200\text{kg}$ et $\|\vec{T}_r\| = 400\text{N}$

Q11 : Calculer la norme de la force $\|\vec{F}\|$

On donne la chaîne de puissance (Fig. 5) ; η_1 et η_2 sont les rendements du moteur et de l'hélice.



Q12 : Calculer la puissance utile maximale P_h développée par l'hélice au moment du décollage.

Q13 : Donner l'expression puis un ordre de grandeur de la puissance maximale P_b fournie par la batterie.

EXERCICE 3 : (sur 14 points) Surveillance et affichage de l'état de charge de la batterie

Le pilote du PUL motorisé a besoin de connaître en permanence l'état de charge de la batterie. Le boîtier de commande exploite la tension de la batterie pour envoyer une donnée vers un petit afficheur. L'information d'état de charge affichée est une courte chaîne de caractères alphanumériques.

Le support de communication est une liaison série filaire de type RS-232.

La liaison série RS-232 est une liaison série asymétrique permettant de transmettre des informations sur un seul fil électrique, bit après bit, entre deux composants.

Le signal est au repos (pas d'envoi de donnée) quand il est à l'état logique 1.

Le format de la trame complète transmise est composé de 4 blocs :

- 1 bit de start : au niveau logique 0 pour informer du début de l'envoi de la trame de donnée ;
- 1 octet de données : code exploitant la table de caractères ASCII, avec le bit de poids faible en premier ;
- 1 bit de contrôle de parité **paire** : le bit de parité prend la valeur logique 0 ou 1 afin que la somme des bits à l'état logique 1 dans l'octet de données et le bit de parité soit paire ;

Nom de famille :

Prénom(s) :

Numéro Candidat :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

CONSIGNES

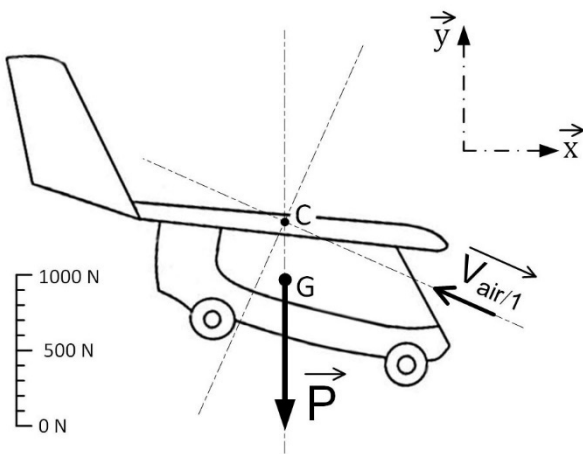
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) ; éviter le stylo plume à encre noire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.



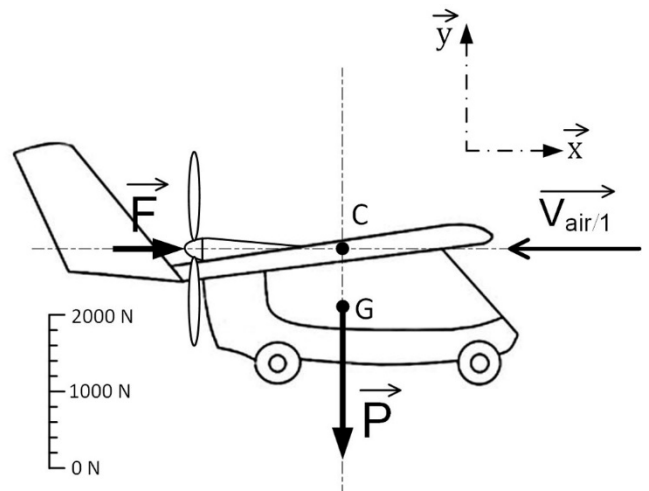
Document réponse de : PHYS SVT NSI SI MATHS

Document réponses Sciences de l'ingénieur

Q1 : Vol stabilisé sans moteur



Q3 : Vol stabilisé motorisé



Q2 : 2500N - 300N 950N - 450N 2000N - 700N 900N - 800N

Q4 : 1000N - 600N 1500N - 2500N 1200N - 700N 2000N - 900N

Q5 : Parce que $\|\vec{V}_{air/1}\|$ est différente suivant la configuration Parce que le PUL vole à l'horizontale ou descend Parce qu'il faut compenser un poids de PUL qui est différent suivant la configuration Parce que la poussée produit une accélération en vol stabilisé

Q6 : En Q3, \vec{F} compense \vec{T}_r et \vec{P}_{ce} compense \vec{P} . La vitesse de $\underline{1}$ est donc constante. Le PUL n'a pas besoin de descendre pour entretenir une vitesse constante Parce qu'en version motorisée (Q3), l'axe de l'hélice est horizontal, la poussée est horizontale, le PUL vole donc à l'horizontale Parce qu'en version non motorisée (Q1) le poids du pilote déséquilibre le PUL, qui perd de l'altitude en vol stabilisé Parce que dans la version non motorisée (Q1), c'est la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique qui permet au PUL de produire une portance et une trainée qui compensent \vec{P}

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Q7: $\|\vec{P}\| =$

Q8: $x_G =$

Q9: $a =$

$t =$

Q10:

Q11: $\|\vec{F}\| =$

Q12: $P_h =$

Q13: $P_b =$

$8\text{kW} < P_b < 11\text{kW}$ $11\text{kW} < P_b < 14\text{kW}$ $8\text{W} < P_b < 11\text{W}$ $11\text{W} < P_b < 14\text{W}$

Q14: $t =$

$t=0,08\text{ s}$ $t=0,008\text{ s}$ $t=0,01\text{ s}$ $t=0,001\text{ s}$

Q15:

	Code en binaire								Code en décimal	Code en hexadécimal
Code binaire du 1 ^{er} caractère :										
Code binaire du 2 ^{ème} caractère :										

Q16: $U_2 =$

Q17:

Q18:

- $q = 0,3\text{ V}$
- $q = 4,88\text{ mV}$
- $q = 0,05\text{ V}$
- $q = 50\text{ mV}$

Q19:

- $N = 941$
- $N = 572$
- $N = 1015$
- $N = 488$

Q20:

```
def moyenne (Em) :  
    somme = 0  
    moy = 0  
    i = 1  
    while i <= █ :  
        somme = █ + E[i]  
        i = i + █  
    moy = █ / 10  
    return (moy)
```