

PROFI: eco Power

- Begleitheft
- Activity booklet
- Manuel d'accompagnement
- Begeleidend boekje
- Cuaderno adjunto
- Folheto

fischertechnik® 

(D) PROFI ÖKO POWER

Das Begleitheft zum Baukasten.

Für alle, die wissen wollen,
„was dahinter steckt“

(GB+USA) PROFI ECO POWER

Activity Booklet for the Assembly Kit.

For everyone who wants to know
“what’s behind it.”

(F) PROFI ECO POWER

Le manuel d’accompagnement du
jeu de construction.

Pour tous ceux qui veulent savoir
« ce qu’il y a derrière »

(NL) PROFI ECO POWER

Begeleidend boekje bij
de bouwdoos.

Voor iedereen die wil weten wat
„erachter zit“

(E) PROFI ECO POWER

Cuaderno adjunto a la caja de
construcción.

Para todos aquellos que quieren
saber «qué hay detrás de las cosas»

(P) PROFI ECO POWER

O auxiliar do kit Para
Todos os que querem saber
«como a coisa funciona por
dentro»

D I N H A L T

1. Öko Power – Energie aus erneuerbaren Energiequellen	S. 2
2. Der Begriff Energie	S. 2
3. Energie aus Wasser	S. 3
3.1 Die Bewegungsenergie des Wassers	
3.2 Strom aus Wasserkraft	
4. Windenergie	S. 4
Die Windkraftanlage	
5. Solarenergie	S. 4
5.1 Die Solarzelle	
5.2 Reihenschaltung von Solarzellen	
5.3 Parallelschaltung von Solarzellen	
5.4 Antiparallelschaltung von Solarzellen	
6. Speicherung elektrischer Energie	S. 8
6.1 Energiespeicher Goldcap	
6.2 Laden des Goldcaps mit Solarenergie	
6.3 Laden des Goldcaps mit Windenergie	
7. Wie geht es weiter?	S. 9

GB+USA C O N T E N S

1. Eco Power – Energy from Renewable Energy Sources	P. 10
2. The Term Energy	P. 10
3. Energy from Water	P. 11
3.1 The Kinetic Energy of Water	
3.2 Electric Power from Water power	
4. Wind Energy	P. 12
The Wind Power Plant	
5. Solar Energy	P. 12
5.1 The Solar Cell	
5.2 Series Connection of Solar Cells	
5.3 Parallel Connection of Solar Cells	
5.4 Antiparallel Connection of Solar Cells	
6. Storing Electric Energy	P. 16
6.1 Goldcap Energy Storage	
6.2 Charging the Goldcap with Solar Energy	
6.3 Charging the Goldcap with Wind Energy	
7. What's Next?	P. 17

F S O M M A I R E

1. Eco Power – L'énergie produite par des sources d'énergie renouvelables	P. 18
2. Qu'est-ce que l'énergie ?	P. 18
3. L'eau : l'énergie hydraulique	P. 19
3.1 L'énergie cinétique de l'eau	
3.2 L'électricité produite par la force hydraulique	
4. Le vent : l'énergie éolienne	P. 20
La centrale éolienne	
5. Le soleil: l'énergie solaire	P. 20
5.1 La cellule photovoltaïque (photopile)	
5.2 Montage de photopiles en série	
5.3 Montage de photopiles en parallèle	
5.4 Montage antiparallèle de photopiles	
6. Stocker de l'énergie électrique	P. 24
6.1 L'accumulateur d'énergie Goldcap	
6.2 Charger le Goldcap grâce à l'énergie solaire	
6.3 Charger le Goldcap grâce à l'énergie éolienne	
7. Et maintenant ?	P. 25

NL I N H O U D

1. Eco Power – Energie uit regeneratieve energiebronnen	P. 26
2. Het begrip energie	P. 26
3. Energie uit water	P. 27
3.1 De bewegingsenergie van het water	
3.2 Stroom uit waterkracht	
4. Windenergie	P. 28
De windkrachtinstallatie	
5. Zonne-energie	P. 28
5.1 De zonnecel	
5.2 Serieschakeling van zonnecellen	
5.3 Parallelschakeling van zonnecellen	
5.4 Anti-parallelschakeling van zonnecellen	
6. Opslag van elektrische energie	P. 32
6.1 Energieopslag Goldcap	
6.2 Laden van de Goldcap met zonne-energie	
6.3 Laden van de Goldcap met windenergie	
7. Hoe nu verder?	P. 33

E C O N T E N I D O

1. Eco Power – Energía a partir de fuentes de energía renovables	P. 34
2. El término Energía	P. 34
3. Energía a partir de agua	P. 35
3.1 La energía cinética del agua	
3.2 Corriente a partir de energía hidráulica	
4. Energía eólica	P. 36
La instalación de energía eólica	
5. Energía solar	P. 36
5.1 La célula solar	
5.2 Conexión en serie de células solares	
5.3 Conexión en paralelo de células solares	
5.4 Conexión en antiparalelo de células solares	
6. Acumulación de energía eléctrica	P. 40
6.1 Acumulador de energía Goldcap	
6.2 Cargar el Goldcap con energía solar	
6.3 Cargar el Goldcap con energía eólica	
7. ¿Cómo seguir?	P. 41

P C O N T É U D O

1. Eco Power – Energia proveniente de fontes energéticas renováveis	P. 42
2. O conceito de energia	P. 42
3. Energia vinda da água	P. 43
3.1 A energia cinética da água	
3.2 Corrente proveniente da força hidráulica	
4. Energia eólica	P. 44
A Central eólica	
5. Energia solar	P. 44
5.1 A célula solar	
5.2 Conexão em série de células solares	
5.3 Conexão paralela de células solares	
5.4 Conexão antiparalela de células solares	
6. Armazenagem de energia elétrica	P. 48
6.1 Acumulador de energia Goldcap	
6.2 Carregar o Goldcap com energia solar	
6.3 Carregar o Goldcap com energia eólica	
7. E agora?	P. 49

1. Öko Power– Energie aus erneuerbaren Energiequellen

Wir alle benötigen tagtäglich riesige Mengen an Energie. Betrachten wir dazu einmal einen ganz normalen Tagesablauf:

Morgens werden wir von unserem Radiowecker geweckt. Dieser bezieht den Strom natürlich aus der Steckdose. Wir stehen auf, schalten die elektrische Beleuchtung ein, duschen mit warmem Wasser, das von der Zentralheizung mit Öl oder Gas erhitzt wurde. Danach trocknen wir uns die Haare mit dem elektrischen Fön. Die Zentralheizung hat auch bereits die Wohnung beheizt, damit wir beim Frühstück nicht frieren. Das Wasser für den Tee wurde auf dem Elektro- oder Gasherd zum Kochen gebracht. Die Butter wurde über Nacht im Kühlschrank gelagert und ist deshalb ordentlich fest. Während des Frühstücks schalten wir selbstverständlich das Radio oder den Fernseher ein, damit wir nicht gleich wieder einschlafen.

Zur Schule fahren wir dann mit dem Bus oder dem Auto, die Treibstoff brauchen. So könnten wir jetzt unbegrenzt weiter beschreiben, wofür wir Energie benötigen. Die Liste würde endlos lang werden. Kurz und gut, wir benötigen unheimlich viel Energie.

Und wo kommt diese Energie her? Ein Großteil davon wird aus den fossilen Brennstoffen Öl, Gas und Kohle gewonnen. Auch aus Kernenergie wird ein großer Teil unseres Bedarfs gedeckt. Doch diese Arten der Energiegewinnung haben entscheidende Nachteile:

- Die fossilen Brennstoffvorräte auf der Erde sind begrenzt
- Bei der Verbrennung von Öl und Kohle entstehen Schadstoffe, die die Umwelt verschmutzen, sowie CO₂, das für die ständige Erwärmung der Erdatmosphäre (Treibhauseffekt) verantwortlich ist.
- Die Kernenergie birgt trotz hoher Sicherheitsstandards die Gefahr eines radioaktiven Unfalls. Außerdem entstehen radioaktive Abfälle, die noch viele tausend Jahre Radioaktivität ausstrahlen.

Grund genug also, sich nach Alternativen umzusehen, die umweltfreundlich und möglichst unbegrenzt vorhanden sind. Diese alternativen Energieformen gibt es sehr wohl. Man spricht in diesem Zusammenhang von regenerativen (erneuerbaren) Energien. In unserem Profi-Baukasten Öko Power betrachten wir die Energiegewinnung aus Wasser, Wind und Sonne. Anhand zahlreicher Modelle sehen wir, wie man daraus Strom erzeugen, speichern und schließlich auch Fischertechnik-Modelle antreiben kann. Viel Spaß.

2. Der Begriff Energie

Dauernd reden wir von Energie, aber was verstehen wir eigentlich darunter und wie können wir sie messen?

Unter Energie verstehen wir die Fähigkeit eines Körpers, Arbeit zu verrichten. Die Maßeinheit, mit der Energie und Arbeit gemessen werden, heißt Joule (J).

Es gibt verschiedene Energieformen, z. B.:

- **Bewegungsenergie, das ist die Energie, die frei wird, wenn sich ein Körper bewegt.**
- **Lageenergie, das ist die Energie, die ein Körper besitzt, wenn er in einer bestimmten Höhe liegt.**
- **Elektrische Energie, in Form von elektrischem Strom und Spannung.**

Elektrische Energie oder Arbeit drückt man auch in KiloWattStunden (kWh) aus.

Kilo=1000, Watt=Leistung, Stunde=Zeit, über die die Leistung erbracht wird.

Beispiel:

Eine Glühlampe hat eine Leistung von 100 Watt. Sie brennt über 10 Stunden. Die Energie, die dazu benötigt wird, beträgt:

$$100\text{W} \cdot 10\text{h} = 1000\text{Wh} = 1\text{kWh}$$

Um zu veranschaulichen, wieviel Energie eine kWh beinhaltet, führen wir folgendes Experiment durch:

Ein Fahrraddynamo hat eine Leistung von 3 Watt. Bei eingeschaltetem Dynamo wird die Bewegungsenergie des Rades in elektrische Energie umgewandelt.

Aufgabe 1:

Wieviel Energie wird bei einer Stunde Fahrt umgesetzt?

Lösung:

$$\text{Energie} = 3\text{W} \cdot 1\text{h} = 3\text{Wh} = 0,003\text{kWh}$$

Aufgabe 2:

Wie lange muss man Fahrrad fahren, um 1kWh (1000Wh) umzusetzen?

Lösung:

Aus der Formel $\text{Energie} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$ leiten wir ab:

$$\text{Zeit in Stunden} = \text{Energie} / \text{Leistung} = 1000\text{Wh} / 3\text{W} = 333,33\text{h}$$

333,33h entsprechen 13,88 Tagen. Das heißt, wir müssten ununterbrochen fast 14 Tage mit dem Fahrrad fahren, um die Energie von 1kWh umzusetzen, die unsere Glühbirne aus dem vorhergehenden Beispiel benötigt, um 10 Stunden zu brennen.

Wenn wir jetzt noch berücksichtigen, dass eine 4-köpfige Familie im Schnitt einen Energiebedarf von ca. 4.000 kWh pro Jahr hat, dann kommen wir schnell zu der Erkenntnis, dass wir bei der Suche nach umweltfreundlichen Energien mit Fahrrad fahren allein nicht weit kommen. Wenden wir uns also lieber anderen Energiequellen zu.

3. Energie aus Wasser

3.1. Die Bewegungsenergie des Wassers

Schon seit Hunderten von Jahren nutzt der Mensch die Bewegungsenergie des Wassers, um damit direkt Maschinen anzutreiben.

Aufgabe 1:

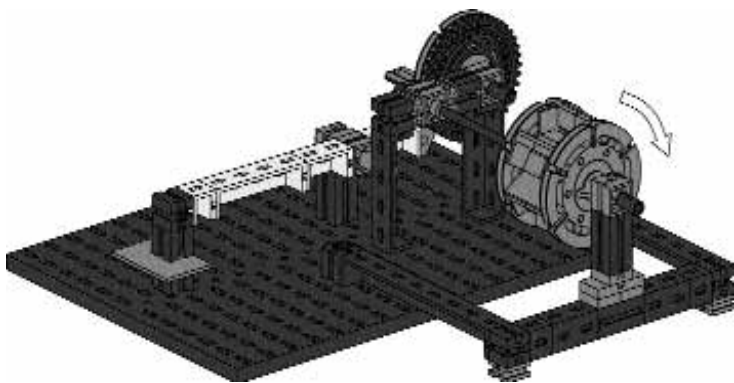
Welche Maschinen fallen dir ein, die direkt durch Wasserkraft angetrieben werden?

Lösung:

- Wassermühle
- Sägewerk
- Hammerschmiede

Bei allen Maschinen ist das Antriebsprinzip das gleiche. Das Wasser wird auf ein Wasserrad geleitet, das Rad dreht sich und die Bewegung wird direkt auf die jeweilige Maschine übertragen.

Zur Verdeutlichung dieses Antriebsprinzips baust du nun das Modell einer Hammerschmiede auf (siehe Bauanleitung S. 4).



Das Wasserrad kannst du unter einen Wasserhahn halten. Beachte die in der Bauanleitung angegebene Drehrichtung des Rades.

Mit solchen Hammerschmieden wurde früher Eisen, das zuvor zum Glühen gebracht wurde, geschmiedet.

Aufgabe 2:

Worin liegen die Nachteile dieser Form der Nutzung von Wasserenergie?

Lösung:

- Die Energie kann nur dort genutzt werden, wo das Wasser fließt (an Flüssen oder Bächen). Sie kann nicht an andere Orte transportiert werden.
- Die Energie kann nicht gespeichert werden. Sie muss sofort genutzt werden, wenn sie zur Verfügung steht.
- Die Energie steht nur für einen begrenzten Einsatzzweck zur Verfügung (Antrieb einiger Maschinen).

Aufgabe 3:

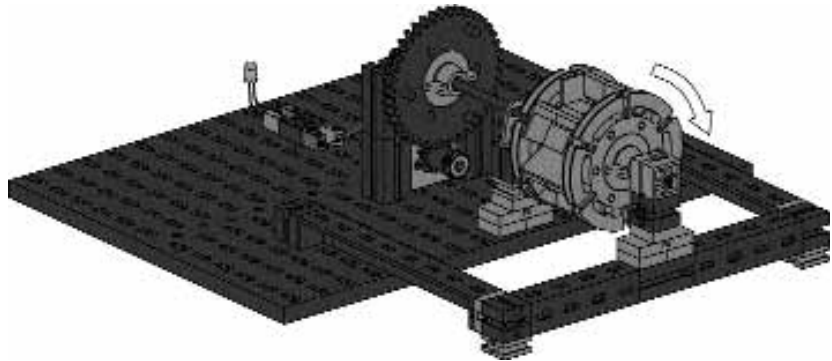
Wie wird heute Wasserkraft genutzt?

Lösung:

Man erzeugt mit Wasserkraft Strom, der für beliebige Nutzung zur Verfügung steht.

3.2 Strom aus Wasserkraft

Um zu sehen, wie das funktioniert, baust du das Modell Wasserturbine (siehe Bauanleitung S. 7) auf.



Der Solar-Micromotor wird dabei als Generator verwendet. Dreht man die Welle des Motors, wird mit Hilfe des im Motor vorhandenen Magnetfeldes eine Spannung erzeugt, die an den Anschlüssen des Motors abgegriffen werden kann. Schließen wir daran die grüne LED an, fließt Strom und die LED leuchtet. Da sich die Motorwelle sehr schnell drehen muss, wird die Bewegung des Wasserrads, bzw. des Turbinenrads, im Verhältnis 1:4 übersetzt. Halte das Wasserrad wieder unter einen Wasserhahn und lass das Rad so schnell drehen, dass die LED leuchtet. Beachte wieder die Drehrichtung.

Achtung!

- Dieser Versuch eignet sich bestens dazu, die Küche oder das Badezimmer unter Wasser zu setzen. Das macht zwar riesigen Spaß, könnte aber unangenehme Folgen haben, da Eltern in solchen Fällen oft seltsam reagieren. Wenn der Wasserstrahl seitlich auf die Schaufeln der Wasserturbine auftrifft, hält sich der Spritzwasseranteil in Grenzen und das Rad dreht sich dabei ideal.
- Der Motor ist so angeordnet, dass er bei sorgfältigem Umgang mit dem Modell nicht nass wird. Ein paar Spritzer Wasser machen ihm auch nichts aus. Allerdings sollte er nicht direkt unter den Wasserhahn gehalten oder ins Wasser getaucht werden.
- Die LED ist ausschließlich dafür gedacht zu zeigen, wie mit dem Solar-Micromotor Strom erzeugt werden kann. Sie eignet sich nicht für die Beleuchtung herkömmlicher fischertechnik Modelle. Sie darf maximal mit 2V Spannung betrieben werden. Bei höherer Spannung geht sie sofort kaputt. Sie darf auf keinen Fall an eine 9V fischertechnik-Stromversorgung angeschlossen werden.

Aufgabe 1:

Wo liegen die Vorteile dieser Art der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen wie Öl oder Kohle?

Lösung:

Bei dieser Art der Stromerzeugung entstehen keine umweltschädlichen Abgase.

Aufgabe 2:

Auf welche Weise muss trotzdem in die Umwelt eingegriffen werden, um die Wasserkraft nutzen zu können?

Lösung:

Es müssen Staudämmen an Seen oder Flüssen errichtet werden, damit zum einen immer genügend Wasser für die Stromgewinnung zur Verfügung steht und zum anderen genügend Fallhöhe vorhanden ist, die dem Wasser die notwendige Bewegungsenergie verleiht, um die Turbine anzutreiben.

Aufgabe 3:

In welchen Regionen wird auf diese Art bevorzugt Strom erzeugt und warum?

Lösung:

- In Gebirgsregionen, weil dort z. T. ganze Täler mit riesigen Staudämmen aufgestaut werden können und das Wasser mehrere hundert Meter in die Tiefe stürzen kann und daher eine gewaltige Bewegungsenergie zum Antrieb von Turbinen zur Verfügung steht.
- An Flüssen mit natürlichen Höhenunterschieden, wo das Wasser ebenfalls aufgestaut werden kann.
- An der Nordsee, wo in Gezeitenkraftwerken Ebbe und Flut zur Stromerzeugung aus Wasser genutzt werden.

Auch dabei verwenden wir den Motor als Generator zur Stromerzeugung und die LED als Anzeige dafür, dass es tatsächlich funktioniert.

Hinweis:

Wichtig ist, dass der blaue Rotor seitenrichtig auf der roten Aufnahme montiert wird, damit er den bestmöglichen Wirkungsgrad erzielt. Auf einer Seite eines Rotorblattes befindet sich ein kleiner Fisch. Dieses Symbol muss in Richtung des Motors zeigen.

Hältst du nun einen Fön oder Tischventilator vor den Rotor, beginnt er sich zu drehen, bekommt ordentlich Fahrt drauf und die LED beginnt zu leuchten.

Dieses Modell benötigen wir später noch, wenn wir das Thema Speichern von Energie behandeln. Du kannst es aber ruhig abbauen, es ist in kurzer Zeit wieder aufgebaut.

Aufgabe:

Dass diese Art der Energiegewinnung ebenso umweltfreundlich wie die Wasserenergie ist, weil keine schädlichen Abgase entstehen, ist klar. Aber welche Nachteile weist die Windkraft auf gegenüber Wasserkraft oder konventioneller Energiegewinnung aus Öl oder Kohle?

Lösung:

- Strom kann nur erzeugt werden, wenn Wind weht. Der Wind kann nicht, wie das Wasser in einem Stausee, gestaut und bei Bedarf abgerufen werden.
- Die Windkraftanlagen, so behaupten Kritiker, würden die Landschaft verschandeln, weil sie natürlich immer im offenen Gelände stehen, wo sie weithin sichtbar sind.

4. Windenergie

Windkraft stellt eine weitere Art der Stromerzeugung aus regenerativer Energie dar. In vielen Gegenden herrscht ständig Wind. Die Bewegungsenergie der Luft kann wiederum genutzt und in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Diese Art der Energiegewinnung wollen wir anhand des Modells Windkraftanlage verdeutlichen (siehe Bauanleitung S. 10):



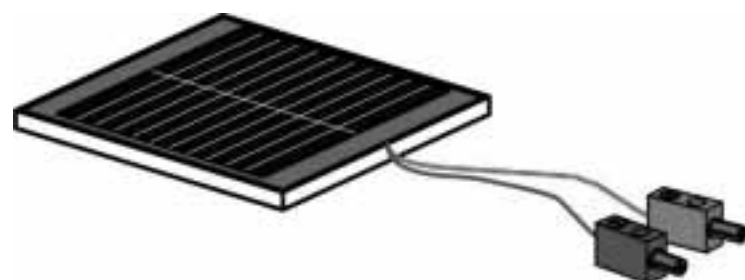
5. Solarenergie

Würde man alle fossilen Brennstoffvorräte (Holz, Kohle, Erdöl, Gas) der Erde für die Energieerzeugung verbrennen, fiele eine Energiemenge an, die von der Sonne in lediglich drei Tagen auf die Erde einstrahlt. Diesen gewaltigen und zugleich unerschöpflichen Energievorrat gilt es zu nutzen, um daraus (mit Hilfe von Solarzellen) elektrische Energie zu gewinnen.

5.1 Die Solarzelle

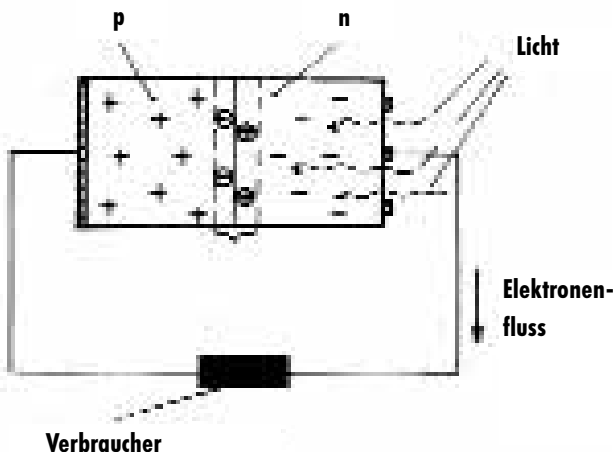
Doch was ist eine Solarzelle genau und wie kann man mit ihr Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln? Solarzellen bestehen aus Silizium.

Die Siliziumblöcke werden in zirka 0,5 Millimeter dicke Scheiben zersägt.



Diese Scheiben werden nun im nächsten Schritt mit verschiedenen Fremdatomen dotiert, das heißt gezielt verunreinigt, was für ein Ungleichgewicht in der Siliziumstruktur sorgt. Dadurch entstehen zwei verschiedene Schichten, die positive p-Schicht und die negative n-Schicht.

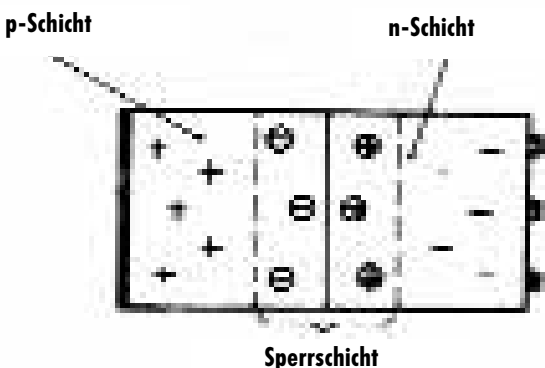
Vereinfacht ausgedrückt entsteht der elektrische Stromfluss dadurch, dass sich Elektronen aus der n-Schicht, angeregt durch das einfallende Licht, über den angeschlossenen Verbraucher (z. B. Motor) zur p-Schicht hin bewegen.



Für alle interessierten Physiker folgt hier noch eine etwas ausführlichere Erklärung, wie in der Solarzelle Strom erzeugt wird:

Auf der n-Schicht des Siliziums entsteht ein sogenannter Elektronenüberschuss, da das zugesetzte Fremdatom mehr Elektronen besitzt als das Silizium, das heißt, es schwirren freie Elektronen auf dieser Seite herum. Diese Elektronen können bestimmte Strecken wandern, falls sie genügend Energie besitzen.

Im Gegensatz dazu fehlen auf der positiven Seite (p-Schicht) Elektronen, da das hier zugesetzte Fremdatom weniger freie Elektronen besitzt als Silizium, es entstehen sogenannte Lücken. Diese Lücken können Elektronen aufnehmen, falls welche in der Nähe sind. Nun wandern die freien Elektronen von der n-Schicht zur p-Schicht und füllen die Lücken aus. Da die Elektronen aber nicht beliebig weit zu den Lücken wandern können, weil sie zu wenig Energie besitzen, werden nur Lücken in einem bestimmten Bereich in der Mitte besetzt. Diesen Bereich nennt man Grenz- oder Sperrschicht.



Je mehr Licht (also Energie) nun auf die Zelle fällt, desto beweglicher werden die Elektronen, das heißt sie können weiter wandern. Wenn man nun die Solarzelle an einen Verbraucher (Motor, Lampe und ähnliches) anschließt, bewegen sie sich bevorzugt in diese Richtung (vorstellbar als Sogwirkung). Da man sich den Stromfluss als Kreislauf vorstellen kann, kommen immer wieder Elektronen auf der n-Schicht an und wandern wieder auf die p-Schicht und dieser Elektronenfluss bewirkt, dass Strom fließt, das heißt, der Motor dreht sich.

Teste nun dieses Verhalten, indem du eine einzelne Solarzelle an den Solarmotor aus unserem Baukasten anschließt und ausprobierst, wieviel Licht benötigt wird, um den Motor zum Laufen zu bringen.



Die Solarzelle liefert eine Spannung von 0,6V und einen maximalen Strom von ca. 930mA. Der Motor besitzt eine Nennspannung von 2V, beginnt aber bereits ab 0,3V sich zu drehen (im Leerlauf, d.h. ohne dass die Welle des Motors ein Modell antreiben muss). So kann er also mit einer einzelnen Solarzelle betrieben werden.

Versuch 1:

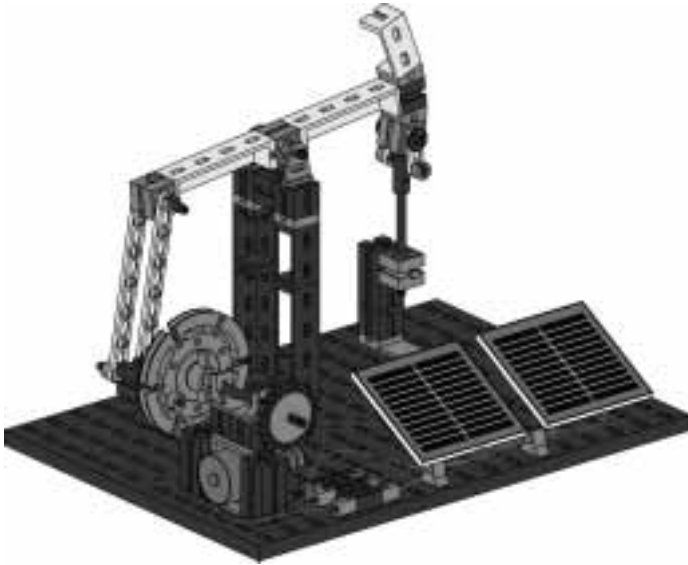
Stelle fest, welche Helligkeit erforderlich ist, damit sich der Motor dreht. Dazu kannst du eine Lampe mit Glühbirne (Leuchtstoffröhren sind ungeeignet) verwenden. Vielleicht ist ja in deinem Zimmer genug Tageslicht vorhanden, dass sich der Motor auch ohne zusätzliche Lichtquelle bewegt.

Versuch 2:

Wenn du ein Strom- und Spannungsmessgerät besitzt, kannst du messen, ab welcher Spannung sich der Motor dreht und welcher Strom dabei fließt. Du wirst feststellen, dass der Motor, wenn er mit nur einer Solarzelle angetrieben wird, nicht besonders viel Kraft entwickeln kann. Wenn wir nun ein fischertechnik-Modell antreiben wollen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, mehr Leistung aus dem Motor heraus zu holen.

5.2 Reihenschaltung von Solarzellen

Baue dazu das Modell Ölpumpe (siehe Bauanleitung S.12).



Mit solch einer Ölpumpe kann man z. B. in Wüstengegenden, wo die Sonne dauernd scheint, Erdöl aus der Tiefe fördern.

Um dieses Modell anzutreiben, benötigt der Motor eine ziemlich hohe Anlaufspannung, damit er sich überhaupt dreht. Deshalb werden, wie in der Bauanleitung beschrieben, zwei Solarzellen in Reihe geschaltet. Dadurch addieren sich die Spannungen der beiden Solarzellen.

Aufgabe 1:

Welche Spannung liegt jetzt maximal am Motor an?

Lösung:

$2 \cdot 0,6V = 1,2V$

Aufgabe 2:

Welcher Strom steht maximal zur Verfügung?

Lösung:

Bei der Reihenschaltung bleibt der Strom, der durch die beiden Solarzellen fließt, konstant. Er beträgt maximal 930mA.

Aufgabe 3:

Welche Spannung benötigt der Motor bei diesem Modell, bis er sich in Bewegung setzt? Wieviel Strom zieht er dann?
(Diese Frage kannst du natürlich nur beantworten, wenn du ein Messgerät besitzt. Die gemessenen Werte hängen z. B. auch davon ab, wie leichtgängig die Pumpe zusammengebaut wurde und aus welcher Stellung sie anlaufen muss.)

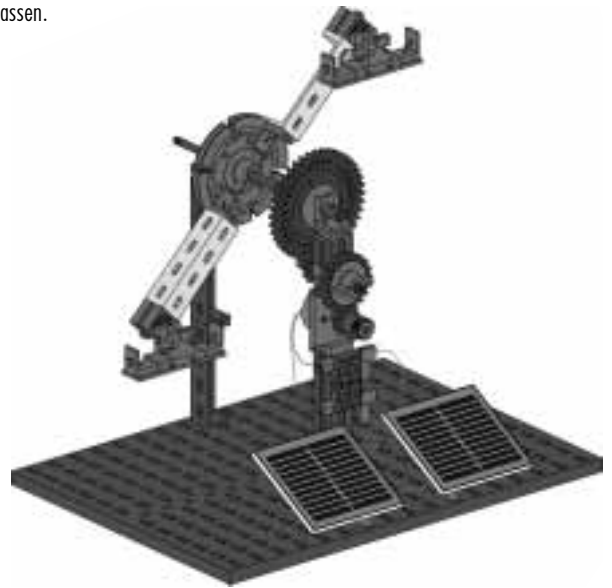
Lösung:

Spannung: ca. 0,5V

Strom: ca. 20mA

5.3 Parallelschaltung von Solarzellen

Baue dazu das Modell Drehschaukel (siehe Bauanleitung S. 16). Achte beim Bau des Modells darauf, dass sich alle Achsen und Zahnräder leicht bewegen lassen.



Bei diesem Modell soll sich der Motor nicht zu schnell drehen, da sich sonst die Sitze der Drehschaukel überschlagen. Das Modell soll sich jedoch bereits bei möglichst wenig Licht bewegen. Deshalb werden die beiden Solarzellen parallel geschaltet.

Bei der Parallelschaltung bleibt die Spannung gleich wie bei einer Zelle. Dafür kann diese "doppelte Zelle" durch die größere Solarzellenfläche, die zur Verfügung steht, bei gleicher Helligkeit mehr Strom liefern als eine einzelne Zelle.

Versuch 1:

Finde heraus, welche Helligkeit erforderlich ist, damit sich die Drehschaukel bewegt.

Versuch 2:

Versuche das Modell mit einer einzelnen Solarzelle zu betreiben und stelle fest, welche Helligkeit dazu notwendig ist.

