

SCIENCE
et
CULTURE



01/10 > 25/10/2013

04/11 > 08/11/2013

Domaine de l'ULg (Bât B8)

Sart Tilman



En physique et en chimie,

l'énergie est partout !

Démonstrations expérimentales :

tous les lundis, mardis, jeudis et vendredis à 10h et 14h



Service public de Wallonie



EDITEUR RESPONSABLE : ROGER MOREAU SCIENCE ET CULTURE
INSTITUT DE PHYSIQUE - B5 SART TILMAN LIÈGE

AVEC LE SOUTIEN DU SPW - DG06 - DÉPARTEMENT DU DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

Auteurs de ce livret guide :

Marie SULEAU¹, Raphaël CLOSSET^{1,3}, René CAHAY^{1,2,3}, Hervé CAPS^{1,4}, Claude HOUSSIER^{1,2,3}, Brigitte MONFORT^{1,2}, Roger MOREAU^{1,4}, François REMY^{1,2,4,5}

Support technique et illustrations : Aude LEMAIRE¹ et Bernard GUILLOT¹, APE.

L'a.s.b.l. Science et Culture tient à remercier tout spécialement :

- La Direction du Département du Développement Technologique du Service Public de Wallonie ;
- La Direction générale de l'Economie et de l'Emploi du Ministère de la Région Wallonne ;
- Le Service de l'Education Permanente de la Fédération Wallonie-Bruxelles ;
- La Direction Générale du Service des Affaires Culturelles de la Province de Liège ;
- Le GRASP⁴ (Group for Research and Applications in Statistical Physics) ;
- M. B. RENTIER, Recteur de l'Université de Liège ;
- M. R. CLOOTS, Doyen de la Faculté des Sciences de l'ULg ;
- M. T. BASTIN, Président du Département de Physique ;
- M. J.F. FOCANT, Président du Département de Chimie ;
- Mme M. JAMINON, Directrice et M. P. CUYPERS, animateur, Maison de la Science ;
- Mme M. L. MOREAU-COLIN⁴, Chef de Travaux hre ;
- Mmes Ch. PROSPER⁴ et C. XHROUET³, Logisticiennes ;
- Mme C. BRASSEUR³ et M. N. DEVENDRA KUMAR³, chercheurs ;
- Mlles L. CARLIER, A. FUMEL, S. KOSTA⁵, MM. S. COLLIENNE⁴, C. DUBOIS⁴, P-X MARIQUE⁴, présentateurs (physique) ;
- Mmes J. DEWALQUE³, C. TOUSSAINT³ et MM. S. CARION³, T. DEFIZE³, N. LAMBORELLE³, F. STEVENS³, présentateurs (chimie) ;
- MM. V. GRAINDORGE et A. FREDERIX, Service de gestion (Sciences) ;
- Mme J. CRAHAY-DETILLOUX⁴, M. J.M. LENOIR⁴, techniciens.

1: ASBL Science et Culture

2: Laboratoire d'Enseignement Multimédia de l'ULg (LEM)

3: Département de Chimie de l'ULg

4: Département de Physique de l'ULg

5: Département d'Astrophysique de l'ULg

En **PHYSIQUE** comme en **CHIMIE**,

l'énergie est partout!

par

Science et Culture asbl

du 1^{er} au 25 octobre et du 4 au 8 novembre 2013

Démonstrations expérimentales organisées sur réservation,
tous les lundis, mardis, jeudis et vendredis à 10h et à 13h45,
en la salle de Théâtre de l'ULg au Sart Tilman

Science et Culture est une association sans but lucratif (a.s.b.l.) fondée en 1954 qui œuvre à la diffusion des sciences et de la culture pour un public aussi large que possible.

Parmi ses activités principales, figurent l'organisation d'expositions scientifiques orientées vers le public des élèves de l'Enseignement secondaire et l'organisation de conférences pour le grand public. De plus, Science et Culture produit des livrets-guides d'expositions et édite un bulletin bimestriel à l'attention de ses membres.

