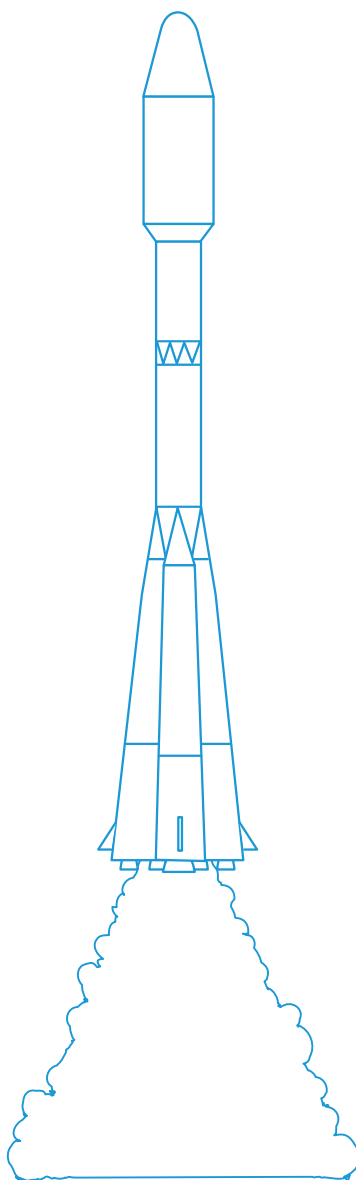
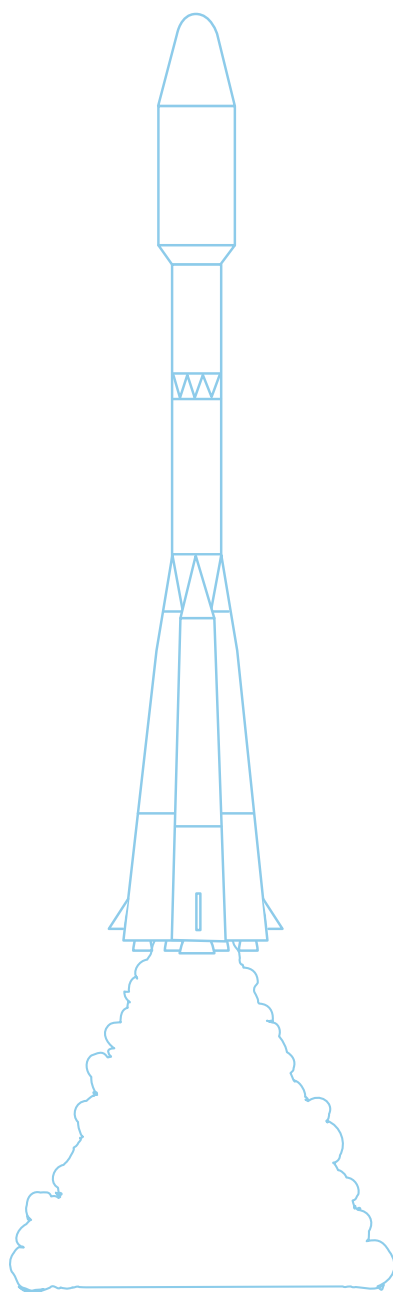


Enseigner avec l'espace

→ LA MINI BOUTEILLE EXPLOSIVE

Utiliser des fusées pour comprendre les réactions de combustion





Informations générales

page 3

Activité 1: Enflammer la bouteille

page 4

Activité 2: Étude de la réaction de combustion

page 6

Liens

page 7

→ LA MINI BOUTEILLE EXPLOSIVE

Utiliser des fusées pour comprendre les réactions de combustion

QUELQUES FAITS

Tranche d'âge: 14-17 ans

Type: Activité pratique

Difficulté: Facile

Temps de préparation pour le professeur: 20 minutes, temps de lecture de l'activité

Temps requis pour la leçon: 45 minutes

Coût: Faible (0-5€ par mini bouteille explosive)

Lieu: Laboratoire

Matériel requis: Des carburants hautement inflammables (éthanol ou autres alcools)

Les grandes lignes

Dans cette expérience pratique, les élèves réaliseront une réaction de combustion en utilisant un mélange d'alcool et d'air dans une bouteille d'eau en plastique. Les élèves observeront une réaction rapide accompagnée par un bruit d'«explosion» spectaculaire, imitant ce qui se produit lorsque des carburants sont enflammés durant un vrai lancement de fusée. À travers leurs réponses aux questions de discussion, les élèves seront d'abord amenés à conclure que les réactions de combustion sont exothermiques. Ensuite, ils identifieront les réactifs et les produits de réaction, tout en prenant en compte les différents carburants. Les élèves s'entraîneront aussi à équilibrer des équations chimiques.