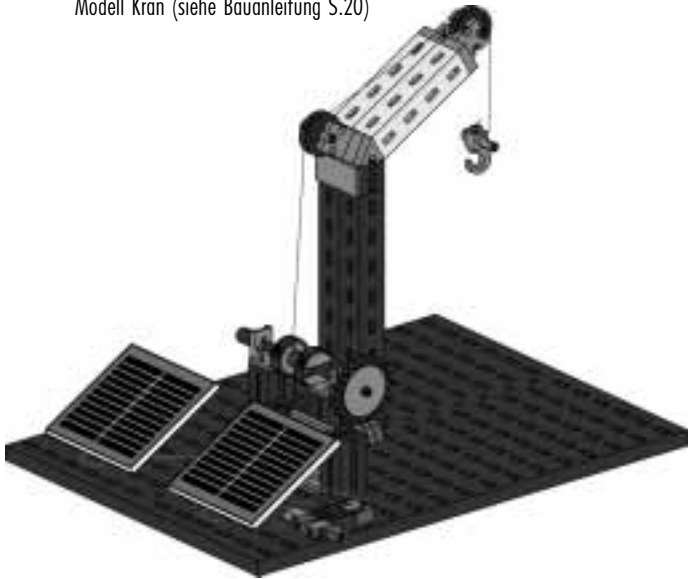
Versuch 3:

Schalte die beiden Solarzellen in Reihe (wie bei der Ölpumpe, Schaltplan siehe Bauanleitung S. 13). Du kannst selbst beurteilen, ob es den Fahrgästen dabei schlecht wird.

5.4 Antiparallel-Schaltung von Solarzellen

Was ist denn das nun wieder? Ganz einfach, es werden zwei Solarzellen so parallel geschaltet, dass der Pluspol einer Solarzelle mit dem Minuspol der anderen Solarzelle verbunden wird. Was man damit anstellen kann, verdeutlichen wir mit den folgenden Modellen:

Modell Kran (siehe Bauanleitung S.20)

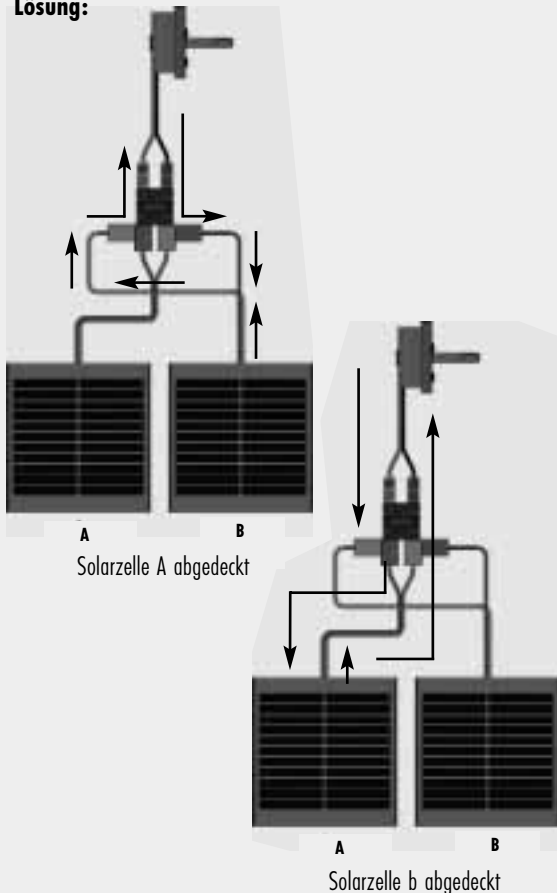


Bei diesem Modell soll mit Hilfe von Solarenergie eine Last gehoben werden. Der Trick bei der Antiparallelschaltung ist, dass sich der Motor nicht bewegt, solange beide Solarzellen gleich hell beleuchtet werden. Deckst du eine Solarzelle ab, bewegt sich der Motor in die eine Richtung, verdunkelst du die zweite Zelle, bewegt er sich in die andere Richtung. Auf diese Weise kann man mit zwei Solarzellen einen Polwendschalter ersetzen.

Aufgabe 1:

Mache dir anhand einer Skizze deutlich, wie die Umkehrung der Motordrehrichtung (bzw. der Stromrichtung am Motor) bei diesem Modell zu Stande kommt, wenn man jeweils eine Solarzelle abdunkelt.

Lösung:



Aufgabe 2:

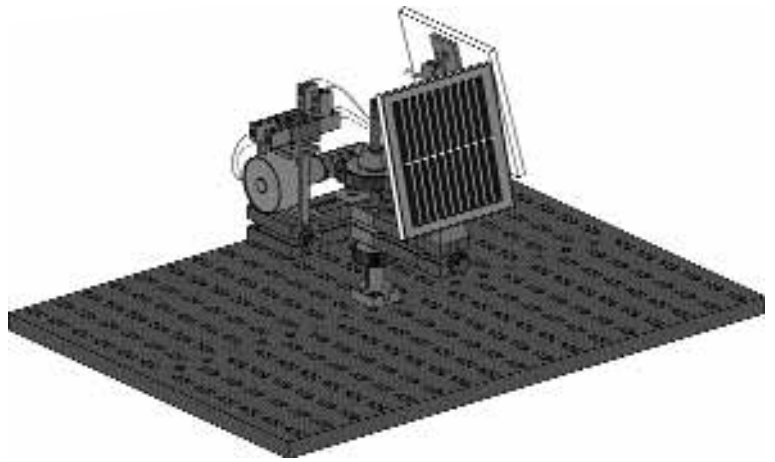
Wie kann man erreichen, dass der Kran eine größere Last heben kann?

Lösung:

- Durch Reihenschaltung der beiden Solarzellen (allerdings dreht sich der Motor dann nur noch in eine Richtung)
- Durch Erhöhung der Getriebeuntersetzung z. B. indem man anstatt des Zahnrads mit 20 Zähnen das Zahnrad mit 40 Zähnen verwendet. Dazu muss man den Kran umbauen.

Modell Solarzellennachführung

Eine weitere Anwendung der Antiparallelschaltung ist die Solarzellennachführung (siehe Bauanleitung S. 24).



Diese einfache Vorrichtung gewährleistet, dass die Solarzellen mit der Sonne mitwandern und sich wie ein Kompass auf die Sonne ausrichten. Die Spitze, an der die beiden Solarzellen zusammentreffen, zeigt immer in Richtung Sonne. Achte beim Bauen genau auf den korrekten Anschluss der Kabel, sonst dreht sich das Modell eventuell von der Sonne weg, anstatt zu ihr hin.

Aufgabe 1:

Wie funktioniert dieses einfache Prinzip der Solarzellennachführung?

Lösung:

Zeigt die Spitze in Richtung Sonne, werden beide Zellen gleich beleuchtet, der Motor bewegt sich nicht. Wandert die Sonne weiter, wird eine der beiden Zellen stärker angestrahlt. Der Motor beginnt sich zu drehen, und zwar so lange, bis wieder beide Zellen gleich hell beleuchtet werden.

Aufgabe 2:

Wofür verwendet man eine solche Einrichtung?

Lösung:

Meistens für Solarzellen. Damit diese immer optimal von der Sonne angestrahlt werden, führt man sie der Sonne nach. In der Realität wird dies oft rechnergesteuert und mit aufwändiger Software programmiert. Aber es geht, wie man sieht, auch ganz einfach.

6. Speicherung von elektrischer Energie

Zunächst wollen wir herausfinden, warum es notwendig ist, Energie, die aus regenerativen Energieträgern stammt, zu speichern.

Baue dazu das Modell Solarfahrzeug (siehe Bauanleitung S. 27). Es wird mit zwei Solarzellen angetrieben.



Aufgabe 1:

Wie sind die Zellen miteinander verschaltet und warum?

Lösung:

Die Zellen sind in Reihe geschaltet, weil der Motor sehr stark belastet ist und dadurch eine hohe Anlaufspannung benötigt.

Versuch:

Finde heraus, welche Lichtquelle notwendig ist, um das Solarfahrzeug anzutreiben und welche Geschwindigkeit es maximal erreicht (am Besten im Freien).

Sicher hast du bei deinen Versuchen bereits gemerkt, dass diese Antriebsweise einen entscheidenden Nachteil hat. Das Fahrzeug bleibt stehen, sobald es sich außerhalb der Lichtquelle oder im Schatten befindet. So kommt man natürlich ziemlich schlecht vorwärts.

Viel unabhängiger wäre man, wenn man das Fahrzeug über einen Energiespeicher versorgen könnte, der mit regenerativer Energie aufgeladen wird und mit dem sich das Auto eine bestimmte Zeit lang unabhängig von Wind und Wetter betreiben lassen könnte.

6.1 Energiespeicher Goldcap



Ein solcher Energiespeicher ist der im Baukasten enthaltene Goldcap. Ein Goldcap hat nichts mit Gold oder Goldlegierung zu tun. Die Bezeichnung ist der Handelsname dieses Kondensators.

Er setzt sich aus zwei Aktivkohlestücken zusammen, die nur durch eine dünne Isolierschicht voneinander getrennt sind. Der Goldcap zeichnet sich durch seine extrem hohe Kapazität aus. Der von uns verwendete Kondensator hat eine Kapazität von 10F (Farad). Gewöhnliche Kondensatoren haben Kapazitäten in der Größenordnung von einigen μ -Farad ($=0,000001F$).

Man kann den Goldcap einsetzen wie einen kleinen Akku. Der Vorteil gegenüber einem Akku besteht darin, dass man den Goldcap sehr schnell aufladen kann, dass er nicht überladen werden kann und auch keine Tiefentladung kennt.

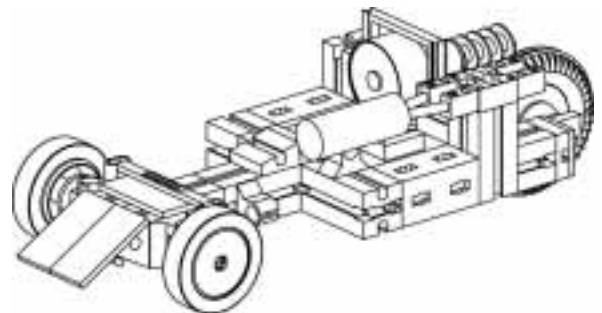
Achtung!

Der Goldcap darf auf keinen Fall an eine Spannung über 2,3V angeschlossen werden, sonst besteht Explosionsgefahr! Also auf keinen Fall den Goldcap mit einer gewöhnlichen 9V fischertechnik-Stromversorgung verbinden!

Beim Montieren der Stecker an den Goldcap musst du auf die richtige Polung der Stecker achten (grüner Stecker an Minus anschließen). Es empfiehlt sich auch, die beiden Anschlussdrähte des Goldcaps auf die gleiche Länge abzuschneiden.

6.2 Laden des Goldcap mit Solarenergie

Lade den Goldcap, indem du ihn an zwei in Reihe geschaltete Solarzellen anschließt. Der rote Stecker des Goldcap (+) wird mit dem roten Stecker der ersten Solarzelle verbunden, der grüne Stecker des Goldcap (-) mit dem grünen Stecker der zweiten Solarzelle. Lade den Goldcap ca. 10 Minuten lang z. B. unter einer Glühlampe mit 100W im Abstand von 40cm (geht man näher ran, wird die Solarzelle zu heiß) oder bei Sonnenlicht. Nach dem Laden schließt du an den Fahrzeugmotor anstatt der Solarzellen den Goldcap an.



Aufgabe 1:

Warum fährt das Auto nur so langsam und bleibt relativ schnell wieder stehen?

Lösung:

Mit den beiden Solarzellen kann man den Goldcap nur mit einer Spannung von 1,2V laden. Damit wird er gerade mal zur Hälfte gefüllt und kann das Auto nur kurze Zeit antreiben. Das ist natürlich nicht so toll. Du wirst sehen, dass es noch besser geht.

Aufgabe 2:

Wieviele Solarzellen wären notwendig um den Goldcap ganz zu laden?

Lösung:

4 Zellen • 0,6V = 2,4V. Damit könnte der Speicher ganz gefüllt werden.

Hinweis:

Wird der Goldcap über Solarzellen geladen, wird er sich, sobald es dunkel wird, über die angeschlossenen Solarzellen wieder entladen. Der Goldcap sollte also nur mit den Solarzellen verbunden bleiben, solange diese beleuchtet werden.

Versuch 2:

Probiere aus, wie lange das Auto mit einer Tankfüllung fährt.

Welche Geschwindigkeit erreicht es?

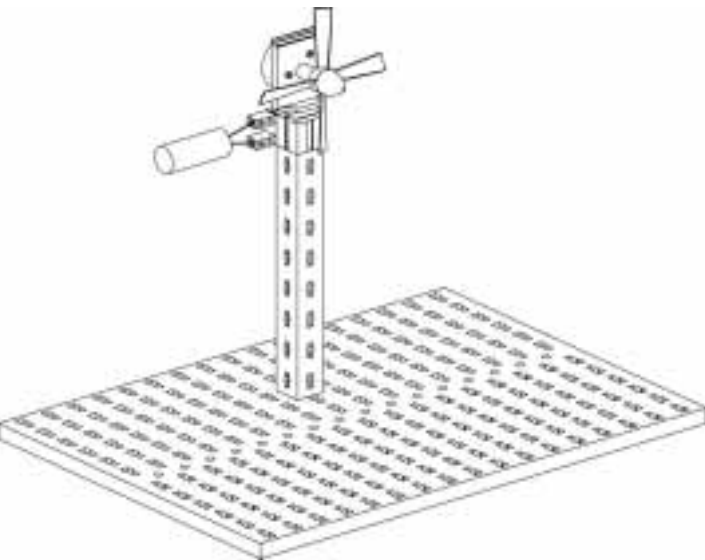
Das Ergebnis wird vor allem davon beeinflusst, ob das Auto auf glattem Boden oder auf Teppichboden fährt und wie voll der Goldcap geladen ist.

Da man mit der Windkraftanlage eine höhere Spannung erzeugen kann als mit zwei Solarzellen, fährt das Fahrzeug schneller und länger als bei einer Ladung über die Solarzellen.

Ob der Energiespeicher nun über Wind- oder Solarenergie aufgeladen wird ist eigentlich egal. Die Versuche mit dem Goldcap sollen vor allem eine Möglichkeit zeigen, wie man ein Fahrzeug mit regenerativer Energie antreiben kann, ohne dass man direkt von der Sonneneinstrahlung abhängig ist.

6.3 Laden des Goldcaps mit Windenergie

Nun wollen wir den Energiespeicher mit Windenergie aufladen. Dazu baust du noch einmal die Windkraftanlage (siehe Bauanleitung S.10). Allerdings schließt du daran nicht die LED sondern den Goldcap an. Von dem Solarfahrzeug musst du nur den Motor entfernen. Die restlichen Teile für die Windkraftanlage sind noch im Baukasten enthalten. Den Pluspol des Motors (rot) schließt du an den Pluspol des Goldcaps (rot) an.



Dann bringst du mit einem Ventilator oder Fön den Propeller zum Rotieren. Der Motor funktioniert jetzt wieder als Generator und lädt den Goldcap auf. Am Anfang lässt sich der Propeller noch schwer bewegen, aber je voller der Speicher wird, umso leichter dreht er sich. Wenn der Fön weggenommen wird, treibt die Energie aus dem Goldcap wieder den Motor an. Aber Vorsicht, dabei entleert sich der Speicher wieder. Der Goldcap sollte ca. 20 Minuten lang aufgeladen werden.

Versuch 1:

Parallel zum Laden kannst du die Spannung am Goldcap messen (falls du ein Messgerät besitzt). Dann kannst du ablesen, wie weit der Goldcap gefüllt ist. Je schneller sich der Propeller dreht, desto größer ist die Spannung, die erzeugt werden kann und umso voller kann der Goldcap geladen werden (bis max. 2,3V)

7. Wie geht es weiter?

Mit Hilfe des Profi-Baukastens Öko Power hast du verschiedene Möglichkeiten kennen gelernt, wie mit regenerativen Energien Strom erzeugt und genutzt werden kann. Speziell die Solartechnik eignet sich hervorragend dazu, fischertechnik-Modelle anzutreiben. Werden die Modelle größer und schwerer als die im Baukasten dargestellten, benötigt man sicherlich noch einige zusätzliche Solarzellen, die dann in Reihe geschaltet werden müssen. Diese sind aber jederzeit über den fischertechnik Einzelteil-Service erhältlich. So kann das Solarsystem, das in diesem Baukasten mit einfachen Modellen begonnen hat, erweitert und ausgebaut werden.

1. Eco Power – Energy from Renewable Energy Sources

We all need great quantities of energy every day. Let's take a look at normal everyday activities for this:

Our radio alarm clock wakes us up in the morning. Of course, it gets electricity from a socket outlet. We get up, switch on the electric lights, shower with warm water, which is heated by the central heating system using oil or gas. Then we dry our hair with an electric hair-dryer. The central heating system has already heated our apartment or home, so that we are not cold during breakfast. The water for the tea is boiled on the electric or gas stove. The butter is stored in the refrigerator at night and consequently is really hard. Of course, we switch on the radio or television during breakfast, so that we can find out the latest news and weather.

Then we go to school by bus or car, which requires fuel. We could continue for a long time to describe what we need energy for. The list would become infinitely long. To put it simply, we need an extremely large amount of energy.

And where does this energy come from? A majority of it is produced from the fossil fuels oil, gas and coal. A large part of our needs are covered by nuclear power. But these kinds of energy production have decisive disadvantages:

- The fossil fuel supplies are limited on the earth.
- Pollutants are created during the burning of oil and coal, which pollute our environment. CO₂ is also produced, which is responsible for the continual warming of the earth's atmosphere (greenhouse effect).
- Nuclear energy entails the danger of radioactivity being released following an accident, despite the high safety standards. Additionally, radioactive waste is created, which emits radioactivity for many thousands of years.

These are sufficient reasons for looking for alternatives, which are compatible with our environment and are available in unlimited supplies if possible. These alternative energy forms do in fact exist. We call them regenerative or renewable energy supplies. We deal with energy production from water, wind and the sun in our Eco Power Kit. Using numerous models, we see how you can generate and store electricity from them and then finally drive fischertechnik models using them too. Have fun!

2. The Term Energy

We talk about energy all the time, but what does it mean and how can we measure it?

By energy we mean the capability of a body to perform work. The measurement unit with which we measure energy and work is called joule (J).

Different energy forms exist, for example:

- Kinetic energy, the energy that is released when a body moves.
- Potential energy, the energy that a body has when it is at specific height.
- Electric energy in the form of electric power and current.

Electric energy or work is also expressed kilowatt hours (kWh).
Kilo=1000, Watt=power, hours=time during which power is produced.

Example:

An incandescent bulb has a power of 100 watt. It lights for 10 hours. The energy required for this is:

$$100 \text{ W} \cdot 10 \text{ h} = 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$$

To make it clear how much energy a kWh contains, let's perform the following experiment:

A bicycle generator has a power of 3 watt. When the generator is switched on, the kinetic energy of the wheel is converted into electric energy.

Task 1:

How much energy is converted during one hour of riding?

Solution:

$$\text{Energy} = 3 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 3 \text{ Wh} = 0.003 \text{ kWh}$$

Task 2:

How long do you have to ride a bicycle to convert 1 kWh (1000 Wh)?

Solution:

We can derive the following from the formula energy = power•time:

$$\text{Time in hours} = \text{energy/power} = 1000 \text{ Wh}/3 \text{ W} = 333.33 \text{ h}$$

333.33 h correspond to 13.88 days. This means that we would have to pedal continuously for almost 14 days to convert the energy of 1 kWh, which our incandescent bulb from the previous example needs to light 10 hours.

If we now consider that a family of four has an average energy requirement of approx. 4,000 kWh per year, then we realize quickly that we will not get very far searching for environmentally compatible energy sources with a bicycle. Then we had better devote our attention to other energy sources.

3. Energy from Water

3. 1. The Kinetic Energy of Water

Man has been using the kinetic energy of water to drive machines directly for hundreds of years.

Task 1:

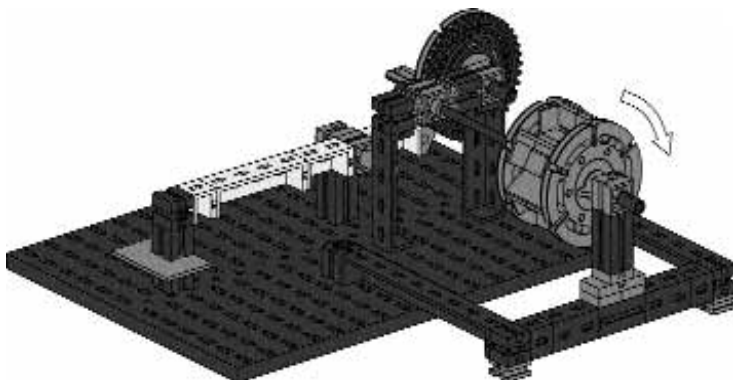
What machines can you think of that are driven directly by water power?

Solution:

- Watermills
- Sawmills
- Hammer-mills

The drive principle is the same for all these machines. The water is routed onto a waterwheel, the wheel turns and the movement is transferred directly to the respective machine.

To make the drive principle clear, now build the model of a hammer-mill (see the assembly instructions on page 4).



You can hold the waterwheel under a water faucet. Note the direction of rotation of the wheel given in the assembly instructions.

Iron, which was first made red hot, was forged with such hammer-mills in previous times.

Task 2:

What are the disadvantages of this form of using water power?

Solution:

- The energy can only be used where water flows (at rivers or streams). It cannot be transported to other places.
- The energy cannot be stored. It must be used immediately when it is available.
- The energy is only available for a limited purpose (driving a few machines).

Task 3:

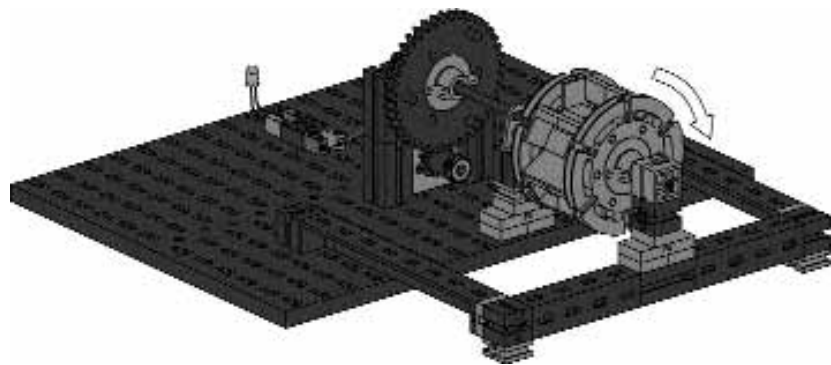
How is water power used today?

Answer:

We generate electric current using water power, which is available for any number of uses.

3.2 Electric Power from Water Power

To see how this functions, now build the model of a hydraulic turbine (see the assembly instructions on page 7).



The solar micromotor is used as a generator for this. If you rotate the shaft of the motor, voltage is generated using a magnetic field in the motor, which can be tapped at the motor connections. If we connect the green LED, electric current flows and the LED lights. Because the motor shaft has to rotate very quickly, the movement of the waterwheel or the turbine wheel is converted in the relation 1:4. Hold the waterwheel under a water faucet again and let the wheel rotate so quickly that the LED lights. Note the direction of rotation again.

Caution!

- This experiment is very well suited to flooding a kitchen or bathroom. That might be a lot of fun, but it could have unpleasant results, because your parents would probably react in a strange way in such cases. When the jet of water hits the blades of the hydraulic turbine on the sides, the amount of splashed water is kept within limits and the wheel rotates ideally at the same time.
- The motor is arranged in such a way that it does not become wet when you handle the model carefully. A few splashes of water will not affect it. But you should not hold it directly under the water faucet or dip it into water.
- The LED is only for showing how electric current can be generated using the solar micromotor. It is not suitable for lighting conventional fischertechnik models. It may be operated with a maximum of 2 volts. It burns out immediately if the voltage is higher. It may not be connected to a 9 V fischertechnik current supply in any case.

Task 1:

What are the advantages of this kind of generating electric current compared to those using fossil fuels such as oil or coal?

Solution:

No polluting fumes are created in this kind of generating electric current.

Task 2:

What interventions into the environment must be taken to make it possible to use water power (hydroelectric power)?

Solution:

Dams have to be built at lakes or rivers to ensure that there is always sufficient water for producing electricity. The height of drop always has to be high enough to give the water the required potential energy to drive the turbines.

Task 3:

In which regions is this kind of electric current preferred and why?

Solution:

- In mountainous regions, because whole valleys can be dammed in part with giant dams. The water can plummet hundreds of meters, and consequently an enormous amount of potential energy is available for driving turbines.
- On rivers with natural differences of altitude, where the water can also be dammed.
- At the North Sea, where tidal power stations use high and low tides for generating electricity from water.

Note:

It is important that the blue rotor is mounted on the correct side on the red take-up, so that it produces optimum efficiency. There is a small fish on one side of the rotor blade. This symbol must point in the direction of the motor.

If you now hold a hair-dryer or table fan in front of the rotor, it starts to turn, gets faster and faster and the LED starts to light.

We will need this model later when we deal with the topic of Storing Energy. But you can dismantle it now, because you can reassemble it quickly.

Task:

The fact that this kind of energy production is compatible with our environment – similar to water power – is obvious, because no exhaust pollutants are produced. But what disadvantages does wind power have compared to water power or conventional energy production from oil or coal?

Solution:

- Electric current can only be produced when there is wind. Wind cannot be dammed like water in a reservoir and used when needed.
- Some critics maintain that wind power plants are blots on the landscape, because they of course are always in open areas where they can be seen from a large distance.
- They kill many birds.

4. Wind Energy

Wind power is another way of generating electricity from regenerative energy. It is continuously windy in many regions. The kinetic energy of the air can be used in turn and converted into electric power.

We want to demonstrate this kind of energy production using the model of the wind power plant (see the assembly instructions on page 10).

We will also use the motor as a generator for producing electricity and the LED to display that it really functions.

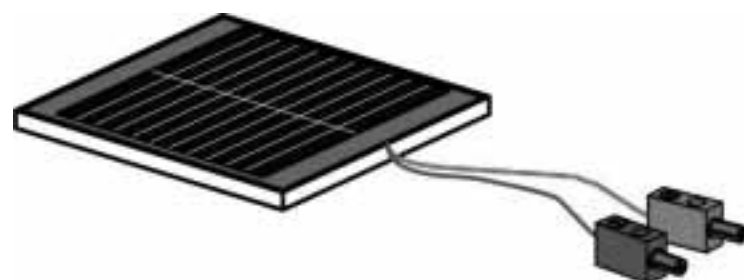


5. Solar Energy

If we burned all fossil fuel supplies (wood, coal, oil and gas) of the earth for producing energy, it would only produce an energy quantity that the sun radiates to the earth in three days. Our task is to use this tremendous and at the same time inexhaustible energy supply to produce electric energy (using solar cells).

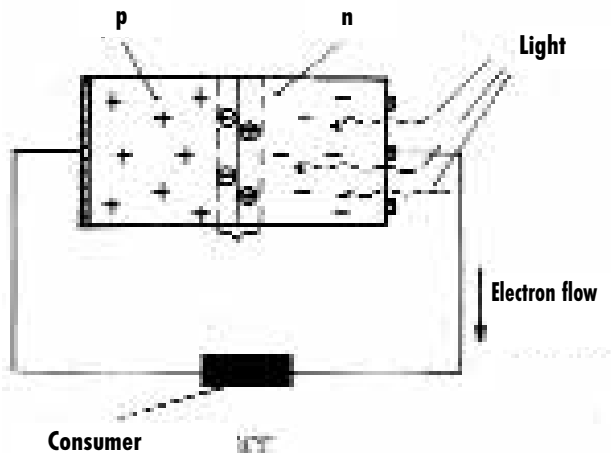
5.1 The Solar Cell

But what is a solar cell exactly and how can we convert sunlight into electric energy using it? Solar cells are made of silicon. The silicon blocks are cut into disks approximately 0.5 millimeter thick. These disks are then doped with various impurity additions, i.e., specifically contaminated,



which creates an unbalance in the silicon structure. This creates two different layers: the positive p-layer and the negative n-layer.

Put simply, the electric current flow is created by the movement of electrons from the n-layer, activated by the light hitting them, via the connected consumer (e.g., motor) to the p-layer.

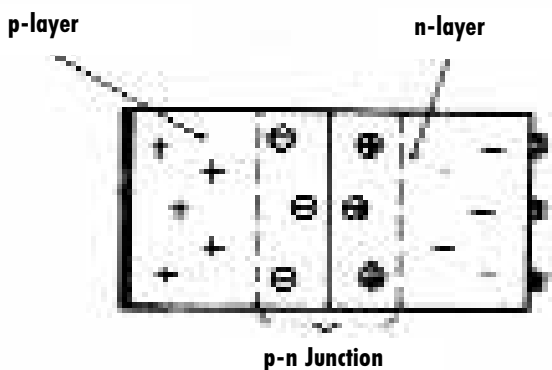


For all interested physicists, a somewhat more detailed explanation follows about how electric power is produced in a solar cell.

A surplus of electrons is created on the n-layer, because the added impurities have more electrons than the silicon, i.e., free electrons “buzz” around on this side. These electrons can move specific distances if they have sufficient energy.

To the contrary, electrons are lacking on the positive side p-layer, because the added impurities on this side have fewer free electrons than silicon. So-called “holes” are created. These holes can take-up electrons if there are any nearby. Then the free electrons from the n-layer migrate to the p-layer and fill the holes.

Since the electrons have too little energy and cannot move a random distance to the holes, only those holes in a specific area in the middle are filled. This area is called the p-n junction.



The more light (i.e., energy) that hits the cell, the “more movable” the electrons become; in other words, they can migrate farther. When we connect a solar cell to a consumer (motor, lamp or similar device), they move preferentially in this direction (this can be imagined as a suction effect). Because we can imagine a current flow as a cycle, electrons move repeatedly to the n-layer and migrate again to the p-layer. This flow of electrons results in the current flowing, i.e., the motor rotates.

Now test this behavior by connecting one single solar cell to the solar motor from our kit and try out how much light is needed to get the motor running.



The solar cell provides 0.6 V and a maximum current of approx. 930 mA. The motor has a rated voltage of 2 V, but it already starts to rotate starting from 0.3 V (idling, i.e., without necessity of model driving the motor shaft). Consequently, it can be run with one single solar cell.

Experiment 1:

Find out which brightness is required for the motor to rotate. You can use a lamp with an incandescent bulb (fluorescent bulbs are not suitable) for this. Maybe there is enough daylight in your room for the motor to move without an additional light source.

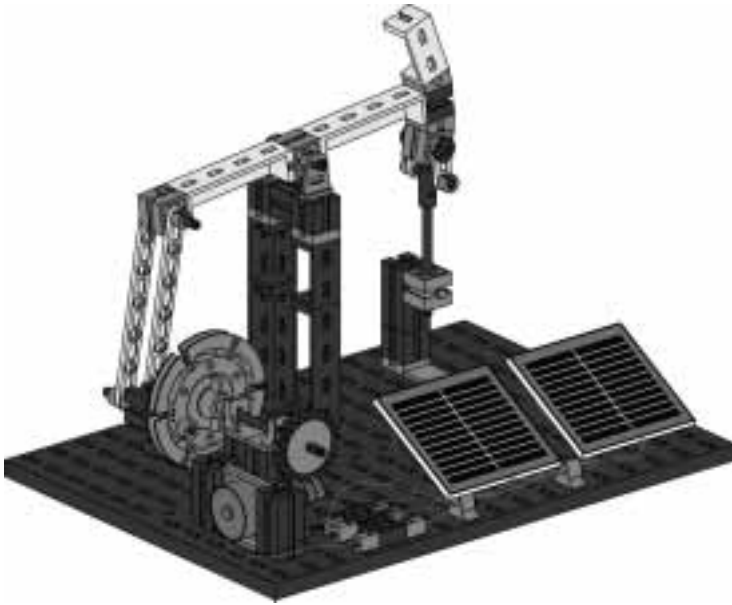
Experiment 2:

If you have a current and voltage measurement device, you can measure from which voltage the motor starts to rotate and how much current flows.

