

La energía solar, una fuente sostenible de energía

1. Introducción & Pb

La NASA utiliza varias tecnologías diferentes para proporcionar energía para la exploración espacial. Cada tecnología cumple con los requisitos para diferentes tipos de exploración. Para la exploración espacial cerca del Sol (cerca de los planetas interiores: Mercurio, Venus, Tierra y Marte), la energía solar con batería de reserva es a menudo una opción óptima. Este PBL de aprendizaje basado en problemas explorará el uso de paneles solares como fuente de energía. A lo largo del proceso, los estudiantes aprenderán conceptos escolares básicos del relacionados con la energía, la transformación energética, la electricidad y los circuitos.

La tecnología de células solares está mejorando rápidamente. Las células solares utilizadas en la ISS tienen una eficiencia aproximada del 12. Los desarrollados para el Mars Rovers tienen una eficiencia aproximada del 26 por ciento. Las células solares actuales tienen una mayor eficiencia. Los estudiantes tendrán que hacer algunas investigaciones para determinar su eficiencia. Cuando los ingenieros de la NASA planean una misión, tienen que conocer todas las especificaciones para todos los componentes, y los componentes tienen que a prueba del espacio. Los tamaños, las características eléctricas, las masas y las conexiones deben conocerse desde el principio de la planificación. Dado que una misión podría tardar 10 años en planificarse y construirse, el equipo podría estar 10 o más años "anticuado". Sus estudiantes tendrán que trabajar con las mismas restricciones. Se les pedirá que utilicen células solares que están disponibles actualmente. Tendrán que investigar la tecnología actual.

El lander InSight de la NASA, que llegó a Marte el 26 de marzo y desplegó con éxito sus grandes paneles solares horas más tarde, ya está estableciendo récords. Durante su primer día completo en el Planeta Rojo, el lander de energía solar generó más energía eléctrica en un día que cualquier vehículo anterior en Marte, dijeron los miembros del equipo de la misión. "Es genial conseguir nuestro primer 'récord fuera del mundo' en nuestro primer día completo en Marte", dijo Tom Hoffman, gerente de proyectos de InSight en el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) de la NASA en California, en un comunicado. "Pero incluso mejor que el logro de generar más electricidad que cualquier misión anterior es lo que representa para mejorar nuestras próximas tareas de ingeniería", agregó Hoffman. "Los 4.588 vatios-hora que produjimos durante sol 1 significan que actualmente tenemos más que suficiente para realizar estas tareas y seguir adelante con nuestra misión científica". Los 4.588 vatios-hora generados por InSight en su primer sol, o día marciano, a partir de la energía solar está muy por encima de los 2.806 vatios-hora generados en un día por el [Curiosity rover](#) de la NASA, que funciona con un sistema nuclear llamado [radioisótopo generador termoeléctrico](#). En tercer lugar figura el [lander Phoenix](#) de propulsión solar, que generó alrededor de 1.800 vatios-hora en un día, según funcionarios de la NASA.

2. Edad de los estudiantes

15-17 años

3. Objetivos

1. Dadas las células solares o paneles, los estudiantes enumeran variables que afectan el funcionamiento de los paneles solares y explican cómo estas variables afectan la producción de energía de los paneles solares.
2. A través de simulaciones por ordenador o investigaciones de laboratorio con electricidad, los estudiantes crean circuitos paralelos y en serie, calculan la potencia y aplican este conocimiento para resolver un problema teórico.
3. Al analizar los requisitos de energía de sus propios hogares, los estudiantes diseñan un sistema solar que podría suministrar la energía a su hogar.
4. Utilizando el modelo ir propio s, los estudiantes proponen y defienden un diseño para proporcionar poder para un hábitat de investigación marciano para seis exploradores.

