



Polskie Stowarzyszenie
Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych

INTERDYSCYPLINARNE PROJEKTY PRZYRODNICZE

TORUŃ 2001

Polskie Stowarzyszenie
Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych

INTERDYSCYPLINARNE PROJEKTY PRZYRODNICZE



pod redakcją
Józefiny Turło

TORUŃ 2001

Polskie Stowarzyszenie
Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych
Instytut Fizyki UMK
87-100 Toruń
ul. Grudziądzka 5
tel. (056) 61 13 318

Redakcja naukowa
Józefina Turło

Redakcja wydawnicza
Dorota Szupryczyńska

Skład komputerowy
Krzysztof Służewski

Korekta
Cecylia Iwaniszewska

Typografia, łamanie
Wojciech Gembala

ISBN 83-86875-28-3

© Copyright by Redaktor naukowy i Autorzy 2001

All right reserved. No part of this publications may be reproduced,
stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means,
electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise,
without the prior permission of the editor and contributors.

Publikacja dofinansowana
przez Centralny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli
w Warszawie

Wydawca:
TOP KURIER
87-100 Toruń
ul. Lindego 10/5
tel./fax (056) 622 27 57
e-mail: topkurier@softland.com.pl
Druk:
SALUS, Toruń

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
<i>Katarzyna Werel, Elżbieta Wielińska</i> DŹWIĘK I MUZYKA	7
<i>Liliana Gerszberg, Elżbieta Plucińska, Stanisław Jaśkowiec</i> HAŁAS ŚRODOWISKOWY	19
<i>Zenona Stojcka</i> ZJAWISKO DOPPLERA I JEGO ZASTOSOWANIE.	43
<i>Elżbieta Karczewska, Małgorzata Karulak</i> NIEKONWENCJONALNE PALIWA: SŁOŃCE, WODA, WIATR	51
<i>Grażyna Bartóg, Bogumiła Hałas, Barbara Czechowska</i> FIZYKA I ZWIERZĘTA	87
<i>Beata Chodziutko, Jacek Chodziutko, Janusz Kosicki</i> ZJAWISKA ELEKTROSTATYCZNE NA CO DZIEŃ	95
<i>Aleksandra Kapiszka</i> BARWY, BARWNIKI NATURALNE I SZTUCZNE	109
<i>Tadeusz Kubiak, Grażyna Piskorska-Fijołek</i> POGODA – OD OBSERWACJI DO PROGNOZY	119
<i>Danuta Górka, Joanna Witas</i> CZŁOWIEK W KOSMOSIE	126
<i>Danuta Górka, Joanna Witas</i> EWOLUCJA WSZECHŚWIATA.	132
<i>Danuta Górka, Joanna Witas</i> RACHUNKOWA STRONA KOSMOSU	138

WPROWADZENIE

*Nauczyciel uczy uczniów,
a nie przedmiotów przyrodniczych*

Inspiracją do napisania przez nauczycieli i dla nauczycieli książki *Interdyscyplinarne projekty przyrodnicze* były co najmniej trzy fakty.

Po pierwsze, w 1993 roku powstało Polskie Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych, dzięki czemu po raz pierwszy pojawiała się możliwość bezpośredniego kontaktu i merytorycznych dyskusji dotyczących treści nauczania przedmiotów przyrodniczych między nauczycielami różnych dyscyplin z całej Polski.

Po drugie, w 1997 roku UNESCO wspólnie z ICASE (International Council of Association for Science Education – Międzynarodowa Rada Stowarzyszeń Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych) wydało książkę pt.: *Promowanie wiedzy naukowej i technicznej*, która zawierała wartościowe przykłady materiałów edukacyjnych dla uczniów, uzupełniających programy nauczania. Wybrane jednostki edukacyjne – projekty uczniowskie – zostały przetłumaczone na język polski i udostępnione członkom PSNPP w 1998 roku.

Po trzecie, rozpoczęta w roku szkolnym 1999/2000 gruntowna reforma systemu edukacji w Polsce mocno akcentuje znaczenie międzyprzedmiotowej (interdyscyplinarnej) wiedzy w wykształceniu ogólnym ucznia.

Szczególnie teraz, na początku XXI wieku, w dobie intensywnego rozwoju technologii informacyjnych, nauczanie przedmiotów przyrodniczych ma do odegrania ogromną rolę. Obok poznania, głębokiego rozumienia i stosowania pojęć z zakresu nauk przyrodniczych i techniki, uczeń powinien posiadać świadomość społecznej wartości tych pojęć, a także rozwijać umiejętności badawcze, w tym pracy i komunikacji w zespole.

Tak więc oddana do rąk Państwa pozycja zawiera w sobie ogólnie akceptowaną obecnie na świecie filozofię nauczania, opartą o metodę projektów, która wymaga od ucznia samodzielnej i aktywnej pracy badawczej. Jest ona zbiorem 11 projektów napisanych przez interdyscyplinarne zespoły nauczycieli biologii, fizyki, geografii i chemii.

Ponieważ jest to pierwsze tego typu opracowanie w Polsce, jest ono bardzo zróżnicowane pod względem ilości czasu wymaganego do realizacji poszczególnych projektów. Najobszerniejsze są opracowania dotyczące bardzo istotnych w edukacji młodzieży zagadnień proekologicznych. Są to wartościowe koncepcje dydaktyczne szkolnej lub pozaszkolnej realizacji tematów o znaczeniu globalnym, jak: *Hałas środowiskowy* i *Niekonwencjonalne paliwa*. Temat *Niekonwencjonalne paliwa* został potraktowany szczególnie szeroko i szczegółowo. W gruncie rzeczy jest to zbiór trzech projektów na temat nauczania o energii słonecznej, wodnej i wiatrowej. Natomiast ostatnie projekty zamieszczone w książce, dotyczące zagadnień astronomicznych są jedynie wprowadzeniem do tematyki związanej z opisem, badaniem i ewolucją Wszechświata. Autorzy tych projektów mają na celu przede wszystkim wzbudzenie zainteresowania młodzieży tymi tak ważnymi dla rozwoju współczesnej nauki tematami.

Dziękując wszystkim wspaniałym Autorom poszczególnych interdyscyplinarnych projektów przyrodniczych za ogromny trud włożony w ich opracowanie, życzę Wam i Waszym uczniom wiele satysfakcji i przyjemności w realizacji tych projektów i mam nadzieję, iż pozwolą one lepiej rozumieć świat, w którym żyjemy.

Józefina Turło

DŹWIĘK I MUZYKA

Katarzyna Werel, III LO w Gdańsku
Elżbieta Wielińska, III LO w Gdańsku

PRZEWODNIK DLA NAUCZYCIELA

Projekt ma na celu przybliżyć uczniom zjawiska fizycznie związane z dźwiękiem. Ma to nastąpić głównie przez analizę samodzielnie wykonywanych prostych doświadczeń. Celem projektu jest również pomoc w zrozumieniu zasad rejestracji i odtwarzania dźwięków oraz zapoznanie z dziedzictwem kulturowym w dziedzinie muzyki. Przedstawione propozycje mogą być zrealizowane na co najmniej 4 jednostkach lekcyjnych (odpowiadających rozdziałom I, II, III, IV). Dużo samodzielnej pracy uczeń wykona również w domu.

Cele edukacyjne

1. Zrozumienie natury dźwięku
2. Zapoznanie się z cechami dźwięku
3. Uświadomienie sobie zależności częstotliwości generowanego dźwięku od parametrów źródła
4. Zapoznanie się ze zjawiskiem rezonansu
5. Zapoznanie się ze sposobami rejestracji i odtwarzania dźwięku
6. Zapoznanie się z dziedzictwem kulturowym w dziedzinie muzyki
7. Nauczenie się współpracy w grupie (zespole)
8. Nabycie umiejętności zdobywania i analizy informacji
9. Nabycie umiejętności korzystania z podanych informacji

Pojęcia naukowe

1. Pojęcia, którymi uczeń już powinien dysponować: fala mechaniczna, długość fali, amplituda fali, częstotliwość i prędkość rozchodzenia się fal.
2. Pojęcia, z którymi uczeń ma się zapoznać: dźwięk, wysokość (częstotliwość) dźwięku, głośność (natężenie) dźwięku, barwa dźwięku, widmo dźwięku, rezonans, pudło rezonansowe, rytm, interwał, skala dźwiękowa, systemy: dur i moll, konsonans, dysonans, akompaniament, akord.

Potrzebne pomoce

1. Kamertony (widełki stroikowe)
2. Zestaw kieliszków, szklanek i butelek
3. Zestaw wąskich blaszek o różnych długościach
4. Głośnik
5. Lusterko
6. Wskaźnik laserowy
7. Duży kielich z kuleczką
8. Kolba ze szczelnym zamknięciem
9. Dzwoneczek lub maleńki budzik
10. Linijka
11. Grzebień
12. Bęben
13. Świeczka
14. Mikrofon
15. Oscyloskop lub komputer z odpowiednim interfejsem
16. Instrumenty muzyczne (dęty, strunowy, perkusyjny)

POLECENIA DLA UCZNIÓW

CZĘŚĆ I. NATURA DŹWIĘKU

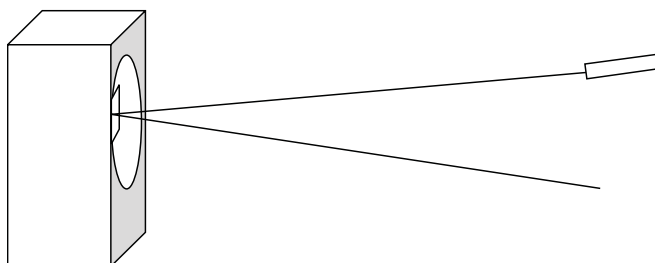
(wskazówki dla nauczyciela wyróżniono kursywą)

1. Wymień różne źródła dźwięku i podziel je na przyjemne i nieprzyjemne.
Co sprawia, że jedno z nich uważasz za miłe dla ucha, a inne za nieprzyjemne? (dyskusja w grupach, burza mózgów; dążymy do wyjaśnienia pojęcia barwy dźwięku i jego głośności)

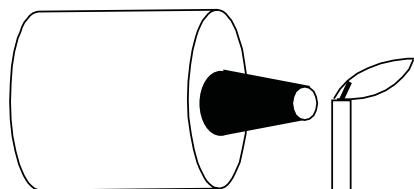
Dźwięki przyjemne	Określenie (przymiotnik)	Dźwięki nieprzyjemne	Określenie (przymiotnik)

2. Wytwórz dźwięki przy pomocy dostępnych przyrządów i materiałów.
Zauważ, co jest niezbędne do wytworzenia dźwięku (aby dany przedmiot stał się źródłem dźwięku) i jakie zjawisko towarzyszy powstawaniu dźwięku (uderzenie, drgania).

- a) Upewnij się co do trafności spostrzeżenia wykonując następujące doświadczenie: niezbyt mocno napiętą gumkę rozciągnij na głośniku. Przyklej do niej małe zwierciadło (kawałek folii aluminiowej, wypolerowaną blaszkę metalową) blisko krawędzi głośnika. Skieruj wąską wiązkę światła (najlepiej ze wskaźnika laserowego) na zwierciadło i włącz swoją ulubioną muzykę. Na ekranie (ścianie) zaobserwujesz ciekawe wzory rysowane przez wiązkę światła odbitą od zwierciadła.



- b) Przyłóż lejek wlewem do bębna. Do węższego końca zbliż zapaloną świeczkę. Gdy odpowiednio mocno uderzysz w bęben, drgania powietrza mogą zgasić świeczkę (dźwięki rozchodzące się w powietrzu to rytmiczne ruchy mas powietrza „w przód i w tył”). Nazwij zjawisko, które leży u źródła powstawania dźwięków:



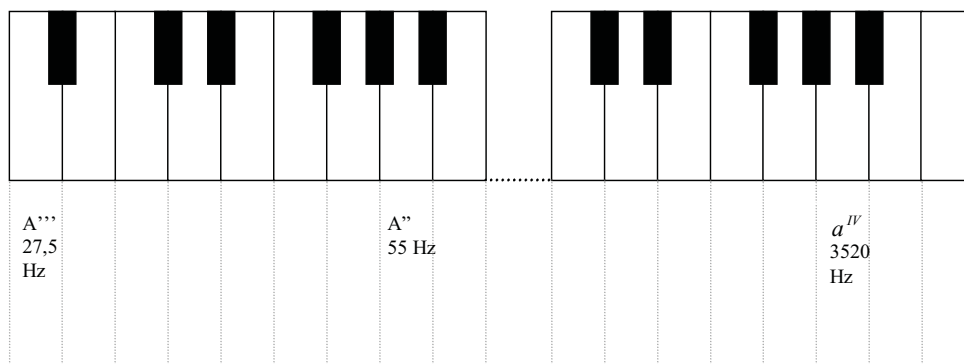
.....

.....

3. Wysokość dźwięku

- a) Zbadaj drgania blaszek o różnej długości, unieruchamiając jeden z końców. Dobierz długość blaszki do dźwięku o określonej częstotliwości wydobytego np. z pianina.

Dysponujesz wartościami wybranych częstotliwości tonów klawiatury pianina, częstotliwość każdego z dźwięków w skali dwunastotonowej można otrzymać mnożąc częstotliwość dźwięku poprzedniego przez $\sqrt[12]{2} \approx 1,059$ – również dla półtonów.



długość blaszki (cm)							
częstotliwość dźwięku (Hz)							

Jaką zależność zauważasz pomiędzy częstotliwością a długością blaszek? (*częstotliwość własna drgań*)

.....

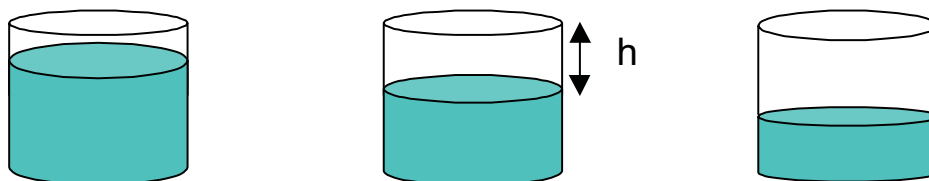
.....

Czy drgania wszystkich blaszek łączą się z wrażeniami słuchowymi? (*zakres słyszalnych częstotliwości*)
Zapisz wnioski z obserwacji.

.....

.....

- b) Zbadaj zależność wysokości dźwięku od wysokości słupa powietrza wypełniającego uderzaną szklankę. Wysokość tego słupa reguluj ilością wody w szklance.



Wysokość słupa powietrza							
Wysokość dźwięku							

Zapisz wniosek z obserwacji:

.....

.....

Jaką zależność zauważasz pomiędzy wysokością dźwięku a częstotliwością drgań?

.....

.....

4. Jak „wygląda” dźwięk?

- a) Czy dźwięk przyjemny „wygląda ładniej”, niż dźwięk nieprzyjemny?
Przy pomocy mikrofonu (który zamienia dźwięk na impulsy elektryczne) i oscyloskopu (dzięki któremu możemy je obejrzeć) zbadaj dźwięki wytworzone przez:
- drgający kamerton,
 - szklankę (kieliszek) pocieraną na obrzeżu wilgotnym palcem,
 - szklankę uderzoną pałeczką,
 - strunę gitary,
 - metal potarty szkłem,
 - dwa różne instrumenty wydające dźwięk o tej samej wysokości, np. flet i cymbałki.

Rodzaj dźwięku (źródło)	Obraz oscyloskopowy dźwięku

Co zauważyłeś? (*przebieg sinusoidalny 1, 2; periodyczny niesinusoidalny; 5 chaotyczny*)

.....

.....

Czy po wykonaniu proponowanych doświadczeń umiałbyś językiem fizyki określić, co wpływa na określenie (ocenę) dźwięków jako przyjemne lub nieprzyjemne? (*zwrócić uwagę, że w podpunkcie 6 oba przebiegi mają ten sam okres, ale inny kształt, podać informację o składaniu drgań podstawowego i wyższych harmonicznych*)

b) Jak zmienia się obraz oscyloskopowy dźwięku w zależności od siły uderzenia? – zbadaj to dla kamertonu.

Głośność (natężenie)	Obraz oscyloskopowy

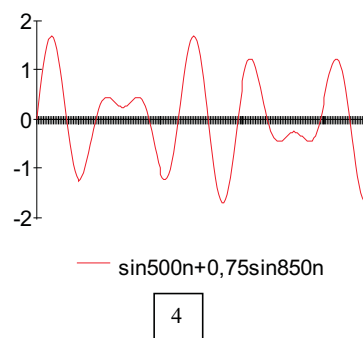
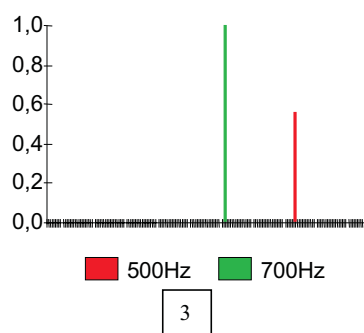
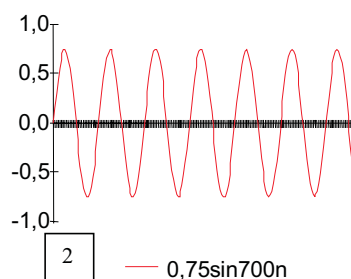
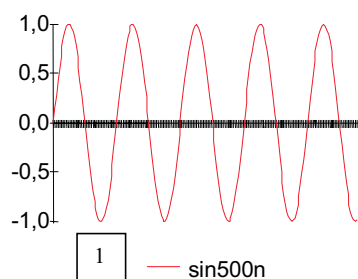
Wniosek:

.....

.....

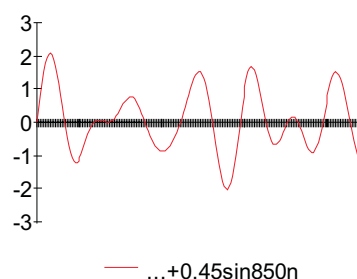
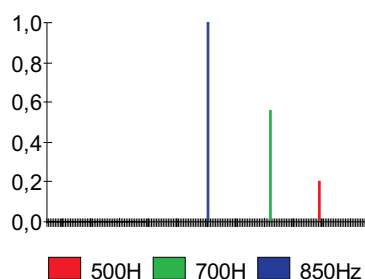
c) Poniższe ćwiczenie pomoże w zrozumieniu różnic pomiędzy obrazami różnych dźwięków.

Składanie drgań (dwie różne częstotliwości (f), przebieg sinusoidalny ($\sin$); widmo; wynik złożenia). Na diagramie widzisz widmo dźwięku (3) (na osi pionowej kwadrat amplitudy), na który składają się dwa tony o różnych częstotliwościach i natężeniach. Każdy z tych tonów można przedstawić jako wykres zmian ciśnienia w zależności od czasu (1 i 2). Posługując się prostym algorytmem na składanie drgań lub wykonując dodawanie (przebieg 1 i 2) samodzielnie, możesz uzyskać „obraz” dźwięku (4).



Praca domowa:

- Na podstawie danego widma ($\sin 500n + 0,75\sin 700n + 0,45\sin 850n$) narysuj (napisz program – można wykorzystać arkusz kalkulacyjny) obraz złożenia drgań (na osi pionowej widma kwadrat amplitudy).
- Ucho rozróżnia, czy dany dźwięk (np. c) wydają skrzypce, czy fortepian. Co leży u podstaw fizycznych tej zdolności (różne widma, ilość i amplitudy składowych harmonicznych, barwa dźwięku, składowe harmoniczne – ich ilość i wzajemne stosunki natężeń)?

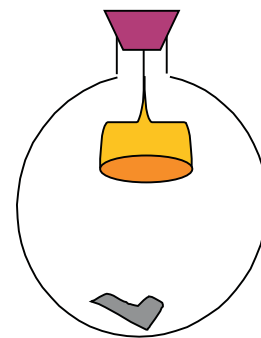


Taki wykres powinno się uzyskać

Dla zaawansowanych ciekawostka: Rzeczywiste wykonanie melodii wykonywanej przez śpiewaka krtaniowego można znaleźć www.sciam.com/1999/0999issue/0999levin (śpiew krtaniowy – wzmacnianie składowych harmoniczných, technika wokalna polegająca na jednoczesnym wytwarzaniu dwóch różnych dźwięków. Jeden z nich, podstawowy, jest niski, ma stałą częstotliwość i brzmi podobnie jak basowa piszczałka dud. Drugi, to seria dźwięków harmoniczných o fletowym zabarwieniu, znacznie wyższych niż dźwięk podstawowy) Świat Nauki 11/99 *Śpiewacy z Tuwy*. Jeśli dysponujesz odpowiednim programem, rozłóż dźwięk na składowe harmoniczne (analiza fourierowska).

5. Rozchodzenie się dźwięku:

Wykonaj następujące doświadczenie: w kolbie o objętości 1–2 litrów umieść mały metalowy dzwoneczek na druciku przymocowanym do gumowej zatyczki (upewnij się, że zamknięcie jest szczelne). Potrząśnij kolbą i posłuchaj dźwięku dzwonka. Następnie zwiń w rulon mały kawałek papieru, podpal go z jednej strony i szybko wrzuć płonący papier do kolby. Poczekał, aż papier się spali, po czym szybko zatkał kolbę, mocno wciskając korek. Potrząśnij kolbą ponownie i posłuchaj dźwięku dzwonka.



Jaką zmianę zauważasz? Podaj jej przyczynę. (*cichszy dźwięk, dyskusja na temat warunków koniecznych do rozchodzenia się dźwięku, rozmowy kosmonautów itp.*).

.....

.....

Poskrob jeden koniec linijki, podczas gdy drugi będzie przyłożony do ucha. Następnie zrób to samo, gdy linijka będzie odsunięta od ucha. (*ciała stałe przewodzą dźwięk znacznie lepiej niż gazy, w pierwszym przypadku dźwięk będzie głośniejszy, prędkość dźwięku zależy od rodzaju ośrodka*).

Jaką zmianę zauważyłeś?

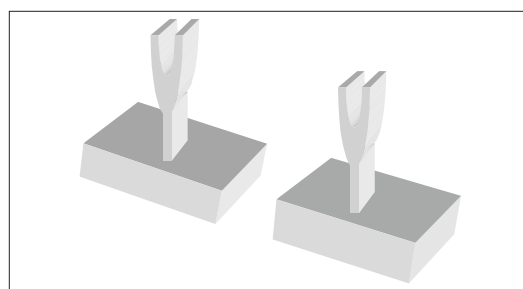
.....

.....

CZĘŚĆ II. REZONANS. INSTRUMENTY MUZYCZNE

1. Zjawisko rezonansu – na czym polega, w jakich warunkach zachodzi, jakie są jego efekty (*na czym polega zjawisko rezonansu, przykład dziecka na huśtawce; „przejmowanie dźwięku” przez sąsiedni kamerton, zmiana położenia rury w wodzie – zmiana długości piszczałki*).

Do doświadczenia potrzebne są: dwie pary widełek stroikowych (takie same i różne f). Ustaw otworami naprzeciwko siebie parę kamertonów wydających dźwięki o takich samych częstotliwościach. Uderz jedną parę widełek stroikowych, a następnie wytłum ich drgania przez dotknięcie palcem. Zaobserwuj, co się dzieje w tym czasie z drugim z kamertonów. To samo powtórz dla pary kamertonów wydających dźwięki o różnych częstotliwościach.



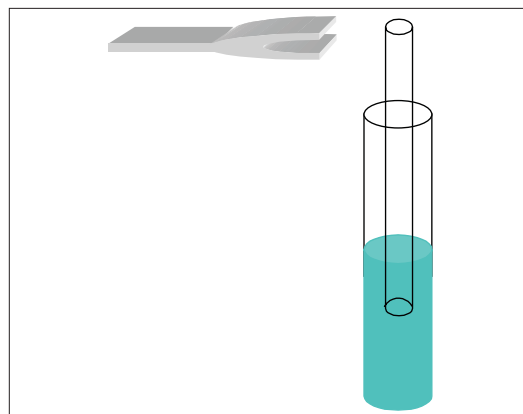
Co zauważyłeś?

.....

.....

.....

Do doświadczenia potrzebne są: widełki i rura zanurzona w wodzie. Widełki stroikowe umieść nad otworem rury zanurzonej częściowo w wodzie. Pobudź widełki do drgań i zmieniaj położenie rury, powoli ją zanurzając lub wynurzając (zmieniając jej położenie, zmieniasz wysokość słupa powietrza w niej zawartego)



Co zauważyłeś?

.....

.....

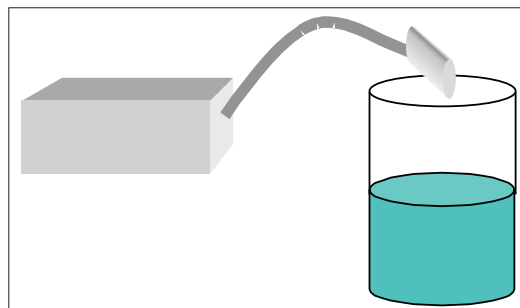
Do doświadczenia potrzebne są: generator dźwięku i zlewka szklana. Wypełnij zlewkę wodą, tworząc z niej piszczałkę jednostronnie zamkniętą (słup powietrza). Zmieniaj płynnie częstotliwość dźwięku uzyskiwanego z generatora, nie zmieniając przy tym jego głośności.

Co zauważyłeś?

.....

.....

.....



Wnioski:

Na czym polega zjawisko rezonansu?

.....

.....

W jakich warunkach zachodzi zjawisko rezonansu?

.....

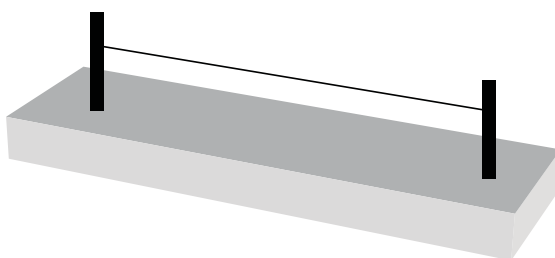
.....

Jakie są efekty zjawiska rezonansu?

.....

.....

2. Jaki dźwięk wydaje grzebień, gdy przeciąga się po nim paznokciem? Jaka zmiana następuje, gdy jeden jego koniec przyłożyć do stołu i w ten sam sposób wywołać dźwięk? *(za drugim razem dźwięk jest głośniejszy, stół, jego większa powierzchnia pobudzona do drgań jest płytą rezonansową wzmacniającą dźwięk)*
3. Zamocuj strunę gitarową do dwóch kołeczków umieszczonych na desce. Pobudź strunę do drgań. Porównaj dźwięk wydany przez tę strunę z dźwiękiem struny zamocowanej na pudle gitary klasycznej.



Jaką rolę pełni pudło gitary klasycznej? Dlaczego nie stosuje się go w gitarze elektrycznej?

.....

.....

4. Wymień znane ci instrumenty i zastanów się nad sposobem wytwarzania dzięki nim dźwięków.

Rodzaj instrumentu	Sposób wytwarzania dźwięku

Podziel instrumenty na grupy w zależności od sposobu wytwarzania dźwięku, przyjmując za kryterium sposób wytwarzania dźwięku. Nadaj nazwy tym grupom (*strunowe – źródłem drgające struny, dęte – drgają słupy powietrza, perkusyjne – drgają membrany*).

Nazwa grupy	Instrument

5. Wyjaśnij, jak to się dzieje, że elektroniczny instrument zwany „keyboard” może naśladować szereg instrumentów muzycznych (*analiza fourierowska ich brzmienia zapisana elektronicznie i następnie odtwarzana wg potrzeb*).

.....

Dla zainteresowanych:

6. Wskaż elementy rezonansowe w wybranych instrumentach muzycznych. Odszukaj informacje na temat słynnych konstruktorów fortepianów i skrzypiec. Czy laik może na pierwszy rzut oka wskazać różnice w budowie instrumentów różnych marek? Jeśli tak, to spróbuj je opisać (*uczniowie wykonują plakaty/gazetkę, pracując samodzielnie lub w zespołach*). „Dowolne dźwięki możemy rozkładać na tony proste, przeprowadzając w ten sposób analizę harmoniczną. Powszechnie dostępnym przyrządem, który się do tego nadaje, jest... fortepian. Spróbujmy się przekonać: trzeba podnieść klawisz, nacisnąć pedał, aby zdjąć tłumiki ze strun, i głośno zawołać do wnętrza fortepianu „aaa” albo „ooo”. Jeżeli raptownie urwiemy nasze wołanie, to nasłuchując uważnie usłyszymy słabe „aaa” lub „ooo” w wykonaniu fortepianu. Czyżby umiał mówić? Jeżeli tylko nie był zaczarowany, to jedynie przeprowadził analizę harmoniczną: poszczególne tony zawarte w naszym wołaniu pobudziły odpowiednie struny fortepianu do drgania, a potem drgające struny wysyłały dźwięki, które złożyły się z powrotem w analizowaną samogłoskę. Szkoda, że jest to analizator zbyt prymitywny, żeby odtworzyć bardziej złożone dźwięki” [1].

CZĘŚĆ III. MUZYKA

1. Posługując się encyklopedycznym określeniem pojęcia „melodia” wyróżnij integralne jej elementy, mające wpływ na jej odbiór.

Melodia, następstwo dźwięków różnej wysokości o ustalonym rytmie (*wystukać rytm kujawiaka, walca i innych tańców o charakterystycznym rytmie po wysłuchaniu przykładów muzycznych*).

Materiałem melodii jest określona skala dźwiękowa, od 3-, 4-dźwiękowych skal kultur pierwotnych, poprzez 5-dźwiękowe skale zwane pentatonicznymi, znane w Chinach, Polinezji, Afryce i wśród Indian amerykańskich, aż po 7-dźwiękowe, występujące od greckiej starożytności po europejską nowożytność.

W 2. poł. XIX w. pojawiła się powszechnie używana do dziś skala 12-tonowa. Z jej dźwięków można utworzyć dwa systemy: dur i moll. Melodii tematu często towarzyszy tzw. akompaniament w postaci akordów. Akordy to kilka współbrzmiących dźwięków. Jeśli akompaniament jest dobrze dobrany, melodii słucha się z przyjemnością. Mówimy wtedy o konsonansowym współbrzmieniu dźwięków, jeśli nie – o dysonansie. Instrumentem akompaniującym jest taki, na którym można jednocześnie wydobyć kilka dźwięków (gitara, fortepian, orkiestra). Z języka łacińskiego: durus – „twardy”, mollis – „miękki”, major – „większy”, minor – „mniejszy”.

Generalnie rozróżnia się melodykę wokalną, a więc śpiewną, kształtowaną przez naturę głosu ludzkiego, oraz instrumentalną, wynikającą z możliwości technicznych instrumentu (*rytm, interwał, skala dźwiękowa, systemy: dur i moll, konsonans i dysonans, akompaniament*).

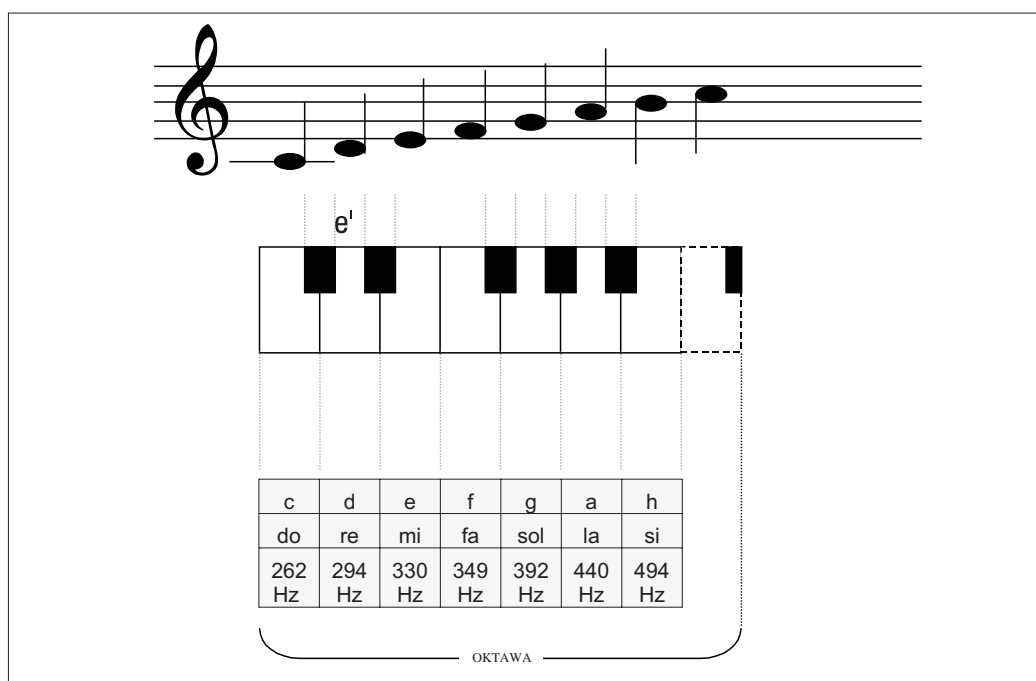
(*Nauczyciel dysponuje „Słowniczkiem”, który udostępnia uczniom, albo pomaga im w wyjaśnieniu sensu wybranych pojęć*)

Słowniczek:

- rytm
- interwał: odległość dwu dźwięków w wymiarze częstotliwości f (Δf)
- skala dźwiękowa: układ kilku dźwięków uszeregowanych wg wysokości
- systemy: dur i moll (*polecenie 2*)
- konsonans (z łacińskiego „consonus” – zgodny, harmonijny) – zgodne, przyjemne dla ucha współbrzmienie dwóch lub więcej dźwięków, w przeciwieństwie do dysonansu. Klasyfikacja interwałów na konsonansowe i dysonansowe jest względna, zależna od poczucia słuchowego. Według teorii pitagorejskiej interwały są tym bardziej konsonujące, im prostszy jest ułamek wyrażający stosunek częstotliwości tworzących je dźwięków (niewielkie liczby naturalne). Doświadczenie wykazuje, że wrażenie konsonansu nie zależy od absolutnych częstotliwości drgań, a jedynie od ich interwału muzycznego. Do najdoskonalszych konsonansów zalicza się takie, w których stosunek częstotliwości dźwięków wynosi 1:1 (prima), 2:1 (oktawa) i 3:2 (kwinta) (*polecenie 3*).
- dysonans – niezgodne jednoczesne współbrzmienie dwóch lub więcej dźwięków, nieprzyjemne dla ucha przy dłuższym odbiorze. (*Określenie, jakie interwały określamy jako konsonanse, zmieniało się z upływem wieków. W starożytności kwartę odczuwano jako dysonans. Dziś mówimy o konsonansie, gdy interwał wyraża się stosunkiem liczb naturalnych mniejszych od 7; septyma i sekunda odczuwane są jako dysonanse*).
- Interwały muzyczne:

Interwał tonów	Nazwa interwału
1:1	prima
9:8	sekunda
5:4	duża tercja
6:5	mała tercja
4:3	kwarta
3:2	kwinta
5:3	duża seksta
8:5	mała seksta
9:5	mała septyma
15:8	duża septyma
2:1	oktawa

2. Patrz str. 8. Częstotliwość każdego z dźwięków w skali dwunastotonowej można otrzymać mnożąc częstotliwość dźwięku poprzedniego przez 1.059 (również dla półtonów).



Uderzając jednocześnie dwa klawisze sprawdź stosunek częstotliwości dźwięków ($i < k$) w kategoriach konsonansu i dysonansu (wartości częstotliwości sprawdzić wg podanego wzoru, uwaga: obowiązuje on również dla półtonów, oblicz częstotliwość dźwięku kończącego oktawę, jaki jest dla nich stosunek częstotliwości, zagraj kwintę)

f_i	f_k	$\frac{f_i}{f_k}$	Konsonans	Dysonans

- Zagraj melodię „Włazł kotek na płotek” w tonacji dur: gee fdd ceg, gee fdd cec oraz w tonacji moll: ge’e’ fdd ce’g, ge’e’ fdd ce’c. W jakie nastroje wprowadza każda z wersji? (*minorowy – smutny, majorowy – wesoły*)
.....
.....
- Przeprowadź ankietę wśród ludzi w różnym wieku, dotyczącą ich upodobań muzycznych (*czy chodzą na koncerty, jakiej muzyki słuchają i kiedy*), dając im do oceny (wybór spośród oferowanych określeń) różne utwory muzyczne. Sporządź analizę wyników, przedstaw ją przy pomocy diagramów, wykresów (*ilości różnych odpowiedzi w zależności od wieku, ilości dzieci, płci?*)
Ocenie podlegać powinno:
a) sformułowanie pytań – problemów w ankiecie (*dobra*)
b) analiza wypowiedzi ankietowanych (*bardzo dobra*)
c) wyciągania wniosków przez ankietera (*celująca*)

CZĘŚĆ IV. REJESTRACJA I ODTWARZANIE DŹWIĘKU

Zapis dźwięku, metody utrwalania dźwięku (drgań akustycznych) w postaci zapisu analogowego (mechanicznego – gramofon, optycznego – fotograficzny zapis dźwięku, magnetycznego – magnetofon) lub cyfrowego (magnetycznego – magnetofon cyfrowy lub optycznego – odtwarzacz kompaktowy) przebiegu czasowego wielkości amplitudy i częstotliwości drgań akustycznych tworzących dźwięk.

- Ucho jako detektor dźwięku – film video z cyklu „Tajemnice ludzkiego ciała”
- Płyta gramofonowa – film video „Fonograf Edisona”

Fonograf, urządzenie służące do mechanicznego zapisywania i odtwarzania dźwięku; przytwierdzony do membrany rylec metalowy przesuwiał się po powierzchni walca pokrytego cienką warstwą wosku, żłobiąc w nim rowek o głębokości zależnej od częstotliwości drgań membrany

Gramofon, urządzenie służące do odtwarzania dźwięku zapisanego metodą mechaniczną na płycie gramofonowej. W zależności od rodzaju wykorzystanego adaptera rozróżnia się: gramofony elektryczne z elektrycznym napędem oraz regulowaną prędkością obrotową talerza – 78, 45 i 33 1/3 obr/min) oraz gramofony mechaniczne (z głowicą gramofonową sprzężoną z tubą oraz mechanicznym lub elektrycznym napędem talerza).

Pierwszy gramofon zbudował i opatentował niemiecki konstruktor Emil Berliner w 1887 r. (10 lat po zaprezentowaniu przez T. A. Edisona fonografu, pierwowzoru gramofonu).

Płyta gramofonowa, nośnik dźwięku w formie okrągłej płyty o średnicy 17,5-30 cm z tworzywa sztucznego. Sygnał dźwiękowy zapisywany jest na płytach gramofonowych w technice analogowej, przez urządzenie z głowicą zawierającą rylec wycinający rowek na powierzchni płyty gramofonowej. Odczytywanie dźwięku umożliwia gramofon, którego częścią jest adapter stereofoniczny, przetwarzający drgania mechaniczne igły na drgania elektryczne.

Prędkość obrotowa płyty gramofonowej wynosi 33 1/3, 45 lub 78 obrotów na min. Do mankamentów zapisu dźwięku na płytach gramofonowych zaliczyć należy m. in. nietrwałość materiału, z którego jest skonstruowana płyta, oraz ograniczoną do 50 decybeli dynamikę zapisu dźwięku.

Igła gramofonowa, krótki, zastrzony sztyft wykonany z twardego metalu lub z twardego kamienia szlachetnego (np. z diamentu, szafiru), osadzony w ruchomym ramieniu gramofonu, przenoszący przebiegi akustyczne zapisane za pomocą spiralnych rowków na płycie gramofonowej na system drgań adaptera.

3. Taśma magnetofonowa

Magnetofon, urządzenie do zapisywania i odczytywania dźwięku zapisanego na taśmie magnetycznej. Do zapisu i odczytu sygnałów fonicznych służą głowice: odczytująca, zapisująca i kasująca lub uniwersalna (zapisująco-odczytująca) i kasująca.

Jakość zapisu zależy w dużej mierze od prędkości przesuwu taśmy. W magnetofonach powszechnego użytku stosuje się głównie prędkości 19,05 i 9,5 cm/s.

W rozwoju urządzenia magnetofony szpulowe ustąpiły magnetofonom kasetowym, sama zaś kaseeta konkuruje skutecznie z płytą kompaktową. Powstały również magnetofony cyfrowe, w których dźwięk rejestrowany jest na taśmie w postaci impulsów.

Taśma magnetyczna, taśma służąca do przechowywania informacji pod postacią zmian stanu namagnesowania. Taśmy magnetyczne wykorzystywane są m. in. jako nośniki dźwięku (taśma magnetofonowa), nośniki wizji i dźwięku (taśma wideo).

4. Płyta CD

Odtwarzacz płyt kompaktowych CD, laserowy gramofon cyfrowy służący do odtwarzania tzw. płyt kompaktowych

Podstawowymi elementami odtwarzacza płyt kompaktowych są: mikroprocesor wytwarzający wszystkie napięcia potrzebne do sterowania gramofonem, laserowa głowica odczytująca, wraz z mechanizmem skupiania strumienia światła lasera i mechanizmem ścieżkowania, silnik prądu stałego (do obracania płyt) wraz z układem automatycznej regulacji obrotów talerza oraz układ elektroniczny do przetwarzania sygnałów cyfrowych na sygnały analogowe.

Pierwszy odtwarzacz płyt kompaktowych został skonstruowany pod koniec lat 70. przez holenderską firmę Philips.

Dysk kompaktowy, dysk optyczny, compact disc, krążek służący do odtwarzania cyfrowo zapisanego dźwięku lub informacji za pomocą promieni laserowych. Dane na takim dysku zapisane są w postaci drobnych wyżłobień w warstwie telluru.

Technikę zapisu i odczytu danych cyfrowych opracowała firma Philips w latach siedemdziesiątych i do tej pory jest to najbardziej rozpowszechniony standard. W technice Philipsa średnica krążka wynosi 5 cali (ok. 12 cm), a jego pojemność pozwala na zapisanie ok. 1 godziny ścieżki dźwiękowej lub 650 MB informacji.

Sposób realizacji:

zadanie do opracowania w grupach, uczniowie w domu zbierają materiały, korzystając z dostępnej literatury, filmów, internetu. Następnie opracowują problem przy pomocy nauczyciela, sporządzają konspekt wystąpienia. Materiały te zostaną przekazane innym grupom podczas referowania zagadnienia.

STRATEGIA NAUCZANIA

- każdy rozdział może stanowić odrębną jednostkę lekcyjną lub do jednej – dwóch lekcji można wybrać niektóre elementy z rozdziałów (w zależności od grupy wiekowej)
- karty pracy ucznia zostały tak „skomponowane”, że możliwe jest skopiowanie tylko części poleceń

Polecenie	Cel	Realizacja
Wymień różne źródła dźwięku i podziel je na przyjemne i nieprzyjemne. Co sprawia, że jedno z nich uważasz za miłe dla ucha, a inne za nieprzyjemne?	1. Uświadomienie istnienia dźwięków o różnej naturze i charakterze	Dyskusja w grupach, burza mózgów; dążenie do wyjaśnienia pojęcia barwy dźwięku i jego głośności

Wytwórz dźwięki przy pomocy dostępnych przyrządów. Zauważ, co jest niezbędne do wytworzenia dźwięku i jakie zjawisko towarzyszy powstawaniu dźwięku	2. Identyfikacja źródeł dźwięku oraz poznanie mechanizmu ich propagacji	Uczeń wykonuje doświadczenia, zapisuje wnioski.
Wysokość, częstotliwość dźwięku	3. Skojarzenie wysokości dźwięku z parametrami źródła (długości blaszki, wysokości słupa powietrza) 4. Zauważenie zależności pomiędzy wysokością dźwięku, a częstotliwością drgań 5. Poznanie pojęcia "częstotliwość własna drgań"	Uczeń wykonuje doświadczenia, zapisuje wnioski. Aby skojarzyć parametry źródła z częstotliwością (wysokością dźwięku), dokonuje porównania z dźwiękami wydobytymi z pianina
Jak "wygląda" dźwięk? Czy dźwięk przyjemny wygląda ładniej, niż dźwięk nieprzyjemny? Przy pomocy mikrofonu i oscyloskopu zbadaj dźwięki wytworzone przez...	6. Utrwalenie związku między wysokością dźwięku, a jego częstotliwością 7. Poznanie pojęcia "widmo dźwięku" 8. Umiejętność składania drgań	Analiza obrazów oscyloskopowych, graficzne lub przy pomocy samodzielnie napisanego programu składanie drgań równoległych
Przewodnictwo dźwięku	9. Dostrzeżenie różnic w przenoszeniu dźwięku przez różne ośrodki	Dyskusja na temat warunków koniecznych do rozchodzenia się dźwięku, rozmowy kosmonautów
Zjawisko rezonansu	10. Uświadomienie: na czym polega, w jakich warunkach zachodzi, jakie są efekty rezonansu	Na wstępie omówić zabawę dziecka na huśtawce jako przykładu rezonansu drgań
– Jaki dźwięk wydaje grzebień, gdy przeciąga się po nim paznokciem? Jaka zmiana następuje, gdy jeden jego koniec przyłożyć do stołu i w ten sam sposób wywołać dźwięk? – Zamocuj strunę gitarową do dwóch kołeczków umieszczonych na desce. Pobudź strunę do drgań. Porównaj dźwięk wydany przez tę strunę z dźwiękiem struny zamocowanej na pudle gitary klasycznej.	11. Poznanie pojęcia "pudło rezonansowe", "rezonator"	Zwrócić uwagę na wzmacniającą rolę pudeł rezonansowych – stołu, pudła gitary
Wymień znane ci instrumenty i zastanów się nad sposobem wytwarzania dzięki nim dźwięków.	12. Zaznajomienie z różnymi rodzajami instrumentów muzycznych	Uczniowie mogą pracować w grupach, wymieniając informacje
Wyjaśnij, jak to się dzieje, że elektroniczny instrument zwany "keyboard" może naśladować szereg instrumentów muzycznych	13. Wskazanie wykorzystania analizy fourierowskiej brzmienia różnych instrumentów	Nauczyciel naprowadza na prawidłowe rozwiązanie problemu, przypominając "wygląd" takich samych dźwięków wydobytych z różnych instrumentów
Posługując się encyklopedycznym określeniem pojęcia "melodia" wyróżnij integralne jej elementy, mające wpływ na jej odbiór	14. Wyławianie najważniejszych informacji z tekstu	Nauczyciel dysponuje "Słowniczkiem", który udostępnia uczniom, albo pomaga im w wyjaśnieniu sensu wybranych pojęć
Uderzając jednocześnie dwa klawisze sprawdź stosunek częstotliwości dźwięków ($i < k$) w kategoriach konsonansu i dysonansu	15. Zaznajomienie się ze skalą dwunastotonową i pojęciem harmonii	Uczniowie dokonują "przełożenia" wyników obliczeń na indywidualne odczucie harmonii; nauczyciel dysponuje pomocniczym tekstem: „Określenie, jakie interwały określamy jako konsonanse ...”
Zagraj melodię w tonacji dur oraz w tonacji moll:	16. Zaznajomienie się z pojęciem "tonacja"	Uczniowie grają znaną melodię według podanego zapisu w tonacji dur: gee fdd ceg, gee fdd cec oraz w tonacji moll: ge'e' fdd ce'g, ge'e' fdd ce'c.
Przeprowadź ankietę wśród ludzi w różnym wieku, dotyczącą ich upodobań muzycznych	17. Umiejętność zdobywania i analizy informacji	Uczniowie opracowują problem w grupie, sporządzają plakat z diagramami ilustrującymi wyniki
Korzystając z dostępnej literatury, filmów, internetu zgromadź materiały ...	18. Umiejętność wyszukiwania i przetwarzania informacji 19. Umiejętność pracy w grupie 20. Umiejętność referowania zagadnienia	Uczniowie opracowują problem w grupie, sporządzają konspekt wystąpienia

OCENA UCZNI

Ocena dotyczyć powinna:

- umiejętności wyjaśnienia problemu,
- stopnia zaangażowania w pracę grupy,
- przejrzystości opracowania,
- bogactwa zgromadzonych materiałów.

Formatywna strategia oceniania

Kategoria	Cel
Ocenianie wartości społecznych	19
Umiejętność posłużenia się metodą naukową	18
Ocena osobistych umiejętności	15
Zdolność do myślenia w kategoriach naukowych	od 1 do 14

Adresy internetowe

1. <http://198.68.188.62/midi.html>

Jest tu gigantyczne archiwum muzyki klasycznej, skąd można muzykę „ściągnąć” albo po prostu jej posłuchać.

2. <http://www.realaudio.com>

Tu znajdują się podłączenia do kilku amerykańskich radiostacji sieciowych. Korzystający z nich można z komputerowych głośników wysłuchać na przykład ostatnich wiadomości stacji ABC. Stąd również można ściągnąć bezpłatne oprogramowanie dla komputera – ściślej, są to specjalne dodatki do przeglądarek typu Netscape czy Internet Explorer – które umożliwią słuchanie tych audycji.

3. <http://www.mtv.com> MTV

4. <http://www.cea.edu/robert/>

Można tu znaleźć mnóstwo wspaniałej jakości dokumentacji fotograficznej historii muzyki rockowej (głównie jednak tej „muzealnej”, czyli z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych) i wiele ciekawych anegdot z nią związanych.

5. <http://www.rockhall.com>

„Rockandrollowa Świątynia Sławy”. Ogromny zasób encyklopedycznych wiadomości o wielkich muzykach rockowych.

6. <http://ubl.com>

Litery ubl to skrót od „The Ultimate Band List”, co dałoby się przełożyć mniej więcej jako „Zupełna Lista Zespołów”. Są tu informacje o setkach zespołów, przy czym – co ogromnie ważne – witryna ta zawiera mnóstwo odnośników do innych witryn rockowych.