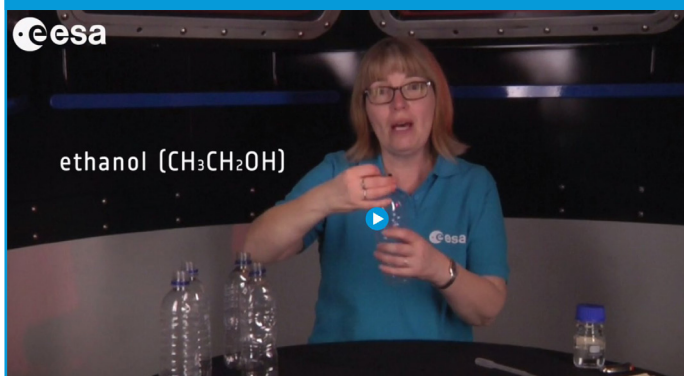
Les élèves apprendront

- comment fonctionnent les moteurs de fusées basés sur des réactions chimiques
- que la combustion est une réaction exothermique qui nécessite l'usage de carburant et d'un oxydant.
- comment équilibrer des équations pour les réactions combustions

Les élèves amélioreront

- leur capacité à appliquer des connaissances acquises en observant des expériences réalisées pour résoudre des problèmes théoriques.
- leurs compétences expérimentales générales, et ce en utilisant correctement le matériel, en réalisant et en prenant note de leurs observations
- leur capacité à travailler en toute sécurité dans un laboratoire

Matériel supplémentaire



↑ Une mini bouteille explosive – une vidéo de démonstration pour la classe

Curriculum links

- Chimie – réactions de combustion
- Physique – lancement de fusées, forces d'action et de réaction

→ ACTIVITÉ 1: ENFLAMMER LA BOUTEILLE

Dans cette activité pratique, les élèves vont préparer une « mini bouteille explosive » afin de simuler les réactions de combustion qui se produisent dans les fusées réelles. Les élèves utiliseront des petites bouteilles en plastique pour ne pas prendre de risques, mais l'expérience peut aussi être réalisée par le professeur, qui lui utilisera une grande bouteille d'eau, comme celles présentes dans les distributeurs d'eau.

La vidéo de démonstration (VC01) pour la classe de la « Mini bouteille explosive » est disponible en anglais sur le site ESA's Education. Elle montre comment installer le matériel et mener à bien cette activité. Elle peut être utilisée pour aider les élèves à préparer leurs bouteilles explosives. Une possibilité d'exploitation est de tester plein de carburant différents et de comparer leur combustion. L'éthanol est le meilleur carburant à utiliser car il est plus volatile que les autres sortes d'alcool, dont la masse moléculaire est plus grande (par ex. le propanol ou le butanol). Une activité de physique en lien avec cette matière – vidéo de démonstration pour la classe (VPO1) sur la « bouteille explosive » - est également disponible (en anglais) sur le site web ESA's Education.

Matériel

(pour une mini bouteille explosive)

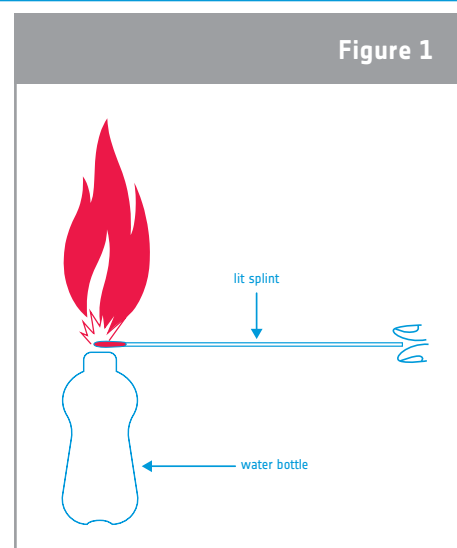
- 1 petite bouteille en plastique (250 – 330 ml). Il est essentiel que chaque bouteille possède un bouchon. L'idéal est d'avoir des bouteilles d'eau vides.
- 1 ml d'un carburant, comme de l'éthanol (ou autres alcools si vous préférez)
- Des lunettes de sécurité pour chaque étudiant
- 1 paire de gants ultrarésistants (seul le professeur sera amené à les utiliser)
- Des tapis résistants à la chaleur