You will see that the motor cannot develop very much power when it is driven with only one solar cell. When we now want to drive a fischertechnik model, various options exist for getting more power from the motor.

5.2 Series Connection of Solar Cells

Build the oil pump model for this (see the assembly instructions on page 12).



Using such an oil pump, for example, you can pump oil from deep below the earth in desert regions where the sun shines continuously. To drive this model, the motor needs a rather high starting voltage for it to rotate at all. Consequently, two solar cells are connected in a series, as described in the assembly instructions. As a result, the voltages of the two solar cells are added together.

Task 1:

What is the maximum voltage supplied to the motor?

Solution:

$$2 \cdot 0.6 \text{ V} = 1.2 \text{ V}$$

Task 2:

What is the maximum current available?

Solution:

The current, which flows through the two solar cells, remains constant in the series connection. It is a maximum of 930 mA.

Task 3:

What voltage does the motor need to start moving for this model? How much current does it use then?

(Of course, you can only answer this question if you have a measuring device. For example, the measured values also depend on how friction free the pump was assembled and from which position it must start to run.)

Solution:

Voltage: Approx. 0.5 V

Current: Approx. 20 mA

5.3 Parallel Connection of Solar Cells

Build the rotating swing model for this (see the assembly instructions on page 16). Make certain when assembling the model that all axes and cogwheels can move easily.



The motor should not rotate too quickly in this model, because otherwise the "seats" of the rotating swing can then turn over. But this model should already move with the least amount of light possible. Consequently, the two solar cells are connected in parallel.

In parallel connection, the voltage remains the same as with one cell. On the other hand, this "double cell" can produce more current than one single cell with the same brightness thanks to the larger solar cell surface, which is available.

Experiment 1:

Find out which brightness is required for the rotating swing to move.

Experiment 2:

Try to drive the model with one single solar cell and find out which brightness is required for this.

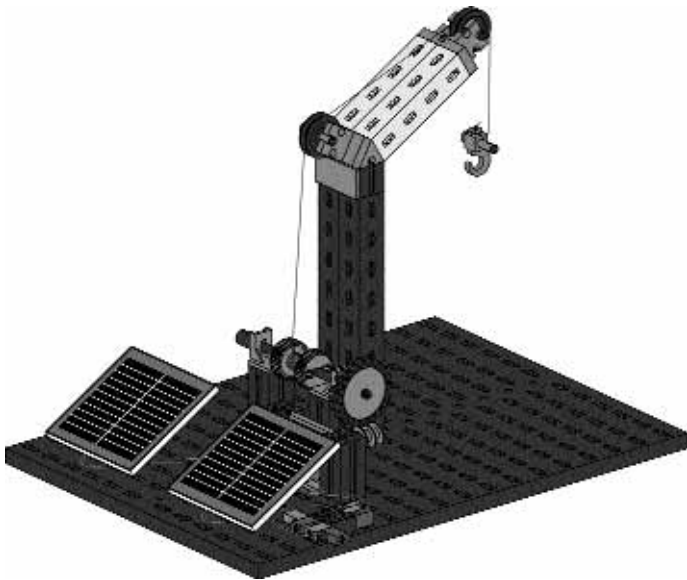
Experiment 3:

Connect the two solar cells in a series (like for the oil pump; see the assembly instructions on page 13 for the connection diagram). You can judge yourself whether the passengers would get motion sickness with this.

5.4 Bridge Circuit Connection of Solar Cells

What could this be? Very simple: two solar cells are connected parallel in such a way that the plus pole of one solar cell is connected with the minus pole of the other solar cell. The following models will show what you can do with this.

Crane model (see the assembly instructions on page 20).

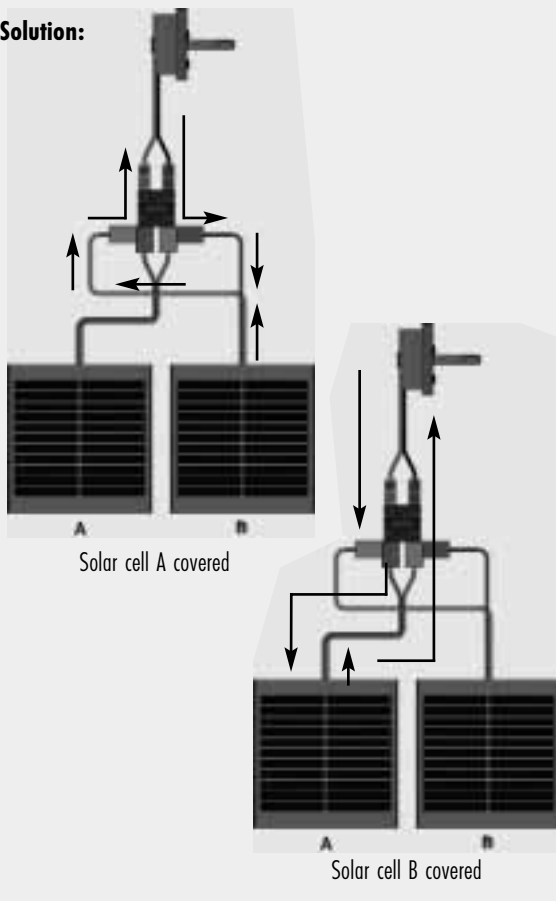


A load should be lifted using solar energy with this model. The trick with antiparallel connection is that the motor does not move as long as both solar cells are lit equally bright. If you cover one solar cell, the motor moves in one direction; if you cover the second cell, it moves in the other direction. In this way, you can replace a pole-reversing switch with two solar cells.

Task 1:

Draw a sketch to illustrate how the reversal of the motor rotation direction (or the current direction of the motor) happens when you cover one solar cell.

Solution:



Task 2:

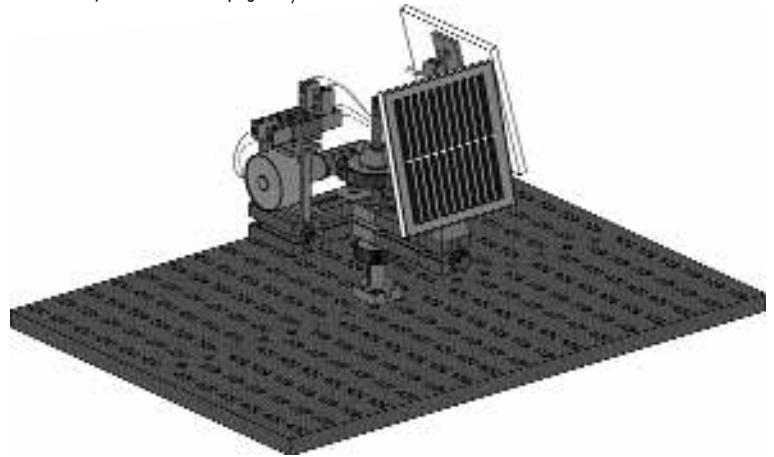
How can we make it possible for the crane to lift a heavier load?

Solution:

- Through series connection of the two solar cells (but then the motor can only rotate in one direction)
- By increasing the gear reduction, e.g., by using a cogwheel with 40 teeth instead of one with 20 teeth. You must reconstruct the crane for this.

Solar Cell Tracker System

Another use of the antiparallel connection is the solar cell tracking system (see assembly instructions on page 24).



This simple device makes it possible for the solar cells to “move along with” the sun and orient themselves like a compass to the sun. The “tip” where the two solar cells meet always points in the direction of the sun. Pay attention during assembly to the correct connection of the cable, because otherwise the model might move away from the sun instead of to it.

Task 1:

How does this simple principle of solar cell tracking function?

Solution:

If the tip points in the direction of the sun, both cells light simultaneously and the motor does not move. If the sun moves, one of the two cells receives more light. The motor starts to rotate and does this until both cells receive the same amount of light again.

Task 2:

What do we use such a device for?

Solution:

Mostly for solar cells. To ensure that they always receive the optimum amount of light from the sun, they are set to track the sun. In reality, this is often computer-controlled and programmed with very expensive software. But, as you can see it can be done very easily.

6. Storing Electric Energy

Next we want to find out why it is necessary to store energy, which comes from regenerative energy carriers.

Build the solar energy-powered vehicle model for this (see the assembly instructions on page 27). It is driven by two solar cells.



Task 1:

How are the cells connected to each other and why?

Solution:

The cells are connected in a series, because the motor is heavily loaded and consequently requires a high initial voltage.

Experiment:

Find out which light source is required to drive a solar energy-powered vehicle and what would be its maximum speed. (it's best to do this outdoors).

You have certainly already noticed in your experiment that this drive mode has a decisive disadvantage. The vehicle stops as soon as it is away from the light source or is in the shade. Of course, this makes it rather difficult to make a lot of progress.

We would be a lot more independent if we could supply the vehicle via an energy store, which is charged with regenerative energy and with which the car can be run independent of wind and weather for a certain time.

6.1 Goldcap Energy Storage



Such an energy storage unit is the Goldcap contained in the assembly kit. A Goldcap has nothing to do with gold or a gold alloy. The term is the trade name of this capacitor.

It is composed of two active carbon pieces, which are separated by only a thin insulation layer. The Goldcap is distinguished by its extremely high capacity. The capacitor we use has a capacity of 10 F (farad). Customary capacitors have capacities in the order of magnitude of a few μ farad (= 0.000001 F).

You can use the Goldcap like a small battery. The advantage compared to a battery is that the Goldcap can be recharged very quickly. It cannot be overcharged with a solar cell nor can it be drained.

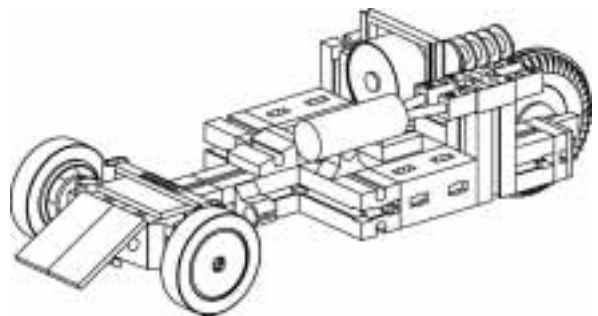
But caution!!

The Goldcap may not be connected to a voltage exceeding 2.3 V, because otherwise there is danger of explosion. Consequently, never connect the Goldcap to a customary 9 V fischertechnik power supply.

When you connect the terminal to the Goldcap, pay attention to the correct polarity of the terminals (connect the green terminal to the minus). We recommend that you cut the connection wires of the Goldcap to the same length.

6.2 Charging the Goldcap with Solar Energy

Charge the Goldcap by connecting it to two solar cells connected in a series. The red terminal of the Goldcap (+) is connected to the red terminal of the first solar cell, and the green terminal of the Goldcap (-) is connected to the green terminal of the second solar cell. Charge the Goldcap for approx. 10 minutes, for example, under an incandescent bulb with 100 W at a distance of 40 cm (if you put it closer, the solar cell will get too hot) or in sunlight. After it has been charged, connect the vehicle motor instead of the solar cells to the Goldcap.



Task 1:

Why does the car go so slowly and stop again relatively quickly?

Solution:

You can only charge the Goldcap with a voltage of 1.2 V using the two solar cells. As a result, it is only charged to half its capacity and can only run the car for a short time. Of course, that's not so great. You will see that there is a better solution.

1. Eco Power – L'énergie produite par des sources d'énergie renouvelables

Chaque jour, chacun d'entre nous consomme d'énormes quantités d'énergie : prends par exemple le début d'une journée tout ce qu'il y a de plus normale :

Le matin, ton radio-réveil te réveille. Bien entendu, il est alimenté par la prise de courant. Tu te lèves, tu appuies sur l'interrupteur pour allumer la lumière, puis tu prends une douche, chaude bien sûr, l'eau ayant été chauffée au fioul domestique ou au gaz par le chauffage central. Ensuite, tu te sèches les cheveux avec le sèche-cheveux électrique. Le chauffage central a également servi à chauffer l'appartement pour que tu n'ais pas froid au petit-déjeuner. L'eau pour le thé bout sur la cuisinière électrique ou à gaz. Le beurre a passé la nuit au réfrigérateur, heureusement, sinon il serait tout mou. Pendant le petit-déjeuner, tu allumes la radio ou le téléviseur pour éviter de te rendormir. Ensuite, tu vas à l'école, en bus ou en voiture, l'un comme l'autre consommant du carburant. Nous pourrions continuer indéfiniment à énumérer toutes les fois où nous avons besoin d'énergie, la liste serait interminable. Bref, nos besoins en énergie sont immenses.

Mais d'où provient toute cette énergie ? Une grande partie est produite à partir des combustibles fossiles : le pétrole, le gaz et le charbon. L'énergie nucléaire couvre, elle aussi, une grande partie de nos besoins. Cependant, ces méthodes de production d'énergie présentent de graves inconvénients :

- Les réserves de combustibles fossiles disponibles sur terre sont limitées
- La combustion du pétrole et du charbon libère des substances qui polluent l'environnement, ainsi que du CO₂ qui est responsable d'un réchauffement permanent de l'atmosphère (effet de serre).
- Malgré des normes de sécurité strictes, l'énergie nucléaire va de paire avec des risques d'accident, or un accident propagerait de la radioactivité dans l'environnement. De plus, elle produit des déchets qui resteront radioactifs pendant plusieurs milliers d'années !

Ces raisons sont suffisantes pour chercher d'autres solutions qui soient, autant que possible, disponibles en quantités illimitées et ne polluent pas. Et bien il y en a : on les appelle les énergies renouvelables, ce qui signifie qu'elles se régénèrent. Avec notre jeu de construction Eco Power, nous allons voir comment on produit de l'énergie à l'aide de l'eau, du vent et du soleil. Sur différentes maquettes, nous allons voir comment il est possible de produire et de stocker de l'électricité, et également de faire fonctionner des maquettes fischertechnik. Amusez-vous bien !

2. Qu'est-ce que l'énergie?

Depuis le début, nous parlons sans cesse d'énergie, mais qu'entend-on exactement par ce terme, et comment peut-on la mesurer ? L'énergie est la capacité d'un corps à fournir un travail. L'unité de mesure permettant de mesurer l'énergie et le travail est le joule (J).

Il existe différentes formes d'énergie, par exemple :

- L'énergie cinétique qui est l'énergie libérée lorsqu'un corps se déplace.
- L'énergie potentielle qui est l'énergie que possède un corps lorsqu'il se trouve à une certaine hauteur.
- L'énergie électrique, sous la forme de tension et de courant électriques.

Le travail ou l'énergie électrique s'exprime également en kilowattheures (kWh). Kilo = 1000, Watt = puissance, heure = temps pendant lequel la puissance est fournie.

Exemple :

Une ampoule électrique a une puissance de 100 watts. Elle est allumée pendant 10 heures. L'énergie nécessaire est donc de :
100 W • 10 h = 1000 Wh = 1 kWh

Pour illustrer combien d'énergie représente 1 kWh, nous allons procéder à une expérience :

Une dynamo de vélo a une puissance de 3 watts. Lorsqu'on la met en marche, l'énergie cinétique de la roue est transformée en énergie électrique.

Question 1 :

Combien d'énergie la dynamo produit-elle si on roule pendant 1 heure ?

Réponse :

$$\text{Énergie} = 3 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 3 \text{ Wh} = 0,003 \text{ kWh}$$

Question 2 :

Combien de temps faut-il pédaler pour produire 1 kWh (1000 Wh) ?

Réponse :

De la formule énergie = puissance x temps, on déduit :

$$\text{Temps en heures} = \text{énergie}/\text{puissance} = 1000 \text{ Wh}/3 \text{ W} = 333,33 \text{ h}$$

333,33 h correspondent à 13,88 jours. Autrement dit, il nous faudrait pédaler sur notre vélo sans interruption pendant presque 14 jours pour produire 1 kWh, l'énergie dont a besoin notre ampoule électrique de l'exemple précédent pour restée allumée pendant 10 heures.

Or, on sait qu'une famille de 4 personnes consomme environ 4 000 kWh par an en moyenne, alors, imagine combien d'heures il faudrait pédaler pour produire de l'énergie non polluante ! Nous allons donc devoir recourir à d'autres sources d'énergie.

3. L'eau : l'énergie hydraulique

3.1. L'énergie cinétique de l'eau

Depuis des siècles, l'homme utilise l'énergie cinétique de l'eau pour actionner directement des machines.

Question 1 :

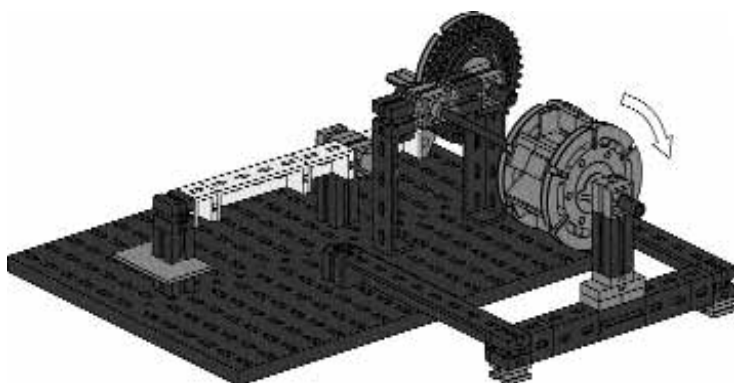
Dans quels cas utilise-t-on la force hydraulique pour actionner directement un mécanisme ?

Réponse :

- Le moulin à eau
- La scierie
- La forge à marteau-pilon

Dans ces trois cas, le principe d'entraînement est le même. On dirige l'eau sur une roue hydraulique, la roue tourne, et son mouvement est transmis directement à la machine en question.

Pour illustrer ce principe d'entraînement, construis à présent la maquette de la forge à marteau-pilon (notice de montage p. 4).



Place la roue hydraulique sous un robinet d'eau en respectant bien le sens de rotation de la roue indiqué dans la notice de montage.

C'est avec de telles forges qu'autrefois, on forgeait le fer qu'on avait auparavant porté au rouge.

Question 2 :

Quels sont les inconvénients de cette façon d'utiliser l'énergie hydraulique ?

Réponse :

- On ne peut utiliser cette énergie que dans les endroits où il y a un courant d'eau, et donc uniquement au bord des fleuves et des rivières car il est impossible de la transporter à d'autres endroits.
- On ne peut pas stocker cette énergie. Il faut donc l'utiliser au moment même où elle est produite.
- Cette énergie ne peut être employée que pour un usage limité, à savoir pour faire fonctionner certaines machines.

Question 3 :

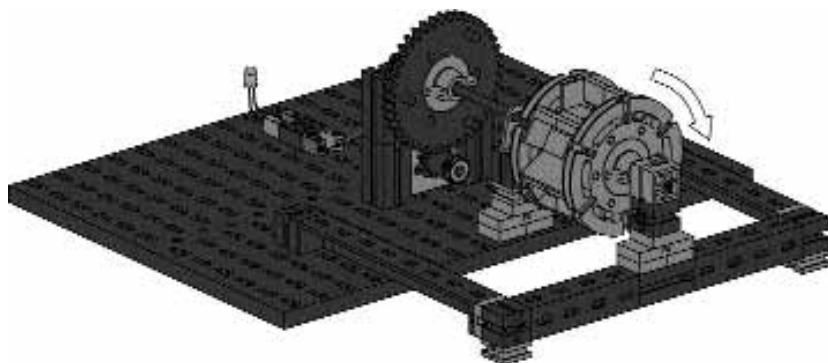
Comment utilise-t-on aujourd'hui la force hydraulique ?

Réponse :

La force hydraulique sert à produire de l'électricité qui est elle-même employée pour les usages les plus divers.

3.2 L'électricité produite par la force hydraulique

Pour comprendre le principe de fonctionnement de la force hydraulique, construis la maquette de la turbine hydraulique (notice de montage p. 7).



À cet effet, nous allons utiliser le micromoteur solaire comme générateur. Lorsqu'on fait tourner l'arbre du moteur, le champ magnétique existant dans le moteur produit une tension que l'on peut recueillir au niveau des prises du moteur. Si on y raccorde la DEL verte, elle s'allume lorsque le courant circule. Étant donné que l'arbre du moteur doit tourner très vite, on démultiplie la rotation de la roue hydraulique ou de la roue de la turbine selon un rapport de 1:4. Place de nouveau la roue hydraulique sous un robinet d'eau et fais-la tourner suffisamment vite pour que la DEL s'allume. Ici aussi, tiens bien compte du sens de rotation.

Attention !

- Cette expérience est parfaite pour inonder la cuisine ou la salle de bain. C'est certes très amusant, mais cela pourrait avoir des conséquences désagréables, en effet, les parents réagissent souvent de façon bizarre devant une inondation. Lorsque l'eau tombe latéralement sur les aubes de la turbine hydraulique, la quantité d'eau projetée reste limitée et la roue tourne alors de façon optimale.
- Le moteur est monté de manière à ne pas être mouillé si vous maniez la maquette avec précaution. Quelques éclaboussures d'eau n'auront aucun effet, mais ne le mettez pas directement sous le robinet ni dans l'eau !
- La DEL sert uniquement à voir de quelle manière le micromoteur solaire produit du courant, elle ne peut pas être utilisée pour l'éclairage des autres maquettes fischertechnik habituelles. Elle ne doit fonctionner que sur 2 V au maximum, si la tension est plus élevée, elle grille immédiatement. Ne la branchez en aucun cas sur un bloc d'alimentation 9 V fischertechnik.

Question 1 :

Quels sont les avantages de cette méthode de production d'électricité par rapport aux combustibles fossiles tels que le pétrole ou le charbon ?

Réponse :

Cette méthode ne provoque pas de rejets gazeux qui polluent l'environnement.

Question 2 :

Il est quand même nécessaire de transformer l'environnement pour pouvoir utiliser la force hydraulique, sais-tu en quoi ?

Réponse :

Il faut construire des barrages sur des lacs ou des rivières, d'une part pour avoir toujours suffisamment d'eau pour produire l'électricité, et d'autre part pour avoir une hauteur de chute suffisante pour donner à l'eau l'énergie cinétique nécessaire et faire tourner la turbine.

Question 3 :

Dans quelles régions utilise-t-on de préférence cette méthode de production d'électricité, et pourquoi ?

Réponse :

- Dans les régions montagneuses parce qu'il est possible de retenir l'eau dans des vallées entières à l'aide de barrages gigantesques et qu'elle peut alors tomber d'une hauteur de plusieurs centaines de mètres, on obtient ainsi une énergie cinétique énorme qui permet d'actionner les turbines.
- Sur des rivières présentant une dénivellation naturelle où il est également possible de retenir l'eau.
- Au bord de la Mer du Nord où des usines marémotrices utilisent la force de la marée montante et descendante pour produire de l'électricité à partir de l'eau.

Une fois de plus, nous allons utiliser le moteur comme générateur pour produire de l'électricité, et la DEL comme moyen de visualiser que cela fonctionne effectivement.

Remarque :

Il est essentiel de monter le rotor bleu du bon côté sur la fixation rouge de manière qu'il fournisse le meilleur rendement possible.

Il y a un petit poisson sur l'une des faces d'une pale, ce symbole doit être dirigé vers le moteur.

Si tu tiens à présent un sèche-cheveux ou un ventilateur devant le rotor, celui-ci se met à tourner de plus en plus vite, et la DEL s'allume.

Nous aurons de nouveau besoin de cette maquette plus tard pour traiter le thème du « stockage de l'énergie ». Mais tu peux très bien la démonter, elle se remonte en très peu de temps.

Question :

Il est clair que cette méthode de production d'énergie, tout comme l'énergie hydraulique, est non-polluante car elle ne produit pas de rejets gazeux. Mais quels sont les inconvénients de la force éolienne par rapport à la force hydraulique ou à la production d'énergie conventionnelle à partir de pétrole ou de charbon ?

Réponse :

- On ne peut produire du courant que lorsque le vent souffle. On ne peut pas accumuler le vent comme on accumule de l'eau dans un lac de retenue d'un barrage et l'utiliser quand on en a besoin.
- Les personnes qui critiquent les centrales éoliennes trouvent qu'elles enlaidissent le paysage car elles se trouvent bien entendu toujours en terrain découvert et ont les voit de loin.

4. Le vent : l'énergie éolienne

La force éolienne est une autre manière de produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable. Il existe de nombreuses régions où le vent souffle constamment, on peut alors utiliser l'énergie cinétique de l'air et la transformer en courant électrique. Nous allons illustrer cette méthode de production d'énergie à l'aide de la maquette de la centrale éolienne (notice de montage p. 10) :

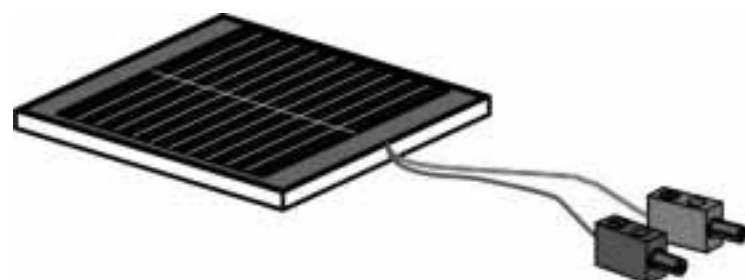


5. Le soleil : l'énergie solaire

Si on brûlait toutes les réserves de combustibles fossiles disponibles (bois, charbon, pétrole, gaz) de la terre pour produire de l'énergie, on obtiendrait la même quantité d'énergie que le soleil en donne en trois jours seulement ! Il est donc très intéressant de mettre à profit cette réserve d'énergie à la fois énorme et inépuisable pour produire de l'électricité, pour cela, on utilise des cellules photovoltaïques ou photopiles.

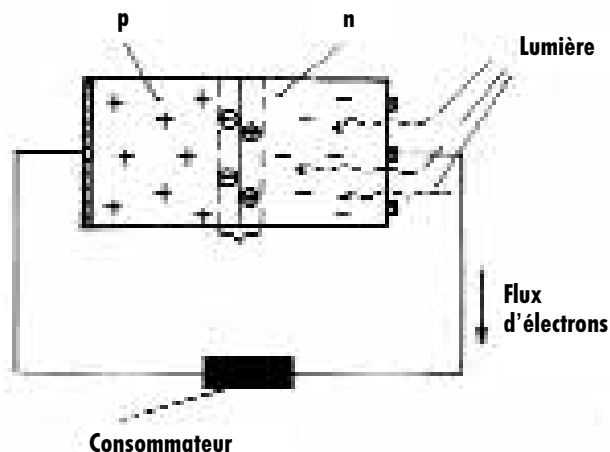
5.1 La cellule photovoltaïque (photopile)

Mais qu'est-ce qu'une cellule photovoltaïque au juste, et comment permet-elle de transformer la lumière du soleil en énergie électrique ? Les cellules



photovoltaïques ou photopiles sont faites de silicium. On découpe des blocs de silicium en tranches de 0,5 millimètres d'épaisseur, puis on les dope à l'aide de différents atomes étrangers, c'est-à-dire qu'on leur ajoute volontairement des impuretés qui créent un déséquilibre dans la structure du silicium. On obtient ainsi deux couches différentes, la couche p qui est positive et la couche n qui est négative.

En d'autres termes, un flux électrique naît du fait que des électrons de la couche n, stimulés par la lumière incidente, se déplacent vers la couche p à travers l'appareil consommateur raccordé (par exemple un moteur).

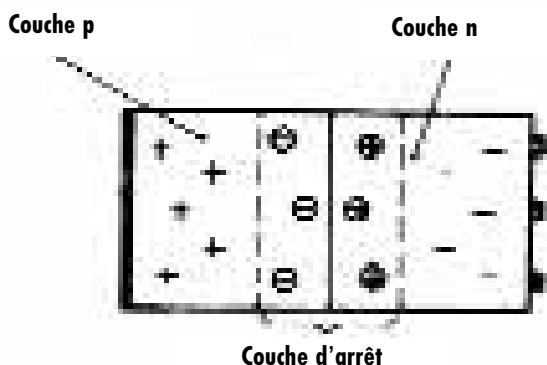


Pour tous ceux qui s'intéressent à la physique, voici une explication plus détaillée de la façon dont la photopile produit de l'électricité :

Sur la couche n de silicium, il y a maintenant un excédent d'électrons puisque le type d'atome étranger qu'on y a ajouté possède plus d'électrons que le silicium, résultat : des électrons libres circulent sur cette face dans tous les sens. Ces électrons peuvent parcourir certaines distances s'ils possèdent suffisamment d'énergie.

Sur la face positive (couche p) en revanche, il manque des électrons puisque le type d'atome étranger qu'on y a ajouté possède moins d'électrons libres que le silicium, résultat : des trous se forment, on les appelle des lacunes. Ces lacunes peuvent accueillir des électrons s'il y en a à proximité. Les électrons libres « émigrent » donc de la couche n vers la couche p et comblent ces lacunes.

Étant donné, cependant, que les électrons ne peuvent pas parcourir des distances infinies parce qu'ils possèdent trop peu d'énergie, ils n'occupent que les lacunes se trouvant dans une certaine zone du milieu. Cette zone s'appelle la couche de jonction ou couche d'arrêt.



Plus il y a de lumière (et donc d'énergie) qui tombe sur la cellule photovoltaïque, plus les électrons deviennent mobiles, c'est-à-dire qu'ils peuvent parcourir un plus long chemin. Si on raccorde à présent la photopile à un appareil consommateur (moteur, lampe ou similaire), les électrons se déplaceront de préférence dans cette direction (comme s'ils étaient aspirés). On peut se représenter le flux de courant comme un circuit dans lequel il y a en permanence des électrons qui arrivent sur la couche n pour émigrer de nouveau vers la couche p : c'est ce flux d'électrons qui fait que du courant circule, et donc que le moteur tourne.

Fais maintenant un essai en raccordant une seule photopile au moteur solaire de notre jeu de construction afin de voir combien de lumière est nécessaire pour faire tourner le moteur.



La photopile fournit une tension de 0,6 V et une intensité de courant maximale d'environ 930 mA. Le moteur possède une tension nominale de 2 V, mais commence déjà à tourner à partir de 0,3 V (à vide, c'est-à-dire lorsque l'arbre du moteur n'a pas à entraîner de maquette). Une seule photopile suffit donc à l'actionner.

Expérience 1 :

Détermine l'intensité lumineuse nécessaire pour faire tourner le moteur. Pour cela, tu peux utiliser une lampe munie d'une ampoule électrique (les tubes fluorescents ne conviennent pas). Peut-être y a-t-il même suffisamment de lumière du jour dans ta pièce pour faire tourner le moteur sans source de lumière supplémentaire.

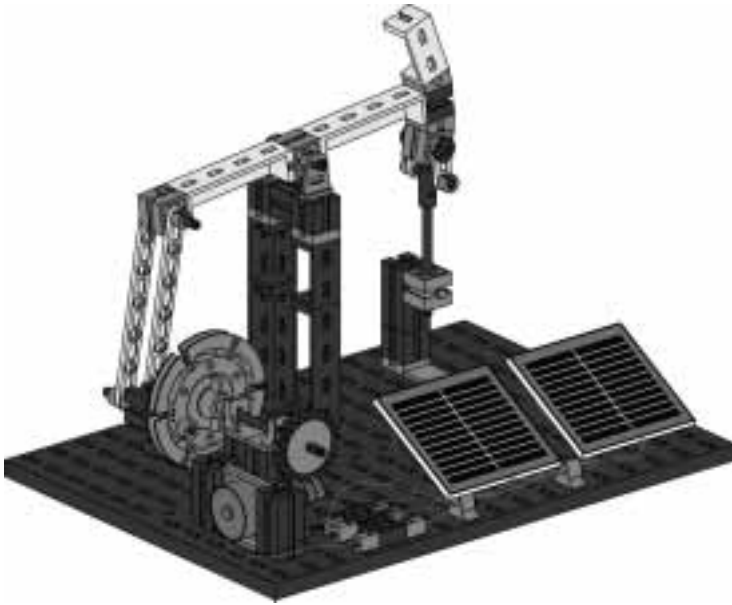
Expérience 2 :

Si tu possèdes un voltmètre-ampèremètre, tu peux mesurer à partir de quelle tension le moteur se met à tourner, quelle est alors l'intensité du courant ?