4. Sujetos primarios

Matemáticas - Física – Ciencias de la Tierra y del Espacio

5. Temas adicionales

Informática

6. Tiempo requerido

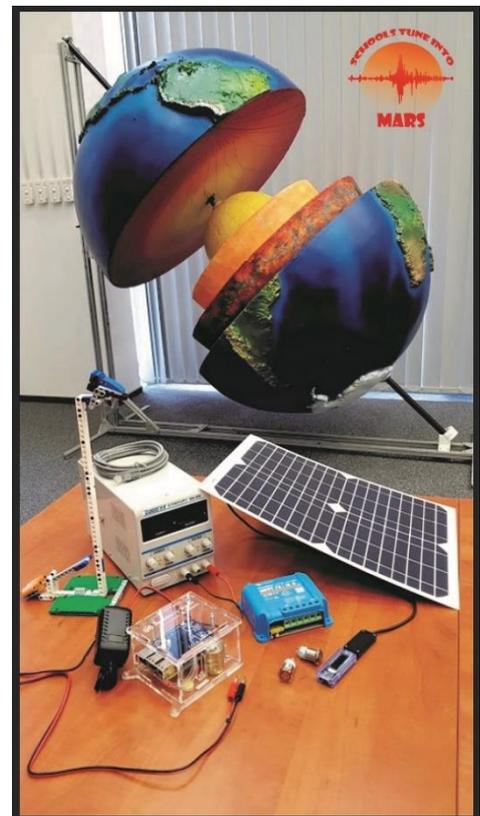
1 hora – 2 horas

7. Términos clave

Paneles solares, Energía solar, Tierra, Marte, misiones espaciales

8. Materiales

Panel solar. Cargador solar (opcional). Voltímetro. Calculadora. Películas transparentes Roja, verde y azul. Cable eléctrico para conectar la célula solar y los dispositivos eléctricos. Cuadernos y lápices. Bombilla de 12v y batería (opcional).



9. Fundamento

Varias variables afectan al funcionamiento de las células solares. Los estudiantes harán una lluvia de ideas, predecirán y probarán variables en la **Actividad 1: Investigación de Células Solares**. Las variables críticas que afectan al rendimiento de las células solares, aparte de la eficiencia de la propia célula, afectan la intensidad de la luz en la célula solar.

Hay varios factores que afectan la intensidad:

Bloqueo - Las condiciones naturales pueden impedir que la radiación solar llegue a las células solares. La atmósfera de la Tierra puede bloquear parcialmente la radiación solar entrante. La cantidad de luz que llega a la Tierra por encima de la atmósfera es de unos 1366 vatios por metro cuadrado. Cuando el Sol está directamente sobre en el Ecuador, la intensidad de la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra está entre 800 y 1.000 vatios por metro cuadrado. En la Luna y en Marte, los paneles solares pueden ser bloqueados por el polvo. Se esperaba que los paneles solares del Mars Rovers de la NASA quedaran cubiertos de polvo y dejaran de proporcionar energía para los sistemas. Por suerte un tornado barrió y dejó limpios los paneles. Los tornados ocurren con suficiente frecuencia en Marte para que los paneles Rover se mantengan relativamente limpios.

Ángulo - El ángulo entre el Sol y el panel solar es crítico. La intensidad de la luz se mide en vatios (potencia) por metro cuadrado. Se puede cuantificar experimentalmente cómo influye el ángulo en la intensidad. Sostenga una linterna directamente encima de una hoja de papel milimetrado. La fuente de luz está a 90° del papel. Cuente el número de cuadrados iluminados. Mantenga la linterna a la misma distancia del papel, pero incline la linterna respecto al papel. Esto representa un ángulo de sol menor. Cuente las casillas iluminadas de nuevo. Con el ángulo menor, se iluminarán más cuadrados. La potencia de la luz es la misma, pero el área iluminada aumenta a medida que el ángulo se reduce. Cuando la misma cantidad de potencia se extiende sobre un área más grande, la intensidad disminuye. La inclinación de 23,5° del eje de la Tierra determina el ángulo de la luz solar. El Sol está en la vertical en junio en el hemisferio norte en el Trópico de Cáncer a 23,5° N. de latitud. El Sol está en la vertical en enero en el hemisferio sur en el trópico de Capricornio a 23,5° S. La Guía GEMS (Grandes Exploraciones en Matemáticas y Ciencias), Las Verdaderas Razones de las Estaciones, podría utilizarse durante esta lección para ayudar a los estudiantes a entender cómo la inclinación del eje de la Tierra afecta la intensidad de la luz y las estaciones. El eje de Marte está inclinado 25° por lo que se dan condiciones muy similares, excepto que el año es más largo y cada estación es más larga que la de la Tierra. Durante el invierno de Marte, los Rovers están estacionados en la ladera de una colina para apuntar los paneles solares más directamente al Sol. A medida que la Estación Espacial Internacional orbita la Tierra, los paneles solares se pueden girar para apuntar más directamente al Sol. A veces, toda la estación espacial apunta en una dirección diferente para mejorar el ángulo entre los paneles y el Sol. Para obtener más información, consulte:

¿Cuáles son las inclinaciones de la ISS? http://spaceflight.nasa.gov/station/flash/iss_attitude.html.

