

B6 Las energías renovables – El sol, el agua, el viento, el hidrógeno y la célula de combustible

Nota: En lo que sigue no se comentan las evaluaciones de los diferentes experimentos parciales, salvo en aquellos casos en que conste por experiencia que presentan dificultades especiales.

1 La energía eléctrica a partir de la energía de radiación de la luz

1.6 Preguntas

- a) Nombren la conexión más indicada para obtener la tensión máxima o la intensidad máxima.

Respuesta: La conexión en serie suma las tensiones, mientras que la conexión en paralelo suma las intensidades. Los alumnos deberían poder confirmar esto a partir de sus resultados. No obstante, dado que no disponemos de células solares 100% idénticas (difieren ligeramente en cuanto a tensión, intensidad y resistencia interna), no podemos confirmarlo con exactitud en el experimento.

- b) Comparen la potencia calculada con la misma cantidad de células pero con diferente tipo de conexión (conexión en serie o paralela) y explíquenlo.

Respuesta: La potencia permanece siempre la misma en ambos tipos de circuito. Únicamente la distribución en intensidad y tensión es diferente. Aquí también puede haber aparentes desviaciones de esta ley (¡v. arriba!).

2 La energía eléctrica a partir de la fuerza del agua

2.5 Evaluación

- a) Expliquen cómo influye la altura de caída del agua en la energía del agua y, por tanto, la potencia del molino de agua.

Nota: Cuanto mayor es la altura de caída, tanto mayor es la energía potencial del agua, así como la energía cinética del chorro de agua al caer sobre la pala. La transferencia de energía aumenta a medida que aumenta la altura de caída, haciendo que aumente el número de revoluciones y la energía de rotación del molino de agua. Se podría decir que: cuanto mayor es la altura de caída, durante más tiempo se acelera el agua y más velocidad tiene al llegar al molino de agua, lo que tiene como consecuencia que éste gire más deprisa.

- b) Calculen la potencia y la energía a partir de los valores medidos y apúntenlas en una tabla.

Nota: El método de cálculo está claro. Pero los resultados numéricos dependen en gran medida de los valores realmente medidos. Valores típicos, ¡v. Instrucción para el profesor!

- c) Expliquen cómo configurarían el experimento para obtener un máximo de energía eléctrica con el molino de agua.

Nota: El problema de los molinos de agua es que una gran parte del agua fluye alrededor de las palas o rebota sin utilizarse. La mayoría de las ruedas de molino tienen, por ello un rendimiento inferior al 30%. La configuración de nuestro experimento podría ser optimizada no dejando que el agua caiga libremente sobre las palas, sino utilizando un tubo flexible y una boquilla para dirigirla exactamente sobre ellas. Además, podríamos optimizar la forma de las palas para que salpiquen y desaprovechen la menor cantidad posible de agua. Ese sería el principio reproducido de la turbina Pelton. (Pero también por medio de una carcasa cerrada de forma optimizada, añadiendo una “paleta enderezadora” fija adicional y una forma optimizada de las aspas del rodete, se puede lograr que el agua ceda a las aspas más del 90% de su energía –como ocurre en las turbinas Francis y Kaplan).

2.6 Preguntas

Las centrales hidroeléctricas generan por la noche más energía de la necesaria, que se desea almacenar para el consumo durante el día. Desarrollen una instalación técnica utilizando turbinas de agua para construir un sistema de almacenamiento que funcione.

Nota: No solo de noche se genera energía eléctrica excedente. Precisamente al emplear energías renovables, como la energía eólica y solar, se producen de continuo situaciones de excedencia y de escasez en la producción de energía eléctrica. La solución clásica para este problema es la llamada “central hidroeléctrica de almacenamiento reversible”. Esta central hidroeléctrica trabaja con dos embalses de agua: un embalse situado a mayor altura, generalmente artificial (= “tanque superior”) y un “tanque inferior” (que puede ser también un río embalsado). Naturalmente, la altura de caída del agua debe ser la mayor posible. Las centrales hidroeléctricas reversibles pequeñas comienzan a una altura de caída de aprox. 80 m, las centrales más potentes trabajan con alturas de caída por encima de 2.000 m. Aunque, naturalmente, la potencia no depende solo de la altura de caída, sino también de la cantidad de agua disponible por segundo.

3 La energía eléctrica a partir de la energía eólica

3.6 Preguntas

Expliquen qué cambios se tendrían que hacer en la turbina de viento para aumentar la potencia.

Respuesta: Todo lo que no sirva para absorber la energía eólica, debería contribuir lo menos posible a frenar la corriente de aire; es decir, el generador debería estar integrado en una carcasa optimizada, en términos aerodinámicos, y debería colocarse sobre un soporte lo más delgado posible.

