

¿Para qué comemos, para qué llenamos el tanque de un auto con gasolina o cambiamos una bombona de gas “vacía” por una llena? Sin alimento no viviremos, ni el auto podrá llevarnos a donde queremos sin gasolina, ni podremos cocinar sin gas. Los alimentos, la gasolina y el gas son combustibles y los necesitamos porque su combustión libera **energía**, la cual es necesaria para realizar nuestras funciones vitales, para que el auto se desplace y para cocinar los alimentos. Ahora bien, podríamos pensar en un auto que en vez de gasolina utilizara energía solar, y en una cocina que funcionara con energía eléctrica en vez de gas, pero siempre necesitarían energía.

En la búsqueda y aprovechamiento de la energía, el hombre ha invertido una parte importante de su ingenio y de su propia energía. Lo hizo al cazar y recolectar materiales para producir fuego; después trató de economizar su propia energía e inventó la rueda, domesticó animales e, incluso, esclavizó a otros humanos; utilizó el poder de las aguas y los vientos, inventó máquinas y descubrió otras fuentes de energía. Puede decirse que el hombre siempre ha estado a la “caza” de energía. Y la ha encontrado.

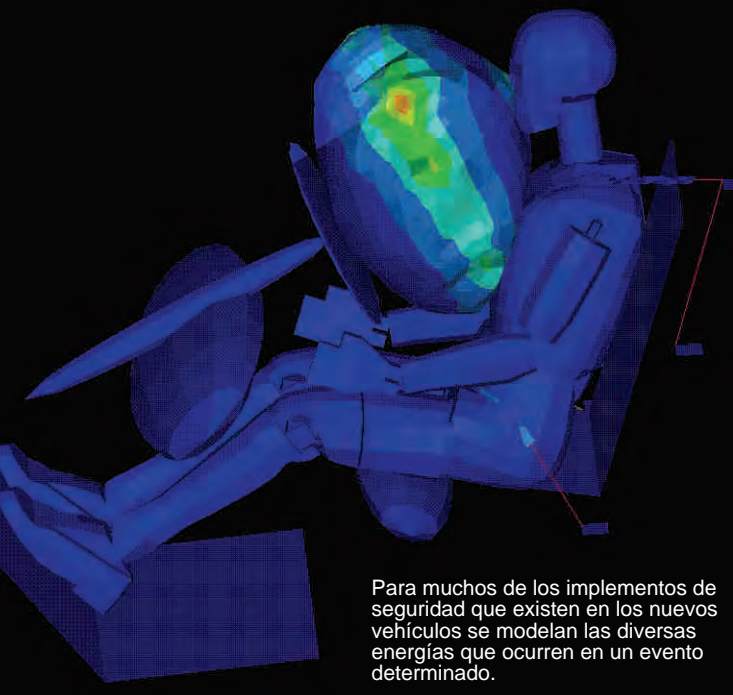


El mundo de la química

La indispensable energía



Materia y energía



Para muchos de los implementos de seguridad que existen en los nuevos vehículos se modelan las diversas energías que ocurren en un evento determinado.

Pero, ¿qué es eso que llamamos energía y que nos hace tanta falta? La energía no es fácil de definir. No ocurre lo mismo con la materia que la definimos como todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. Así se hace la materia perceptible a nuestros sentidos. La energía es otro asunto.

Energía viene del griego *ergon* que significa acción. Es decir, tener el poder de actuar sobre algo, de producir un cambio. Es muy importante destacar que no habrá un cambio sin que la energía esté involucrada en mayor o menor grado en el mismo. La energía se nos evidencia en los cambios que observamos en la materia. La energía es la capacidad que tiene un sistema para realizar un trabajo y se nos puede manifestar de muchas formas: calor, cambios de volumen, emisión o absorción de luz, cambios de velocidad en el movimiento de un sistema, cambios de posición relativa respecto a una fuerza de atracción o repulsión, generación o consumo de electricidad, etc.

