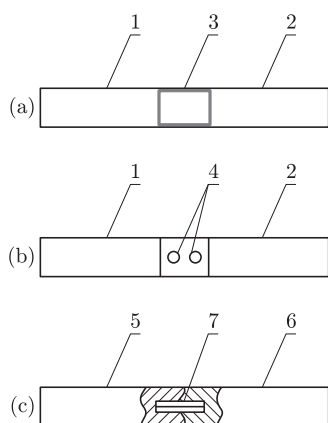


Potrzebne materiały i przyrządy: miernik uniwersalny (cyfrowy albo analogowy) z zakresem miliwoltomierza i woltomierza oraz opcjonalnie mikroamperomierza, kawałek sklejkі albo płyty pilśniowej o rozmiarach około 30 × 20 cm, kawałki blachy z różnych metali, np. miedzi oraz cynku albo miedzi i aluminium – dwa większe (około 15 × 10 cm) i kilkanaście mniejszych (około 10 × 2 cm) – liczby kawałków z obu metali powinny być takie same, klej butapren, przewody połączeniowe w izolacji, wtyczki bananowe, cyna i lutownica.

Warto się chwilę zastanowić nad najbardziej praktycznym wykonaniem zespołów elektrod do połączenia „łańcucha ludzkiego”. Trzy proste przykłady, które można wykonać z pasków blachy, prętów lub rurek, zostały pokazane na rysunku. Powinny one mieć rozmiary zapewniające ich wygodne trzymanie dłonią. Najtańsze są zespoły z pasków cienkiej blachy, które można połączyć przez zlutowanie lub znitowanie. Kawałki prętów można połączyć wkrętem, a rurki o odpowiednio dobranych średnicach – po prostu wcisnąć jedną w drugą. Elementy niezbędne do wykonania zespołów elektrod są do nabycia jako resztki materiałów w sklepach lub hurtowniach sprzedających kształtowniki z metali korowych – miedzi, aluminium, cynku czy mosiądzu.

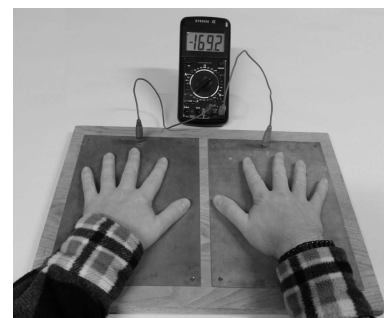


Przykładowe sposoby połączenia elektrod: a) zlutowane, b) znitowane, c) skręczone; 1, 2 – paski blachy z różnych metali, 3 – stop lutowniczy, 4 – nity, 5, 6 – kawałki pręta z różnych metali, 7 – wkręt.

Ludzka strona baterii *Stanisław BEDNAREK*

W wielu źródłach opisywane są doświadczenia, które można by określić mianem *baterii owocowej*. W tych eksperymentach dwie blaszki lub dwa druciki, stanowiące elektrody i połączone z czułym miernikiem elektrycznym, wbija się w owoc albo warzywo, np. jabłko, pomarańczę, kwaszony ogórek czy nawet ziemniak. Miernik pokazuje wówczas napięcie albo przepływ prądu, ponieważ na powierzchniach elektrod, zwilżonych owocowym lub warzywnym sokiem, zachodzą reakcje chemiczne. Ich skutkiem jest separacja ładunków elektrycznych i wytworzenie siły elektromotorycznej (SEM). Z układu połączonych takich baterii można nawet zasilać niewielkie urządzenia elektroniczne, np. zegarek lub diodę LED. Dziś zajmiemy się inną wersją tych doświadczeń, w której zamiast warzyw my sami będziemy źródłem SEM.