Źródła ilustracji

1. Paul G. Hewitt, *Conceptual Physics*.

2. Paul Robinson, *Conceptual Physics. Laboratory Manual*.

LITERATURA

[1] Jan Gaj, *Świat dźwięków*, „Wiedza i Życie” 5/97.

[2] Bogdan Miś, *Dźwięk w sieci*, „Wiedza i Życie” 1/98.

[3] Robert J. Brown, *200 doświadczeń dla dzieci*.

[4] Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz. III.

HAŁAS ŚRODOWISKOWY

Liliana Gerszberg, ZSE-H w Olsztynie

Stanisław Jaśkowiec

Elżbieta Plucińska, II LO w Olsztynie

Cele ogólne

Kształtowanie postaw uczniów poprzez uświadomienie im problemów związanych z hałasem środowiskowym.

Uczeń:

- wie czym jest hałas,
- rozumie, w jaki sposób hałas szkodzi człowiekowi,
- potrafi walczyć z hałasem.

Cele szczegółowe

Uczeń potrafi:

- odróżnić przyjemne dźwięki od hałasu,
- podać przykłady hałasu,
- posługiwać się skalą natężenia dźwięków,
- przyporządkować (4–5 przykładów) określonym dźwiękom przybliżone natężenie:
np. szept – 10 dB, głośna rozmowa – 60 dB, itp.
- komunikować swoje emocje dotyczące słyszanych dźwięków innym,
- klasyfikować dźwięki na miłe i nieprzyjemne,
- prognozować, które dźwięki będą odebrane dobrze, a które źle,
- zmierzyć natężenie dźwięku,
- wyjaśniać, jak powstaje hałas,
- wymieniać narządy człowieka, które mogą ulec uszkodzeniu pod wpływem hałasu,
- planować sposoby walki z hałasem,
- praktykować walkę z hałasem,
- zapobiegać powstawaniu hałasu,
- pomagać innym w podejmowaniu walki o ciszę,
- objaśniać kolejność postępowania administracyjnego w walce z hałasem,
- rozumieć, że dźwięki niesłyszalne nie są obojętne dla organizmu ludzkiego.

WSTĘP

Każdego ranka z rozkosznych objęć snu wyrывa nas dźwięk. To budzik, bezwzględny stróż porządku dnia „każe wrócić naszej świadomości”. Od tej chwili otwiera się dla nas nasz własny, prywatny świat dźwięków. Znajdujemy w nim te dźwięki, które lubimy, które sami zaprogramowaliśmy oraz te, które są niezależne od nas. Są wśród nich takie, które dostarczają nam szeregu informacji, na przykład, że mama już wstała, pies się obudził, ojciec wyjeżdża samochodem, itp. Oraz takie, które nam przeszkadzają, budzą sprzeciw, które chcielibyśmy jakoś usunąć. Te dźwięki to **hałasy**.

Wszechpotężny, podstępny, zły władca **hałas** zanieczyszcza nasze środowisko, powoduje stres oraz inne choroby. Czy wiesz, że według raportu oceniającego stan klimatu akustycznego w Polsce ok. 33% mieszkańców jest narażonych na ponadnormatywny hałas. Czy możemy z nim walczyć? Czy możemy go pokonać?

Podjęcie z nim walki to ogromny trud, ale nagroda warta jest tego wysiłku. Wroga należy poznać i zrozumieć, więc jeśli naprawdę chcesz go pokonać, dołącz do nas. Rozpocznijmy razem naszą przygodę z dźwiękiem. Pomyślmy, skąd one się biorą?

W domu słyszymy lodówkę, telewizor, radio, pralkę, odkurzacz, mikser, kuchenkę mikrofalową, magnetofon, głosy domowników i zwierząt, odgłosy wody, sąsiadów, ludzi na ulicy, samochodów. Jak powstają te dźwięki?

Żyją wśród nas ludzie, którzy nie słyszą dźwięków. Jak myślisz, z jakimi problemami się spotykają? A może chcesz porozmawiać z taką osobą i opowiedzieć nam swoje wrażenia?

„Przed tysiącami lat świat dźwięków składał się między innymi z szelestu liści, szumu wody, świstu wiatru, śpiewu ptaków oraz mowy ludzkiej. W dużych miastach w Starożytności, tam gdzie jednocześnie rozmawiało wiele osób, pojawił się nowy rodzaj dźwięku: **gwar**. Jest to bardzo głośny rodzaj dźwięku, gdyż jest superpozycją (nakładaniem się) przekrzykujących się głosów ludzkich. Według sumeryjskiego eposu Gilgamesz (XX wiek p.n.e.) gwar głosów ludzkich tak rozgniewał Boga, że ten zesłał potop – jest to pierwsza odnotowana kara za nadmierny hałas.” O zgubnym wpływie hałasu na zdrowie ludzkie pisał również Hipokrates (460–377 r. p.n.e.). „Sybarytom z VI w. p.n.e. hałas przeszkadzał w wypoczynku po uciążliwych uciechach, natomiast Arystotelesowi (384–322 r. p.n.e.) w pracy umysłowej.” O jego niekorzystnym działaniu piszą w swoich książkach, między innymi: Horacy (65–8 r. p.n.e.), Kant (1724–1804), Goethe (1794–1832). W roku 100 p.n.e. wchodzi w życie rzymskie prawo budowlane, które zabrania lokalizacji hałaśliwych zakładów rzemieślniczych przy ulicach zamieszkałych przez nauczycieli i uczonych. Kiedy w starożytnym Rzymie położono bruk, hałas uliczny stał się jeszcze większy. Wprowadzono więc zakaz ruchu w godzinach nocnych, a wielu bogatych mieszczan budowało swe domy na obrzeżach miasta.

„O tym, że hałas niszczy zdrowie, a nawet zabija, wiedzieli Chińczycy. W roku 211 p.n.e. minister policji Ming-Ti nakazuje egzekucję bluźnierców za pomocą tzw. «tortury dzwonu». Hałas z torturami piekielnymi wiąże również Dante (1256–1321 r.), który nazywa go wprost «wynalazkiem diabła».”

Współczesna definicja hałasu mówi, że jest to każdy niepożądany i odbierany jako przeszkadzający dźwięk otoczenia. Hałas, podobnie jak wszystkie inne bodźce akustyczne, jest nośnikiem informacji, których posiadanie nie raz warunkuje szanse utrzymania życia. Bez odpowiedniej podaży bodźców słuchowych człowiek przestałby funkcjonować w sposób prawidłowy.

Głośny hałas przez miliony lat spełniał rolę potrzebnego alarmu, ostrzegał przed niebezpieczeństwem i pozwalał je zlokalizować. Utrwalony przez ewolucję mechanizm funkcjonuje do dziś, z tą tylko różnicą, że większość tych alarmów dźwiękowych jest niepotrzebna, tzn. „fałszywa”, np. hałas motocykla, trzaśnięcie drzwi, głośna muzyka, hałas uliczny, dźwięki wydawane przez samoloty, pociągi, odkurzacze, wirówki, wiertarki, młoty pneumatyczne itd. Podwyższa w organizmie poziom adrenaliny.

ANKIETA

1. Co to jest hałas?
2. Podaj źródła hałasu w domu.
3. Podaj źródła hałasu w Twoim środowisku poza domem.
4. Czy według Ciebie w Twojej szkole jest hałas?
5. Jaki szkolny hałas najbardziej Ci przeszkadza?
6. Jaki ogólnie hałas najbardziej Ci przeszkadza?
7. Jakie skutki może wywołać hałas w organizmie człowieka?
8. Jak długo bez negatywnych skutków człowiek może przebywać w hałasie?
9. Czy hałas przeszkadza Ci w koncentracji uwagi i w nauce?
10. Jakie znasz sposoby walki z hałasem?
11. Jak ludzie zabezpieczają się przed hałasem?
12. Czy wiesz, gdzie można się zwrócić, jeśli będziesz chciał podjąć walkę z hałasem?

JA I HAŁAS

1. Czy jestem sprawcą hałasu?
2. W jakich okolicznościach hałasuję?
3. Czy hałas mi przeszkadza?
4. Jaki hałas przeszkadza mi najbardziej?
5. Czy zawsze hałas przeszkadza mi tak samo?
6. Jak odbierasz ten sam hałas wytwarzany przez Ciebie i przez Twojego sąsiada?
7. Są ludzie, którzy celowo wytwarzają hałas, na przykład używają głośnych motorów, ruszają lub hamują z piśkiem itp. Jak myślisz, dlaczego to robią?
8. Co czujesz słysząc tego rodzaju hałas?
W czasie wakacji, zdarzyło się, że sprawca takiego hałasu po zwróceniu mu uwagi wysiadł z samochodu i śmiertelnie pobił młodzieńca komentującego ten czyn.
9. Jeśli długo przebywałeś w hałasie na przykład na dyskotecce, koncercie, głośno słuchałeś walkmana, co obserwujesz po ustaniu głośnych dźwięków?
10. Co mógłbym zrobić, aby chociaż częściowo ograniczyć wytwarzany przeze mnie i przy moim współludziale hałas?

MODUŁ 1. CZYM JEST HAŁAS?

Cele operacyjne

Uczeń potrafi:

- zbadać wpływ natężenia i częstotliwości dźwięku na odczucia swoje, koleżanek i kolegów (odbiór dźwięku),
- wykazać, że dźwięk o takim samym natężeniu, ale o różnej częstotliwości jest odbierany inaczej,
- zaplanować przeprowadzenie badań wpływu zmian częstotliwości dźwięków o tym samym natężeniu na ich odbiór.

Pojęcia naukowe

- dźwięk,
- natężenie dźwięku,
- częstotliwość,
- barwa dźwięku,
- wysokość dźwięku.

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELA (DŹWIĘKI)

STRATEGIA NAUCZANIA

1. Lekcję można rozpocząć od powtórzenia wiadomości: czym jest dźwięk (parametry charakteryzujące dźwięk: częstotliwość, natężenie, barwa, wysokość dźwięku).
2. Uczniowie w grupach planują doświadczenie potwierdzające, że dźwięk o takim samym natężeniu, ale różnej częstotliwości jest odbierany inaczej.
3. Po przedstawieniu i wspólnym przeanalizowaniu propozycji uczniów prezentujemy tabelę z poniższego doświadczenia, i wspólnie ustalamy sposób jej wypełnienia.
4. Tabelę wypełniają uczniowie indywidualnie lub w grupach, albo zapisują odczucia większości klasy w jednej dużej tabeli umieszczonej na tablicy.

5. Na podstawie analizy otrzymanej tabeli należy wyciągnąć wnioski dotyczące wrażliwości ucha ludzkiego.
6. Po realizacji zagadnień z akustyki proponuje się, w ramach pracy domowej, podzielenie klasy na grupy i przydzielenie „zadań dla zespołów”, z poleceniem przygotowania się do dyskusji.
7. Jedną lekcję poświęcamy na prezentacje wykonanych przez grupy zadań oraz na refleksje na temat roli dźwięku w życiu człowieka.
8. Dyskusje o roli dźwięku w życiu człowieka proponuje się przeprowadzić wspólnie z całą klasą pod kierunkiem nauczyciela.

DOŚWIADCZENIE

ŚRODKI DYDAKTYCZNE: generator akustyczny, głośnik, duży arkusz papieru, flamastry

Korzystając z generatora akustycznego i głośnika wytwarzamy dźwięki o tym samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach, np. 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 10 kHz. Uczniowie szacują „siłę dźwięku” i zapisują swoje wrażenia w przygotowanej tabeli.

Przykładowa tabela:

szacowanie		1 dźwięk	2 dźwięk	3 dźwięk	4 dźwięk	5 dźwięk	6 dźwięk
		100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	5 kHz	10 kHz
bardzo głośno	•						
	•						
	•						
głośno	•						
	•						
	•						
średnio	•						
	•						
	•						
cicho	•						
	•						
	•						
bardzo cicho	•						
	•						
	•						

Sugerowane wnioski:

Ucho ludzkie ma różną wrażliwość na dźwięki o różnych częstotliwościach. Najbardziej wrażliwi jesteśmy na dźwięki o częstotliwościach kilku kHz.

CO BĘDZIE OCENIANE:

- pomysłowość i realność wykonania proponowanego doświadczenia,
- zaangażowanie, pomysłowość i umiejętność wyjaśniania propozycji doświadczenia,
- umiejętność wyjaśniania i posługiwania się pojęciami z zakresu akustyki.

ZADANIA DLA ZESPOŁÓW

- Nagracie kilkusekundowe dźwięki, które bardzo lubicie.
- Nagracie dźwięki, których nie lubicie, które sprawiają wam przykrość.
- Nagracie takie dźwięki, które dostarczają istotnych dla Was informacji.
- Nagracie dźwięki, które są dla człowieka obojętne.

PYTANIA DO DYSKUSJI

1. Jak różne osoby mogą reagować na ten sam dźwięk, od czego to zależy?
2. Dlaczego ta sama osoba może różnie reagować na ten sam dźwięk? (w zależności od dyspozycji fizycznej i psychicznej)
3. Dlaczego niektóre dźwięki sprawiają ludziom przykrość? Czym charakteryzują się te przykre dźwięki?
4. Czy dźwiękiem można leczyć ludzi? Jakie dźwięki uważane są za terapeutyczne?
5. Czy słyszeliście, że dźwiękami można również stymulować pracę mózgu?
6. Czy dźwiękami można niszczyć człowieka?
7. Jakie dźwięki mają działanie uszkadzające, czym się one charakteryzują? Jak nazywamy te dźwięki?
8. Jak nasz mózg stara się bronić przed szkodliwymi dla nas dźwiękami?

CO BĘDZIE OCENIANE

- pomysłowość w wyborze dźwięków do prezentacji,
- uświadomienie znaczenia dźwięków w życiu człowieka,
- sposób prezentacji nagrań,
- przygotowanie do dyskusji.
- udział w dyskusji – aktywność,
- umiejętność obrony swoich poglądów,
- umiejętne posługiwanie się językiem akustyki,
- zdobyta wiedza,
- umiejętność analizowania zebranych danych doświadczalnych, przedstawienia ich i wyciągania właściwych wniosków.

MATERIAŁY DLA UCZNIA (DŹWIĘKI)

1. Przypomnij sobie, czym jest dźwięk, natężenie, barwa i wysokość dźwięku oraz co to jest częstotliwość.
2. Zaproponuj doświadczenie, w którym wykażesz, że dźwięk o takim samym natężeniu, ale różnej częstotliwości (wysokości) jest odbierany inaczej.
3. Wypełnij poniższą tabelę i na jej podstawie sformułuj wnioski.

Przykładowa tabela:

szacowanie		1 dźwięk	2 dźwięk	3 dźwięk	4 dźwięk	5 dźwięk	6 dźwięk
		100 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	5 kHz	10 kHz
bardzo głośno	•						
	•						
	•						
głośno	•						
	•						
	•						
średnio	•						
	•						
	•						
cicho	•						
	•						
	•						
bardzo cicho	•						
	•						
	•						

WASZE ZADANIA:

- Nagracie kilkusekundowe dźwięki, które bardzo lubicie.
- Nagracie dźwięki, których nie lubicie, które sprawiają wam przykrość.
- Nagracie takie dźwięki, które dostarczają istotnych dla Was informacji.
- Nagracie dźwięki, które są dla Was obojętne.

PRZYGOTUJcie SIĘ DO DYSKUSJI O ROLI DŹWIĘKU, WYKORZYSTUJĄC PONIŻSZE PYTANIA

1. Jak różne osoby mogą reagować na ten sam dźwięk, od czego to zależy?
2. Dlaczego ta sama osoba może różnie reagować na ten sam dźwięk?
3. Dlaczego niektóre dźwięki sprawiają ludziom przykrość? Czym charakteryzują się te przykre dźwięki?
4. Czy dźwiękiem można leczyć ludzi? Jakie dźwięki uważane są za terapeutyczne?
5. Czy słyszeliście, że dźwiękami można również stymulować pracę mózgu?
6. Czy dźwiękami można niszczyć człowieka?
7. Jakie dźwięki mają działanie uszkadzające, czym się one charakteryzują? Jak nazywamy te dźwięki?
8. Jak nasz mózg stara się bronić przed szkodliwymi dla nas dźwiękami?

MODUŁ 2. WPŁYW HAŁASU NA ZDROWIE CZŁOWIEKA**Cele operacyjne:**

Uczeń potrafi:

- odczuwać wpływ hałasu na własną koncentrację, słyszenie i rozumienie mowy,
- wymieniać zawody, w których człowiek jest narażony na hałas,
- rozumieć niekorzystny wpływ hałasu na zdrowie człowieka,
- wymieniać narządy człowieka, które mogą ulec uszkodzeniu pod wpływem hałasu,
- omawiać skutki działania hałasu na organizm człowieka,
- rozumieć potrzebę ochrony przed hałasem,
- podejmować walkę z hałasem.

Pojęcia naukowe

- dźwięk,
- hałas,
- natężenie dźwięku.

Pomoce naukowe

młotek, ciężki przedmiot, przedmioty wydające głośne dźwięki, np. telewizor, radio, magnetofon, odkurzacz, itp.

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELA**Strategia nauczania**

1. Poniższe doświadczenia mogą być wykonane przez nauczyciela lub ucznia – pomocnika nauczyciela.
2. Dyskusja prowadzona jest na forum klasy. Można posłużyć się załączonymi pytaniami.

DOŚWIADCZENIE

1. Nagłe i niespodziewane zrzucenie ciężkiego przedmiotu
 - Jaka była Wasza reakcja?
 - Dlaczego tak zareagowaliście?
2. Rytmiczne pukanie młotkiem lub innym przyrządem przez określony czas
 - Jaka jest Wasza reakcja na tego typu dźwięk?
 - Dlaczego reakcja jest taka?
 - Kiedy zaczyna to przeszkadzać?

3. Zadajemy uczniom pracę samodzielną lub w grupach, np. rozwiązanie krzyżówki (str. 33). Nauczyciel włącza w pomieszczeniu wszelkie możliwe urządzenia, np. telewizor, radio, magnetofon, puka w blat biurka, chodzi po klasie głośno stukając butami, itp.
- Jaka była Wasza reakcja na dźwięki Was otaczające?
 - Czy coś Wam przeszkadzało w pracy? Co to było?
 - W czym Wam przeszkadzało?
 - Jak ucho reagowało po wyłączeniu bodźców akustycznych?

SUGEROWANE WNIOSKI

Hałas źle wpływa na koncentrację, wyraźne słyszenie i zrozumienie mowy innych.

ZADANIE DOMOWE

Wymień zawody, w których ludzie są narażeni na hałas. Poszukaj w swoim otoczeniu ludzi pracujących obecnie lub w przeszłości w hałasie. Wybierz jedną lub dwie osoby spośród nich i przeprowadź wywiad o wpływie hałasu na ich zdrowie.

Przykładowe pytania do wywiadu:

- Jak długo w ciągu dnia dana osoba jest/była narażona na hałas?
- Co było źródłem hałasu?
- Jakie natężenie miał ten hałas?
- Przez ile lat pracuje/pracowała na danym stanowisku pracy, w danym zawodzie?
- Czy chroni/chroniła się przed hałasem i w jaki sposób?
- Czy odczuwa skutki pracy w hałasie? Podać jakie.

Uwaga: Nie sugerujemy pytań, jeżeli uważamy, że uczniowie samodzielnie wywiążą się z powierzonego zadania.

CO BĘDZIE OCENIANE

- przygotowanie do wywiadu, użycie właściwych narzędzi,
- dociekliwość, szczegółowość dokumentacji,
- umiejętność zaprezentowania efektów swojej pracy,
- rozumienie destrukcyjnego wpływu hałasu na efekty działania człowieka i na jego organizm.

MATERIAŁY DLA UCZNIA

WASZE ZADANIE:

Wymień zawody, w których ludzie są narażeni na hałas. Poszukaj w swoim otoczeniu ludzi pracujących obecnie lub w przeszłości w hałasie. Wybierz jedną lub dwie osoby spośród nich i przeprowadź z nimi wywiad o wpływie hałasu na ich zdrowie.

Przykładowe pytania do wywiadu:

- Jak długo w ciągu dnia dana osoba jest/była narażona na hałas?
- Co było źródłem hałasu?
- Jakie natężenie miał ten hałas?
- Przez ile lat pracuje/pracowała na danym stanowisku pracy, w danym zawodzie?
- Czy chroni/chroniła się przed hałasem i w jaki sposób?
- Czy odczuwa skutki pracy w hałasie? Podać jakie.

MATERIAŁY POMOCNICZE

INFORMACJE O WPŁYWIE HAŁASU NA ZDROWIE CZŁOWIEKA

Skutki fizjologiczne i patologiczne:

- zagłuszanie pożądaných bodźców akustycznych,
- ograniczenie orientacji przestrzennej związane z opóźnioną reakcją ucha na dźwięk,
- chwilowe ubytki słuchu.

Ujemne działanie na system nerwowy i psychikę:

- wzmożona nadpobudliwość i drażliwość,
- zmęczenie nerwowe z objawami przygnębienia i depresji, oraz brak koncentracji,
- obniżenie sprawności umysłowej,
- bezsenność,
- stany lękowe,
- ból głowy,
- uczucie niezadowolenia, udręczenia, poszkodowania i zagrożenia, a także sprzeciwu wobec niekorzystnych warunków akustycznych.

Zaburzenie czynności wegetatywnych:

- zaburzenia w oddychaniu,
- zaburzenia krążenia krwi, itd.

Zaburzenia somatyczne:

- przyspieszenie procesów starzenia,
- choroby wrzodowe przewodu pokarmowego,
- zawały serca,
- zaburzenia hormonalne,
- nieodwracalne ubytki słuchu prowadzące do głuchoty (zmiany patologiczne),
- zaburzenia równowagi, wymioty, omdlenia.

WPŁYW HAŁASU NA ZDROWIE CZŁOWIEKA**1. WPŁYW HAŁASU NA NARZĄD SŁUCHU**

Hałas długotrwały powoduje uszkodzenie komórek rzęsatych narządu Cortiego. Najczęściej w wyniku krótkotrwałej jednorazowej ekspozycji na hałas o ekstremalnie wysokim natężeniu (próg bólu), np. wystrzał, eksplozja itp. następuje uszkodzenie struktur ucha środkowego przewodzącego dźwięk, tzn. przerwanie ciągłości błony bębenkowej, rozerwanie łańcucha kosteczek słuchowych, wylewy krwawe w jamie bębenkowej, zaburzenia w funkcjonowaniu trąbki słuchowej i mięśni śródusznych.

Szybkość rozwoju i wielkość uszkodzenia narządów słuchu zależy od parametrów hałasu, tj. poziomu ciśnienia akustycznego i czasu trwania narażenia. Zgodnie z zasadą równej energii, zmniejszenie jednego z tych parametrów i zwiększenie drugiego wywołuje takie same skutki.

Bardziej uszkadzające jest działanie hałasu ciągłego niż ekspozycja o tym samym czasie przerywana okresami ciszy, które pozwalają na regenerację narządu słuchu. Stopień uszkodzenia zależy od charakteru hałasu. Hałas o stałym poziomie jest mniej szkodliwy niż zmienny, zwłaszcza z obecnością impulsów. Tonalny i wysokopasmowy bardziej uszkadza, niż szerokopasmowy. Wysokie częstotliwości są bardziej traumatyzujące od niskich.

Uszkadzające działanie hałasu zależy od wrażliwości osobniczej, a u tej samej osoby zmienia się w zależności od ogólnego zmęczenia, stanu psychicznego itp. Wrażliwość osobnicza zaś zależy od czynników dziedzicznych, anomalii anatomicznych, przebytych chorób uszu i innych. Na rozwój uszkodzenia słuchu ma również wpływ wiek osobnika, jego płeć, współistnienie patologii w obrębie ucha – zmiany zapalne i pourazowe, działanie substancji ototoksycznych.

Na uszkodzenie prawidłowej funkcji ucha mogą mieć wpływ schorzenia ogólne, takie jak: nadciśnienie tętnicze i cukrzyca, które upośledzają ukrwienie i odżywienie narządu słuchu.

W czasie działania hałasu na narząd słuchu wyróżnia się następujące reakcje:

- adaptację – chwilowe obniżenie progu słuchu,
- zmęczenie fizjologiczne – po wyczerpaniu zdolności adaptacyjnych czasowe przesunięcie progu słuchu, tzw. TTS, które cofa się po odpoczynku. Powrót progu do poziomu normalnego stabilizuje się po około 16 godzinach od przerywania ekspozycji.

- zmęczenie patologiczne – trwałe obniżenie progu słuchu jest efektem nieodwracalnego uszkodzenia receptora, spowodowanego załamaniem zdolności przystosowawczych komórek do odbioru hałasu.

Uszkodzenie komórek rzęsatych pod wpływem hałasu jest u człowieka nieodwracalne. Ubytek słuchu spowodowany uszkodzającym działaniem hałasu jest więc trwałym kalectwem. Prowadzić może do zmian osobowościowych, psychicznych i do intelektualnej degradacji człowieka.

2. POZASŁUCHOWE SKUTKI WYWOŁYWANE HAŁASEM

Ucho jako narząd słuchu przetwarza bodźce akustyczne w impulsy nerwowe, które transmitowane są do ośrodków słuchowych w korze mózgowej, gdzie powstają wrażenia słuchowe. Ich treść wpływa na stan emocjonalny, modyfikuje sposób zachowania się ustroju i wyzwała szereg reakcji wtórnych. Powtarzanie bodźców nieprzyjemnych u jednych może wywoływać przyzwyczajenie i zubożenie, u innych natomiast doprowadza do narastającego rozdrażnienia i wyzwała psychogenne reakcje vegetatywne. Hałas ma więc wpływ na stan i funkcje narządów wewnętrznych oraz na aktywność układu gruczołowy o wydzielaniu dokrewnym. Bodźce słuchowe wywierają wpływ na wszystkie przejawy życia organizmu nawet wtedy, gdy nie dochodzi do powstania wrażeń słuchowych, w stanach braku świadomości oraz ograniczonej świadomości. Wnioski powyższe potwierdzają odruchowe reakcje układu oddechowego, układu krążenia, przewodu pokarmowego i szeregu innych narządów. Linijność reakcji vegetatywnych jest zachowana do ok. 95 dB. Dalszy wzrost obciążenia nie powoduje adekwatnego nadążania reakcji vegetatywnych. Utrzymują się one wówczas na stałym, maksymalnie zmienionym poziomie. Wyraźne reakcje vegetatywne występują dopiero po przekroczeniu poziomu 75 dB, z tym że proporcjonalność reakcji do wielkości poziomu jest zachowana dla bodźców szerokopasmowych do 90 dB, a wąskopasmowych do 95 dB.

Adaptacja słuchu polega na stopniowym spadku wrażliwości słuchu na dany bodziec, ze zmianą wielkości wrażenia słuchowego w trakcie działania podniety.

Zmiana głośności osiąga swoje maksimum po 4–7 minutach, a wielkość spadku czułości może sięgać 30–50 dB. Po wyłączeniu bodźca stan słuchu wraca do normy.

Zmęczenie słuchu to czasowa utrata czułości słuchu utrzymująca się po wyłączeniu bodźca, na skutek spadku wrażliwości komórek receptorowych.

Wartość **energii fali akustycznej** jest bardzo mała.

Energia dźwięku emitowanego przez klakson samochodowy doprowadza do wrzenia (od temperatury 20°C do 100°C) szklankę wody (0,2 l) w czasie 4 500 000 godzin, czyli ponad 513 lat.

W poniższej tabeli podane są maksymalne czasy, w ciągu których człowiek może być poddany dźwiękom o określonym poziomie głośności.

Tabela 1. Maksymalny czas ekspozycji na hałas dziennie w godzinach

Poziom głośności [dB]	90	93	96	99	102	105
Maksymalny czas ekspozycji [w godzinach dziennie]	8	4	2	1	0,5	0,20

Dopuszczalne natężenie dźwięku na stanowiskach pracy

- poziom ekspozycji na hałas w odniesieniu do 8-godzinnego dnia pracy – 85 dB
- maksymalny poziom hałasu – 115 dB
- szczytowy poziom hałasu – 135 dB

Tabela 2. Ubytek słuchu z wiekiem

Wiek (lata)	Ubytek słuchu (dB)
20	1,3
30	7,4
40	12,7
50	18,0
60	27,4
70	36,7
80	44,0

MODUŁ 3. JAK WALCZYĆ Z HAŁASEM?

Można to zrealizować wykorzystując METAPLAN.

Dzielimy uczniów na grupy kilkusobowe, z których każda opracowuje jedno zagadnienie:

- Jak walczyć z hałasem szkolnym?
- Jak walczyć z hałasem w domu?
- Jak walczyć z hałasem środowiskowym?

Przykładowy metaplan jest dołączony w materiałach.

Scenariusz lekcji

Temat: Sposoby walki z hałasem w różnych środowiskach

Cel ogólny: Dostrzeganie potrzeby walki z hałasem i metody tej walki

Cele operacyjne

Uczeń potrafi:

- wymienić 3–5 źródeł hałasu w danym środowisku,
- omówić 3 główne metody walki z hałasem,
- dostosować metodę walki z hałasem do specyfiki źródła hałasu,
- demonstrować przekonanie o potrzebie walki z hałasem,
- uszanować ciszę w odpowiednich sytuacjach i czasie.

Metoda: problemowo-analityczna

Organizacja pracy: zespołowa

Środki dydaktyczne: radio lub magnetofon, materiały dźwiękochłonne, flamastry, papier

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELA

Zajęcia mają na celu:

1. Zapoznanie ze źródłami hałasu i metodami walki z hałasem,
2. Podejmowanie decyzji co do metod walki z hałasem oraz doboru materiałów dźwiękochłonnych,
3. Kształtowanie umiejętności współdziałania w grupie przy realizacji wspólnego zadania,
4. Wyrabianie aktywnej postawy wobec walki z hałasem.

Strategia nauczania

1. Nauczyciel przysłuchując się pracy w grupach wspiera pomysły uczniów zaprezentowaniem innych sposobów walki z hałasem.
2. Nauczyciel zwraca uwagę, że nie wszystkie rozwiązania mogą mieć praktyczne zastosowanie i że uczniowie wybierając odpowiednie metody walki z hałasem powinni kierować się ekonomiczną stroną zastosowania tych metod.

Przebieg zajęć

DOŚWIADCZENIE

Sposoby zmniejszania poziomu hałasu

1. Włączamy radio lub magnetofon, a następnie regulujemy gałką głośności poziom dochodzącego do naszych uszu dźwięku.
2. Umieszczamy to samo radio lub magnetofon za przegrodą lub ścianą i nasłuchujemy zmianę docierającego do nas dźwięku.

3. Zatykamy uszy palcami lub materiałami pochłaniającymi dźwięki i nasłuchujemy jak zmieniły się dźwięki dochodzące do naszych uszu.

Na tablicy zapisujemy trzy główne metody zmniejszania poziomu dźwięków dochodzących od źródła do naszych uszu (metody zmniejszania poziomu hałasu):

- zmniejszanie emisji hałasu przez źródła (w źródłach),
- ograniczenie propagacji (rozprzestrzeniania się) hałasu,
- ochrona uszu przed hałasem.

Podział uczniów na trzy grupy

ĆWICZENIE:

Rodzaje źródeł hałasu i metody walki z nimi w różnych środowiskach:

- a) mieszkanie,
- b) klasa szkolna,
- c) ulica.

Uczniowie na arkuszach papieru prezentują główne źródła hałasu w danym środowisku, a następnie dobierają sposób zmniejszenia hałasu w zależności od specyfiki źródła.

Nauczyciel obserwuje pracę w zespołach, zwracając uwagę na podział pracy oraz zaangażowanie wszystkich członków zespołu.

Wybrani członkowie zespołu prezentują wyniki swojej pracy przed całą klasą.

Wyniki prezentacji są oceniane brawami przez wszystkich uczniów.

ZADANIE DOMOWE

Uczniowie proponują rodzicom, dyrekcji szkoły i radzie osiedlowej różne sposoby walki z hałasem w danym środowisku. Efekty swojej pracy przedstawiają po dwóch tygodniach na forum klasy.

CO BĘDZIE OCENIANE

- umiejętność obserwacji otoczenia,
- jakość dokonanej obserwacji,
- umiejętność sformułowania i zaprezentowania spostrzeżeń,
- pomysłowość i twórcza postawa,
- jakość pomysłów i propozycji,
- realność zastosowania w praktyce,
- skuteczność podjętych działań.

MATERIAŁY DLA UCZNIA

WSTĘP

Trzy środowiska, w których jesteś najbardziej narażony na hałas to:

- a) mieszkanie,
- b) klasa szkolna,
- c) ulica.

W oparciu o przeprowadzone na lekcji eksperymenty oraz tabelkę z podanymi zdolnościami izolacyjnymi materiałów budowlanych (tabela w materiałach pomocniczych) wykonajcie następujące zadania:

WASZE ZADANIA

1. Oceńcie główne źródła hałasu w jednym z w/w środowisk.
2. Przeanalizujcie różne sposoby zmniejszenia hałasu w wybranym środowisku.
3. Oceńcie, które materiały są najbardziej skuteczne w walce z hałasem (w oparciu o tabelę).

4. Zaproponujcie rodzicom, dyrekcji szkoły i władzom samorządu najbardziej efektywny sposób zmniejszenia hałasu w danym środowisku.

Ceny materiałów budowlanych uzyskasz w składnicy materiałów budowlanych.

MATERIAŁY POMOCNICZE

Tabela 3. Zdolność izolacyjna materiałów budowlanych

Nazwa materiału przegrody	Grubość d [cm]	Zdolność izolacyjna [dB]
Drzwi podwójne		40
Drzwi pojedyncze		do 20
Okno podwójne		30
Okno pojedyncze		15
Płyta pilśniowa miękka	1, 2	
	32	
Szkła grube	0,6–0,7	29
Sklejka	0,5	19
Ściana betonowa	15-18	48
Ściana z cegły tynkowana:		
• grubość 1/4 cegły	9	42
• grubość 1/2 cegły	15	44
• grubość 1 cegły	27	50
Styropian	2,4	26
Tektura falista	0,7	24,5
Prasowany korek	0,4	24

Źródła hałasu środowiskowego

Jednym z najpowszechniej i najbardziej uciążliwych źródeł jest hałas komunikacyjny. Na jego poziom mają wpływ następujące czynniki:

- hałasliwość pojazdów drogowych,
- warunki drogowe, np. rodzaj i jakość powierzchni, liczba skrzyżowań, nierówności terenu, warunki urbanistyczne itp.

Najkorzystniejsze własności akustyczne w ruchu miejskim ma trolejbus, a w komunikacji pociągi elektryczne. Bardzo uciążliwe dla dużych obszarów miejskich są samoloty.

Oprócz hałasu komunikacyjnego oddziałują na nas dźwięki lokalne, które możemy odbierać jako hałas. Zaliczamy do nich szczekanie psa, krzyk i płacz dziecka, szum wody w rurach, dźwięki wysyłane przez domowe urządzenia elektryczne np. mikser, odkurzac, sokowirówkę, itp.

Tabela 4. Poziom głośności dla różnych źródeł hałasu

Źródło hałasu	Odległość w metrach lub miejsce pomiaru	Poziom głośności w dB
Krzyki dzieci	Klatka schodowa	79
Szczekanie psa	j.w.	86
Pisanie na maszynie	pokój	77
Radio	pokój	80
Odkurzac	pokój	72
Szum wody	łazienka	69
Ulica cicha	1 metr od krawędzi	60–70
Ulica bardzo ruchliwa	j.w.	75–85
Dworzec kolejowy	50 m	70–80
Dworzec autobusowy	50 m	75–85

Ochrona przed hałasem

Dźwięk może przenikać do mieszkań bezpośrednio poprzez powietrze lub przez podłoże i konstrukcję budynków. Ta ostatnia droga jest szczególnie ważna przy przenoszeniu wibracji, czyli drgań o niskiej częstotliwości. Tępy wyższe są silniej tłumione przez ośrodek przenoszący niż tony niskie, np. bliskie uderzenie pioruna odbieramy jak głośny suchy trzask, a odgłos pioruna odległego dociera do nas jako przewalający się grzmot o niskich tonach.

Do najprostszych i najbardziej skutecznych sposobów zwalczania hałasu należy odsunięcie jego źródła, zamknięcie go w tunelu, lub przynajmniej odgrodzenie ekranami akustycznymi. Rolę ekranów akustycznych mogą spełniać pawilony handlowe, budynki użyteczności publicznej i tym podobne budowle oraz zieleń, która bardzo skutecznie pochłania dźwięk.

Hałas przenika do pomieszczeń głównie przez otwory okienne i drzwi. Konieczne jest więc odpowiednie wykonanie tych elementów. W tym celu stosuje się uszczelnienie gumowe, podwójne, a nawet potrójne szyby, konieczne ze szkła o różnej grubości, gdyż każda szyba działa jak membrana tłumiąca silnie fale tylko o pewnych częstotliwościach, a przenosząca fale o innych częstotliwościach.

Istotną rolę w walce z hałasem odgrywa wykonanie ścian budynków z materiałów pozwalających na skuteczną izolację, nie tylko od hałasów zewnętrznych, ale i wewnętrznych. Duży wpływ na zdolności odbijające fal dźwiękowych ma odpowiednie ukształtowanie elewacji budynków oraz odpowiednie ustawienie budynków względem ruchliwej ulicy.

Na poprawę klimatu akustycznego mieszkań duży wpływ ma odpowiednia lokalizacja kuchni, łazienek i schodów od strony budynku szczególnie narażonej na hałas.

W pomieszczeniach mieszkalnych przyjmuje się, że równoważny maksymalny poziom hałasu ze wszystkich źródeł nie powinien przekraczać 40 dB w dzień i 30 dB w nocy.

Ochroną przed hałasem i wibracjami, w zależności od ich charakteru i miejsca powstawania, zajmuje się aż 7 resortów.

Według raportu oceniającego stan klimatu akustycznego w Polsce ok. 33% mieszkańców jest narażonych na ponadnormatywny hałas. Teren, na którym występuje tak uciążliwe oddziaływanie, to ok. 21% powierzchni kraju. Na terenie objętym uciążliwością hałasu

- 61% wywołał ruch kołowy,
- 20% ruch kolejowy,
- 15% przemysł,
- 4% komunikacja lotnicza.

Na hałas drogowy w nocy przekraczający 50 dB narażonych jest ok. 3,1 mln osób zamieszkujących na obszarze 17 500 km².

MODUŁ 4. HAŁAS A NASZE ŚRODOWISKO

Cele szczegółowe

Uczeń wie:

- co jest źródłem hałasu w jego miejscowości,
- gdzie znajdują się miejsca narażone na hałas.

Uczeń potrafi:

- wczuć się w położenie ludzi, którzy są narażeni na hałas,
- zaproponować skuteczne sposoby walki z hałasem.

Pomoce naukowe

mapa lub plan miasta, miejscowości, pisaki, kredki kolorowe.

Można także wykorzystać: magnetofon, aparat fotograficzny, kamerę.

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELA

Głównym celem tego modułu jest stworzenie mapy obrazującej źródła hałasu i rejony zagrożone hałasem w danej miejscowości, mieście itp. oraz uwrażliwienie uczniów na problemy ludzi mieszkających lub pracujących w tych miejscach.

STRATEGIA NAUCZANIA

1. Pracę uczniów należy podzielić na etapy, wynegocjować terminy realizacji poszczególnych zadań.
2. Nauczyciel dzieli klasę na grupy i przydziela zadania części I.
3. Po wykonaniu zadań części I każda z grup przedstawia efekty swojej pracy, jednocześnie nanosząc na plan miasta znalezione miejsca będące źródłem hałasu. W ten sposób powstaje mapa miejsc zagrożonych hałasem.
4. W części II wszystkie grupy otrzymują te same zadania, ale należy zadbać o to, aby każda grupa wybrała do dalszego opracowania inne miejsce związane z hałasem.
5. Zbiór prac uczniowskich powstałych w trakcie realizacji zadań powinien stanowić załącznik do opracowanej mapy, w którym poszukiwać można uszczegółowienia problemu hałasu związanego z danym miejscem.

ZADANIA DLA GRUP

CZĘŚĆ I

1. Odszukajcie w swoim mieście/miejscowości 2–3 miejsca będące źródłem hałasu.
2. Wypiszcie adresy tych miejsc i określcie zasięg strefy, w której rozprzestrzenia się ten hałas.
3. Opiszcie, co jest przyczyną hałasu.

CZĘŚĆ II

Odwiedźcie wybrane przez swoją grupę miejsce, a potem:

- zaobserwujcie ich otoczenie – czy wokół są budynki mieszkalne, szkoły, szpitale, instytucje itp.; czy rosną krzewy, drzewa – w jakiej odległości od źródła hałasu,
- opiszcie swoje odczucia w czasie pobytu w tych miejscach,
- zróbcie wywiady z osobami mieszkającymi lub pracującymi w pobliżu; dowiedzcie się czy i jak chronią się przed hałasem,
- zaproponujcie, jak rozwiązałibyście problem ludzi mieszkających i pracujących w danym miejscu,
- porozmawiajcie o wybranych miejscach skażonych hałasem z osobami kompetentnymi, np. przedstawicielem Sanepidu, Wydziału Ochrony Środowiska UW, przedstawicielem hałaśliwego zakładu itp.; skonsultujcie z nimi swoje pomysły,
- zaprezentujcie publicznie efekty swojej pracy, uzupełnijcie plan miasta o obszary narażone na hałas.

Realizując kolejne polecenia możecie je dokumentować w następujący sposób:

- na piśmie,
- na kasie magnetofonowej,
- na taśmie video,
- za pomocą fotografii.

Co będzie oceniane

- terminowość wykonania poszczególnych etapów pracy,
- spostrzegawczość, przeprowadzenie obserwacji ukierunkowanej, tematycznej,
- czy wybrane do badania przez uczniów miejsce jest interesujące pod względem poruszanego problemu,
- wnikliwość opisu przyczyn hałasu,
- wkład pracy przy zbieraniu materiałów,
- umiejętność wyrażania myśli na piśmie,
- rzeczowość propozycji, pomysłowość, wiedza o sposobach zabezpieczenia się przed hałasem,

- umiejętność wyboru osoby, fachowca lub instytucji pomocnej w rozwiązywaniu problemów związanych z hałasem,
- umiejętność formułowania i docieklivość pytań w przeprowadzonym wywiadzie,
- sposób prezentacji rezultatów pracy,
- umiejętność posługiwania się terminologią związaną z akustyką i rozumienie tej terminologii,
- czy u ucznia wystąpiło nastawienie na działanie, czyli potrzeba walki z hałasem?

MATERIAŁY DLA UCZNIA

HAŁAS A NASZE ŚRODOWISKO

CZĘŚĆ I

WASZE ZADANIA

- Odszukajcie w swoim mieście/miejscowości 2-3 miejsca będące źródłem hałasu.
- Wypiszcie adresy tych miejsc i określcie zasięg strefy, w której ten hałas się rozprzestrzenia.
- Opiszcie, co jest przyczyną hałasu.
- Przygotujcie prezentację efektów swojej pracy.

CZĘŚĆ II

WASZE ZADANIA

Odwiedźcie wybrane przez swoją grupę miejsce, a potem:

- zaobserwujcie ich otoczenie – czy wokół są budynki mieszkalne, szkoły, szpitale, instytucje itp.; czy rosną krzewy, drzewa – w jakiej odległości od źródła hałasu,
- opiszcie swoje odczucie w czasie pobytu w tych miejscach,
- zróbcie wywiady z osobami mieszkającymi lub pracującymi w pobliżu; dowiedzcie się czy i jak chronią się przed hałasem,
- zaproponujcie, jak rozwiązalibyście problem ludzi mieszkających i pracujących w danym miejscu,
- porozmawiajcie o wybranych miejscach skażonych hałasem z osobami kompetentnymi np. przedstawicielem Sanepidu, Wydziału Ochrony Środowiska UW, przedstawicielem hałaśliwego zakładu itp.; skonsultujcie z nimi swoje pomysły,
- zaprezentujcie publicznie efekty swojej pracy, uzupełnijcie plan miasta o obszary narażone na hałas.

Realizując kolejne polecenia możecie je dokumentować w następujący sposób:

- na piśmie,
- na kasecie magnetofonowej,
- na taśmie video,
- za pomocą fotografii.

MATERIAŁY POMOCNICZE

Podajemy poniżej tabelę, która mówi nam, gdzie należy się zwrócić, jeżeli chcemy podjąć walkę z hałasem. Możemy ją wykorzystać na lekcji.

Tabela 5. Tryb postępowania w sprawach interwencyjnych

Klasyfikacja hałasu	Pierwsza interwencja do:	Kompetencja instytucja	Instytucja nadrzędna	Podstawa prawna
Środowiskowy (występujący) • przemysłowy • komunikacyjny	⇒	Urząd Gminy	Sejmik Samorządowy	Ustawa o ochronie środowiska (Dz.U. Nr 49/94, poz. 196) art. 52 ust. 2 art. 76 ust.1 i 2

j.w. pomiar hałasu	⇒	Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska	Główny Inspektor Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska ul. Wawelska 52/54 00-922 Warszawa	Ustawa o ochronie środowiska (Dz.U. Nr 49/94, poz.196) Ustawa o PIOŚ (Dz.U. Nr 77/91 poz. 335) Rozporządzenie RM (Dz. U. Nr 24/80 poz. 90)
Środowiskowy uzgodnienia (dokumentacji lokalizacyjnej i technicznej)	⇒	Wydział Ochrony Środowiska, Rolnictwa i Leśnictwa Urzędu Wojewódzkiego	Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ul. Wawelska 52/54 00-922 Warszawa	Ustawa o ochronie środowiska (Dz.U. Nr 49/94, poz.196) Rozporządzenie RM (Dz. U. Nr 24/80 poz. 90)
Wewnętrzny (stanowiska pracy) kontrola i pomiary	⇒	Terenowa Stacja Sanitarno- Epidemiologiczna	Wojewódzka Stacja Sanitarno- Epidemiologiczna	Polska Norma PN-N-01307
Wewnętrzny: (mieszkania) instalacyjny	ogólnie: Administracja Budynku lub Osiedla	Wydział Nadzoru Budowlanego Urzędu Rejonowego	Wydział Nadzoru Budowlanego Urzędu Wojewódzkiego	Polska Norma PN-87/B-02151/02
windy	Miejskie Przedsiębiorstwo Remontu Dźwigów Osobowych			Prawo Budowlane (Dz. U. Nr 89/94 poz. 414)
C.O.	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej			
Transformatory	Zakład Energetyczny			
Od obiektów (w tym samym budynku: sklepy, gastronomia, rzemiosło)	Administracja Budynku lub Osiedla	Wydział Handlu Urzędu Gminy	Wydział Handlu i Usług Urzędu Wojewódzkiego	Rozporządzenie RM (Dz.U. Nr 10/95 poz. 46) w spr. warunków techn. ... oraz poz. 47 – zmiana sposobu użytkowania
sąsiedzkie	Administracja Budynku lub Osiedla	Komisja Pojedyncza przy Radzie Osiedla Kolegium ds. Wykroczeń		Kodeks Cywilny Kodeks Wykroczeń Prawo Lokalne
pomiary hałasu	⇒	Terenowa Stacja Sanitarno- Epidemiologiczna	Wojewódzka Stacja Sanitarno- Epidemiologiczna	PN-87/B-02151/02
wibracje	⇒	Wydział Nadzoru Budowlanego Urzędu Rejonowego	Wydział Nadzoru Budowlanego Urzędu Wojewódzkiego	Polskie Normy Prawo Budowlane (Dz. U. Nr 89/94) Art. 66 w zw. z Art. 5 ust. 2 pkt3 (ochrona uzasadnionych interesów osób trzecich)

W module 2 znajdują się materiały pod tytułem „Wpływ hałasu na zdrowie człowieka”, które można również wykorzystać realizując powyższy materiał.

MODUŁ 5. ULTRADŹWIĘKI I INFRADŹWIĘKI

Cele szczegółowe

Uczeń wie:

- że oprócz dźwięków słyszalnych występują ultradźwięki i infradźwięki,
- że dźwięki niesłyszalne nie są obojętne dla organizmu ludzkiego,

Uczeń potrafi:

- wskazywać zgubny wpływ, ale i pozytywne zastosowania ultradźwięków i infradźwięków,
- wymienić główne cechy organu słuchu,
- korzystać z różnych źródeł informacji.

Pojęcia naukowe

- widmo fal,
- infradźwięki,
- ultradźwięki.

Pomoce naukowe do nauczania/uczenia się

Literatura podana w materiałach dla ucznia, tabelki powielone na ksero dla każdego ucznia.

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELA**Strategie nauczania**

1. Samodzielna praca ucznia. Uczeń otrzymuje tabele, które wypełnia na zasadzie analogii, korzystając z dostępnej literatury lub informacji z innych źródeł.
2. Porównanie wypełnionych tabel i wyjaśnienie wątpliwości na forum klasy.
3. Podsumowanie, wyciągnięcie wniosków.