La energía es algo que el hombre ha sabido siempre que está relacionado con la materia. Quizás el elemento fuego de los griegos no era más que energía. El elemento calórico fue considerado así hasta comienzos del siglo XIX, cuando se comenzó a distinguir entre materia y energía. Einstein, por ejemplo, a comienzos del siglo XX las relacionó de nuevo al expresar que la masa y la energía son equivalentes, no iguales. Ellas son los extremos de una propiedad invariante (que se conserva) que llamamos masa-energía. La masa de un cuerpo es una medida de la cantidad de energía que contiene, pero no es la cantidad de energía total que posee el cuerpo.

Energía total = energía externa + energía interna

Dos cubos de hierro de igual masa, uno ubicado sobre el techo de una casa y el otro en el suelo, no tienen la misma energía. Bastará con colocar uno sobre un vidrio en el suelo y dejar caer el otro desde el techo. Este último tiene una cantidad de energía extra debido a su posición (energía potencial, E_p). De igual manera, una pelota lanzada horizontalmente posee una energía extra con relación a cuando estaba en reposo, debido a su movimiento (energía cinética, E_c). De acuerdo con esto, podemos afirmar que un cuerpo como un todo, tiene una energía que depende tanto de su posición como de su movimiento: es la **energía externa**, y otra energía que depende de su constitución (tipo de materia, estado físico y cantidad de materia) y que denominamos **energía interna** (U). Luego, la **energía total** (E) cumple $E = U + E_c + E_p$

Así como la energía externa puede cambiar, también la energía interna puede hacerlo. Si colocamos este cuerpo en contacto con otro a menor temperatura, parte de su energía interna será transferida en forma de calor. La energía interna puede intercambiarse entre un sistema y el medio de dos formas diferentes: como calor (q) y como trabajo (w). Si ahora el cubo de hierro antes mencionado es calentado con una llama, absorberá energía del medio en forma de calor pero, al mismo tiempo, perderá una parte de esta energía al hacer un trabajo sobre el medio como resultado de su dilatación (aumento de volumen). La variación de la energía interna del sistema (U) es igual a $q + w$.

274



Kinetic.
Arte digital.
Fuente: www.foreword.com

La energía del Universo se conserva



En el ejemplo anterior, es importante destacar que si el cubo no se movió o cambió mucho el cambio en su energía externa, al calentarlo un poco, es aproximadamente de cero. Así, la variación de la energía total del cubo es $\Delta E = \Delta U$.

Ahora bien, la cantidad de energía ganada en el ejemplo por el cubo (sistema), es exactamente igual a la cantidad de energía perdida por el medio, de forma tal que la energía del Universo se conserva, es decir $\Delta E_U = 0$.

"La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma en otro tipo de energía". Albert Einstein.

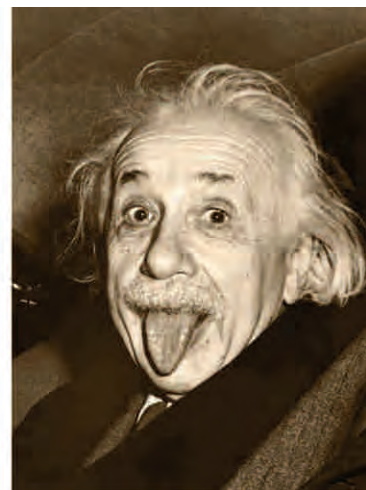
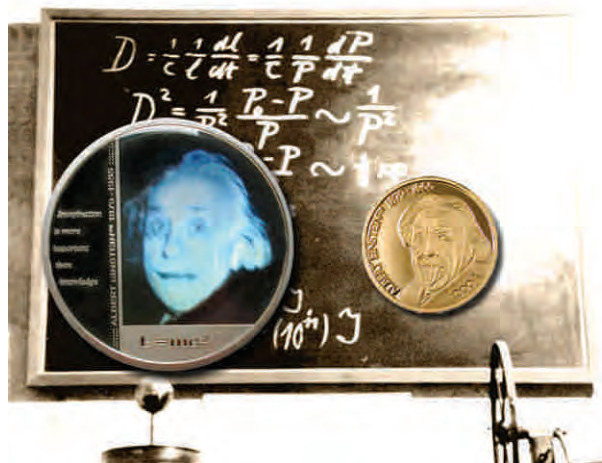
Según Einstein "la masa y la energía son intercambiables". Esto significa que la materia se puede transformar en energía (de hecho se la considera como energía condensada) y que ésta se puede convertir en materia. Todo ello implica que la cantidad total de energía en el Universo es constante.