Pero el problema principal son las hélices o palas. Los perfiles de las palas de nuestras hélices son bastante planos. Nuestro molino de viento trabaja por ello principalmente

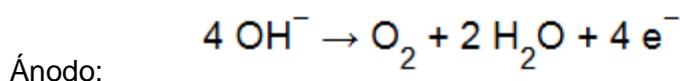
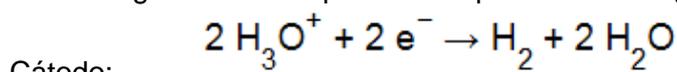
como turbina tipo fuerza de resistencia, ya que la corriente de aire simplemente empuja las palas. Pero el mayor rendimiento se obtiene cuando el molino de viento trabaja como la llamada “turbina eólica de sustentación”. Sus hélices tienen un perfil como las alas de los aviones o las hélices de un avión. El aire circulante debe recorrer a ambos lados caminos de diferente longitud. Según Bernouilli, dos corrientes de aire divididas poseen entonces diferente velocidad, creándose una diferencia de presión que empuja la hoja. Solamente con este tipo de hélices es posible alcanzar el rendimiento teórico máximo posible para turbinas de viento del 59,3%. Las turbinas eólicas de tres aspas optimizadas alcanzan en la actualidad un rendimiento superior al 50%.

4 La transformación de energía eléctrica en energía química y viceversa

4.5 Evaluación

- a) Nombren los gases que se formaron en el polo positivo y negativo.

Nota: En el cátodo (polo negativo) se forma hidrógeno y en el ánodo (polo positivo) se forma oxígeno. En este proceso se producen las siguientes reacciones.



- b) Registren la relación de volumen existente entre los gases que se han formado. Expliquen dicha relación de volumen a partir de la composición del agua.

Nota: La relación de volumen es de un átomo de oxígeno por dos átomos de hidrógeno. El agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, de ahí esa relación de volumen.

- c) Si es necesario, indiquen con qué tensión aproximada se inicia la formación de gas en la célula electrolítica si parten de una tensión de 0,5 V por célula solar.

Nota: La tensión de desintegración teórica del agua pura con electrodos ideales se sitúa en aprox. 1,25 V (platino platinado). Pero debido a efectos de sobretensión, son necesarios hasta 16 V. La sobretensión se reduce, aumentando la acidez o alcalinidad del agua. De modo que con nuestros electrodos de grafito en una solución de carbonato de sodio, la tensión de desintegración del agua podría estar en torno a 1,7 V. Eso significa que necesitaremos un mínimo de tres células solares, más bien cuatro, conectadas en serie.

- d) Nombren la principal forma de energía en la que se ha transformado la energía eléctrica de la pila de 9 V y/o de las células solares en la célula electrolítica.

Nota: En la célula electrolítica se transforma energía eléctrica en energía química.

- e) Expliquen por qué al utilizar la célula electrolítica para suministrar corriente ésta se convierte en una célula de combustible.

Nota: Dado que el agua posee una menor cantidad de energía química que el hidrógeno y el oxígeno, y que el proceso de la electrólisis es reversible, es posible volver a formar agua a partir de hidrógeno y oxígeno. Pero como el hidrógeno y el oxígeno en estado gaseoso apenas entran en contacto con el electrodo de grafito, en nuestro experimento solo obtenemos una célula de combustible muy débil. Las células de combustible reales trabajan con electrodos de platino, que adsorben, a nivel atómico, ambas moléculas de gas, por lo que pueden aceptar y ceder electrones de manera óptima.

- f) En la célula de combustible se genera corriente eléctrica a partir del hidrógeno y el oxígeno. Describan los procesos químicos que tienen lugar allí.

Nota: En el portal de medios didácticos de la fundación Siemens Stiftung figura la simulación “Pila de combustible: principio de operación”, v. el paquete de medios para el experimento “Experimento | 10+: B6 Energías renovables”.

4.6 Preguntas

- a) Si tienen acceso a internet, averigüen por qué en este experimento no se usa agua limpia sino una solución de carbonato de sodio.

Respuesta: Se utiliza una solución de carbonato de sodio, para reducir la tensión electrolytica necesaria. En el agua pura, esa tensión es muy alta. (V. notas en las evaluaciones)

- b) En su opinión, ¿cómo podría ser un concepto energético basado en la tecnología de hidrógeno? ¡Hagan para ello un esquema con las leyendas correspondientes!

Respuesta: En el portal de medios didácticos figura el esquema de un ingenioso concepto global para la integración de la tecnología del hidrógeno en el abastecimiento de energía; v. el medio didáctico “Cadenas de consumo de Energías”, en el paquete de medios para el experimento “Experimento | 10+: B6 Energías renovables”.