Distancia al Sol - Como sabemos, cuanto más lejos estemos de una fuente de luz, menor (menos intensa) será la luz. Los estudiantes pueden confirmar esto experimentalmente y descubrir que la intensidad (I) de la luz es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (r) a la fuente de luz ($I \propto 1/r^2$). Necesitará una bombilla, una cinta métrica y un sensor de intensidad de luz. En una habitación oscura, mida la intensidad de la luz a 10 cm, 20 cm, 40 cm y 80 cm de la luz. Represente

la intensidad respecto a la distancia. Si dibuja esta curva en una calculadora gráfica, también puede obtener la ecuación de la curva. La intensidad disminuye porque la luz se extiende al alejarnos de la fuente. El Sol emite energía luminosa en todas las direcciones. La luz del Sol se extiende sobre la superficie de una esfera imaginaria (hueca) con su centro en el Sol. Cuanto más lejos esté la esfera del Sol, más grande será la esfera y más superficie tendrá (área de la superficie de una esfera = $4\pi r^2$). Así, la potencia (energía por segundo) emitida por el Sol en forma de luz se reparte sobre la superficie de esta esfera imaginaria. Cerca del Sol, la esfera es pequeña. Hay mucha potencia por metro cuadrado (Intensidad). Más lejos, la esfera es grande. Hay menos energía por metro cuadrado. Hay una ecuación que nos permite calcular la intensidad de la luz a una distancia de una fuente de luz.

La ecuación es: **Intensidad = Potencia/($4\pi r^2$)** Pero ¿cómo se puede medir la potencia del Sol en su origen? No se puede. Sin embargo, los científicos han medido la intensidad de la luz en la Tierra y conocemos la distancia desde el Sol hasta la Tierra. La intensidad de la luz solar fuera de la atmósfera de la Tierra es de 1366 vatios/m² (varía ligeramente con la salida solar). La distancia (r) desde el Sol hasta la Tierra es de 150,000,000 km. Si se sustituyen estos valores en la ecuación anterior, el valor de la potencia de la luz del Sol es $384,6 \times 10^{24}$ vatios (Julios/segundo). Ahora podemos usar este valor de la Potencia en la ecuación anterior y calcular la intensidad de la luz en Marte. La distancia media desde el Sol hasta Marte es de 227.900.000 km. Se puede calcular que la intensidad de la luz en Marte es de 589,2 W/m². ¡Eso es menos de la mitad de la intensidad en la Tierra!

Pero la órbita de Marte es menos circular que la de la Tierra. Es más elíptica. En el perihelio (más cercano al Sol), Marte está a 206.600.000 km del Sol, y su intensidad se calcula en 717,1 W/m². En el afelio (más alejado del Sol), Marte está a 249.200.000 km del Sol, y la intensidad desciende a 492,9 W/m².

Estas diferencias podrían ser significativas para el diseño de un sistema de energía solar.

Deberá decidir si sus estudiantes serán capaces de entender las matemáticas involucradas.



Crédito: Lockheed Martin



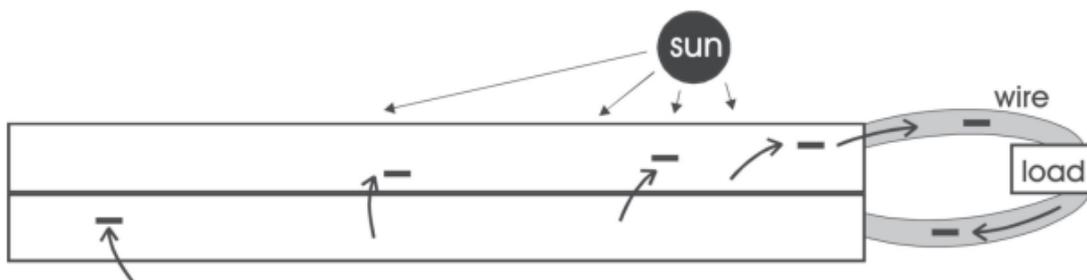
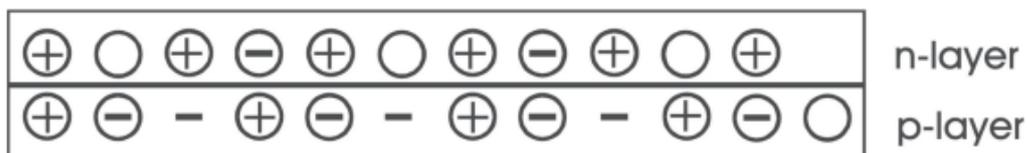
NASA/JPL-Caltech/Lockheed Martin

Actividad 2: Paneles solares en la Tierra.