275

¿Dónde se origina la energía interna?

La energía interna de un sistema es mucho mayor que la externa. La masa en reposo (m_0) es la mayor contribución a la energía interna de un sistema y, por tanto, a su energía total. Lo hace en la forma de $E = m_0c^2$, donde c representa la velocidad de la luz en el vacío.

Es muy importante indicar que esta contribución no varía apreciablemente sino en las reacciones nucleares, por lo que no se considera en los cambios fisicoquímicos ordinarios.



El conjunto de materiales que conforman un sistema determinado (las partículas atómicas y subatómicas) están en constante movimiento a temperaturas superiores a 0°K . A su vez, se ejercen interacciones dentro de ellas y entre ellas; esto es, para cada partícula dentro del sistema podríamos hablar de una energía cinética y una potencial. Estos movimientos e interacciones contribuyen a la energía interna aunque en menor grado que la masa en reposo. Debido al inmenso número de partículas que forman los sistemas reales y debido también a su movimiento incesante, no es posible conocer la energía interna (U) del sistema real pero sí el valor de ΔU , pues éste requiere sólo manejar los valores de q y w que se determinan experimentalmente.



Calentamiento de agua en recipiente con termómetro.

Para pensar

1 kg de agua se evapora a 100 °C y a 1 atm absorbe una cantidad de energía en forma de calor igual a 2 253 kJ para romper las uniones entre las moléculas de agua. A su vez, el vapor de agua formado debe realizar un trabajo de expansión contra la atmósfera y en éste invierte 173 kJ.

De acuerdo con lo anterior, la variación de energía interna (ΔU) para el sistema es:

2 436 kJ 2 080 kJ

La variación de energía del medio es:

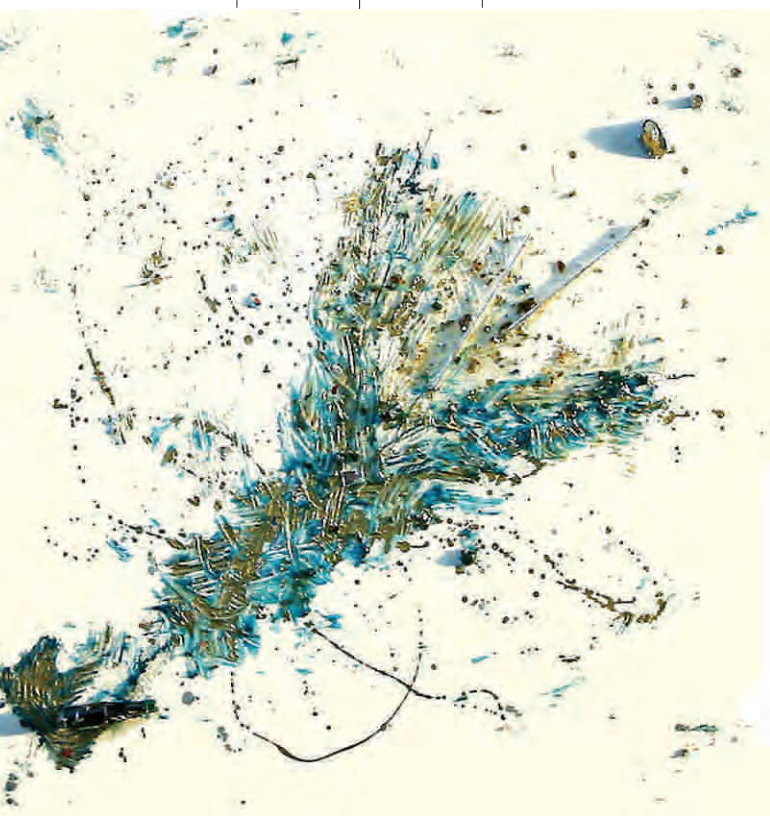
-2 080 kJ 2 080 kJ

La variación de energía del Universo es:

0 4 160 kJ

Comparte tus respuestas con tu profesor.