I. Porównanie widma fal świetlnych i akustycznych**Fale świetlne**

Nazwa pasma	Podczerwone (infraczerwone)	Widzialne	Nadfioletowe (ultrafioletowe)
Zakres długości		$0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,8\mu\text{m}$	

Fale akustyczne (dźwiękowe)

Nazwa pasma	Infradźwięki (poddźwięki)	Słyszalne	Ultradźwięki (naddźwięki)
Zakres częstotliwości		$16\text{Hz} < f < 20\,000\text{Hz}$	$f > 20\,000\text{Hz}$

II. Porównanie organu słuchu i wzroku

Organ	Nazwa organu	Pasmo wrażliwości	Największa wrażliwość przypada na:	Bezwładność
Słuchu		$< f <$		słuchu:
Wzroku	oko	$0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,8\mu\text{m}$	$0,4\mu\text{m}$ (światło żółte)	wzroku: 0,1 s

III. Obszary zastosowań fal

Pasmo fal świetlnych	Podczerwone	Widzialne	Nadfioletowe
Obszar zastosowań	medycyna – naświetlanie organów, inkubacja, ciepłownictwo	orientacja w przestrzeni, ruch uliczny (sygnały świetlne), astronomia optyczna, geodezja	

Pasmo fal dźwiękowych	Infradźwięki	Słyszalne	Ultradźwięki
Obszar zastosowań		orientacja w przestrzeni, ruch uliczny (sygnalizator dźwiękowy)	echolokacja, USG ultrasonografia, chirurgia ultradźwiękowa- niszczenie kamieni nerkowych, usuwanie kamieni z zębów

IV. Wpływ fal na organizm ludzki

Pasmo fal świetlnych	Podczerwone	Widzialne	Nadfioletowe
Wpływ na organizm człowieka			wywołuje opaleniznę, wywołuje raka skóry

Sugerowane wnioski:

- Zakres fal świetlnych jest bardzo wąski w porównaniu z zakresem fal dźwiękowych, a niesie bardzo dużo informacji.
- Bezwładność ucha i oka jest podobna. Dzięki bezwładności oka możemy oglądać obrazy ruchome, 25 klatek na sekundę, a ze względu na bezwładność ucha, żeby usłyszeć echo, odległość od przeszkody od której odbija się dźwięk musi wynosić ok. 170 metrów.

Co będziemy oceniać

- umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji,
- umiejętność współdziałania w grupie,
- umiejętność zastosowania metody analogii.

MATERIAŁY DLA UCZNIA

Uzupełnij puste kratki, korzystając z dostępnej literatury lub z informacji z innych źródeł.

I. Porównanie widma fal świetlnych i akustycznych

Fale świetlne

Nazwa pasma	Podczerwone (infraczerwone)	Widzialne	Nadfioletowe (ultrafioletowe)
Zakres długości		$0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,8\mu\text{m}$	

Fale akustyczne (dźwiękowe)

Nazwa pasma	Infradźwięki (poddźwięki)	Słyszalne	Ultradźwięki (naddźwięki)
Zakres częstotliwości		$16\text{Hz} < f < 20\,000\text{Hz}$	$f > 20\,000\text{Hz}$

II. Porównanie organu słuchu i wzroku

Organ	Nazwa organu	Pasmo wrażliwości	Największa wrażliwość przypada na:	Bezwładność
Słuchu		$< f <$		słuchu:
Wzroku	oko	$0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,8\mu\text{m}$	$0,4\mu\text{m}$ (światło żółte)	wzroku: 0,1 s

III. Obszary zastosowań fal

Pasmo fal świetlnych	Podczerwone	Widzialne	Nadfioletowe
Obszar zastosowań	medycyna – naświetlanie organów, inkubacja, ciepłownictwo	orientacja w przestrzeni, ruch uliczny (sygnały świetlne), astronomia optyczna, geodezja	

Pasmo fal dźwiękowych	Infradźwięki	Słyszalne	Ultradźwięki
Obszar zastosowań		orientacja w przestrzeni, ruch uliczny (sygnalizator dźwiękowy)	echolokacja, USG ultrasonografia, chirurgia ultradźwiękowa- niszczenie kamieni nerkowych, usuwanie kamieni z zębów

IV. Wpływ fal na organizm ludzki

Pasmo fal świetlnych	Podczerwone	Widzialne	Nadfioletowe
Wpływ na organizm człowieka			wywołuje opaleniznę, wywołuje raka skóry

MATERIAŁY POMOCNICZE

Ultradźwięki, czyli fale o częstotliwości powyżej 20 kHz, są coraz powszechniej stosowane w przemyśle, w wibratorach, myjniach, defektoskopach i innych tego rodzaju urządzeniach. Przeciętny człowiek rzadko jest poddawany działaniu ultradźwięków. Obecnie również powszechnie stosuje się ultradźwięki w diagnostyce medycznej np. w ultrasonografach. Ich częstość wynosi kilka MHz, co pozwala wyróżnić szczegóły o wymiarach dziesiątych części milimetra. Moc akustyczna emitowana przez generatory medyczne jest rzędu miliwata. Przyjmuje się, że dopiero natężenia rzędu 0,4 W/cm² i większe wykazują szkodliwe działanie na tkankę żywą.

Podstawowym skutkiem działania ultradźwięków jest wzrost temperatury tkanki, szczególnie w miejscach o różnych własnościach przewodzenia ultradźwięków (na granicy dwóch tkanek). W skrajnych przypadkach ultradźwięki o dużych różnicach ciśnień mogą rozerwać tkankę lub komórkę.

Ultradźwięki są bardzo silnie pochłaniane w powietrzu. Zdolność pochłaniania jest związana z ich częstotliwością. Dla ultradźwięków rzędu MHz – wystarczy warstwa o grubości kilku milimetrów, dla dziesiątek czy setek kHz potrzeba już grubszej warstwy. Jednak należy pamiętać, że zależy to od intensywności źródła wysyłającego ultradźwięki.

Infradźwięki – fale o częstotliwościach poniżej 20 Hz są nazywane wibracjami. Wywołują one wrażenia słuchowe i pozasłuchowe. Na działanie infradźwięków narażeni są pracownicy obsługujący urządzenia w przemyśle, które pracując wytwarzają drgania. Są to nie tylko obsługujący młoty pneumatyczne czy stoły wibracyjne. Silnym wibracjom jesteśmy poddawani jako pasażerowie środków komunikacji, lub też kiedy mieszkamy blisko jezdni, po której jeżdżą ciężkie pojazdy.

Infradźwięki działają na narząd równowagi, co powoduje uczucie zmęczenia, nudności, rozdrażnienie, czy nawet agresję. Infradźwięki powodują powstawanie w ciele ludzkim rezonansów różnych części ciała lub narządów. Najbardziej niebezpieczne dla człowieka są drgania w zakresie 3–15 Hz, ponieważ są to częstotliwości drgań własnych narządów wewnętrznych. Już nawet przy niskich natężeniach jest wyczuwalne uczucie wewnętrznego wibrowania, na razie jeszcze nie jest znany długotrwały wpływ tych drgań na organizm człowieka. Im większe natężenie, tym większe skutki. Obejmują one zmiany funkcji układów krążenia, oddechowego, pokarmowego, nerwowego. Objawia się to dezorientacją, silnym bólem głowy, zawrotami, nudnościami, stanami lękowymi i zaburzeniami: równowagi, pamięci, funkcji wzroku.

Tabela 6. Częstotliwości rezonansowe organów ludzkich

Nazwa organu	Częstotliwość rezonansowa [Hz]
głowa	4–5, 17–25
krtień, tchawica, oskrzela	12–16
narządy klatki piersiowej	5–9
wątroba	3–4
człowiek w pozycji siedzącej	5–12
człowiek w pozycji stojącej	4–12

CIEKAWOSTKI

Do wydawania dźwięków cykadom służą dwie elastyczne błony, pełniące funkcje bębenków uruchamianych przez specjalne mięśnie.

Cykady australijskie o długości 6 centymetrów wydają dźwięki o natężeniu 100–120 dB w odległości 1 metra. Szarańcza o skrzydła pociera udami, których wewnętrzna strona posiada rząd ząbków, tworzących tzw. smyczek. Głosy owadów odgrywają rolę w zbliżaniu między osobnikami przeciwnej płci. Dźwięki wydają na ogół samce. Szczury, myszy i ryjówki wytwarzają dźwięki o częstotliwościach do 100 kHz.

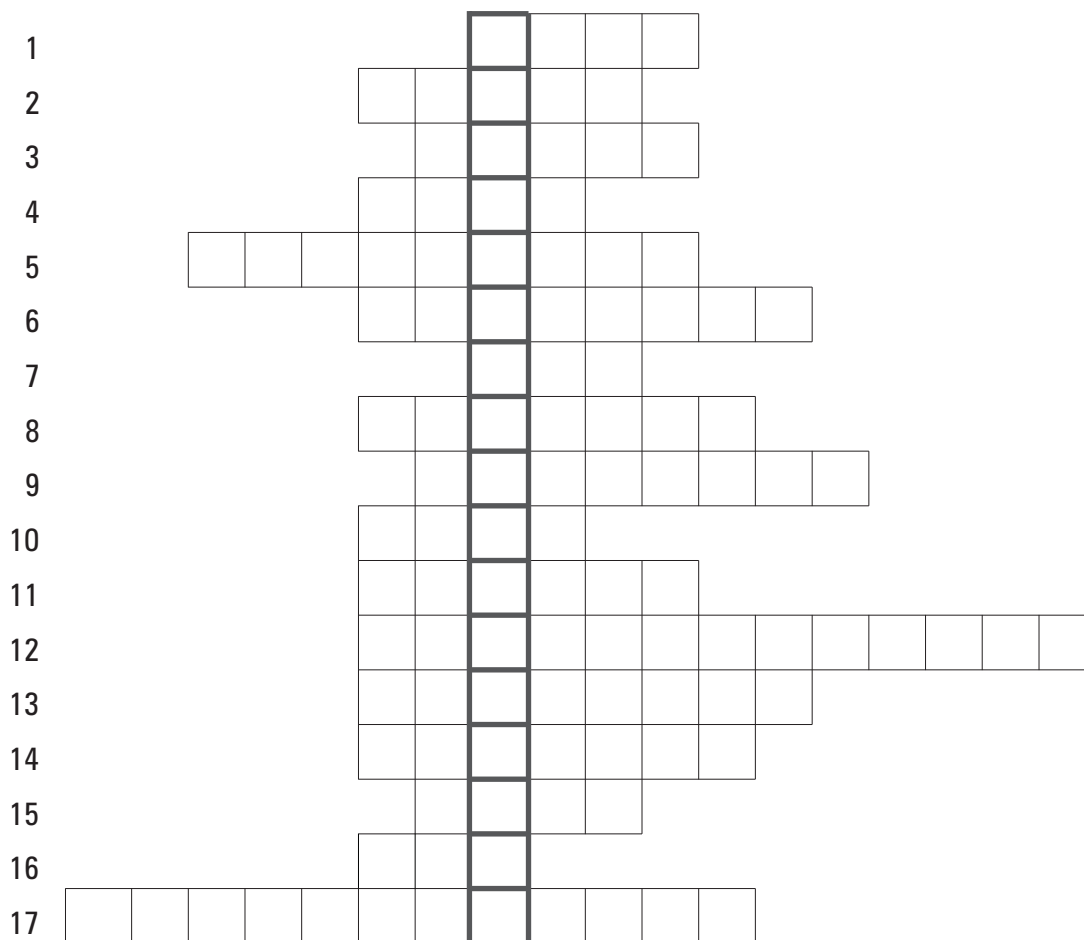
Nietoperze żywiące się owadami potrafią je zlokalizować w ciemnościach za pomocą ultradźwięków nawet w odległości 20 metrów.

LITERATURA

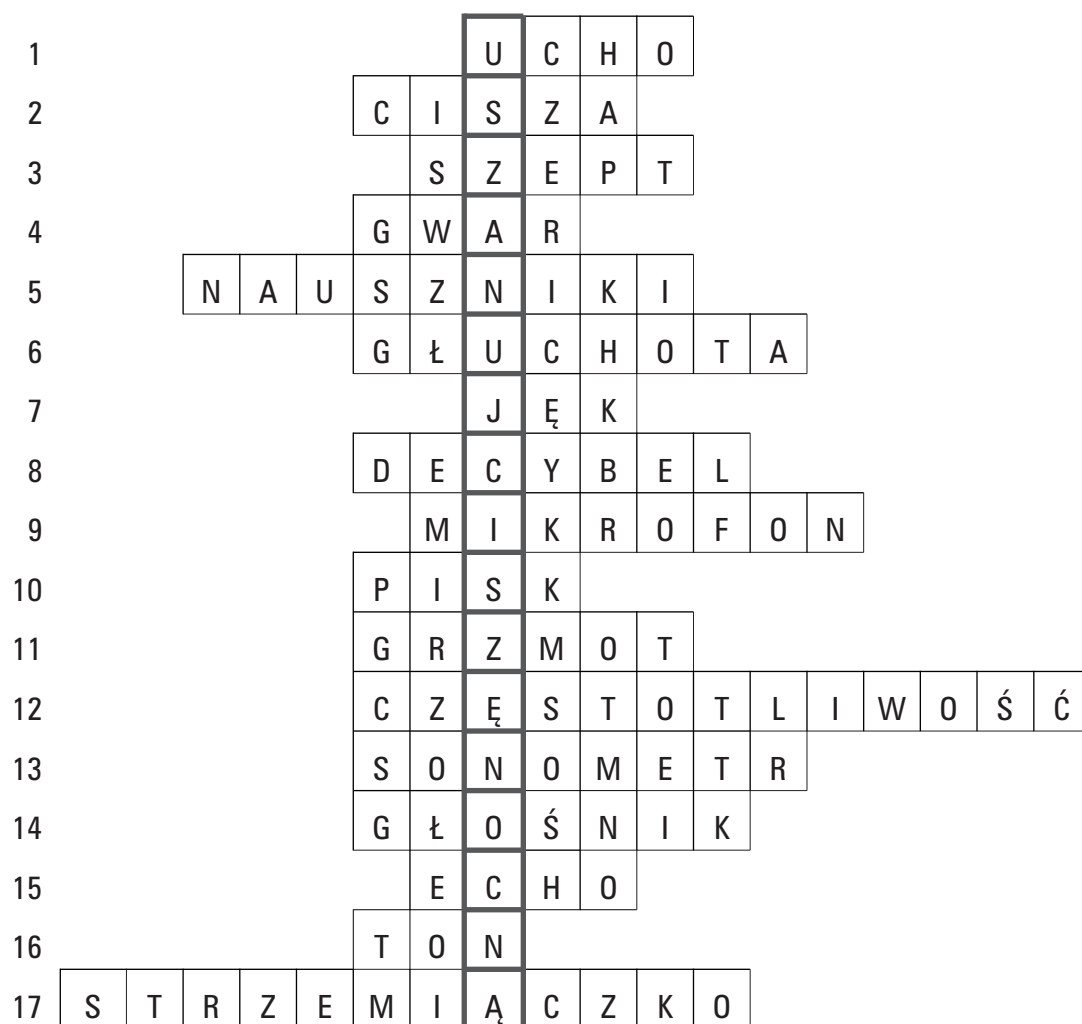
- [1] J. Grzesik, *Bodźce akustyczne*, PWN, W-wa, 1977.
- [2] L. Markiewicz, *Ultradźwięki i infradźwięki*, PWN, W-wa, 1970.
- [3] M. Siemiński, *Fizyka zagrożeń środowiska*, PWN, W-wa, 1994.
- [4] E. i Z. Płochoccy, *Światło, odwieczna zagadka*, Wyd. Alfa, W-wa, 1968.
- [5] Pieryszkina, Czerniak, *Fizyka. Zajęcia fakultatywne. Kurs podstawowy*, WSiP, W-wa, 1979.
- [6] Bułat, *Zjawiska optyczne w przyrodzie*, WSiP, W-wa, 1978.
- [7] M. Drobikowski, *Słownik fizyczny. Optyka i akustyka*, WNT, W-wa, 1991.
- [8] Cz. Puzyna, *Ochrona środowiska pracy przed hałasem*, t. 1, WNT W-wa, 1981.
- [9] R. Markiewicz, *Hałas wokół nas*, „Fizyka w Szkole”, 3/1993.
- [10] Materiały z konferencji naukowo-szkoleniowej pt. „Fizyczne czynniki środowiskowe – mechanizm działania, skutki zdrowotne, narażenia, zasady profilaktyki”, Ustroń 22–24 stycznia, 1997.

ZAŁĄCZNIKI

KRZYŻÓWKA



1. organ słuchu
2. obowiązuje nocą
3. cicha mowa
4. charakterystyczny hałas na targowisku
5. chronią uszy przed hałasem
6. choroba wywoływana długotrwałym hałasem
7. dźwięk wydawany przez człowieka pod wpływem bólu
8. jednostka natężenia dźwięku
9. przetwarza energię akustyczną w elektryczną
10. hałas nagle hamującego samochodu
11. dźwięk towarzyszący wyładowaniom atmosferycznym
12. różnicuje dźwięki niskie i wysokie
13. miernik hałasu
14. przetwarza energię elektryczną na akustyczną
15. dźwięk odbity od przeszkody
16. dźwięk wytwarzany przez kamerton
17. kość ucha środkowego



ŚCIEŻKA MIĘDZYPRZEDMIOTOWA

REKREACJA I WYPOCZYNEK

- ścieżka ekologiczna
- poszukiwanie ciszy (las)

WYCIECZKA

- OZOS (jeżeli Olsztyn) lub inne zakłady przemysłowe
- Filharmonia (koncert)
- kościół
- koncert rock'owy

BIOLOGIA

- budowa i funkcjonowanie ucha
- wady słuchu i korekcja
- wpływ człowieka na zdrowie
- hałas – jako ostrzeżenie przed niebezpieczeństwem
- ścieżka ekologiczna

FIZYKA

- źródła dźwięku
- badanie częstotliwości i natężeń dźwięku
- rodzaje dźwięków

W-F

- mecz piłkarski (doping kibiców)
- gimnastyka (ćwiczenia w ciszy, np. medytacja)
- gimnastyka śródekcyjna (odreagowanie)

TECHNIKA

- hałas w przemyśle
- BHP
- wykorzystanie materiałów dźwiękochłonnych (temat: jak wygłuszyć dzwonek szkolny?)

CHEMIA

- metody czyszczenia wykorzystujące ultradźwięki i detergenty

GODZINY WYCHOWAWCZE

MUZYKA

- słuchanie muzyki np. klasycznej, współczesnej
- źródła hałasu (kakofonia)

JĘZYK POLSKI

- pisownia (ortografia, gramatyka, fonetyka)
- hałas w literaturze (hałaśliwi bohaterowie) Horacy, Kant, Goethe – pisali o uciążliwości hałasu, Dante – hałas torturą cielesną, „wynalazkiem diabła”

GEOGRAFIA

- rejony kraju o różnym natężeniu hałasu
- strefy ciszy
- rezerваты, parki narodowe

EKOLOGIA

- reagowanie człowieka na stężenie hałasu
- tworzenie ekranów dźwiękochłonnych (sadzenie drzew i krzewów)
- strefy ciszy

MATEMATYKA

- obliczanie natężenia dźwięku
- wykonywanie i czytanie wykresów
- analiza danych

HISTORIA

- jak dawniej broniono się przed hałasem (wykładanie ulic słomą)
- tortura dzwonu
- rzymskie prawo budowlane w roku 100 p.n.e.
- Sybaryci w VI wieku p.n.e. – hałas przeszkadzał w wypoczynku

RELIGIA

- dzwony
- mury Jerycha

METAPLAN**Jak walczyć z hałasem szkolnym, domowym, środowiskowym...?**

Jak jest?	Dlaczego nie jest tak jak powinno być?	Jak powinno być?
• hałasują uczniowie w czasie przerwy: • głośne rozmowy – krzyki – głośny śmiech – muzyka • hałas w czasie lekcji: – głośny nauczyciel – rozmowy uczniów • hałas wdzierający się do klasy: – hałas uliczny – ruszające lub hamujące z piskiem samochody – krzyki przechodniów • hałas na przerwie przeszkadza przy: – korzystaniu z telefonu umieszczonego na korytarzu – koncentracji w czasie powtórki do lekcji – odpoczynku i wypoczynku	• stary budynek szkolny • uczniowie krzyczą, bo chcą na siebie zwrócić uwagę • rozmawiają, bo nudzą się na lekcji • radiowęzeł szkolny emituje zbyt głośno muzykę • głośniki nie są właściwie wyregulowane • budynek szkolny usytuowany jest zbyt blisko przy ulicy	• uczniowie powinni zwracać uwagę na kulturalne zachowanie tak, aby nie przeszkadzać innym • nauczyciel powinien zadbać o ciszę w klasie; uczniowie powinni się tak zachowywać, aby nie zmuszać nauczyciela do głośnego mówienia • szkoły powinny być usytuowane tam, gdzie nie będzie przeszkadzał ruch samochodowy – doraźnie można zamknąć okna – jeśli w szkole jest klimatyzacja, można zamknąć okna i zamontować specjalne chroniące przed hałasem szyby

WNIOSKI

a) zależne od nas – powinniśmy zachowywać się ciszej, zwracać uwagę głośno zachowującym się kolegom itp.

b) niezależne od nas – należy szkoły budować w odpowiednich miejscach, stosować materiały wytłumiające dźwięk, itp.

ZJAWISKO DOPPLERA I JEGO ZASTOSOWANIE

Zenona Stojcka, LO im. T. Kościuszki w Wieluniu

Zmiany wysokości dźwięku obserwowane przy ruchu obserwatora lub źródła dźwięku wykrył oraz opisał fizyk i matematyk austriacki Christian Doppler w 1842 roku.

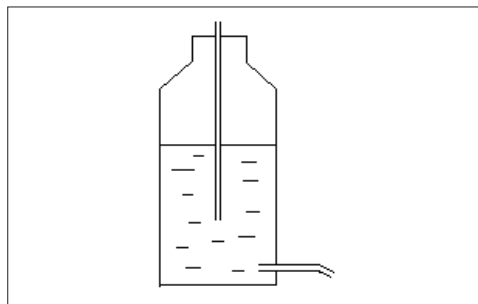
Cele projektu:

- zbadanie i dogłębne zrozumienie zjawiska Dopplera dla fal mechanicznych,
- zaznajomienie się z istnieniem tego zjawiska dla fal elektromagnetycznych,
- poszukiwanie możliwych zastosowań zjawiska z jednoczesnym ukazaniem już istniejących,
- rozwiązywanie problemów związanych ze zjawiskiem Dopplera,
- rozwijanie u uczniów umiejętności korzystania z różnych źródeł informacji,
- rozwijanie zdolności do krytycznego myślenia poprzez powiązanie wiedzy z zakresu fizyki z różnymi dziedzinami życia: medycyną, techniką, nawigacją lotniczą, astrofizyką, kosmologią.

ZADANIA I WSKAZÓWKI DLA UCZNIÓW

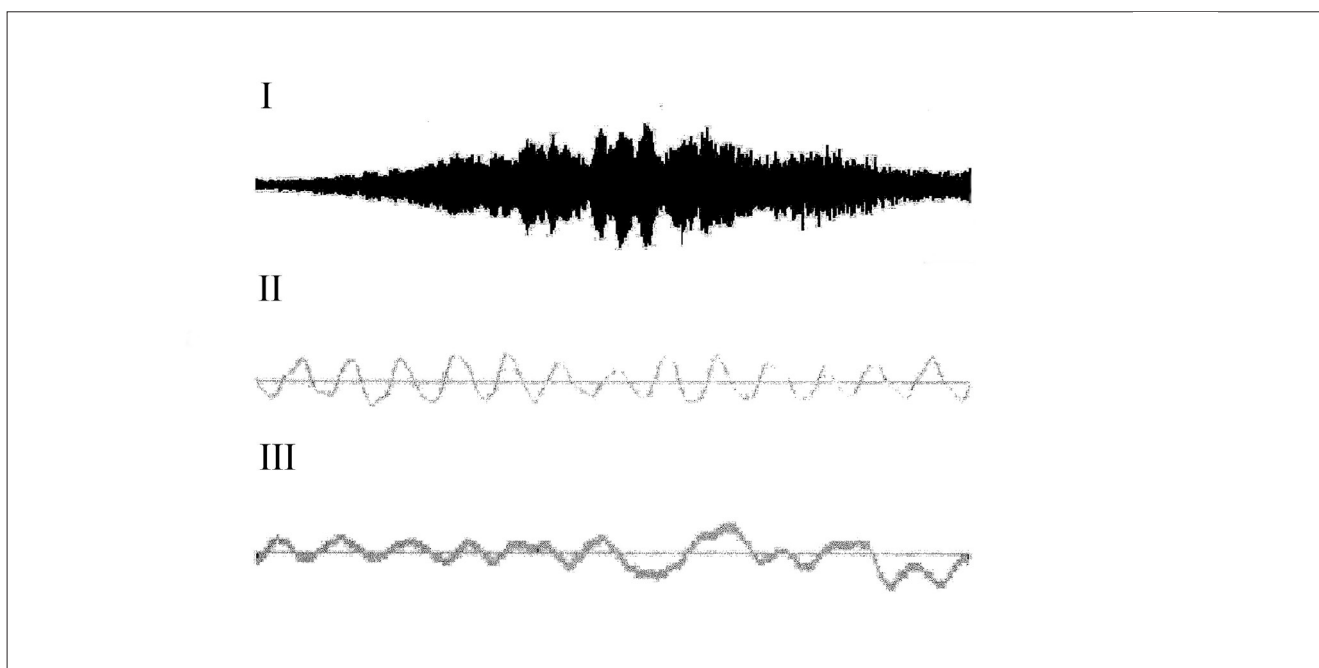
1. Posłuchaj, jak zmienia się ton syreny, gdy mija Cię samochód strażacki, policyjny lub pogotowie ratunkowe.
2. Na niektórych niestrzeżonych przejazdach kolejowych w czasie przejazdów pociągów dzwoni dzwonek. Jadąc pociągiem, zwróć uwagę na zmianę tonu dzwonka w chwili, gdy go mijasz.
3. Stań przy drodze szybkiego ruchu. Zwróć uwagę na to, iż wysokość dźwięku docierającego z samochodu mijającego nieruchomego obserwatora nagle się obniża. Nagraj to, korzystając z magnetofonu lub dyktafonu.
4. Chcąc zrozumieć obserwowane zjawisko, przeprowadź proste doświadczenie:
Na powierzchnię wody w wanience puszczaj krople z kropłomierza. Uzyskasz wówczas fale koliste. Co się stanie, gdy butelkę kropłomierza będziesz przesuwając jednostajnie nad powierzchnią wody?
Spróbuj zinterpretować uzyskane wyniki.

Uwaga: Chronograf kropłowy (rys. obok) możesz wykonać następująco: weź plastikową, niezbyt dużą butelkę, 2 słomki do picia lub zużyte wkłady do długopisów. W bocznej ścianie u dołu butelki wywierć otworek i włóż do niego jedną słomkę. W nakrętce także wywierć otworek i wciśnij weń drugą słomkę. Do butelki wlej wodę i zakręć. Przesuwając rurkę w nakrętce w górę lub w dół możemy regulować częstość wypływu kropli. Aby krople wypływały regularnie z plastikowej rurczki należy przeciągnąć przez nią nitkę z kordonka lub włóczki (woda nie zwilża naczyń).



Rys.1. Chronograf kropłowy

5. Korzystając z podręcznika do fizyki oraz pomocy nauczyciela, wytłumacz wzrost i spadek częstości odbieranego dźwięku w przypadku, gdy porusza się źródło lub obserwator.
Wypisz odpowiednie wzory, uwzględnij wszystkie możliwe przypadki.
A może wśród klasowych informatyków znalazłby się ktoś, kto napisałby program symulujący obserwowane zjawisko?
6. Dokonaj analizy częstości dźwięku zarejestrowanego przy drodze szybkiego ruchu za pomocą odpowiedniego programu komputerowego. Oblicz odbieraną częstotliwość przy zbliżaniu się pojazdu i jego oddalaniu. Na tej podstawie określ, z jaką prędkością jechał samochód.
W przypadku braku odpowiedniego sprzętu możesz wykorzystać poniższe wykresy. Uzyskano je za pomocą programu COOL EDIT 98 zamieszczonego na płycie CD dołączonej do drugiego numeru miesięcznika CHIP z 1999 r.



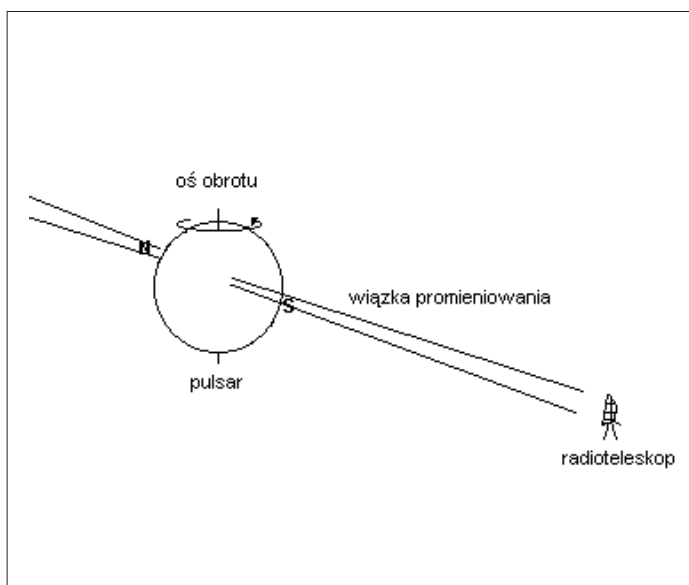
Rys. 2. Wykres I przedstawia dźwięk zarejestrowany przez stojącego na poboczu obserwatora podczas zbliżania się i oddalania samochodu. Obrazuje to odpowiednio rosnącą i malejącą amplitudę zapisanego sygnału. Czas obserwacji wynosi 3,624 s.

Wykres II przedstawia powiększony fragment wykresu obrazującego zbliżanie się samochodu. Czas trwania przebiegu – 0,009 s.

Wykres III przedstawia powiększony fragment wykresu obrazującego oddalanie się samochodu. Czas trwania przebiegu – 0,009 s.

7. Spróbuj (pod opieką nauczyciela) zaobserwować zjawisko Dopplera w pracowni fizycznej na widmie liniowym gazu pobudzanego do świecenia. Wykorzystaj do tego celu rurę do promieni kanalikowych oraz zasilacz wysokiego napięcia (30 tys.V). Spektroskop należy ustawić tak, aby promienie kanalikowe bieły w kierunku przyrządu spektralnego.
8. Czy wiesz, że linie widmowe gwiazd podwójnych wydają się być – w regularnych odstępach czasu – na przemian pojedyncze i podwójne? Spróbuj wytłumaczyć to interesujące zjawisko.
9. Czy zjawisko Dopplera może mieć wpływ na położenie linii Fraunhoffer'a w widmie słonecznym ?
10. Dopplerowskie poszerzenie linii widmowych to termin używany na określenie faktu, że linie widmowe gazu pobudzonego do świecenia zawierają pewien przedział częstości promieniowania. Wytłumacz to zjawisko w oparciu o znajomość zjawiska Dopplera.
11. Zastanów się, czy rozmycie linii widmowych wywołane przez bezładny ruch cieplny atomów jest jedynie przykrą koniecznością, czy może można to zjawisko do czegoś wykorzystać?
12. Znajdź informacje na temat zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych. Możesz w tym celu wykorzystać np. pozycje [10] i [11].
13. Dopplerowską technikę ultradźwiękową wykorzystuje się w wielu dziedzinach: do pomiarów prędkości przepływu cieczy w rurach, krwi w tętnicach i żyłach, w toni wodnej do pomiarów prędkości statków i innych ruchomych celów podwodnych, prądów oceanicznych itp.
Na szczególną uwagę zasługuje zastosowanie zjawiska Dopplera w diagnostyce medycznej. Przykładowo w przypadku przewężenia naczyń krwionośnych przy postępujących zmianach miażdżycowych, wyraźnie zmienia się dopplerowski obraz przepływu krwi na skutek zmian oporów przepływu. Metody dopplerowskie pozwalają wykryć nieszczelność zastawek serca, a w połączeniu z metodami dotyczącymi wizualizacji obrazów ultradźwiękowych umożliwiają obserwację ruchów badanego obiektu w czasie rzeczywistym, np. ruchów płodu w łonie matki, pracy serca itp.
14. Aby lepiej zrozumieć ideę dopplerowskiej echosondy rozwiąż poniższe zadania:
 - a) Dwa kutry zbliżają się do siebie z jednakowymi prędkościami $v = 10 \text{ m/s}$. Z pierwszego kutra wysłany jest sygnał ultradźwiękowy o częstości $f = 50 \text{ kHz}$, który odbija się od drugiego kutra i odbierany jest na pierwszym kutrze. Znaleźć częstość odbieranego sygnału.

- b) Nietoperz leci prostopadle do ściany z prędkością $v = 6 \text{ m/s}$, wydając ultradźwięki o częstotliwości $f = 4,5 \cdot 10^4 \text{ Hz}$. Prędkość dźwięku w powietrzu o temperaturze 20°C wynosi około 340 m/s . Jakie dwie częstotliwości słyszy nietoperz?
15. Zjawisko Dopplera wykorzystywane jest przez policję drogową do pomiaru prędkości nadjeżdżających samochodów. Radarowy miernik prędkości wysyła w kierunku nadjeżdżającego samochodu wąską wiązkę fal elektromagnetycznych. Wiązka odbita od zbliżającego się samochodu ma wyższą częstotliwość niż fala wysyłana. Choć prędkość samochodu wydaje się znikoma w porównaniu z prędkością fal elektromagnetycznych ($c = 300\,000 \text{ km/s}$), to zmiany częstotliwości można zarejestrować i zmierzyć.
16. Przygotuj więcej informacji na temat radiolokacji i nawigacji lotniczej ze szczególnym uwzględnieniem radarów dopplerowskich. Na początek warto sięgnąć po pozycję [15].
17. Zaprojektuj metodę wykorzystania radaru dopplerowskiego w celu prognozowania pogody.
18. Ciekawe wykorzystanie zjawiska Dopplera do poszukiwania fal grawitacyjnych opisane jest w Internecie pod adresem:
www.arcetri.astr.it/science/Radio/instr/gwe/gwe.html
19. Wy tłumacz dość często używane przez astronomów określenie „poczerwienienie galaktyk”. Znajdź informacje na temat zastosowania tego zjawiska [3], [11], [13].
20. Wyznacz parametr przesunięcia ku czerwieni wybranej przez siebie galaktyki i oblicz jej prędkość ucieczki. Możesz w tym celu wykorzystać komputerowe laboratorium astronomiczne – czyli serię programów (wolnych od opłat) – *Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy* (CLEA).
Uwaga: Ekran główny programu przedstawia widok szczeliny budynku obserwacyjnego i konsolę, którą możemy sterować teleskopem. Po otwarciu szczeliny należy uruchomić prowadzenie teleskopu i wybrać jedną z galaktyk. Następnie, za pomocą spektroskopu zarejestrować widmo galaktyki. Na ekranie komputera po pewnym czasie pojawi się wykres z widocznymi liniami wapnia K i H. Należy odczytać ich długości fal. Laboratoryjna długość fali linii K wynosi $3933,67 \text{ \AA}$, a linii H – $3968,847 \text{ \AA}$. Następnie wykorzystując zależność
$$v = c \cdot \Delta\lambda / \lambda_0$$
wyznaczyć prędkość ucieczki galaktyki.
Oznaczenia we wzorze:
 c – prędkość światła
 λ_0 – laboratoryjna długość fali
 $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$, gdzie λ – rejestrowana długość fali, pochodząca od uciekającego obiektu.
Plikiem startowym omawianego programu jest: CLEA_HUB.EXE.
21. Czy wiesz, że Aleksander Wolszczan, słynny polski astronom (dyrektor Centrum Astronomii w Toruniu) po raz pierwszy w 1992 r. – w oparciu o efekt Dopplera dokonał odkrycia układu planetarnego wokół milisekundowego pulsara? Pulsar to szybko wirująca gwiazda neutronowa, pozostałość po wybuchu supernowej. Pulsar wytwarza bardzo silne pole magnetyczne. W dużym przybliżeniu można przyjąć, że pole magnetyczne gwiazdy neutronowej jest polem dipolowym (gwiazdę można uważać za duży magnes). Oś dipola magnetycznego nie pokrywa się z osią wirowania. Obrót gwiazdy zmusza pole magnetyczne do obracania się wraz z nią. Zgodnie z prawem Maxwella staje się to przyczyną indukowania pola elektrycznego. Jest ono tak silne, że powoduje wyrzutowanie z powierzchni gwiazdy neutronowej elektro-



Rys. 3. Wiązka promieniowania pulsara regularnie omiata Ziemię

nów i jonów. Elektrony są przyspieszane do prędkości relatywistycznych. Poruszając się wzdłuż zakrzywionych linii pola magnetycznego, emitują promieniowanie radiowe skoncentrowane w wąskim stożku, którego oś pokrywa się z osią dipola magnetycznego gwiazdy neutronowej. Promieniowanie to na skutek wirowania gwiazdy neutronowej dociera do naszych radioteleskopów w postaci regularnych impulsów (patrz rysunek 3). Wyobraź sobie pulsara w układzie podwójnym, wraz ze swoją planetą. Wówczas pulsar i jego towarzysz krążą wokół wspólnego środka masy. Zastanów się, jaki to ma wpływ na obserwowany okres pojawiania się impulsów pulsara?

22. Wiele informacji na temat zjawiska Dopplera i jego zastosowania można znaleźć (w jęz. angielskim) w Internecie. Kształć swoje umiejętności językowe, czytając tekst naukowy w języku obcym. Wykorzystaj dowolną wyszukiwarkę, wpisując hasło „doppler”. Spróbuj wyszukać takie zastosowania zjawiska Dopplera, o których jeszcze nie wiedziałeś.

WSKAZÓWKI DLA NAUCZYCIELA

Projekt wymaga, aby odpowiednio wcześniej – na początku roku szkolnego (lub przed wakacjami) zapoznać uczniów z zadaniami obserwacyjnymi 1 – 4. W realizacji projektu mogą brać udział uczniowie szkół średnich realizujący dział „Fale”.

Warto byłoby również podjąć współpracę z nauczycielem informatyki pod kątem symulacji zjawiska Dopplera oraz postarać się o program pozwalający analizować częstotliwość zapisywanego dźwięku.

Program ilustrujący efekt Dopplera jest dostępny również w Internecie. Można go znaleźć pod adresem: <http://physics.uwb.edu.pl/ptf/es/>

Uwagi do zadań uczniowskich

Ad. 4. Obserwujemy zagęszczenie czoł fal w kierunku ruchu butelki i ich rozrzedzenie w kierunku przeciwnym. Jest to efekt, który uzyskujemy, gdy źródło fali przybliża się lub oddala od obserwatora (patrz rysunek poniżej).

Ad. 5. Niech

f_o oznacza częstotliwość dźwięku nadawanego przez źródło,

f – częstotliwość odbieraną przez obserwatora

v – prędkość dźwięku

v_{ob} – prędkość obserwatora w kierunku rozchodzenia się fali względem nieruchomego ośrodka

v_z – prędkość źródła

Wówczas:

$$f = f_o \frac{v \pm v_{ob}}{v \pm v_z}$$

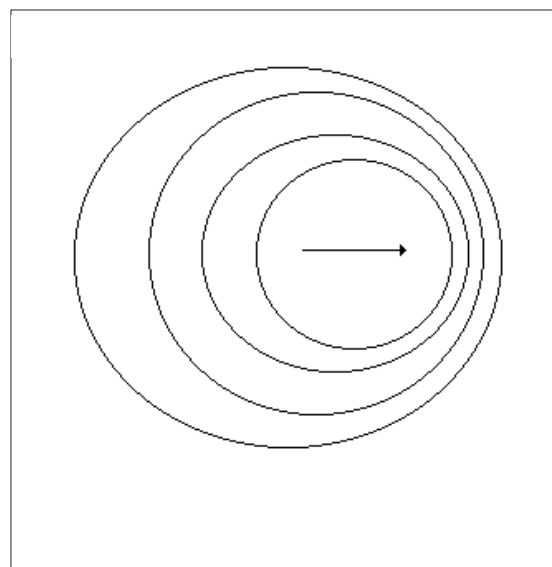
„+” w liczniku oznacza przybliżanie się obserwatora do źródła,

„-” oddalanie,

„+” w mianowniku oznacza oddalanie się źródła od obserwatora,

„-” przybliżanie.

Należy pamiętać, że w akustyce ważny jest nie tylko ruch względny obserwatora i źródła, ale także prędkość ich ruchu względem ośrodka.



Rys. 4. Obraz powierzchni falowych na powierzchni wody

Ad. 6. Rozwiązanie problemu

Częstotliwość rejestrowana podczas zbliżania się samochodu wynosi:

$$f_1 = f \frac{v}{v - v_z} \quad (1)$$

gdzie:

f – częstotliwość dźwięku wysyłanego przez poruszający się pojazd,

v – prędkość dźwięku w powietrzu,

v_z – prędkość samochodu (źródła dźwięku).

Częstotliwość rejestrowana podczas oddalania się samochodu od obserwatora wyraża się wzorem:

$$f_2 = f \frac{v}{v + v_z} \quad (2)$$

Po podzieleniu równań (1) i (2) stronami uzyskamy:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{v + v_z}{v - v_z}$$

stąd:

$$v_z = \frac{f_1 - f_2}{f_1 + f_2} \quad (3)$$

Przyjmując, że $v = 340$ m/s, odczytujemy z wykresów

$$f_1 \approx \frac{13,5}{t} \quad t = 0,009s$$

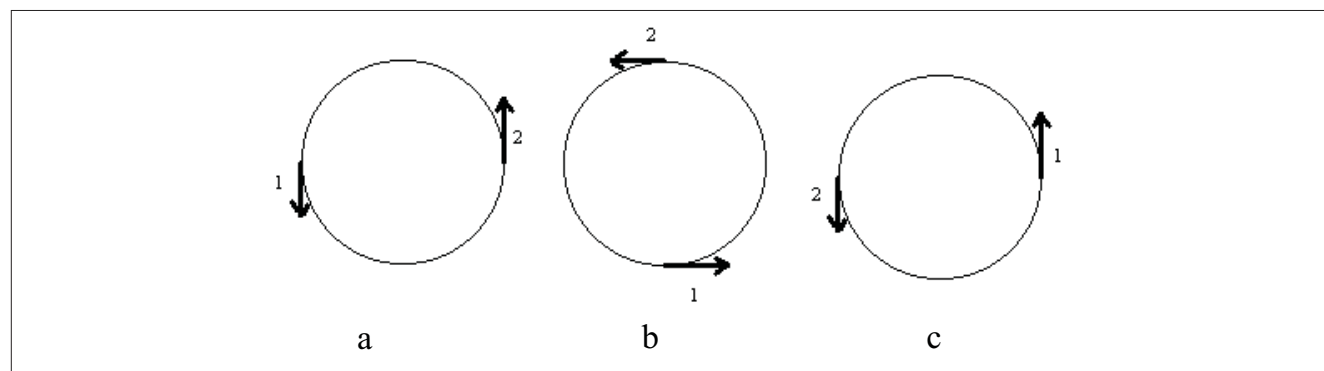
$$f_2 \approx \frac{11}{t}$$

i po podstawieniu danych do wzoru (3) otrzymujemy, że prędkość samochodu wynosiła:

$$v_z = 125 \text{ km/h}$$

Ad. 7. Zjawisko zostało odkryte przez Johanna Starka. Dodatnie jony gazu, silnie przyspieszone przez kanaliki w katodzie, przechodzą do komory, w której nie ma pola elektrycznego. W komorze tej są widoczne w postaci świecącej wiązki. Atomy wodoru uzyskują wtedy prędkości ok. 2500 km/s. Możemy wówczas zaobserwować przesunięcie linii w kierunku niebieskiego krańca widma. Obok przesuniętej linii widmowej otrzymujemy też linię nie przesuniętą, która pochodzi od pozostającego w spoczynku gazu – wodoru – pobudzonego do świecenia przez promienie kanalikowe.

Ad. 8. Podczas krążenia wokół wspólnego środka masy gwiazdy 1 i 2 mogą znajdować się w położeniach a i c (rysunek 5), w których jedna gwiazda przybliża się do Ziemi, a druga oddala, wówczas linie są podwójne. Gdy zaś gwiazdy znajdują się w położeniach b, w których żadna z nich nie ma składowej prędkości ku, lub od Ziemi, linie widmowe są pojedyncze. Spektroskop zdradza, że obserwujemy gwiazdę podwójną, nawet jeśli nie widzimy tego przez największe lunety.



Rys. 5. Schematy położenia gwiazd 1 i 2 wchodzących w skład gwiazdy podwójnej podczas krążenia wokół wspólnego środka masy

Ad. 9. Tak. Każde miejsce na powierzchni Słońca wskutek jego obrotu wokół osi ze wschodu na zachód ma prędkość ok. 2 km/s. Dzięki temu na krawędzi wschodniej obserwujemy przesunięcie linii w kierunku fioletu, na krawędzi zachodniej w kierunku czerwieni. Przesunięcie to daje możliwość wyznaczenia szybkości liniowej ruchu obrotowego Słońca.

Ad. 10. Wystarczy skorzystać z pozycji [3].

Ad. 11. Z rozszerzenia linii widmowych można oszacować szybkość atomów lub jonów, a co za tym idzie – ich temperaturę. Takie oszacowanie temperatury przeprowadza się dla plazmy, w której próbujemy wywołać reakcję termojądrową [6].

Tą metodą oszacowano również temperaturę korony słonecznej, uzyskując zaskakująco wysoką wartość – miliona stopni Kelvina [8]!

Częstotliwość emitowana przez atomy ν_0 ulega przesunięciu dopplerowskiemu i jest odbierana jako częstotliwość

$$\nu = \nu_0 \frac{v}{c}$$

gdzie:

v – prędkość poruszającego się atomu,

c – prędkość światła

Ad. 12. Dla fal elektromagnetycznych częstotliwość odbierana wyraża się wzorem

$$\nu = \nu_0 \frac{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}{1 - (v \cos \alpha) / c}$$

gdzie:

v – prędkość względna źródła i obserwatora

α – kąt między prędkością a kierunkiem obserwacji

c – prędkość światła

Wzór ten przewiduje istnienie poprzecznego zjawiska Dopplera. Istnienie tego zjawiska wykazano w doświadczeniach Ivesa, w których obserwowano świecenie szybko poruszających się atomów wodoru w promieniach kanalikowych.

Ad. 13. Opis zasady działania sondy dopplerowskiej do określania prędkości przepływu krwi w tętnicach można znaleźć w poz. [7] w rozdziale pt. „Techniki dopplerowskie”.

Ad. 14. Odpowiedzi:

$$a) \nu' = \left(\frac{c + v}{c - v} \right)^2 = 53 \text{ kHz},$$

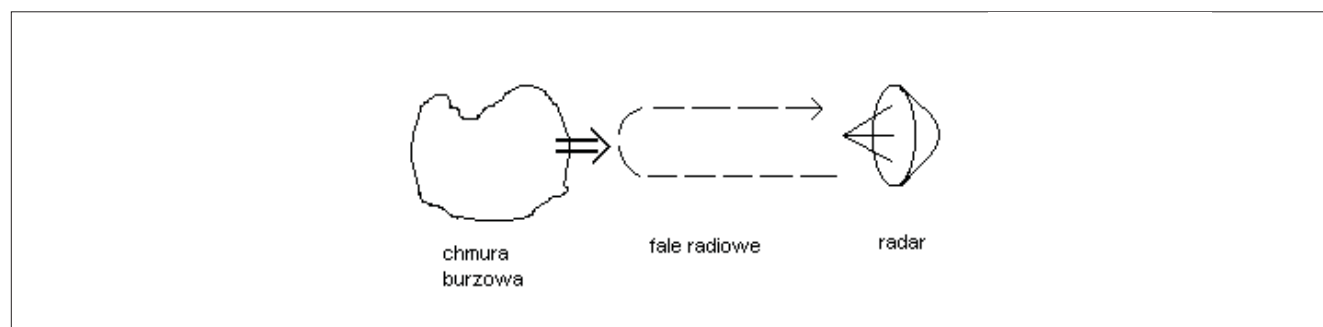
$$b) f_1 = 4,5 \cdot 10^4 \text{ Hz}, \quad f_2 = 4,66 \cdot 10^4 \text{ Hz}$$

Ad. 15. Radar dopplerowski w tym przypadku to samolotowa stacja radiolokacyjna wykorzystująca zjawisko Dopplera do określania prędkości podróźnej (prędkość samolotu względem powierzchni Ziemi) i kąta znoszenia. Składa się z nadajnika generującego sygnały ciągłe lub impulsowe, trzech urządzeń odbiorczych, układów pomiaru częstotliwości, wskaźników prędkości i kąta, podłączonych do czterech anten kierujących. Anteny te wysyłają promieniowanie pod pewnym kątem do powierzchni Ziemi; w płaszczyźnie poziomej tworzą określoną konfigurację, np. litery X.

Ad. 16. Zastosowanie efektu Dopplera w meteorologii ilustruje rysunek 6:

Aby rozszerzyć zagadnienie, warto odnaleźć w Internecie stronę:

<http://neural.sc.mahidol.ac.th./chriss/doppler/menu.html>



Rys. 6. Schemat ilustrujący wykorzystanie efektu Dopplera w meteorologii

Ad. 17. Eksperymenty, które próbowały wykryć fale grawitacyjne, prowadzone były w latach 1992 i 1993, przy użyciu statku kosmicznego Ulysses i kilku japońskich radioteleskopów.

Sygnal radiowy był wysyłany do sondy kosmicznej i retransmitowany z powrotem do tej samej lub do innej anteny na powierzchni ziemi. Częstotliwość powracającego sygnału, z uwagi na zjawisko Dopplera, jest inna od wysłanej. Porównuje się fazy obydwu sygnałów. Analiza danych jest jeszcze w toku. Pomiaru czasu dokonywano za pomocą zegara atomowego. Droga przebyta przez sygnał radiowy w czasie kilku tysięcy sekund obliczana jest z dokładnością do kilkuset mikrometrów.