Santé & sécurité

- L'alcool est hautement inflammable. Ne pas utiliser près des flammes nues.
- Vérifiez que les produits chimiques inflammables, et ce y compris les alcools, sont maintenus dans des récipients hermétiques lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- Des lunettes de sécurité devront être portées en permanence.
- Vérifiez que les bouteilles ne sont pas endommagées et ne semblent pas cassantes. Si un craquement apparaît, utilisez une autre bouteille.
- Portez toujours des gants lorsque vous enflamez les bouteilles. Ne vous placez pas au-dessus de la bouteille.
- Suivez les mesures de contrôle de sécurité générale prévues dans le laboratoire.

Exercice

1. Distribuez le matériel aux élèves (ou aux groupes d'élèves)
2. Il est conseillé que les élèves suivent les instructions données sur leurs feuilles d'activité.
3. Circulez dans la classe, en enflammant les bouteilles de élèves (Figure 1). Il est bon à ce stade que les élèves observent ce qui se produit et réfléchissent sur la question.
4. Les élèves peuvent répéter l'expérience avec différents carburants afin d'observer les différences durant la combustion. Ils pourraient aussi répéter l'expérience en utilisant une bouteille en plastique différente.



↑ Enflammer la mini bouteille explosive

Réponses aux questions de discussion

1. Explique pourquoi tu penses qu'il est nécessaire de vaporiser de l'alcool en premier lieu.
Les molécules d'alcool qui se trouvent dans la phase de vaporisation brûlent plus vite que les molécules qui se trouvent dans la phase liquide. Pourquoi ? Car elles sont propagées plus loin dans le récipient et ont une bien plus grande surface pour la réaction.
2. Décris ce que tu vois dans la bouteille à la fin de l'expérience.
Un liquide incolore
3. Selon toi, de quelle substance s'agit-il ? Sans la goûter ou la sentir, explique comment tu pourrais déterminer cette substance.
Les produits d'une réaction de combustion complète sont l'eau et le dioxyde de carbone. Vu que le dioxyde de carbone est un gaz et que tout le carburant liquide restant a été vidé de la bouteille avant la combustion, le liquide ne peut être que de l'eau.
Pour tester si ce liquide est de l'eau, ajoutez du sulfate de cuivre (II) au liquide, qui va alors devenir bleu.
4. Écris une équation, sous forme de mots, pour cette réaction.
éthanol + oxygène = dioxyde de carbone + eau
5. Mentionne si cette réaction est exothermique ou endothermique. Justifie ta réponse.
Exothermique car nous pouvons observer de la lumière (flamme) et entendre un son « d'explosion », donc nous savons que l'énergie est dissipée.
Les élèves peuvent aussi toucher la bouteille avec prudence après l'expérience pour observer que la réaction a libéré de la chaleur. La flamme de l'allumette active l'énergie nécessaire pour produire la réaction.
6. Identifie le facteur limitant dans cette réaction
Le carburant
7. Explique pourquoi tu ne peux pas répéter cette expérience immédiatement après l'avoir finie.
L'oxygène dans la bouteille aura été utilisé dans sa quasi-totalité lors de la réaction. La bouteille ne contient donc à présent que du nitrogène : conséquence de l'air et du dioxyde de carbone produits durant la réaction. Aucun des deux ne supporte la combustion. C'est pourquoi la réaction ne peut pas avoir lieu directement après. Il faudrait attendre que l'air de la bouteille soit recyclé.
8. Explique comment tu pourrais contrôler et arrêter la combustion.
Le processus de combustion peut être contrôlé ou arrêté en contrôlant la quantité de carburant, la quantité d'oxygène et la source de chaleur.
9. Discute des points communs et des différences entre la réaction qui se produit dans la bouteille et celle qui se produit dans les moteurs de fusées. Tu peux utiliser la feuille d'activité, Internet ou tes propres connaissances.
Un moteur de fusée et la mini bouteille explosive ont tous deux besoin d'un carburant et d'un produit chimique qui joue le rôle d'un oxydant. Cet oxydant constitue le produit chimique qui réagit avec le carburant de manière exothermique (l'énergie est produite pendant la réaction). Pour la mini bouteille explosive, le carburant (l'éthanol) s'oxyde grâce à l'oxygène de l'air. Le moteur de fusée doit fonctionner en dehors de l'atmosphère et doit donc amener ses propres oxydants. Il se peut que les moteurs de fusées utilisent une variété de différents solides et des propergols liquides. Une combinaison fréquente de carburant/oxydant est l'hydrogène liquide et l'oxygène liquide, comme ceux utilisés dans le moteur Vulcain 2 d'Ariane 5. Ces deux substances sont normalement des gaz à température ambiante et doivent par conséquent être refroidis à de très basses températures (cryogéniques) avant de devenir des liquides.