276

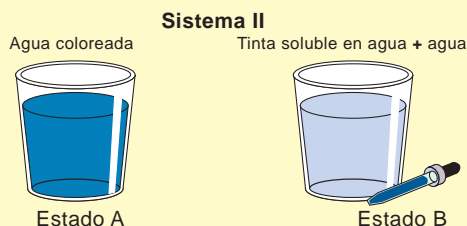
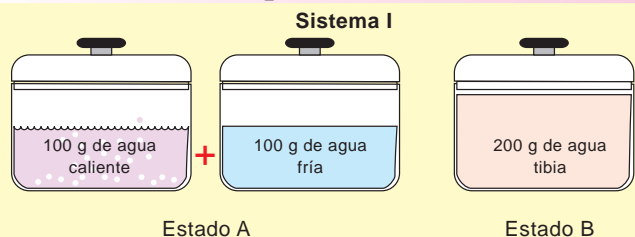


Entropy.
Irma M. Hinghofer-Szalkay.
Fuente: www.ihs9art.com

¿En qué sentido ocurren los cambios?

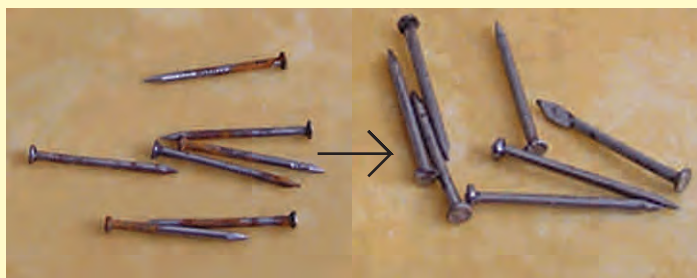
Para que un proceso ocurra de forma espontánea, es decir, sin la intervención de una acción externa, la energía inicial del sistema necesariamente debe disminuir a fin de llegar a un estado de mayor estabilidad. En sistemas mecánicos, por ejemplo, al colocar una pelota en un plano inclinado y soltarla, ésta bajará la cuesta y el criterio de una disminución en la energía potencial del sistema lucirá adecuado para definir el sentido de este tipo de cambio; lo contrario sólo sucederá si se aplica una fuerza externa. En química, la propiedad análoga a la energía potencial de un sistema es su energía interna. Si ésta disminuye, o lo hace el cambio entálpico, en principio, la espontaneidad del cambio debiera tener este sentido. Sin embargo, en muchas situaciones este criterio resulta insuficiente y se requiere del uso de un parámetro adicional, la variación en el contenido entrópico, para definir el sentido del proceso. La **entropía** es la propiedad termodinámica relacionada con la forma en que la energía de un sistema se distribuye entre los niveles disponibles, y el sentido del cambio estará favorecido en la medida en que este valor crezca en nuestro sistema. La conjunción de estas dos contribuciones, llamada **energía libre de Gibbs**, determinará finalmente el sentido de la espontaneidad para cualquier tipo de situación posible.

La entropía del Universo aumenta



Observa los dos estados diferentes para cada sistema. Utiliza tu sentido común (experiencias previas) para decidir en cada caso si el sistema cambia de A hacia B o de B hacia A. El sentido en el que ocurren los cambios es el sentido en el que aumenta la entropía del Universo. Si tienes dudas, consulta a tu profesor.