Eksperymenty te dają możliwość zbadania:

- pola grawitacyjnego ciał (od asteroidów do planet), obok których przelatuje statek kosmiczny,
- atmosfery planet i ich satelitów, jeśli wiązka fal je przecina,
- fal grawitacyjnych, które zgodnie z ogólną teorią względności mogą spowodować niewielkie wahania odległości Ziemia – statek kosmiczny.

Ad. 18. Linie widmowe większości galaktyk przesunięte są w kierunku długich fal – czerwonego krańca widma, stąd nazwa – „poczerwienienie galaktyk”. Spowodowane jest to oddalaniem się obiektów emitujących promieniowanie.

Parametr przesunięcia ku czerwieni definiowany jest jako

$$z = \Delta\lambda / \lambda_0$$

gdzie:

λ_0 – długość fali emitowanej przez nieruchome źródło światła, wyznaczona jest laboratoryjnie

λ – długość fali odbierana na Ziemi; wysyłana przez poruszający się obiekt,

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$$

Jeśli prędkość obiektu jest niewielka, to:

$$z \approx v_r / c$$

gdzie:

v_r – prędkość radialna ucieczki obiektu

c – prędkość światła.

W przypadku relatywistycznym należy wykorzystać wzór:

$$\frac{v_r}{c} = \frac{(z+1)^2 - 1}{(z-1)^2 + 1}$$

Ad. 19. Seria programów CLEA może być uruchomiona na każdym komputerze, na którym można uruchomić system Windows 3.0.

Dostępna jest w serwerze anonimowy ftp://io.cc.gettysburg.edu/pub/clea_products/pc.

Poniższa tabela ukazuje niektóre wyniki pomiarów dokonanych w omawianym programie. Można je wykorzystać w przypadku trudności związanych ze zdobyciem programu.

Nazwa galaktyki	λ_K [Å]	λ_H [Å]	v_r [km/s]	l [lat św.]
Bootes	4450	4494	39536	1718
Coma Berenices	4022	4056	6662	286
Corona Borealis	4216	4258	6508	283

λ_K – długość fali linii wapnia K, rejestrowana przez spektrometr,

λ_H – długość fali linii wapnia H, rejestrowana przez spektrometr,

v_r – średnia prędkość radialna ucieczki galaktyki obliczona na podstawie przesunięcia linii K i H,

l – odległość do galaktyki, obliczona na podstawie prawa Hubble’a

$$v_r = H \cdot l,$$

gdzie: $H = 75 \text{ km/s/Mpc}$ – stała Hubble’a.

Ad. 20. Pomiar dopplerowskich zmian obserwowanego okresu pojawienia się impulsów pulsara wywołanych przez ruch orbitalny stanowi niemal dokładny odpowiednik spektroskopii dopplerowskiej gwiazd [16].

Pulsar wirujący ze swą planetą wokół wspólnego środka masy jest poruszającym się źródłem promieniowania dla zjawiska Dopplera. Istotna jest jedynie prędkość radialna oddalania i przybliżania się gwiazdy. Staje się to przyczyną okresowego opóźnienia lub przyspieszenia nadejścia impulsu w stosunku do czasu przewidywanego.

Proste i jasne zarazem wytłumaczenie omawianego zjawiska znajdziemy w symulacji komputerowej J. Domańskiego pod tytułem „Wolszczan”. Program ten można uzyskać za pośrednictwem Internetu pod adresem:

<http://www.bzkozielski.com.pl>

LITERATURA

- [1] D. Tokar, B. Pędzisz, B. Tokar, *Doświadczenia z fizyki dla szkół podstawowych*, WsiP, Warszawa 1990.
- [2] E. Rüchardt, *Światło widzialne i niewidzialne*, PWN, W-wa 1962.
- [3] *Fizyka z astronomią kl. IV* pod red. Piłata, WSiP, 1995.
- [4] J. Blinowski, *Samochodem przez fizykę*, cz. III, Warszawa 1998.
- [5] J. Ginter, *Fizyka kl. III*, WsiP, Warszawa 1995.
- [6] Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz. IV, PWN, Warszawa 1970.
- [7] A. Sliwiński, *Ultradźwięki i ich zastosowania*, PWN, Warszawa 1993.
- [8] F. G. Smith, *Radioastronomia*, PWN, Warszawa 1966.
- [9] W. S. Wolkensztejn, *Zbiór zadań z fizyki*, PWN, Warszawa 1972.
- [10] M. Kozielski, *Fizyka dla szkół średnich*, t. 3, Warszawa 1997.
- [11] M. Demiański, N. Kozielski, *Fizyka dla szkół średnich*, t. 4, Warszawa 1997.
- [12] *Encyklopedia fizyki*, PWN, Warszawa 1972.
- [13] J. S. Stodółkiewicz, *Astrofizyka ogólna z elementami geofizyki*, PWN Warszawa 1978.
- [14] B. Jaworski, A. Dietlów, *Kurs fizyki*, t. 3, PWN, Warszawa 1984.
- [15] *Encyklopedia techniki wojskowej*, Wyd. MON, Warszawa 1987.
- [16] A. Wolszczan, *Poszukiwania pozasłonecznych układów planetarnych*, „Postępy Astronomii”, 3/95.
- [17] *Kosmiczne zegary Aleksandra Wolszczana*, „Postępy Astronomii”, 2/92.

NIEKONWENCJONALNE PALIWA: SŁOŃCE, WODA, WIATR

Elżbieta Karczewska, Zespół Szkół Chemicznych i Ogólnokształcących w Olsztynie
Małgorzata Karulak, Zespół Szkół Elektronicznych i Telekomunikacyjnych w Olsztynie

Cele ogólne

1. Poznanie paliw konwencjonalnych i niekonwencjonalnych oraz rodzajów energii otrzymywanych w czasie wykorzystywania ich zasobów
2. Zwrócenie uwagi na bardzo pilne problemy energetyczne świata oraz potrzebę ich rozwiązywania
3. Budowanie świadomości ekologicznej ułatwiającej zrozumienie wpływu różnych źródeł energii na środowisko naturalne oraz związanej z tym potrzeby oszczędzania energii i paliw w życiu codziennym
4. Kształtowanie postawy promującej konieczność:
 - stałego rozwoju energetyki opartej na źródłach energii odnawialnej
 - poszukiwania nowych technicznych rozwiązań obniżających koszty produkcji energii
5. Analizowanie informacji z różnych źródeł i systematyzowanie wiedzy
6. Wskazanie potrzeby powiązania teorii z praktyką oraz wiedzy i umiejętności z wielu przedmiotów szkolnych w celu pełniejszego zrozumienia problemów współczesnej energetyki

Cele edukacyjne

Nabywanie umiejętności:

- a) obserwacji środowiska naturalnego pod kątem przemian energii,
- b) stosowania zasady zachowania energii oraz innych praw fizyki do wyjaśniania zasady działania źródeł energii użytecznej,
- c) dostrzegania zarówno ujemnych, jak i dodatnich skutków działania różnych źródeł energii na środowisko naturalne,
- d) budowania i demonstrowania działających modeli urządzeń produkujących energię z paliw niekonwencjonalnych (kolektory słoneczne, elektrownie wiatrowe, wodne i inne),
- e) badania zjawisk zachodzących w modelach i rzeczywistych źródłach energii odnawialnej,
- f) przeprowadzania pomiarów wielkości fizycznych związanych z pracą alternatywnych źródeł energii, tj.: czasu, temperatury, natężenia oświetlenia, natężenia i napięcia prądu elektrycznego i innych,
- g) sporządzania tabel i wykresów na podstawie pomiarów zależności:
 - temperatury powietrza znajdującego się pod płytą absorbera modelu kolektora słonecznego od czasu padania promieniowania świetlnego i od natężenia oświetlenia,
 - natężenia, napięcia i mocy prądu elektrycznego płynącego w obwodzie zamkniętym zawierającym fotoogniwo lub baterię słoneczną od natężenia oświetlenia ich powierzchni,
 - mocy modelu elektrowni wiatrowej od prędkości wiatru i od średnicy łopatek wirnika,
- h) analizowania swoich i innych wyników pomiarów otrzymanych podczas badania modeli alternatywnych źródeł energii oraz porównywania ich z pomiarami otrzymanymi przy badaniu rzeczywistych źródeł energii,
- i) przedstawiania własnych uwag i wniosków dotyczących m. in. wyżej opisanych pomiarów doświadczalnych oraz sposobów zwiększania mocy i sprawności kolektorów, baterii słonecznych, elektrowni wodnych i wiatrowych,
- j) rozwiązywania prostych zadań problemowych na podstawie przykładów wziętych z życia codziennego.

Wstęp

Paliwa to wszelkie substancje, które służą człowiekowi do zaspokajania jego potrzeb energetycznych. Są one źródłem różnych rodzajów energii pierwotnej. Po zrealizowaniu odpowiedniego cyklu przemian energii można z nich otrzymać użyteczną energię finalną (cieplną lub elektryczną).

Wszystkie paliwa można podzielić na:

- **konwencjonalne** (nieodnawialne) – to takie, które „w ludzkiej skali czasu” nie dają się w znaczącym stopniu odtworzyć. Są to podstawowe źródła energii wykorzystywane na całym świecie. Należą do nich następujące paliwa:

stałe	– np. węgiel kamienny i brunatny, drewno i torf,
rozszczepialne	– pierwiastki promieniotwórcze (tor, uran i pluton),
ciekłe	– np. ropa naftowa i olej z łupków bitumicznych,
gazowe	– metan, gaz ziemny, świetlny i inne.

Węgiel kamienny i brunatny oraz ropa naftowa i gaz ziemny noszą nazwę paliw kopalnych.

- **niekonwencjonalne** (odnawialne i nieodnawialne).

Do paliw odnawialnych (inaczej alternatywnych) należą: promieniowanie Słońca, wiatry, woda, fale i pływy morskie, biomasa oraz energia cieplna oceanów. Energię pochodzącą z wnętrza Ziemi, zwaną geotermiczną, można zaliczyć do źródeł odnawialnych (energia gorących skał) i nieodnawialnych (gejzery).

Wymienione źródła energii odnawialnej są pochodną energii słonecznej. Słońce jako źródło energii emituje w przestrzeń kosmiczną promieniowanie o mocy całkowitej $3,82 \cdot 10^{26}$ W.

Do Ziemi dociera energia słoneczna o mocy ok. $81 \cdot 10^9$ MW. Światowe zapotrzebowanie na moc wszystkich postaci energii szacuje się na ok. $0,01 \cdot 10^9$ MW.

Wśród ekspertów zajmujących się wykorzystaniem różnych źródeł energii panuje zgodne przekonanie, że w najbliższych latach energia z paliw odnawialnych może i powinna mieć poważny udział w światowym oraz krajowym bilansie paliwowo-energetycznym. Wytwarzana obecnie z paliw niekonwencjonalnych energia elektryczna może pokryć zaledwie 10% światowych potrzeb energetycznych. Przewiduje się, że w roku 2020 będzie ona mogła zaspokoić tylko 15% tych potrzeb.

Dlaczego więc w edukacji przyrodniczej uczniów należy zwrócić uwagę na znaczenie naturalnych, niekonwencjonalnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym?

Odpowiedź stanowią następujące problemy energetyczne:

- malejące zasoby paliw kopalnych,
- wzrost poziomu konsumpcji energii,
- ciągły wzrost cen nośników energii,
- zanieczyszczenia środowiska naturalnego spowodowane wykorzystywaniem paliw konwencjonalnych (głównie kwaśne deszcze),
- globalne ocieplenie klimatu związane z rozwojem naturalnego efektu cieplarnianego Ziemi (przypisywane spalaniu paliw kopalnych),
- rozwój techniki kosmicznej oraz inne.

Źródła energii niekonwencjonalnej są „czyste”, to znaczy prawie wcale nie zanieczyszczają środowiska. Mogą więc one przynieść wymierne korzyści ekologiczne i ekonomiczne.

W budownictwie krajów Europy Zachodniej coraz częściej stosuje się w sposób zaplanowany technologie i urządzenia wykorzystujące energię słoneczną. Powstają tam proekologiczne, energooszczędne domy słoneczne (solarne), w których wykorzystuje się pasywne i aktywne systemy słoneczne. W systemach pasywnych (biernych) dzięki odpowiednim rozwiązaniom architektoniczno-budowlanym budynek pełni rolę zarówno kolektora, jak i magazynu, a także dystrybutora energii słonecznej. Elementy konstrukcji ścian i okien słonecznych, posadzek i dachów akumulacyjnych, przestrzenie buforowe oraz właściwe usytuowanie budynku względem Słońca pozwalają lepiej korzystać z „darmowej” energii słonecznej.

Głównymi urządzeniami w aktywnych systemach słonecznych są kolektory słoneczne i ogniwa fotowoltaiczne.

Stopień wykorzystania zasobów paliw niekonwencjonalnych w Polsce jest niewielki w porównaniu z krajami o podobnej insolacji słonecznej. Do 1m^2 powierzchni naszego kraju dociera w ciągu roku średnio ok. 1000 kWh energii promieniowania słonecznego. Jest to wielkość podobna jak w Niemczech, Francji, USA i Danii, gdzie od lat wykorzystuje się w praktyce miliony instalacji słonecznych.

Spośród wszystkich odnawialnych źródeł energii w naszym kraju najbardziej wykorzystywana jest energia wody. Zainteresowanie paliwami niekonwencjonalnymi w Polsce ciągle jednak wzrasta. Rozwój wykorzystania tych paliw będzie w wielu krajach, także i u nas przebiegał powoli, ale jest nieuchronny. Dlatego tak ważne są wiedza i umiejętności uczniów w zakresie pozyskiwania energii z różnych źródeł.

W projekcie przedstawiamy propozycje materiałów edukacyjnych dotyczących głównie energii promieniowania słonecznego, wiatru i wody.

I. ENERGETYKA SŁONECZNA

1. „SŁONECZNE” PODGRZEWANIE WODY I POWIETRZA W KOLEKTORACH SŁONECZNYCH

A. Przygotowanie teoretyczne

W 1993 roku w Paryżu odbył się pod protektorem UNESCO pierwszy Światowy Szczyt Energetyki Słonecznej. Podjęto na nim decyzję o konieczności promowania energetyki słonecznej w krajach Europy Środkowej, m. in. także w Polsce.

Najbardziej rozpowszechnionymi systemami słonecznymi w Europie są systemy aktywne. Głównymi elementami tych systemów są kolektory słoneczne, które służą do bezpośredniej zamiany energii promieniowania słonecznego na energię cieplną. Dzielimy je na:

- płaskie (niskotemperaturowe): cieczowe i powietrzne,
- koncentrujące (wysokotemperaturowe) cieczowe.

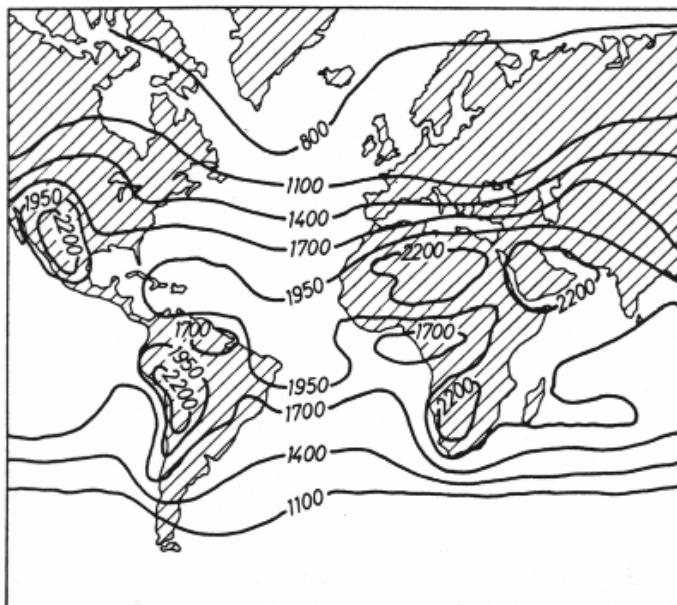
Kolektorowe instalacje słoneczne wykorzystują energię słoneczną do podgrzewania wody użytkowej i ogrzewania pomieszczeń.

Jak to działa i czy się opłaca?

Słońce jest praktycznie powszechnie dostępnym, bezpiecznym, niewyczerpalnym i darmowym źródłem energii w okresie kilku miliardów lat.

1. Natężenie promieniowania słonecznego w górnej warstwie atmosfery ziemskiej wynosi około $s = 1360\text{ W/m}^2$ i jest nazywane stałą słoneczną.
 - a) O czym informuje nas ta wielkość?
 - b) Ile energii słonecznej w ciągu jednej sekundy otrzymałaby powierzchnia koła o średnicy równej średnicy Ziemi, gdyby znajdowała się na poziomie górnej warstwy atmosfery?
Otrzymałą wartość porównaj ze światowym zapotrzebowaniem na energię, które obecnie wynosi $0,01 \cdot 10^9\text{ MJ/s}$.
2. a) Dlaczego maksymalna wartość natężenia promieniowania słonecznego na poziomie morza wynosi tylko około $H = 1\text{ kW/m}^2$ (przy bezchmurnym niebie)?
 - b) Oblicz, ile energii słonecznej padałoby na 1 m^2 powierzchni w ciągu 1 godziny, gdyby wartość natężenia promieniowania słonecznego była taka sama jak w pytaniu a).
3. Co mogą przedstawiać liczby $H_{1,\text{sr}} = 4,3\text{ kWh/m}^2/\text{dobę}$ oraz $H_{2,\text{sr}} = 1,3\text{ kWh/m}^2/\text{dobę}$?
Która z nich dotyczy półrocza letniego?

4. Roczna wartość nasłonecznienia, czyli ta ilość energii globalnego promieniowania słonecznego, która pada w ciągu roku na jednostkę poziomej powierzchni, waha się na świecie zależnie od miejsca i klimatu w granicach od 800 do 2200 kWh/m² (rys. 1.).



Rys. 1. Rozkład globalnego promieniowania słonecznego na ziemi w kWh/m²/rok
(Energetyka a ochrona środowiska, J. Kucowski, D. Laudyn, M. Przekwas)

Roczna suma energii całkowitego promieniowania słonecznego w Polsce wynosi 950 – 1250 kWh/m². Czy w tych warunkach możemy stosować aktywne systemy kolektorowe? Eksperci twierdzą, że tak. Oszacowano, że właściwie dobrana instalacja kolektorowa w jednorodzinny domu w Polsce mogłaby pokryć 60% zapotrzebowania rodziny na ciepłą wodę użytkową oraz ok. 20% zapotrzebowania na ciepło wykorzystane do ogrzewania domu.

5. Budowę i zasadę działania płaskiego słonecznego kolektora cieczowego przedstawia rys. 1.1, a koncentrującego – rys. 1.2 (zał. 1). Na podstawie rysunków możesz omówić budowę i działanie kolektorów, podkreślając przeznaczenie każdego elementu. W tym celu w puste miejsca tekstu przedstawionego poniżej wstaw właściwe wyrazy wybrane ze zbioru znajdującego się w ramce.

woda, rośnie, ciepło, duża, skupiają się, ognisku zwierciadła, czarno, energia słoneczna, powietrze, 30°, 70°, absorber, promienie słoneczne, energii cieplnej, szkło, kąta, prostopadłe, pory roku

- Najważniejszym elementem płaskiego kolektora słonecznego jest, czyli pomalowana na płyta pochłaniająca promieniowanie słoneczne i zamieniająca je na ciepło. Dzięki temu jej temperatura
Jest ona wykonana przeważnie ze stali, miedzi, aluminium lub tworzyw sztucznych. Materiały te cechuje przewodność cieplna.
- W rurach pod płytą krąży czynnik roboczy (....., olej lub inna ciecz), który odbiera od i transportuje je dalej do instalacji ciepłej wody użytkowej.
- Izolacja termiczna zapobiega większym stratom
- Przezroczyste pokrycie zewnętrzne kolektora (..... lub folie z tworzyw sztucznych) działa prawie jak jednokierunkowy filtr, który przepuszcza krótkofalowe promieniowanie słoneczne, a zatrzymuje promieniowanie cieplne (długofalowe) emitowane przez absorber. Dzięki temu pomiędzy płytą absorbera a szkłem zachodzi zjawisko efektu cieplarnianego lub inaczej szklarniowego. Na czym polega to zjawisko? Gdzie ono jeszcze zachodzi?

- e) Ilość energii słonecznej padającej na powierzchnię kolektora zależy od oraz nachylenia tej powierzchni do poziomu.
 Sprawność kolektora słonecznego jest największa, gdy promienie słoneczne padają na jego powierzchnię pochłaniającą.
 W półroczu letnim najlepiej ustawić kolektor słoneczny pod kątem ok. do poziomu, a w okresie zimowym pod kątem ok.
- f) Przykładem słonecznego kolektora koncentrującego jest urządzenie składające się z rurowego absorbera i zwierciadła parabolicznego. Przez zbiornik absorbera przepływa czynnik roboczy, który pełni rolę nośnika ciepła w instalacji kolektorowej. Temperatura czynnika roboczego jest największa wtedy, gdy zbiornik ten znajduje się w, w którym skupiają się
- g) W Polsce wykorzystywane są głównie płaskie kolektory cieczowe. Dowiedz się, dlaczego?
6. Czym jest wartość progowa – $H_{\min}$ natężenia promieniowania słonecznego w pracy kolektora?
7. Mapka na rys. 2.1. i tabela 2.1. (zał. 2.) przedstawiają możliwości wykorzystania energii słonecznej w Polsce. Oceń, gdzie generalnie w skali roku są najlepsze warunki do wykorzystania tej energii w kolektorach słonecznych.

B. Ćwiczenia

Badanie zależności temperatury powietrza znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego od czasu padania promieniowania świetlnego i od natężenia oświetlenia

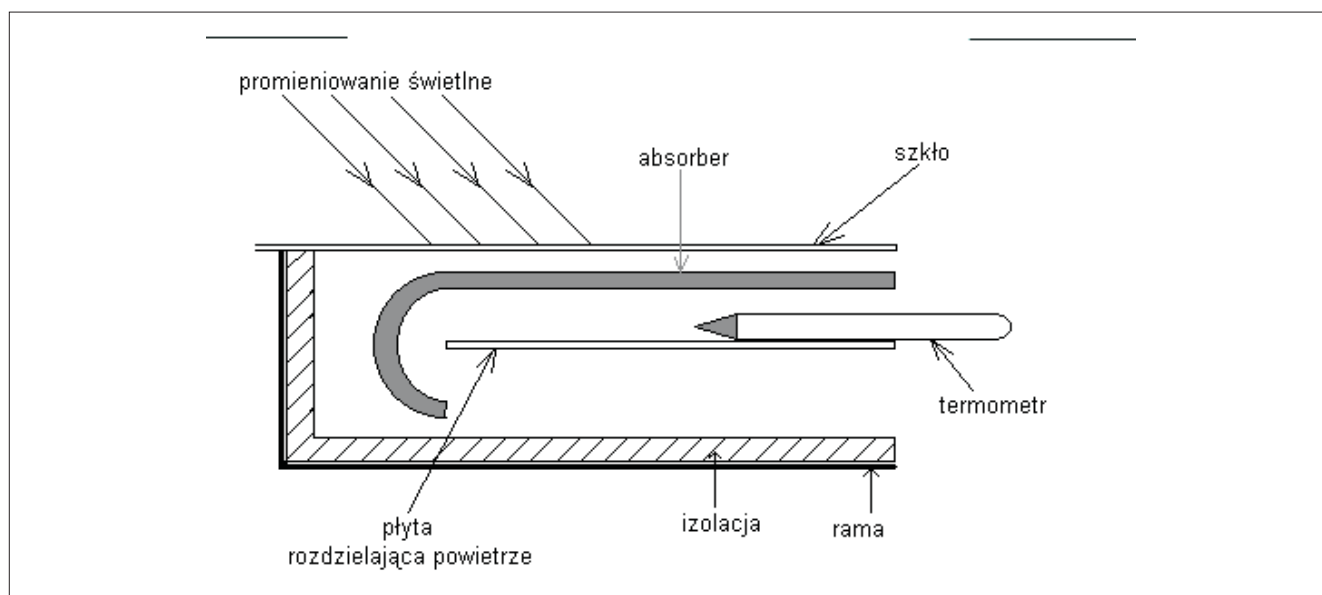
Kolektor słoneczny lub jego model można zbudować samodzielnie.

Oto przykłady prostych modeli kolektorów proponowanych do wykonania:

- 1) zbiornik wodny jako prosty kolektor energii słonecznej,
- 2) kolektor słoneczny do ogrzewania pomieszczeń z niewymuszonym (grawitacyjnym) obiegiem powietrza – tzw. „dogrzewacz zaokienny” (zał. 3.).

Przyrządy i pomiary:

- własnoręcznie wykonany model powietrznego kolektora słonecznego (rys. 2. poniżej oraz rys. 3., autor),
- źródło światła (Słońce lub np. żarówka Helios: 220 V, 250 W),
- termometr (lub czujnik temperatury),
- miernik (lub czujnik) natężenia oświetlenia,
- zegar,
- komputer z odpowiednim oprogramowaniem.



Rys. 2. Schemat badania modelu powietrznego kolektora słonecznego

Używając zegara, termometru i miernika natężenia oświetlenia możemy wykonać następujące pomiary:

1. Odczytujemy wartość początkową temperatury powietrza znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego w chwili rozpoczęcia eksperymentu.
2. Przy ustalonej wartości natężenia oświetlenia powierzchni kolektora mierzymy, np. co minutę, temperaturę końcową powietrza pod płytą absorbera.
3. Powtarzamy pomiary temperatury:
 - w kolejnych równych przedziałach czasu przy stałych, ale większych wartościach natężenia oświetlenia,
 - w kolejnych równych i różnych przedziałach czasu dla rosnących wartości natężenia oświetlenia.
4. Wyniki pomiarów zbieramy w opracowanej przez siebie tabeli.
5. Wykonujemy wykresy zależności temperatury powietrza znajdującego się pod płytą absorbera od czasu padania promieniowania świetlnego i od natężenia oświetlenia powierzchni kolektora.



Rys. 3. Model powietrznego kolektora słonecznego (wykonany przez ucznia), termometr i źródło światła (fot. autor)

Opisane wyżej pomiary można wykonać także przy pomocy czujników temperatury i natężenia oświetlenia oraz odpowiedniego programu komputerowego.

W załącznikach (zał. 4 i 5) znajdziesz przykłady danych liczbowych oraz wykresy otrzymane podczas badania modelu powietrznego kolektora słonecznego za pomocą w/w czujników i programu komputerowego Insight.

Wnioski

Wraz ze wzrostem natężenia oświetlenia powierzchni kolektora rośnie temperatura powietrza pod płytą absorbera.

Inne.....

C. Propozycje zadań do oceny wyników

1. Spróbuj uzasadnić, na czym polega niewymuszony (grawitacyjny) obieg czynnika roboczego (wody lub powietrza) w kolektorach słonecznych.
2. Woda jest bardzo dobrym medium roboczym odbierającym ciepło od absorbera kolektora słonecznego. Z 1m³ wody przy obniżeniu jej temperatury o 1°C można uzyskać ok. 42·10⁵ J energii cieplnej. Co decyduje o tak dużej energii? Wykonaj odpowiednie obliczenia, aby sprawdzić podaną wartość.
3. Sprawność kolektora słonecznego informuje nas o tym, ile procent całkowitego natężenia promieniowania słonecznego – H_c padającego na jego powierzchnię zamienia się na energię użyteczną pobraną w jednostce czasu – $\frac{Q_u}{t}$ przez substancję roboczą z kolektora.

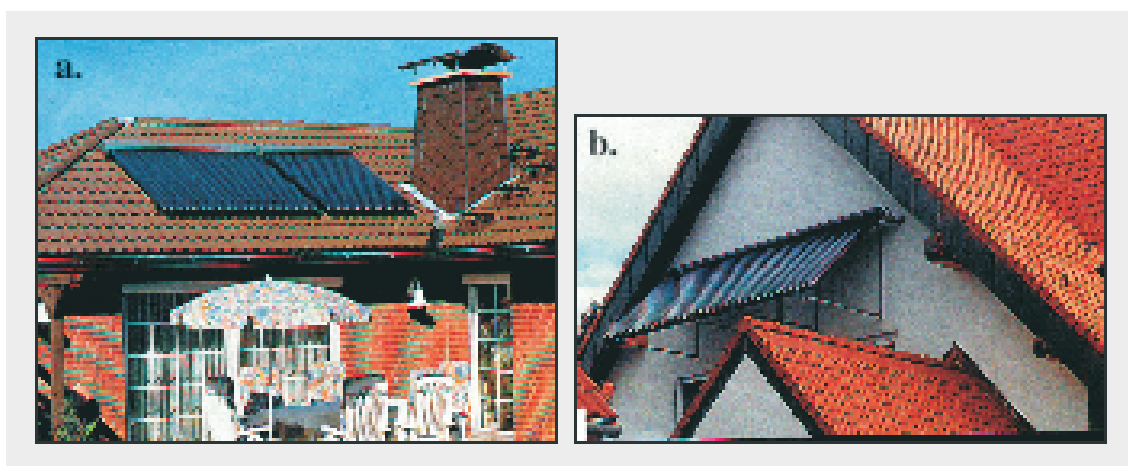
$$\eta = \frac{Q_u}{H_c} \cdot 100\% \quad \text{gdzie:} \quad Q_u = \frac{Q}{t}, \quad \eta - \text{sprawność kolektora}$$

Gdy sprawność η wynosi 60% to możemy sądzić, że

4. Dobowe zużycie ciepłej wody wynosi średnio 60 l na osobę. Oblicz:
 - a) dobowe zapotrzebowanie na energię cieplną (w kWh) czteroosobowej rodziny mieszkającej w domu jednorodzinnym,
 - b) powierzchnię cieczowego kolektora słonecznego umieszczonego na dachu lub na ścianie południowej domu (rys. 4.), który może zaspokoić zapotrzebowanie tej rodziny na ciepłą wodę w okresie letnim. odp. b) $S = \text{ok. } 5 \text{ m}^2$

Do obliczeń przyjmij następujące dane:

- ciepło właściwe wody – $c_w = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$,
 - gęstość wody – $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$,
 - temperatura zimnej wody – $t_1 = 15^\circ\text{C}$,
 - temperatura ciepłej wody – $t_2 = 60^\circ\text{C}$,
 - średnia suma dziennego nasłonecznienia w półroczu letnim – $H_{sr} = 4,3 \text{ kWh/m}^2/\text{dobę}$,
 - sprawność kolektora – $\eta = 60\%$.
5. Na podstawie analizy wykresów w zał. 4 i 5 oszacuj przyrosty temperatury powietrza znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego w zależności od czasu padania promieniowania świetlnego oraz od natężenia oświetlenia powierzchni kolektora. Wyniki obliczeń przedstaw w tabeli. Wyciągnij odpowiednie wnioski.



Rys. 4. Kolektory słoneczne: a) zamontowany na dachu, b) umieszczony na południowej ścianie domu jednorodzinnego (fot. „Murator” 7/98)

D. Ciekawostki

1. Pierwszy kolektor słoneczny powstał już w XVIII w. Zbudował go botanik Mikołaj de Saussure z Genewy.
2. Roczna insolacja (roczna wartość nasłonecznienia) w okolicach równika wynosi ok. 2560 kWh/m^2 . W Polsce możemy mieć maksymalnie około 50% tej wartości. Średnia insolacja roczna w naszym kraju wynosi $H_{sr} = 1000 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$.
3. O opłacalności instalacji kolektora słonecznego w danym miejscu decydują m. in.: roczna suma energii całkowitego promieniowania słonecznego (roczna insolacja) oraz tzw. usłonecznienie, czyli liczba godzin słonecznych w roku. Najmniejsze usłonecznienie występuje u nas w Katowicach – 1234 h/rok , a największe na wybrzeżu – ok. 1671 h/rok .
4. Czy są w Polsce szkoły, które posiadają kolektory słoneczne jako źródła energii ciepłej? Odpowiedź brzmi – tak. Spróbuj dowiedzieć się, jakie to są szkoły?
5. Wykorzystując 1 m^2 powierzchni kolektora w ciągu roku oszczędzamy 250 kg węgla. Redukujemy emisję dwutlenku węgla o ok. 450 kg . Ograniczamy także emisję pyłów o $2,5 \text{ kg}$, dwutlenku siarki o 6 kg i tlenków azotu o 2 kg .
6. Na Światowej Konferencji Energetycznej w 1992 r. w Rio de Janeiro prezydent USA ogłosił program budowy urządzeń do wykorzystywania energii słonecznej na jednym milionie dachów. Urządzenia te miały być budowane w celu zmniejszenia emisji dwutlenku węgla (CO_2) produkowanego przez ludzi, ponieważ może on pogłębiać efekt cieplarniany Ziemi.

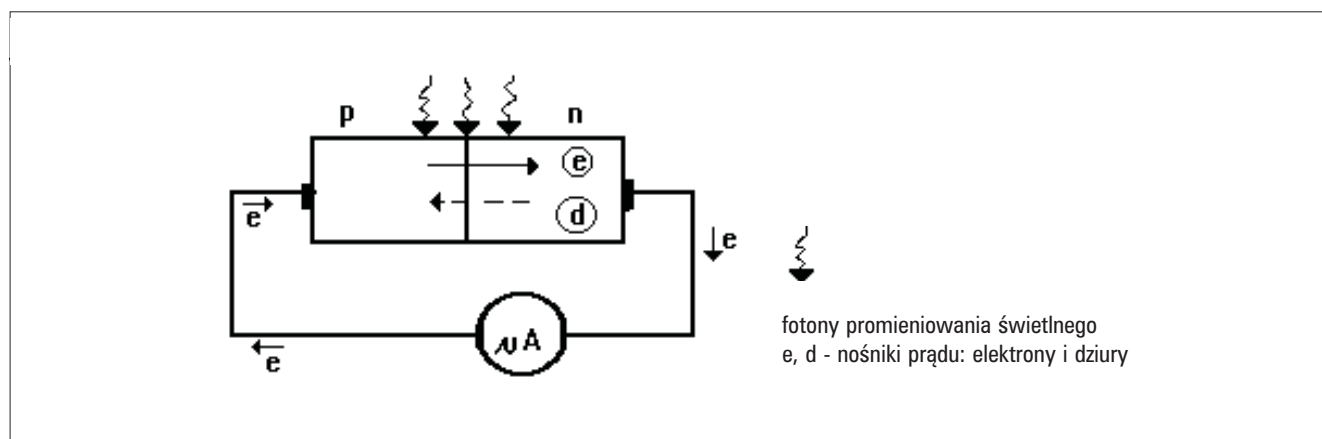
2. OGNIWA SŁONECZNE

A. Przygotowanie teoretyczne

Ogniwa słoneczne, inaczej fotoelektryczne lub fotowoltaiczne, to urządzenia służące do bezpośredniego przekształcania energii słonecznej w energię elektryczną.

Stanowią je złącza prostujące p–n półprzewodnika, najczęściej monokrystalicznego krzemu. Urządzenia takie w praktyce nazywane są także fotoogniwami. Mogą one również zamieniać energię świetlną pochodzącą ze sztucznego źródła światła na energię elektryczną. Działanie ogniwa oparte jest na zjawisku fotowoltaicznym, które prowadzi do powstania siły elektromotorycznej na złączu półprzewodnika pod wpływem padającego na nie promieniowania świetlnego.

1. Na podstawie rys. 5 zastanów się, co powoduje ciągły przepływ prądu elektrycznego w przedstawionym niżej obwodzie elektrycznym zamkniętym.



Rys. 5. Złącze p–n zastosowane jako fotoogniwo (*Fizyka kl. IV*, M. Piłat)

2. Sprawność ogniw słonecznych wykonanych z krzemu polikrystalicznego wynosi zaledwie 10%, a z arsenku galu dochodzi do 23%. O czym informują nas te liczby?
3. Pojedyncze ogniwa słoneczne posiadają niewielką moc, dlatego w praktyce łączy się je w zestawy zwane bateriami lub generatorami słonecznymi. Obecnie produkowane są w świecie całe instalacje z ogniwami słonecznymi o różnych mocach.
Małe instalacje o napięciach 12–48 V posiadają moc 10–100 W. Duże instalacje o napięciach do 400 V mogą natomiast osiągać moc 100 kW.
4. W celu zwiększenia mocy uzyskiwanej z jednostki powierzchni baterii słonecznych stosuje się urządzenia skupiające światło, np. zwierciadła paraboliczne lub soczewki Fresnela. W tym przypadku jednak powierzchnia baterii może zostać zbyt mocno ogrzana. Zachodzi wtedy konieczność odprowadzania ciepła z powierzchni baterii, gdyż wraz z dużym wzrostem temperatury obniża się ich sprawność.
5. Ogniwa i baterie słoneczne mogą być stosowane wszędzie tam, gdzie z powodu trudności terenowych i odległości nie opłaca się ciągnąć linii energetycznych, np.: w schroniskach, latarniach morskich, domkach letniskowych, bojach sygnalizacyjnych oraz przy systemach sterowania ruchem drogowym i kolejowym. Mogą one także służyć do zasilania pewnych układów elektrycznych w samochodach i samolotach.
Są zainstalowane na satelitach badawczych i łącznościowych oraz na statkach kosmicznych. Układy baterii słonecznych stosowane są także w oddalonych gorących rejonach świata. Zasila się nimi m. in. lodówki, które służą do przechowywania leków i szczepionek.
Wymień jeszcze inne przykłady zastosowania ogniw i baterii słonecznych w życiu codziennym.
6. Wymień główne powody, dla których w przyszłości warto planować budowę kosmicznych elektrowni słonecznych z bateriami słonecznymi na satelitach geostacjonarnych.

B. Ćwiczenia

1. Wyznaczanie mocy w obwodzie elektrycznym zawierającym ogniwo słoneczne

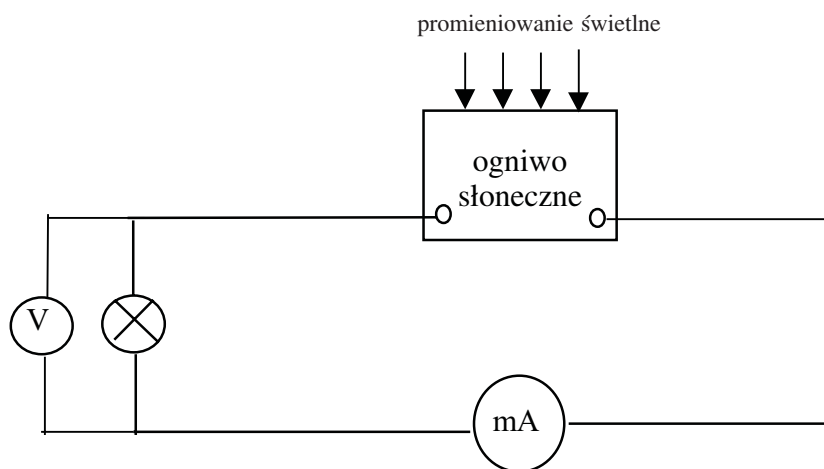
Przyrządy:

- krzemowe ogniwa słoneczne,
- mierniki natężenia i napięcia prądu elektrycznego,
- źródło światła (sztuczne lub Słońce),
- miernik natężenia oświetlenia,
- odbiornik prądu elektrycznego (żarówka).

Zestawiamy obwód jak na rys. 6.

Odczytujemy:

- natężenie prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę – I ,
- napięcie między zaciskami żarówki – U .



Rys. 6. Wyznaczanie mocy prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę (autor)

Pomiary:

Pomiarów napięcia i natężenia prądu elektrycznego płynącego przez odbiornik dokonujemy przy ustalonej wartości natężenia oświetlenia – E_1 powierzchni ogniwa. Badanie przeprowadzamy dla pojedynczego ogniwa oraz dla dwóch ogniw połączonych w baterie. Wyniki pomiarów i obliczeń oraz uwagi i wnioski wpisujemy do tabeli.

Ilość ogniw	Napięcie U [mV]	Natężenie I [mA]	Moc M [W]	Uwagi i wnioski
1 szt.				
2 szt. połączone szeregowo				
2 szt. połączone równolegle				

Moc prądu elektrycznego płynącego przez odbiornik obliczamy ze wzoru $M = UI$.

Natężenie oświetlenia $E_1 = \dots\dots\dots$ (podaj wartość).

Te same pomiary powtarzamy dla większej wartości natężenia oświetlenia – E_2 , $E_2 > E_1$. Energia promieniowania świetlnego może pochodzić ze Słońca lub sztucznego źródła światła.

Wnioski:

Wraz ze wzrostem natężenia oświetlenia powierzchni ogniw słonecznych natężenie i moc prądu elektrycznego płynącego przez odbiornik.

Dlaczego żarówka znajdująca się w obwodzie z baterią słoneczną może nie świecić, lecz nie przerywa przepływu prądu elektrycznego?

2. Badanie zależności natężenia prądu elektrycznego płynącego w obwodzie zamkniętym z baterią słoneczną od natężenia oświetlenia jej powierzchni

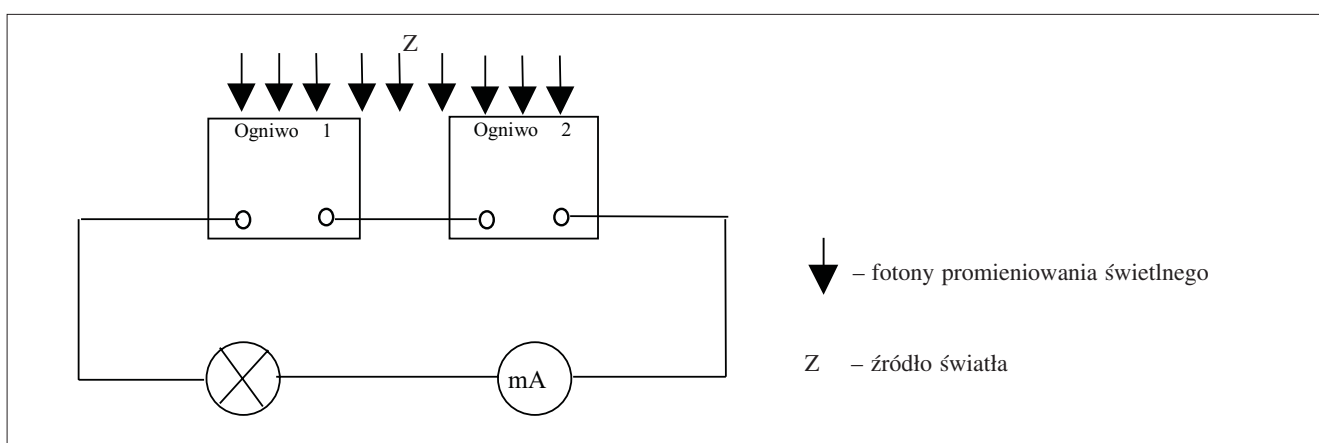
Przyrządy:

- krzemowa bateria słoneczna,
- miernik (lub czujnik) natężenia prądu elektrycznego,
- źródło światła – Z (sztuczne lub Słońce),
- miernik (lub czujnik) natężenia oświetlenia,
- odbiornik prądu elektrycznego (żarówka),
- komputer z odpowiednim oprogramowaniem.

Zestawiamy obwód jak na rys. 7.

Odczytujemy:

- natężenie oświetlenia powierzchni baterii słonecznej – E [Lx],
- natężenie prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę – I [mA].



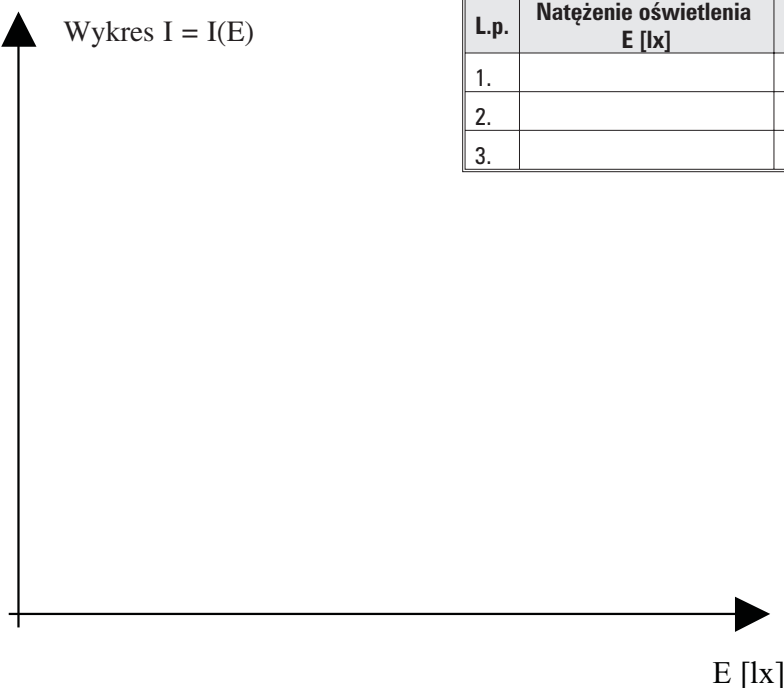
Rys. 7. Badanie zależności natężenia prądu elektrycznego od natężenia oświetlenia – $I(E)$ (autor)

Pomiary:

Wyniki pomiarów wpisujemy do tabeli.

Wykres $I = I(E)$

I [mA]



L.p.	Natężenie oświetlenia E [lx]	Natężenie prądu I [mA]	Uwagi
1.			
2.			
3.			

Wnioski:

Dlaczego żarówka w obwodzie z baterią słoneczną może nie świecić pomimo dużej wartości natężenia oświetlenia?

W jakich urządzeniach wykorzystuje się w praktyce zależność $I = I(E)$?

Uwaga:

W zał. 6. znajdziesz wyniki pomiarów wykonanych przez uczniów badających krzemową baterię słoneczną (tabela 6.1 i rys. 6.1). Na podstawie danych liczbowych przedstawionych w tabeli wykonaj wykres zależności $I(E)$. Przeprowadź analizę danych i wyciągnij wnioski.

W zał. 7 i 8 znajdziesz wykresy zależności natężenia prądu elektrycznego – I i natężenia oświetlenia – E od czasu badania krzemowej baterii słonecznej. Otrzymano je przy pomocy programu komputerowego Insight. Na podstawie tych wykresów ustal, w jakich przedziałach czasu zbliżano źródło światła do powierzchni baterii słonecznej, a w jakich oddalano.

Jak zmienia się wtedy natężenie prądu elektrycznego płynącego w obwodzie zamkniętym z baterią słoneczną?

C. Propozycje zadań do oceny wyników

1. Jak wyznaczyć siłę elektromotoryczną ogniwa słonecznego?
2. Oblicz moc prądu elektrycznego o natężeniu $I = 0,71$ mA płynącego przez odbiornik znajdujący się w obwodzie z baterią słoneczną. Napięcie na zaciskach odbiornika wynosi $U = 38,2$ mV.
3. Baterie słoneczne to zestawy połączonych ze sobą ogniw fotowoltaicznych. Załóżmy, że posiadamy ogniwa o takiej samej mocy, a między zaciskami pojedynczego ogniwa występuje napięcie o maksymalnej wartości ok. 0,5 V. Ile takich ogniw należy połączyć i w jaki sposób, aby uzyskać napięcie całkowite $U = 4,5$ V?
4. Do 1 m² powierzchni Polski dociera rocznie średnio ok. 1000 kWh energii promieniowania słonecznego.
 - a) Ile energii elektrycznej w kWh można by uzyskać w ciągu roku z powierzchni 1 m² naszego kraju za pomocą ogniw słonecznych o sprawności $\eta = 10\%$?
 - b) Ile godzin rocznie mógłby pracować telewizor o mocy 120 W, gdyby pobierał taką energię elektryczną?
5. Małe instalacje z ogniwami słonecznymi o napięciach 12–48 V posiadają moc 10–100 W. Ile żarówek samochodowych i jak połączonych można włączyć do obwodu takiej instalacji, tak aby mogły one świecić pełną mocą?
Żarówki posiadają moc 24 W i są dostosowane do napięcia 12 V.
6. Wymień wady i zalety baterii słonecznych. Podaj korzyści ekonomiczne i ekologiczne wynikające z ich stosowania.

D. Ciekawostki

1. Jedna z baterii słonecznych w Polsce jest zainstalowana na dachu schroniska na Chrobaczej Łące. Ma ona moc żarówki 60 W i służy do oświetlenia schroniska.
2. Badaniem sprawności ogniw słonecznych w Polsce zajmuje się Stacja Doświadczalna Energii Słonecznej PAN w Kozach, blisko Bielska-Białej.
3. W celu wytworzenia mocy 4000 MW (moc elektrowni Bełchatów) należy zbudować baterie słoneczne o powierzchni 400 km² w najbardziej nasłonecznionym rejonie USA – Kaliforni.
4. Największą elektrownią pracującą na bazie baterii słonecznych jest obecnie elektrownia Carissa Plain w Kaliforni o mocy 6,5 MW, uruchomiona w 1984 r.
5. W Niemczech od kilkunastu lat realizowany jest tzw. „program tysiąca dachów” pokrytych ogniwami fotoelektrycznymi. Celem tego programu jest obniżenie kosztów wytwarzania oraz instalacji ogniw i baterii słonecznych dzięki rozpoczęciu masowej produkcji.