→ ACTIVITÉ 2: ÉTUDE DE LA RÉACTION DE COMBUSTION

Dans cette activité, les élèves devront répondre à une série de questions pour analyser, de manière mathématique, la réaction de combustion qu'ils ont étudiée dans l'activité 1.

Réponses aux questions

Les questions suivantes concernent la réaction de combustion complète de l'éthanol, en commençant avec 1 ml d'éthanol. Supposons que tout le carburant est utilisé dans la réaction et que ρ (éthanol) = 0.789 g/ml.

[Masses atomique relative: C = 12; H = 1.01; O = 16]

1. Écris les noms des réactifs et des produits de la réaction.

Réactifs: éthanol et oxygène

Produits: dioxyde de carbone et eau

2. Écris une équation chimique équilibrée pour cette réaction.



3. Quelle est la masse de l'éthanol utilisé dans cette réaction.

m (ethanol) = 0.789 g

4. Calcule combien de moles de chaque réactif et de chaque produit sont impliquées dans le processus.

n (ethanol) = 0.01713 mol, n (oxygen) = 0.05139 mol

n (carbon dioxide) = 0.03426 mol, n (water) = 0.05139 mol

5. Calcule les masses de chaque réactif et de chaque produit.

m (ethanol) = 0.789 g, m (oxygen) = 1.644 g

m (carbon dioxide) = 1.507 g, m (water) = 0.926 g

6. Est-ce que la masse totale des réactifs et des produits est identique ? Explique ta réponse.

m (reactants) = 2.433 g, m (products) = 2.433 g

La loi de la conservation de la masse indique que la masse ne peut pas être créée ni détruite. La masse totale des réactifs et des produits doit donc être égale. (Il se peut qu'il existe une légère différence de valeur due à des erreurs d'arrondis).

7. Dans la version réelle de cette expérience, explique si la masse totale des produits serait identique à la valeur trouvée à la question 6.

La loi de la conservation de la masse fonctionne dans des systèmes fermés. Si l'on prend en compte que la mini bouteille explosive ne rentre pas dans ce système fermé (l'énergie et la matière étant transférés dans l'environnement par la vapeur), on ne trouverait pas la même valeur pour la masse des produits et la masse initiale des réactifs.

→ LIENS (EN ANGLAIS)

Ressources de l'ESA

La mini bouteille explosive – Démonstration vidéo pour la classe (VCo1) :

www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Mini_whoosh_bottle_-_classroom_demonstration_video_VCo1

Ressources pour la classe de l'ESA :

www.esa.int/Education/Classroom_resources

Les fusées à carburants liquides et solides :

www.esa.int/Education/Solid_and_liquid_fuel_rockets

ESA Kids introduction aux fusées :

www.esa.int/esaKIDSen/SEMYWIXJD1E_Technology_o.html

Introduction à la fusée Ariane 5 :

www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Ariane_5

Ressources pour Ariane 5 (en anglais)

Information sur la fusée Ariane 5 :

www.arianespace.com/vehicle/ariane-5/

Lien Wikipédia pour Ariane 5 :

en.wikipedia.org/wiki/Ariane_5

Enseigner avec l'espace – la mini bouteille explosive | C01a
www.esa.int/education

Le Bureau de l'Education de l'ESA accueille volontiers les réactions et commentaires
teachers@esa.int

Traduit en français par ESERO Belgium

Concept développé pour l'ESA par la National Space Academy (NSA, Royaume-Uni)
Une production de l'ESA Education
An ESA Education production

Copyright 2017 © European Space Agency