Tu constateras que le moteur ne peut pas développer beaucoup de puissance quand il ne fonctionne qu'avec une photopile. Si nous voulons à présent actionner une maquette fischertechnik, il existe plusieurs moyens d'accroître la puissance du moteur.

5.2 Montage de photopiles en série

Construis pour cela la maquette de la pompe à pétrole (notice de montage p. 12).



Une pompe de ce type permet d'extraire du pétrole des profondeurs de la terre, par exemple dans les régions désertiques où le soleil brille constamment.

Dans le cas de cette maquette, le moteur a besoin d'une tension de démarrage suffisamment élevée pour pouvoir tourner. C'est pourquoi nous allons brancher deux photopiles en série (cela est décrit dans la notice de montage). De cette manière, les tensions des deux photopiles s'additionnent.

Question 1 :

Quelle est la tension maximale à présent disponible au moteur ?

Réponse : $2 \cdot 0,6 \text{ V} = 1,2 \text{ V}$

Question 2 :

Quel est l'intensité maximale de courant disponible ?

Réponse :

En cas de montage en série, le courant qui circule à travers les deux photopiles reste constant. Il a une intensité de 930 mA au maximum.

Question 3 :

Dans le cas de notre maquette, quelle est la tension nécessaire pour que le moteur puisse se mettre en mouvement ? Quelle est l'intensité du courant qu'il consomme alors ?

(Tu ne peux bien entendu répondre à cette question que si tu possèdes un instrument de mesure. Les résultats varient en fonction par exemple du montage de la pompe, il peut y avoir des frottements, ainsi que de la position dans laquelle elle doit démarrer.)

Réponse :

Tension: env. 0,5 V

Intensité du courant: env. 20 mA

5.3 Montage de photopiles en parallèle

Construis maintenant la maquette de la balançoire tournante (notice de montage p. 16). Lorsque tu l'assembleras, veille à ce que tous les moyeux et engrenages tournent facilement.



Sur cette maquette, le moteur ne devra pas tourner trop vite, sinon les sièges de la balançoire risquent de se retourner. Elle doit cependant pouvoir fonctionner sous une lumière aussi faible que possible. C'est pourquoi nous allons monter les deux photopiles en parallèle.

Dans un montage en parallèle, la tension est la même qu'avec une photopile. En revanche, cette double photopile peut fournir plus de courant qu'une seule sous une luminosité identique du fait que l'on dispose d'une plus grande surface.

Expérience 1 :

Détermine quelle luminosité est nécessaire pour mettre la balançoire en mouvement.

Expérience 2 :

Essaie de faire fonctionner la maquette avec une seule photopile et détermine quelle luminosité est nécessaire pour cela.

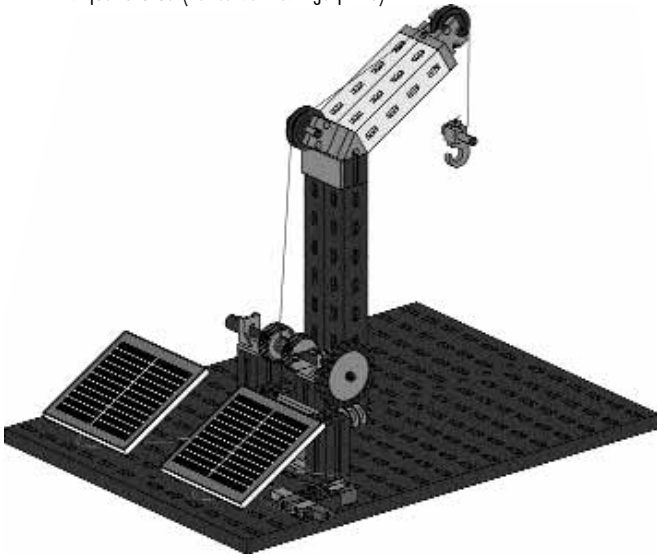
Expérience 3 :

Branche les deux photopiles en série (comme pour la pompe à pétrole ; pour le schéma électrique, reporte-toi à la notice de montage p. 13). Qu'en penses-tu ? Crois-tu que des passagers auraient mal au cœur...

5.4 Montage antiparallèle de photopiles

Qu'est-ce que c'est encore que ça ? C'est tout simple, on monte deux photopiles en parallèle de telle façon que le pôle plus de l'une est relié au pôle moins de l'autre. À quoi cela peut-il bien servir ? Tu vas comprendre tout de suite:

Maquette Grue (notice de montage p. 20)

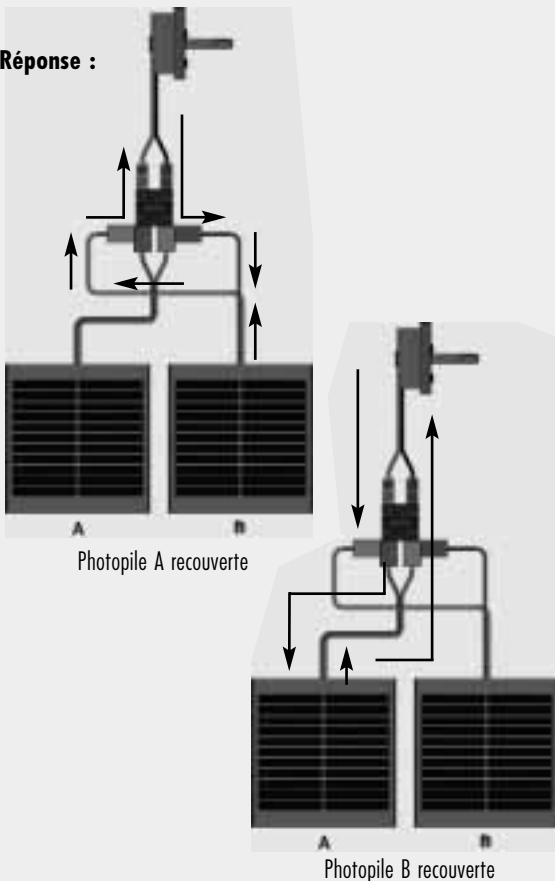


Cette maquette doit permettre de soulever une charge en utilisant l'énergie solaire. Le principe du montage antiparallèle est que le moteur ne tourne pas tant que les deux photopiles reçoivent la même intensité lumineuse. Si tu recouvres l'une des deux photopiles, le moteur tournera dans une direction, alors que si tu obscurcis l'autre, le moteur tournera dans l'autre direction. De cette manière, deux photopiles remplacent un commutateur de polarité.

Question 1 :

Fais un croquis pour bien comprendre comment on peut inverser le sens de rotation du moteur (c'est-à-dire le sens du courant dans le moteur) sur cette maquette, simplement en obscurcissant les photo-piles à tour de rôle.

Réponse :



Question 2 :

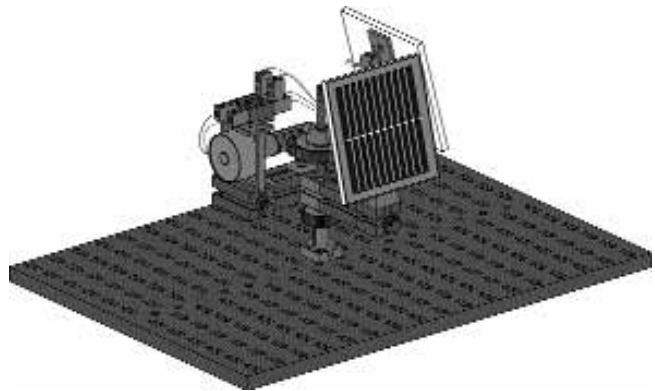
Comment obtenir que la grue soulève une charge plus importante ?

Réponse :

- Par le montage en série des deux photopiles (mais dans ce cas le moteur ne tourne plus que dans un sens)
- En augmentant la démultiplication des engrenages, par exemple en utilisant la roue dentée à 40 dents au lieu de la roue à 20 dents. Pour cela, il faut transformer la grue.

Maquette Système de poursuite de photopiles

Une autre application du montage antiparallèle est le système de poursuite de photopiles (notice de montage p. 24).



Grâce à ce dispositif simple, les photopiles suivent le soleil, elles s'orientent vers lui comme une boussole s'oriente vers le pôle Nord. La pointe où les deux photopiles se rejoignent est toujours dirigée vers le soleil. Au montage, fais bien attention de raccorder les câbles correctement, sinon il se pourrait que ta maquette tourne le dos au soleil, au lieu de s'orienter vers lui.

Question 1 :

Quel est le principe de fonctionnement d'une poursuite ?

Réponse :

Lorsque la pointe est dirigée vers le soleil, les deux cellules reçoivent la même intensité lumineuse et le moteur ne tourne pas. Lorsque le soleil se déplace, l'une des deux photopiles reçoit plus de rayons. Le moteur se met alors à tourner, et ceci jusqu'à ce que les deux photopiles reçoivent de nouveau la même quantité de lumière.

Question 2 :

Quels sont les usages ce type de système ?

Réponse :

On l'utilise principalement pour les photopiles. On les fait ainsi se déplacer avec le soleil pour qu'elles reçoivent toujours son rayonnement de façon optimale. En réalité, ce mouvement est généralement commandé par un ordinateur utilisant un programme complexe. Mais, comme tu vois, cela peut aussi fonctionner de façon toute simple.

6. Stockage de l'énergie électrique

Pour commencer, nous allons voir pourquoi il est nécessaire de stocker l'énergie produite grâce à une source d'énergie renouvelable.

Pour cela, construis la maquette du véhicule solaire (notice de montage p. 27). Celui-ci est propulsé par deux photopiles.



Question 1 :

Comment les photopiles sont-elles connectées l'une avec l'autre et pourquoi ?

Réponse :

Les photopiles sont branchées en série parce que le moteur est très fortement sollicité et a donc besoin d'une tension élevée au démarrage.

Expérience :

Détermine quelle source de lumière est nécessaire pour propulser le véhicule solaire et quelle est la vitesse maximale qu'il peut atteindre (le mieux étant de le faire dehors).

Au cours de tes expériences, tu as certainement déjà remarqué que ce mode de propulsion présentait un grave inconvénient: le véhicule s'arrête aussitôt qu'il se trouve à l'ombre ou quitte la zone éclairée, ce qui est fort ennuyeux lorsqu'on a décidé de se rendre quelque part...

On serait beaucoup plus autonome s'il était possible d'alimenter le véhicule grâce à un accumulateur d'énergie qu'on chargerait à l'aide d'une énergie renouvelable, qui permettrait de faire fonctionner l'auto pendant une certaine durée et par tous les temps.

6.1 L'accumulateur d'énergie Goldcap



Ce jeu de construction contient un accumulateur de ce type : le Goldcap. Bien que gold signifie or en anglais, le Goldcap n'a rien à voir avec de l'or ni avec un alliage d'or. Il s'agit simplement du nom commercial de ce condensateur.

Il se compose de deux morceaux de charbon activé séparés seulement par une mince couche isolante et se caractérise par une capacité extrêmement élevée. Le condensateur que nous utilisons a une capacité de 10 F (farad). Les condensateurs conventionnels ont une capacité de l'ordre de quelques μ -farads (= 0,000001 F).

On peut utiliser le Goldcap comme un petit accumulateur. L'avantage qu'il présente par rapport à un accumulateur conventionnel réside dans le fait qu'il se recharge très rapidement, qu'il ne peut pas subir de surcharge, et qu'il n'y a pas de décharge profonde.

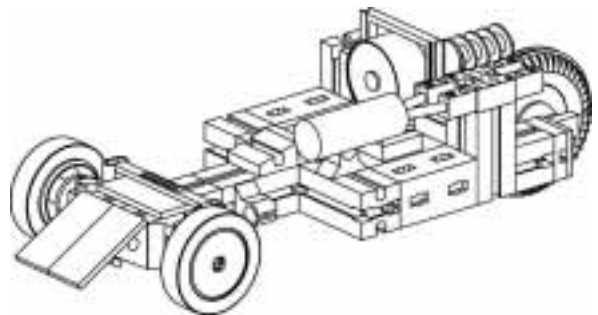
Mais attention !

Ne branche jamais le Goldcap sur une tension supérieure à 2,3 V, il risquerait d'exploser! Ne le branche donc en aucun cas sur un bloc d'alimentation 9 V fischertechnik !

Lorsque tu monteras les prises sur le Goldcap, fais attention de bien respecter la polarité des fiches (fiche verte sur le pôle moins). Il est également recommandé de raccourcir les deux fils de raccordement de manière qu'ils aient la même longueur.

6.2 Charger le Goldcap grâce à l'énergie solaire

Charge le Goldcap en le branchant sur deux photopiles branchées en série. La fiche rouge du Goldcap (+) se branche sur la prise rouge de la première photopile, la fiche verte (-) sur la prise verte de la deuxième photopile. Charge le Goldcap pendant env. 10 minutes, par exemple sous une ampoule électrique de 100 W placée à une distance de 40 cm (si tu l'approches davantage, la photopile chauffe de manière excessive) ou bien à la lumière du soleil. Quand le chargement est terminé, rebranche le Goldcap sur le moteur du véhicule à la place des photopiles.



Question 1 :

Pourquoi notre auto roule-t-elle aussi lentement et s'arrête-t-elle de nouveau relativement rapidement ?

Réponse :

Avec les deux photopiles, le chargement du Goldcap n'atteint qu'une tension de 1,2 V. Il ne se recharge donc qu'à peine de moitié et ne peut propulser l'auto que pendant une courte durée. Ce n'est pas idéal. Mais tu vas voir qu'on peut faire mieux.

Question 2 :

Combien de photopiles faudrait-il pour recharger complètement le Goldcap ?

Réponse :

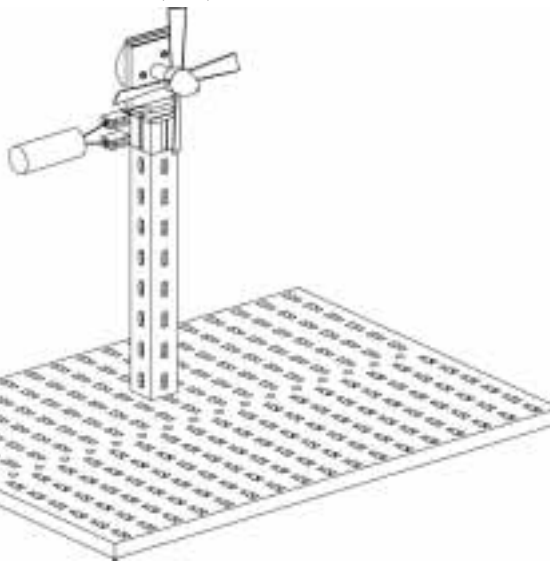
4 photopiles $\cdot 0,6 \text{ V} = 2,4 \text{ V}$. Ceci permettrait de recharger complètement notre accumulateur d'énergie.

Remarque :

Si tu recharges le Goldcap à l'aide de photopiles, il se décharge à nouveau à travers celles-ci dès qu'il n'y a plus de lumière. Il ne faut donc le laisser branché sur les photopiles que tant que celles-ci reçoivent de la lumière.

6.3 Charger le Goldcap grâce à l'énergie éolienne

Nous allons maintenant charger notre accumulateur d'énergie à l'aide d'énergie éolienne. Pour cela, construis à nouveau la centrale éolienne (noticede montage p. 10). Cependant, n'y raccorde pas la DEL, mais le Goldcap à la place. Du véhicule solaire, tu ne dois démonter que le moteur. Les autres pièces nécessaires à la construction de la centrale éolienne se trouvent encore dans le coffret. Branche le pôle plus du moteur (rouge) sur le pôle plus du Goldcap (rouge).



Ensuite, fais tourner l'hélice à l'aide d'un ventilateur ou d'un sèche-cheveux. Le moteur fonctionne de nouveau comme générateur et charge le Goldcap. Au début, il est difficile de faire tourner l'hélice, mais plus le réservoir se remplit, plus elle tourne facilement. Quand on éloigne le sèche-cheveux, l'énergie en provenance du Goldcap fait de nouveau tourner le moteur. Mais attention, cela vide à nouveau l'accumulateur. Le chargement du Goldcap prend env. 20 minutes.

Expérience 1 :

Parallèlement au chargement, tu peux mesurer la tension existant au Goldcap (si tu possèdes un instrument de mesure), cela te permettra de constater la progression du chargement. Plus l'hélice tourne vite, plus la tension produite est élevée et plus le Goldcap se recharge (jusqu'à 2,3 V au maximum).

Expérience 2 :

Détermine combien de temps l'auto roule avec un plein. Quelle vitesse atteint-elle ?

Le résultat dépend avant tout du sol sur lequel l'auto roule (sol lisse ou moquette) et du taux de chargement du Goldcap.

La centrale éolienne permettant de produire une tension plus élevée que deux photopiles, le véhicule roule maintenant plus vite et plus longtemps.

Que l'on charge l'accumulateur à l'aide d'énergie éolienne ou solaire, cela n'a en fait aucune importance. Les expériences que nous venons de faire avec le Goldcap ont avant tout permis de démontrer qu'il était possible de propulser un véhicule grâce à une énergie renouvelable sans être directement dépendant du rayonnement solaire.

7. Et maintenant ?

Le jeu de construction Eco Power t'a permis de découvrir différentes manières de produire et d'utiliser du courant à l'aide d'énergies renouvelables. La technique solaire convient particulièrement bien pour faire fonctionner les maquettes fischertechnik. Pour les maquettes plus grandes et plus lourdes que celles proposées dans ce coffret, tu auras certainement besoin de quelques photopiles supplémentaires qu'il faudra alors brancher en série. Le service des pièces détachées fischertechnik les tiens à ta disposition à tout moment. Ainsi, tu peux compléter et étendre ton système à énergie solaire au-delà des maquettes simples que contient ce jeu de construction.



1. Eco Power – Energie uit regeneratieve energiebronnen

Wij allemaal hebben dag in, dag uit enorme hoeveelheden energie nodig. Laten we daarom eens een heel normaal verloop van de dag bekijken:

s' Morgens worden wij gewekt door onze radiowekker. Deze neemt de stroom af uit het stopcontact. Wij staan op, doen de elektrische verlichting aan, douchen met warm water dat door de centrale verwarming met olie of gas op temperatuur wordt gebracht. Daarna drogen wij ons haar met een elektrische föhn. De centrale verwarming heeft ook al de woning verwarmd, zodat we het bij het ontbijt niet koud hebben. Het water voor de thee is op het elektrische fornuis of het gasfornuis aan de kook gebracht. De boter heeft de hele nacht in de koelkast gelegen en is daarom goed vast. Tijdens het ontbijt zetten wij natuurlijk de radio of de televisie aan, zodat we niet meteen weer inslapen.

Wij gaan dan naar school met de bus of met de auto, die loopt op brandstof. Zo zouden wij kunnen blijven doorgaan met het beschrijven van alle activiteiten waarvoor wij energie nodig hebben. De lijst zou eindeloos lang worden. Oftewel, wij hebben ontzettend veel energie nodig

En waar komt deze energie vandaan? Een groot gedeelte hiervan wordt gewonnen uit de fossiele brandstoffen olie, gas en kolen. Ook met kernenergie wordt een groot gedeelte van onze behoefte gedekt. Maar deze vormen van energiewinning hebben doorslaggevende nadelen:

- De fossiele brandstofvoorraden op aarde zijn beperkt.
- Bij de verbranding van olie en kolen ontstaan schadelijke stoffen die het milieu verontreinigen, alsmede CO₂ dat verantwoordelijk is voor de voortdurende verwarming van de dampkring (broeikas-effect).
- De kernenergie draagt ondanks hoge veiligheidsstandaards het risico van een radioactief ongeluk in zich. Bovendien ontstaat afval dat nog duizenden jaren lang radioactief blijft.

Reden genoeg dus om op zoek te gaan naar alternatieven die milieuvriendelijk en het liefst onbeperkt beschikbaar zijn. Deze alternatieve energievormen bestaan zeer zeker. Men spreekt in dit verband van regeneratieve (vernieuwbare) energieën. In onze module Professional Eco Power gaan wij nader in op de winning van energie uit water, wind en zon. Aan de hand van talrijke modellen zien wij hoe je hieruit energie kan opwekken, opslaan en er uiteindelijk ook fischertechnik-modellen mee kunt aandrijven. Veel plezier.

2. Het begrip energie

Wij hebben het steeds over energie, maar wat verstaan we er eigenlijk onder en hoe kunnen we het meten?

Onder energie verstaan we het vermogen van een lichaam om arbeid te verrichten. De maateenheid, waarin energie en arbeid worden gemeten, heet joule (J).

Er bestaan verschillende energievormen, bijv.:

- **Bewegingsenergie, dat is de energie die vrijkomt, als een lichaam beweegt.**
- **Potentiële energie, dat is de energie die een lichaam bezit, als het op een bepaalde hoogte ligt.**
- **Elektrische energie, in de vorm van elektrische stroom en spanning.**

Elektrische energie of arbeid drukt men ook uit in kilowattuur (kWh).

Kilo=1000, Watt=Vermogen, Uur=Tijd, waarbinnen het vermogen wordt geleverd.

Voorbeeld:

Een gloeilamp heeft een vermogen van 100 Watt. Deze brandt 10 uur lang. De energie die hiertoe wordt benodigd, bedraagt:
100W • 10h=1000Wh=1kWh

Om duidelijk te maken hoeveel energie een kWh omvat, voeren wij het volgende experiment uit:

Een fietsdynamo heeft een vermogen van 3 Watt. Bij een ingeschakelde dynamo wordt de bewegingsenergie van het wiel omgezet in elektrische energie.

Opgave 1:

Hoeveel energie wordt omgezet bij een rit die één uur in beslag neemt?

Oplossing:

Energie=3W•1h=3Wh=0,003kWh

Opgave 2:

Hoe lang moet je fietsen om 1kWh (1000Wh) om te zetten?

Oplossing:

Uit de formule: Energie=Vermogen•Tijd leiden wij af:

Tijd in uur=Energie/Vermogen= 1000Wh/3W=333,33h

333,33h komt overeen met 13,88 dagen. Dat wil zeggen dat we ononderbroken bijna 14 dagen lang moeten afbeulen op de fiets om de energie van 1 kWh om te zetten, die onze gloeilamp van het vorige voorbeeld nodig heeft om 10 uur lang te branden.

Als we nu bedenken dat een gezin van 4 personen een gemiddelde energiebehoefte van ca. 4.000 kWh per jaar heeft, dan komen we snel tot het inzicht dat we bij het zoeken naar milieuvriendelijke energieën met fietsen alleen niet ver komen. Laten we ons daarom liever richten op andere energiebronnen.

3. Energie uit water

3.1. De bewegingsenergie van het water

Al eeuwen lang maakt de mens gebruik van de bewegingsenergie van het water om daarmee direct machines aan te drijven.

Opgave 1:

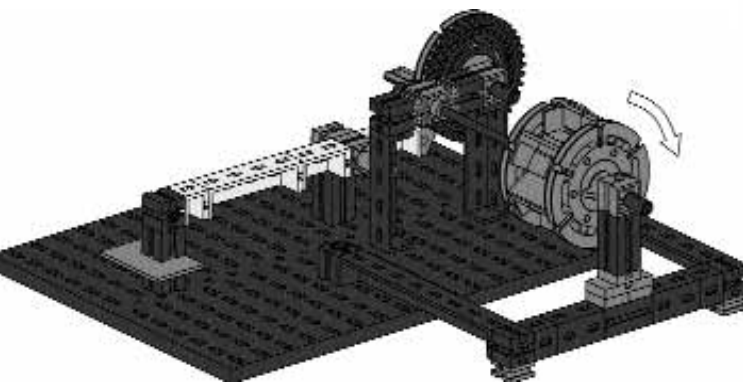
Welke machines die direct met waterkracht worden aangedreven, schieten je te binnen?

Oplossing:

- Watermolen
- Houtzagerij
- Hamersmederij

Bij alle machines is het aandrijfprincipe hetzelfde. Het water wordt op een waterrad geleid, het rad draait en deze beweging wordt direct overgebracht op de betreffende machine.

Om dit aandrijfprincipe te verduidelijken construeer je nu een model van een hamersmederij (zie bouwhandleiding blz. 4).



Het waterrad kun je houden onder een kraan. Neem de in de bouwhandleiding vermelde draairichting van het rad in acht.

In zulke hamersmederijen werd vroeger ijzer dat eerst werd verhit, gesmeed.

Opgave 2:

Wat zijn de nadelen van deze vorm van het benutten van waterenergie?

Oplossing:

- De energie kan alleen daar worden gebruikt, waar water stroomt (bij rivieren of beken). De energie kan niet worden getransporteerd naar andere plaatsen.
- De energie kan niet worden opgeslagen. Ze moet direct worden gebruikt nadat ze ter beschikking staat.
- De energie is alleen beschikbaar voor een begrensd gebruiksdoel (de aandrijving van enkele machines).

Opgave 3:

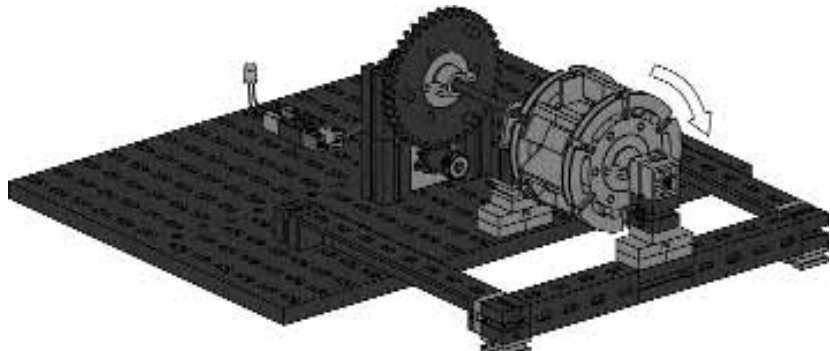
Hoe wordt tegenwoordig gebruik gemaakt van waterkracht?

Oplossing:

Men wekt met waterkracht stroom op die voor ieder gewenst gebruik ter beschikking staat.

3.2 Stroom uit waterkracht

Om te zien hoe dit werkt, construeer je nu een model van een waterturbine (zie bouwhandleiding blz. 7).



De zonne-energie-micromotor wordt hierbij gebruikt als generator. Als je de as van de motor draait, wordt met behulp van het in de motor aanwezige magneetveld een spanning opgewekt die bij de aansluitingen van de motor kan worden opgevangen. Als we daar de groene LED op aansluiten, vloeit stroom en brandt de LED. Omdat de motoras heel snel moet draaien, wordt de beweging van het waterrad, resp. het turbinerad, in de verhouding 1:4 omgezet. Houd het waterrad weer onder een kraan en laat het rad zo snel draaien dat de LED brandt. Let weer op de draairichting.

Pas op!

- Dit experiment is zeer geschikt om de keuken of de badkamer onder water te zetten. Dat brengt weliswaar veel plezier, maar zou onaangename gevolgen kunnen hebben, omdat ouders in zulke gevallen vaak vreemd reageren. Als de waterstraal van de zijkant op de schoepen van de waterturbine terecht komt, kan de hoeveelheid spattend water binnen de perken blijven en draait het rad ideaal.
- De motor is zo geplaatst dat hij bij een zorgvuldige omgang met het model niet nat wordt. Een paar spatten water maken niets zo veel uit voor de motor. Hij dient echter niet direct onder de kraan te worden gehouden of in het water te worden gedompeld.
- De LED is uitsluitend bestemd om te tonen hoe met de zonne-energie-micromotor stroom kan worden opgewekt. De LED is niet geschikt voor de verlichting van gebruikelijke fischertechnik modellen. Zij mag worden bediend met maximaal 2V spanning. Bij een hogere spanning gaat deze direct kapot. De LED mag in geen geval worden aangesloten op een 9V fischertechnik-stroomvoeding.

Opgave 1:

Wat zijn de voordelen van deze vorm van stroomopwekking ten opzichte van de opwekking uit fossiele brandstoffen, zoals olie of kolen?

Oplossing:

Bij deze vorm van stroomopwekking ontstaan geen stoffen die schadelijk zijn voor het milieu.

Opgave 2:

Op welke manier moet desalniettemin worden ingegrepen in het milieu om gebruik te kunnen maken van de waterkracht?

Oplossing:

Er moeten stuwmuuren in meren of rivieren worden gebouwd, zodat aan de ene kant altijd voldoende water beschikbaar is voor het winnen van stroom en aan de andere kant voldoende valhoogte aanwezig is welke ervoor zorgt dat het water de noodzakelijke bewegingsenergie krijgt om de turbine aan te drijven.

Opgave 3:

In welke regio's heeft deze manier om stroom op te wekken de voorkeur en waarom?

Oplossing:

- In bergachtige gebieden, omdat daar gedeeltelijk hele dalen met enorme stuwmuuren kunnen worden opgestuwd en het water een paar honderd meter naar beneden kan vallen en zodoende een geweldige hoeveelheid bewegingsenergie voor het aandrijven van turbines ter beschikking staat.
- Bij rivieren met natuurlijke hoogteverschillen, waar het water eveneens kan worden opgestuwd.
- Aan de Noordzee, waar in getijcentrales gebruik wordt gemaakt van eb en vloed om stroom uit water op te wekken.

4. Windenergie

Windkracht is een andere manier om stroom op te wekken uit regeneratieve energie. In vele streken is voortdurend wind aanwezig. De bewegingsenergie van de lucht kan weer worden benut en omgezet in elektrische stroom. Deze manier om energie te winnen willen we aan de hand van het model van de windkrachtinstallatie verduidelijken (zie bouwhandleiding blz. 10):



Ook hier gebruiken we de motor als generator om stroom op te wekken en de LED als weergave dat het daadwerkelijk functioneert.

Aanwijzing:

Belangrijk is dat de blauwe rotor met de juiste zijde wordt gemonteerd op de rode opname, zodat het grootst mogelijke rendement wordt bereikt. Aan één zijde van een rotorblad bevindt zich een kleine vis. Dit symbool moet in de richting van de motor wijzen.

Als je nu een föhn of een gewone ventilator voor de rotor houdt, begint deze te draaien. Als deze een goede snelheid heeft begint ook de LED te branden.

Dit model hebben wij later ook nodig, als wij het onderwerp Opslaan van energie behandelen. Je kunt het echter rustig afbreken, omdat het in korte tijd weer is opgebouwd.

Opgave:

Dat deze vorm om energie te winnen net als waterenergie milieuvriendelijk is, omdat er geen schadelijke stoffen ontstaan, is duidelijk. Maar welke nadelen bezit windkracht ten opzichte van waterkracht of conventionele vormen van energiewinning uit olie of kolen?

Oplossing:

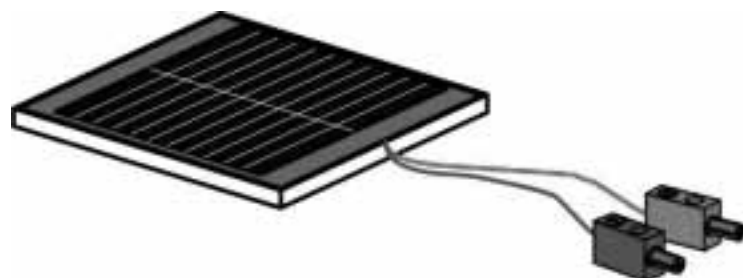
- Stroom kan alleen worden opgewekt, als er wind waait. De wind kan niet, zoals het water in een stuwmeer, worden gestuwd en desgewenst worden opgeroepen.
- De windkrachtinstallaties, zo beweren critici, ontsieren het landschap, omdat ze natuurlijk altijd in het open veld staan, waar ze van verre zichtbaar zijn.