En procesos que ocurren espontáneamente, la característica de la contribución entrópica que va en este mismo sentido, es aquella en la cual la energía de los microsistemas que lo conforman se distribuye al máximo dentro de las posibilidades factibles o disponibles. Por tanto, incrementos en la entropía del sistema ciertamente favorecen la espontaneidad de un proceso, aunque es necesario destacar que esta tendencia no necesariamente la determina de forma exclusiva. Hay otros factores a considerar entre los cuales destacan, por ejemplo, la temperatura y el sentido del cambio entálpico. El calor, como la temperatura, afectan tanto al número de niveles de energía disponibles como a la magnitud del cambio entrópico que puede ocurrir al variar la temperatura, y lo hacen de forma inversa. Finalmente, es importante mencionar que todos los procesos que ocurren espontáneamente, independientemente del signo que tenga el cambio entrópico que ocurra en el sistema o en su entorno, producen un aumento de la entropía del Universo. Este hecho es conocido como el segundo principio o segunda ley de la termodinámica



Todos sabemos que un clavo expuesto a la atmósfera se oxida. No ocurre lo contrario por sí solo: ¡del óxido no saldrá un clavo! Sin embargo, el hombre obtiene el hierro a partir de sus óxidos, y del hierro obtenido fabricará clavos, pero para llegar a este estado final deberá invertir energía. Recuerda lo que ocurre en el proceso siderúrgico.

277

El Sol, fuente primaria de energía

Se cree que el Sol tiene entre 4 500 y 5 000 millones de años y es una estrella.

Del Sol depende toda la vida terrestre. De la energía que recibimos de esta fuente, un 30 % es dispersada por la atmósfera o reflejada por las nubes y la superficie terrestre; un 50 % es absorbida por el suelo y los océanos en forma de calor; casi el 20 % restante es absorbido por los gases de la atmósfera, el vapor de agua y gotas de agua; y apenas un 0,1 %, aproximadamente, queda a disposición de los organismos fotosintéticos que forman las bases de las cadenas alimenticias.

El Sol nos provee en lo inmediato de energía en forma de calor, pero, además, parte de su energía ha ingresado en cadenas alimenticias que nos incluyen; otra parte ha ido acumulándose lentamente en combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural); otra más mueve los vientos y corrientes de agua que nos proveerán de energía eólica e hidráulica, transformables en otras formas, por ejemplo, la eléctrica. Ahora bien, toda esa energía que nos llega del "astro rey" se origina de algo tan micro como es el protón.

