Mission dans l'espace

bac Antilles 09/00

Quelques éléments du vol de la navette spatiale sont reproduits ci-dessous:
- masse totale au décollage : 2,041 10^6 kg ; masse du véhicule orbital : 69,68 10^3 kg ; altitude moyenne : 296 km ; vitesse : 7711 km/s.

On se propose d'étudier quelques aspects des différentes phases du vol.

Le lancement:

Le lancement débute lors de la mise à feu des moteurs et des propulseurs à poudre. Pendant la phase de décollage on admet que l'éjection des gaz par les moteurs a les mêmes effets qu'une force extérieure de valeur F= 32,4 10^6 N appelée poussée. On suppose que la valeur de g reste constante durant toute la phase de départ.

Faire le bilan des forces s'exerçant sur la navette à l'instant du décollage et représenter les forces sur un schéma. (au moment du décollage on néglige les forces de frottements et la variation de masse).

Calculer la valeur de l'accélération au décollage.

Calculer la distance parcourue pendant les 2 s qui suivent le décollage en négligeant la variation d'accélération pendant cette durée.

étude de la navette en orbite:

Dix minutes après le décollage, la navette est en mouvement circulaire uniforme autour de la terre à l'altitude h= 296 km. Sa masse est égale à 69,68 10^3 kg.

On assimile la navette à un point matériel. Sur un schéma représenter son vecteur accélération. Que peut-on dire de cette accélération ?

Champ de gravitation à l'altitude h :

- démontrer que l'intensité du champ de gravitation à l'altitude h est donné par la relation : $g_h = g_0R^2 / (R+h)^2$ où R est le rayon terrestre et g_0 = 9,8 m/s².
- Calculer la valeur de cette accélération à l'altitude de l'orbite de la navette; R= 6380 km.

vitesse en orbite :

- Montrer que l'expression de la vitesse de la navette est : $v^2 = g_h(R+h)$
- Calculer la vitesse et la comparer à celle donnée au début.

étude de la phase d'approche à l'atterrissage:

Dans la phase d'approche, moteurs à l'arrêt, la navette est soumise à son poids et aux forces de frottements de l'air. On trouvera ci-dessous la valeur de la vitesse à différentes dates :

date	altitude (km)	vitesse (m/s)
t-8 min	54,86	1475
t-3 min	11,58	223,5

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

masse de la navette :69,68 10_3 kg. On prendra g=9,7 m/s² durant la phase d'approche.

Calculer le travail du poids entre les deux dates données.

Calculer le travail des forces de frottements entre ces deux dates en utilisant le théorème de l'énergie cinétique.

Quelle est l'utilité des céramiques réfractaires tapissant le fuselage et les ailes de la navette.

---

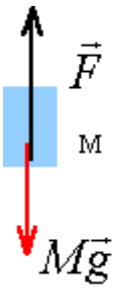
corrigé

---

système : fusée et équipement; référentiel terrestre galiléen.

Ecrire la seconde loi de Newton, le système étant soumis à son poids, à la poussée des moteurs .

projeter cette relation vectorielle sur un axe vertical vers le haut.

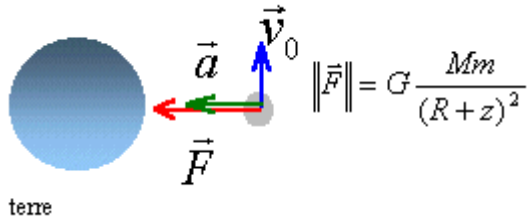


$M\vec{g} + \vec{F} = M\vec{a}$

F-Mg= Ma d'où a = F/M -g.
a= 32,4 10^6 / 2,041 10^6 -9,8 = 15,87-9,8 = 6,06 m/s².
mouvement rectiligne uniformément accéléré, sans vitesse initiale:
d= ½ at² = 0,5*6,06*2² = 12,1 m.

---

mouvement orbital circulaire uniforme :
la navette est soumise à la seule force de gravitation centripète
l'accélération est centripète égal au champ de gravitation à l'altitude considérée.



$\|\vec{F}\| = G\frac{Mm}{(R+z)^2}$

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

au sol : $g_0 = GM_{terre} / R^2$ d'où $GM_{terre} = g_0R^2$
à l'altitude h : $g_h = GM_{terre} / (R+h)^2 = g_0R^2 / (R+h)^2$
g_h = 9,8 *(6,38 10^6)² / (6,38 10^6+ 2,96 10^5)²=8,95 m/s².

---

vitesse en orbite :
l'accélération est centripète; ellest égale à v² / (R+h)
$g_h = v^2 / (R+h)$
$v^2 = g_h (R+h)$
v^2 = 8,95*(6,38 10^6+ 2,96 10^5)= 59,75 10^6 m²/s²
v = 7730 m/s.

---

travaux des forces :
travail du poids, moteur en descente
$mg(h_1-h_2)$= 69,68 10^3 *9,7 *(54,86-11,58) 10^3 = 2,92 10^{10} J.
masse en kg, altitudes en mètres, vitesse en m/s.
théorème de l'énergie cinétique(les frottements et le poids travaillent)
½ mv^2_{fin}- ½ mv^2_0 = W + 2,92 10^{10}
W = - 2,92 10^{10} + 0,5*69,68 10^3 (223,5²-1475²)
W = 10,32 10^{10} J.

L'énergie précédente est convertie en énergie thermique.
Les céramiques réfractaires capables de résister sans détérioration à de hautes températures jouent le rôle de bouclier thermique.