5. Zonne-energie

Als men alle fossiele brandstofvoorraden (hout, kolen, aardolie, gas) van de aarde zou verbranden om energie op te wekken, zou een hoeveelheid energie ontstaan die vergelijkbaar is met de hoeveelheid die de zon in slechts drie dagen naar de aarde straalt. Het is zaak om deze enorme en tegelijk onuitputtelijke energievoorraad te benutten om (met behulp van zonnecellen) hieruit elektrische energie te winnen.

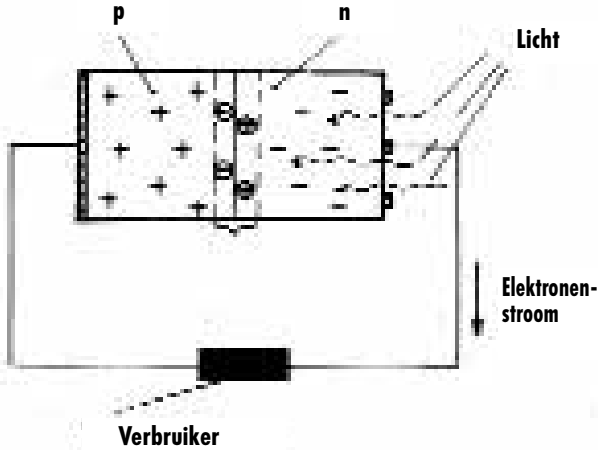
5.1 De zonnecel

Maar wat is nu precies een zonnecel en hoe kan je hiermee zonlicht omzetten in elektrische energie? Zonnecellen bestaan uit silicium. De siliciumblokken worden in schijven met een dikte van circa 0,5 millimeter gezaagd. Deze schijven nu



worden bij de volgende stap gedoteerd met verschillende vreemde atomen, dat wil zeggen doelbewust verontreinigd, wat zorgt voor een onevenwichtigheid in de siliciumstructuur. Hierdoor ontstaan twee verschillende lagen, de positieve p-laag en de negatieve n-laag.

Eenvoudig gezegd gaat elektrische stroom vloeien doordat elektronen uit de n-laag, geactiveerd door het binnenkomende licht, via de aangesloten verbruiker (bijv. motor) naar de p-laag bewegen.

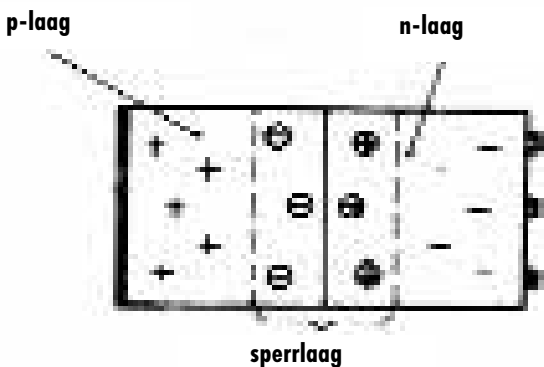


Voor alle geïnteresseerde natuurkundigen volgt hier nog een uitgebreidere uitleg over hoe stroom wordt opgewekt in de zonnecel:

Op de n-laag van het silicium ontstaat een zogenaamd elektronenoverschot, omdat het toegevoegde vreemde atoom meer elektronen bezit dan het silicium, dat wil zeggen, er zwermen vrij elektronen aan deze zijde rond. Deze elektronen kunnen bepaalde afstanden afleggen, als ze voldoende energie bezitten.

In tegenstelling hiermee ontbreken aan de positieve zijde (p-laag) elektronen, omdat het hier toegevoegde vreemde atoom minder vrije elektronen bezit dan silicium. Er ontstaan zogenaamde gaten. Deze gaten kunnen elektronen opnemen, als deze in de buurt zijn. Nu trekken de vrije elektronen van de n-laag naar de p-laag en vullen de gaten op.

Omdat de elektronen echter niet iedere willekeurige afstand naar de gaten kunnen overbruggen, omdat ze daarvoor te weinig energie bezitten, worden alleen gaten binnen een bepaald bereik in het midden bezet.



Dit bereik noemt men de grens- of sperlaag. Hoe meer licht (dus energie) nu op de cel valt, hoe beweeglijker de elektronen worden, dat wil zeggen ze kunnen een grotere afstand afleggen. Als je nu de zonnecel aansluit op een verbruiker (motor, lamp en dergelijke), bewegen ze bij voorkeur in deze richting (voor te stellen als zuigwerking). Omdat men zich het vloeien van stroom kan voorstellen als een kringloop, komen steeds weer elektronen aan op de n-laag en deze trekken weer naar de p-laag. Deze stroming van elektronen zorgt ervoor dat stroom vloeit, dat wil zeggen, de motor draait.

Test nu dit gedrag door één afzonderlijke zonnecel aan te sluiten op de zonne-energie-motor uit onze bouwdoos en uit te proberen, hoeveel licht wordt benodigd om de motor aan het draaien te krijgen.



De zonnecel levert een spanning van 0,6V en een maximale stroom van ca. 930mA. De motor bezit een nominale spanning van 2V, maar begint al vanaf 0,3V te draaien (stationair, d.w.z. zonder dat de as van de motor een model moet aandrijven). Zo kan hij dus in werking worden gezet met één enkele zonnecel.

Experiment 1:

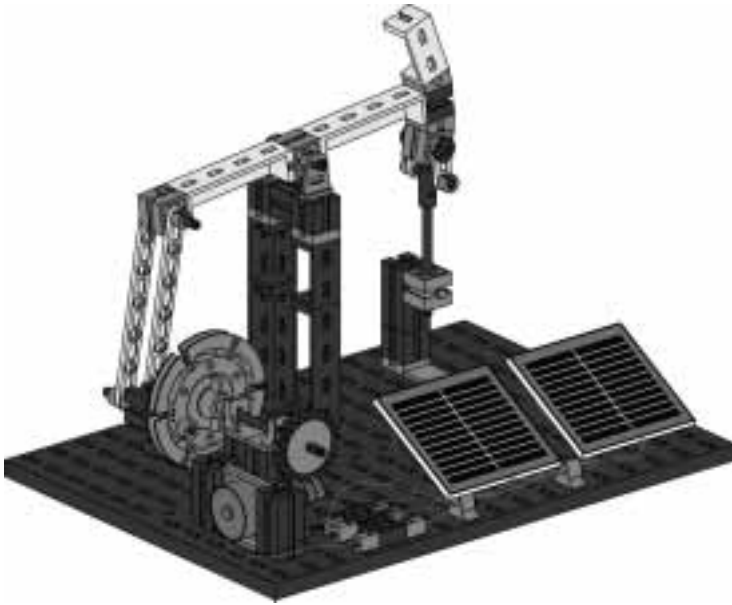
Stel vast welke lichtsterkte nodig is om de motor te laten draaien. Hiervoor kun je een lamp met een gewone gloeilamp gebruiken (tl-buizen zijn niet geschikt). Misschien is er in je kamer zoveel daglicht voorhanden dat de motor ook zonder een extra lichtbron loopt.

Experiment 2:

Als je over een stroom- en spanningsmeetapparaat beschikt, kun je meten vanaf welke spanning de motor gaat draaien en welke stroom hierbij vloeit. Je zult constateren dat de motor, als deze met maar én zonnecel wordt aangedreven, niet bijzonder veel kracht kan ontwikkelen. Als we nu een fischertechnik-model willen aandrijven, zijn er meerdere mogelijkheden om meer vermogen uit de motor te halen.

5.2 Serieschakeling van zonnecellen

Bouw hiervoor het model van de oliepomp (zie bouwhandleiding blz.12).



Met zo'n oliepomp kan bijv. in woestijngebieden, waar de zon continu schijnt, aardolie uit de diepte naar boven worden gebracht.

Om dit model aan te drijven heeft de motor een tamelijk hoge aanloopspanning, zodat hij überhaupt kan draaien. Daarom worden, zoals is beschreven in de bouwhandleiding, twee zonnecellen in serie geschakeld. Hierdoor worden de spanningen van de twee zonnecellen gecumuleerd.

Opgave 1:

Welke spanning is nu maximaal aanwezig bij de motor?

Oplossing: $2 \cdot 0,6V = 1,2V$

Opgave 2:

Welke stroom staat maximaal ter beschikking?

Oplossing:

Bij de serieschakeling blijft de stroom die door de beide zonnecellen vloeit, constant. Hij bedraagt maximaal 930mA.

Opgave 3:

Welke spanning heeft de motor nodig bij dit model, totdat hij in beweging wordt gezet. Hoeveel stroom neemt hij dan op? (Deze vraag kun je natuurlijk alleen beantwoorden, als je beschikt over een meetapparaat. De gemeten waarden hangen bijv. ook af van de mate waarin de gemonteerde pomp soepel werkt en uit welke stand deze moet starten.)

Oplossing:

Spanning: ca. 0,5V

Stroom: ca. 20mA

5.3 Parallelschakeling van zonnecellen

Bouw hiervoor het model draaischommel (zie bouwhandleiding blz. 16).

Let bij het bouwen van het model erop dat alle assen en tandwielen gemakkelijk kunnen worden bewogen.



Bij dit model moet de motor niet te snel draaien, omdat anders de stoeltjes van de draaischommel tegen elkaar slaan. Het model dient echter al bij zo min mogelijk licht bewegen. Daarom worden de twee zonnecellen parallel geschakeld.

Bij de parallelschakeling blijft de spanning dezelfde als bij één cel. Hierdoor kan deze dubbele cel als gevolg van het grotere zonneceloppervlak dat beschikbaar is, bij dezelfde lichtsterkte meer stroom leveren dan een enkele cel.

Experiment 1:

Bepaal welke lichtsterkte nodig is om de draaischommel te laten bewegen.

Experiment 2:

Probeer het model met een enkele zonnecel in gebruik te nemen en stel vast welke lichtsterkte hiervoor nodig is.

Experiment 3:

Schakel de twee zonnecellen in serie (zoals bij de oliepomp, schakelschema zie bouwhandleiding blz. 13). Je kunt zelf beoordelen of de inzittenden hierbij misselijk worden.

5.4 Anti-parallelschakeling van zonnecellen

Wat is dat nu weer? Heel eenvoudig, er worden twee zonnecellen op een zodanige wijze parallel geschakeld dat de pluspool van een zonnecel wordt verbonden met de minpool van de andere zonnecel. Wat je hiermee kan doen, maken we duidelijk met de volgende modellen:

Model kraan (zie bouwhandleiding blz. 20)

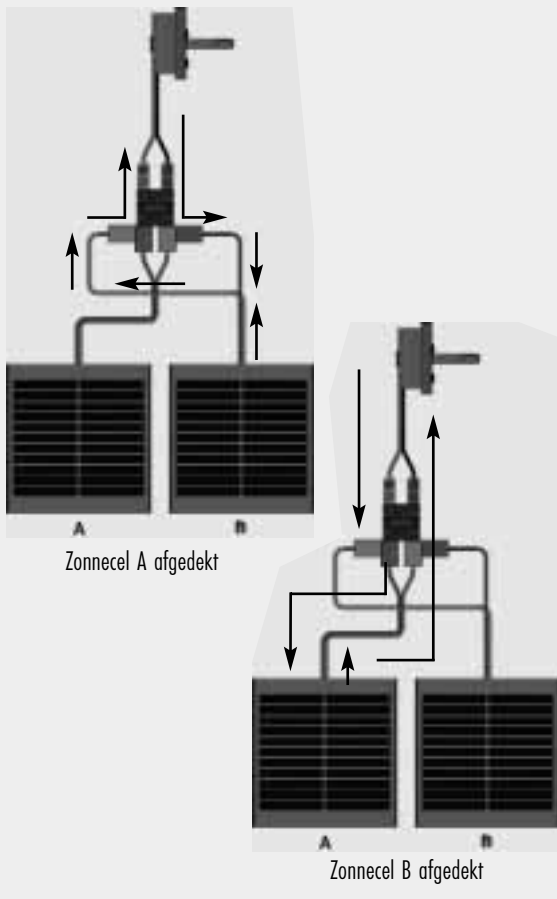


Bij dit model moet met behulp van zonne-energie een last worden geheven. De truc bij de anti-parallelenschakeling is dat de motor niet beweegt zolang beide zonnecellen met dezelfde lichtsterkte worden beschenen. Als je een zonnecel afdekt, dan draait de motor in de ene richting, als je de tweede cel verduistert, draait hij in de andere richting. Op deze manier kan je met twee zonnecellen een poolomschakelaar vervangen.

Opgave 1:

Probeer aan de hand van een tekening voor jezelf duidelijk te maken hoe de omkering van de draairichting van de motor (resp. de stroomrichting bij de motor) bij dit model tot stand komt, als je de ene of de andere zonnecel verduistert.

Oplossing:



Opgave 2:

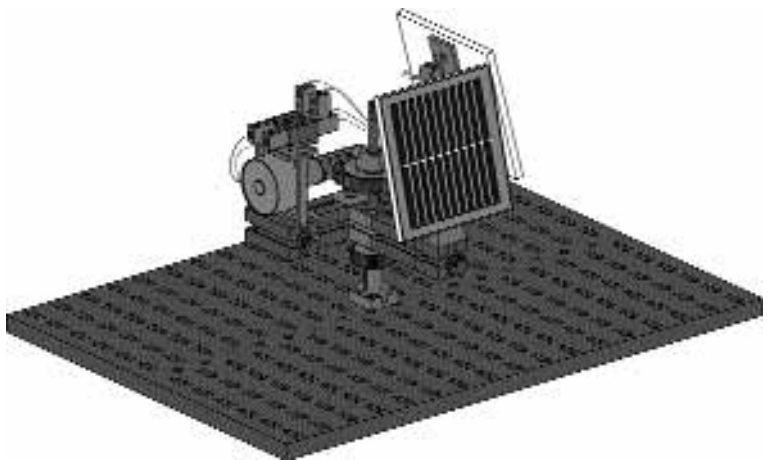
Hoe kan je bereiken dat de kraan een grotere last kan heffen?

Oplossing:

- Door serieschakeling van de beide zonnecellen (de motor draait dan echter nog maar in één richting)
- Door verhoging van de tandwieloverbrenging, bijv. door in plaats van een tandwiel met 20 tanden een tandwiel met 40 tanden te gebruiken. Hiervoor moet je de kraan ombouwen.

Model zonnecellen-bijstelling

Nog een toepassing van de anti-parallelenschakeling is de zonnecellen-bijstelling (zie bouwhandleiding blz. 24).



Deze simpele inrichting waarborgt dat de zonnecellen met de zon meegaan en zich als een kompas richten op de zon. Het punt waar de twee zonnecellen samenkomen, wijst altijd in de richting van de zon. Let bij het bouwen nauwkeurig op de correcte aansluiting van de kabels, omdat het model anders mogelijk van de zon wegdraait, in plaats van ernaar toe.

Opgave 1:

Hoe werkt dit eenvoudige principe van zonnecellen-bijstelling?

Oplossing:

Als het punt in de richting van de zon wijst, worden allebei de cellen in dezelfde mate belicht en draait de motor niet. Als de zon verder trekt, wordt één van de twee cellen sterker bestraald. De motor begint te draaien, net zo lang tot de twee cellen weer in dezelfde mate worden belicht.

Opgave 2:

Waarvoor gebruikt men zo'n apparaat?

Oplossing:

Meestal voor zonnecellen. Om ervoor te zorgen dat deze altijd optimaal worden bestraald door de zon, stelt men ze af op de zon. In de werkelijkheid wordt deze bijstelling vaak bestuurd door de computer en geprogrammeerd met hoogwaardige software. Maar het kan ook heel simpel, zoals je ziet.

6. Opslag van elektrische energie

Eerst willen wij erachter komen waarom het nodig is om energie die afkomstig is uit regeneratieve energiedragers, op te slaan.

Bouw hiervoor het model van het door zonne-energie aangedreven voertuig (zie bouwhandleiding blz. 27). Het wordt aangedreven met twee zonnecellen.



Opgave 1:

Hoe zijn de cellen met elkaar geschakeld en waarom?

Oplossing:

De cellen zijn in serie geschakeld, omdat de motor heel zwaar is belast en daarom een hoge aanloopspanning nodig heeft.

Experiment:

Probeer erachter te komen welke lichtbron nodig is om het door zonne-energie aangedreven voertuig op gang te brengen en welke snelheid het voertuig dan maximaal bereikt (het beste in de open lucht).

Je hebt bij je pogingen waarschijnlijk al gemerkt dat deze wijze van aandrijving een belangrijk nadeel heeft. Het voertuig blijft stilstaan, zodra het zich buiten de lichtbron of in de schaduw bevindt. Zo komt men natuurlijk moeilijk vooruit.

Je zou veel onafhankelijker van de lichtbron zijn, als je het voertuig zou kunnen verzorgen met een energieopslag die wordt opgeladen met regeneratieve energie en waarmee het voertuig voor een bepaalde tijd onafhankelijk van wind en weer kan worden gebruikt.

6.1 Energieopslag Goldcap



Zo'n energieopslag is de in de bouwdoos aanwezige Goldcap. Een Goldcap heeft niets te maken met goud of met een goudlegering. De term is de handelsnaam van deze condensator.

Hij bestaat uit twee stukken actieve koolstof die slechts met een dunne isolatielaag van elkaar gescheiden zijn. De Goldcap onderscheidt zich door zijn extreem grote capaciteit. De door ons gebruikte condensator heeft een capaciteit van 10F (Farad). Gewone condensatoren hebben capaciteiten van een paar μ -Farad (=0,000001 F).

Je kan de Goldcap gebruiken als een kleine accu. Het voordeel ten opzichte van een accu is gelegen in het feit dat je de Goldcap heel snel kan opladen, dat hij niet te vol kan worden geladen en ook geen volledige ontlading kent.

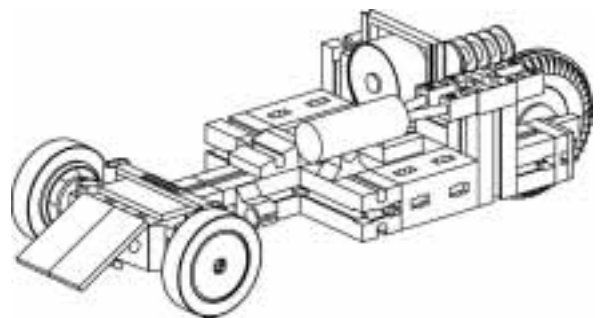
Maar pas op!!

De Goldcap mag in geen geval worden aangesloten op een spanning van boven de 2,3V, anders bestaat het gevaar van explosies! Verbind dus in geen geval de Goldcap met een gewone 9V fischertechnik-stroomvoorziening!

Bij het monteren van de stekkers aan de Goldcap moet je letten op de juiste polariteit van de stekkers (groene stekkers aan de minpool aansluiten). Wij raden je ook aan om de twee aansluitdraden van de Goldcap op dezelfde lengte af te knippen.

6.2 Laden van de Goldcap met zonne-energie

Laad de Goldcap door deze op twee in serie geschakelde zonnecellen aan te sluiten. De rode stekker van de Goldcap (+) wordt verbonden met de rode stekker van de eerste zonnecel, de groene stekker van de Goldcap (-) met de groene stekker van de tweede zonnecel. Laad de Goldcap ca. 10 minuten lang bijv. onder een gloeilamp van 100W met een afstand van 40 cm (als je dichterbij komt, wordt de zonnecel te warm) of met behulp van het zonlicht. Na het laden sluit je de Goldcap aan op de voertuigmotor in plaats van op de zonnecellen.



Opgave 1:

Waarom rijdt de auto zo langzaam en staat hij vrij snel weer stil?

Oplossing:

Met de twee zonnecellen kan men de Goldcap slechts met een spanning van 1,2V laden. Hiermee wordt hij slechts voor de helft gevuld en kan hij de auto maar voor een korte periode aandrijven. Dat is natuurlijk niet zo mooi. Je zult zien dat het nog beter kan.

Opgave 2:

Hoeveel zonnecellen zouden nodig zijn om de Goldcap helemaal te laden?

Oplossing:

4 cellen • $0,6V = 2,4V$. Hiermee zou de opslag helemaal kunnen worden gevuld.

Aanwijzing:

Als de Goldcap via zonnecellen wordt geladen, zal hij zich via de aangesloten zonnecellen weer ontladen op het moment dat het donker wordt. De Goldcap moet dus alleen met de zonnecellen zijn verbonden, zolang deze worden belicht.

Experiment 2:

Probeer uit hoe lang de auto rijdt op een volle tank. Welke snelheid bereikt hij?

Het resultaat wordt vooral beïnvloed door de omstandigheid of de auto op een gladde bodem of op het tapijt rijdt en hoe vol de Goldcap is geladen.

Omdat men met de windkrachtinstallatie een hogere spanning kan opwekken dan met de twee zonnecellen, rijdt het voertuig sneller en langer dan bij een lading via de zonnecellen.

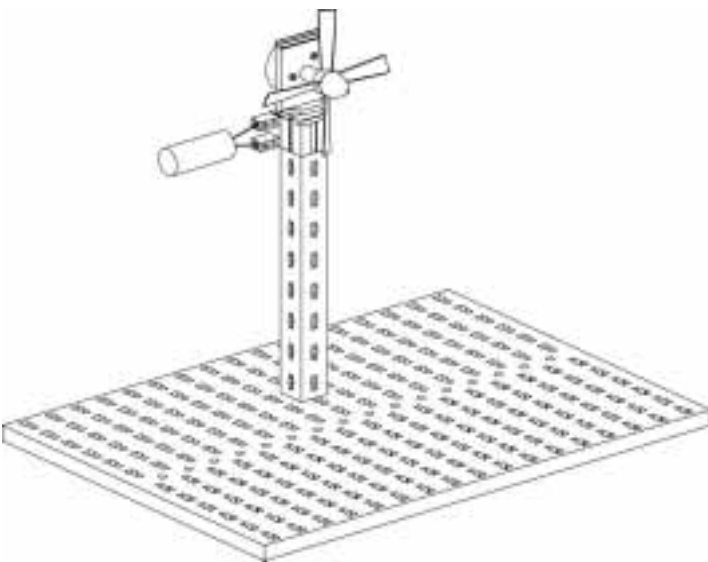
Of de energieopslag nu wordt opgeladen met wind- of zonne-energie is eigenlijk om het even. De experimenten met de Goldcap moeten vooral een mogelijkheid laten zien om een voertuig met regeneratieve energie aan te drijven zonder dat je direct afhankelijk bent van de straling van de zon.

6.3 Laden van de Goldcap met windenergie

Nu willen wij de energieopslag opladen met windenergie. Hiervoor heb je nog een keer de windkrachtinstallatie nodig (zie bouwhandleiding blz.10). Je sluit nu echter niet de LED hierop aan, maar de Goldcap. Van het door zonne-energie aangedreven voertuig moet je nu de motor verwijderen. De resterende delen voor de windkrachtinstallatie zijn nog aanwezig in de

7. Hoe nu verder?

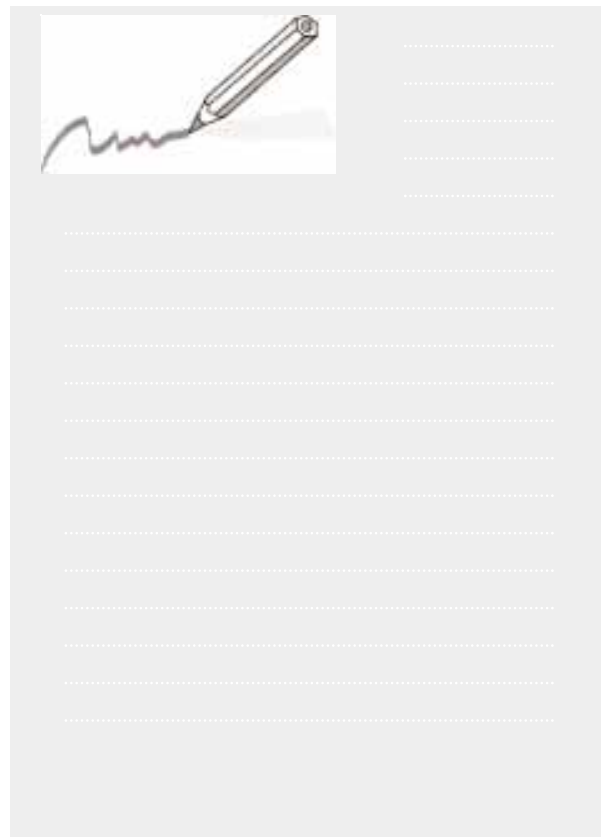
Met behulp van de module Eco Power heb je verschillende mogelijkheden leren kennen om met regeneratieve energieën stroom op te wekken en te gebruiken. In het bijzonder is de techniek met betrekking tot zonne-energie uitstekend geschikt om fischertechnik-modellen aan te drijven. Als de modellen groter en zwaarder worden dan de modellen uit de bouwdoos, heb je beslist een paar extra zonnecellen nodig die dan in serie moeten worden geschakeld. Deze zijn echter te allen tijde verkrijgbaar bij fischertechnik Onderdeel Service. Zo kan het op zonne-energie lopende systeem dat in deze module is begonnen met eenvoudige modellen, worden uitgebreid en uitgebouwd.



bouwdoos. De pluspool van de motor (rood) sluit je aan op de pluspool van de Goldcap (rood). Dan breng je de propeller met een ventilator of een föhn aan het draaien. De motor werkt nu weer als generator en laadt de Goldcap op. In het begin beweegt de propeller nog heel moeizaam, maar hoe voller de opslag wordt, hoe gemakkelijker hij gaat roteren. Als de föhn wordt weggenomen, drijft de energie uit de Goldcap weer de motor aan. Maar wees voorzichtig, want hierbij raakt de opslag weer leeg. De Goldcap dient ca. 20 minuten lang te worden opgeladen.

Experiment 1:

Parallel aan het laden kun je de spanning bij de Goldcap meten (als je beschikt over een meetapparaat). Dan kun je aflezen, hoever de Goldcap is gevuld. Hoe sneller de propeller draait, hoe groter de spanning is die kan worden opgewekt en hoe voller ook de Goldcap kan worden geladen (tot max. 2,3V)



1. Eco Power – Energía a partir de fuentes de energía renovables

Todos nosotros consumimos diariamente inmensas cantidades de energía. Observemos una vez un día normal y corriente:

Por la mañana nos despierta nuestro radiodespertador. Evidentemente este recibe la corriente de la caja de enchufe. Nos levantamos, encendemos el alumbrado eléctrico, nos duchamos con agua caliente que ha sido calentada mediante aceite o gas por la calefacción central. Después nos secamos el pelo con un secador eléctrico. La calefacción central ya ha caldeado la vivienda para que no pasemos frío en el desayuno. Hemos puesto a hervir el agua para el té sobre una cocina eléctrica o de gas. La mantequilla ha pasado la noche en el frigorífico y está bien dura. Naturalmente, durante el desayuno encendemos la radio o el televisor para no volvernos a dormir. A la escuela vamos en autobús o en coche, ambos consumen combustible. Y así podríamos continuar contando para qué necesitamos energía. Sería una lista interminable. Resumiendo: consumimos muchísima energía.

¿Y de dónde proviene esta energía? Gran parte se obtiene de los combustibles fósiles, como el petróleo, el gas y el carbón. La energía nuclear también cubre una gran parte de nuestro consumo. Pero estos tipos de obtención de energía tienen unas desventajas importantes:

- Las reservas de combustibles fósiles de la Tierra son limitadas
- Durante la combustión del petróleo y carbón se producen materias tóxicas que contaminan el medio ambiente, así como el CO₂, responsable del calentamiento continuo de la atmósfera terrestre (efecto invernadero).
- A pesar de unos altos estándares de seguridad, la energía nuclear tiene el riesgo de un accidente radiactivo. Además se producen residuos radiactivos que siguen irradiando radiactividad durante miles de años.

Motivo suficiente para buscar alternativas que sean ecológicas y en la medida posible no sean limitadas. Estas formas de energía alternativa existen. En este contexto se habla de energías regenerativas (renovables). En nuestro kit de construcción Eco Power contemplamos la obtención de energía a partir del agua, el viento y el sol. En base a numerosos modelos veremos cómo se puede crear y acumular la corriente, y finalmente accionar los modelos de fischertechnik. ¡Qué te diviertas!

2. El término Energía

Siempre hablamos de la energía, pero ¿qué es realmente y cómo podemos medirla? La energía se define como la capacidad de un cuerpo para realizar un trabajo. La unidad con la que se miden la energía y el trabajo se llama Joule (J).

Hay diferentes formas de energía, p.ej.:

- La energía cinética: Esta es la energía que se libera cuando se mueve un cuerpo.
- La energía potencial: Esta es la energía que posee un cuerpo cuando está a una determinada altitud.
- La energía eléctrica, en forma de corriente y tensión eléctricas.

La energía eléctrica o el trabajo, también se expresan en kilovatio-hora (kWh). Kilo = 1000, Vatio = Potencia, Hora = Tiempo en el cual se produce la potencia.

Ejemplo:

Una bombilla incandescente tiene una potencia de 100 vatios. Esta está encendida durante 10 horas. La energía requerida es de:

$$100 \text{ W} \cdot 10 \text{ h} = 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$$

Para ilustrar cuánta energía contiene un kWh, realizamos el siguiente experimento:

Un dinamo de bicicleta tiene una potencia de 3 vatios. Con el dinamo encendido, la energía cinética de la rueda se convierte en energía eléctrica.

Tarea 1:

¿Cuánta energía se convierte durante un trayecto de una hora?

Solución:

$$\text{Energía} = 3 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 3 \text{ Wh} = 0,003 \text{ kWh}$$

Tarea 2:

¿Cuánto tiempo hay que montar en bicicleta para convertir 1 kWh (1000 Wh)?

Solución:

De la fórmula $\text{Energía} = \text{Potencia} \cdot \text{Tiempo}$, deducimos:

$$\text{Tiempo en horas} = \text{Energía} / \text{Potencia} = 1000 \text{ Wh} / 3 \text{ W} = 333,33 \text{ h}$$

333,33 h equivalen a 13,88 días. Esto significa que tendríamos que pedalear ininterrumpidamente durante casi 14 días con la bicicleta, para convertir la energía de 1 kWh, que necesita nuestra bombilla incandescente del ejemplo anterior para estar encendida durante 10 horas.

Si ahora consideramos que una familia de 4 miembros tiene un consumo anual medio de energía de aprox. 4.000 kWh, rápidamente llegaremos a la conclusión de que con la bicicleta no llegaremos muy lejos en la búsqueda de formas de energía ecológicas. Por este motivo, mejor dediquémonos a otras fuentes de energía.

3. Energía a partir de agua

3.1. La energía cinética del agua

Desde hace siglos el ser humano utiliza la energía cinética del agua para accionar máquinas de forma directa.

Tarea 1:

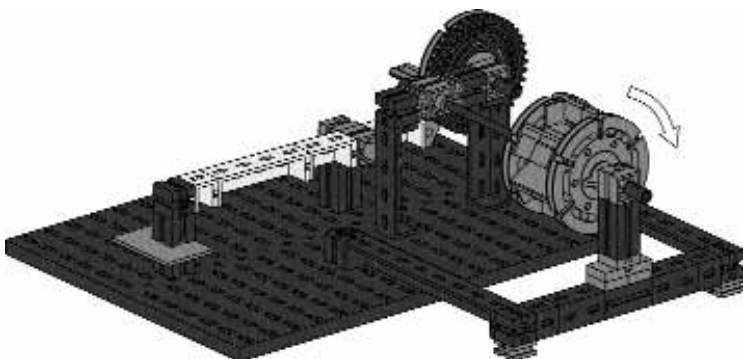
¿Qué máquinas recuerdas que son accionadas directamente con energía hidráulica?

Solución:

- Molino de agua
- Aserradero
- Herrería

En todas las máquinas el principio de accionamiento es el mismo. El agua es conducida a una rueda hidráulica, ésta gira y el movimiento es transmitido directamente a la respectiva máquina.

Para ilustrar el principio de accionamiento, construye el modelo de una herrería (ver el manual de construcción, pág. 4).