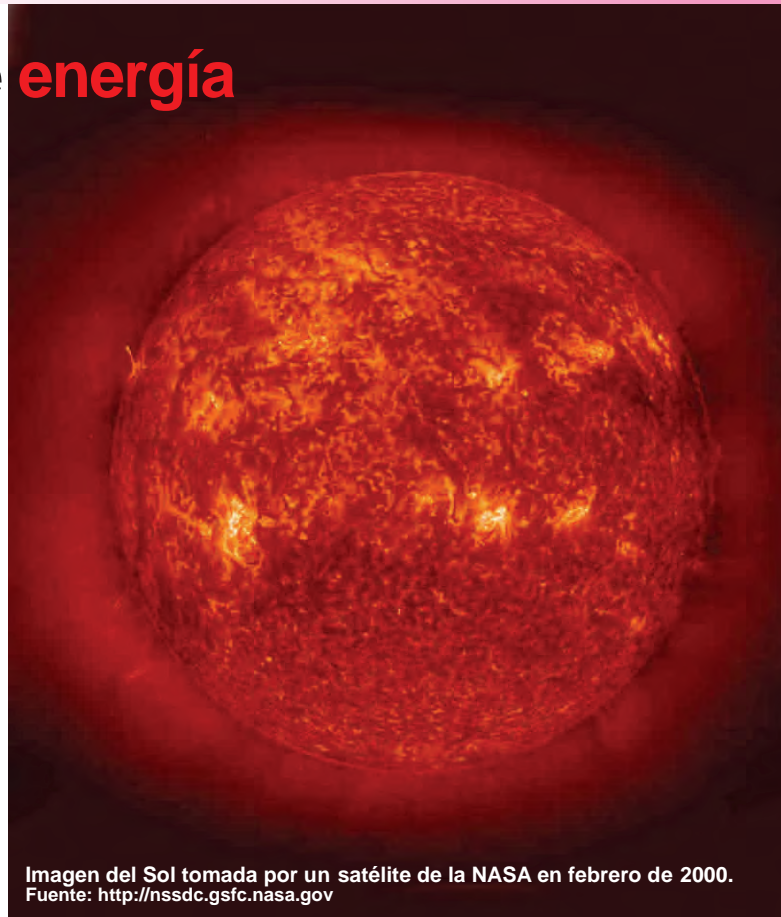


Imagen del Sol tomada por un satélite de la NASA en febrero de 2000. Fuente: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov>

El núcleo atómico: Cantera ilimitada de energía

¿Por qué el Sol y el resto de las estrellas brillan con luz propia? Ésta es una de las preguntas que intrigó a la humanidad durante miles de años. Todas las civilizaciones han reconocido la importancia del Sol para la vida haciéndolo objeto de cultos y mitos diversos, pero hace apenas exactamente un siglo se dio el gran paso para encontrar las respuestas científicas hoy aceptadas.

En septiembre de 1905, a sus escasos 26 años de edad, Albert Einstein, para ese entonces un desconocido empleado de una oficina de patentes, revela a través de la que es quizás la ecuación más famosa: $E = mc^2$, cómo concibe la relación entre la masa y la energía. En la ecuación, c representa la velocidad de la luz.

Ahora bien, faltaría plantear las consecuencias de la expresión c^2 dentro de la formulación einsteniana. Es lo que haremos en seguida.

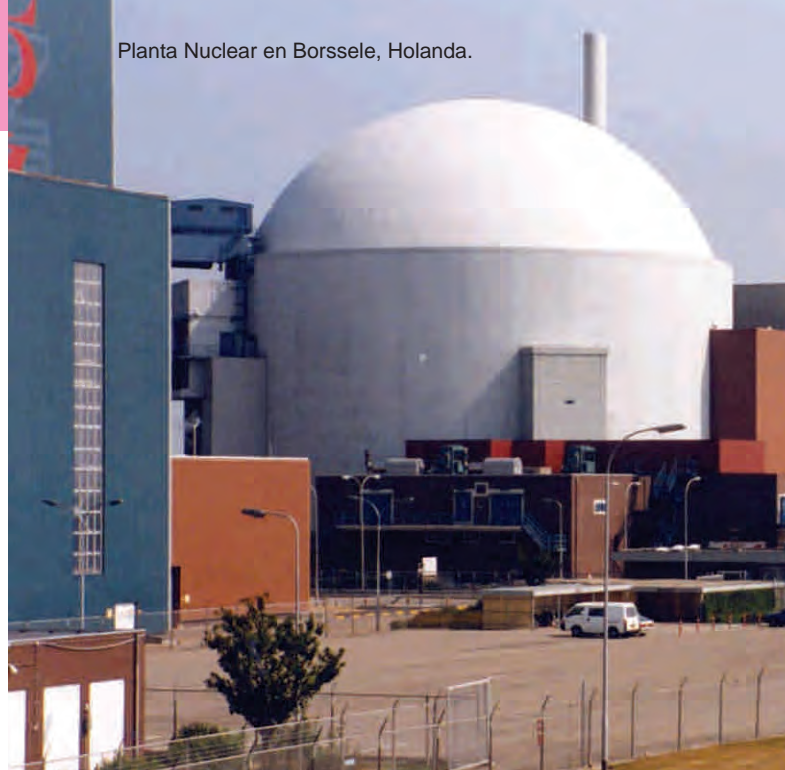


278

La velocidad de la luz tiene un valor aproximado de $3,00 \times 10^8$ m/s, por lo que al elevarla al cuadrado implica un número tan grande como $9,00 \times 10^{16}$ m²/s². En consecuencia, al aplicar esta ecuación en forma directa nos encontramos con algo difícil de percibir o imaginar que cambiaría para siempre nuestra visión de la materia: al convertir 1 g (0,001 kg) de masa en energía se produce $9,00 \times 10^{13}$ J. Esta energía mantendría encendido un bombillo de 1 000 vatios durante 2 850 años (esperando que a éste no le diera por quemarse antes, cosa bastante probable), o daría un rendimiento equivalente al de 2 000 toneladas de gasolina. En conclusión: hay una gran cantidad de energía almacenada en la masa. Si eso ocurre con 1 g de masa, ¿cuánta energía almacena el Sol?



