

# Les caractéristiques de la fusée A4

Le but de l'exercice est de savoir trier, vérifier et utiliser des informations scientifiques tirées d'un film. Regardez le clip vidéo « characteristic technic A4.avi » qui vous servira à répondre aux questions.

## Informations tirées du film :

1. Quelle est la poussée exprimée en tonnes de la fusée A4 ?
2. Quels sont les noms et les masses des réactifs utilisés pour la réaction de combustion exprimée en kg avec 4 chiffres significatifs ?
3. a ) Quelle est la puissance moyenne délivrée par « le moteur de la fusée » ?  
b ) Pendant combien de temps est fournie cette puissance ?
4. Quelle est la vitesse maximale  $V(\max)$  atteinte par la fusée d'après le commentateur quand le moteur s'arrête faute de carburant ?
5. Quelle est la valeur de l'apogée de la fusée, c'est-à-dire l'altitude maximale qu'elle atteint au cours de la trajectoire ?

## Vérification et utilisation des informations tirées du film :

La poussée est la force exercée par les gaz d'échappement (produits de la réaction de combustion) sur la fusée. Pour déterminer la poussée (voir réponse à la question 1) dans l'unité du système internationale, il faut déterminer le poids correspondant à la masse indiquée pour la poussée.

6. Quelle est donc la valeur de la poussée  $P_0$  ?

L'alcool utilisé comme réactif est l'éthanol de formule brute  $C_2H_6O$ .

7. Sachant que l'autre réactif est le dioxygène et qu'on considère la réaction de combustion totale c'est-à-dire qu'il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau, écrire l'équation de réaction de combustion de l'éthanol puis réaliser un tableau d'avancement pour déterminer quel est le réactif limitant.

Remarque : tous les réactifs et produit seront considérés à l'état gaz

| Quantité de matière (mol) | $C_2H_6O(g)$ | + | $O_2(g)$ | → | $CO_2(g)$ | + | $H_2O(g)$ |
|---------------------------|--------------|---|----------|---|-----------|---|-----------|
| État initial              | $n_0$        |   | $n_1$    |   |           |   |           |
| État intermédiaire        |              |   |          |   |           |   |           |
| État final                |              |   |          |   |           |   |           |

Appuyer sur « Pause » afin de bien visualiser le schéma de la trajectoire de la fusée proposé à la fin du film. D'après ce schéma, lorsque les moteurs s'arrêtent, la fusée est à une altitude de 26 km.

8. Quelle est la valeur de la vitesse maximale affichée ? Exprimer la en km/h.  
Retrouve-t-on celle énoncée par le commentateur ?

*Quelques données :*

La fusée K12 était alors la fusée de référence en terme d'apogée et de distance parcourue.

Quelques mots d'allemand : *gipfelhohe*:apogée ; *bisher*:jusqu'ici ; *grosste*:la plus grande ; *erreichte*:atteinte, réalisée ; *Geschoss*:tir, missile ; *bahn* :trajectoire ; *brennschluss* : fin de combustion ; *Schußweite* : portée (d'un tir).

9. Quelle est la masse de la fusée au décollage ?

10. Dessiner qualitativement un diagramme de transfert d'énergie (sans se soucier des valeurs) entre le départ de la fusée et l'altitude de 26 km.

11. Enoncer le théorème de l'énergie cinétique et écrire l'expression littérale correspondante.  
Pour quelle raison ne peut on, dans l'état de nos connaissances, passer à l'application numérique pour déterminer le travail minimal de la poussée entre le décollage et le moment où la vitesse maximale est atteinte?

12. La puissance moyenne fournie par le moteur (poussée) est  $P = W(Po) / \Delta t$  où  $\Delta t$  correspond au temps de fonctionnement du moteur. P est exprimée en Watt (W), le travail W (Po) en Joules (J) et le temps  $\Delta t$  en seconde (s).

Sachant qu'un cheval vapeur (dont l'unité est symbolisée par CV) a pour valeur en Joules : 1CV=735W, donner la valeur de la puissance en W puis le travail de la poussée fournie pendant le fonctionnement du moteur en J.

Arrivée à une altitude de 26 km, la force de frottement exercée par l'air est nulle car à ces altitudes élevées l'air n'existe qu'en quantité très faible.

13. Quelle est la masse de la fusée après la fin de la combustion si on considère les réservoirs vides ?

14. Dessiner qualitativement un diagramme de transfert d'énergie entre l'altitude de 26 km et l'apogée.

15. Quelle sera la vitesse de la fusée à son apogée ? (on utilisera le théorème de l'énergie cinétique ou celui de l'énergie mécanique ainsi que la réponse à la question 5).  
Exprimer cette vitesse en km/h. La valeur de g sera supposée constante et égale à 9,81N/kg

16. Quelle est la vitesse de la fusée lorsqu'elle repasse à l'altitude de 26 km ?

La vitesse d'impact au sol de la fusée est voisine de 3500 km/h.

17. Déterminer le travail de la force de frottement exercée par l'air entre l'apogée et le sol lors de la descente. (On utilisera le théorème de l'énergie cinétique ou celui de l'énergie mécanique et on s'aidera pour répondre à cette question d'un diagramme de transfert d'énergie entre ces 2 altitudes).