Sitúa la rueda hidráulica debajo de un grifo de agua. Presta atención al sentido de giro de la rueda, indicado en el manual de construcción.

Antiguamente, en estas herrerías se forjaba el hierro, después de ponerlo al rojo vivo.

Tarea 2:

¿Cuáles son las desventajas de esta forma de aprovechar la energía hidráulica?

Solución:

- La energía sólo puede aprovecharse donde fluye el agua (en ríos o arroyos). No puede ser transportada a otros lugares.
- La energía no puede ser acumulada. Tiene que utilizarse inmediatamente cuando esté disponible.
- La energía sólo está disponible para un uso limitado (el accionamiento de algunas máquinas).

Tarea 3:

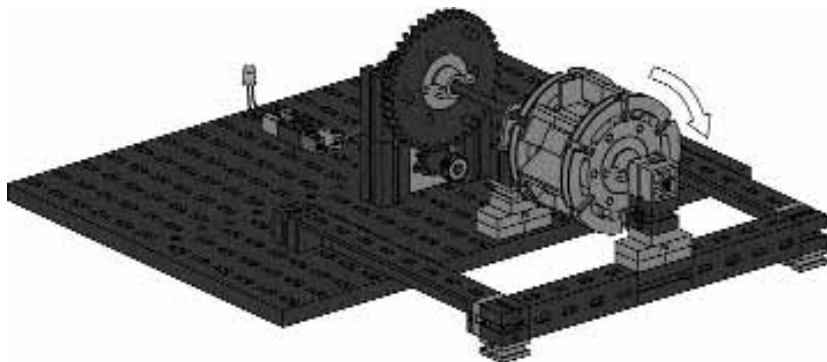
¿Cómo se aprovecha hoy en día la energía hidráulica?

Solución:

Con energía hidráulica se genera corriente que está disponible para una utilización discrecional.

3.2 Corriente a partir de energía hidráulica

Para que veas cómo funciona, construye el modelo Turbina hidráulica (ver el manual de construcción, pág. 7).



Al mismo tiempo se utiliza el micromotor solar como generador. Si se gira el eje del motor, mediante el campo magnético del motor se genera una tensión que puede tomarse en las conexiones del motor. Si conectamos el LED verde a estas conexiones, fluye corriente y el LED se enciende. Dado que el eje del motor debe girar muy rápidamente, el movimiento de la rueda hidráulica o de la rueda de turbina se transmite en la relación 1:4. Sitúa de nuevo la rueda hidráulica debajo de un grifo de agua y haz que la rueda gire a tal velocidad que se encienda el LED. Observa de nuevo el sentido de giro.

¡Atención!

- Este ensayo es muy adecuado para inundar la cocina o el cuarto de baño. Esto puede ser muy divertido, pero podría tener unas consecuencias desagradables, pues en estos casos los padres suelen reaccionar de una forma un tanto extraña. Si el chorro de agua impacta lateralmente sobre las paletas de la turbina hidráulica, no habrá muchas salpicaduras de agua y la rueda girará de forma ideal.
- El motor va dispuesto de tal modo que no se moja, si el modelo se manipula con precaución. Unas pocas salpicaduras de agua no le hacen nada. Sin embargo, no debe colocarse directamente debajo del chorro de agua ni tampoco sumergirse en la misma.
- El LED tiene el fin exclusivo de mostrar cómo puede generarse corriente eléctrica con el micromotor solar. Este LED no es adecuado para alumbrar los modelos convencionales de fischertechnik y debe operarse con una tensión máxima de 2 V. A una tensión más alta se estropea en el acto. El LED no debe conectarse bajo ningún concepto a una fuente de alimentación de 9 V de fischertechnik.

Tarea 1:

¿En qué residen las ventajas de este tipo de generación de corriente frente a la generación a partir de combustibles fósiles, tales como el petróleo o el carbón?

Solución:

En este tipo de generación de corriente no se producen gases contaminantes.

Tarea 2:

¿En qué manera no obstante hay que intervenir en el medio ambiente para poder aprovechar la energía hidráulica?

Solución:

Han de construirse muros de contención en lagos o ríos para que, por una parte, siempre haya suficiente agua disponible para la obtención de corriente, y por otra parte haya una altura de caída suficiente que otorgue al agua la energía cinética necesaria para accionar la turbina.

Tarea 3:

¿En qué regiones se genera preferentemente este tipo de corriente y por qué?

Solución:

- En regiones montañosas, porque allí puede embalsarse el agua en valles enteros mediante unos enormes muros de contención y el agua puede caer varios cientos de metros, con lo cual está disponible una energía cinética inmensa para accionar turbinas.
- En ríos con diferencias de altitud naturales, donde también puede embalsarse el agua.
- En el Mar del Norte, donde en centrales maremotrices se aprovechan las mareas baja y alta para generar corriente a partir del agua.

4. Energía eólica

La energía eólica representa otro tipo de generación de corriente eléctrica a partir de energía regenerativa. En muchas regiones continuamente sopla el viento. La energía cinética del aire puede aprovecharse y convertirse en corriente eléctrica. Queremos ilustrar este tipo de obtención de energía con el modelo Instalación de energía eólica (ver el manual de construcción, pág. 10):



En este caso también utilizamos el motor como generador de corriente eléctrica y el LED para indicar que realmente funciona.

Nota:

Es importante que el rotor azul sea montado con los lados correctamente posicionados en el soporte rojo, para que alcance el mejor rendimiento posible. En un lado de una pala del rotor se encuentra un pececito. Este símbolo debe señalar en dirección del motor.

Si ahora situas un secador o un ventilador de sobremesa delante del rotor, éste comienza a girar, acelera y el LED se enciende.

Aún necesitaremos este modelo cuando tratemos el tema Acumulación de energía. Pero puedes desmontarlo tranquilamente, pues puede volver a construirse en muy poco tiempo.

Tarea:

Está claro que al igual que la energía hidráulica, este tipo de obtención de energía es ecológico, porque no se producen gases contaminantes. ¿Pero qué desventajas tiene la energía eólica frente a la energía hidráulica o la obtención de energía convencional a partir del petróleo o del carbón?

Solución:

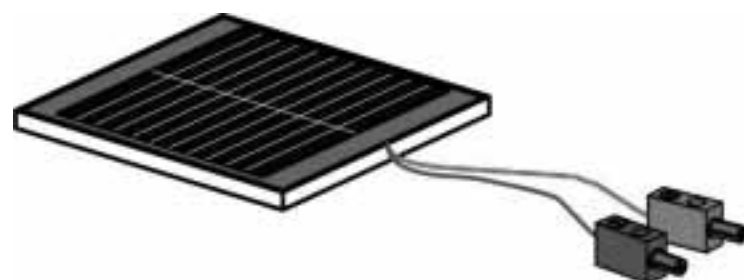
- La corriente sólo puede generarse si sopla el viento. El viento no puede retenerse, como el agua en un embalse, y utilizarse cuando se necesita.
- Los críticos afirman que las instalaciones de energía eólica estropean el paisaje, porque como es natural siempre están instaladas en terrenos abiertos, donde están visibles a grandes distancias.

5. Energía solar

Si se quemaran todas las reservas de combustibles fósiles (madera, carbón, petróleo y gas) de la Tierra para la generación de energía, se obtendría una cantidad de energía que el sol irradia en tan sólo tres días sobre nuestro planeta. Se trata de aprovechar esta gigantesca y al mismo tiempo inagotable reserva de energía, para obtener energía eléctrica (por medio de células solares).

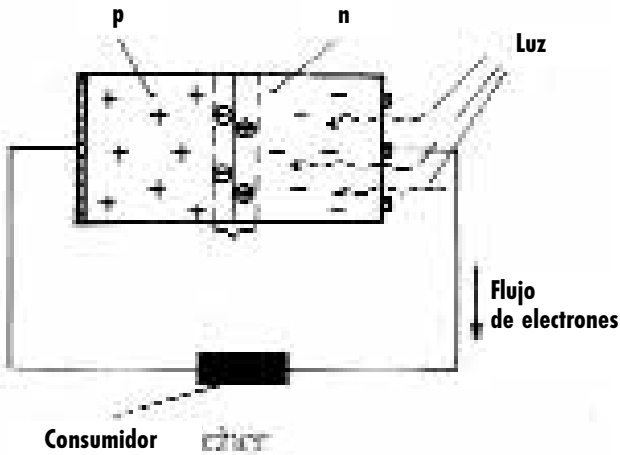
5.1 La célula solar

¿Pero qué es exactamente una célula solar y cómo permite convertir la luz solar en energía eléctrica? Las células solares se componen de silicio. Los bloques de silicio se cortan en unas placas de un espesor aproximado de 0,5 milímetros.



Seguidamente estas placas se dotan de diferentes átomos extraños, es decir que se impurifican de forma enfocada, lo cual provoca un desequilibrio en la estructura del silicio. De este modo se generan dos capas diferentes, la capa p positiva y la capa n negativa.

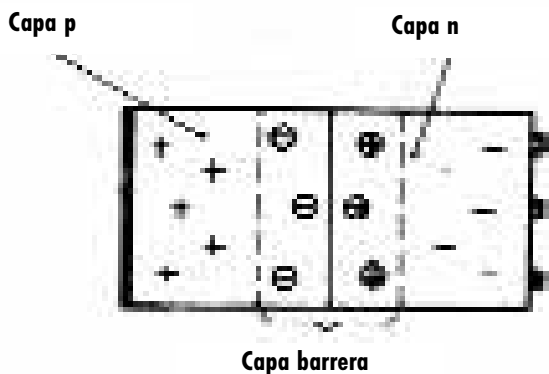
Expresándolo de forma más sencilla, el flujo de corriente eléctrica se genera porque los electrones de la capa n, estimulados por la luz incidente, se desplazan hacia la capa p a través del consumidor conectado (p.ej. un motor).



Para todos los físicos interesados, a continuación damos una explicación más detallada de cómo se genera corriente en la célula solar:

En la capa n del silicio se produce un denominado exceso de electrones, dado que el átomo extraño agregado tiene más electrones que el silicio, es decir que en este lado "revolotean" electrones libres. Dichos electrones pueden recorrer determinadas distancias, si poseen suficiente energía.

En cambio, en el lado positivo (capa p) faltan electrones, porque el átomo extraño agregado en este lado tiene menos electrones libres que el silicio, con lo cual se producen unos "agujeros". Dichos agujeros pueden recibir electrones, si hay algunos en la proximidad. A continuación los electrones libres "caminan" de la capa n a la capa p y llenan los agujeros. Dado que los electrones no pueden recorrer distancias indefinidas hacia los agujeros, porque no tienen una energía suficiente, sólo se ocupan los agujeros en una determinada zona del centro. Esta zona se llama capa límite o capa barrera.



Cuanta más luz (es decir energía) incide en la célula, más móviles se vuelven los electrones, es decir que pueden recorrer mayores distancias.

Si ahora se conecta la célula solar a un consumidor (un motor, una lámpara o algo similar), éstos se mueven preferentemente en esta dirección (imaginable como un efecto de aspiración). Puesto que podemos imaginar el flujo de corriente como un circuito, siempre llegan nuevos electrones a la capa n y se desplazan de nuevo a la capa p, y este flujo de electrones hace que fluya corriente, es decir que el motor gire.

Comprueba este comportamiento conectando una sola célula solar al motor solar de nuestro kit de construcción y probando cuánta luz se necesita para hacer funcionar el motor.



La célula solar suministra una tensión de 0,6 V y una corriente máxima de aprox. 930 mA. El motor posee una tensión nominal de 2 V, pero comienza a girar a partir de 0,3 V (en marcha en vacío, es decir sin que el eje del motor tenga que accionar un modelo). De esta forma puede ser operado con una sola célula solar.

Ensayo 1:

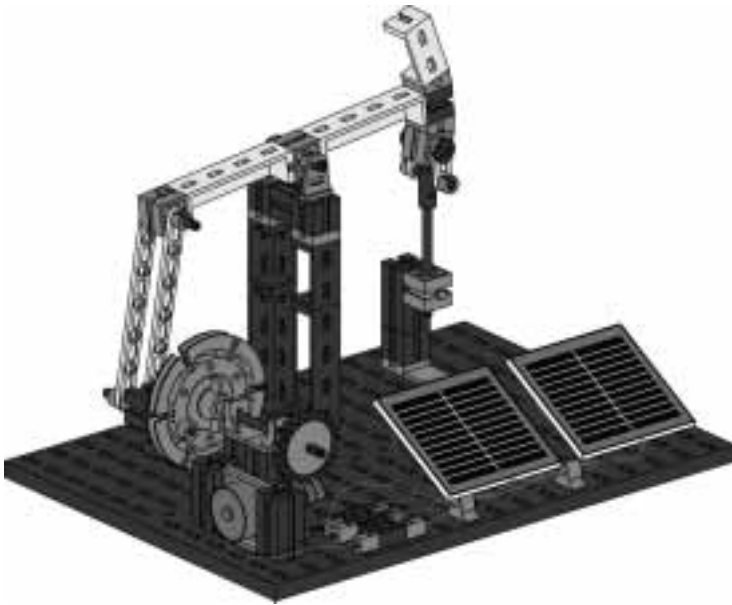
Comprueba qué luminosidad es necesaria para que gire el motor. A tal efecto puedes utilizar una lámpara con bombilla incandescente (las lámparas fluorescentes no son adecuadas). Tal vez en tu habitación haya suficiente luz diurna para que el motor se mueva sin ninguna fuente de luz adicional.

Ensayo 2:

Si tienes un voltamperímetro, puedes medir a partir de qué tensión gira el motor y qué corriente fluye. Comprobarás que el motor no puede desarrollar mucha fuerza si es accionado con una sola célula solar. Si queremos accionar un modelo de fischertechnik, hay diferentes posibilidades de obtener más potencia de un motor.

5.2 Conexión en serie de células solares

Construye el modelo Bomba de aceite (ver el manual de construcción, pág. 12).



Con una bomba de aceite de este tipo p.ej. se puede extraer petróleo de la profundidad en regiones desérticas en donde siempre luce el sol. Para accionar este modelo, el motor necesita una tensión de arranque bastante alta para que gire. Por este motivo conectaremos en serie dos células solares, tal y como se describe en el manual de construcción. De este manera se suman las tensiones de ambas células solares.

Tarea 1:

¿Qué tensión máxima está ahora aplicada al motor?

Solución:

$2 \cdot 0,6 \text{ V} = 1,2 \text{ V}$

Tarea 2:

¿Qué corriente máxima está disponible?

Solución:

En la conexión en serie, la corriente que pasa por las dos células solares permanece constante. Esta es de 930 mA, como máximo.

Tarea 3:

¿Qué tensión necesita el motor en este modelo para ponerse en movimiento. ¿Cuánta corriente absorbe?

(Naturalmente sólo puedes contestar a esta pregunta si tienes un aparato de medición. Los valores medidos dependen p.ej. también de la suavidad con la que esté ensamblada la bomba y desde que posición deba arrancar.)

Solución:

Tensión: aprox. 0,5 V

Corriente: aprox. 20 mA

5.3 Conexión en paralelo de células solares

Construye el modelo Columpio giratorio (ver el manual de construcción, pág. 16). Al construir el modelo, presta atención a que todos los ejes y ruedas dentadas dejen moverse con facilidad.



En este modelo el motor no debe girar demasiado rápido, porque de lo contrario dan un vuelco los asientos del columpio giratorio. Sin embargo, el modelo debe moverse con la menor cantidad posible de luz. Por este motivo han de conectarse en paralelo las dos células solares.

En la conexión en paralelo la tensión permanece igual que en el caso de una célula. En cambio con la misma claridad esta doble célula puede suministrar más corriente que una célula individual, debido a la superficie mayor disponible de las células.

Ensayo 1:

Averigua qué claridad es necesaria para que se mueva el columpio giratorio.

Ensayo 2:

Intenta operar el modelo con una sola célula solar y determina qué claridad es necesaria a tal efecto.

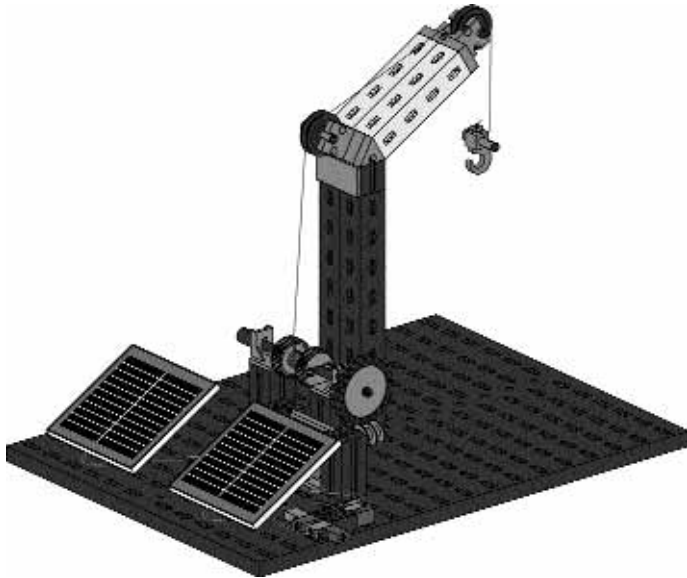
Ensayo 3:

Conecta ambas células solares en serie (como en la bomba de aceite, para el diagrama de circuitos, ver el manual de construcción, pág. 13). Tú mismo puedes juzgar si se van a marear los ocupantes.

5.4 Conexión en antiparalelo de células solares

¿Qué es esto? Muy sencillo, dos células solares se conectan en paralelo, de tal modo que el polo positivo de una célula solar se conecte con el polo negativo de la otra célula solar. Los siguientes modelos muestran para qué sirve:

Modelo Grúa (ver el manual de construcción, pág. 20)

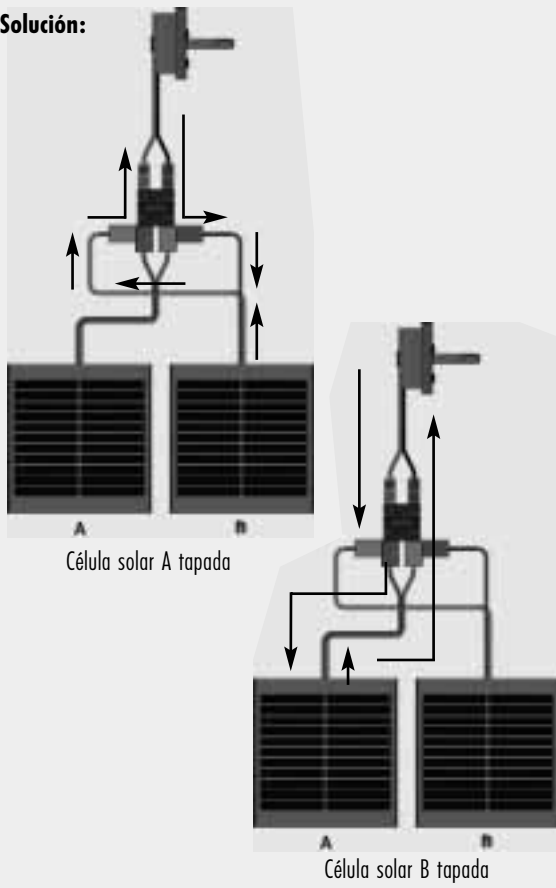


En este modelo debe elevarse una carga por medio de energía solar. El truco de la conexión en antiparalelo es que el motor no se mueve mientras ambas células solares reciban la misma intensidad de luz. Si tapas una célula solar, el motor se mueve en una dirección, y si tapas la segunda célula se mueve en la otra dirección. De este modo puede sustituirse a un inversor de polos por dos células solares.

Tarea 1:

Haz un croquis para comprender mejor cómo se produce la inversión del sentido de giro del motor (o del sentido de la corriente en el motor) en este modelo, si se tapa una célula solar, respectivamente.

Solución:



Tarea 2:

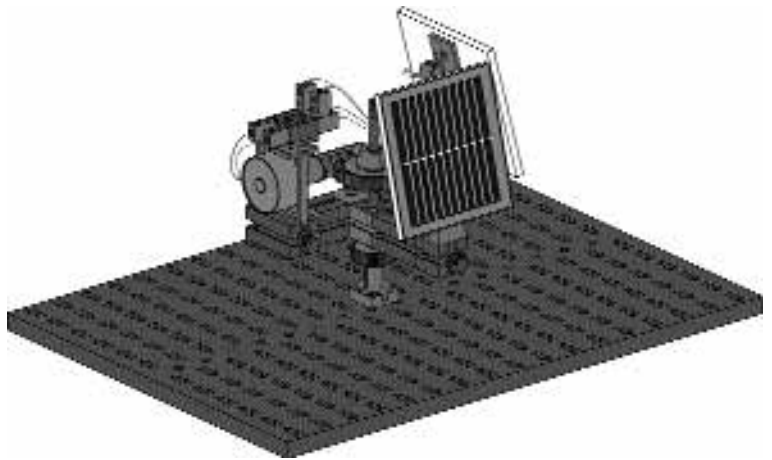
¿Cómo puede alcanzarse que la grúa pueda levantar una carga superior?

Solución:

- Conectando en serie ambas células solares (sin embargo en este caso el motor tan sólo gira en una dirección)
- Incrementando la reducción del engranaje, p.ej. utilizando la rueda de 40 dientes en lugar de la rueda de 20 dientes. A tal efecto debes modificar la grúa.

Modelo Orientador de células solares

Otra aplicación de la conexión en antiparalelo es el orientador de células solares (ver el manual de construcción, pág. 24).



Este sencillo dispositivo garantiza que las células solares se orienten hacia el sol y se alineen como una brújula con el mismo. La "punta" en donde se encuentran las dos células solares siempre está orientada hacia el sol. Al construir el modelo, presta atención a la conexión correcta de los cables, porque de lo contrario el modelo posiblemente gire en dirección opuesta al sol, en lugar de seguirlo.

Tarea 1:

¿Cómo funciona este sencillo principio de orientación de las células solares?

Solución:

Si la punta señala en dirección del sol, ambas células son idénticamente iluminadas y el motor no se mueve. Si se desplaza el sol, una de ambas células recibe más luz que la otra. El motor comienza a girar hasta que de nuevo ambas células sean iluminadas con la misma intensidad.

Tarea 2:

¿Para qué se utiliza un dispositivo de este tipo?

Solución:

En la mayoría de los casos para células solares. Para que éstas siempre sean alumbradas óptimamente por el sol, éstas se orientan hacia el sol. En la práctica este proceso frecuentemente es controlado por ordenador y se programa con un complicado software. Pero como hemos visto, también funciona de una manera muy sencilla.

6. Acumulación de energía eléctrica

En primer lugar queremos averiguar, por qué es necesario acumular la energía proveniente de portadores de energía regenerativos.

Construye el modelo Vehículo accionado por energía solar (ver el manual de construcción, pág. 27). Este es accionado con dos células solares.



Tarea 1:

¿Cómo están conectadas las células entre sí y por qué?

Solución:

Las células están conectadas en serie, porque el motor está sometido a una carga muy alta y por lo tanto requiere una alta tensión de arranque.

Ensayo:

Averigua qué fuente de luz es necesaria para propulsar el vehículo accionado por energía solar y qué velocidad alcanza como máximo (mejor pruébalo al aire libre).

Seguramente en tus ensayos te habrás dado cuenta de que este tipo de accionamiento tiene una desventaja clave. El vehículo se para en cuanto está fuera de la fuente de luz o a la sombra. Evidentemente, esto dificulta el avance.

La independencia sería más grande, si fuese posible abastecer el vehículo a través de un acumulador de energía, que se cargase con energía regenerativa y permitiese hacer funcionar el coche un determinado tiempo, sin depender de la meteorología.

6.1 Acumulador de energía Goldcap



El Goldcap contenido en el kit de construcción es un acumulador de energía de este tipo. Un Goldcap no tiene nada que ver con oro o con una aleación de oro. Este es el nombre comercial de este condensador.

Este se compone de dos elementos de carbón activo que solamente están separados por una fina capa aislante. El Goldcap destaca por su capacidad extremadamente alta. El condensador utilizado por nosotros tiene una capacidad de 10 F (Farad). Los condensadores comunes tienen unas capacidades del orden de unos cuantos μ -Farad ($=0,000001$ F).

El Goldcap puede ser utilizado como un pequeño acumulador. La ventaja frente a un acumulador consiste en que el Goldcap puede cargarse muy rápidamente, que no puede cargarse en exceso y que tampoco admite una descarga total.

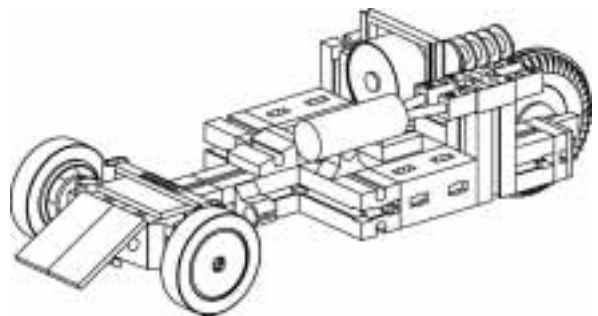
¡Pero, atención!!

¡Bajo ningún concepto debe conectarse el Goldcap a una tensión superior a 2,3 V, porque de lo contrario hay peligro de explosión! ¡Es decir que en ningún caso debe conectarse el Goldcap a una fuente de alimentación de 9 V común de fischertechnik!

Al montar los conectores en el Goldcap debes prestar atención a la polaridad correcta de los conectores (conectar el conector verde al polo negativo). También es recomendable cortar los dos alambres de conexión del Goldcap a la misma longitud.

6.2 Cargar el Goldcap con energía solar

Carga el Goldcap, conectándolo a dos células solares conectadas en serie. El conector rojo del Goldcap (+) se conecta al conector rojo de la primera célula solar, y el conector verde del Goldcap (-) se conecta al conector verde de la segunda célula solar. Carga el Goldcap durante aprox. 10 minutos, p.ej. debajo de una bombilla incandescente de 100 W a una distancia de 40 cm (si te acercas más, la célula solar se calienta demasiado) o a la luz del sol. Después de la carga, conecta el Goldcap al motor del vehículo, en lugar de las células solares.



Tarea 1:

¿Por qué el coche sólo marcha lentamente y tarda relativamente poco tiempo hasta que vuelve a pararse?

Solución:

Con las dos células solares sólo es posible cargar el Goldcap con una tensión de 1,2 V. Con esta tensión sólo se carga hasta la mitad y sólo puede accionar el coche por poco tiempo. Esto no es muy agradable, pero verás que podemos hacerlo mejor.

1. Eco Power – Energia proveniente de fontes energéticas renováveis

Todos nós precisamos diariamente de enormes quantidades de energia. Vejamos um ciclo diário, completamente normal:

De manhã somos acordados pelo rádio-despertador. É claro que a corrente vem da tomada. Levantamo-nos, ligamos a iluminação elétrica, tomamos nosso banho com água quente, que é aquecida pelo sistema de aquecimento central com óleo ou com gás. Depois secamos o cabelo com o secador elétrico. O sistema de aquecimento central também já esquentou o apartamento, que é para a gente tomar o café da manhã sem ter frio. A água para o chá foi esquentada no fogão, que pode ser elétrico ou a gás. Durante a noite a manteiga ficou na geladeira, de modo que ela agora está bem rijá. Durante o café da manhã é natural a gente ligar o rádio ou televisor para ficarmos bem acordados. Para a escola vamos de ônibus ou de carro, veículos que precisam de combustível. Agora poderíamos continuar ilimitadamente a lista de coisas para as quais necessitamos energia. Seria uma lista sem fim. Em poucas palavras: necessitamos muitíssima energia.

E de onde vem essa energia? Uma grande parte dela é obtida a partir de combustíveis fósseis, tais como óleo, gás e carvão. Uma grande parte das nossas necessidades também é coberta pela energia nuclear. Mas estas maneiras da obtenção de energia apresentam grandes desvantagens:

- as reservas de combustíveis fósseis na Terra são limitadas.
- a combustão de óleo e de carvão provoca substâncias poluentes que poluem o meio ambiente, bem como CO₂, que é responsável pelo aumento constante da temperatura da atmosfera terrestre (efeito estufa).
- apesar de existirem normas de segurança muito elevadas, a energia nuclear encerra o perigo de um acidente radioativo. Além disso também se formam os resíduos radioativos, que continuam irradiando radioatividade durante muitos milhares de anos.

Assim, temos bons motivos para procurar alternativas que não sejam prejudiciais ao ambiente e que existam ilimitadamente. E estas formas alternativas de energia existem. Neste contexto falamos então de energias regenerativas (renováveis). No nosso kit "Eco Power" observamos a obtenção de energia a partir da água, do vento e do sol. Com base em numerosos modelos podemos ver como é possível gerar e armazenar energia, e depois também fazer acionar modelos da fischertechnik. Divirta-se.

2. O conceito de energia

Falamos constantemente de energia, mas o que entendemos por isso e como é que a podemos medir? Por energia entendemos a capacidade que um corpo tem de produzir trabalho. A unidade de medição que serve para medir energia e trabalho chama-se Joule (J).

Existem diversas formas de energia, p. ex.:

- energia cinética, é a energia que é liberada quando um corpo se movimenta.
- energia potencial, é a energia que um corpo possui quando se encontra a uma determinada altura.
- energia elétrica, sob a forma de corrente elétrica e tensão.

Energia elétrica ou trabalho também são expressos em quilowatt-hora (kWh).

quilo = 1000, Watt=potência, 1 hora=período durante o qual é fornecida a potência.

Exemplo:

uma lâmpada de incandescência tem uma potência de 100 watts. Ela estará acesa durante mais de 10 horas. A energia necessária para tal é de:
 $100W \cdot 10h = 1000Wh = 1kWh$

Para que possamos ver quanta energia contém um kWh, vamos fazer a seguinte experiência:

o dínamo de uma bicicleta tem uma potência de 3 watts. Se o dínamo estiver ligado, a energia cinética da roda é convertida em energia elétrica.

Tarefa 1:

Quanta energia é transformada durante uma hora de circulação?

Solução:

Energia = $3W \cdot 1h = 3Wh = 0,003kWh$

Tarefa 2:

Quanto tempo é necessário circular com a bicicleta para transformar 1kWh (1000Wh)?

Solução:

da fórmula energia=potência•tempo deduzimos:

Tempo em horas = energia/potência = $1000Wh/3W = 333,33h$

333,33h correspondem a 13,88 dias. Isso significa que temos de pedalar quase 14 dias sem parar para transformar a energia de 1 kWh, necessária para que a lâmpada do exemplo anterior fique acesa durante 10 horas.

Se ainda levarmos em consideração que uma família composta de 4 pessoas tem uma demanda anual de energia de aproximadamente 4.000 kWh, então rapidamente constatamos que pedalar na bicicleta não é a solução na busca de energias que não agredam o meio ambiente. É preferível a gente encarar outras fontes energéticas.

3. Energia vinda da água

3.1. A energia cinética da água

Já há muitos séculos que o Homem utiliza a energia cinética da água para acionar máquinas de modo direto.

Tarefa 1:

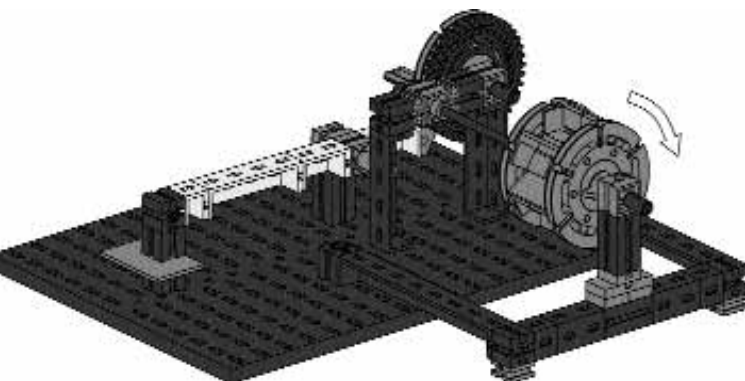
Que máquinas você conhece que são diretamente acionadas pela força hidráulica?