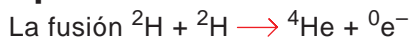
La energía producida en Sol, así como en otras estrellas, proviene de la fusión de núcleos de hidrógeno que forman núcleos de helio y radiaciones gamma, los cuales son la expresión de la energía que se libera en este proceso. El número de núcleos que reacciona cada segundo es enorme y, por tanto, también la energía liberada. Se calcula que este fenómeno ocurre 10^{56} veces por segundo en nuestro "astro rey", de allí el incontenible brillo y energía con el que siempre nos ha cobijado. La energía liberada atraviesa todo el cuerpo del Sol hasta que emerge como radiación electromagnética en la superficie, y es lo que hace brillar al Sol y a las demás estrellas. La energía radiante escapa de la fotosfera solar y, después de un viaje de 150 millones de kilómetros a la velocidad de la luz, llega a la Tierra a través del vacío en forma de un invisible tren de ondas electromagnéticas.



En otras reacciones nucleares, como la fisión de núcleos de uranio 238, al ser éstos impactados por neutrones, nuevamente se encuentra un efecto de masa que se podría traducir en el funcionamiento de un reactor nuclear que tenga al uranio como fuente energética. Energía nuclear que se transforma en energía térmica al calentar agua que, al evaporarse, hace que unas turbinas produzcan, a su vez, energía eléctrica. Algunos países obtienen la mayor parte de su electricidad de esta forma.

Si bien la energía nuclear es mucho más potente que otras formas de energía y podría, además, traducirse en la posibilidad de energía a más bajo costo, involucra enormes riesgos con sus desechos en caso de algún accidente.

¿Sabías que...?



produce alrededor de 4 veces más energía que la fisión



De allí que la energía de fusión nuclear cuando se llegue a controlar (algunos dicen que a mediados de este siglo), hará que los reactores nucleares que la utilicen dejen en el olvido a los actuales que se basan en procesos de fisión nuclear. ¿Qué beneficios nos esperan y cuáles peligros nos acechan como producto de tales tecnologías? Ahí empieza una interminable controversia.

Usos pacíficos de la energía nuclear

1. Agricultura y alimentación

- a. Control de plagas
- b. Mutaciones
- c. Conservación de alimentos



2. Hidrología

- a. Estudios hidrológicos



3. Medicina

- a. Vacunas
- b. Medicina nuclear
- c. Radioinmunoanálisis
- d. Radiofármacos



4. Medio ambiente

5. Industria e investigación

- a. Trazadores
- b. Instrumentación
- c. Imágenes
- d. Datación
- e. Investigación



Utilización de combustibles fósiles: Desenterrando la luz solar que llegó hace años

Al mencionar la palabra **combustible** se hace referencia a la capacidad de hacer combustión de una sustancia. Pero, a la vez, se puede aludir a su capacidad de generar una energía que puede ser controlada (como en el automóvil). Desde esta última consideración se puede hablar también de combustibles nucleares. Total, en los fósiles la energía se libera por combustión y en los nucleares por fisión o por fusión.

Los combustibles fósiles se han convertido en actores de primer orden en nuestros tiempos. Ellos se derivaron, probablemente, de las biomoléculas de plantas y animales prehistóricos. Los combustibles fósiles son como luz solar enterrada.

