

Owocowa bateria

Abstrakt

Doświadczenie pokazuje, że niektóre warzywa i owoce mogą być użyte jako źródło prądu.

Zastosowanie/Słowa kluczowe

prąd elektryczny, źródła prądu

Materiały

- 3–6 cytryn (lub ziemniaki, kiszzone ogórki, jabłka, kiwi)
- gwoździe ocynkowane (co najmniej tyle, ile cytryn)
- gwoździe miedziane (co najmniej tyle, ile cytryn)
- krokodyłki (co najmniej dwa razy tyle, ile cytryn)
- izolowany przewód
- najprostszy woltomierz
- kartka z pozytywką

Bezpieczeństwo

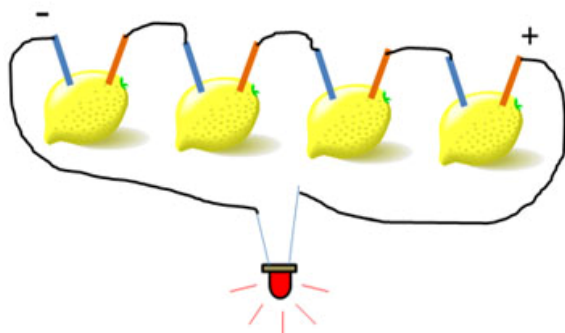
Doświadczenie jest bezpieczne.

Wykonanie

Wbij w cytrynę gwóźdź miedziany i gwóźdź ocynkowany. Po podłączeniu do gwoździ woltomierza powinno pojawić się napięcie. Właśnie stworzyłeś ogniwo chemiczne. Eksperymentując z różnymi owocami i warzywami oraz różnymi gwoździami, spróbuj znaleźć układ produkujący najwyższe napięcie. Spośród łatwo dostępnych metali najlepszy wynik uzyskasz dla duetu miedź-cynk. Z owocami bywa różnie.

Aby zwiększyć uzyskiwane napięcie, możesz połączyć owocowe baterie w szereg (jak na rysunku).

Wytlumaczenie



Jak to się dzieje, że w drucie płynie prąd? Prąd to powolny dryf elektronów z obszaru, gdzie jest ich „za dużo”. Zatem na jednym gwoździu powstaje nadmiar elektronów (ujemny potencjał elektryczny), które drutem popłyną do drugiego gwoźdźdź (dodatni potencjał elektryczny). Spróbujmy teraz odpowiedzieć na pytanie, na którym gwoździu (miedzianym czy ocynkowanym) i dlaczego, powstaje nadmiar elektronów. Wyobraźmy sobie, że mamy słoik kwasu siarkowego (H_2SO_4). Jeżeli umieścimy w nim cynkowy pręt, żrący kwas natychmiast zacznie go rozpuszczać. Pojawią się bąbelki wodoru zbierające się na powierzchni cynku. Oto co dokładnie się dzieje:

1. cząsteczki kwasu rozpadają się na trzy jony: H^+ , H^+ i SO_4^{2-}
2. atomy cynku na powierzchni pręta tracą dwa elektrony ($2e^-$) i stają się jonami Zn^{2+} (reakcja utleniania – tę elektrodę nazywamy anodą)
3. jony Zn^{2+} łączą się z jonami SO_4^{2-} , tworząc ZnSO_4 , który rozpuszcza się w kwasie
4. elektrony z atomów cynku łączą się z jonami H^+ i tworzą cząsteczki H_2 (wodór gazowy).

W owocach co prawda nie ma silnego kwasu siarkowego, tylko inne, łagodniejsze kwasy organiczne, ale proces przebiega podobnie. Przyglądając się przedstawionemu zespołowi reakcji dochodzimy do wniosku, że jest to mechanizm przeniesienia dwóch elektronów z atomu Zn na dwa jony H^+ . Z energetycznego punktu widzenia takie przeniesienie jest dla układu korzystne. Okazuje się, że miedź w tych samych warunkach niechętnie oddaje elektrony. Przeniesienie elektronów z atomu Cu na jony H^+ wymagałoby dostarczenia do

układu energii, jest więc energetycznie niekorzystne. Mało tego. Jeśli w okolicy elektrody miedzianej w sposób spontaniczny powstaną jony Cu^{2+} , to chętniej przyjmą jakiś zawieruszony elektron niż przyłączą się do reszty kwasowej SO_4^{2-} . Co się stanie, gdy połączymy elektrody Zn i Cu drutem (czyli gdy stworzymy elektronom łatwą drogę między tymi elektrodami)? Elektrony „wyczują” następującą sytuację: od strony elektrody cynkowej będą „przywoływane” z pewną siłą przez jony H^+ , ale od strony elektrody miedzianej będą „przywoływane” przez jony H^+ i dodatkowo przez chętnie je przyjmujące jony Cu^{2+} . Elektrony będą miały więc większe powinowactwo do strony miedzianej i tam właśnie przepłyną! Otrzymamy prąd! Bąbelki wodoru będą wydzielały się głównie na elektrodzie miedzianej, gdyż tam „przylatują” elektrony z elektrody cynkowej. Okazuje się, że każdy metal ma naturalną tendencję do oddawania elektronów w środowisku jonów H^+ . Mówi o tym potencjał elektrochemiczny. Im bardziej ujemny jest ten potencjał, tym chętniej metal oddaje elektrony jonom H^+ . Im bardziej jest dodatni, tym trudniej metal oddaje elektrony (możemy też powiedzieć, że tym chętniej je przyjmuje). Metale można ułożyć w szereg od najniższego do najwyższego potencjału elektrochemicznego, tzw. szereg elektrochemiczny (w tabelce poniżej znajdują się tylko niektóre metale). Elektrony zawsze przepływają od metalu o niższym potencjale do metalu o wyższym potencjale elektrochemicznym i robią to tym „szybciej”, im większa jest różnica między tymi potencjałami.

Nazwa pierwiastka Symbol pierwiastka Potencjał [V]

Potas	K	-2,92
Wapń	Ca	-2,84
Sód	Na	-2,71
Magnez	Mg	-2,38
Glin	Al	-1,66
Cynk	Zn	-0,76
Chrom	Cr	-0,71
Żelazo	Fe	-0,44
Nikiel	Ni	-0,24

Ołów	Pb	-0,13
Wodór	H	0
Miedź	Cu	+0,37
Srebro	Ag	+0,8
Rtęć	Hg	+0,85
Platyna	Pt	+1,2
Złoto	Au	+1,42

Z przedstawionej tabeli można wywnioskować, że bateria oparta na cynku i złocie byłaby znacznie lepsza od tej opartej na cynku i miedzi (powinna generować większe napięcie elektryczne). Czy ktoś zechce poświęcić swoją złotą biżuterię, żeby to sprawdzić?

Rozwiązywanie problemów

Najbardziej wydajna bateria powstaje na bazie ogórków kiszonych. Żeby zasilić kartkę z pozytywką, wystarczą trzy ogórki, podczas gdy cytryn potrzeba ok. sześciu.

Jeśli zamiast pozytywki używa się diody, trzeba pamiętać, że dioda zapala się tylko przy prawidłowym podłączeniu („+” baterii należy połączyć z dłuższą nóżką diody).

Testując różne owoce i warzywa, trzeba pamiętać o wymyciu gwoździ przed przełożeniem do innej „baterii”. Jeśli na metalu pozostanie sok z poprzednio użytego owocu lub warzywa, wyniki będą zafałszowane.

Po zakończeniu doświadczenia powinno się wymyć i osuszyć gwoździe (będą dłużej służyły).