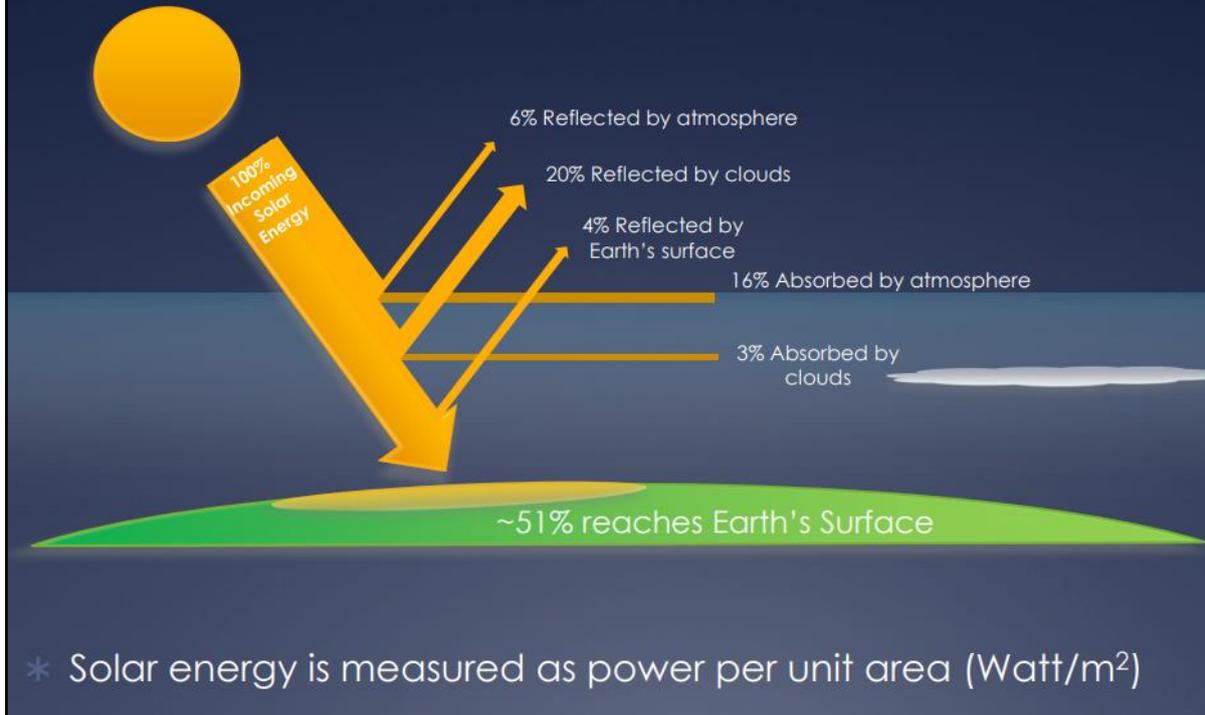
ELECTRICIDAD SOLAR: La energía solar también se puede utilizar para producir electricidad de dos formas: la fotovoltaica y los sistemas solares térmicos. La palabra fotovoltaica proviene de las palabras foto que significa luz y voltio, una medida de la electricidad. Las células fotovoltaicas también se denominan células PV o células solares para abreviar. Probablemente esté familiarizado con células fotovoltaicas. Los juguetes, calculadoras y cabinas de llamadas telefónicas de carretera con energía solar utilizan células solares para convertir la luz solar en electricidad. Las células solares están hechas de dos piezas delgadas de silicio, un elemento que forma la arena, el segundo más común en la Tierra. Una pieza de silicio tiene una pequeña cantidad de boro añadido, lo que le da una tendencia a atraer electrones. Se llama la capa p debido a su tendencia positiva. La otra pieza de silicio tiene una pequeña cantidad de fósforo añadido, dándole un exceso de electrones libres. Esto se llama la capa n porque tiene una tendencia a repeler los electrones, una tendencia negativa. Cuando las dos piezas de silicio se colocan juntas, algunos electrones de la capa n fluyen a la capa p y se forma un campo eléctrico entre las capas. La capa p ahora tiene una carga negativa y la capa n tiene una carga positiva. Cuando la célula se coloca al sol, la energía radiante proporciona energía a los electrones libres. Si se hace un circuito que conecte las capas, los electrones fluyen desde la capa n a través del cable a la capa p. La célula fotovoltaica está produciendo electricidad, flujo de electrones. Si se coloca una bombilla a lo largo del cable, la electricidad la hará funcionar a medida que fluye. La conversión de la luz solar en electricidad es silenciosa e instantánea. No hay piezas mecánicas que se desgasten. En comparación con otras formas de producir electricidad, los sistemas fotovoltaicos son caros. Cuesta entre 10 y 20 céntimos por kilovatio-hora producir electricidad a partir de células solares. En promedio, las personas pagan unos ocho céntimos por kilovatio-hora por la electricidad de una compañía eléctrica que utilice combustibles como el carbón, el uranio o la energía hidroeléctrica. Hoy en día, los sistemas fotovoltaicos se utilizan principalmente para generar electricidad en áreas que están muy lejos de las líneas eléctricas.