6. „Fotowoltaiczne zasłony okienne” lub inaczej „elektryczne okna” stanowią ogniwa słoneczne zainstalowane w elementach okiennych. Zastosowanie ogniw z krzemu amorficznego sprawia, że szyba zachowuje swoją przezroczystość.
7. Roczne zapotrzebowanie czteroosobowej rodziny na energię elektryczną w Polsce wynosi około 3000 kWh. Aby je zaspokoić, należy zainstalować baterie fotowoltaiczne o powierzchni ok. 35 m². Aby zaś zaspokoić obecne potrzeby energetyczne świata, trzeba by pokryć ogniwami słonecznymi powierzchnię 40 mln km².
8. Ogniwa słoneczne przetwarzają w energię elektryczną nie tylko bezpośrednie promieniowanie słoneczne, lecz także promieniowanie rozproszone (przy zachmurzeniu).
9. W budowie ogniw słonecznych przodują USA, Japonia i Francja.
10. W roku 2030 planuje się uruchomienie instalacji elektrowni kosmicznych z bateriami słonecznymi na satelitach geostacjonarnych.

II. ENERGETYKA WODNA

A. Przygotowanie teoretyczne

Zasoby energetyczne naszych rzek są niewielkie w porównaniu z innymi państwami europejskimi i wynoszą ok. 13,5 TWh/rok. Mimo to woda jest najczęściej używanym paliwem niekonwencjonalnym w Polsce. Od setek lat koła wodne nasiębnierne i podsiębierne wykorzystywały energię wody do napędu maszyn roboczych w tartakach czy młynach zbożowych (zał. 9).

Obecnie energię wody wykorzystuje się głównie do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych. W nowoczesnych elektrowniach nie stosuje się już kół wodnych. Wraz z postępem techniki ich miejsce zajęły bardziej wydajne turbiny wodne. Zasada działania elektrowni wodnych oparta jest na przemianie energii potencjalnej wody w energię kinetyczną, którą z kolei za pomocą turbin i generatorów możemy przekształcić w energię elektryczną.

Przy mniejszych spadach wody, ale dużych przepływach, do poruszania generatorów wytwarzających energię elektryczną stosuje się tzw. turbiny Kaplana. Natomiast przy dużych spadach wody, a więc i dużych prędkościach strumienia wody, wykorzystuje się turbiny wodne Peltona (zał. 9).

Elektrownie wodne w Polsce posiadają wiele zalet. Należą do nich m. in.:

- niewielki koszt eksploatacji,
- możliwość szybkiego uruchamiania i zatrzymywania elektrowni oraz regulowania jej mocy w zależności od potrzeb lokalnych,
- dość niski koszt wytworzenia 1 kWh energii elektrycznej w porównaniu z kosztami uzyskania tej samej ilości energii z innych źródeł.

Poza tym tempo rozwoju naszej energetyki wodnej jest o wiele większe niż pozostałych gałęzi energetyki odnawialnej. Spośród wszystkich wykorzystywanych u nas alternatywnych źródeł energii największy udział w produkcji energii elektrycznej mają elektrownie wodne.

Są one najbardziej ekonomicznymi źródłami energii odnawialnej w Polsce.

Na terenie naszego kraju znajdują się elektrownie wodne o różnej mocy. Wśród nich są tzw. Małe Elektrownie Wodne (MEW) o mocy 0,5–1,0 MW. Od 1991 r. MEW mogą posiadać także osoby prywatne. W Polsce mamy ich setki. Najwięcej jest ich w województwach warmińsko-mazurskim i dolnośląskim.

Ze względu na budowę rozróżniamy trzy rodzaje elektrowni wodnych: przepływowe, regulacyjne i szczytowo-pompowe. W zależności od wysokości spadu wody (h) elektrownie dzielimy na:

- | | | |
|-----------------|---|---------------------------------|
| • niskospadowe | – | $h = 2\text{--}20\text{ m}$, |
| • średnispadowe | – | $h = 20\text{--}150\text{ m}$, |
| • wysokospadowe | – | $h > 150\text{ m}$. |

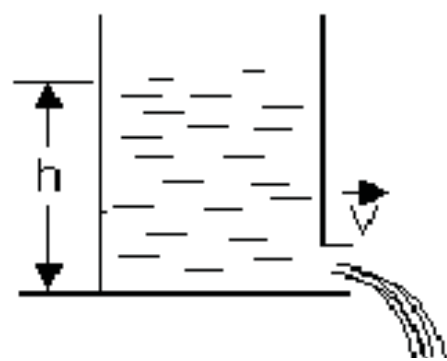
W praktyce w celu lepszego zagospodarowania potencjału energetycznego rzeki buduje się tzw. kaskadę elektrowni wodnych, czyli ciąg elektrowni umieszczonych kolejno obok siebie na jednej rzece. Posiadają one wspólny zbiornik wodny, który znajduje się przy elektrowni położonej najwyżej.

B. Ćwiczenia

I. Przykłady przemiany energii potencjalnej wody w energię kinetyczną

1. Model fontanny

Duży słoź służący do przechowywania wody destylowanej posiada w dolnej części otwór z rurką, przez którą może wypływać woda. Mając taki słoź możesz zbadać zależność prędkości wypływu wody przez rurkę od wysokości słupa wody w słoju. W tym celu musisz wlewać do słoja coraz więcej wody i obserwować zmianę prędkości jej wypływu.



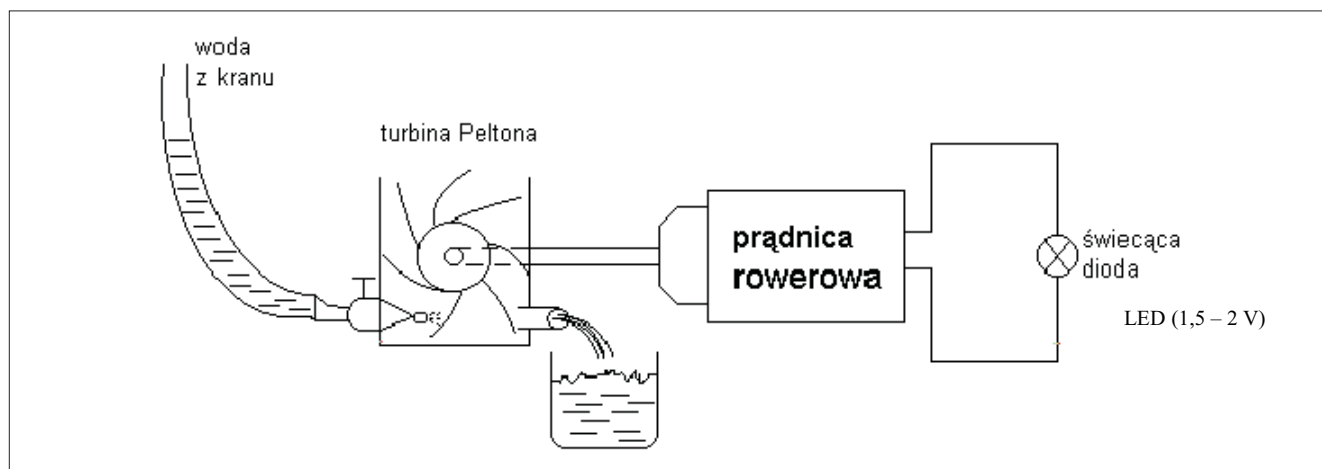
Rys. 8. Schemat badania zależności prędkości wypływu wody od wysokości słupa wody (autor)

Wniosek: Wraz ze wzrostem wysokości słupa wody w słoju

2. Model elektrowni wodnej

Taki model możesz zbudować samodzielnie, mając do dyspozycji szkolną turbinę Peltona, prądnicę rowerową (dynamo) oraz świecącą diodę. Schemat połączeń przedstawia rys. 9.

Regulując wielkość przepływu oraz wysokość spadu wody możesz obserwować zmianę mocy prądu elektrycznego płynącego przez odbiornik.



Rys. 9. Schemat badania działającego modelu elektrowni wodnej (autor)

Wnioski i uwagi:

Omów przemiany energii, które zachodzą podczas pracy wyżej przedstawionego modelu elektrowni wodnej.

II. Czy warto budować elektrownie wodne?

Na podstawie wiarygodnych informacji z różnych źródeł spróbuj ocenić wpływ elektrowni wodnych na środowisko naturalne. Rozważ zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki tego wpływu.

Do zaprezentowania swoich przemyśleń możesz wykorzystać na przykład przedstawiony niżej wzór plakatu.

Czy warto budować elektrownie wodne?

ZA	PRZECIW
Oszczędność paliw konwencjonalnych: węgla, ropy, gazu	Zakłócenia w krajobrazie oraz zagrożenie dla zabytków i dóbr przyrody
Ochrona środowiska: – –	Eutrofizacja, czyli – –
Rozwój gospodarki wodnej: – – –	Złe warunki akustyczne, czyli – – –
Korzystne zmiany mikroklimatu: –	Wahania przepływów i stanów wody w rzece
INNE	INNE

–

–

C. Propozycje zadań do oceny wyników

1. W czasie zwiedzania elektrowni wodnej w Wadągu (woj. warmińsko-mazurskie, Polska), w dniu 6 października 1999 roku uczniowie otrzymali od pracowników Zakładu Energetycznego w Olsztynie następujące dane:

- spad wody – (2,89–3,3 m), tj. wysokość górnego zbiornika wody względem dolnego poziomu jej wypływu (kontrolują go czujniki wody),
- średni przepływ wody – $5,9 \text{ m}^3/\text{s}$,
- minimalny przepływ wody – $3 \text{ m}^3/\text{s}$,
- ilość obrotów turbiny wodnej – 60/min.,
- moc elektrowni – (65–200 kW),
- maksymalna sprawność – do 70%.

Spróbuj obliczyć:

- a) Ile wynosi masa wody przepływającej w czasie 1s ze zbiornika górnego do dolnego?
- b) Jaka jest energia potencjalna tej wody?
- c) Jaką pracę może wykonać spadająca woda?
- d) Jaka jest moc tego wodospadu?
- e) Ile energii spadającej wody wykorzystuje ta elektrownia, jeżeli jej sprawność wynosi 40%? Jaka jest wtedy moc użyteczna elektrowni?
- f) Ile obrotów wykonuje turbina wodna w czasie 1s? Jaki jest jej okres obrotu?

W obliczeniach uwzględnij:

- średni przepływ wody – $5,9 \text{ m}^3/\text{s}$,
 - wysokość spad wody – $h = 3 \text{ m}$,
 - gęstość wody – $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$,
 - przyspieszenie grawitacyjne – $g = 10 \text{ m/s}^2$.
2. Na podstawie danych w zadaniu pierwszym oraz informacji z innych źródeł napisz od jakich czynników zależy moc elektrowni wodnej.
 3. Każda megawatogodzina (1 MWh) energii elektrycznej wyprodukowana w elektrowniach wodnych to oszczędność węgla o masie: (wartość opałowa węgla $-2,5 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$, sprawność turbin – 30%)
 - A) 1 tony,
 - B) 144kg,
 - C) 480kg.

D. Ciekawostki

1. Największą polską elektrownią wodną jest elektrownia szczytowo-pompowa w Żarnowcu. Jej moc wynosi 680 MW. Znajduje się ona na tych terenach, gdzie planowano uruchomienie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej.

W okresach małego zapotrzebowania na energię elektryczną woda z dolnego zbiornika, czyli z jeziora Żarnowieckiego, jest przepompowywana do zapasowego (szczytowego) zbiornika znajdującego się wysoko nad poziomem jeziora.

W okresie dodatkowego zapotrzebowania na energię elektryczną wykorzystuje się energię potencjalną wody zmagazynowaną w górnym zbiorniku. Spływająca rurami woda napędza najpierw turbinę wodną, która z kolei powoduje obrót generatora wytwarzającego prąd elektryczny.

2. W byłej RFN już w 1983 r. pracowało około 550 wodnych elektrowni przepływowych. Ich łączna moc wynosiła 2400 MW, co stanowiło około 3% mocy całkowitej wszystkich elektrowni. Oprócz tego 2800 MEW (małych elektrowni wodnych) oddawało do sieci energetyki zawodowej energię o mocy 200 MW.

3. Największe kaskady elektrowni wodnych w Europie znajdują się we Francji. Kaskada na Rodanie składa się z 15 elektrowni wodnych. Jej moc całkowita wynosi 2174 MW.

W skład kaskady na Renie wchodzi 10 elektrowni o łącznej mocy 1365 MW.

4. W Polsce od 30 lat planuje się budowę kaskady elektrowni wodnych na dolnym odcinku Wisły. Ma ona posiadać osiem stopni wodnych o łącznej mocy 1340,7 MW. Do tej pory zbudowana została tylko zapora wodna we Włocławku.

5. Produkując 1 GWh energii elektrycznej w elektrowniach wodnych oszczędzamy ok. 750 t węgla. Redukujemy też emisję dwutlenku siarki (SO_2) o około 15 ton, tlenków azotu (NO_x) o 7 ton oraz dwutlenku węgla (CO_2) o około 1240 ton. Tym samym zmniejszamy obciążenie naszego środowiska naturalnego groźnymi dla niego gazami, bowiem SO_2 i NO_x są przyczyną kwaśnych deszczy, a CO_2 jest gazem, który może pogłębiać naturalny efekt cieplarniany Ziemi.

III. ENERGETYKA WIATROWA

A. Przygotowanie teoretyczne

Energia wiatru jest pochodną energii Słońca. Zasoby tej energii są ogromne i niewyczerpalne. Skąd więc bierze się taka energia? Otóż powstaje ona w wyniku przemiany energii słonecznej w energię kinetyczną wiatru. Ocenia się, że przemianie tej ulega ok. 1–2% energii słonecznej docierającej do Ziemi, co odpowiada mocy rzędu 2700 TW.

Spróbuj dowiedzieć się jak powstaje ruch powietrza zwany wiatrem?

Energię wiatru zaczęto wykorzystywać bardzo wcześnie. Młyny wiatrowe, czyli wiatraki były znane już w VII w. w Persji. W XVII i XVIII w. budowano je powszechnie w Europie, głównie w Holandii. Instalowano je także na ziemiach polskich. W XVIII w. obserwowano w Polsce wielki rozwój budowy wiatraków. W szczytowym okresie tego rozwoju naliczono ok. 20 000 wiatraków. Najwięcej było ich w rejonie Pomorza Zachodniego, Mazur, Warmii, Mazowsza i Wielkopolski. Rozkwit młynarstwa wietrznego na niektórych terenach zawdzięczamy osadnikom holenderskim. Tak więc przed nastaniem „wieku pary i elektryczności” wiatraki stanowiły w Europie poważne źródło energii. Zaczęto je wtedy wykorzystywać także do wytwarzania energii elektrycznej, głównie w Danii.

Dzięki energii wiatru człowiek mógł też uprawiać żeglugę. Pierwsze żaglowe statki oceaniczne zostały zbudowane ok. 500 lat temu. Dzisiaj takie państwa jak Japonia, USA i Wielka Brytania ponownie są zainteresowane techniką żaglową, ale sterowaną już komputerowo. Przyczyną tego nawrotu są malejące zasoby ropy naftowej. Ocenia się, że powrót do żeglugi oceanicznej może przynieść duże korzyści ekologiczne, bowiem pozwoli on zaoszczędzić ok. 22 mln ton materiałów pędnych na świecie w ciągu roku.

Obecnie w obliczu trudności paliwowo-energetycznych racjonalne wykorzystanie energii wiatru oraz innych źródeł energii odnawialnej stało się ważnym problemem na skalę światową, a także w Polsce. Badania przeprowadzone przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMiGW) pozwoliły ustalić, że na powierzchni prawie 2/3 obszaru Polski występują korzystne warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej. Średnioroczna prędkość wiatru na tych obszarach wynosi min. 4 m/s. Są to warunki podobne do tych, jakie występują w Danii, Holandii, Niemczech czy Szwecji, gdzie znajduje się tysiące elektrowni wiatrowych. W Polsce jest ich ok. 100.

Współczesne wiatraki to przeważnie elektrownie i pompownie wiatrowe. Elektrownię wiatrową stanowi silnik wiatrowy połączony z generatorem energii elektrycznej. Elektrownie wiatrowe mogą produkować energię elektryczną dla lokalnych odbiorców prywatnych (oświetlenie i ogrzewanie). Mogą także pracować jako tzw. wydzielona sieć energetyczna w strefach odosobnionych, bardzo odległych od państwowej zawodowej sieci energetycznej. Są to takie miejsca jak: wyspy, wybrzeża, małe porty, zabudowania mieszkalne, schroniska, latarnie morskie, klasztory, stacje meteo czy stacje naukowe. Niektóre z nich mogą współpracować z zawodową siecią energetyczną, sprzedając część swojej energii do Zakładu Energetycznego, np. elektrownie w Lisewie, Swarzewie czy Tarczynie.

W budowie wiatrowych zespołów prądotwórczych przoduje Dania.

Moc elektrowni wiatrowych na świecie waha się w granicach od ok. 1 kW do kilku MW. Najbardziej rozpowszechnione są jednak elektrownie o mocy od 200 do 500 kW. W celu zwiększenia mocy oraz zmniejszenia kosztów instalacji jednej elektrowni buduje się tzw. farmy wiatrowe, tj. zespoły elektrowni wiatrowych zajmujących zwarty obszar o dużej lokalnej prędkości wiatru. Duże nadzieje i perspektywy dają nam też możliwości instalacji elektrowni wiatrowych na otwartym morzu. Można w ten sposób uzyskać większą moc, gdyż wraz z oddalaniem się od brzegu rośnie prędkość wiatru.

Poniższe tabele przedstawiają wybrane przykłady elektrowni i farm wiatrowych.

Tabela 1. Pojedyncze elektrownie wiatrowe

Miejsce instalacji	Moc [MW]	Średnica łopat wirnika [m]	Wysokość wieży wiatraka [m]	Inne dane
Esbjerg-Dania	2	60	57	Masa turbiny wiatrowej 67 t.
Malmö-Szwecja	3	78	80	–
Richborough- Wielka Brytania	1	55	45	Pracuje na sieć 11 kV, jest sterowana komputerem.
Swarzewo-Polska	0,095	21,1	–	Liczba obrotów wirnika 44/min, pracuje na sieć 0,4 kV (agregat duński).
EW 160-22-30 Polska	0,160	22	30	Sterowana komputerowo, producent „NOWOMAG” S.A. Liczba obrotów wirnika 46,6/min.

Tabela 2. Farmy wiatrowe

Miejsce instalacji	Ilość elektrowni o danej mocy	Moc całkowita [MW]	Inne dane
Velling-Maersk, Dania	34 x 90 kW 2 x 200 kW	3,46	Roczna produkcja energii elektrycznej – 7,1 GWh.
Vindeby-Dania	11 x 450 kW	4,95	Zbudowana na platformach na morzu o głębokości 2–5 m. Produkuje 12 GWh energii elektrycznej w ciągu roku.
Haga-Holandia (w budowie)	12 x 750 kW	9,0	Jest budowana na platformach na morzu o głębokości 10 m, 3 km od brzegu.
W górach Diablo Range – Kalifornia (USA)	5600 szt. o mocy od 40 do 400 kW	525,0	Obszar instalacji 6000 ha. Znajduje się tam 19 typów turbin wiatrowych.

Moc elektrowni wiatrowej zależy od średnicy łopatek turbiny i prędkości wiatru. Może być ona wyrażona wzorem:

$$M = a d^2 v^3$$

gdzie: M [kW] - moc elektrowni,

$11 \cdot 10^{-5} \leq a \leq 22 \cdot 10^{-5}$ – zależy od wielkości agregatu turbina wiatrowa – prądnica,

d [m] – średnica łopatek turbiny wiatrowej,

v [m/s] – prędkość wiatru.

Wnioski:

Moc elektrowni jest wprost proporcjonalna do kwadratu średnicy łopatek turbiny – $M \sim d^2$ i do sześciennu prędkości wiatru – $M \sim v^3$.

Spróbuj bliżej wyjaśnić przedstawioną wyżej zależność na podanych przez siebie przykładach.

Zazwyczaj elektrownie wiatrowe są eksploatowane w przedziale prędkości 4 m/s–30 m/s przez 1000–2000 godzin rocznie.

Sprawność turbiny wiatrowej zawiera się w granicach od 25 do 40%.

O czym informuje nas ta wielkość fizyczna?

Podkreśl te czynniki, które najbardziej wpływają na opłacalność instalacji elektrowni wiatrowej w danej okolicy:

- prędkość wiatru,
- stałość występowania wiatru,
- zmiany szybkości i kierunku wiatru,
- pory roku,
- średnica łopatek turbiny wiatrowej,
- mała gęstość zaludnienia,
- wysokość wieży elektrowni,
- brak zawodowej sieci energetycznej,
- ceny konwencjonalnych nośników energii,
- roczny czas wykorzystania mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowej,
- odległość od miejskiej sieci energetycznej,
- stan zadrzewienia.

B. Ćwiczenia

Badanie mocy samodzielnie zbudowanego modelu elektrowni wiatrowej

Przyrządy:

- modele elektrowni wiatrowych o różnej mocy:
 - generator prądu elektrycznego – silniczek elektryczny (12 V) lub prądnica rowerowa (dynamo),
 - wirnik – wiatraczki o różnej ilości i długości łopatek,
- odkurzacz lub dmuchawa jako „źródło wiatru”,
- mierniki natężenia i napięcia prądu elektrycznego,
- odbiorniki prądu elektrycznego – żarówka (4,5 V) lub świecąca dioda LED (1,5 – 2 V).

Szkolny model elektrowni wiatrowej można zbudować samodzielnie (rys. 11 i 12). Do montażu modelu potrzebne są następujące elementy: prądnica rowerowa (lub silniczek elektryczny), wiatraczek, żarówka (lub dioda LED) oraz wieża i podstawa wykonane z drewna lub z tworzywa sztucznego.

Po zestawieniu obwodu jak na rys. 10 badamy zależność mocy prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę od kierunku i prędkości „wiatru” oraz od średnicy łopatek wirnika. Aby obliczyć moc prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę (M_z) przy danej prędkości „wiatru”, odczytujemy napięcie między zaciskami żarówki (U_z) oraz natężenie prądu płynącego przez nią (I_z). M_z obliczamy ze wzoru:

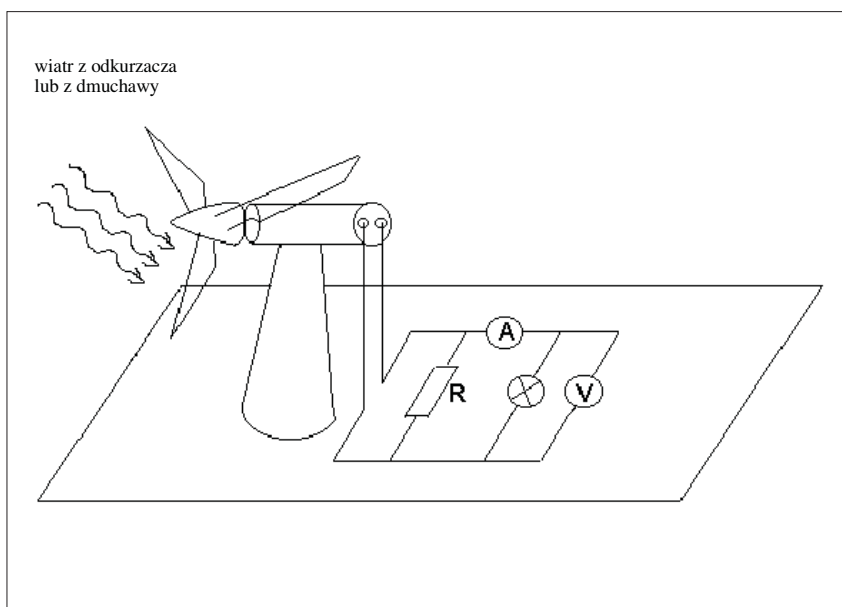
$$M_z = U_z \cdot I_z$$

Następnie odłączamy obwód zewnętrzny prądnicy modelu elektrowni wiatrowej (żarówkę oraz opornik) i wyznaczamy moc wyjściową prądnicy (M_p) przy danej prędkości „wiatru”.

W tym celu mierzymy natężenie prądu elektrycznego płynącego przez uzwojenie prądnicy (I_p) oraz napięcie między jej zaciskami (U_p).

$$M_p = U_p \cdot I_p$$

Zwiększając prędkość „wiatru” oraz średnicę łopatek wirnika obserwujemy zmiany mocy wyjściowej prądnicy i wyciągamy wnioski. Wyniki pomiarów i obliczeń wpisujemy do zaprojektowanej przez siebie tabeli.

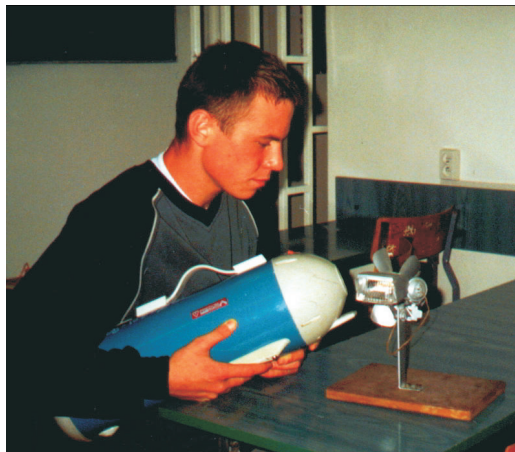


Rys. 10. Schemat badania mocy modelu elektrowni wiatrowej (autor)

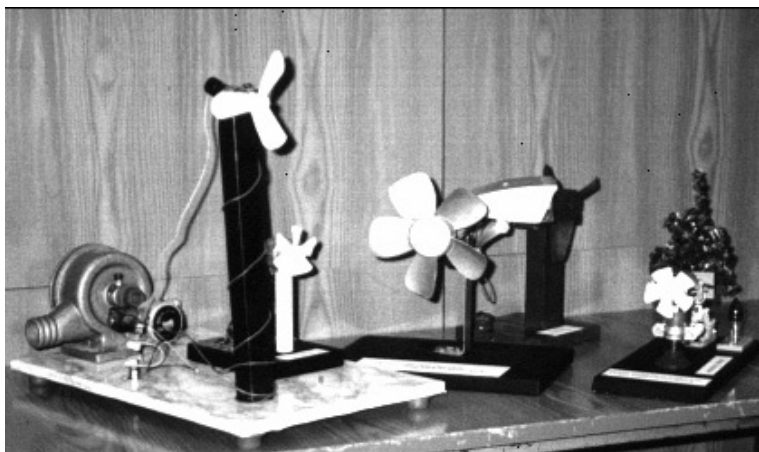
Wnioski:

1. Gdy prędkość „wiatru” jest zbyt mała to
2. Zwiększając prędkość „wiatru” przy tej samej średnicy łopatek wirnika obserwujemy
3. Zwiększając średnicę łopatek wirnika zauważamy, że

Zdjęcia przedstawione poniżej pokazują przykłady szkolnych modeli elektrowni wiatrowych.



Rys. 11. Badanie mocy modelu elektrowni wiatrowej (fot. autor)



Rys. 12. Różne modele elektrowni wiatrowych (fot. autor)

C. Propozycje zadań do oceny wyników

1. Pompownia wiatrowa zainstalowana w okolicach Iławy może być wykorzystywana do nawadniania, pompowania wody do zbiorników oraz natleniania wód w jeziorach i stawach. Z danych technicznych dowiadujemy się, że:
 - rozruchowa prędkość wiatru dla tej pompowni wynosi – 2,5 m/s,
 - maksymalna prędkość wiatru – 12 m/s,
 - krytyczna prędkość wiatru – 50 m/s.
 Czym różnią się od siebie te prędkości?
2. a) Wiatrowa elektrownia rolnicza polskiej produkcji ma przy prędkości wiatru 4 m/s moc 0,5 kW. Jaką moc będzie ona posiadać przy prędkości wiatru 8 m/s ?
 b) Wydajność tej elektrowni zawiera się w granicach 8000–12 000 kWh/rok. O czym informuje nas ta wielkość fizyczna?
3. Prędkość i energia wiatru zależą od wysokości nad poziomem gruntu (zał. 10). Wiedząc o tym zastanów się, czy wysokość elektrowni wiatrowej może mieć wpływ na jej moc? Odpowiedź uzasadnij.
4. Elektrownia wiatrowa EW 160–22–30 posiada przy danej prędkości wiatru moc 160 kW. Średnica jej wirnika wynosi 22 m. Wyobraź sobie, że możesz skrócić długość łopat wirnika tej elektrowni do 5,5 m. Czy zmiana ta może mieć wpływ na moc elektrowni? Odpowiedź uzasadnij.
5. Elektrownia wiatrowa w Polsce o mocy 100 kW produkuje rocznie ok. 250 MWh energii elektrycznej. Taka ilość energii może pokryć potrzeby energetyczne 20 domków jednorodzinnych w ciągu roku. Odpowiedz, ile energii rocznie potrzebuje jeden dom? Dowiedz się, ile energii elektrycznej zużywa w ciągu roku twoja rodzina? Porównaj tę energię z potrzebami jednego domu.
6. „Zielony wiatrak” z Tarczyna (Polska) jest elektrownią wiatrową, która została zainstalowana na terenie firmy produkującej znane dropsy „Mentos”. Ma on moc 250 kW i w 40% pokrywa zapotrzebowanie firmy na energię elektryczną.
 - a) Ile kWh energii produkuje rocznie ten wiatrak, jeśli jest eksploatowany przez 1000 godzin w ciągu roku?
 - b) Ile energii elektrycznej w ciągu roku potrzebuje ta firma do swojej produkcji?

7. Elektrownia wiatrowa w Swarzewie koło Pucka wyprodukowała w ciągu 2,5 roku 340 MWh energii. Przy prędkości wiatru 13 m/s posiada ona moc 95 kW. Przyjmując podaną prędkość wiatru jako wielkość całoroczną spróbuj obliczyć, ile godzin w ciągu roku wykorzystywano zainstalowaną moc elektrowni?
- 8*. Łączna moc zainstalowanych w świecie elektrowni wiatrowych w roku 1995 wynosiła ponad 5000 MW. Wyprodukowały one razem około 10 TWh energii elektrycznej. Ile węgla należałoby spalić, aby otrzymać tyle samo energii?
Ciepło spalania węgla $c_s = 2,5 \cdot 10^7$ J/kg.
Sprawność turbin 30%.
Odp. 4,8 mln ton.
9. Wiatrowy agregat pompowy WAP – 3,3 (producent „NOWOMAG” S.A., Polska) służący do rekultywacji i napowietrzania zbiorników wodnych (jezior, stawów i oczyszczalni ścieków) posiada następujące dane techniczne:
- średnica wirnika – 3,3 m,
 - liczba obrotów wirnika – $n_w = 50 - 100/\text{min}$ dla prędkości wiatru – $v = 3-40$ m/s,
 - maksymalna moc – $M = 0,45$ kW,
 - maksymalna sprawność – $\eta = 79\%$.
- a) O czym informuje nas sprawność agregatu?
b) Przy jakiej prędkości wiatru i liczbie obrotów wirnika moc i sprawność agregatu przyjmują wartość maksymalną?
10. Elektrownia wiatrowa EW 160–22–30 (producent „NOWOMAG” S.A., Polska) posiada następujące dane techniczne:

WIRNIK:

- średnica – 22 m,
- powierzchnia – 380 m²,
- prędkość obrotowa – 46,6 /min.

ROBOCZA PRĘDKOŚĆ WIATRU:

- rozruchowa – 4 m/s,
- maksymalna – 25 m/s,
- krytyczna – 60 m/s.

GENERATOR:

- moc – 160 kW,
- prędkość obrotowa – 1500/min,
- napięcie – 3 x 220 V/380 V, 50 Hz,
- sprawność – 95%.

ROCZNY UZYSK ENERGII:

- 400 MWh / rok – przy prędkości wiatru 6 m/s,
- 650 MWh / rok – przy prędkości wiatru 8 m/s.

Dokonaj analizy danych technicznych tej elektrowni.

Odpowiedz zwięźle, o czym informują nas podane wielkości fizyczne?

11. Wymień wady i zalety elektrowni wiatrowych.

D. Ciekawostki

1. „Zielony wiatrak” z podwarszawskiego Tarczyna o mocy 250 kW produkuje rocznie 250 MWh energii elektrycznej. Oszacowano, że podczas produkcji tej samej ilości energii w elektrowniach węglowych do atmosfery wydzieliliby się rocznie 420 ton dwutlenku węgla, 2,7 tony dwutlenku siarki i tyle samo tlenków azotu. Oprócz tego w środowisku pozostałoby 24 tony popiołu, pyłu i żużlu. Tak więc elektrownie wiatrowe przynoszą nam korzyści ekologiczne. Spróbuj to uzasadnić.
2. Zainstalowanie elektrowni wiatrowych wytwarzających energię elektryczną na potrzeby oczyszczalni ścieków może w dużym stopniu poprawić czystość wody w polskich rzekach – Wiśle i Odrze.
3. Na podstawie mapy rejonizacji Polski pod względem zasobów energii wiatru (zał. 11, rys. 11.1) można oszacować, że ok. 60% obszaru naszego kraju, czyli 188 000 km² powierzchni Polski posiada korzystne warunki do wykorzystania energii wiatru dla celów energetycznych. Na terenach tego obszaru występują wiatry o prędkości $v \geq 4$ m/s, czyli takie, przy których instalacja elektrowni wiatrowych staje się opłacalna.

4. W okresach małego zapotrzebowania na energię elektryczną pracujące elektrownie wiatrowe mogą zastąpić elektrownie wodne. W tym czasie elektrownie wodne gromadzą wodę w zbiornikach wodnych i wykorzystują ją w okresach większego zapotrzebowania na energię. Jest to jeden ze sposobów magazynowania energii wody. Innym sposobem jest wykorzystanie elektrowni pompowych, które pompują wodę do górnego zbiornika w okresach nadmiaru energii wiatru.
5. W duńskim porcie Ebeltoft znajduje się 17 siłowni wiatrowych, które zaopatrują w prąd elektryczny całe miasto. To miasto liczy już całkowicie na energię wiatru.
6. Pierwszą na świecie morską farmę wiatrową złożoną z 11 elektrowni wiatrowych o mocy 450 kW każda uruchomiła w 1991 r. duńska firma BONUS. Farma ta znajduje się blisko Kopenhagi w Vindeby i produkuje rocznie 12 GWh energii elektrycznej.
7. Od 1986 r. w Holandii jest realizowany program budowy farm wiatrowych o łącznej mocy 3000 MW. Elektrownie o mocy 500 kW mają być umieszczane na lądzie, o mocy 500–2000 kW na jeziorach, a zespoły o mocy 2 MW i 5 MW na morzu, na platformach. Razem ma być 6400 elektrowni wiatrowych.
W roku 1996 w Kanadzie ogłoszono program budowy (do 2010 r.) farm elektrowni wiatrowych o mocy 250 MW. Obecnie największą farmą wiatrową w Kanadzie jest farma w prowincji Alberta o mocy 19,8 MW. Posiada ona 52 elektrownie wiatrowe.
8. Największy „park wiatraków” znajduje się w Kalifornii. W 1986 r. w górach Diablo Range było już 5600 siłowni wiatrowych na obszarze około 6000 ha. W 1994 r. w Kalifornii pracowało razem 30 000 elektrowni wiatrowych.
9. Największe elektrownie wiatrowe w Polsce znajdują się w Swarzewie k. Pucka. Są to dwie siłownie o mocy 600 kW każda.
10. Największą moc zainstalowaną w elektrowniach wiatrowych w świecie do roku 1995 posiadały:
 1. Europa – 2320 MW,
 2. Ameryka – 1907 MW,
 3. Azja – 697 MW.

Potęgami światowymi w roku 1996 były następujące państwa:

1. USA – 1870 MW,
2. Niemcy – 932 MW,
3. Dania – 614 MW,
4. Indie – 601 MW.

Oszacowano, że w 2000 roku łączna moc zainstalowanych na świecie elektrowni wiatrowych powinna wynosić ok. 15 000 MW, co stanowi ok. 3-krotny wzrost w stosunku do roku 1995.

Największą moc powinny posiadać:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • w świecie 1. Europa – 6340 MW, 2. Azja – 3817 MW, 3. Ameryka – 3200 MW, 4. Afryka – 226 MW. | <ul style="list-style-type: none"> • w Europie 1. Niemcy – 2000 MW, 2. Dania – 1000 MW, 3. Anglia – 800 MW, 4. Hiszpania – 800 MW, 5. Holandia – 500 MW, 6. Szwecja – 240 MW. |
|---|--|

Pozostałe państwa w Europie powinny posiadać łącznie ok. 1000 MW, w tym Polska ok. 20 MW. Według prognoz na rok 2005 Polska może posiadać ok. 600 MW mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych, a w roku 2050 ok. 6000 MW.

Dla porównania, w roku 2010 Indie zamierzają osiągnąć z energii wiatru 2000 MW mocy w swoich elektrowniach wiatrowych.

11. Elektrownie wiatrowe o zmiennej prędkości obrotowej mają przed sobą lepszą przyszłość niż te ze stałą prędkością. Są lżejsze, mniej hałasują i posiadają większą wydajność.

12. Dawniej wiatraki służyły człowiekowi do mielenia ziarna, pompowania wody, cięcia drewna i produkcji papieru. Obecnie jako elektrownie wiatrowe są wykorzystywane w Polsce głównie w rolnictwie. Służą do oświetlenia domów, szklarni oraz różnych pomieszczeń gospodarczych. Stosowane są też do ogrzewania pomieszczeń mieszkalnych i inwentarskich, stawów rybnych i hodowlanych oraz do suszenia płodów rolnych. Jako pompownie wiatrowe służą do nawadniania i pompowania wody do zbiorników oraz do natleniania jezior i innych zbiorników wodnych.

Zadania dodatkowe

1. Poniższa tabela przedstawia największe elektrownie w Polsce

Lp.	Elektrownia	Paliwo	Moc [MW]
1.	Bełchatów	węgiel brunatny	4320,0
2.	Kozienice	węgiel kamienny	2600,0
3.	Włocławek na Wiśle (przepływowa)	woda	160,0
4.	Żarnowiec (szczytowo-pompowa)	woda	680,0
5.	Swarzewo k. Pucka	wiatr	0,6

W godzinach szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną, np. zimą (1700) Zakłady Energetyczne w Polsce muszą dostarczać do odbiorców prąd elektryczny o mocy 22 GW.

Ile elektrowni tego samego rodzaju musiałoby pracować jednocześnie, aby zapewnić łącznie taką moc?

Wypełnij puste miejsca w tabeli poniżej wstawiając odpowiednie liczby.

w Bełchatowie	 x 4320 MW = 22 GW
w Żarnowcu	 x 680 MW = 22 GW
w Swarzewie	 x 0,6 MW = 22 GW

Dane w obu tabelach przedstaw na diagramach słupkowych.

2. Zdobądź odpowiednie informacje i materiały na temat wykorzystywania paliw niekonwencjonalnych w Twojej najbliższej okolicy lub innej, znanej Ci miejscowości. Uporządkuj je i przedstaw innym uczniom (zał. 12).

Podsumowanie

Rosnące z każdym rokiem światowe potrzeby energetyczne w ciągu ostatnich 140 lat były zaspokajane głównie poprzez spalanie paliw kopalnych (węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego). W związku z tym środowisko naturalne zostało obciążone różnymi zanieczyszczeniami, a zasoby tych paliw zaczęły się niepokojąco wyczerpywać. Poza tym energetyce tradycyjnej zaczęto przypisywać zjawisko globalnego ocieplenia klimatu Ziemi. Podejrzewa się, że zostało ono spowodowane nadmierną emisją do atmosfery ziemskiej tych gazów cieplarnianych, które są wytwarzane przez człowieka. Jednym z nich jest dwutlenek węgla (CO_2), który powstaje m. in. jako produkt uboczny w procesie spalania paliw kopalnych. Hipoteza globalnego ocieplania klimatu zakłada, że dalsze pogłębianie się naturalnego efektu cieplarnianego Ziemi może być w przyszłości katastrofalne w skutkach. Należy jednak podkreślić, że hipoteza ta nie jest bezkrytycznie akceptowana w środowisku naukowym. Alternatywą dla energetyki tradycyjnej stała się energetyka jądrowa, która eliminuje spalanie paliw kopalnych. Jednak ze względu na wrogie nastawienie opinii publicznej do rozwoju tej energetyki nie może być ona w ogóle brana pod uwagę w bilansie energetycznym wielu krajów.

Wymienione wyżej problemy związane z wytwarzaniem energii zmusiły społeczność międzynarodową do podjęcia konkretnych działań. W czerwcu 1992 roku w ramach działalności ONZ odbyła się w Rio de Janeiro Światowa Konferencja Energetyczna, zwana Szczytem Ziemi. Przygotowano na niej „Ramową Konwencję Zmian Klimatu” oraz „Światową Konwencję Energetyczną”, które zostały podpisane przez 170 państw, w tym także przez Polskę. Dotyczyły one redukcji emisji gazów cieplarnianych (głównie CO_2) oraz rozwoju energetyki odnawialnej.

Na Europejskiej Konferencji Energetycznej w roku 1994 w Madrycie przyjęto tzw. deklarację madrycką, zalecającą rządów państw zwiększenie do 2010 roku w ich ogólnym bilansie energetycznym udziału energii z odnawialnych źródeł do 15%. Uczestnicy konferencji podpisali „Europejską Konwencję Energetyczną”.

W ramach obrad Światowej Konferencji Energetyki Odnawialnej zorganizowanej w roku 1995 pod protektorem UNESCO w Harare opracowano tezy do Światowego Programu „Słoneczna Dekada Świata 1996–2005” dotyczącego promowania i rozwoju odnawialnych źródeł energii. Głównym organizatorem tej konferencji było Międzynarodowe Stowarzyszenie Energetyki Słonecznej (ISES), z którym od wielu lat współpracuje nasze Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej. Członkowie tego Towarzystwa działają na forum międzynarodowym na rzecz propagowania i rozpowszechniania idei wykorzystania paliw niekonwencjonalnych.

10 grudnia 1997 roku, po dziesięciu dniach obrad w Kioto w Japonii zakończyła się Międzynarodowa Konferencja Klimatyczna, na której przedstawiciele najbardziej uprzemysłowionych państw świata przyjęli konkretne zobowiązania zmierzające do szybkiej redukcji emisji gazów cieplarnianych (głównie CO₂). Zobowiązania te powinny być zrealizowane do 2010 roku. Unia Europejska na przykład postanowiła ograniczyć emisję tych gazów o 8%, zaś Polska o 6% w stosunku do 1990 roku. Podczas konferencji podkreślono również znaczenie alternatywnych źródeł energii w światowym bilansie energetycznym.

Odnawialne źródła energii nie rozwiążą całkowicie problemów zanieczyszczenia środowiska naturalnego oraz związanych z nimi problemów zdrowotnych. Nie rozwiążą też szybko pozostałych problemów energetycznych świata. Wiadomo bowiem, że obecnie paliwa niekonwencjonalne dają mniej energii niż paliwa kopalne, a koszty uzyskania energii z tych paliw są ciągle jeszcze wysokie. Dlatego tak bardzo ważna jest szeroko stosowana oszczędność energii i paliw. Pomimo tych trudności rozwój energetyki niekonwencjonalnej stał się koniecznością. Całkowity potencjał energii odnawialnej jest olbrzymi. Obiecujące są też nowe metody i technologie, które powinny zwiększyć sprawność: ogniw i kolektorów słonecznych, elektrowni wodnych i wiatrowych. Mogą one w przyszłości obniżyć także koszty produkcji energii ze źródeł odnawialnych oraz umożliwić efektywne wykorzystanie tej energii.

Najnowsze prognozy opracowane przez Komisję Energetyki Wspólnoty Europejskiej (KEWE) oraz European Wind Energy Association (EWEA) podają, iż do roku 2030 wszystkie źródła energii odnawialnej mogą zaspokoić łącznie 30% potrzeb energetycznych krajów Wspólnoty Europejskiej, z czego 10% potrzeb ma zaspokoić energetyka wiatrowa, a 20% pozostałe paliwa niekonwencjonalne.

Jedną z prognoz KEWE dotyczy rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce. Według niej w roku 2005 możemy mieć łącznie ok. 600 MW mocy w zainstalowanych elektrowniach wiatrowych, a w roku 2050 aż 6000 MW tej mocy. Dla porównania w roku 1998 posiadaliśmy tylko 4,2 MW mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych.

Obecnie prawie cała energia odnawialna w Polsce produkowana jest w elektrowniach wodnych. Ze wszystkich wykorzystywanych w naszym kraju paliw niekonwencjonalnych wytwarza się zaledwie 3% energii elektrycznej. Aż 95% tej energii uzyskuje się z węgla kamiennego i brunatnego. Jeśli w przyszłości zamierzamy produkować dostateczną ilość energii elektrycznej, to musimy racjonalnie gospodarować zasobami paliw konwencjonalnych oraz w większym stopniu niż dotychczas wykorzystywać odnawialne źródła energii. Są one bowiem najlepszą alternatywą dla paliw kopalnych.

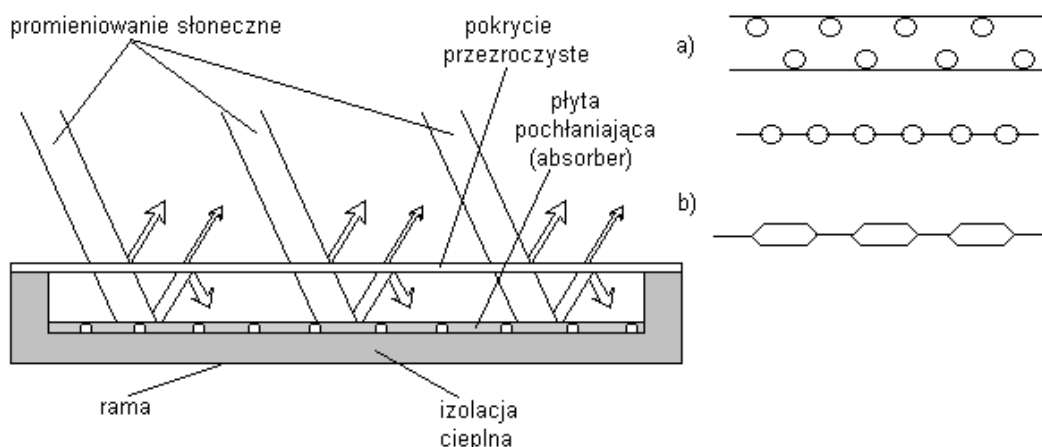
LITERATURA

- [1] J. Kucowski, D. Laudyn i M. Przekwas, *Energetyka a ochrona środowiska*, WNT, Warszawa, 1997.
- [2] J. Piętka, J. Turło, *Nauczanie o energii w powiązaniu ze środowiskiem*, cz. I, „Biuletyn przedmiotowy nauczycieli fizyki”, ZDN, Toruń 1995.
- [3] J. Piętka, J. Turło, *Woda jako źródło energii, konieczność jej racjonalnego wykorzystania*, (w:) *Prawie wszystko o wodzie*, Top Kurier, Toruń 1997.
- [4] G. Wiśniewski, *Kolektory słoneczne, Poradnik wykorzystania energii słonecznej*, COIB, Warszawa 1992.
- [5] M. Häfner, *Ochrona środowiska, Księga eko-testów do pracy w szkole i w domu*, PKE, Kraków 1993.
- [6] K. Chyla, *Fizyka dla ZSZ*, WSz i P, Warszawa 1991.
- [7] H. Lorenc, *Potencjalne zasoby energii wiatru w Polsce, Problemy wykorzystania energii geotermalnej i wiatrowej w Polsce*, Seminarium Naukowe, KPE PAN, KER AR, Kraków 1997.

- [8] J. Zimny, *Stan obecny i prognozy rozwoju energetyki wiatrowej w świecie, w Europie i Polsce do roku 2000*, Seminarium Naukowe, KPE PAN, KER AR, Kraków 1997.
- [9] *Encyklopedia multimedialna*, PWN, 1998.
- [10] *Informator*, Fundacja Nasza Ziemia, 1999.
- [11] M. Wołoszyn, *Kolektory słoneczne, Słońce dla domów*, „Murator” 7/98.
- [12] J. Zimny, *Energetyka wiatrowa w Polsce*, kwartalnik „Energia – Pieniądze – Środowisko” 3/6, FPE, Warszawa 1994.
- [13] M. Hoffmann, *Więcej MEW*, kwartalnik „Energia – Pieniądze – Środowisko” 1/4, FPE, Warszawa 1994.
- [14] *Energia słoneczna w Polsce*, „kwartalnik Energia – Pieniądze – Środowisko” 2/5, FPE, Warszawa 1994.
- [15] *Naturalne źródła energii*, „Życie Świata” 64/98.
- [16] M. Norbert Fisch, *Instalacje słoneczne*, „Polski Instalator” 2/95.
- [17] M. Grzybowska, *Energia słoneczna*, „Murator” 1/95 Raport.
- [18] Materiały reklamowe, *Instalacje wiatrowe*, IBMiER, Warszawa 1988, 1990, 1991.
- [19] Materiały reklamowe, *Elektrownia wiatrowa EW 160 – 22–30, Wiatrakowy agregat pompowy, WAP – 3,3, „NOWOMAG” S.A. Polska* 1997.
- [20] Informacje od pracowników Elektrowni Wodnej w Wadąg, Zakładu Energetycznego, Zespołu Szkół Energetycznych, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego Kortowo w Olsztynie, 1999.