Pour plus d'informations sur nos activités : www.sci-cult.ulg.ac.be

*A.S.B.L. Science et Culture
Institut de Physique B5, Sart Tilman
B-4000 Liège*

*tél: 04/366.35.85
courriel: sci-cult@guest.ulg.ac.be*

Table des Matières

En physique, l'énergie est partout

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 3 |
| Energie mécanique | 4 |
| 1. Energie cinétique, énergie potentielle | 4 |
| 2. Energie potentielle gravifique | 4 |
| - Un pendule au ras du nez | 4 |
| - Le disque de MAXWELL | 4 |
| - Le looping | 5 |
| 3. Energie potentielle élastique | 5 |
| - L'arc à flèches | 6 |
| - Rebonds de balles « magique » et de ping-pong | 6 |
| 4. Travail et puissance | 7 |
| - La sarbacane : travail de la force de pression | 7 |
| Energie thermique | 10 |
| 1. Notions de base | 10 |
| 2. Echanges de chaleur | 10 |
| 3. Energie thermique dans les gaz | 11 |
| - Loi des gaz parfaits | 11 |
| - Ballon de baudruche dans l'azote liquide | 11 |
| - Mise à feu par compression | 11 |
| 4. Energie thermique dans les solides | 12 |
| - Equivalent mécanique de la chaleur | 12 |
| - Mesure classique | 12 |
| - Variantes de l'expérience de JOULE | 12 |
| 5. Chaleur latente | 13 |
| 6. Le canard buveur : un mouvement apparemment perpétuel | 13 |
| 7. Moteur STIRLING | 14 |
| Energie électrique | 15 |
| 1. Electrostatique | 15 |
| 2. Electrocinétique | 16 |
| 3. Magnétisme | 17 |
| 4. Electromagnétisme | 18 |
| - Effet d'un champ magnétique sur un courant électrique | 18 |
| - Induction électromagnétique | 19 |
| - Expériences de freinage électromagnétique | 20 |
| - Lévitiation d'un anneau | 20 |
| - Le train à lévitation magnétique | 21 |
| Energie lumineuse | 21 |
| 1. Effet photoélectrique | 21 |
| 2. Energie d'un faisceau laser vert | 22 |
| Energie nucléaire | 23 |
| 1. Les rayonnements radioactifs | 23 |
| 2. Radiations ionisantes | 23 |
| 3. De l'origine de l'énergie nucléaire à ... $E = mc^2$ | 23 |
| 4. Fission - fusion | 24 |
| 5. Le boson de HIGGS | 24 |

| | |
|---|----|
| Encadrés : Les fusées | 8 |
| Le saut en hauteur | 9 |
| Le mouvement brownien | 10 |
| La foudre | 16 |
| La naissance de l'électromagnétisme | 18 |
| Le moteur électrique simple | 19 |
| Les alternateurs | 20 |