PHOTOVOLTAIC CELL

- ⊕ proton
- ⊖ tightly-held electron
- free electron
- can accept an electron

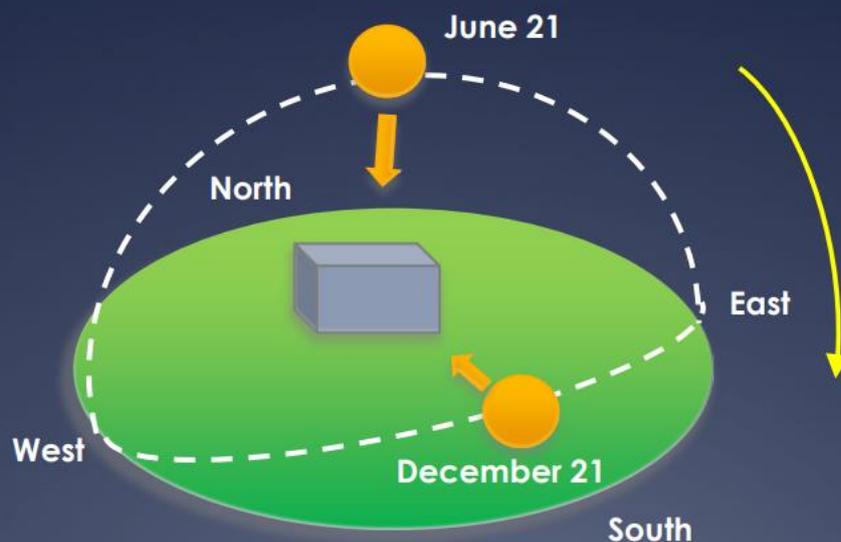


About half of the incoming solar energy reaches Earth



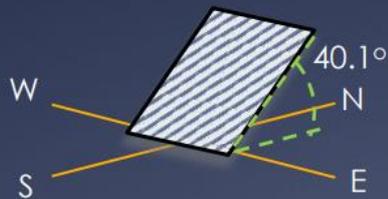
...and time

- * The location of the sun in the sky changes with the time of day AND the time of year



How much solar energy do we have access to?