Pierwsze z proponowanych doświadczeń nazywane bywa „baterią ręczną” i zostało pokazane na fotografii. Do sklejkі albo płyty mocujemy butaprenem dwa większe, prostokątne kawałki blachy wykonane z różnych metali, np. z miedzi i cynku. Blachy powinny oddzielać kilka centymetrów, a każda z nich powinna być połączona jednym przewodem z uniwersalnym miernikiem elektrycznym. Miernik należy przełączyć na zakres miliwoltomierza lub mikroamperomierza. Połączenia wykonujemy, przylutowując po jednym z końców obu przewodów do blach oraz zaopatrując pozostałe końce we wtyczki bananowe. Gdy nic nie dotyka żadnej z blach, miernik pokazuje 0. Jeżeli na każdej z płyt położyć dłoń, to miernik wskaże przepływ prądu. Typowa wartość wskazywanego napięcia w przypadku elektrod cynkowej i miedzianej wynosi około 0,15 V, a natężenie prądu – kilkadziesiąt miliamperów. Ponieważ prąd ten jest bardzo mały, a oporność ciała człowieka bardzo duża w porównaniu z oporem przewodów połączeniowych i miernika, więc wskazywane napięcie równa się praktycznie sile elektromotorycznej.



„Bateria ręczna” w działaniu.

Przyczyną przepływu prądu jest wytworzenie się ogniwa galwanicznego w układzie złożonym z blach (stanowiących elektrody) i skóry dłoni. Na skórze zawsze znajduje się pewna ilość potu zawierającego sole rozpuszczone w wodzie (głównie chlorek sodu), które stanowią elektrolit. Wskazania miernika zależą od wielu czynników, m.in. pola powierzchni dłoni, siły ich nacisku na elektrody, wilgotności skóry, materiałów, z których wykonano elektrody. Wilgotność skóry z kolei zależy np. od wieku (zwykle jest mniejsza u osób starszych), stanu zdrowia i stanu emocjonalnego osoby wykonującej doświadczenie. Ta ostatnia zależność wykorzystywana jest w tzw. wykrywaczach kłamstw (wariografach). Urządzenia te miałyby wykorzystywać fakt, że stres spowodowany koniecznością kłamstwa skutkuje zwykle wzrostem wilgotności skóry i zmniejszeniem jej oporności elektrycznej.

Poprzednią wersję doświadczenia możemy łatwo rozwinąć, tak żeby wzięło w nim udział wiele osób. Każda z „łańcucha” osób trzyma dłonie sąsiadów poprzez zespoły elektrod wykonane z dwóch różnych metali połączonych w dowolny sposób zapewniający dobry kontakt elektryczny. Ważne jest, żeby części każdego zespołu elektrod wykonane z tego samego metalu, np. miedzi, były zwrócone w jedną stronę. Skrajne osoby w łańcuchu trzymają odizolowane końce przewodów dołączonych do miernika. W tym przypadku siły elektromotoryczne wytwarzane przez poszczególne osoby w łańcuchu się sumują, co powoduje wzrost wskazań miernika napięcia w porównaniu z omawianą poprzednio sytuacją. Z kolei natężenie płynącego prądu zależy w znacznym stopniu od powierzchni metalu stykającej się z dłońmi w każdym zespole elektrod.

Opisane doświadczenia umożliwiają sprawdzenie niejako „na własnej skórze” prawa Ohma dla całego obwodu i praw Kirchhoffa. Doświadczenia te świetnie nadają się też do wykorzystania podczas różnego rodzaju festiwali lub pikników naukowych, ponieważ świetnie bawią i integrują uczestników. Mogą też służyć do ustanawiania oryginalnych rekordów, np. która grupa wytworzy wyższe napięcie albo natężenie prądu. W tym celu zamiast elementów z cynku i miedzi warto zastosować elementy z innych metali, np. glinu i miedzi (wskazówką do optymalnego doboru jest szereg elektrochemiczny metali, zamieszczony w tablicach fizycznych lub chemicznych). Na podobieństwo „łańcuchów czystych serc” my, zainteresowani fizyką, możemy nadać bateriom elektrycznym bardziej ludzki charakter i poeksperymentować z „łańcuchami elektrycznych dłoni”.