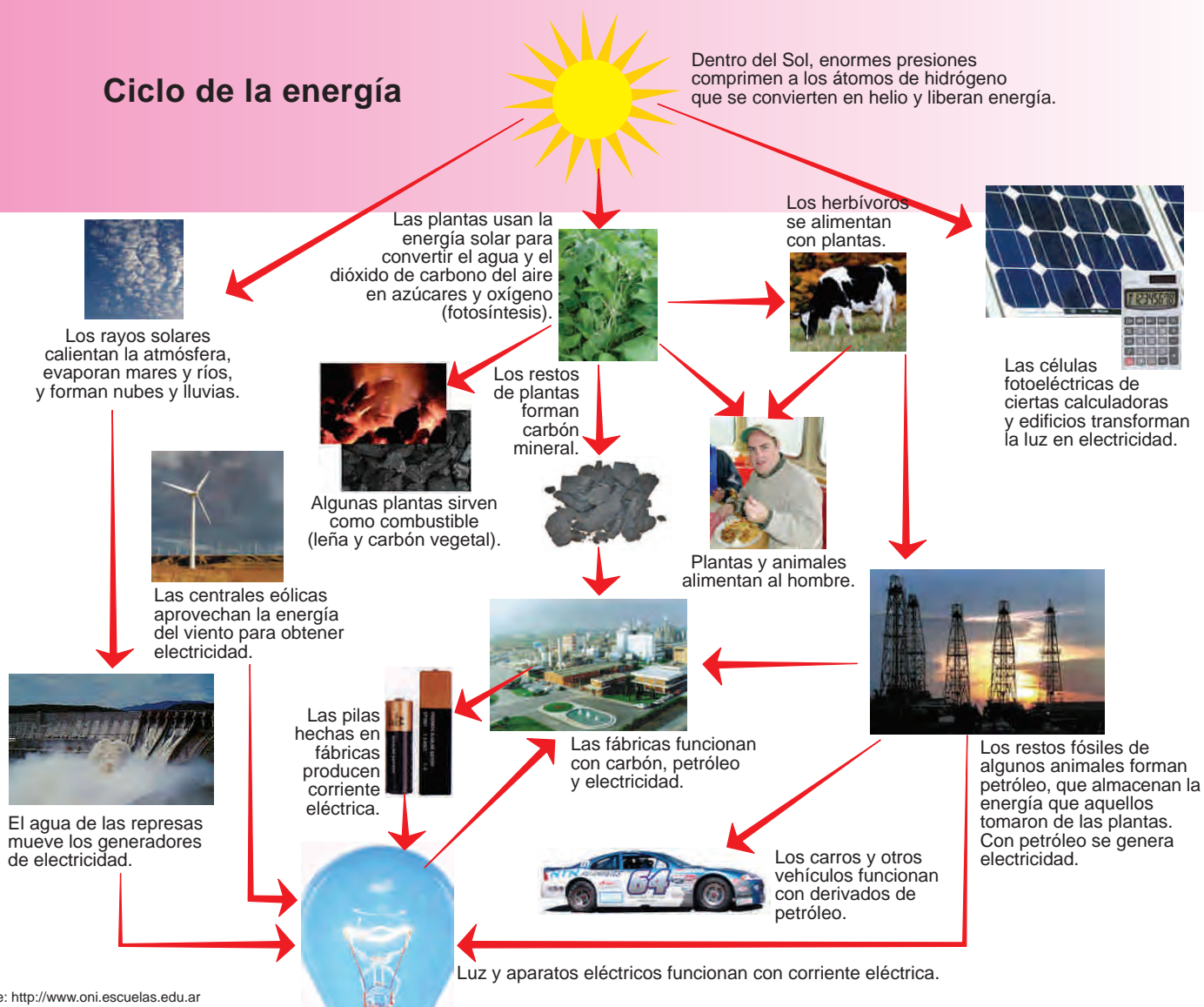
La energía almacenada que se libera al quemar estos combustibles, es energía tomada originalmente de la luz del Sol durante la fotosíntesis.

Los combustibles fósiles son las fuentes más importantes de energía en la mayoría de los países desarrollados.



280

Ciclo de la energía



Fuente: <http://www.oni.esuelas.edu.ar>