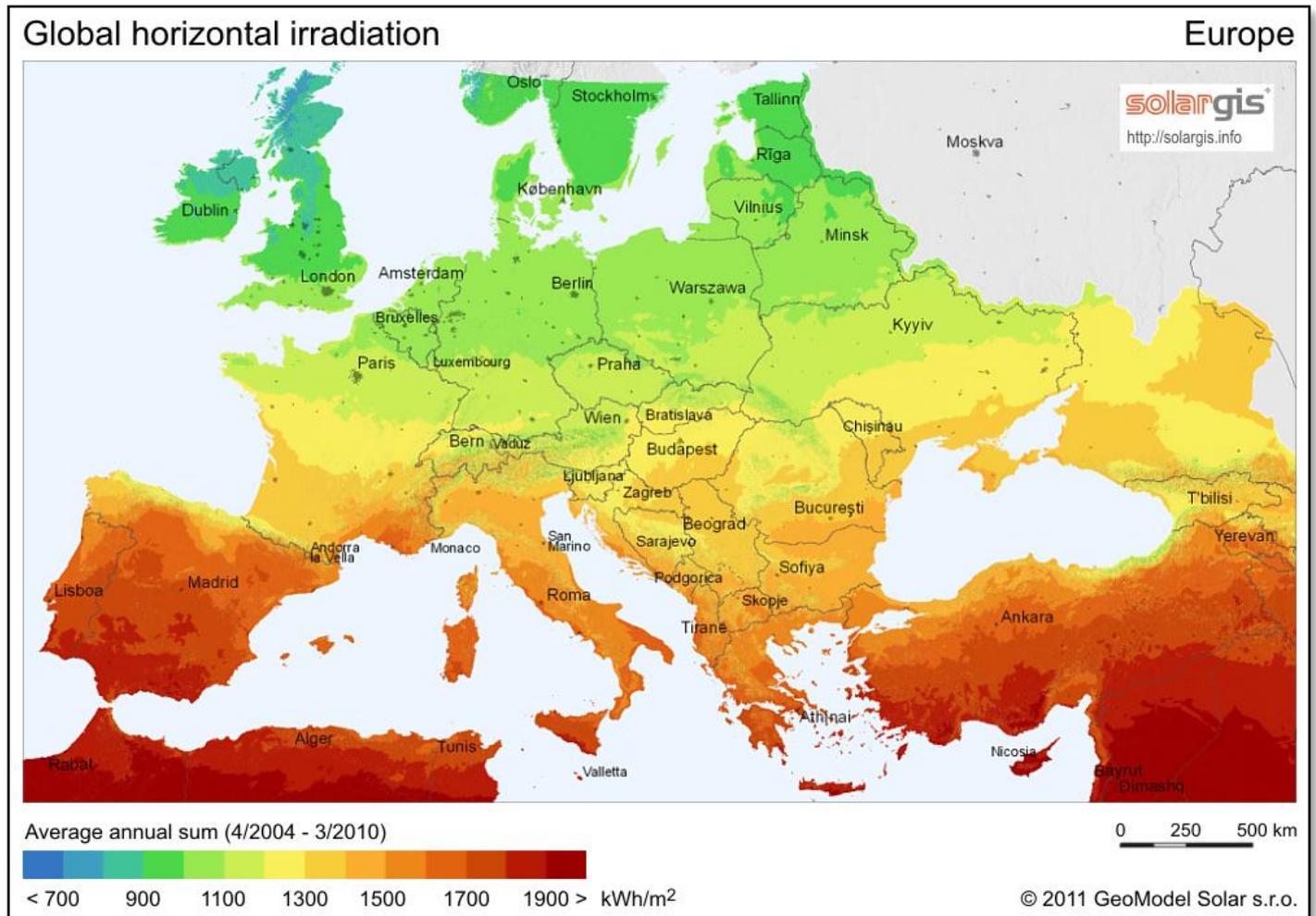
- * First we need to know how to setup our flat plate solar module, such as a solar water heater
- * The solar module should be oriented South at an angle from the horizontal equal to the LATITUDE of solar collection (your location)



Example: Latitude of Boulder, Colorado is 40.1° so solar water heater is 40.1° from the ground facing South

- * Find Location and determine Latitude
 - * We will use





10. Procedimientos

Actividad 1: Investigación de Células Solares.



Preguntas (los alumnos responderán a estas preguntas después de hacer la investigación)

1. ¿Qué sucedió cuando cubres parte de la célula solar con papel negro? ¿por qué?

.....
.....
.....

2. ¿Cuál es la relación entre la cantidad de célula solar cubierta y el funcionamiento de los dispositivos eléctricos alimentados? Explicar.

.....
.....
.....

3. ¿Cómo afectaron las transparencias de color a la capacidad de funcionamiento de las células solares?

.....
.....
.....

4. ¿Qué sucede cuando se conectan en serie múltiples paneles solares en comparación con las especificaciones iniciales de un panel solar? ¿Qué pasa cuando se conectan en paralelo?

.....
.....
.....

Actividad 2: Paneles solares en la Tierra.

- En el mapa, busca tu ubicación y determina a qué color corresponde tu área. Utiliza la Leyenda para averiguar el rango de energía en "kWh/m²/Día" de la "suma media anual de kWh/m²". Una vez que tengas el rango, promediarás los valores más altos y más bajos del rango para obtener la estimación de energía. Por ejemplo, en Francia, el rango es 2.7 – 4.4 kWh/m²/Día, el valor medio es 3.55 kWh/m²/Día.