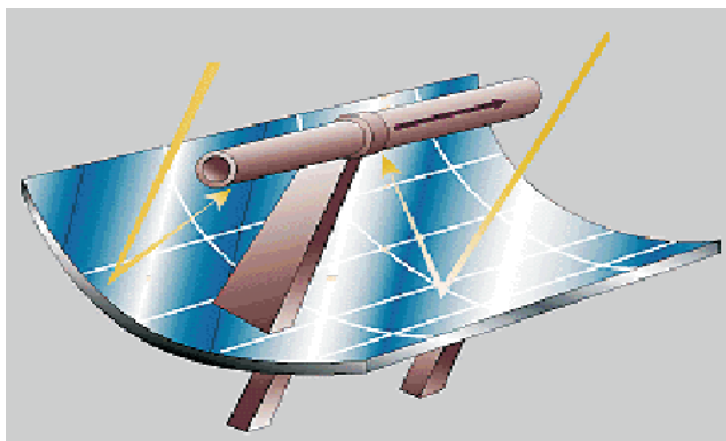
ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1



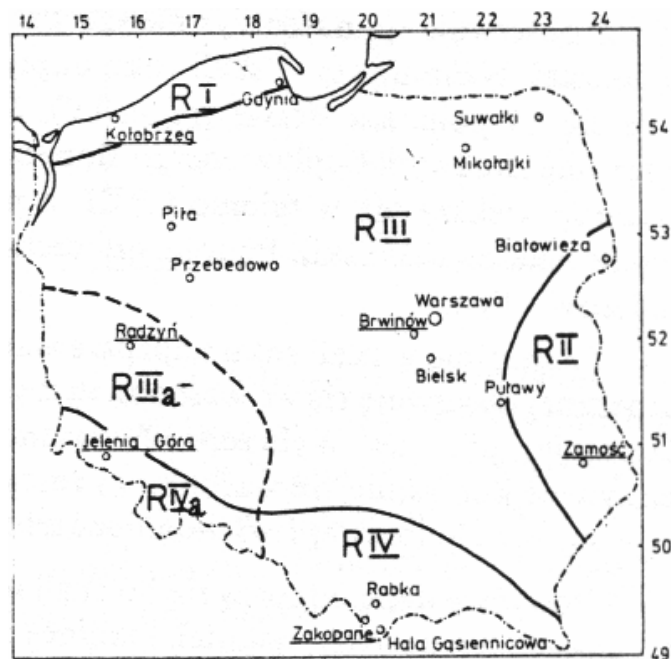
Rys. 1.1. Budowa płaskiego kolektora cieczowego („Murator” 7/98)

Najczęściej absorber to: a) płaska płyta z przymocowanymi do niej rurkami, w których krąży ciecz, b) dwa arkusze blachy odpowiednio wyłoczone i zgrzane tak, by powstały kanały do krążenia cieczy



Rys. 1.2. Budowa kolektora słonecznego koncentrującego (*Encyklopedia Multimedialna* 1998)

Załącznik 2

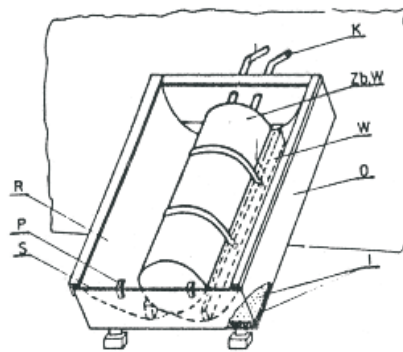


Rys. 2.1. Rejonizacja obszaru Polski pod względem możliwości wykorzystania energii słonecznej oraz rozmieszczenia stacji aktynometrycznych; linią przerywaną zaznaczono granice rejonów podstawowych, ciągłą granice podrejonów. (*Kolektory słoneczne*, G. Wiśniewski)

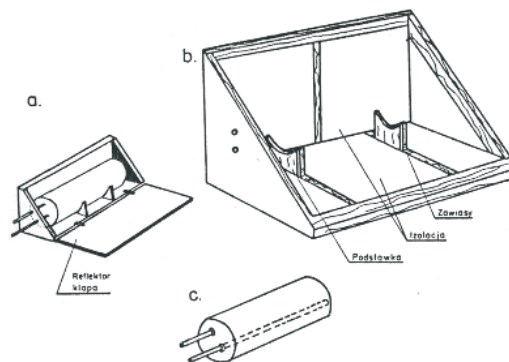
Tabela 2.1. Potencjalna energia użyteczna H w kWh/m²/rok dla wartości progowych $H_{\min}$ w wyróżnionych rejonach Polski wg rys. 2.1. (*Kolektory słoneczne*, G. Wiśniewski)

$H_{\min}$ W/m ²	Rejon	Rok I – XII	Półrocze letnie IV – IX	Sezon letni VI – VIII	Półrocze zimowe X – III
0	I	1076	881	497	195
	II	1081	821	461	260
	III	985	785	449	200
	IIIa	985	785	438	204
	IV	962	682	373	280
	IVa	950	712	393	238
100	I	1012	854	484	156
	II	1020	791	447	228
	III	915	752	433	163
	IIIa	918	752	422	166
	IV	895	646	454	249
	IVa	880	676	374	204
200	I	903	794	454	109
	II	882	728	414	144
	III	797	686	401	110
	IIIa	796	686	391	111
	IV	746	575	318	141
	IVa	741	606	338	135

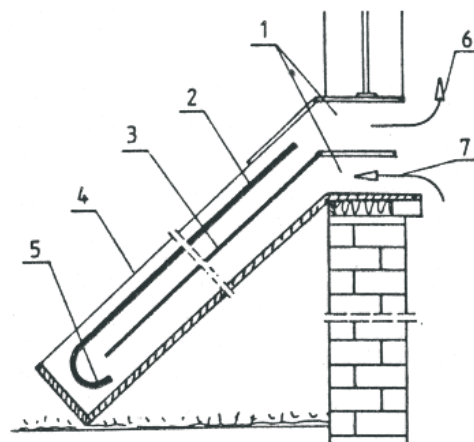
Załącznik 3



Rys. 3.1. Budowa pojemnościowego podgrzewacza wody:
 ZbW – zbiornik wody, R – reflektor (z zwierciadło paraboliczne),
 S – szyba, W – wspornik zbiornika,
 O – obudowa, I – izolacja ścian i dna skrzyni, P – podtrzymki mocujące szybę,
 K – króćce ciepłej i zimnej wody
 (Kolektory słoneczne, G. Wiśniewski)



Rys. 3.2. Poziomy zasobnik energii słonecznej: a) widok ogólny, reflektor (z zwierciadło płaskie), b) budowa skrzyni, c) zbiornik ciepłej wody (Kolektory słoneczne, G. Wiśniewski)

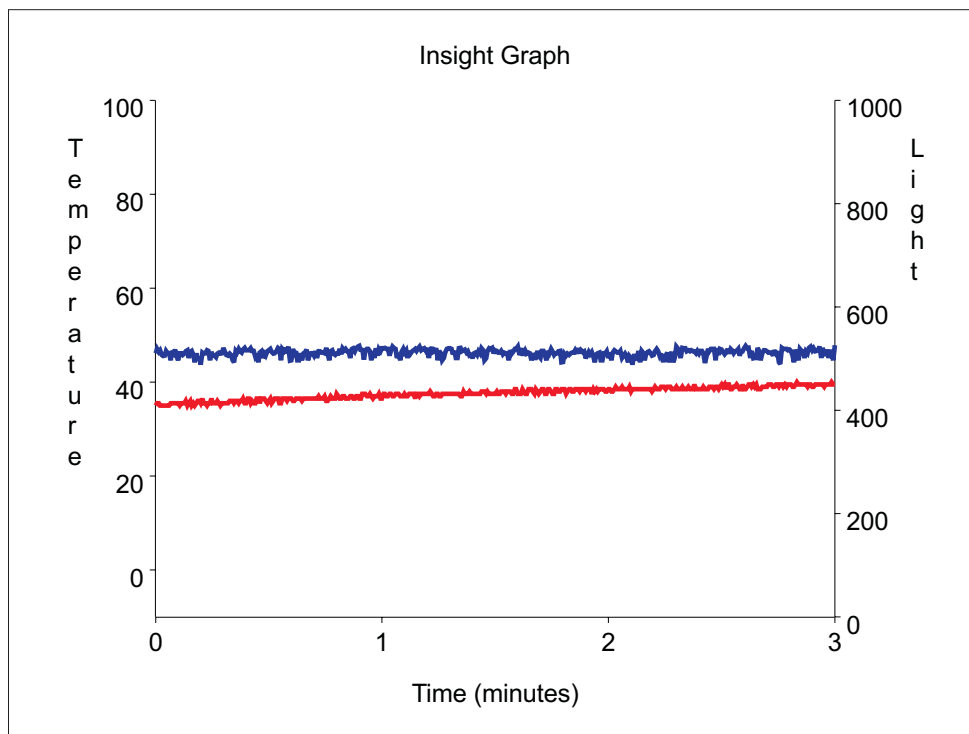


Rys. 3.3. Połączenie kanałów powietrznych kolektora z ogrzewanym pomieszczeniem:
 1 – kanały powietrzne, 2 – absorber, 3 – wkładka rozdzielająca strumienie powietrza, 4 – szkło, 5 – kierownica powietrza, 6 – ciepłe powietrze,
 7 – powietrze z pomieszczenia (Kolektory słoneczne, G. Wiśniewski)

Zał. 4

Wykres górny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni kolektora E [Lx] od czasu t [min]

Wykres dolny – zależność temperatury powietrza $temp.$ [°C] znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego od czasu padania promieniowania świetlnego t [min] dla $E_1 = \text{ok. } 500 \text{ Lx}$



Rys. 4.1. Badanie modelu powietrznego kolektora słonecznego za pomocą programu komputerowego Insight (autor)

Wykres górny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni kolektora E [Lx] od czasu t [min]

Wykres dolny – zależność temperatury powietrza $temp.$ [°C] znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego od czasu padania promieniowania świetlnego t [min] dla $E_2 = \text{ok. } 1000 \text{ Lx}$

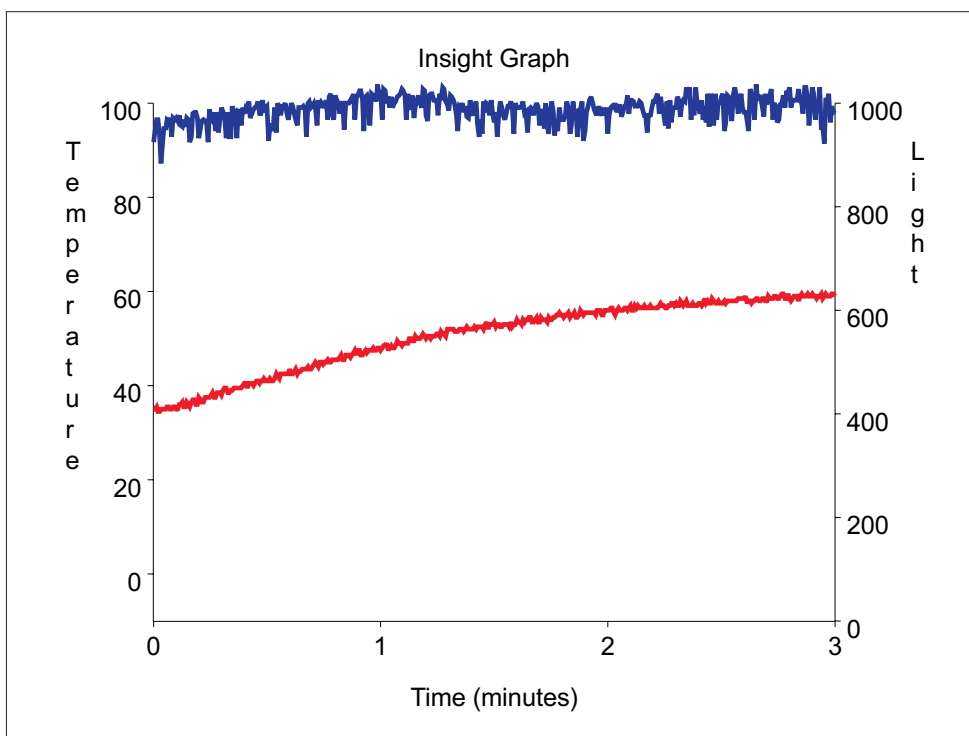
W celu otrzymania wyżej przedstawionych wykresów (rys. 4.1 i rys. 4.2) do wejść analogowych interfejsu podłączono jednocześnie dwa czujniki:

do pierwszego wejścia – czujnik natężenia oświetlenia o zakresie od 0 – 1000 Lx

(Light – E [Lx]),

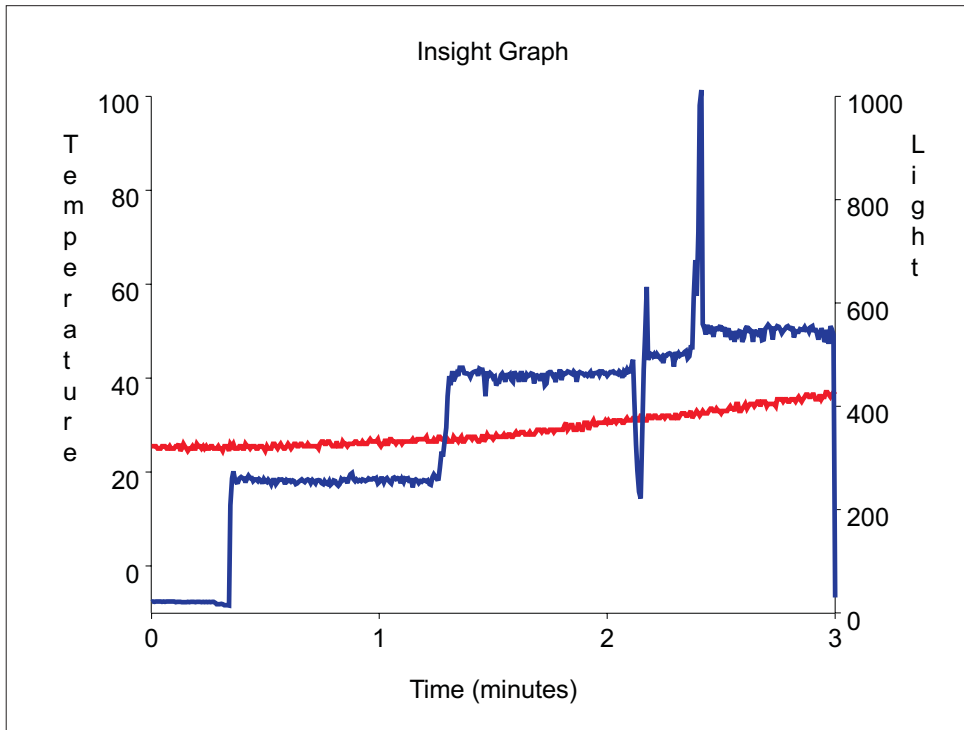
do drugiego wejścia – czujnik temperatury o zakresie od 0 – 100 °C

(Temperature – $temp.$ [°C]).

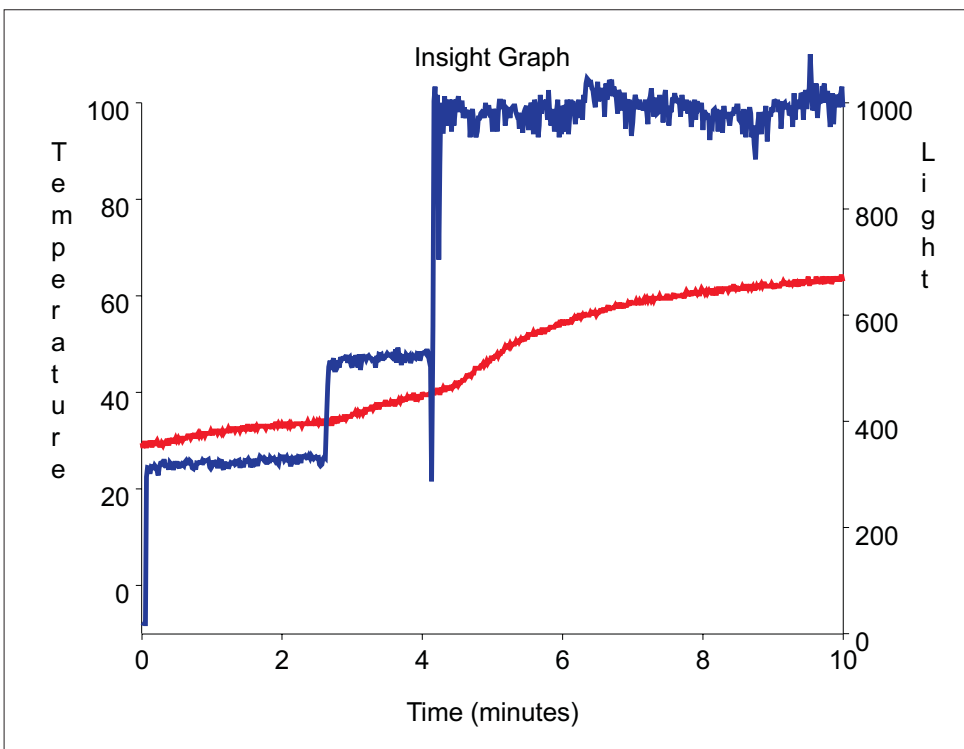


Rys. 4.2. Badanie modelu powietrznego kolektora słonecznego za pomocą programu komputerowego Insight (autor)

Załącznik 5



Rys. 5.1. Badanie modelu powietrznego kolektora słonecznego za pomocą programu komputerowego Insight (autor)



Rys. 5.2. Badanie modelu powietrznego kolektora słonecznego za pomocą programu komputerowego Insight (autor)

Wykres górny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni kolektora E [Lx] od czasu t [min]

Wykres dolny – zależność temperatury powietrza $temp.$ [°C] znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego od czasu padania promieniowania świetlnego t [min]

Temperaturę powietrza rejestrowano w przybliżeniu w takich samych oraz w różnych przedziałach czasu dla rosnących wartości natężenia oświetlenia.

Wykres górny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni kolektora E [Lx] od czasu t [min]

Wykres dolny – zależność temperatury powietrza $temp.$ [°C] znajdującego się pod płytą absorbera kolektora słonecznego od czasu padania promieniowania świetlnego t [min]

Temperaturę powietrza rejestrowano w różnych przedziałach czasu dla rosnących wartości natężenia oświetlenia.

W celu otrzymania wyżej przedstawionych wykresów (rys. 5.1 i rys. 5.2) do wejść analogowych interfejsu podłączono jednocześnie dwa czujniki:

do pierwszego wejścia – czujnik natężenia oświetlenia o zakresie od 0 – 1000 Lx

(Light – E [Lx]),

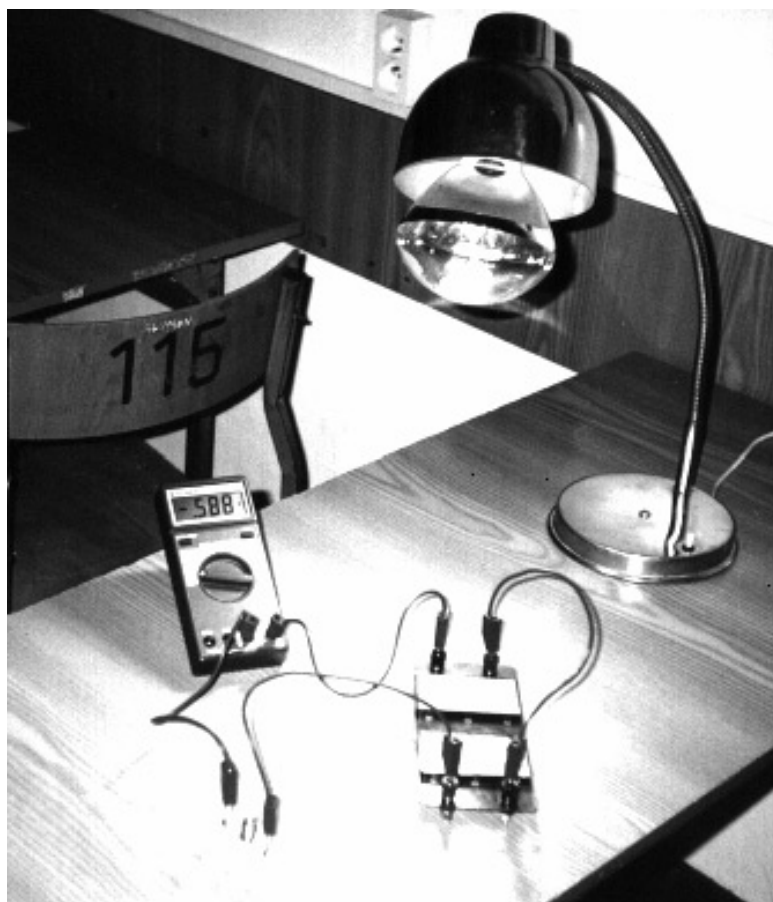
do drugiego wejścia – czujnik temperatury o zakresie od 0 – 100°C

(Temperature – $temp.$ [°C])

Zał. 6

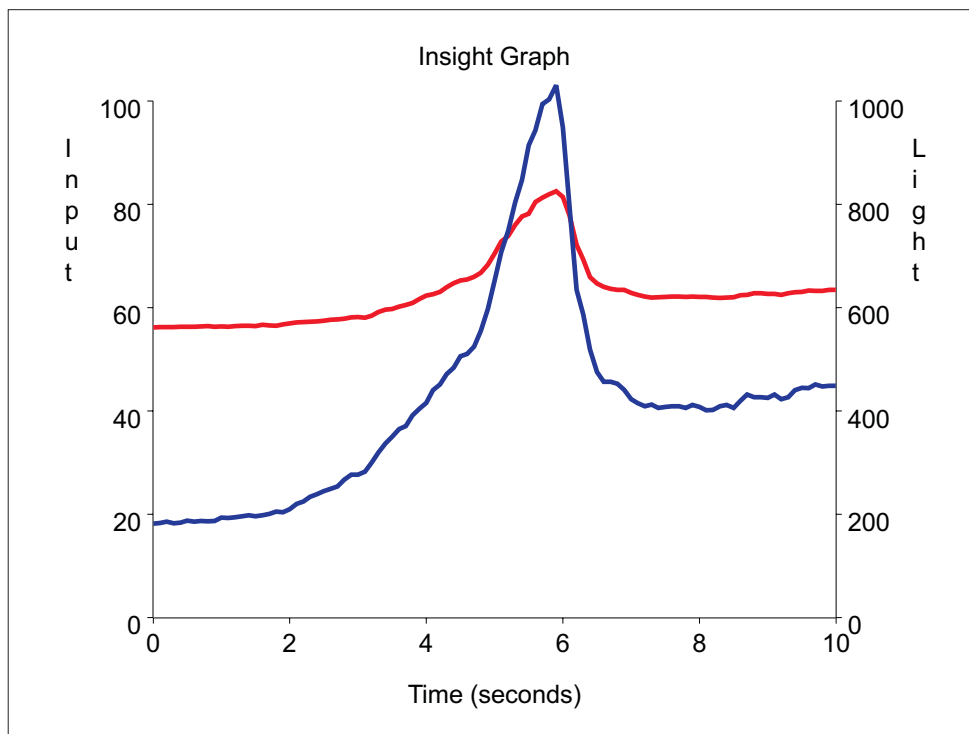
Tabela 6.1. Wyniki pomiarów badania zależności natężenia prądu elektrycznego – I od natężenia oświetlenia powierzchni krzemowej baterii słonecznej – E

E [lx]	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	620	700
I [mA]	0,28	1,39	3,13	4,48	5,81	6,94	8,75	10	11.68	14	18,29	24,9	33,5	49,6	86

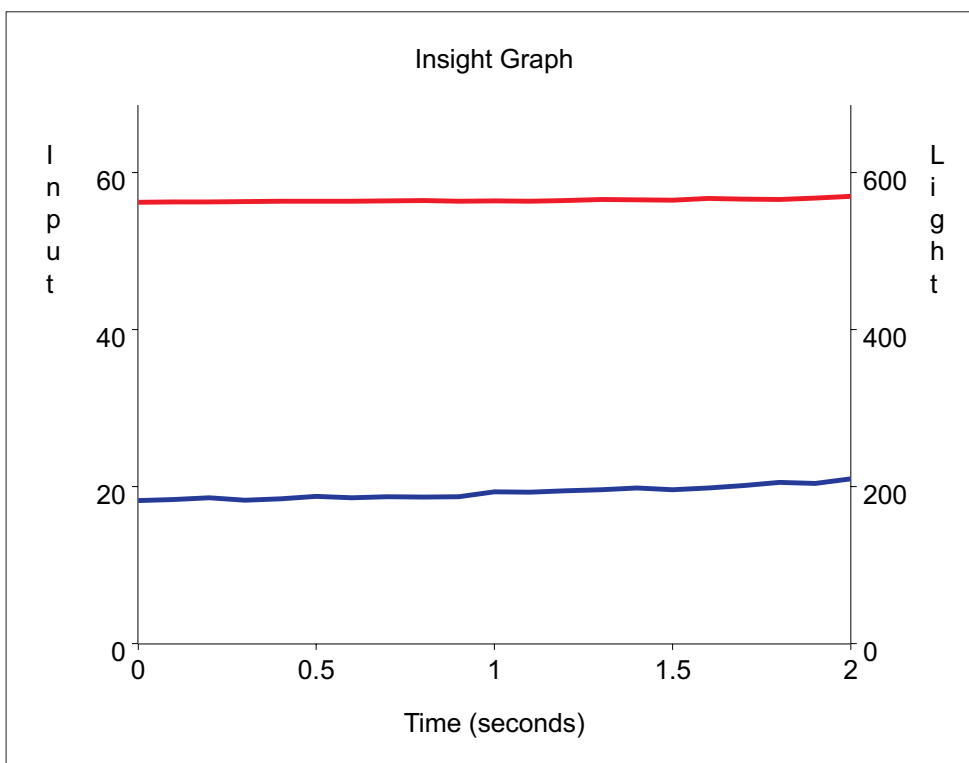


Rys. 6.1. Badanie krzemowych fotoogniw połączonych szeregowo w baterię słoneczną (fot. autor). Źródło promieniowania świetlnego – żarówka Helios (250 W, 220 V).

Załącznik 7.



Rys. 7.1. Badanie krzemowej baterii słonecznej w przedziale czasu od 0–10 s (autor)



Rys. 7.2. Badanie krzemowej baterii słonecznej – fragmenty wykresów z rys. 7.1 w przedziale czasu od 0–2 s (autor)

Wykres dolny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni baterii słonecznej E [Lx] od czasu padania promieniowania świetlnego t [s]

Wykres górny – zależność natężenia prądu elektrycznego I [mA] płynącego w obwodzie zamkniętym z baterią słoneczną od czasu t [s]

Wykres dolny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni baterii słonecznej E [Lx] od czasu padania promieniowania świetlnego t [s]

Wykres górny – zależność natężenia prądu elektrycznego I [mA] płynącego w obwodzie zamkniętym z baterią słoneczną od czasu t [s]

Badanie baterii słonecznej przeprowadzono za pomocą programu komputerowego **Insight**.

W celu otrzymania wyżej przedstawionych wykresów (rys. 7.1 i rys. 7.2) do wejść analogowych interfejsu podłączono jednocześnie dwa czujniki:

do pierwszego wejścia – czujnik natężenia oświetlenia o zakresie od 0 – 1000 Lx

(Light – E [Lx]),

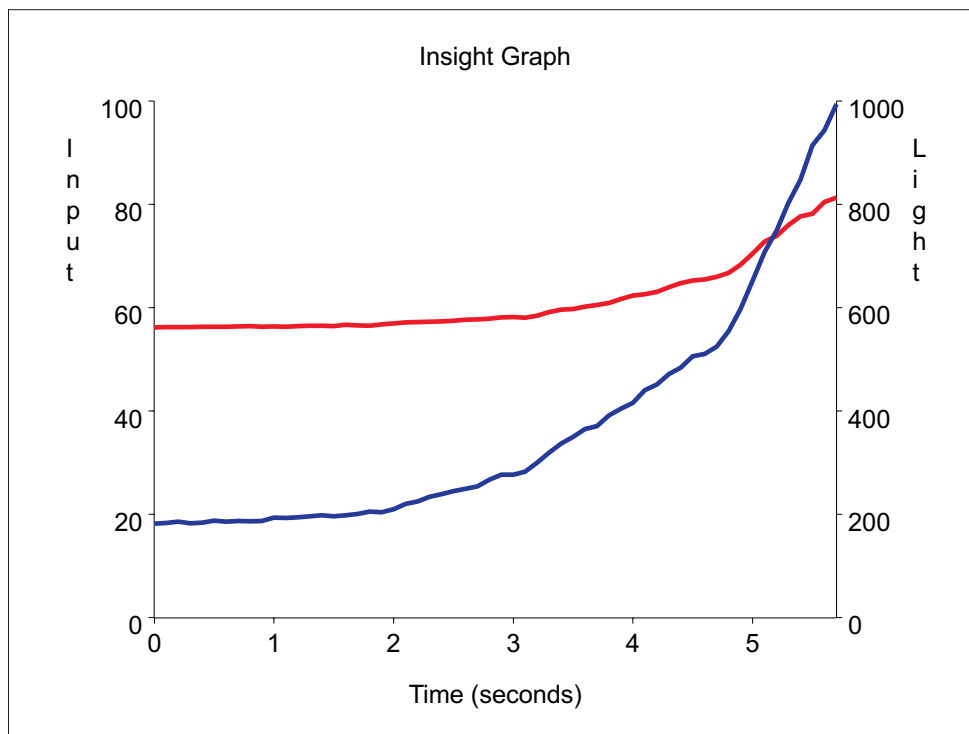
do drugiego wejścia – czujnik natężenia prądu elektrycznego o zakresie od 0 – 100 mA (Input – I [mA]).

Zał. 8.

Wykres dolny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni baterii słonecznej E [Lx]

od czasu padania promieniowania światelnego t [s]

Wykres górny – zależność natężenia prądu elektrycznego I [mA] płynącego w obwodzie zamkniętym z baterią słoneczną od czasu t [s]



Rys. 8.1. Badanie krzemowej baterii słonecznej - fragmenty wykresów z rys. 7.1. w przedziale czasu od 0–6 s (autor)

Wykres dolny – zależność natężenia oświetlenia powierzchni baterii słonecznej E [Lx] od czasu padania promieniowania światelnego t [s]

Wykres górny – zależność natężenia prądu elektrycznego I [mA] płynącego w obwodzie zamkniętym z baterią słoneczną od czasu t [s]

Badanie baterii słonecznej przeprowadzono za pomocą programu komputerowego **Insight**.

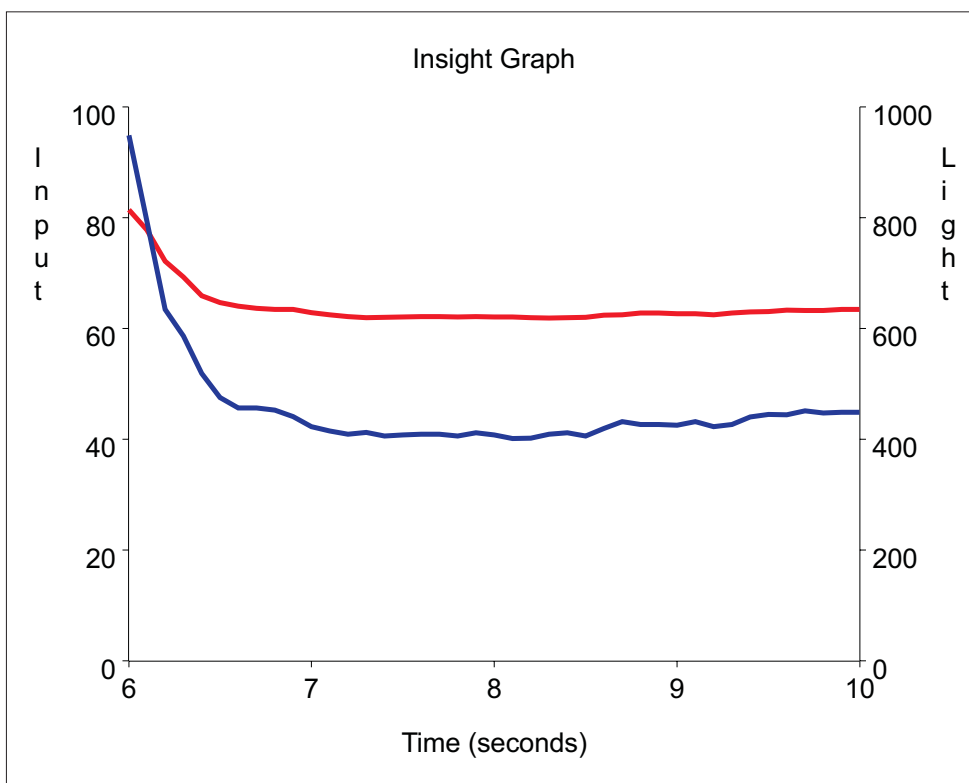
W celu otrzymania wyżej przedstawionych wykresów (rys. 8.1 i rys. 8.2) do wejść analogowych interfejsu podłączono jednocześnie dwa czujniki:

do pierwszego wejścia – czujnik natężenia oświetlenia o zakresie od 0 – 1000 Lx

(**Light** – E [Lx]),

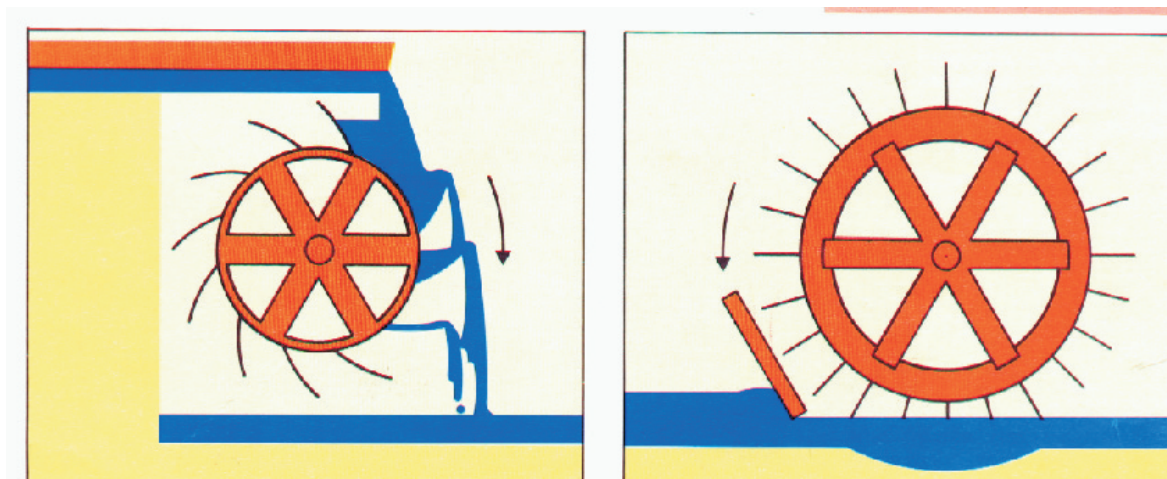
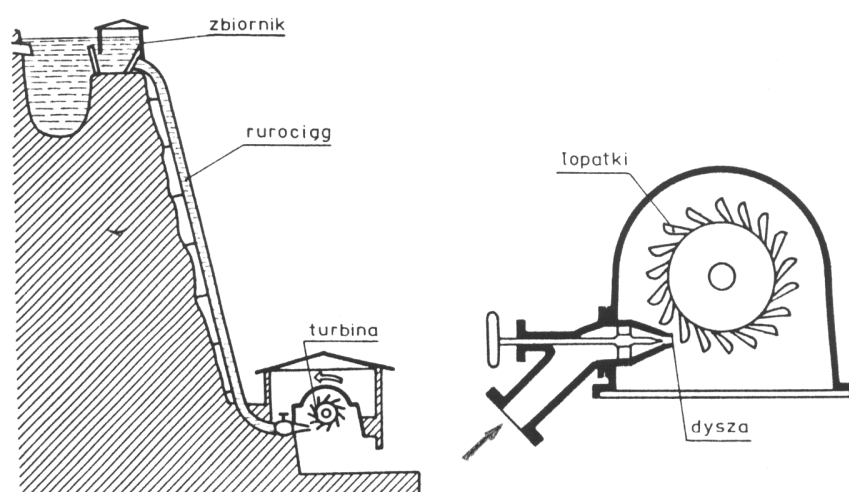
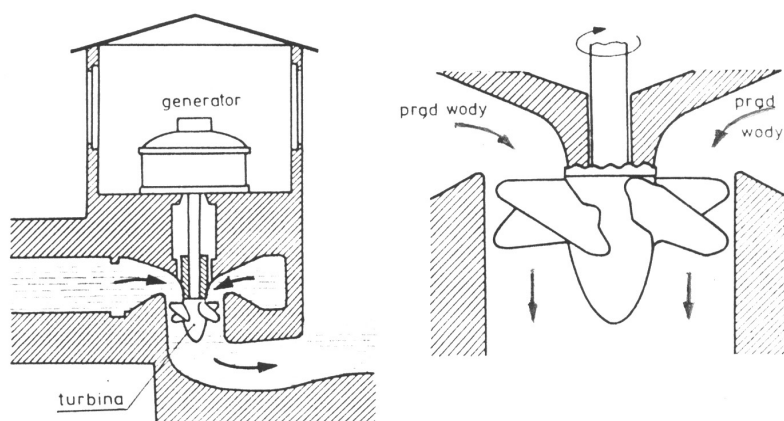
do drugiego wejścia – czujnik natężenia prądu elektrycznego o zakresie od 0 – 100 mA

(**Input** – I [mA]).

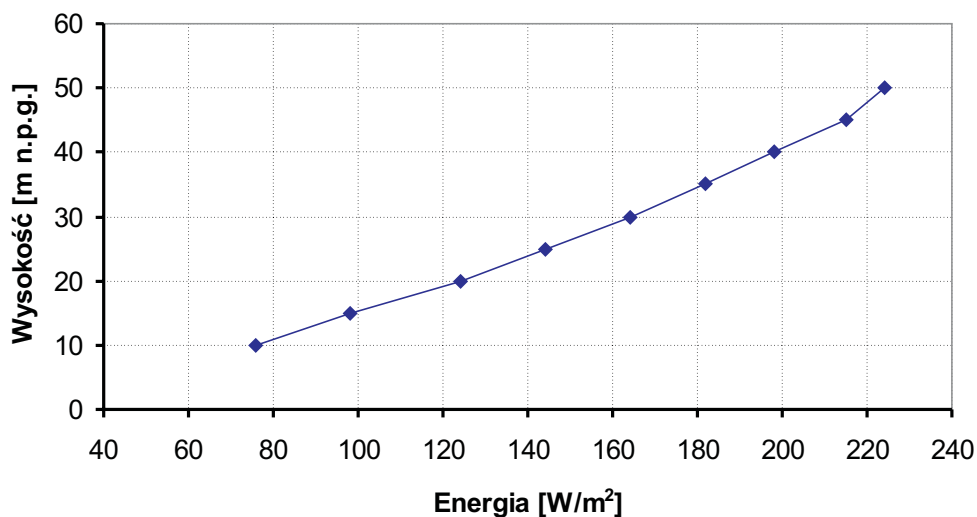


Rys. 8.2. Badanie krzemowej baterii słonecznej – fragmenty wykresów z rys. 7.1 w przedziale czasu od 6–10 s (autor)

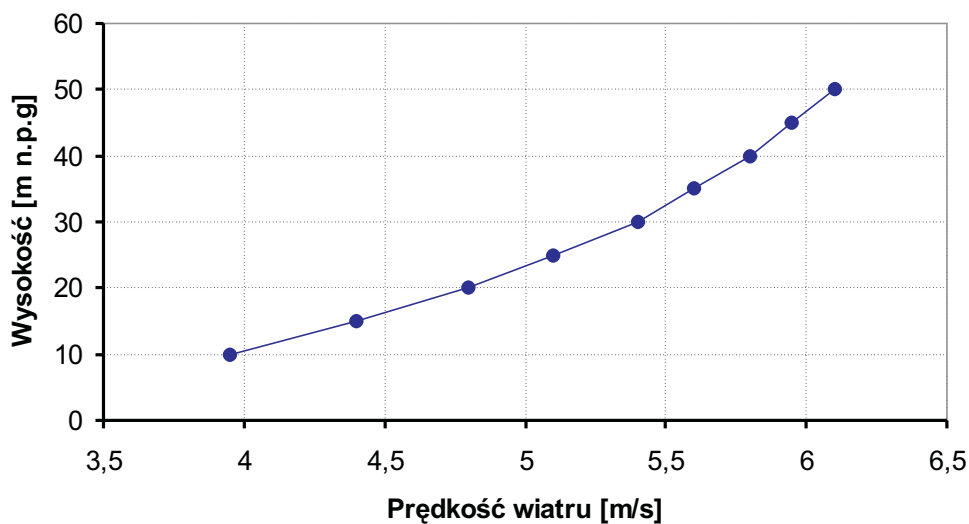
Załącznik 9.

Rys. 9.1. Koła wodne nasiębiejne i podsiębiejne (*Ochrona środowiska*, M. Häfner)Rys. 9.2. Turbina Peltona (*Fizyka dla ZSZ*, K. Chyla)Rys. 9.3. Turbina Kaplana (*Fizyka dla ZSZ*, K. Chyla)

Załącznik 10.

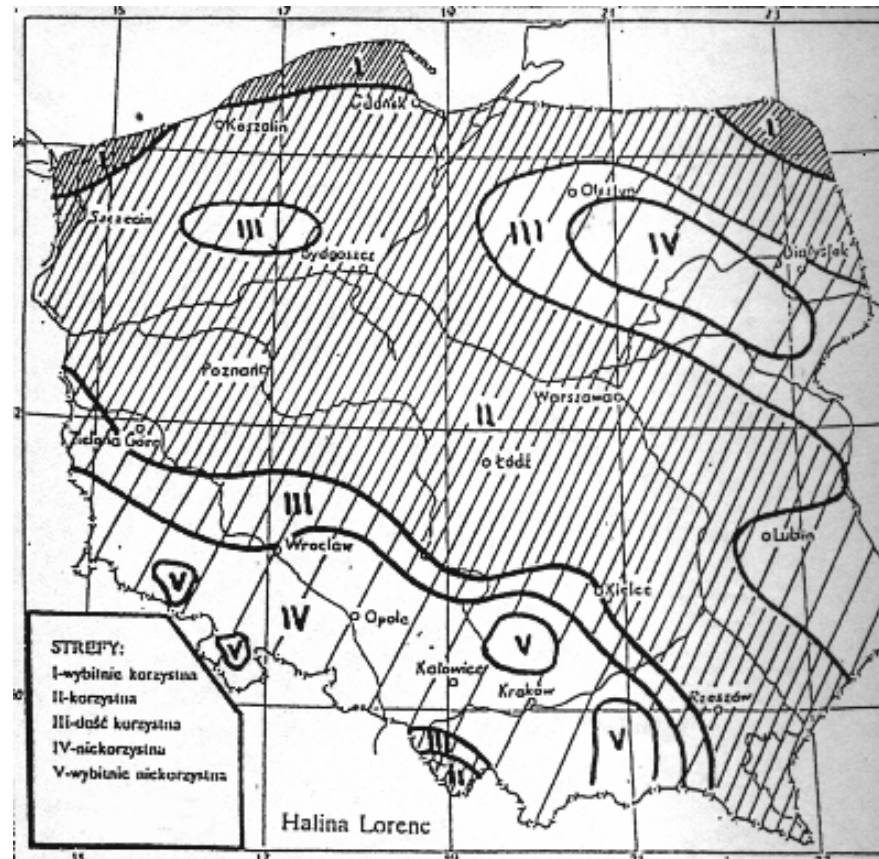


Rys. 10.1. Zależność energii wiatru od wysokości n.p.g. w rejonie Nowogardu n.p.g. – nad poziomem gruntu.



Rys. 10.2. Zależność prędkości wiatru od wysokości n.p.g. w rejonie Nowogardu (Potencjalne zasoby energii wiatru w Polsce – H. Lorenc, „Problemy wykorzystania energii geotermalnej i wiatrowej w Polsce” – Seminarium Komitetu Problemów Energetyki PAN)

Zał. 11.



Rys. 11.1. Rejonizacja Polski pod względem zasobów energii wiatru na wysokości 30 m nad poziomem gruntu (H. Lorenc – IM i GW)

„Uprzywilejowanymi” rejonami pod względem możliwości wykorzystania energii wiatru są:

- część wybrzeża od Koszalina po Hel (I),
- wyspa Uznam (I),
- Suwalszczyzna (I),
- środkowa Wielkopolska i Mazowsze (II),
- Beskid Śląski i Żywiecki (II),
- Bieszczady i Pogórze Dynowskie (II).

STREFY:

- I – wybitnie korzystna,
- II – korzystna,
- III – dość korzystna,
- IV – niekorzystna,
- V – wybitnie niekorzystna.

Zał. 12.

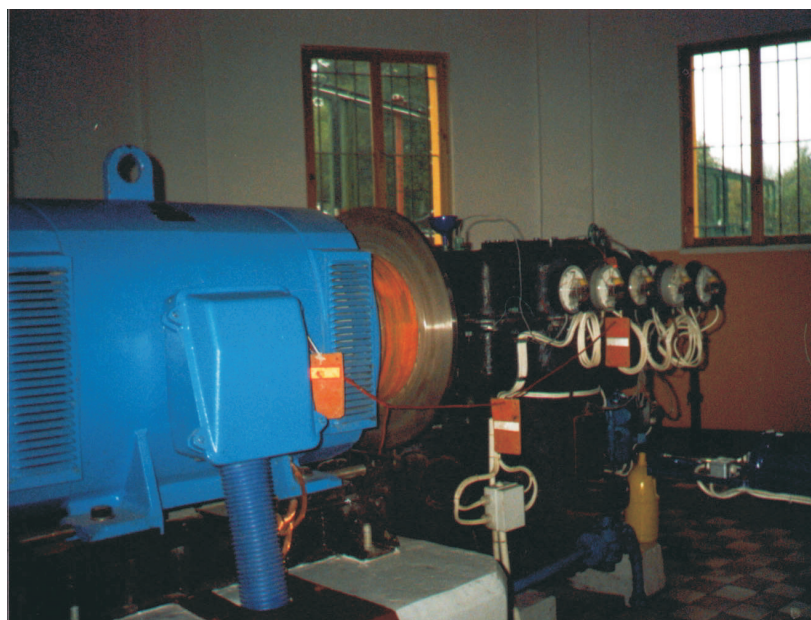
Produkcja energii z **paliw niekonwencjonalnych** w okolicach Olsztyna (wybrane przykłady)



Mała elektrownia wodna – MEW w Wadągu (widok ogólny), fot. autor

Mała elektrownia wodna – MEW w Wadągu

Moc elektrowni - $M = 65\text{--}200\text{ kW}$,
spad wody – 2,9–3,3 m,
średni przepływ wody – $5,9\text{ m}^3/\text{s}$.



Generator prądu elektrycznego w elektrowni wodnej w Wadągu

Inne czynne elektrownie to:

- Dywity (na Łynie) – 1725 kW,
- Lidzbark Warm. – 700 kW,
- Brąswałd – 2,5 MW.

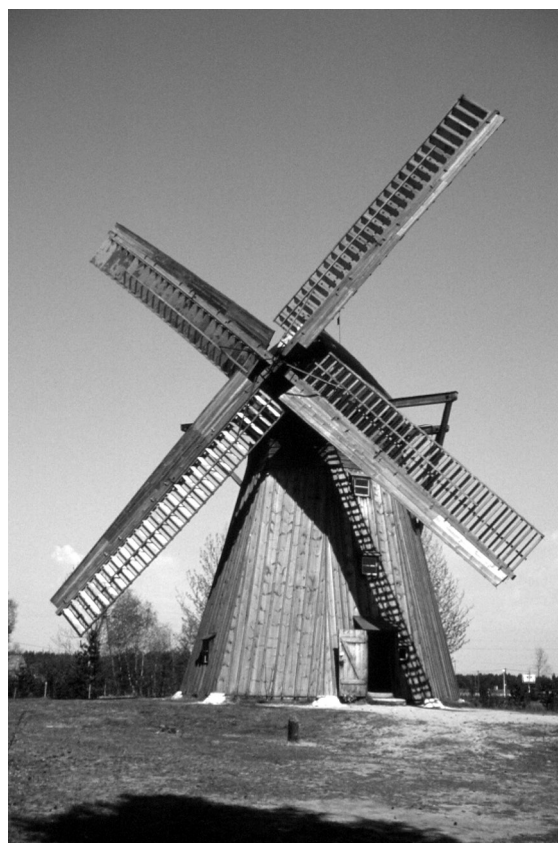
W budowie 6 nowych MEW.



Kolektor słoneczny o powierzchni 4 m² służący do podgrzewania wody na warsztatach szkolnych w Zespole Szkół Energetycznych w Olsztynie, zbudowany przez młodzież tej szkoły we współpracy z rówieśnikami z Niemiec pod opieką nauczycieli. (fot. nauczyciel ZSE)



Kolektor na dachu warsztatów ZSE w Olsztynie (fot. autor)



Holenderski wiatrak służący do mielenia ziarna (zabytek)

FIZYKA I ZWIERZĘTA

ZJAWISKA CIEPLNE A MECHANIZMY TERMOREGULACYJNE ZWIERZĄT

*Grażyna Barłóg, Bogumiła Hałas, III LO w Gorzowie Wlkp.
Barbara Czechowska, Zespół Szkół Technicznych i Ogólnokształcących
w Gorzowie Wlkp.*

Ogólna charakterystyka projektu

Opracowanie jest propozycją zintegrowanego nauczania wybranych zagadnień dotyczących zjawisk termicznych oraz mechanizmów termoregulacyjnych zwierząt. Jest adresowane do uczniów w wieku 13–16 lat. Uczy dostrzegania zjawisk fizycznych w świecie zwierząt oraz pokazuje, jak znajomość praw fizycznych ułatwia zrozumienie pozornie dziwnych zachowań zwierząt.