Solução:

- moinho de água
- serraria
- forja

Todas estas máquina possuem o mesmo princípio de acionamento. A água é conduzida a uma roda de água, a roda gira e o movimento é diretamente transmitido à respectiva máquina.

Para melhor compreensão deste princípio de acionamento, você vai agora montar o modelo de uma forja. (Veja instrução de montagem na pág. 4).



Você pode colocar a roda de água por baixo de uma torneira. Observe o sentido de rotação da roda, indicado na instrução de montagem.

Antigamente estas forjas serviam para forjar o ferro em brasa.

Tarefa 2:

Quais são as desvantagens desta forma de utilizar a energia hidráulica?

Solução:

- A energia só pode ser utilizada em locais onde a água corra (em rios ou córregos). Ela não pode ser transportada para outros locais.
- A energia não pode ser armazenada. Ela tem que ser imediatamente utilizada, sempre que estiver disponível.
- A energia só está disponível para um número limitado de finalidades (acionamento de algumas máquinas).

Tarefa 3:

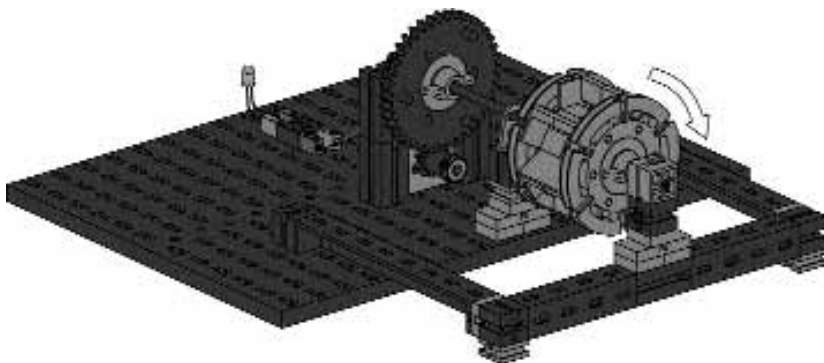
Como é que atualmente é utilizada a força hidráulica?

Solução:

Com a força hidráulica é produzida corrente elétrica, que é utilizada em inúmeros campos.

3.2 Corrente proveniente da força hidráulica

Para ver como a coisa funciona, agora você vai montar o modelo da turbina hidráulica (veja instrução de montagem pág. 7).



Aí, o micromotor solar é utilizado como gerador. Quando a gente roda o eixo do motor, com a ajuda do campo magnético existente no motor é gerada uma tensão que pode ser tomada nos terminais do motor. Se aí conectarmos o LED verde, a corrente passa e o LED acende. Dado que o eixo do motor tem que girar muito rapidamente, o movimento da roda de água ou da roda da turbina é transmitido na relação 1:4. Coloque a roda de água novamente debaixo de uma torneira e deixe a roda girar tão rapidamente de modo que o LED acenda. Preste mais uma vez atenção ao sentido de rotação.

Atenção!

- Esta experiência é ótima para inundar a cozinha ou o banheiro. É legal, mas pode ter conseqüência desagradáveis, porque geralmente os pais não topam a partida. Quando o jato de água bate lateralmente nas pás da turbina hidráulica, a quantidade de salpicos é relativamente reduzida e a roda gira de modo ideal.
- O motor está disposto de maneira que, se você tiver cuidado com o modelo, ele não vai ficar molhado. Também não é ruim se ele apanhar alguns salpicos. No entanto, o motor não deverá ser colocado diretamente por baixo da torneira, nem deverá ser mergulhado na água.
- O LED tem a função exclusiva de mostrar como é possível gerar corrente elétrica com o micromotor solar. Ele não é apropriado para iluminar modelos comuns da fischertechnik. Ele só poderá ser operado com uma tensão máxima de 2V. No caso de uma tensão mais elevada, ele pifa imediatamente. Ele nunca deverá ser ligado a um bloco de alimentação de 9V da fischertechnik.

Tarefa 1:

Quais são as vantagens deste tipo de geração de corrente, se compararmos com a geração a partir de combustíveis fósseis, como óleo ou carvão?

Solução:

neste tipo de geração de corrente não são produzidos gases poluentes do meio ambiente.

Tarefa 2:

Mesmo assim, de que modo é necessário intervir no meio ambiente para poder utilizar a força hidráulica?

Solução:

É necessário construir barragens em lagos ou em rios para que haja sempre bastante água destinada à produção de energia, ao mesmo tempo que é necessário que exista uma altura de queda suficiente para conferir à água a energia cinética necessária ao acionamento da turbina.

Tarefa 3:

Em que regiões se utiliza preferencialmente este tipo de geração de corrente e por quê?

Solução:

- em regiões montanhosas, porque nos vales é possível construir grandes barragens e a água tem condições de cair algumas centenas de metros; daí fica disponível uma enorme energia cinética destinada ao acionamento das turbinas.
- em rios com desnível natural, nos quais a água também pode ser represada.
- no Mar do Norte onde, em centrais elétricas de marés, é utilizada a maré-cheia e a maré-baixa para a geração de corrente elétrica.

Aqui também utilizamos o motor para gerar corrente elétrica e o LED para indicar que a coisa realmente funciona.

Indicação:

é importante que o rotor azul seja montado com o lado correto sobre a fixação vermelha, para que se possam obter o melhor rendimento. Em um dos lados da pá do rotor encontra-se um pequeno peixe. Este símbolo tem que estar orientado na direção do motor.

Se você colocar um secador de cabelo ou um ventilador em frente do rotor, ela começa a girar, ganha velocidade e o LED começa a acender.

Ainda vamos precisar deste modelo, mais tarde, quando abordarmos o tema Armazenamento de energia. Mas você pode desmontá-lo, porque é muito fácil montá-lo novamente.

Tarefa:

Está claro que este tipo de obtenção de energia, tal como a energia hidráulica, não é lesivo para o meio ambiente, pois não são liberados gases nocivos. Mas quais são as desvantagens da força do vento em relação à força hidráulica ou à obtenção convencional de energia a partir do óleo ou do carvão?

Solução:

- A corrente só poderá ser gerada se o vento soprar. O vento não pode ser represado, tal como a água, e utilizado só quando houver necessidade.
- Os críticos afirmam que as centrais eólicas iriam desfigurar a paisagem, pois encontram-se sempre em campo aberto e são visíveis de qualquer ponto.

4. Energia eólica

A força do vento representa mais um outro tipo de geração de corrente elétrica a partir de uma energia regenerativa. Em muitas regiões o vento sopra constantemente. A energia cinética do ar pode ser utilizada e convertida em corrente elétrica.

Vamos ver este tipo de obtenção de energia com base no modelo da central eólica (veja instrução de montagem pág. 10):

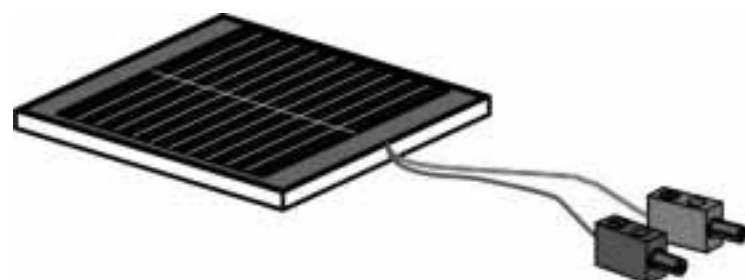


5. Energia solar

Se todas as reservas de combustíveis fósseis da Terra (madeira, carvão, petróleo, gás) fossem queimadas com o fim de gerar energia, haveria uma quantidade tal de energia, que seria radiada pelo sol sobre a terra em simplesmente três dias. Esta imensa e inesgotável reserva energética deverá ser aproveitada, para que daí se possa obter energia elétrica (com a ajuda de células solares).

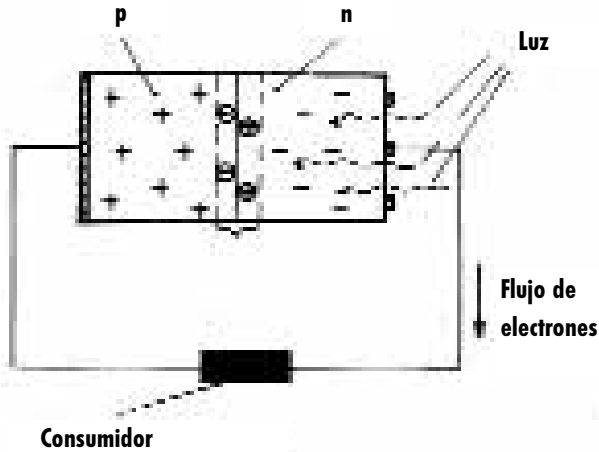
5.1 A célula solar

Mas o que é concretamente uma célula solar e como é que com ela é possível converter a luz solar em energia elétrica? As células solares são com-



postas de silício. Os blocos de silício são serrados em discos com uma espessura aproximada de 0,5 milímetros. Na fase seguinte estes discos são dopados com diversos átomos estranhos, ou seja, são poluídos propositalmente, o que provoca um desequilíbrio na estrutura do silício. Daí resultam duas camadas diferentes, a camada p positiva e a camada n negativa.

Falando de uma maneira mais simples, pode dizer-se que o fluxo elétrico de corrente é formado pelo fato de os elétrons da camada n, excitados pela luz incidente, se deslocarem para a camada p através do consumidor conectado (p.ex. motor).

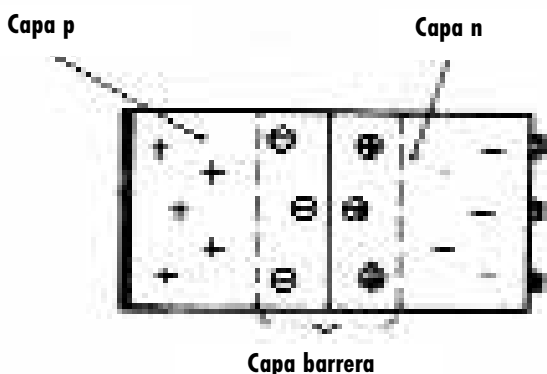


Para todos os físicos interessados, segue uma explicação ainda mais detalhada sobre a maneira como na célula solar é gerada corrente:

na camada n do silício forma-se um excesso de elétrons, uma vez que o átomo estranho adicionado possui mais elétrons que o silício, ou seja, neste lado estão zumbindo elétrons livres. Estes elétrons podem percorrer determinados percursos, caso possuam energia suficiente.

Opostamente, no lado positivo (camada p) faltam elétrons, porque o átomo adicionado possui um menor número de elétrons livres que o silício, surgindo daí os chamados buracos. Estes buracos podem receber elétrons, caso existam alguns nas proximidades. Agora os elétrons livres migram da camada n para a camada p e preenchem os buracos.

Mas como os elétrons não podem migrar indefinidamente para os buracos porque não possuem energia suficiente, só são preenchidos buracos em uma determinada área no centro. Esta área é denominada de junção ou de camada dielétrica.



Quanto mais luz (energia) incidir sobre a célula, mais mobilidade os elétrons adquirem, ou seja, eles têm condições de continuar a migrar. Quando a célula solar é conectada a um consumidor (motor, lâmpada ou semelhante), eles têm a tendência de movimentar-se nesse sentido (como se fosse um efeito de sucção). Dado que se pode imaginar o fluxo de corrente como se fosse um circuito, os elétrons regressam sempre à camada n, migrando em seguida para a camada p. sendo que este fluxo de elétrons faz com que a corrente flua, ou seja, o motor gira.

Você agora vai testar este comportamento, ligando unicamente uma célula solar ao motor solar da nosso kit, experimentando depois quanta luz é necessária para colocar o motor em movimento.



A célula solar fornece uma tensão de 0,6V e uma corrente máxima de aprox. 930mA. O motor possui uma tensão nominal de 2V, mas já começa a girar a partir dos 0,3V (com marcha em vazio, sem que o eixo do motor tenha que acionar um modelo). Isso significa que ele pode ser acionado com uma única célula solar.

Experiência 1:

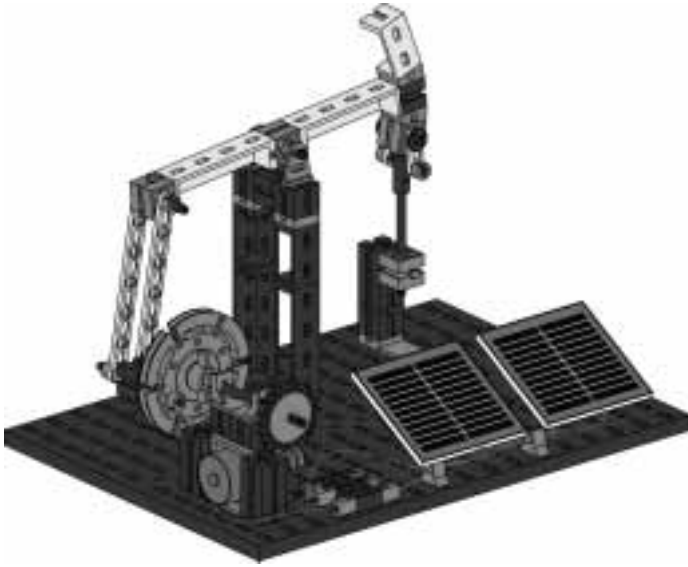
Verifique quanta luz é necessária para que o motor gire. Para isso você pode utilizar uma lâmpada de incandescência (lâmpadas fluorescentes não são apropriadas para esse fim). Talvez você tenha bastante luz solar no seu quarto, de modo que o motor possa se mover sem a necessidade de uma fonte luminosa adicional.

Experiência 2:

Se você tiver um amperímetro e voltímetro, poderá medir a tensão, a partir da qual o motor gira e qual a corrente que flui. Você vai verificar que o motor, se for acionado por uma só célula, não pode desenvolver muita força. Se a gente quiser acionar um modelo da fischertechnik, existem diversas possibilidades para obter mais potência do motor.

5.2 Conexão em série de células solares

Monte o modelo da bomba de óleo (veja instrução de montagem pág. 12).



Em regiões desérticas, onde tem sol permanentemente, com uma bomba de óleo é possível extrair petróleo do subsolo, por exemplo. Para acionar este modelo, o motor necessita uma tensão de partida muito elevada para que possa começar a girar. Por isso, duas células solares vão ser conectadas em série, tal como descrito na instrução de montagem. Desta maneira são adicionadas as tensões de ambas as células solares.

Tarefa 1:

Qual é a tensão máxima que agora está aplicada ao motor?

Solução:

$$2 \cdot 0,6V = 1,2V$$

Tarefa 2:

Qual é a corrente máxima que está disponível?

Solução:

no caso da conexão em série, a corrente que circula entre as duas células solares permanece constante. Ela apresenta um máximo de 930mA.

Tarefa 3:

Neste modelo, qual é a tensão que o motor necessita para começar a girar? Quanta corrente ele absorve?

(É claro que você só pode responder a esta pergunta se tiver um aparelho de medição. Os valores medidos também dependem da forma como a bomba foi montada e da posição em que ela vai partir).

Solução:

Tensão: aprox.. 0,5V

Corrente aprox.. 20mA

5.3 Conexão paralela de células solares

Monte o modelo do balanço giratório (veja instrução de montagem pág. 16). Quando montar o dele, preste atenção para que todos os eixos e todas as rodas dentadas possam se mover facilmente.



Neste modelo o motor não deverá girar muito rapidamente, senão os assentos do balanço giratório saltam fora. Mas o modelo deverá movimentar-se mesmo com pouca luz. Por isso ambas as células solares são conectadas em paralelo.

No caso da conexão em paralelo, a tensão permanece idêntica, como se fosse só uma célula. Assim, esta célula dupla, que apresenta uma superfície maior, com a mesma luminosidade pode fornecer mais corrente que uma única célula.

Experiência 1:

Descubra qual é a luminosidade necessária para que o balanço giratório se movimente.

Experiência 2:

Tente operar o modelo com um única célula solar e constate qual é a luminosidade necessária.

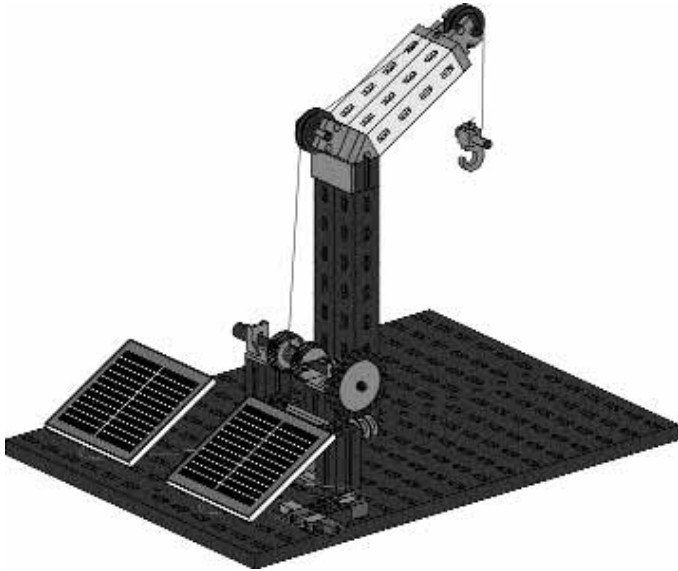
Experiência 3:

Conecte ambas as células solares em série (como no caso da bomba de óleo, diagrama veja instrução de montagem pág. 13). Você mesmo pode avaliar se as pessoas estão passando bem.

5.4 Conexão antiparalela de células solares

Mas o que é isso agora? Muito simples: duas células solares são conectadas em paralelo, de modo que o pólo positivo de uma célula solar é ligado ao pólo negativo da outra célula. E com os modelos seguintes vamos demonstrar o que é possível fazer com isso:

Modelo de guindaste (veja instrução de montagem pág. 20)

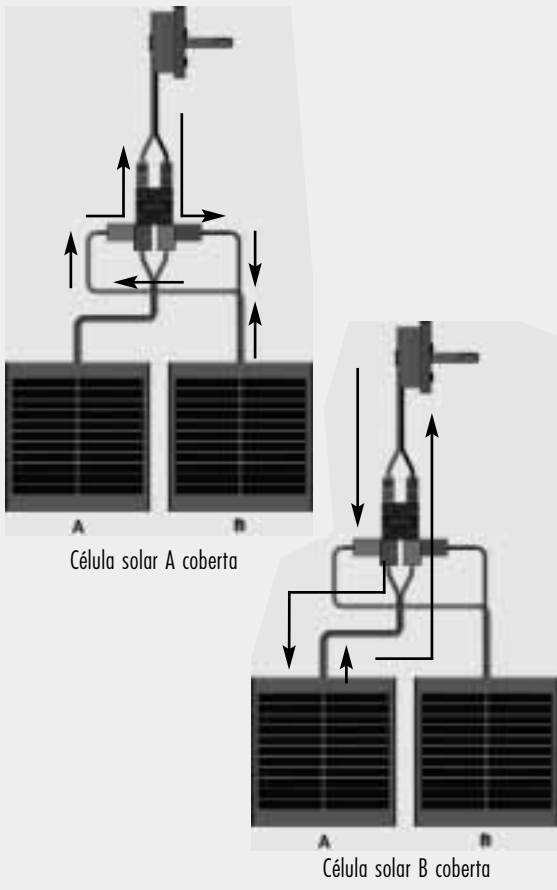


Neste modelo vamos utilizar a energia solar para elevar uma carga. O truque na conexão antiparalela, é que o motor não se movimenta enquanto ambas as células estiverem iluminadas uniformemente. Se você cobrir uma célula solar, o motor se move em uma direção, se você cobrir a segunda célula, o motor se move na outra direção. Deste modo, com duas células solares é possível substituir uma chave comutadora de pólos.

Tarefa 1:

Faça um esboço para ver neste modelo como se processa a inversão do sentido de rotação do motor (ou o sentido da corrente no motor) quando é coberta uma célula solar.

Solução:



Tarefa 2:

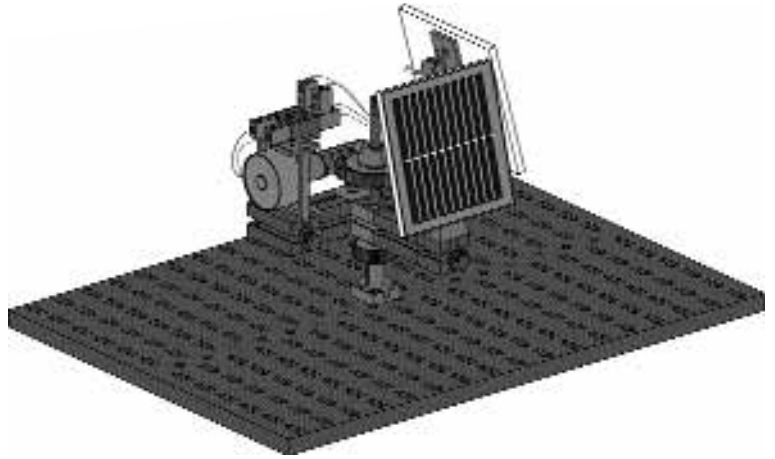
O que é necessário fazer para que o guindaste eleve uma carga mais pesada?

Solução:

- conectar as duas células solares em série (no entanto o motor só gira em um sentido)
- elevar a desmultiplicação da engrenagem, substituindo a roda dentada de 20 dentes pela roda dentada de 40 dentes. Para isso é necessário fazer uma modificação no guindaste.

Modelo de orientação das células solares

Uma outra aplicação da conexão antiparalela é a orientação das células solares (veja instrução de montagem pág. 24).



Este dispositivo simples permite que as células solares acompanhem o sol, orientando-se por ele como se fossem uma bússola. A ponta, na qual ambas as células solares se encontram, está sempre orientada na direção do sol. Preste atenção à correta ligação dos cabos, senão é possível que o modelo se afaste do sol, em vez de se orientar por ele.

Tarefa 1:

Como funciona este simples princípio da orientação das células solares?

Solução:

Se a ponta apontar para o sol, ambas as células estão sendo iluminadas e o motor não se movimenta. Se o sol se deslocar, uma das duas células receberá mais iluminação. O motor começa a girar e continuará girando até que as duas células recebam uma iluminação uniforme.

Tarefa 2:

Para que finalidade se utiliza um tal dispositivo?

Solução:

geralmente para células solares. Para que elas sejam sempre iluminadas pelo sol de forma otimizada, a gente faz com que elas acompanhem o sol. Na realidade isto é freqüentemente comandado pelo computador e programado com software bastante complicado. Mas, como vemos, a coisa também pode ser feita de maneira bem simples.

6. Armazenagem de energia elétrica

Primeiramente queremos saber por que é necessário armazenar energia proveniente de fontes de energia regenerativas.

Monte o modelo do veículo solar (veja instrução de montagem pág. 27). Ele é acionado por duas células solares.



Tarefa 1:

Como é que as células estão conectadas entre si e por quê?

Solução:

As células estão conectadas em série porque o motor está muito sobrecarregado e, por isso, necessita uma tensão de partida muito elevada.

Ensaio:

Descubra qual a fonte luminosa que é necessária para acionar o veículo solar e qual é a velocidade máxima que ele pode alcançar (de preferência ao ar livre).

Seguramente que durante as experiências você já constatou que este tipo de acionamento apresenta uma desvantagem muito grande. O veículo pára logo que esteja fora da fonte luminosa ou na sombra. Assim é difícil ir para a frente.

Teríamos muito mais independência se o veículo fosse abastecido por um acumulador de energia, carregado com energia regenerativa e através do qual o veículo pudesse ser acionado durante um determinado período, sem estar dependendo de ninguém.

6.1 Acumulador de energia Goldcap



Um tal acumulador de energia é o Goldcap, que integra o kit.

Um Goldcap não tem nada a ver com ouro ou com liga de ouro. A designação é o nome comercial deste capacitor

Ele é composto de duas peças de carvão ativado, separadas entre si por uma fina camada isoladora. O Goldcap se caracteriza por sua capacidade extremamente elevada. O capacitor que utilizamos possui uma capacidade de 10F (Farad). Capacitores comuns possuem capacidades de alguns μ -Farad ($=0,000001$ F).

O Goldcap pode ser utilizado como se fosse uma pequena bateria recarregável. A vantagem em relação a uma bateria, é que o Goldcap pode ser rapidamente carregado, não existe o perigo de ser sobrecarregado e também não conhece descargas totais.

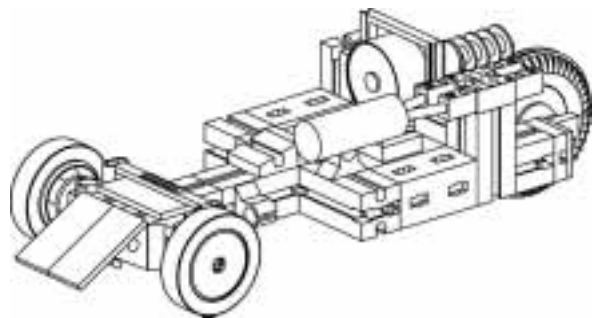
Mas atenção!!

Nunca conectar o Goldcap a uma tensão superior a 2,3V, porque então existe perigo de explosão! Por isso, nunca ligar o Goldcap a um bloco de alimentação normal de 9V da fischertechnik!

Quando você montar os plugues no Goldcap, preste atenção à polaridade correta dos plugues (plugue verde ligado ao negativo). Também se recomenda que os dois fios de ligação do Goldcap sejam cortados ao mesmo comprimento.

6.2 Carregar o Goldcap com energia solar

Para carregar o Goldcap, ligá-lo a duas células solares conectadas em série. O plugue vermelho do Goldcap (+) é ligado com o plugue vermelho da primeira célula solar, o plugue verde do Goldcap (-) é ligado com o plugue verde da segunda célula solar. Carregue o Goldcap durante aprox. 10 minutos, p.ex. debaixo de uma lâmpada de incandescência de 100 W e a uma distância de 40 cm da lâmpada (se a distância for menor a célula solar esquenta demais), ou então à luz do sol. Depois de ter carregado o Goldcap, ligue-o ao motor, em vez de ligar às células solares.



Tarefa 1:

Por que o veículo se desloca tão lentamente e pára pouco tempo depois?

Solução:

com ambas as células solares, só é possível carregar o Goldcap com uma tensão de 1,2V. Ele só fica carregado pela metade, só podendo acionar o veículo por um curto espaço de tempo. É claro que assim não tem grande vantagem. Mas você vai ver que é possível fazer melhor.

Tarefa 2:

quantas células solares seria necessárias para carregar completamente o Goldcap?

Solução:

4 células•0,6V=2,4V. Assim o acumulador poderia ficar completamente cheio.

Indicação:

se o Goldcap for carregado através de células solares, logo que fique escuro ele se descarregará através das células solares conectadas. Isso significa que o Goldcap só deverá estar conectado com as células solares enquanto estas estiverem sendo iluminadas.

Experiência 2:

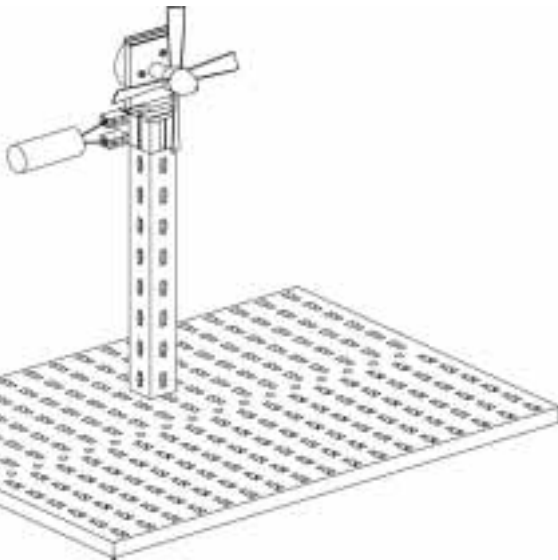
Experimente qual é a autonomia do veículo com o tanque cheio. Qual é a velocidade que ele atinge? O resultado depende de o veículo trafegar em piso liso ou em carpete e também do grau de carregamento do Goldcap.

6.3 Carregar o Goldcap com energia eólica

Agora vamos carregar o acumulador de energia com energia eólica. Monte outra vez a central eólica (veja instrução de montagem pág.10). Mas agora você vai ligar o Goldcap e não os LEDs. Do veículo solar só é necessário retirar o motor. Os outros componentes para a central eólica ainda estão no kit. Ligar o pólo positivo do motor (vermelho) ao pólo positivo do Goldcap (vermelho).

7. E agora?

Através do kit Eco Power você ficou conhecendo diversas possibilidades de gerar e utilizar corrente elétrica a partir de energias regenerativas. Especialmente a técnica solar é excelentemente apropriada para acionar modelos da fischertechnik. Se os modelos forem maiores e mais pesados que aqueles que estão representados no kit, certamente que serão necessárias algumas células solares adicionais, que terão de ser conectadas em série. Estas células podem ser facilmente adquiridas junto do serviço de peças avulsas da fischertechnik. Deste modo é possível ampliar o sistema solar, que neste kit começou com modelos bem simples.



Depois, com um ventilador ou com um secador de cabelo, faça girar a pá. O motor funciona novamente como gerador e carrega o Goldcap. No início a pá tem uma certa dificuldade em girar, mas à medida que o acumulador vai sendo carregado, também vai sendo menor a dificuldade em girar. Se você retirar o secador, a energia do Goldcap volta a acionar o motor. Mas cuidado, porque o acumulador vai descarregando. O Goldcap deveria ser carregado durante aprox. 20 minutos.

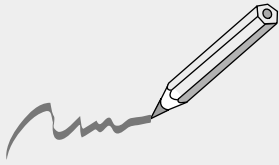
Experiência 1:

Ao mesmo tempo que você está carregando, também pode medir a tensão no Goldcap (caso você tenha um aparelho de medição). Você pode ler o estado de carga do Goldcap. Quanto mais rápido girar a pá, mais elevada é a tensão que pode ser gerada e o Goldcap pode ser mais carregado mais completamente (até um máximo de 2,3V).





A large rectangular area filled with horizontal dotted lines, intended for writing or drawing.



A large area of the page is filled with horizontal dotted lines, providing a guide for handwriting practice. The lines are evenly spaced and extend across most of the width of the page.



A large rectangular area filled with horizontal dotted lines, intended for writing or drawing.