Rango de energía para tu ubicación: _____ kWh/m²/Día

Energía media: _____ kWh/m²/Día

- A continuación, busca la cantidad de energía solar disponible por unidad de área de tu módulo solar (por ejemplo, un calentador de agua solar), que depende del tiempo que expongas tu módulo al sol. Si quieres probar tu calentador de agua solar durante 1 hora, la duración de la exposición al sol es de "1 hora" (esto puede ser menos de uno si se prueba durante menos de una hora: 45 minutos = 0,75 horas). Si no dispones estos valores para un módulo solar, utiliza los siguientes valores de ejemplo.

Duración de la exposición al sol: _____ horas (ejemplo: 1 hora)

Ahora deberás encontrar la energía en unidades de Watt · hora / m², conocido como **'insolación'**:

(kWh/m²/día) x (1 día/24 horas) x (duración de la exposición al sol [horas]) x (1000 Wh/1 kWh)

(__ kWh/m²/día) x (1 día/24 horas) x (__ horas) x (1000 Wh/1 kWh)

_____ Watt · hora / m²

- Para encontrar la energía solar utilizada por tu módulo solar también necesitarás su superficie (m²). Supongamos que tienes un calentador de agua solar que mide 1 metro por 1,5 metros; la superficie sería de 1,5 m² (es posible que necesites convertir pies en metros).

Superficie del módulo solar: _____ m² (ejemplo: 1,5 m²)

A continuación, debes utilizar la superficie y el valor de la **insolación** para averiguar cuánta energía entra en tu módulo solar. Esta energía entrante se llama energía **térmica (Q_{in})** y se expresa en unidades de vatios · hora:

$$Q_{in} = [\text{Insolación (Watt-hora/m}^2\text{)}] \times [\text{Superficie (m}^2\text{)}]$$

$$Q_{in} = (\text{_____ Watt-hours/m}^2) \times (\text{_____ m}^2)$$

$$Q_{in} = \text{_____ Watt-hora}$$

- ¿Cuál sería el "**ángulo de inclinación**" de tu módulo solar? ¿Por qué quieres que tu módulo solar esté enfocado hacia el sur?

.....

- ¿Cómo crees que sería la cantidad de energía solar disponible en Arizona para el mismo mes comparada con el valor de tu ubicación? (Pista: echa un vistazo a los mapas, no es necesario calcular nada https://www.nrel.gov/gis/images/solar/solar_ghi_2018_usa_scale_01.jpg) ¿Qué pasa con la energía solar disponible en Alaska? ¿En qué lugar (Arizona o Alaska) sería más fácil para los ingenieros utilizar la energía solar disponible para calefacción o electricidad?

.....

11. Discusión de los resultados y conclusiones

¿Cómo afecta el polvo a los paneles solares de Marte?

¿Cómo están afrontando los científicos con este desafío?

¿Qué pasó realmente en Marte con los paneles solares del Insight Lander?

¿Qué se puede y no se puede hacer para futuras misiones espaciales en este asunto?

12. Actividades de ampliación

Desafío: Energía solar para la Luna y Marte. Trabajando en grupos pequeños, los estudiantes elegirán la Luna o Marte como el lugar para un hábitat de investigación de la NASA. Cada grupo estimará los requisitos para el hábitat de investigación utilizando lo que se conoce sobre los requisitos de energía en el hogar y los requisitos de energía para la ISS. A continuación, cada grupo propondrá un diseño para un sistema de energía solar para satisfacer las necesidades energéticas. Esta actividad podría utilizarse como evaluación.

13. Explorar más (recursos adicionales para profesores)

Mapas solares

Estos mapas solares proporcionan información promedio diaria de los recursos solares totales en las células de la cuadrícula.

<https://www.nrel.gov/gis/solar.html>

<https://earsc-portal.eu/pages/viewpage.action?pageId=16548947>

TeachEngineering es una biblioteca digital con planes de estudio de ingeniería basados en estándares para educadores de K-12 para hacer que la ciencia aplicada y las matemáticas cobren vida a través del diseño de ingeniería.

<https://www.teachengineering.org/>

<https://www.nasa.gov/>

Agradecimientos: Esta actividad se inspiró en el Programa de Educación JPL & TeachEngineering