Cele edukacyjne

1. Uświadomienie różnicy między zwierzętami stałocieplnymi i zmiennocieplnymi
2. Zapoznanie z typowymi cechami i zachowaniami zwierząt związanymi z procesami termoregulacyjnymi
3. Podsumowanie wiedzy dotyczącej zjawiska parowania, promieniowania, konwekcji i przewodnictwa cieplnego
4. Zastosowanie wiedzy fizycznej do rozwiązywania problemów biologicznych
5. Kształtowanie umiejętności:
 - korzystania z danych przedstawionych w postaci wykresów,
 - czytania trudnego tekstu,
 - oceny treści prezentowanego materiału filmowego,
 - analizy danych zamieszczonych w tabelach,
 - współpracy grupy w wykonywaniu zadań.

Wymagana wiedza i umiejętności:

Część I:

- znajomość stanów skupienia substancji, pojęcia temperatury i energii,
- podstawowe informacje o przemianach fazowych substancji,
- umiejętność odczytywania danych z wykresów.

Część II:

- umiejętność obliczania powierzchni i objętości sześcianu,
- rozumienie zjawiska parowania, promieniowania, konwekcji i przewodnictwa cieplnego.

Opracowanie zawiera:

- materiały dla ucznia w formie kart pracy,
- materiały dla nauczyciela zawierające strategię nauczania oraz informacje dodatkowe.

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELA

Część I (zadanie 1, 2, 3, 4 i 5)

Realizacja części I ma na celu uświadomienie uczniom, że znajomość praw i pojęć fizyki umożliwia rozumienie pozornie dziwnych zachowań zwierząt. Przypominamy takie pojęcia jak: stany skupienia i ich zmiany, temperatura oraz energia.

Cele edukacyjne

1. Uświadomienie różnicy między zwierzętami stałocieplnymi i zmiennocieplnymi
2. Zapoznanie z typowymi cechami i zachowaniami zwierząt związanymi z procesami termoregulacyjnymi
3. Wskazanie zjawisk fizycznych, których znajomość ułatwi zrozumienie w/w cech i zachowań,
4. Kształtowanie umiejętności:
 - czytania trudnego tekstu,
 - oceny treści prezentowanego materiału filmowego,
 - analizy danych zamieszczonych w tabelach,
 - współpracy grupy w wykonywaniu zadań.

Realizacja

1. Uczniowie wykonują w domu zadanie 1 i zadanie 2.
2. Sprawdzamy poprawność wykonania zadania 2 oraz odpowiadamy na pytania dotyczące zadania 1 (w drodze dyskusji na forum klasy).
3. Dzielimy klasę na zespoły i przechodzimy do zadania 3 i/lub zadania 4.
4. Przedstawiciele zespołów prezentują wyniki prac.
5. Oceniamy pracę zespołu (współpraca, umiejętność dyskusji i prezentacji wyników).
6. Uczniowie wykonują zadanie 5.
7. Sprawdzamy poprawność wykonania zadania i wyjaśniamy wątpliwości.

Uwagi

1. Realizacja części I wymaga co najmniej 1 godziny lekcyjnej.
2. Film powinien prezentować następujące zachowania zwierząt:
 - a) ograniczenia ilości wytwarzanej energii – wszystkie zachowania zmniejszające aktywność,
 - b) zwiększenie ilości wytwarzanej energii – wszystkie zachowania zwiększające aktywność,
 - c) zwiększenie wymiany ciepła z otoczeniem – parowanie i zwiększanie jego intensywności,
 - d) zmniejszenie wymiany energii z otoczeniem – chowanie się w cień lub wystawianie na słońce, izolacja skóry (grubość futra, barwa sierści, powłoka tłuszczu), przyjmowanie właściwej pozycji ciała, grupowanie się zwierząt.
 Proponujemy film „Wielka Saga Zwierząt” cz. II.
3. Podsumowując lekcję należy wskazać, które zjawiska fizyczne ułatwiają zrozumienie konkretnych zachowań zwierząt, np. pocenie się – parowanie, wachlowanie uszami przez słonie – zwiększenie intensywności parowania, wygrzewanie się na słońcu – „pochłanianie” energii słonecznej.

Część II (zadanie 6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12)

Jest to propozycja utrwalenia wiadomości dotyczących zjawisk parowania i transportu ciepła poprzez rozwiązanie zadań problemowych i rachunkowych związanych z procesami termoregulacyjnymi zwierząt stałocieplnych.

Cele edukacyjne

1. Podsumowanie wiedzy dotyczącej zjawiska parowania, promieniowania, konwekcji i przewodnictwa cieplnego
2. Zastosowanie wiedzy fizycznej do rozwiązywania problemów biologicznych
3. Umiejętność korzystania z danych przedstawionych w postaci wykresów
4. Współpraca w grupie

Realizacja**Lekcja 1**

1. Dzielimy klasę na zespoły i prosimy o wykonanie zadania 6.
2. Zespoły prezentują wyniki pracy.
3. Oceniamy pracę zespołów i podsumowujemy otrzymane wyniki. Uczniowie mogą wskazać następujące zależności:
 - ruch powietrza nad cieczą np. wachlowanie uszami, ziajanie;
 - zwiększanie powierzchni parowania np. duże uszy fenka czy słonia, ziajanie, przyjmowanie odpowiedniej pozycji ciała;
4. Uczniowie przystępują samodzielnie do wykonania zadania 7 i zadania 8.
5. Sprawdzamy poprawność wykonania zadań.
6. Podsumowujemy lekcję, dyskutując o tym, w jakim stopniu poznane prawa fizyczne umożliwiły nam rozwiązanie zadań.
7. Prosimy o wykonanie w domu (lub na lekcji informatyki) zadania 9.

Lekcja 2

1. Sprawdzamy poprawność wykonania zadania domowego.
2. Uczniowie czytają zadanie 10.
3. W drodze dyskusji na forum klasy ustalamy czy rozmiary powierzchni ciała zwierzęcia mogą mu ułatwiać bądź utrudniać utrzymanie stałej temperatury ciała. Wymiana poglądów powinna doprowadzić do wniosku, że w przypadku zwierząt wielkość powierzchni ma istotny wpływ na ilość energii wymienianej z otoczeniem poprzez parowanie, promieniowanie i przewodnictwo.
4. Dzielimy klasę na zespoły. Każdy z nich wykonuje jedno zadanie: 11 lub 12.
5. Zespoły prezentują zadanie i jego rozwiązanie.
6. Dyskutujemy poprawność prezentowanych rozwiązań.

Zadanie 11

- a) szczuroskoczek – 0,25 l; pies – około 1,6 l; wielbłąd – 10 l;
- b) nie
- c) unikają upału ukrywając się w ciągu dnia w norkach.

Zadanie 12

- a) pofony od 36°C do 39°C, odwodniony od 34°C do 40,5°C;
- b) u wielbłąda odwodnionego następuje kumulacja ciepła. Nocą ciepło skumulowane może być rozproszone przez promieniowanie i przewodzenie, bez potrzeby zużycia wody. U wielbłąda o masie 500 kg ilość skumulowanego ciepła wynosi 2900kcal co jest równoważne 5 litrom zaoszczędzonej wody. Ponad to podwyższona ciepłota w ciągu dnia ogranicza wnikanie ciepła z otoczenia zmniejszając różnicę temperatur między otoczeniem a wielbłądem.

Uwagi

1. Zadanie 9 można zdecydowanie uprościć i urozmaicić, jeżeli uczniowie potrafią korzystać z prostego arkusza kalkulacyjnego. Warto nawiązać współpracę z nauczycielem informatyki i poprosić o jego wykonanie w ramach tego przedmiotu.

MATERIAŁY DLA UCZNIA

Zadanie 1

Przeczytaj uważnie poniższy tekst. Zaznacz fragmenty, których nie zrozumiałeś. Sformułuj pytania do tekstu tak, aby uzyskane odpowiedzi wyjaśniły wszystkie Twoje wątpliwości.

Temperatura większości zwierząt biernie podąża za zmianami temperatury otoczenia, tzn. zmienia się tak, jak zmienia się temperatura środowiska. Zwierzęta te nazywamy zmiennocieplnymi. Istnieją również zwierzęta, które utrzymują stałą temperaturę ciała, niezależną od zmian temperatury otoczenia. Te nazywamy stałocieplnymi.

Aktywność zwierząt zmiennocieplnych obniża się wraz ze spadkiem temperatury otoczenia.

Zwierzęta stałocieplne są aktywne zarówno w zimnym, jak i gorącym otoczeniu. Konieczność utrzymania stałej temperatury ciała oznacza, że w każdej chwili ilość energii cieplnej produkowanej przez organizm musi być taka, jak ilość energii traconej. Pewna ilość energii jest zawsze produkowana w przemianach metabolicznych zachodzących w organizmie zwierzęcia. Ilość ta zależy od aktywności zwierzęcia i szybko rośnie wraz z jej wzrostem. W chłodnym otoczeniu równowaga cieplna może być osiągnięta przez zwiększenie produkcji energii cieplnej lub zmniejszenie jej strat. W środowisku gorącym odwrotnie – zwierzę może ograniczyć wytwarzanie energii cieplnej i jej ilość pobieraną z otoczenia lub zwiększyć jej straty. Temperatura ciała zwierzęcia utrzymuje się na stałym poziomie, jeżeli utrata energii cieplnej jest równa jej zyskowi.

Twoje pytania:

Zadanie 2

W tabeli podano kilka przykładów temperatur utrzymywanych przez zwierzęta stałocieplne zamieszkujące różne strefy klimatyczne. Uzupełnij tabelkę.

Zwierzę	Utrzymywana temperatura w °C	Ptaka czy ssaka?	Miejsce występowania	Temperatura środowiska
Pingwin cesarski	38,2			
Szympan	38,5			
Wieloryb	36,0			
Kiwi	38,0			
Jeż	35,0			
Kolczatka	30,2			
Wróbel	40,5			
Niedźwiedź polarny	38,7			

Przeanalizuj zawarte w tabeli dane i uzupełnij poniższe zdania:

1. Temperatura ciała wymienionych w tabeli ptaków waha się od do, a temperatura środowiska, w których występują od do
2. Temperatura ciała wymienionych w tabeli ssaków waha się od do, a temperatura środowiska, w których występują od do

Zadanie 3

Za chwilę obejrzyjecie film prezentujący różne zachowania zwierząt stałocieplnych żyjących w skrajnie trudnych środowiskach – na gorących pustyniach i w arktycznych chłodach. Postarajcie się zanotować te zachowania, które Waszym zdaniem wiążą się z ochroną przed przegrzaniem lub wychłodzeniem. Przedyskutujcie Wasze obserwacje i przedstawcie je w postaci tabelki.

zwierzę	ogranicza ilość wytwarzanej energii	zwiększa ilość wytwarzanej energii	zwiększa wymianę energii z otoczeniem	zmniejsza wymianę energii z otoczeniem

Zadanie 4

W poniższej tabeli podano wybrane cechy charakteryzujące wygląd i typowe zachowania zwierząt żyjących w skrajnie różnych warunkach klimatycznych. Przeanalizujcie zawarte w niej dane i podkreślcie te cechy i zachowania, które wiążą się z koniecznością utrzymania stałej temperatury ciała przez zwierzę żyjące w bardzo gorącym lub bardzo zimnym klimacie. Postarajcie się uzasadnić swój wybór.

Lp	zwierzę	cechy wyglądu, zachowanie	masa [kg]	terytorium	pożywienie
1	niedźwiedź polarny	kremowobiałe futro, szorstkie i zwarte, dobrze pływa i nurkuje, duże terytorium łowieckie	200–650	Arktyka	foki, ryby
2	dromader	sierść rosnąca tylko na grzbiecie, szerokie płaskie stopy, wypija jednorazowo nawet 100 litrów wody, może obywać się bez wody przez bardzo długi okres czasu		pustynne obszary Afryki	
3	fenek (pustynny lis)	krótka jasnobrązowa sierść, duże uszy, żyją w norach, aktywne nocą,		pustynne obszary Afryki	owady, węże
4	wół pizmowy	bardzo długa gęsta sierść, stadny tryb życia, długie zakręcone rogi		Kanada, Alaska , Grenlandia	rośliny
5	słoń afrykański	duże uszy, chwytny nos, lubi tarzać się w błocie	5500	Sahara, Afryka Zach.	rośliny (do 225 kg dziennie)
6	wilk szary	gęste futro, linienie, stadny tryb życia, zdolny do pokonywania dużych odległości	12–80	Kanada, Ameryka Płn., Europa Wsch.	mięsożerny
7	uchatka	opływowe kształty, małe uszy, świetnie nurkuje i chętnie wyleguje się na brzegu, posiada kilkucentymetrową warstwę tłuszczu	do 100		ryby

Zadanie 5

Poniżej wymieniono kilka nazw zjawisk fizycznych. Wybierz te, które mogą być istotne przy odpowiedzi na pytania: a) co robi zwierzę, aby się ochłodzić; b) co robi zwierzę, kiedy jest mu zbyt zimno?

Topnienie	konwekcja	promieniowanie ciepłe	wrzenie
Skraplanie	parowanie	przewodnictwo ciepłe	krzepnięcie

Zadanie 6

Na szybkość parowania wpływa rodzaj cieczy, temperatura cieczy i otoczenia, ruch powietrza nad cieczą, wielkość powierzchni parowania oraz wilgotność powietrza otaczającego ciecz.

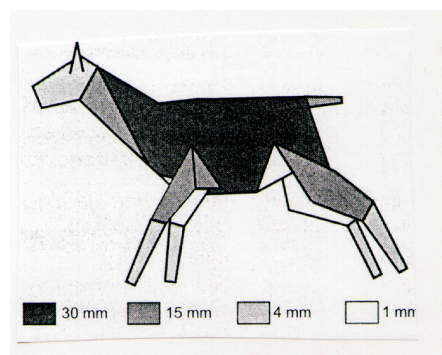
Zastanówcie się, która z podanych zależności może być wykorzystywana przez zwierzę w celu zwiększenia wydalenia ciepła z organizmu. Odpowiedź zilustrujcie przykładami.

Zadanie 7

Rysunek przedstawia rozmieszczenie futra o różnej grubości na ciele lamy guanako. Tabela obok – procent całkowitej powierzchni ciała pokrytej futrem o określonej grubości. Przeanalizuj rysunek oraz tabelę i odpowiedz na pytania:

- które obszary ciała lamy są najlepiej przystosowane do rozpraszania energii przez przewodzenie?
- jaką pozycję przyjmuje lama, jeżeli temperatura otoczenia spada poniżej utrzymywanej przez nią stałej temperatury ciała?

	Grubość futra (mm)	% całej powierzchni skóry
Prawie naga skóra	1	19
Krótki włos	4	20
Średnio długi włos	15	20
Długi włos	30	41



Zadanie 8

Odpowiedzcie na pytania:

- Dlaczego obniżenie temperatury powierzchni ciała ułatwia odprowadzenie ciepła z organizmu?
- Kiedy ptaki najczęściej giną od mrozu – podczas lotu czy w czasie spoczynku?
- W jaki sposób dociera do żyjącej w Japonii małpy energia powodująca rozgrzanie jej ciała, gdy:
 - leży ona w „basenie” obok źródeł geotermalnych,
 - wyleguje się w promieniach słońca.
- Pszczoły regulują temperaturę w ulu, aby stworzyć optymalne warunki termiczne dla rozwoju wylęgu. Utrzymanie temperatury na poziomie 35°C zapewnia szybki wzrost populacji i dlatego taka jest optymalna temperatura w ulu latem. Badania wykazały, że jeżeli temperatura w ulu wzrośnie powyżej 35°C, ogromnie wzrasta ilość zużywanej przez pszczoły wody (dla temperatury 30°C jest ono bliskie zera). Jak to wyjaśnić?

Zadanie 9

Przeprowadź obliczenia, które pozwolą Ci odpowiedzieć na pytanie: jak zmienia się stosunek powierzchni szescianu do jego objętości, jeżeli zmniejszają się jego wymiary liniowe? Sformułuj zależności pomiędzy powierzchnią a objętością brył o podobnym kształcie. Rozwiązując zadanie możesz wykorzystać arkusz kalkulacyjny.

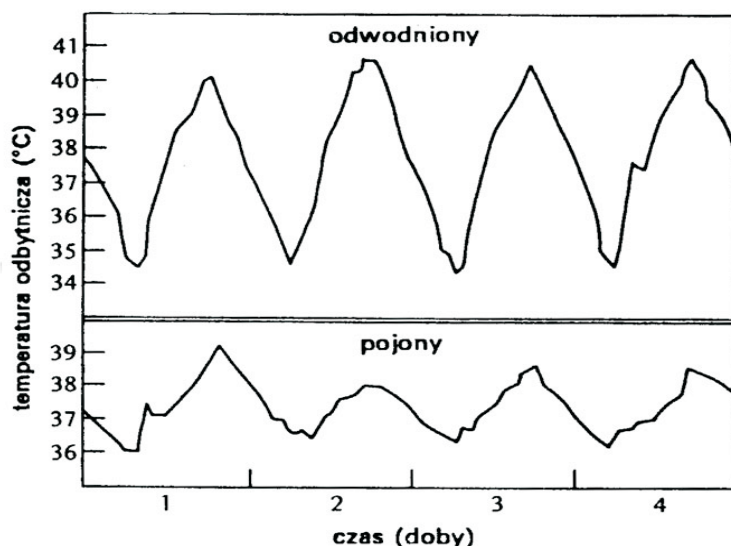
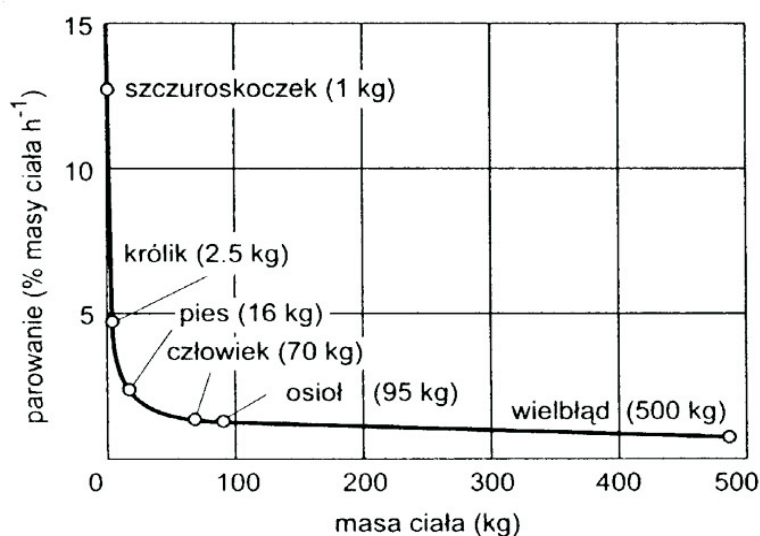
Zadanie 10

Małe i duże ssaki mają wystarczająco podobne kształty, aby zastosować także w ich przypadku zależność pomiędzy powierzchnią a objętością, którą odkryłeś rozwiązując poprzednie zadanie. Na gorących pustyniach żyją zwierzęta o dużych i małych rozmiarach ciała, np. wielbłąd i suseł pustynny. Zastanów się które z nich znajduje się w korzystniejszej sytuacji, kiedy broni się przed przegrzaniem?

Zadanie 11

Poniższy wykres przedstawia ilość wody, którą powinno odparować zwierzę, aby utrzymać stałą temperaturę ciała w klimacie gorącej pustyni. Na jego podstawie:

- obliczcie, jaką ilość wody musi odparować w ciągu 2 godzin szczuroskoczek, pies i wielbłąd, chcąc utrzymać stałą temperaturę ciała?
- czy szczuroskoczek może chłodzić swe ciało korzystając z parowania wody w warunkach, dla których sporządzono powyższy wykres? Pamiętaj, że utrata od 10% do 20% wody z organizmu powoduje u ssaków śmierć.
- W jaki sposób zwierzęta tak małe jak szczuroskoczek starają się uniknąć upału?

**Zadanie 12**

Umieszczony powyżej wykres przedstawia dobowe wahania temperatury ciała wielbłąda obficie pojętego i pozbawionego wody. Na jego podstawie:

- określcie dobowe wahania temperatury ciała wielbłąda pojętego i odwodnionego.
- spróbujcie wyjaśnić dlaczego wahania temperatury u wielbłąda pozbawionego wody są znacznie wyższe niż u zwierzęcia pojętego (pamiętajcie o możliwości kumulacji energii cieplnej w organizmie oraz zjawisku przewodnictwa cieplnego).

Informacje dodatkowe

Znakomita większość procesów biologicznych zależy od temperatury, dlatego też temperatura organizmu zwierzęcego musi być utrzymana w wąskim zakresie. Zwierzęta stałocieplne, takie jak ptaki i ssaki, utrzymują stałą temperaturę ciała poprzez regulację szybkości oddawania ciepła do otoczenia. Zwierzęta zmiennocieplne natomiast są uzależnione od otoczenia, jeśli chodzi o utrzymanie stałej temperatury organizmu. Wiele owadów przed poderwaniem się do lotu musi uderzać skrzydełkami, aby spowodować podniesienie temperatury mięśni pracujących w czasie lotu.

Poza mechanizmami regulacji dziennej obserwujemy adaptację biologiczną do zmieniających się warunków klimatycznych, a także przemiany związane ze zmianą pór roku oraz zmiany ewolucyjne obserwowalne w długich przedziałach czasu – zmieniająca się grubość futra zwierząt, migracje ptaków i sen zimowy są przykładami takich adaptacji. Zwróćmy uwagę na fakt, że na dłuższą metę w chłodnych klimatach natura faworyzuje rozwój zwierząt dużych, dla których stosunek ciepła wytworzonego do ciepła traconego jest także duży.

U zwierząt stałocieplnych zadaniem mechanizmów regulacji temperatury jest utrzymanie mięśni i innych ważnych narządów w jak najkorzystniejszej temperaturze. Ponieważ wymiana ciepła z otoczeniem następuje przez skórę i przez odparowywanie wody w płucach, zasadniczą sprawą staje się regulacja przepływu ciepła z mięśni i narządów do płuc i zewnętrznych partii ciała. Krew odgrywa tu zasadniczą rolę, ponieważ to właśnie ona przewodzi ciepło z wewnętrznych do zewnętrznych części ciała.

Źródłem ciepła w organizmie są procesy przemiany materii. Zwierzęta stałocieplne posiadają liczne mechanizmy wykorzystywane w regulacji temperatury. W celu podniesienia temperatury organizm powoduje zmniejszenie przepływu krwi przez naczynia włosowate, leżące najbliżej powierzchni ciała. Ponieważ ciało jest złym przewodnikiem ciepła, ograniczenie przepływu krwi do warstw zewnętrznych daje dobry rezultat w ograniczaniu ilości traconego ciepła. W celu zwiększenia izolacji cieplnej warstw zewnętrznych jeży się także sierść (obserwujemy to u człowieka w postaci „gęsiej skórki”, jako atawizm, gdy organizm broniąc się przed utratą ciepła podnosi prawie nie istniejącą „sierść”). W końcu wytwarzanie ciepła może być zwiększone w wyniku dreszczy.

Ochładzanie organizmu następuje na drodze wymiany ciepła z otoczeniem przez konwekcję, promieniowanie ze skóry, a także przez odparowywanie wody w płucach i potu na skórze. Gdy temperatura wewnętrzna wzrasta, organizm wzmacnia najpierw dopływ krwi do części zewnętrznych ciała, co powoduje wzrost odprowadzania ciepła przez konwekcję i promieniowanie, a jeśli to okazuje się zbyt mało skuteczne, uruchamia mechanizm odparowywania. Niektóre zwierzęta posiadają zdolność wytwarzania potu w określonych gruczołach rozmieszczonych prawie na całej powierzchni ciała, co pozwala „odparowywać” ciepło znacznymi powierzchniami. Organizm ludzki posiada zdolność odparowywania nawet do 1.5 kg potu w ciągu godziny. Ciepło parowania potu w temperaturze 37°C jest prawie równe ciepłu parowania wody, które wynosi 2,42·10⁶J/kg. Jest ono większe w tej temperaturze niż w temperaturze wrzenia 100°C, kiedy wynosi 2,26·10⁶J/kg. Parowanie potu jest głównym mechanizmem uruchamianym w celu ochłodzenia organizmu w różnorodnych warunkach fizycznych.

Zwierzęta takie jak psy nie pocą się, ale wykorzystują mechanizm chłodzenia przez odparowanie wody przez płuca. Dysząc wydają duże ilości pary wodnej. Sama czynność dyszenia wytwarza ciepło, tak szczęśliwie się jednak składa, że ilość ciepła usuwanego przez odparowanie w płucach jest większa niż ciepło wytwarzane przy dyszeniu.

LITERATURA

- [1] Knut Schmidt-Nielsen, *Skalowanie. Dlaczego tak ważne są rozmiary zwierząt*, PWN W-wa 1994.
- [2] Knut Schmidt-Nielsen, *Fizjologia zwierząt*, PWN W-wa 1998.
- [3] J. Kane, M. M. Sternheim, *Fizyka dla przyrodników*, PWN W-wa 1988.
- [4] Z. Mariak, *Afrykańskie wypiekanie*, „Wiedza i życie” VIII, 1997.
- [5] Z. Mariak, *Jak zachować chłodną głowę*, Wiedza i życie VIII 1996.

ZJAWISKA ELEKTROSTATYCZNE NA CO DZIEŃ

Beata Chodziutko, I LO w Grudziądzu

Jacek Chodziutko, II LO w Grudziądzu

Janusz Kosicki, VII LO w Toruniu

Motto:

„Podstawowym bodźcem do odkrywania sekretów przyrody jest wrodzona ciekawość człowieka, wzmocniona przez dostrzeganie niezgodności pomiędzy oczekiwaniami a wynikami doświadczeń.”

Alfred Pflung

1. Wprowadzenie

Projekt ten dotyczy zjawisk związanych z elektryzowaniem się ciał. Mają one miejsce w życiu codziennym. Najczęściej przechodzimy obok nich nie uświadamiając sobie, jakie są ich przyczyny, mechanizmy i jakie mogą być ich skutki. Zjawiska elektrostatyczne mogą powodować wiele drobnych kłopotów na co dzień, a niekiedy prowadzić nawet do tragedii, których przecież można uniknąć.

2. Cele edukacyjne

1. Wykazanie wzajemnych powiązań pomiędzy różnymi dziedzinami nauki: fizyką, chemią, biologią, ekologią, medycyną na przykładzie zjawisk elektrostatycznych.
2. Wykorzystanie naturalnej ciekawości ucznia i zachęcenie go do własnych badań za pomocą prostych doświadczeń i własnoręcznie wykonanych przyrządów pomiarowych.
3. Wyształcenie umiejętności planowania i przeprowadzania doświadczeń (w tym w grupie), oraz interpretowania, opracowania i prezentacji uzyskanych wyników, a także poszukiwania i przetwarzania informacji z różnych źródeł.
4. Wspólna zabawa uczniów i nauczyciela podczas przeprowadzania doświadczeń, aby nauka fizyki stała się wreszcie radosnym przeżyciem, sprzyjającym lepszemu zapamiętaniu i zrozumieniu.
5. Uzmysłowienie uczniom, że w otaczającym nas świecie jesteśmy narażeni na wpływ ładunków elektrycznych i wytwarzanych przez nie pól. Mogą one powodować kłopoty w czasie czesania włosów, czy też zdejmowania swetra, jednak w niektórych przypadkach zagrażają zdrowiu i życiu.
6. Zrozumienie podstawowych zasad BHP dotyczących zjawisk elektrostatycznych i uświadomienie konieczności ich przestrzegania.

3. Wskazówki dla ucznia

Otoczająca nas materia zbudowana jest z atomów i cząsteczek, które najczęściej są elektrycznie obojętne. Nie oznacza to, że są one pozbawione ładunków elektrycznych. Posiadają je elektrony i protony, które są podstawowymi składnikami atomów. Zazwyczaj ilość obdarzonych ujemnym ładunkiem elektronów równa jest liczbie posiadających ładunek dodatni protonów, dzięki czemu w atomie występuje stan równowagi elektrycznej i jest on **elektrycznie obojętny**. Można jednak ten stan zakłócić powodując, że dane ciało obdarzone zostaje niezerównoważonym ładunkiem elektrycznym. Mówimy wówczas o **elektryzowaniu ciała**. Takim naelektryzowanym ciałem jest np. Ziemia, dzięki czemu jest naturalnym źródłem pola elektrostatycznego, którego natężenie tuż przy powierzchni wynosi około 130 V/m i maleje z wysokością osiągając 9 V/m na wysokości 9 km.

Źródłem sztucznych pól elektrostatycznych, które mogą oddziaływać na człowieka są ładunki indukowane na powierzchni izolatorów w wyniku tarcia. Stosowane powszechnie tworzywa sztuczne bardzo łatwo się elektryzują, a wytworzone przez nie pola elektrostatyczne osiągają natężenia rzędu dziesiątków tysięcy woltów na metr. Ciało ludzkie jest nienajlepszym przewodnikiem i działanie pola elektrostatycznego spowoduje pojawienie się na powierzchni ciała ładunków znoszących wpływ zewnętrznych pól na wnętrze organizmu. Istnienie takich indukowanych ładunków można łatwo zaobserwować zimą, kiedy zdejmujemy sweter. Zimą, podczas silnego mrozu powietrze jest suche i źle przewodzi elektryczność, a ładunki na powierzchni odzieży z tworzyw sztucznych utrzymują się stosunkowo długo.

Trudno jest określić wpływ takich pól na zdrowie czy też samopoczucie człowieka. Panuje opinia, że wpływ na elektryzowanych tworzyw sztucznych, np. wykładzin podłogowych, mebli ogrodowych, elementów wyposażenia samochodu, jest szkodliwy. Trudno jednak jednoznacznie stwierdzić, czy powodem są powierzchniowe ładunki, czy też obecność w tych materiałach resztkowych ilości substancji toksycznych wywołujących np. reakcje alergiczne organizmu. Istnieją też opinie o dodatnim lub ujemnym wpływie na ludzi pewnych roślin, które jonizują dodatnio lub ujemnie swoje otoczenie. Mają one niewątpliwie wpływ na wilgotność powietrza w pomieszczeniu, która wpływa na zdolność utrzymywania się indukowanych ładunków.

W otoczeniu człowieka zawsze obecne są ładunki elektryczne powstające w wyniku tarcia lub wytworzone przez promieniowanie kosmiczne, czy też wszechobecne pierwiastki promieniotwórcze. Elektryzują się także monitory telewizorów i komputerów, odkurzacze w trakcie sprzątania, samochody w czasie jazdy, przesypywane z elewatora sypkie substancje lub przelewane ciecze. Pamiętać należy, że ładunki elektryczne mogą powodować powstanie różnicy potencjałów tak wielkiej, że stanowią zagrożenie dla naszego zdrowia i życia. Dlatego szczególnie warto poznać i zrozumieć zjawiska fizyczne związane z elektryzowaniem ciał.

Twoje zadania

1. Przypomnij sobie wiadomości z elektrostatyki zdobyte w trakcie dotychczasowej nauki.
2. Weź udział w dyskusji o elektrostatyce na poniższe tematy:
 - Gdzie spotykamy się ze zjawiskami elektrostatycznymi?
 - Rodzaje ładunków elektrycznych
 - Ładunek elementarny
 - Sposoby elektryzowania ciał
 - Zasada zachowania ładunków elektrycznych
 - Pole elektrostatyczne
 - Potencjał elektrostatyczny
 - Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika
 - Przewodnik w polu elektrostatycznym
 - Dielektryk w polu elektrostatycznym
 - Jak działa i co wskazuje elektroskop?
3. Jeśli któreś z wymienionych pojęć są Ci zupełnie obce, spróbuj znaleźć wiadomości w *Słowniku fizycznym*, *Encyklopedii fizyki* lub podręczniku. Wątpliwości i niejasności zgłoś nauczycielowi podczas dyskusji. Z pewnością nie wszystkie uda się wyjaśnić od razu. Mają Ci w tym pomóc Twoje dalsze zadania.
4. Po przeprowadzonej dyskusji zastanów się, w jaki sposób można badać zjawiska elektrostatyczne. Przedstaw swoje propozycje doświadczeń nauczycielowi. Co na podstawie tych doświadczeń można stwierdzić i co one ilustrują?
5. Na podstawie instrukcji zawartej w punkcie 5.1 tego opracowania zbuduj własny elektroskop, który będzie Ci służył do badań zjawisk elektrostatycznych. Zastanów się co zrobić, aby zwiększyć jego czułość?
6. Jeżeli interesujesz się elektroniką, możesz spróbować zbudować układ elektryczny do rejestrowania niskich potencjałów elektrycznych, którego budowę opisano w punkcie 5.2. Układ ten charakteryzuje dużo większa czułość niż elektroskop własnej konstrukcji, wymaga jednak użycia woltomierza.

7. Wykonaj jak najwięcej doświadczeń opisanych w podpunktach 5.3 i 5.5 oraz wybierz kilka innych doświadczeń proponowanych w punkcie 5. Przeprowadź je samodzielnie lub w małej (2–3 osobowej) grupie. Wyniki, spostrzeżenia, wnioski i refleksje przedstaw klasie.
8. Przedyskutuj zagrożenia spowodowane ładunkami elektrycznymi i zastanów się nad sposobami ochrony przed nimi.
9. Przygotuj serię efektownych doświadczeń z elektrostatyki, które chciałbyś przedstawić innym uczniom w ramach pokazów pt. „Cyrk fizyków”, którego celami byłyby: zaciekawienie, zadziwienie, konsternacja i dobra zabawa.
10. Zastanów się nad możliwościami wykorzystania ładunków elektrostatycznych jako alternatywnego źródła energii.
11. Jeżeli interesujesz się biologią, poszukaj w dostępnych Ci źródłach informacji na temat zjawisk elektrostatycznych w świecie zwierząt i roślin. Przedstaw je w jak najciekawszej formie.
12. Jeśli bardziej od biologii pasjonuje Cię chemia, poszukaj informacji na temat antystatycznych środków chemicznych, ich składu chemicznego, sposobów działania i zastosowań. Przedstaw je w atrakcyjnej formie.
13. Wymyśl inne, niż prezentowane, zadanie (zadania) związane z elektrostatyką i zaprezentuj je.

4. Wskazówki dla nauczyciela

*„Nie ma sensu praca, jeśli nie pochłania cię jak interesująca gra.
Jeśli nie pochłonie cię, jeśli nie znajdujesz w niej rozrywki, nie wykonuj jej!”*

D. H. Lawrence

Jeżeli starasz się użyć całego zapasu energii psychicznej, aby stworzyć sytuację, która będzie motywowała Twoich uczniów do skupienia swej uwagi na fizyce, wówczas jesteś zmuszony zacząć od przeprowadzenia doświadczenia. W przeciwnym razie wszystko, czego ich uczysz zostanie i tak zgromadzone w obszarach pamięci przeznaczonych do szybkiego opróżnienia. Idealnym rozwiązaniem jest zaangażowanie do doświadczeń uczniów, wykorzystanie do granic możliwości ich chęci poznania i doświadczania tak, aby wykonywane zadanie ich całkowicie pochłonęło. Wówczas Twoja rola sprowadzi się do umiejętnego pokierowania uczniem, niewielkich korekt jego dochodzenia do wiedzy i ciągłego dokształcania się, aby sprostać jego oczekiwaniom.

Metoda nauczania

Główną ideą projektu jest samodzielne obserwowanie i badanie doświadczalne zjawisk elektrostatycznych przez ucznia. Zatem podstawową, choć nie jedyną metodą nauczania, jest obserwacja i doświadczenie, oparte na wykorzystaniu prostych, samodzielnie zbudowanych przyrządów pomiarowych i ogólnie dostępnych przedmiotów życia codziennego. Rola nauczyciela sprowadza się do umiejętnego pokierowania postępowaniem ucznia i wykorzystania drzemiących w nim pokładów dociekliwości i ciekawości.

Istotnym elementem dydaktycznym, którego nie sposób pominąć, jest również dyskusja – zarówno w fazie poprzedzającej obserwację i doświadczenia, jak i w trakcie ich trwania, a zwłaszcza po ich przeprowadzeniu.

W fazie początkowej pozwoli ona na zapoznanie się ze zjawiskami elektrostatycznymi oraz wielkościami fizycznymi i prawami je opisującymi. W efekcie burzy mózgów może spowodować powstanie nowych, ciekawych pomysłów obserwacji i doświadczeń, a także zagadnień, w których omawiane zjawiska mają miejsce.

W trakcie przeprowadzania doświadczeń konsultacja z nauczycielem będzie niezwykle istotnym elementem, pozwalającym skorygować błędy i utwierdzić ucznia w słuszności jego postępowania i rozumowania (dowartościowaniu i wsparciu jego wysiłków).

Dyskusja w fazie końcowej, po przeprowadzeniu obserwacji i doświadczeń, ma na celu prezentację i interpretację otrzymanych wyników, omówienie skuteczności użytych metod i przyrządów pomiarowych, własnych pomysłów i przemyśleń dotyczących omawianych zagadnień.

Główną nagrodą za poniesiony przez ucznia wysiłek, obok uzyskanej od nauczyciela oceny, jest uznanie w oczach rówieśników. Przy okazji, uczeń opanowuje znaczny zakres wiedzy, bardzo trwałej, bo związanej z odczuwanymi przy jej zdobywaniu emocjami i przeżyciami.

Czas zajęć

Powyższe zagadnienia można zrealizować w czasie czterech godzin lekcyjnych. Zależy to jednak od zainteresowania uczniów oraz pojawiających się na różnych etapach trudności i sygnalizowanych przez uczniów problemów.

Pierwsza lekcja: ma na celu zaznajomienie uczniów z problematyką poruszaną w niniejszym projekcie i jest poświęcona dyskusji o elektrostatyce.

Druga lekcja: poświęcona sposobom badania zjawisk elektrostatycznych oraz związana z przydzieleniem uczniom zagadnień, którymi zajmą się w niewielkich 2–3 osobowych grupach, opracują je w domach, a uzyskane wyniki zaprezentują reszcie klasy.

Trzecia lekcja: poświęcona zjawiskom elektrostatycznym i możliwościom ich praktycznego wykorzystania, związkom z innymi dziedzinami nauki, a także zagrożeniom z nimi związanym.

Czwarta lekcja: poświęcona prezentacji wyników własnych projektów badawczych uczniów, dyskusji nad nimi, wyciągnięciu wniosków, ocenie przez kolegów i nauczyciela.

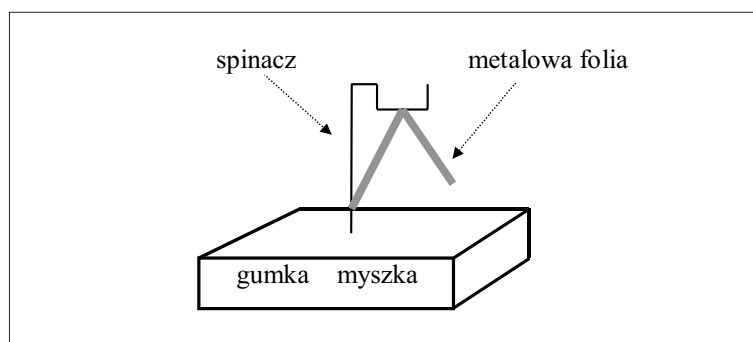
Jeśli uczniowie wykażą duże zainteresowanie, na pewno trzeba będzie przeznaczyć na to kilka godzin lekcyjnych. Można też zorganizować spotkanie pozalekcyjne w celu wybrania doświadczeń, które zostaną zaprezentowane uczniom innych klas, a nawet gościom z innych szkół w czasie pokazów pt. „Cyrk fizyków”.

5. Zadania dla ucznia

5.1. Samodzielne wykonanie elektroskopu

Elektroskop 1

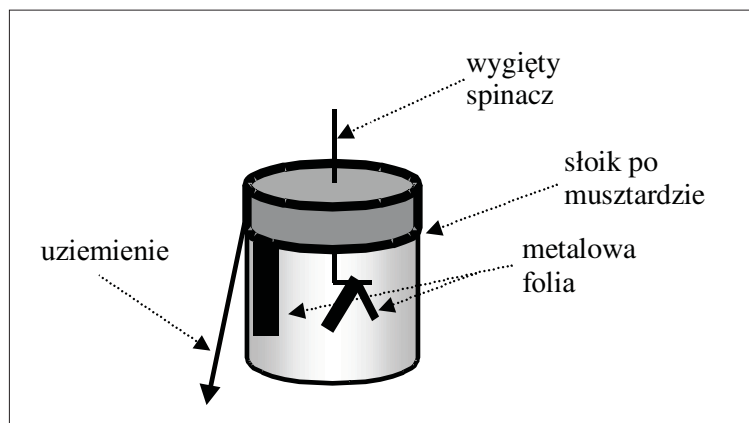
Niezbędne będą: spinacz biurowy, większa gumka do mazania, fragment cienkiej metalowej folii, np. z ozdób choinkowych. Spinacz wyginamy w kształt litery L, a następnie wbijamy dłuższym końcem w gumkę do mazania, która będzie spełniać rolę izolującej podstawki. Na krótszym końcu spinacza mocujemy paseczkę folii w ten sposób, aby oba końce zwiisały poniżej punktu mocowania. Efekt końcowy przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat budowy elektroskopu 1

Elektroskop 2

Wygięty spinacz z umocowaną folią mocujemy w plastikowej pokrywie słoika po musztardzie, którą zamykamy słoik. Spinacz należy wbić tak, aby część wystawała z drugiej strony pokrywy. Czułość zbudowanego elektroskopu można dodatkowo zwiększyć, jeżeli przed zamknięciem słoika wyłożymy od środka jego ścianki dodatkowym paskiem folii, a jego koniec wyprowadzimy pod pokrywką na zewnątrz i uziemy (np. cały czas dotykając go ręką). Efekt końcowy pokazuje rysunek 2.

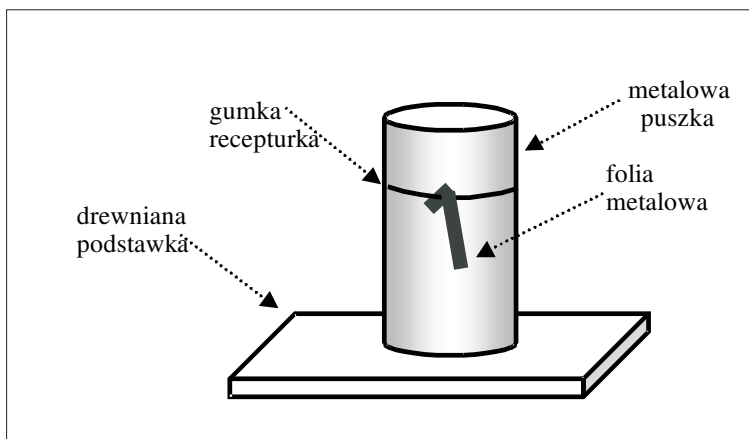


Rys. 2. Schemat budowy elektroskopu 2

Rys. 3. Schemat budowy elektroskopu 3

Elektroskop 3

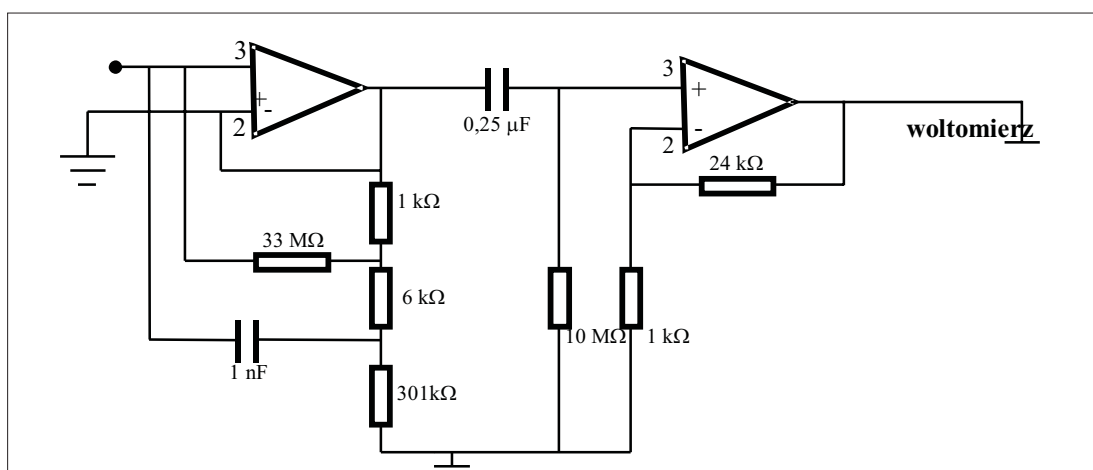
Puszkę aluminiową, np. po Coca-Coli, przyklejamy dnem do drewnianej podstawki. Na puszkę nakładamy gumkę recepturkę, za którą przekładamy pasek cienkiej folii metalowej. Wynik końcowy przedstawia rysunek 3.



5.2. Wykonanie układu do rejestracji niskich potencjałów elektrycznych

Układ składa się ze wzmacniacza operacyjnego – analogowego układu scalonego TBA 222, firmy Siemens (Mullard, Philips) oraz z woltomierza. Woltomierz pełni funkcję wskaźnika napięcia, które pojawia się i zanika w momencie zmiany gęstości ładunków na wejściu wzmacniacza. Układ scalony TBA 222 można zastąpić krajowym układem scalonym ULY 7741 N (oryginalny układ elektroniczny, w oparciu o który pracuje przyrząd, jest przedstawiony w ŚWIECIE NAUKI NR 10/97).

Schemat wyprowadzeń wzmacniacza operacyjnego oraz jego budowę przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego

Zbudowany przyrząd stanowi wzmacniacz impulsów. Gdy podłączymy do niego człowieka, który zmieni swój potencjał elektryczny, to na wyjściu, czyli woltomierzu, zauważamy wyraźny skok napięcia.

Można to zademonstrować w sposób następujący:

- Dotykając ręką wejścia układu, odrywamy stopę od podłogi, co powoduje skok potencjału na wyjściu (o wartości zarówno dodatniej, jak i ujemnej);
- Gwałtowne wstanie z krzesła wyściełanego materiałem też powoduje wyraźny skok potencjału na wyjściu;
- Miernik wykaże także zmianę potencjału ludzkiego ciała, gdy w pobliżu osoby połączonej ze wzmacniaczem przemieszcza się inna osoba.

UWAGI

- Elektryczność statyczna „nie lubi wilgoci” – obserwowano słabą reakcję wzmacniacza w przypadku mokrych butów. Na pracę wzmacniacza impulsów istotny wpływ ma także materiał, z którego wykonano podeszwy butów.
- Wskazane jest uziemienie przyrządu, uzyskamy wówczas określony potencjał odniesienia, względem którego będzie mierzony skok potencjału na wyjściu.

5.3. Badanie ciał naelektryzowanych za pomocą elektroskopu

Zbadaj, które przedmioty codziennego użytku można naelektryzować przez pocieranie

- Do pocierania użyj wełnianego szalika, futra, gazet, jedwabiu i worków foliowych.
- Zaczynij od bursztynu* znanego z „dziwnego zachowania” już w starożytnej Grecji. Następnie próbuj naelektryzować: szklankę, świecę, łyżkę, nóż, plastikową tackę, linijkę, kliszę fotograficzną (po zmyciu emulsji ciepłą wodą i dokładnym osuszeniu), balonik, drewno i inne znalezione w domu przedmioty.
 - *Czy istotne znaczenie ma długie i silne tarcie?*
- Spróbuj uderzyć szkło kawałkiem jedwabiu, nie pocierając go. Można też mocno uderzyć węzem gumowym o blat stołu lub parapet okienny. Uwaga na szyby okienne!
- Zbliżaj (nie dotykając!) potarte ciała do elektroskopu i obserwuj jego zachowanie. Sprawdź, czy naelektryzowały się one na całej powierzchni, czy tylko w miejscu pocierania.
- Kilkakrotnie szybko przeczesz grzebieniem suche i czyste włosy, a następnie zbliż grzebień do elektroskopu. Na pewno czujesz, że Twoje włosy też zostały naelektryzowane.
- Odkurz dywan w swoim pokoju (mama na pewno się ucieszy), a następnie zbliż do elektroskopu rurę odkurzacza, jeśli jest wykonana z tworzywa sztucznego.
- Sporządź tabelkę, w której dokonasz podziału materiałów na dwie grupy: elektryzujące się przez pocieranie i resztę, których w ten sposób naelektryzować się nie da. Jak nazywają się te rodzaje substancji?
- Spróbuj znaleźć odpowiedzi na pytania:
 - *Dlaczego nie udaje się naelektryzować metalowych przedmiotów trzymanyh w ręku?*
 - *Czy nasze ciała zachowują się jak przewodniki czy izolatory?*
 - *Na czym polega uziemienie?*
 - *W jaki sposób naelektryzować metal?*

Zbadaj rodzaje ładunków elektrycznych przez dotykanie naelektryzowanymi przedmiotami elektroskopu

- Grzebień podczas czesania zabiera z włosów niewielką część elektronów i elektryzuje się **ujemnie** (podobnie jak balonik potarty wełną). Dotknij elektroskopu grzebieniem lub balonikiem.
 - *Co stało się z częścią ładunków zgromadzonych na grzebieniu?*
 - *Jakim ładunkiem naelektryzował się elektroskop?*
- Stopniowo wprowadzaj na elektroskop ładunek dodatni z włosów lub wełny. Aby przenosić ładunek małymi porcjami zrób „próbna kulkę”, np. małą kulkę z folii aluminiowej (lub użyj małej metalowej nakrętki) zatknietą na plastikowym długopisie.
- Obserwuj zachowanie paska metalowej folii, czyli tzw. listków elektroskopu.
 - *Czy domyślasz się jak zachowają się listki przy przenoszeniu „kulka” małych ładunków ujemnych?*
- Sprawdź to, stopniowo wprowadzając na elektroskop ładunek ujemny z grzebienia lub balonu i obserwuj zachowanie listków.
 - *Czy już wiesz, jak stwierdzić czy ciało naelektryzowało się dodatnio czy ujemnie?*
- Zbadaj tą metodą znaki ładunków zgromadzonych na elektryzowanych wcześniej przedmiotach, pocierając je różnymi materiałami.
 - *Czy plastikowa linijka elektryzuje się tak samo po potarciu wełną i woreczkiem foliowym?*
- Zapisz swoje spostrzeżenia.