| | |
|--|-----------|
| Bibliographie (partie physique) | 24 |
|--|-----------|

En chimie, l'énergie est partout

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 25 |
| L'énergie chimique: une énergie tout à fait particulière | 25 |
| Représentation d'une réaction chimique à l'échelle moléculaire | 26 |
| Réaction chimique et énergie thermique .. | 27 |
| Des réactions chimiques pour produire de la chaleur .. | 27 |
| - La combustion | 27 |
| - Incendie et explosion dans des usines d'engrais. Le nitrate d'ammonium, un danger ? | 28 |
| - Une combustion spontanée | 28 |
| Des réactions chimiques pour produire du froid | 30 |
| Des dissolutions pour produire du froid | 30 |
| L'énergie chimique pour stocker l'énergie thermique .. | 31 |
| Réaction chimique et énergie mécanique .. | 33 |
| Les moteurs à explosion | 33 |
| Explosion du mélange méthanol-air | 33 |
| Gonfler sans effort | 33 |
| Sac gonflable - Coussin d'air - Airbag | 34 |
| Une fusée au peroxyde d'hydrogène | 35 |
| La propulsion des fusées : une « affaire » de chimie ? .. | 35 |
| Les ergols et propergols | 36 |
| Réaction chimique et énergie électrique ... | 37 |
| Un peu d'histoire | 37 |
| - La pile de VOLTA | 37 |
| - La pile de DANIELL | 37 |
| Des piles à longue durée | 38 |
| - La pile LECLANCHÉ revisitée | 38 |
| - La pile sèche | 38 |
| - La pile alcaline | 38 |
| Les piles à combustion : piles du futur ? | 39 |
| Accumulateurs et batteries | 40 |
| Le retour des batteries dans les véhicules électriques .. | 41 |
| De l'énergie électrique pour réaliser des réactions chimiques | 42 |
| Réaction chimique et énergie lumineuse ... | 43 |
| Des réactions chimiques pour produire de la lumière .. | 43 |
| - Il y a bougie et bougie ! | 44 |
| - La couleur des flammes | 44 |
| - La chimiluminescence | 44 |
| - La bioluminescence | 46 |
| De la lumière pour réaliser des réactions chimiques .. | 46 |
| - La photo noir et blanc | 46 |
| Transformation d'énergie lumineuse en énergie chimique | 46 |
| - La photosynthèse dans les chloroplastes | 46 |
| Trois domaines de recherche actuels de chimistes de l'ULg | 46 |
| Les cellules photovoltaïques à colorants | 46 |
| Un transporteur d'électrons presque parfait : le supraconducteur | 47 |
| La valorisation de la biomasse lignocellulosique | 47 |
| Bibliographie (partie chimie) | 48 |
| Quiz - Vrai ou Faux ? | 48 |

Introduction

L'énergie est partout et, même si on ne peut pas la voir, on peut la concevoir. Tout être vivant - l'Homme en particulier - est consommateur d'énergie, pour effectuer une multitude d'actions de la vie quotidienne : s'éclairer, se chauffer, se déplacer, se soigner, étudier, fabriquer des objets... ou simplement vivre.

Pour vivre, il faut manger : notre corps va chercher dans les aliments les vitamines, les nutriments dont il a besoin et il les transforme en énergie pour que nous puissions marcher, courir, rouler à vélo...

L'énergie obéit à une des lois fondamentales qui régissent notre Univers :

Dans tout système isolé du reste de l'Univers, l'énergie totale reste constante et peut être transformée à l'intérieur du système.

L'énergie se conserve ; elle ne peut être créée ou supprimée mais elle peut être transformée de deux façons différentes :
- l'énergie interne d'un système change de forme (exemple : de l'énergie chimique est transformée en énergie électrique)
- ou un système transmet son énergie à un autre (exemple : si avec une cuisinière à gaz, on chauffe de l'eau dans une casserole, le mélange air – gaz brûle en fournissant de l'énergie à la casserole d'eau qui s'échauffe).

L'énergie mécanique (potentielle et cinétique), thermique, électrique ou massique (comme dans une réaction nucléaire) peut être transférée sous forme de travail, de chaleur ou de rayonnement.

Première partie

En physique, l'énergie est partout !

Le mot énergie provient du bas latin *energia* qui signifie «force en action», mais il faudra attendre le 19^e siècle pour que les lois de conservation de l'énergie soient énoncées.

Le concept d'énergie a été introduit pour la première fois en 1807 par le physicien anglais Thomas YOUNG (1773 - 1829) pour désigner le produit mv^2 de la masse m d'un corps par le carré de sa vitesse v .

En 1849, Lord KELVIN utilise pour la première fois l'appellation *énergie cinétique* pour la grandeur $E_C = \frac{1}{2} mv^2$

L'énergie est la capacité d'un système de modifier un état, c'est-à-dire de produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur.

Dans le **Système International d'unités**, l'énergie s'exprime en joules.

Le **joule** (symbole : J) correspond au travail d'une force d'un newton déplaçant de un mètre son point d'application parallèlement à elle-même.

Dans la vie courante, le kilowatt-heure (1kWh = 3.600.000 J) lui est préféré et, en physique des particules, on utilise plutôt l'électron-volt (1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J).



Fig. 1 : La foudre illustre souvent l'énergie à l'état naturel. L'énergie électrostatique, due aux frottements des particules chargées contenues dans le nuage, est convertie brutalement en mouvements, en chaleur et en lumière.