PROFI: eco Power

fischerwerke

Artur Fischer GmbH & Co. KG

Weinhalde 14-18

D-72178 Waldachtal

Telefon: 0 74 43/12-43 69

Fax: 0 74 43/12-45 91

email: fischertechnik@fischerwerke.de

<http://www.fischertechnik.de>

62 962 - ZE • Printed in Germany • Technische Änderungen vorbehalten • Subject to technical modifications

fischertechnik [®]  [®]

再生能源

目錄

再生能源：從可再生能源獲得的能量	第2頁
能量是甚麼	第3頁
從水而來的能量	
水的動能	第4頁
以水能產生電力	第5頁
風力發電	第6頁
太陽能	
太陽能電池	第7頁
串聯連接太陽能電池	第9頁
並聯連接太陽能電池	第10頁
太陽能電池橋式線路連接法	第11頁
太陽能電池追蹤系統	第12頁
儲存電能	
Goldcap能量儲存器	第13頁
用太陽能電池為Goldcap充電	第14頁
以風力為Goldcap充電	第15頁
跟著做甚麼？	第16頁



再生能源： 從可再生能源 獲得的能量

我們每天都需要大量能量(energy)。看看我們每天的日常生活情況就會知道：

每天早上，收音機鬧鐘會把我們叫醒。當然，它要從電源插頭取電，才能運作。然後起床，開啓電燈，再來一個暖水浴。淋浴的暖水也是要經燃油(oil)或煤氣(gas)作燃料的中央供熱系統加熱而得的。之後，我們以電風筒吹乾頭髮。吃早餐時不覺寒冷，是因為中央供熱系統亦已為我們的居所供應暖氣。沖茶用的熱水是用電爐或煤氣爐煮沸的，而牛油放在冰箱裡就可以保持新鮮及硬度。我們亦可以一邊吃早餐，一邊開著電視機或收音機，聽取最新的新聞及天氣報告。然後我們乘搭公共汽車或其他交通工具上學，這些交通工具都需要燃油來開動的。

我們可以繼續花很長的時間來描述我們對能量的需要，這個清單甚至可以無止境地加長，但簡言之，我們需要極大量的能量。

這些能量從何而來？一大部份是從礦物燃料(fossil fuel)，如石油(oil)、天然氣(gas)及煤炭(coal)而來的。另一大部份是由核能(nuclear power)提供，但這些能源都有很大的缺點。

- 地球上的礦物燃料供應是有限的。
- 燃燒石油及煤炭時會產生污染物(pollutants)，因而污染環境。而燃燒時產生的二氧化碳(CO₂)，就是全球持續氣候變暖(溫室效應 greenhouse effect)的原因。
- 核能發電廠雖然有很高的安全標準，但仍不免令人擔心會因意外而產生幅射洩漏。此外，其產生的放射性廢料(radioactive waste)會持續數千年發出有害的幅射。

因此，我們有足夠的原因，尋找能夠與環境相容、並能有無限量供應的替代能源(alternative energy)。這些替代能源其實是存在的，我們稱之為可再生(regenerative)或可更新(renewable)能源。在這套再生能源組件包(Eco Power Kit)，我們會探討從水、風及太陽所產生的能量。透過不同的模型，你會看到如何利用上述元素產生並儲存電力，以及利用所儲存的電力來推動慧魚的模型。

就讓我們一起開始這趣味之旅吧！

能量是甚麼

我們經常提到能量(Energy)，但它究竟是甚麼，我們又如何量度它呢？

能量是引至物體工作(perform work)的能力。能量的量度單位是焦耳(Joule, J)。

能量可以不同的形式出現，舉例說：

- 動能(kinetic energy)：一件物體移動時釋放的能量
- 位能(potential energy)：一件物體於特定高度時內存的能量
- 電能(electrical power)：以電力或電流形式出現

電能亦可以千瓦時(度)(Kilowatt hours, kWh)來表達。其中：

Kilo = 1000

Watt = 瓦，是功率的量度單位

Hours = 經過的時間(以小時量度)

例如：

一個功率100瓦的燈泡，點亮10小時，

所需能量 = $100\text{W} \times 10\text{h} = 1000\text{Wh} = 1\text{kWh}$

為使我們更具體了解1千瓦時(度)(kWh)究竟有多少能量，讓我們進行以下實驗：

一台單車的發電功率是3瓦(W)。如要以單車發電，就要轉動車輪，使車輪的動能轉化為電能。

任務1：

踏動單車1小時，能轉化多少能量？

答案：

轉化能量 = $3\text{瓦(W)} \times 1\text{小時(h)} = 3\text{瓦時(Wh)} = 0.003\text{千瓦時(度)(kWh)}$

任務2：

如果希望轉化1千瓦時(度)(kWh)的能量，需要踏單車多久？

答案：

由於 能量 = 功率 × 時間；

所以 所需時間 = 能量 / 功率 = $1\text{kWh} / 3\text{W} = 333.33\text{小時}$

333.33小時相當於13.88日。我們需要不斷踏單車差不多14日，才能產生1千瓦時(度)的能量，供一個功率100瓦的燈泡使用10小時。

一個4人家庭，每年平均需要約4000千瓦時(度)的能量，因此我們不難看到，以騎單車來發電是行不通的，我們需要找尋其他的環保能源。

從水而來的能量

水的動能 (The kinetic energy of water)

幾百年前，人類已開始應用水的動能來直接推動機器。

任務1：

有甚麼機械設備是直接使用水力推動的呢？

答案：

水車 (watermills)

水力鋸床 (sawmills)

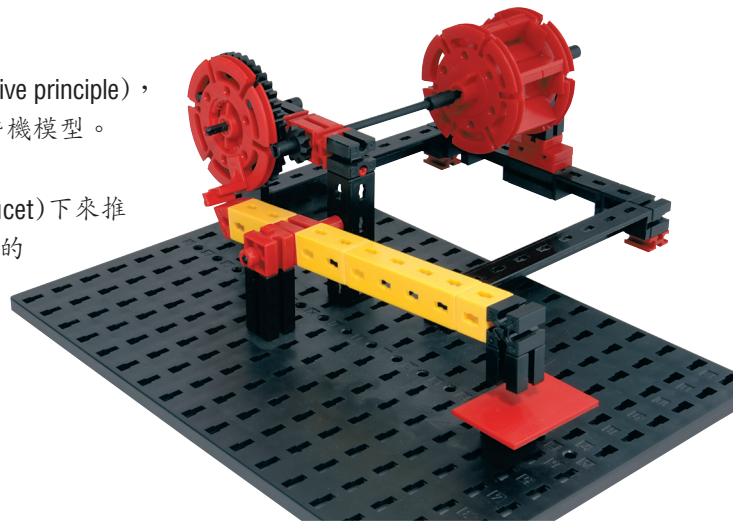
水力鎚磨機 (hammer - mills)

這些機器的驅動原理是一樣的。水被引進到水輪 (waterwheel) 上，使之轉動，再由水輪直接帶動相關機器。

為使我們更具體了解驅動的原理 (drive principle)，請按組裝說明書 p.4，組裝水力鎚磨機模型。

你可以把水輪置於水龍頭 (water faucet) 下來推動水輪。請留意組裝說明書中指示的水輪轉動方向。

以前，人們就是把燒紅的鐵塊放在水力鎚磨機下來鎚打鍛造 (forge)。



任務2：

以這種利用水能 (water power) 的方式有何缺點？



答案：

- 只能在有水流動的地方 (例如：河流、溪澗) 才能使用，它不能運送到其他地方。
- 能量不能儲存，它必須在取得能量後立即使用。
- 水能量只能作有限的用途 (只能驅動幾種不同的機器)。

任務3：

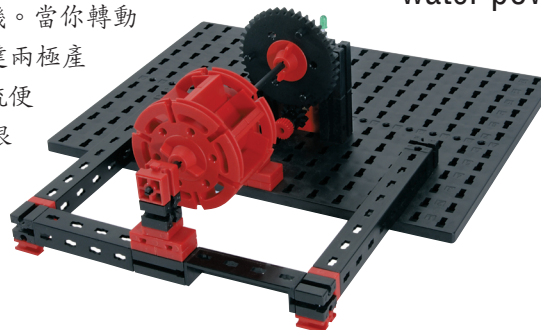
水能現今有何應用？

答案：

我們會利用水力來發電，然後使用在不同地方。

請按組裝說明書p.7，組裝水力渦輪機(hydraulic turbine)模型，以便了解水能發電的原理。

此模型使用太陽能微形馬達(solar micro-motor)作為發電機。當你轉動馬達的軸心(shaft)時，馬達的磁場(magnetic field)會令馬達兩極產生電壓(voltage)。我們若以綠色LED燈接通馬達兩極，電流便通過LED燈，使LED燈點亮。由於馬達的軸心需要轉動得很快，才能產生足夠的電壓來點亮LED燈，所以水輪或渦輪的轉動，會以1:4的比例增速後才驅動馬達。請把水輪置於水龍頭下推動水輪。使水輪快速轉動而令LED燈點亮。請留意水輪轉動的方向。



以水能產生電力
(Electric power from
water power)



注意：

- 進行此實驗很容易令你的浴室或廚房水浸。請小心操作，以免你的父母對你不客氣。如果你能讓水柱只射向渦輪機葉片(blade)的側面，就會產生較少的水花，而輪子也可以轉動得較為理想。
- 小心處理模型，不要讓馬達直接置於水龍頭下甚至浸入水中。但少量水花濺於馬達上則不會影響馬達的表現。
- LED燈只是用來解說如何使用太陽能馬達來產生電流。LED燈最高只能承受2V電壓，所以不適用於其他慧魚的模型使用。高於2V電壓時，LED燈就會即時燒掉，所以在任何情況下都不能把LED燈接於慧魚的9V電源。

任務1：

用此方法發電，相對於使用礦物燃料(如石油、煤炭)有何優點?

答案：

此發電方法不會產生污染性的煙霧(polluting fumes)。



任務2：

若利用水能，四週的環境要先受到那種形式的介入(intervention)?

答案：

需要先在河流或湖泊上建造堤壩，以確保經常有足夠的水量產生電力。另外要讓水流有足夠的落差(drop)，產生足夠的位能(potential)來轉動渦輪機(turbines)。

任務3：

此發電方法適合於何種地形使用。為甚麼?

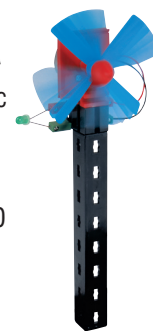
答案：

- 適用於山區地形。因為可利用山谷與堤壩結合，建立幾百米落差的堤壩，因此產生巨大力量驅動渦輪機。
- 於有自然天然落差(例如：瀑布)的河流上築堤而成。
- 在北海(North Sea)，利用潮汐(tides)的漲退驅動潮汐發電機(tidal power station)來發電。

風力發電 (Wind Energy)

風力(wind power)是另一種用來發電的可再生能源。很多地區經常持續地刮起大風，我們可利用空氣的動能(kinetic energy)把它轉化為電能(electric energy)。

我們會用風力發電機模型來說明如何利用風力發電。請按組裝說明書p.10來組裝模型。我們會使用馬達作發電機，並以LED燈來顯示風力真的可以用來發電。



備註：

藍色的旋翼(rotor)要朝正確的方向安裝於紅色轉軸(take up)上，才能達到最佳的發電效率。你會看見旋翼葉片的其中一道有個小魚(small fish)標記。這個標誌必須面向馬達。

現在你用電風筒或座枱電風扇正面吹向旋翼(Rotor)。旋翼便會開始轉動，當它越轉越快時，LED燈就會亮起來。

我們探討能量儲存(storing energy)的課題時，會再使用本模型。但你現在可以把它先行還原，因為要再組裝亦很容易。



任務：

風力發電與水力發電一樣，不會排出污染物，因此能與環境相容。但風力發電和水力發電，與用傳統的能源(如石油或煤炭)發電來比較，又有何缺點？

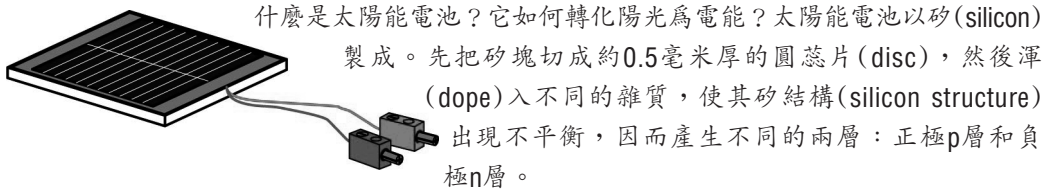
答案：

- 有風才能發電，而風卻不能像水一般儲存於水庫，以便需要時使用。
- 有人批評風力發電站會破壞當地風景，因為這些發電站都是建於空曠地帶，即使很遠都可看見。
- 風力發電站令很多雀鳥死亡。

我們即使把地球所有的礦物燃料(木、煤炭、石油、天然氣)全部燃燒，所產生的能量也只相當於太陽照射地球3天的能量。我們的任務就是要使用這個極為豐富，而且用之不盡的能源來產生電能(electric energy)，即利用太陽能電池(solar cell)發電了。

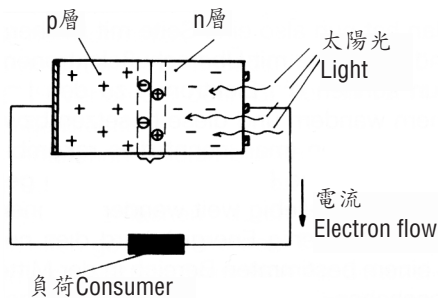
太陽能 (Solar energy)

太陽能電池 (Solar cell)



簡單來說，當太陽光照射在太陽能電池上，電子(electrons)會由n層，通過連接的組件(如馬達)流向p層而產生電流。

以下的解說，適合希望了解太陽能電池原理的讀者。

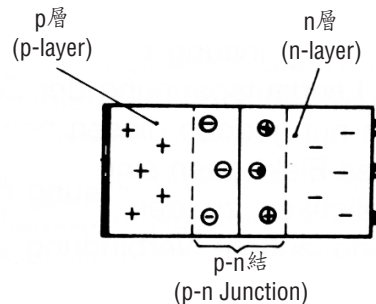


由於n層內的雜質比矽有較多電子，n層會出現一些盈餘(surplus)的電子。這些自由電子(free electrons)在n層內游離，如有足夠的能量，這些電子可移動一定的距離。

同時p層卻少了電子，因為此處雜質的電子較矽少。這樣，p層內就會形成了一些洞(holes)。這些洞可吸取附近游離的電子，所以n層的游離電子就會移向p層，填滿p層的洞。

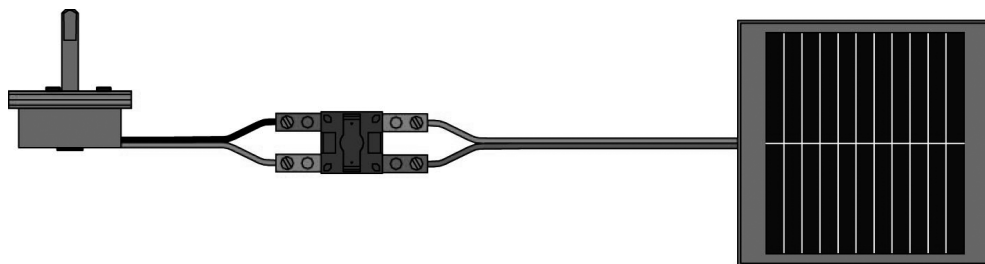
但由於這些游離電子的能量很少，不能隨意移到p層，所以只有兩層中間的洞會被填滿，形成p-n結(p-n junction)。

照射在太陽能電池上的陽光越多，游離電子的能量便會越大，其活動範圍也會越廣。當太陽能電池連接上元件(如馬達、燈或類似元件)時，電子由n層經過元件流向p層，就像被吸住一樣，不斷從n層流向p層，形成一個循環。電子的流動便形成電流(current)，推動馬達轉動。



現在我們把一個太陽能電池連接到組件包內的太陽能馬達(solar motor)，試試需要多少陽光才能令馬達轉動。

這些太陽能電池提供的電壓為0.6V，最大電流(current)大概為930mA。太陽能馬達的標準電壓(rated voltage)為2V，但若是空轉不負載，在0.3V時已經能開始轉動。因此一個太陽能電池便能驅動它。



實驗1：

請找出要到何等的光度，馬達才開始轉動。注意在這個實驗中，你必須使用白熱燈泡(incandescent bulb)，螢光燈/光管(fluorescent bulb)並不適用。如果房間的陽光足夠的話，可能不需額外光源已能轉動馬達。

實驗2：

如有量度電流及電壓的儀表(current and voltage measurement device)，你可量度馬達開始轉動時的電壓，以及電流的流量。
你會發現單獨使用一個太陽能電池，是不能產生很大的功率。
現在，要推動慧魚的模型，我們就可以有更多不同選擇來增加馬達的動力了。

按組裝說明書p.12來組裝油泵模型(oil pump model)。



串聯連接
太陽能電池
(Series connection of
solar cells)

利用這樣的油泵，你可以利用沙漠源源不絕的陽光，把石油從地球深處泵上來。要驅動這個模型，馬達(motor)需要較高的起動電壓(starting voltage)才可以，因此兩個太陽能電池(solar cells)被串聯連接在一起，以提供雙倍的電壓。

任務1：

提供給馬達的最高電壓是多少？

答案：

$2 \times 0.6V = 1.2V$

任務2：

能輸出給馬達的最大電流(current)是多少？

答案：

在串聯連接的電池組合中，通過電池的電流會維持不變，即恆量(constant)，最高值是930mA。

任務3：

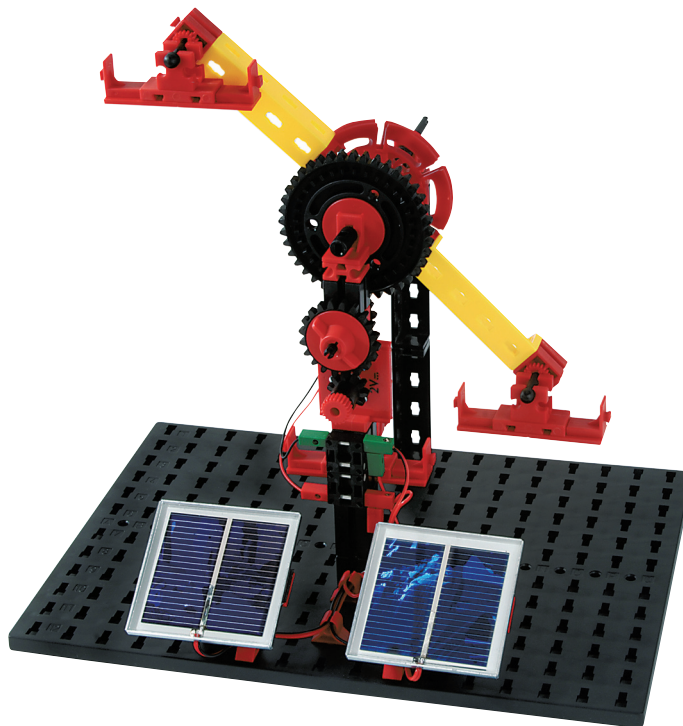
需要多少電壓才能推動此模型？電流是多少？
(你當然需要有量度電流和電壓的儀表才能回答這個問題。另外，油泵的磨擦力和起動位置都會影響數值)

答案：

電壓大約0.5V；電流約20mA。

並聯連接 太陽能電池 (Parallel connection of solar cells)

按組裝說明書p.16，來組裝摩天輪(rotating swing)模型。請確保組裝時，所有軸心(axles)和嵌齒輪(cogwheels)都能轉動自如。



本模型的馬達不能轉得太快，否則摩天輪上的座位便很容易翻倒。此模型應該使用極少量的光源便能起動。因此，兩個太陽能電池是並聯連接的。

在並聯連接中，所產生的電壓(voltage)跟一個電池(cell)相同。但由於這個雙重電池(double cell)的表面面積增加了，因此在同一照射條件下，能產生的電流也較多。

實驗1：

找出要到何等光度，摩天輪才開始轉動。



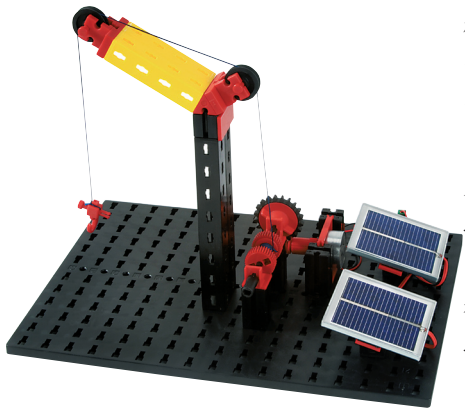
實驗2：

試驗只由一個太陽能電池去驅動模型，看看要到何等光度，摩天輪才開始轉動。



實驗3：

試把兩個太陽能電池以串聯方法(series)連接(跟組裝油泵一樣，連接圖見組裝說明書p.13)。你認為摩天輪上的乘客會感到暈旋嗎？



橋式線路連接方法其實個簡單：把兩個太陽能電池並聯連接，但一個電池的正極連接到另一個電池的負極。

左圖是起重機模型(見組裝說明書p.20)說明這個連接法的用途。

利用太陽能，本模型能吊起重物。但這個反並聯連接法(anti-parallel connection)考妙之處是，當兩塊太陽能電池受相同光度照射時，馬達不會移動。但掩蓋其中一塊太陽能電池時，馬達會向一個方向移動；若掩蓋另一塊太陽能電池時，馬達即向相反方向移動。這樣，你便可以用兩塊太陽能電池，來代替一個雙向電掣(pole reversing switch)。

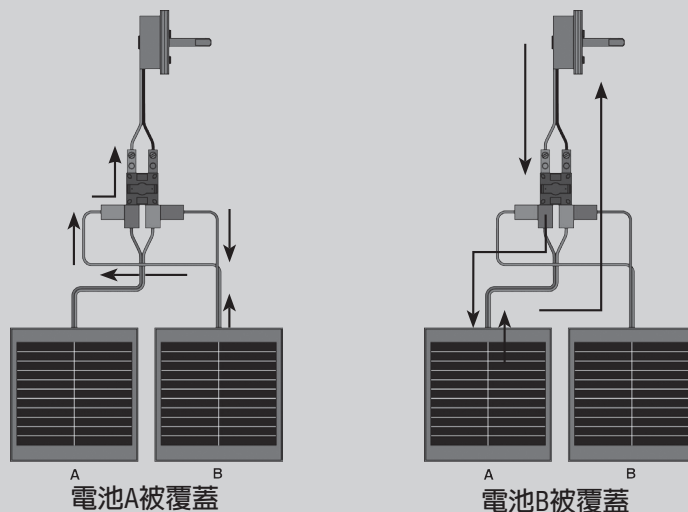
動；若掩蓋另一塊太陽能電池時，馬達即向相反方向移動。這樣，你便可以用兩塊太陽能電池，來代替一個雙向電掣(pole reversing switch)。

太陽能電池 橋式線路連接法 (Bridge circuit connection of solar cells)

任務1：

繪畫一幅草圖，說明當你掩蓋其中一個電池時，馬達的轉動方向如何變化。

答案：



任務2：

如何讓起重機吊起更重的物件？

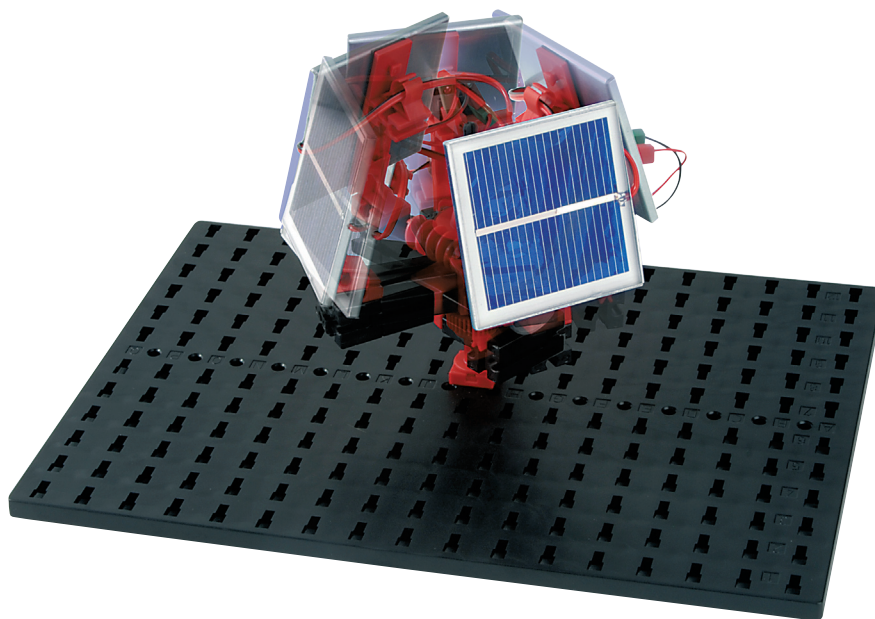
答案：

- 串聯連接兩個太陽能電池(如果這樣，馬達則只能向一個方向轉動)
- 增加減速比率。例如以一個40齒的嵌齒輪(cogwheel)來代替20齒的嵌齒輪。不過，你需要重新組裝起重機才行。



太陽能電池 追蹤系統 (Solar cell tracker system)

反並聯連接法的另一個用途是一個太陽能電池追蹤系統(見組裝說明書p.24頁)。



這個簡單的裝置，能讓太陽能電池跟著太陽移動，就像指南針只指向北方般一直指向太陽。也就是說，兩塊太陽能電池交接之處(tip)，都會永遠指著太陽的方向。當組裝模型時，你要注意正確連接電線的方法，否則模型會避開太陽，而不是跟著它走。



任務1：
這個簡單的太陽能電池追蹤系統如何運作？

答案：
當兩塊太陽能電池交接之處(tip)指向太陽方向，兩個電池同時受到照射，馬達便不轉動。當太陽移位，其中一塊電池受到較多照射，馬達開始轉動，並移動電池位置，直至兩個電池再次受到相同幅度的照射。

任務2：
這樣的裝置可用於何處？

答案：
主要用於太陽能電池，以確保它們隨時都可從太陽獲得最佳照射。在現實中，這個功能往往由電腦及非常昂貴的軟件來控制。但事實上，你可看到簡單的方法也能達到同樣效果。





接下來我們來看看為什麼需要儲存由再生能源生產出來的能量。組裝太陽能電池車模型(見組裝說明書p.27)。它由兩個太陽能電池驅動。

儲存電能 (Storing electric energy)

任務1：

這兩個電池如何連接起來？為甚麼要這樣連接？

答案：

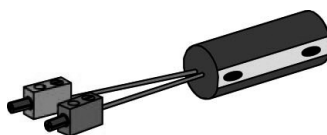
電池是串聯連接(series)的。因為馬達(motor)的負載重，所以需要較高的起始電壓(initial voltage)。

實驗：

找出需要甚麼光源來驅動這輛太陽能電池車。它的最高速度是多少？(最好於戶外進行)

在實驗中，你一定留意到一個重要的缺點。那就是當車輛離開光源，或在陰暗地方時，車輛就會停下來。這樣當然前進不多遠了。

如果我們能為車輛加上一個可以由再生能源(regenerative energy)充電的能量儲存器，我們便會獨立一些，可以不受風吹或天氣影響而繼續運行一段時間。



再生能源組件包中有一個Goldcap能量儲存器。Goldcap其實與金或金的合金無關，它只是這種電容器的商標。

Goldcap能量儲存器 (Energy Storage)

它由兩張活性碳(active carbon)組成，中間並有很薄的絕緣層(insulation layer)相隔。Goldcap有很高的容量(capacity)。我們所用的電容器有10法拉(farad, F)的容量。一般的電容只有幾個微法拉(micro farad, 即0.000001F)的容量。

你可以把Goldcap當成一個小電池來使用。相對於電池，Goldcap的好處是能快速充電。使用太陽能電池來充電時，它亦不會被過度充電(overcharged)或漏電(drained)。

注意：

請不要把Goldcap連接高於2.3V電壓(voltage)的器具，否則會有爆炸的危險。因此請不要把Goldcap接到慧魚的9V電源盒(power supply)。

連接Goldcap時要注意正負極(polarity of terminals)。綠色端(green terminal)應連接負極(minus)。我們建議你把Goldcap的連接線(connection wires)剪至相同長度。

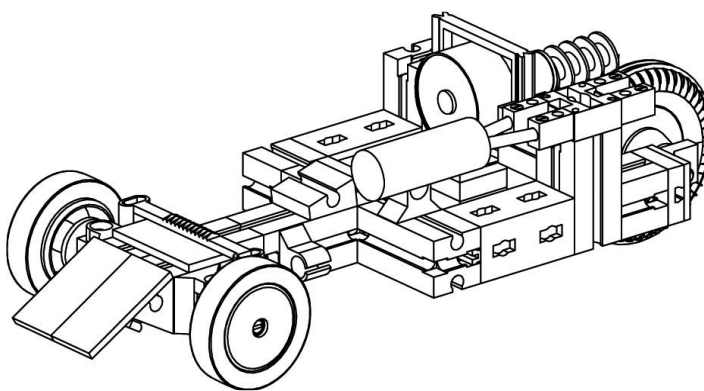
用太陽能電池為 Goldcap充電 (Charging the Goldcap with solar energy)

把Goldcap連接到兩個串聯(series)連接的太陽能電池來充電。

Goldcap的紅色端(red terminal)(+)連接到第一個太陽能電池的紅色端。Goldcap的綠色端(-)連接到第二個太陽能電池的綠色端。為Goldcap充電約10分鐘。

你可以使用太陽光源，或是用一個100W的白熱燈泡(incandescent bulb)，放於距離太陽能電池約40厘米(cm)處。若放得太近可能令太陽能電池過熱。

Goldcap充好電後，把車輛連接到Goldcap，以取代太陽能電池。



任務1：

為何車輛跑得這麼慢，而且很快便停下來呢？

答案：

用兩個太陽能電池，你只能以1.2V來為Goldcap充電。因此Goldcap所充的電量只及它容量的一半，所以只能運作一段短時間。當然這並不理想，下面會再給你介紹一個較佳的解決方案。

任務2：

需要多少個太陽能電池才能把Goldcap完全充電？

答案：

4個太陽能電池 $\times 0.6V = 2.4V$ 。這樣電容便可完全充電了。

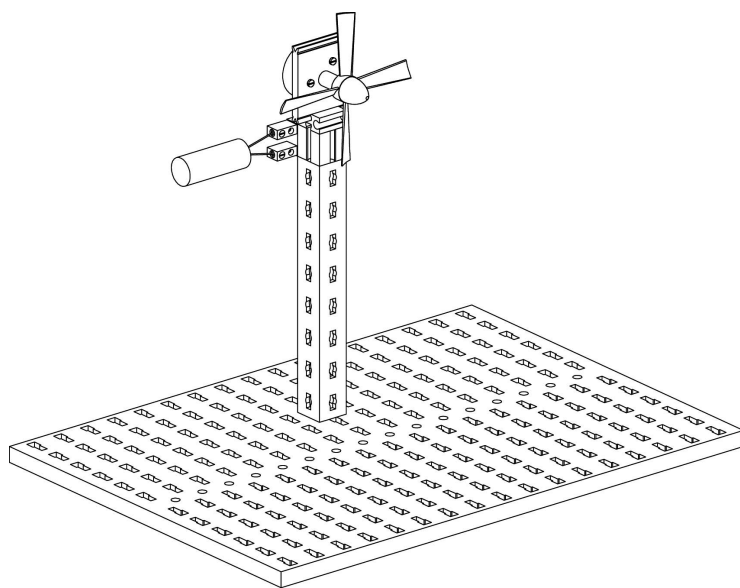
備註：

如果Goldcap能量儲存器與太陽能電池接上後放在暗處，儲存器內的電流就會流走(discharge)。所以當太陽能電池沒有光源照射時，就應該與Goldcap分開，不應接上。

現在我們以風力為能量儲存器充電。重新組裝風力發電廠(wind power plant)模型(見組裝說明書p.10)，但不要連接LED燈，以Goldcap代替。

你需要先把太陽能車的馬達取出，其他組裝風力發電廠的組件都可在組件包內找到。

組裝完成後，你需把馬達的正極(plus pole)(紅色)連接到Goldcap的正極(紅色)，然後以電風扇或電風筒吹動車葉(propeller)，為Goldcap充電。現在，模型內的馬達就像發電機(generator)一樣，為Goldcap充電(charge)。開始的時候，車葉轉動得較慢，但隨著能量儲量器越來越滿，它會轉得容易一些。當把電風筒移離車葉時，Goldcap的能量就會起動馬達。但要小心啊，這時Goldcap是在放電狀態。Goldcap的充電時間約為20分鐘。



實驗1：

如果你有量度的儀表(measurement device)，你可以量度Goldcap的電壓(voltage)。你因而得知充電的進度。車葉轉得越快，所產生的電壓越高，Goldcap就能被充得越滿(最高2.3V)。

實驗2：

當完全充電後，該車輛能走多遠。最高速度能達到多少？
以上數據會受多種因素影響，例如車輛是在平滑表面上行走，還是在地毯上行走，或者Goldcap是否真的完全充電等。

因為這個風力發電機所產生的電壓，較兩個太陽能電池(solar cell)為高，所以用風力發電機充電後，車輛跑得比用太陽能電池充的更快更遠。

究竟是用風力還是太陽能來充電，這點不重要。最重要的是，車輛如要用再生能源開動，怎樣才可不需完全依賴陽光運作。

以風力為 Goldcap充電 (Charging the Goldcap with wing energy)