* bursztyn – z gr. elektron

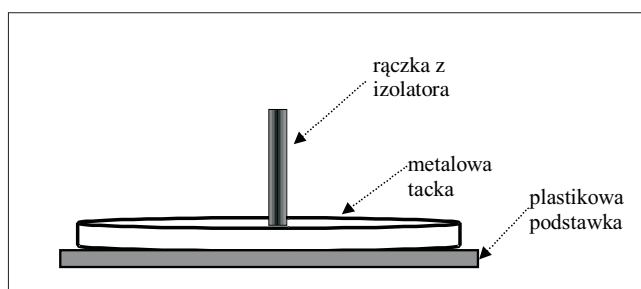
Zbliżając naelektryzowane ciała do elektroskopu elektryzowałeś go przez indukcję

- Zastanów się:
 - Co dzieje się w czasie takiego zbliżania z elektronami w metalowej części elektroskopu?
 - Dlaczego listki opadają po odsunięciu naelektryzowanego ciała?
 - Jak **trwale** naelektryzować elektroskop przez indukcję, uziemiając go w odpowiedniej chwili?
 - Czy można naelektryzować elektroskop dodatnio mając ujemnie naładowany balonik?
- Pobaw się elektroskopem, próbując znaleźć odpowiedzi na postawione pytania.

5.4. Elektrofor (chińska elektrownia)

– z greckiego „nośnik elektryczności”. Wynaleziony został przez Voltę w 1775 roku. Dzięki niemu można gromadzić ładunki potrzebne do naszych doświadczeń.

- Weź metalową okrągłą tackę bez ostrych krawędzi (np. blaszane denko od tortownicy) i przyklej do niej izolującą rączkę ze styropianowego kubka lub świecy. Możesz też włożyć kawałek styropianu w uszko pokrywy do naczyń. Następnie połóż tackę na plastikowej podstawce i elektrofor gotowy! Efekt końcowy przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Schemat budowy elektroforu

- Podczas doświadczenia **trzymaj się ściśle kolejności czynności!**
 - Potrzyj podstawkę wełną, jedwabiem lub futrem, aby ją naelektryzować.
 - Połóż na niej krążek metalowy i dotknij go palcem.
 - Zabierz palec i dopiero wtedy podnieś krążek trzymając za uchwyt.
 - Możesz teraz wywołać przeskok iskry, zbliżając do podstawki palec (albo nos), wywołać błysk w świetlówce lub przenieść ładunek na elektroskop (może warto sprawdzić, jaki rodzaj ładunku zgromadził się na płytce).
- Możesz wielokrotnie ładować krążek przez dotykanie go palcem, bez konieczności ponownego pocierania płytki.
- Naszkicuj poszczególne etapy procesu, zaznaczając wszędzie znakami „+” i „-” ładunki, które według Ciebie powinny się tam znajdować i spróbuj wyjaśnić, co się dzieje w kolejnych fazach doświadczenia.
- Może pomogą Ci poniższe pytania:
 - Którym ze znanych Ci sposobów elektryzuje się metalowy krążek?
 - Czy, Twoim zdaniem, duży ładunek przepływa z podstawki na krążek, skoro podstawka jest izolatorem, a krążek dotyka jej tylko w kilku punktach?
 - Jakie znaczenie ma dotykanie go palcem?
 - Dlaczego możemy powtarzać ładowanie krążka wielokrotnie?
 - Skąd bierze się energia iskry, skoro nie zużywamy ładunku podstawki?
 - Czy podczas odrywania krążka od podstawki wykonujemy pracę, jeżeli tak, to przeciwko jakim siłom?

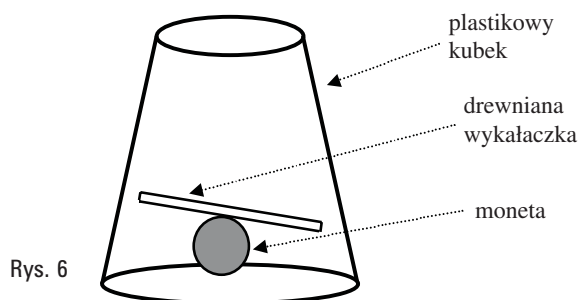
5.5. Badanie wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych

- Dotknij elektroskop plastikowym długopisem potartym o rękaw wełnianego swetra.
 - Jak zachowują się listki elektroskopu?
 - Jak oddziałują na siebie listki?
- Na sznurze do bielizny, w odległości około 20 cm od siebie, zamocuj dwa różnokolorowe baloniki zawieszone na jedwabnych nitkach o długości ok. 1 metra.

- Potrzyj balonik kilkakrotnie o swoje włosy, delikatnie go upuść i obserwuj zachowanie się balonów.
 - *W jaki sposób naelektryzował się drugi balon?*
 - *Z jakim oddziaływaniem między balonami mamy do czynienia?*
- Potrzyj jeszcze raz balonik kilkakrotnie o swoje włosy. Trzymaj go w ręce, podczas gdy ktoś inny pociera o Twoje włosy drugi balon. Delikatnie puśćcie obydwa baloniki. Co się teraz dzieje?
 - *Jak wytłumaczysz takie zachowanie się balonów? Jakie jest to oddziaływanie?*
- Dlaczego krótkie włosy po czesaniu sterczą? Jak oddziałują na siebie ładunki uzyskane przez włosy?
- Kilka baloników, nadmuchanych i potartych o wełniany sweter, przyłóż do sufitu. Balony przyczepią się do niego na kilka godzin.
 - *Teraz już na pewno wiesz, jaki ładunek posiada sufit.*
- Naelektryzuj plastikową łyżeczkę pocierając ją wełną, a następnie zbliż do wysypanych na talerz ziaren preparowanego ryżu. Co obserwujesz?
- Płytę długogrającą pocieraj przez pewien czas wełną, a potem połóż na szklanym słoiku. Uformuj z folii aluminiowej kulki wielkości grochu i rzuć je na płytę. Spróbuj przysuwać do siebie odskakujące kulki – pchełki. Jak się zachowują?
- Spróbuj przewidzieć, co się stanie, jeśli na naelektryzowany krążek **elektroforu**, obrócony uchwytem do dołu, spuścimy z pewnej wysokości mały płatek waty, a następnie sprawdź swoje przewidywania. Wyjątkowi zapaleńcy mogą zamiast waty, umieścić na krążku węża zrobionego z kawałków rdzenia bzu czarnego, nawleczonych na cienką nitkę. Trzeba tylko wcześniej wybrać się na spacer z *Atlasem drzew i krzewów*.
- Wytnij z bibułki o rozmiarach 10 x 10 cm cienkiego spiralnego węża, umieść go na blaszanej podstawce i unieś jego głowę do góry. Potrzyj wełnianym szalikiem długopis i zbliż go do węża, a zobaczysz jak prostuje się i rusza głową.
 - *Jakie znaczenie ma umieszczenie węża na blasze?*
 - *Co dzieje się z ładunkiem przekazany wężowi przez długopis?*

5.6. Efektowne doświadczenia z indukcją elektrostatyczną

- Na pinezce przyklejonej do stołu plasteliną ostrzem do góry połóż daszek ze zgiętego na pół kwadracika bibułki o boku 2 cm. Przykryj wszystko przezroczystym kubkiem plastikowym i zbliż (bez dotykania) do niego naelektryzowany wełną lub włosami balonik. Obserwuj zachowanie daszka.
- Zamiast daszka na pinezce z poprzedniego doświadczenia, możesz umieścić w kubku wykałaczkę położoną na monecie ustawionej „na sztorc” (patrz rysunek 6). Powoli poruszaj balonikiem wokół kubka.

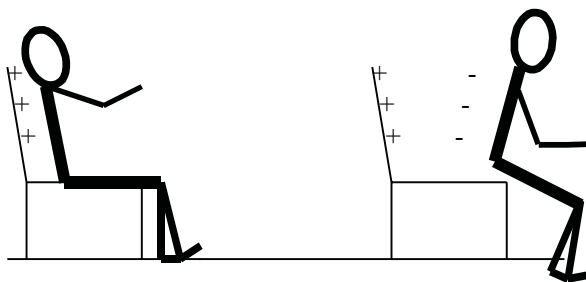


Rys. 6

- Płytę ze szkła organicznego (względnie plastikową tackę lub pokrywę od wiaderka) połóż na styropianowych lub drewnianych klockach tak, aby położona pod nią piłeczka pingpongowa (najlepiej pomalowana „srebrną farbą” – srebrem, by jej powierzchnia stała się przewodzącą) mogła się swobodnie poruszać. Następnie pocieraj płytę sukrem. Jeśli płytka jest przezroczysta, możesz pod nią umieścić małe, wycięte z bibułki motylki i obserwować ich zachowanie po potarciu płyty.
- Metalową puszkę połóż na stole tak, aby mogła się toczyć. Następnie zbliż do niej plastikową rurę od odkurzacza. Możesz też położyć puszkę na uziemionej, metalowej płycie i zbliżyć rurę.

5.7. Elektryzowanie przez zetknięcie i rozdzielenie

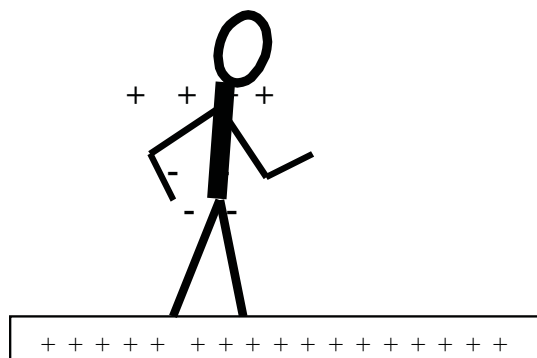
- Sprawdź za pomocą elektroskopu, czy gwałtowne rozdzielenie ściśle przylegających do siebie woreczków foliowych spowoduje ich naelektryzowanie.
- Sprawdź, czy podobny efekt uzyskasz przy zdejmowaniu wełnianego swetra. Nie powinien być on płukany z płynie zmiękczającym.
- Odwiń kilkanaście centymetrów grubej taśmy klejącej i rozetnij ją na dwa paski. Trzymając je w ręku, zbliż je (nie stykając): dwiema suchymi powierzchniami, powierzchniami klejącymi, powierzchnią klejącą i suchą. Spróbuj wytłumaczyć ich odpowiednie zachowania.
- Dwa kawałki grubej taśmy klejącej przyklej do stołu tak, by ich końce zwisały poza stół. Chwyc za obydwa końce i energicznie ściągnij kawałki taśmy ze stołu. Zbliż kawałki taśmy do siebie (nie stykaj ich).
- Jak zachowują się kawałki taśmy po zbliżeniu? O czym to świadczy?
- Po wykryciu znaku ładunków zgromadzonych na taśmie za pomocą elektroskopu powiedz, czy kawałki taśmy odebrały elektrony stołowi, czy zostawiły na nim część własnych?
- Zbadaj elektryzowanie przy wstawaniu z krzesła o konstrukcji metalowej, pokrytego materiałem z izolatora. W tym celu usiądź na krześle i po kilku ruchach (potarciu o materiał izolacyjny) szybko wstań (rysunek 7). Powtórz czynność kilkakrotnie, cały czas trzymając palec na elektroskopie.
- Krzesło i Twoje ubranie są izolatorami. W momencie oddalania pleców od powierzchni krzesła następuje rozdzielanie ładunków. Napięcie powstające podczas gwałtownego wstawania może osiągać nawet 5000 V!



Rys. 7. Schemat elektryzowania się podczas wstawania z krzesła

5.8. Elektryzowanie podczas chodzenia w nieprzewodzącym obuwiu po podłodze pokrytej linoleum lub płytkami PCV

- Potrzymaj palec na elektroskopie w czasie chodzenia po podłodze pokrytej linoleum lub płytkami PCV, albo gumowej wycieraczce. Zwróć uwagę na fakt, że ładunki pojawiają się w chwilach odrywania butów od podłogi.
 - Z którym ze sposobów elektryzowania masz tu do czynienia?
 - W odpowiedzi na to pytanie pomoże Ci poniższy rysunek.
- W czasie suchej, mroźnej pogody w trakcie chodzenia mogą wytworzyć się tak duże ładunki, że powstające napięcia sięgają 5–14 kV! Taki stopień naelektryzowania może spowodować pożar lub wybuch w pomieszczeniach, w których znajdują się mieszaniny par wybuchowych – szczególnie w salach operacyjnych, gdzie większość stosowanych do usypiania gazów tworzy z tlenem mieszaniny silnie wybuchowe.



Rys. 8. Schemat elektryzowania się podczas chodzenia

- Za pomocą elektroskopu zbadaj znak ładunku elektrycznego, który gromadzi się na powierzchni naszego ciała.
 - *Czy sądzisz, że takie ładunki mogą źle wpływać na nasze samopoczucie?*
 - *Jakie znaczenie ma bieganie boso po trawie (raczej latem, choć są „zapaleńcy”, którzy robią to przez cały rok)?*
- Zbadaj elektryzowanie się Twojego ciała w czasie chodzenia po podłodze drewnianej, dywanach z wełny i tworzyw sztucznych, płytkach ceramicznych, np. w łazience, itp.
 - *Czy efekty są takie same?*
 - *Jakie pokrycia podłogowe są Twoim zdaniem korzystne?*
- Powtórz doświadczenia, chodząc w butach na skórzanych podeszwach, jeśli uda Ci się takie znaleźć lub tekstylnych.
 - *Czy skórę, która zawsze wchłania trochę wilgoci, należy traktować jak dobry izolator?*
 - *Zaproponuj sposoby zapobiegania elektryzowaniu podczas chodzenia.*

5.9. Elektryzowanie samochodu podczas jazdy

- Kierowca, który w suchy dzień dotyka kluczykiem samochodu po zakończonej jeździe jest narażony na niegroźny, ale nieprzyjemny wstrząs elektryczny.
 - *Z jakiego powodu może elektryzować się samochód podczas jazdy?*
 - *Czy wiesz, jaki zabieg stosuje się, by zapobiec elektryzowaniu karoserii?*
 - *Jakie znaczenie ma unikanie materiałów łatwo elektryzujących się przy budowie cystern?*
 - *Jakim materiałem, Twoim zdaniem, powinien być pokryty fotel kierowcy, aby jego odzież nie elektryzowała się w czasie jazdy?*
- Samolot w czasie lotu również silnie się elektryzuje. Dlatego w ściankach samolotu są umocowane kondensatory z ostrzami do samorzutnego rozładowywania – rozpraszania ładunków. Pasażer przy wysiadaniu powinien zachować ostrożność (samolot powinien być najpierw uziemiony).

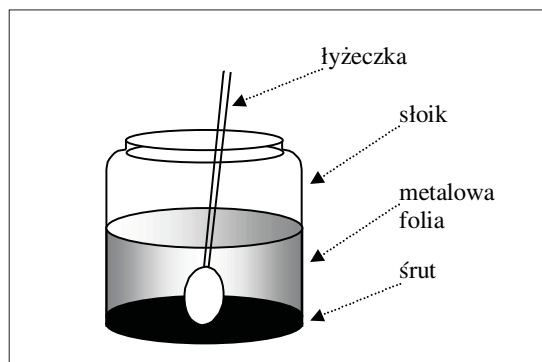
5.10. Elektryzowanie podczas przelewania cieczy lub przesypywania ciał sypkich

- Naelektryzuj nadmuchany balonik pocierając nim o swoje włosy albo wełnianą szmatką. Odkręć kran, tak aby woda wypływała z niego cienką strużką, a następnie zbliż do wypływającej wody balonik.
 - *Jak zachowuje się strumień wody po zbliżeniu balonika?*
 - *Czym można wytłumaczyć takie zachowanie?*
 - *Czy cząsteczki wody są elektrycznie obojętne?*
 - *Czy inne ciecze zachowałyby się podobnie?*
- Amerykański fizyk Robert Millikan, wyznaczając w 1911 roku doświadczalnie wartość ładunku elementarnego, użył rozpylacza, którym wytwarzał małe kropelki oliwy. Kropelki te elektryzowały się, co można było stwierdzić na podstawie ich zachowania się w polu elektrostatycznym kondensatora.
 - *Co mogło być przyczyną naelektryzowania się kropelek oliwy?*
 - *Czy potrafisz przeprowadzić podobne doświadczenie wykorzystując dezodorant (nie przesadzaj z ilością rozpylanego „zapachu”)?*
 - *Czy dysponując naelektryzowanym ujemnie balonikiem potrafisz określić ładunki tych kropelek?*
 - *Dlaczego napełnianie benzyną kanistra może spowodować wybuch? Co należy zrobić aby napełnić kanister bez ryzyka wybuchu?*
- Okazuje się, że z powodu elektryzowania się ciał niebezpieczna jest nie tylko praca na stacjach benzynowych, lecz również przy elewatorach zbożowych. Podczas napełniania elewatora zbożem, tzn. przesypywania zboża, w wyniku tarcia powstają ładunki elektryczne o olbrzymiej wartości (rzędu 60 kV), które nie odprowadzone w porę do ziemi, mogą być przyczyną potężnego wyładowania elektrycznego

5.11. Elektrostatyka a zjawiska atmosferyczne

- Na prawdziwą burzę trzeba poczekać do lata, ale w domu możesz wytworzyć małą błyskawicę. W tym celu na suchej szklance umieść metalową łyżeczkę do tortu, a na niej kawałek styropianu natartego wcześniej wełnianym szalikiem i zbliż palec do uchwytu łyżeczki. Jeśli boisz się uczucia przeskakującej iskry, zbliż trzymany w ręku klucz spełniający rolę piorunochronu.
- Umieść na suchej szklance blaszane denko od okrągłej tortownicy (jeśli zrobiłeś elektrofor, możesz wykorzystać metalowy krążek obrócony uchwytem do dołu) i połóż na nim natarty wełną balon. Zbliż palec lub klucz do blachy. Co obserwujesz?
- Aby usłyszeć trzaski wywołane przeskakiem ładunku, przyklej do stołu (najlepiej plasteliną) metalowy spinacz biurowy. Następnie z folii plastikowej wytnij pasek o wymiarach 2,5x20 cm, owiń pasek wełną i przeciągnij go przez materiał. Powtórz czynność co najmniej trzykrotnie i szybko zbliż pasek folii do spinacza. Czy słyszysz?

- **Butelka lejdejska** (nazwa pochodzi od holenderskiego miasta Lejda, w którym w 1746 roku zbudowano jedną z pierwszych butelek) służy do gromadzenia znacznych ładunków elementarnych. Możesz ją zbudować ze słoika owiniętego do 2/3 wysokości aluminiową folią. Najlepiej nakleić na ścianki i dno paski folii (dokładnie wygładzone). Wnętrze można również wykleić folią, a na dno wsypać śrut i wetknąć wełną metalową łyżeczkę. Butelkę można naładować np. za pomocą elektroforu. **Do rozładowywania lepiej użyć metalowego „rozbrajacza” (z uchwytem z izolatora), gdyż znaczne ładunki zgromadzone w butelce mogłyby porazić eksperymentatora.** O tym jak B. Franklin „nabił piorun w butelkę” możesz przeczytać w *Informacjach dodatkowych*.



Rys. 9. Schemat budowy butelki lejdejskiej

- Przypomnij sobie doświadczenie z elektroforem i trzaski podczas zdejmowania swetra. Czy widzisz podobieństwo do błyskawic i grzmotów?
- Więcej wiadomości o powstawaniu piorunów i zasadach bezpieczeństwa w czasie burzy znajdziesz w *Informacjach dodatkowych*.
- Zastanów się:
 - Którym ze znanych Ci sposobów elektryzują się chmury?
 - W jakich warunkach powietrze jest izolatorem, a kiedy przestaje nim być?
 - Czy w wypadku porażenia piorunem lepiej być mokrym, czy suchym?
 - Jakich miejsc należy unikać, przebywając w czasie burzy poza domem?
 - Czy w czasie burzy najlepiej biec, stać czy leżeć?
 - Jakie znaczenie ma kształt piorunochronu?
 - Dlaczego piorunochron musi być uziemiony?
 - Jaki ładunek gromadzi się na dachach budynków i piorunochronach, gdy nad nimi znajduje się chmura burzowa o ładunku ujemnym? Jaki to rodzaj elektryzowania?
- Samochód jest stosunkowo bezpiecznym schronieniem w czasie burzy. Dzieje się tak dzięki ekranowaniu przez metalową karoserię wnętrza samochodu od zewnętrznych pól elektrycznych. Aby zrozumieć na czym polega **ekranowanie**, wykonaj następujące doświadczenia:
- Na sznurze do bielizny, w odległości około 20 cm od siebie, zamocuj dwa baloniki, zawieszone na nitkach o długości ok. 1 metra. Naelektryzuj je kilkakrotnie pocierając o swoje włosy. Może przyda się ktoś inny pocierający o Twoje włosy drugi balon. Delikatnie puśćcie obydwie baloniki. Wsuń między naelektryzowane balony dużą, uziemioną (np. przez połączenie jej z kaloryferem) płytę metalową. Może to być blacha do pieczenia ciasta.
 - Jak zachowały się balony?
 - W jaki sposób naelektryzowała się płyta?

- **Klatka Faradaya.** Michael Faraday wszedł z elektroskopem do dużej klatki metalowej ustawionej na szklanych podstawkach. Komorę elektryzowano z zewnątrz, a badacz wewnątrz nie mógł wykryć za pomocą elektroskopu żadnych ładunków. Tymczasem bibułki umieszczone na zewnętrznej powierzchni klatki odchyłały się.
 - *Naładuj za pomocą potartego o włosy balonu metalową puszkę (np. po napojach) ustawioną na izolującej podstawce np. plastikowej tacy. Następnie spróbuj zbadać za pomocą elektroskopu i kulki próbnej, czy ładunki występują wewnątrz puszki, czy po stronie zewnętrznej.*
 - *Po której stronie klatki gromadzą się ładunki?*
 - *Co powiesz o polu elektrostatycznym wewnątrz klatki?*
- Jeśli wiesz już na czym polega ekranowanie, spróbuj odpowiedzieć na pytania:
 - *Czy samochód można traktować jak klatkę Faradaya?*
 - *Co stałoby się z ładunkami napływającymi w czasie uderzenia pioruna w karoserię?*
 - *Jakie jest wówczas pole elektryczne we wnętrzu samochodu?*
 - *Co należałoby zrobić, aby bezpiecznie wysiąść z samochodu po takim wypadku?*
 - *Czy w razie uderzenia błyskawicy w samolot pasażerowie mogą ulec porażeniu?*
- W laboratoriach przyrządy pomiarowe umieszcza się w metalowych osłonach. Spróbuj wyjaśnić, dlaczego?
- Kabel telewizyjny składa się z miedzianego drutu zatopionego w plastiku i pokrytego z zewnątrz metalową folią lub siateczką, która z kolei pokryta jest plastikową otoczką. Czy wiesz, jaką rolę pełni folia lub siateczka?

5.12. Elektrostatyka a porządki domowe

Pranie

- W Twoim domu na pewno używa się podczas prania zmiękczających płynów do płukania, które zapobiegają również elektryzowaniu się ubrań. Można też spotkać specjalne płyny antystatyczne z rozpylaczem do spryskiwania suchych ubrań.
- To doświadczenie mogą wykonać wszystkie dziewczyny oraz bardzo odważni chłopcy. W suchy, najlepiej mroźny dzień załóż elastyczne rajstopy i spódnicę z dzianiny. Czy zauważyłaś (-eś) jak „klei” się do nóg? Sprawdź naelektryzowanie spódnicy i rajstop elektroskopem.
- Powtórz doświadczenie po spryskaniu ubrania płynem antystatycznym.
- Sprawdź efekt po lekkim skropieniu ubrania wodą.
 - *Jakie jest działanie wody?*
 - *Jakie, Twoim zdaniem, jest działanie płynu?*
 - *W jaki sposób ładunki zostają zobojętnione?*
- W ciemnym pokoju zdejmij wełniany sweter. Nie powinien być on płukany z płynie zmiękczającym. Co obserwujesz? Ładunki na swetrze możesz wykryć za pomocą elektroskopu.
- Powtórz doświadczenie po wypłukaniu swetra (i oczywiście wysuszeniu).
- Sformułuj kilka hipotez na temat sposobu działania płynów w w/w sytuacjach. Zastanów się:
 - *Czy cząsteczki płynu otaczające włókna wełny mogły mieć wpływ na tarcie między nimi? Jaki?*
 - *Jakie znaczenie może mieć fakt, że wypłukany w płynie sweter dość intensywnie pachnie?*

Ścieranie kurzu

- Zbliź elektroskop lub kawałek plastikowej folii do ekranu telewizora i jego obudowy. Co zauważasz?
- Powtórz doświadczenie po spryskaniu lub przetarciu ekranu środkiem zapobiegającym osiadaniu kurzu. Na obudowę możesz nanieść emulsję do pielęgnacji mebli. Czy zaobserwowałeś jakieś różnice?
- Wypuść przypuszczenia na temat sposobu działania stosowanych środków.
 - *W jaki sposób cząsteczki emulsji, tworzące warstwę na powierzchni mebla, mogą zapobiegać elektryzowaniu?*
 - *Co dzieje się z tą warstwą po jakimś czasie?*

5.13. Pożyteczne zastosowania elektryzowania się ciał

- Walka z zapyleniem w miastach. Przy wylocie komina umieszcza się elektrody, które przyciągają naelektryzowane cząsteczki nie spalonego węgla w dymie i sadzy.
- Kserokopiarka. Za pomocą układu lamp obraz dokumentu jest rzucany (jak w projektorze przezroczym) na naładowaną dodatnio powierzchnię bębna kserokopiarki. Ładunek znika z silniej naświetlonych części bębna (jest rozpraszany), a ciemne fragmenty pozostają naelektryzowane dodatnio. Bęben przesuwany nad pojemnikiem z tonerem (czarnym pyłem drukarskim) naelektryzowanym ujemnie, którego cząstki są przyciągane do naładowanych fragmentów powierzchni. Następnie toner jest przenoszony na papier, naelektryzowany dodatnio w takim stopniu, by przyciągnąć proszek o ładunku ujemnym. Wreszcie obraz jest utrwalany przez wtopienie proszku w papier.
- Szybki ruch wirowy ziaren zboża (40 000 Hz) powoduje ich silne tarcie o siebie, połączone z rozpylaniem na mąkę i naelektryzowaniem ujemnym. Tak otrzymana mąka jest bardziej trwała (20 lat), odporna na wilgoć i psucie się, a także ma podobno większe wartości odżywcze.
- Krople wody w fontannie elektryzują się: duże – dodatnio, a małe (pozostałości błonki napięcia powierzchniowego) – ujemnie, co sprzyja wzmożeniu energii biologicznej u osób chorych m. in. na płuca, astmę.

6. Informacje dodatkowe

Jak Benjamin Franklin „nabił piorun w butelkę”?

W 1752 roku B. Franklin pokazał po raz pierwszy, że piorun jest po prostu wyładowaniem elektrycznym – tyle, że w bardzo dużej skali. W czasie burzy puszczał zaczepiony na jedwabnej nitce latawiec z metalową „antenką” wystającą ponad drzewa, połączony uziemionym sznurkiem z kluczem. Zmoczony przez deszcz latawiec wraz ze sznurkiem naelektryzował się i z klucza przy zbliżeniu palca „wypływał obficie ogień elektryczny” tak samo jak w doświadczeniach z elektryzowaniem. Od tego klucza można naładować butelkę lejdejską. Nie znaczy to jednak, że piorun dał się obłaskawić. Przy którymś z eksperymentów towarzysz Franklina uległ niestety śmiertelnemu porażeniu.

Pole elektryczne Ziemi

Gdyby udało Ci się zobaczyć pole elektryczne Ziemi, to widok byłby zatrważający. Stojąc na wzgórzu ujrzałbyś las linii pola ciągnących się aż do jonosfery. Mógłbyś też obserwować, jak ciągną się one wzdłuż horyzontu, by zgromadzić się w ognisku burzy. Ziemskie pole elektryczne jest bardzo dynamiczne, z powodu tysięcy burz stale występujących na naszej planecie, dając w ciągu sekundy setki świecących błyskawic i dostarczając ziemi w kroplach deszczu niewyobrażalną liczbę ładunków. Żyjemy więc na powierzchni „oceanu” ujemnych ładunków elektrycznych wytwarzających pole o natężeniu około 100 V/m (oznacza to, że gdy stoimy, różnica potencjałów pomiędzy głową a stopami wynosi około 200 V). W czasie burzy wartość natężenia może wzrosnąć nawet do 20 kV/m. Na szczęście w powietrzu jest mało swobodnych ładunków elektrycznych (elektronów i jonów dodatnich) i pomimo tak wysokiego napięcia nie powstaje prąd o dużym natężeniu, który z pewnością by nas poraził.

Elektryzowanie chmur

Sprzyjające wyładowaniom warunki powstają wówczas, gdy w wyniku silnego pochłaniania promieniowania słonecznego przez ziemię podnosi się temperatura najniższej warstwy powietrza. Rozgrzane powietrze bardzo szybko wznosi się do góry, rozpoczynając proces pionowego mieszania się powietrza w atmosferze (konwekcji). Na pewnej wysokości powietrze ochładza się, a para wodna w nim zawarta krystalizuje w kryształki lodu, tworząc gigantyczną pionową chmurę typu *Cumulonimbus*. Gwałtownie wysuszone powietrze staje się dobrym izolatorem elektrycznym, umożliwiającym gromadzenie ładunków elektrycznych.

Mechanizm powstawania pioruna

Piorun jest iskrowym wyładowaniem elektrycznym. Mechanizm jego powstawania jest skomplikowany, ale zaczyna się zawsze od jonizacji zderzeniowej powietrza. W normalnych warunkach prawie wszystkie cząsteczki powietrza są elektrycznie obojętne – zawierają tyle samo elektronów ile protonów, dzięki czemu powietrze nie jest przewodnikiem, lecz izolatorem. Zawsze jednak występuje w nim pewna niewielka liczba jonów i swobodnych

elektronów. W dostatecznie silnym polu elektrycznym te nieliczne naładowane cząstki mogą między kolejnymi zderzeniami rozpędzić się do tak dużych prędkości, że zderzając się, jonizują cząsteczki obojętne. Nowopowstałe jony i elektrony znowu są rozpędzane i mogą jonizować kolejne cząsteczki. W taki sposób lawinowo narasta liczba jonów w powietrzu i jednocześnie wzrasta temperatura (dzięki lokalnemu wzrostowi średniej energii kinetycznej ruchu cząsteczek powietrza), co sprzyja dalszej jonizacji. Nie każda taka lawinowa jonizacja prowadzi do wyładowania iskrowego na wielką skalę. Najczęściej lawina przestaje narastać i zanika, ale toruje drogę następnej. Każda błyskawica składa się z wielu bardzo szybko następujących po sobie, przebiegających po tej samej drodze i sięgających coraz dalej błyskawic.

Błyskawice mogą przebiegać między różnolodnie naładowanymi chmurami lub między chmurami a ziemią. Poza najczęściej obserwowanymi błyskawicami „liniowymi”, występują też niezwykle tajemnicze pioruny kuliste.

Piorunochron

Najsilniejsze pola elektryczne występują zawsze w sąsiedztwie załamań i ostrzy naładowanych przewodników, połączonych z ziemią. Piorunochrony zakończone są ostrzami lub miotłkami z cienkich drucików właśnie po to, aby stworzyć korzystne warunki jonizacji zderzeniowej. Piorunochrony nie odstraszały piorunów, lecz przeciwnie, wywołują je w pożądanym miejscu, tak by ładunek mógł spłynąć do ziemi po grubym przewodzie nie czyniąc szkody.

Niebezpieczeństwo porażenia piorunem

Oczywiście na uderzenie pioruna narażone są samotnie stojące drzewa, sieć elektryczna i człowiek idący po płaskim terenie, ponieważ podobnie jak piorunochron, zostają one naładowane w drodze indukcji ładunkiem przeciwnym niż chmury. Bieżąca woda szybko odprowadza ładunki do ziemi, i napływając może się ponownie naładować od chmur, dlatego nie należy przebywać w jej pobliżu.

Na drzewie, w które uderzył piorun, widać wyraźny ślad. To soki drzewa zawarte (w łyku) pod korą i przewodzące ładunki z błyskawicy, pod wpływem ogromnej energii elektrycznej zamienionej w ciepłą, gwałtownie parują. Ciśnienie tej pary rozsada zewnętrzne warstwy pnia drzewa.

Jeśli burza zastanie Cię na dworze, nie biegnij. Gdy znajdziesz się w pobliżu miejsca, w które uderzył piorun, między Twoimi stopami może powstać różnica potencjałów związana z ich różną odległością od miejsca rażenia. To „napięcie kroków” rozładowuje się przez ciało, ponieważ ono lepiej przewodzi prąd niż ziemia. Jeśli kucniesz ze złączonymi nogami w zagłębieniu terenu, prąd przepłynie pod Tobą tak, jak pod ptakiem siedzącym na drucie wysokiego napięcia. Konie i krowy są szczególnie zagrożone ze względu na duży odstęp między przednimi i tylnymi nogami.

LITERATURA

- [1] M. Siemiński, *Fizyka zagrożeń środowiska*, PWN, Warszawa 1994.
- [2] H. Backe, *Z fizyką za pan brat*, Państw. Wyd. „Iskry”, Warszawa 1968.
- [3] J. Blinowski, *Samochodem przez fizykę*, cz. II, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 1997.
- [4] H.J.Press, *Przez zabawę do nauki*, Wyd. MARBA CROWN LTD., Warszawa 1997.
- [5] J. VanCleave, *Fizyka dla każdego dziecka. 101 ciekawych doświadczeń*, WSiP, Warszawa 1994.
- [6] J. VanCleave, *Chemia dla każdego dziecka. 101 ciekawych doświadczeń*, WSiP, Warszawa 1993.
- [7] B. Tokar, D. Tokar, B. Pędzisz, *Wykorzystanie przedmiotów i materiałów codziennego użytku do doświadczeń fizycznych*, WSP w Opolu, Opole 1994.
- [8] J. Maciejewski, P. Rukuszewicz, *Zbiór zadań i pytań z fizyki. Część IV. Elektryczność*, PZWS Warszawa 1967.
- [9] K.T. Widelski, *Elektrony wokół nas*, Wyd. Czasopism i Książek Techn. NOT-SIGMA, Warszawa 1985.
- [10] E.M. Rogers, *Fizyka dla dociekliwych. Część IV. Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1960.
- [11] A. Drzewiński, J. Wojtkiewicz, *Opowieści z historii fizyki*, PWN, Warszawa 1995.
- [12] L. Gonick, A. Huffman, *Fizyka w obrazkach*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- [13] „Świat Nauki” Wrzesień 1999.
- [14] „Świat Nauki” Październik 1997.
- [15] „Świat Nauki” Grudzień 1996.
- [16] „Fizyka w szkole” nr 4/1984.
- [17] „Wiedza i Życie” nr 11/ 1998.

BARWY. BARWNIKI NATURALNE I SZTUCZNE

Aleksandra Kapiszka, Liceum Ogólnokształcące w Kaliszu Pomorskim

Wprowadzenie

Większość informacji o otaczającym nas świecie dociera do nas przez narząd wzroku. Nasze oczy dostarczają nam wielu informacji o kształcie, ruchu, odległości oraz o barwach. Barwy przedmiotów są nierozzerwalnie związane z naszymi wyobrażeniami o nich.

Ludzie zawsze reagowali emocjonalnie na kolor. Artykuły żywnościowe od dawien dawna musiały mieć określone barwy, aby sprawiać wrażenie smacznych, czy choćby jadalnych. Ładniejsze kolory zawsze wiązano z większą dojrzałością, świeżością, lepszą jakością. Dlatego też podczas produkcji i przetwarzania żywności dodaje się do niej barwniki. Mogą być one pochodzenia naturalnego lub są uzyskiwane syntetycznie. Dopuszcza się je do użycia, jeśli nie stanowią ryzyka dla konsumenta. Stosowanie barwników nasuwa wiele wątpliwości. Konsumentom chcieliby wiedzieć, czy stosowanie barwników ma na celu zatuszowanie niedbalstwa w procesie produkcji, czy dodawane substancje nie są szkodliwe dla zdrowia, czy wolno barwić wszystkie, nawet podstawowe artykuły. Czasami w ich świadomości powstają fałszywe wyobrażenia na temat stosowania substancji barwiących.

Zaproponowane poniżej ćwiczenia mają na celu zapoznanie uczniów z mechanizmem widzenia barw oraz barwnymi substancjami w żywności.

Cele edukacyjne

1. Powiązanie wiedzy i umiejętności uczniów z różnych dziedzin, przede wszystkim z fizyki, chemii i biologii
2. Uświadomienie relacji między tym, co jest uczniom znane na co dzień, a fizyką i chemią
3. Rozwinięcie umiejętności korzystania przez uczniów z informacji z różnych źródeł
4. Kształtowanie umiejętności pracy w grupie
5. Doskonalenie porozumiewania się, rozumienia instrukcji do ćwiczeń i umiejętnego sporządzania sprawozdań
6. Nabycie rozumienia mechanizmu powstawania widma słonecznego, mieszania barw oraz działania barwnych filtrów
7. Zwrócenie uwagi na powiązania zagadnień społecznych z problemami typowymi dla nauk przyrodniczych (stosowanie sztucznych barwników) i ukształtowanie odpowiedniej, prozdrowotnej postawy w tym zakresie

Pojęcia naukowe

- którymi uczeń już dysponuje:
widma fal elektromagnetycznych, światło widzialne, długość fali, jednostki długości fali, odbicie światła, załamanie światła, soczewka, bieg promienia w soczewkach, związek kąta załamania z długością fali,
- z którymi się zapozna:
rozszerzenie światła białego, barwy podstawowe, pochodne i dopełniające, daltonizm, filtry światła, barwniki spożywcze.

Pomoce potrzebne do nauczania:

- źródło światła białego,
- pryzmat,
- soczewka skupiająca,
- wielobarwny krążek (Newtona),
- filtry światła,
- papierowe kwadraciki w różnych kolorach,

- wykonane z kartonu, szpilek i kawałków korka „bączki”,
- barwniki spożywcze,
- benzyna,
- wodorosiarczan (V) sodu,
- amoniak,
- chlorek sodu (roztwór 1-procentowy),
- stężone kwasy: solny, azotowy (V), siarkowy (VI),
- metanol,
- sprzęt laboratoryjny: zlewki, parownice, lejek, saszki z bibuły, krystalizatory, pipety, bibuła chromatograficzna, płytki do chromatografii,
- chłodnica zwrotna.

PRZEWODNIK DLA UCZNIA

I. Jaką barwę ma światło białe?

Światło białe (żarówka, słoneczne) często nazywamy białym. Światło białe jest mieszaniną fal elektromagnetycznych o różnych długościach. Nie wszystkie są dla nas widzialne. Nasze oko rejestruje tylko fale o długościach od 400 nm do 700 nm. Te najkrótsze interpretujemy jako barwę fioletową, a najdłuższe – czerwoną. Aby zobaczyć wszystkie barwy w wiązce białego światła, wykonaj następujące doświadczenia:

1. Za pomocą pryzmatu i silnego źródła światła białego spróbuj na kartce papieru uzyskać widmo. Opisz, co zobaczysz i co zaobserwowałeś. Narysuj bieg promienia świetlnego w pryzmacie.
2. Widmem światła białego jest także – tęcza, przepiękne barwne zjawisko, o którym mówi się „kolorowa brama do nieba” lub „dziecko deszczu i słońca”. Krople deszczu pełnią rolę pryzmatów. Promienie, padając na nie, są załamane i rozszczepiane na powierzchni, a następnie całkowicie odbijane wewnątrz.

Wykonaj próbę otrzymania tęczy w pomieszczeniu w następujący sposób: napełnij wodą kulistą butelkę lub okrągłą kolbę laboratoryjną. Pomieszczenie należy zaciemnić, zostawiając tylko mały otwór w zasłoniętym oknie. Kolbę ustaw na drodze wiązki promieni. Co zaobserwowałeś?

II. Dlaczego widzimy barwy?

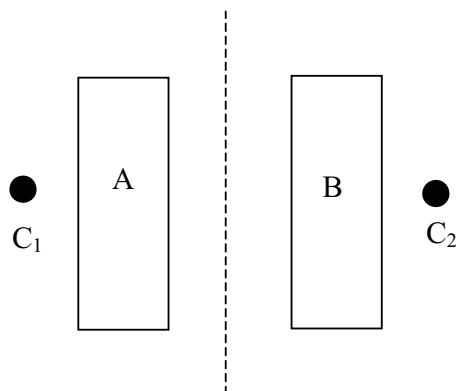
1. W ciemnym pomieszczeniu umieść przedmioty o różnych barwach, np. czerwone i niebieskie. Stopniowo je oświetlaj. Zanotuj swoje obserwacje. Spróbuj je wyjaśnić na podstawie informacji o odbieraniu barw przez oko (patrz: „Pomoc dla ucznia”).
2. Wytnij z kartonu 8 jednakowych rozmiarów prostokątów o różnych kolorach: żółty, czerwony, pomarańczowy, różowy, zielony, jasnoniebieski, granatowy, fioletowy. Postaraj się ułożyć je według jasności. Zapisz kolejność. Zaciemnij pomieszczenie (musi być tak ciemno, żebyś nic nie widział). Gdy twój wzrok zacznie przyzwyczajać się do ciemności, ułóż kolorowe prostokąty według jasności i zapal światło. Porównaj kolejność kwadratów.

III. Mieszanie barw

1. Podobnie jak w doświadczeniu I, otrzymaj widmo światła białego. Na drodze światła wychodzącego z pryzmatu ustaw soczewkę. Co zaobserwowałeś? Wykonaj odpowiedni rysunek.
2. Użyj (z pomocą kolegów) trzech latarek z barwnymi filtrami (filtry te wytnij z kolorowej folii): czerwonym, niebieskim i zielonym. Skieruj wiązki światła na ekran. Obserwuj, jakie barwy powstają, gdy barwne smugi nakładają się na siebie. Pokoloruj rysunek:

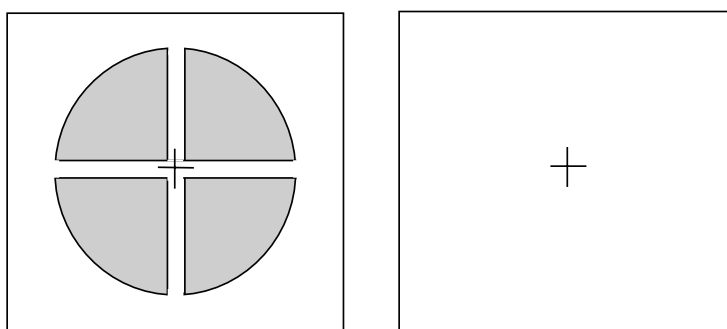


- Wpraw w ruch wielobarwny krążek Newtona znajdujący się w pracowni. Zapisz swoje obserwacje.
- Wykonaj z papieru „bączki”: przygotuj kółka o średnicy kilku centymetrów i pokoloruj je, używając barw podstawowych w różnych proporcjach. Przekłuj każde kółko szpilką, nałóż nad i pod nim kawałki korka. Obserwuj barwy powstałe w wyniku obrotu kolorowych bączków.
Zamiast wykonywać bączki, można zawiesić krążki na niezbyt długich kawałkach nitki i obracać między palcami.
- Przygotuj sproszkowaną kredę w różnych kolorach. Mieszaj niewielkie ilości proszków różnej barwy i obserwuj efekty.
- Przygotuj zestaw pokazany na poniższym rysunku:



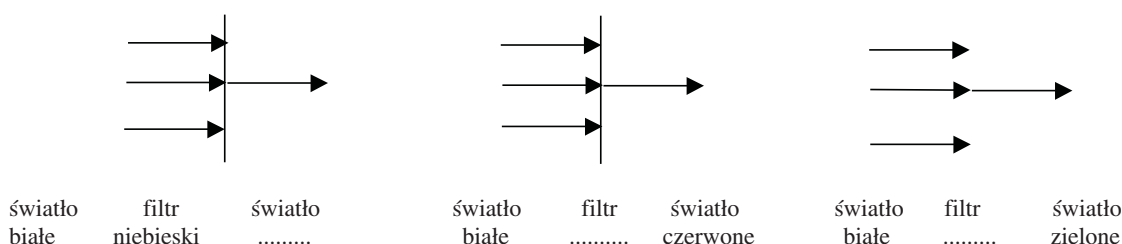
Prostokąty A i B pomaluj: jeden na czerwono, drugi na błękitno lub jeden na niebiesko, drugi na żółto. Kółka C_1 i C_2 powinny być czarne. Wzdłuż linii przerywanej umieść karton o wysokości 25 cm. Opuść głowę tak nisko, aby krawędź kartonu pokrywała się z linią nosa. Wpatruj się w rysunek, aż kółeczka C_1 i C_2 się pokryją. Znikną wtedy z pola widzenia kolorowe prostokąty. Co zobaczylesz zamiast nich?

- Przygotuj rysunek, jak poniżej. Ćwiartki koła w kwadracie po lewej stronie pomaluj na czerwono, zielono, żółto i niebiesko. Obserwuj przez minutę środek tego kolorowego rysunku. Potem przesuń wzrok na jednobarwny rysunek po prawej stronie. Co zauważyłeś? Spróbuj wyjaśnić obserwowany efekt.



IV. Filtry

- Uzyskaj widmo światła białego na kartce papieru lub ekranie. Następnie na drodze światła wychodzącego z pryzmatu umieść czerwoną płytkę szklaną. Co dzieje się z widmem? Powtórz eksperyment z płytką niebieską, a następnie zieloną. Użyj także wszystkich trzech płytek równocześnie. Zanotuj obserwacje. Wykonaj rysunki jak poniżej, uzupełnij podpisy.



2. Wypełnij tabelkę, opisując, jak zmieniałyby się kolory przedmiotów w świetle o różnej barwie.

barwa światła	przedmiot czerwony	przedmiot biały
czerwone		
zielone		
niebieskie		

Zaproponuj sposób sprawdzenia swoich przewidywań. Po konsultacji z nauczycielem przeprowadź odpowiednie próby, aby porównać wyniki doświadczenia z twoimi przypuszczeniami.

Uzupełnij zdania:

Barwny filtr przepuszcza tylko światło o barwie Pozostałe składniki światła białego zostają

V. Barwniki spożywcze

Produkcja i przetwarzanie żywności wiąże się z dodawaniem do niej różnych dodatków, między innymi barwników. Mogą one być pochodzenia naturalnego, lub są uzyskiwane syntetycznie. Barwa produktów ma duże znaczenie dla walorów smakowych, dlatego barwi się je, aby wyrównać osłabienie zabarwienia naturalnego produktów pasteryzowanych lub sterylizowanych, aby wzmocnić barwę produktu, który wykazuje mniej intensywne zabarwienie niż oczekiwane przez konsumenta, a także aby nadać barwę produktom bezbarwnym. Barwniki dopuszcza się do użycia, jeśli nie stanowią zagrożenia dla zdrowia konsumenta. W krajach europejskich oznacza się je literą E oraz trzycyfrową liczbą.

1. Używając barwników naturalnych, np. soku z buraków, karmelu, soku z różnych owoców, zabarw pospolite artykuły spożywcze, np. mleko i sprawdź, jak potencjalni konsumenci reagują na produkty o nienaturalnej barwie. Zaplanuj i opisz swoje badania. Zastanów się, jakie znaczenie ma dla nas barwa artykułów żywnościowych.
2. Zgromadź opakowania różnych artykułów spożywczych. Przyjrzyj się opisowi składu tych artykułów, wynotuj występujące w nich barwniki. Korzystając z zamieszczonych w „Pomocy dla uczniów” tabel podaj sposób ich oznaczenia, nazwę oraz pochodzenie (naturalne, syntetyczne).
3. Sprawdź jednorodność barwnika spożywczego.
Odczynniki: barwnik spożywczy
Sprzęt: zlewka

Do zlewki o pojemności 400 cm³ nalej wody destylowanej, a następnie dodaj szczyptę barwnika. Zlewkę ustaw na białej kartce papieru. Jeśli zaobserwujesz kolorowe smugi podczas rozpuszczania się barwnika, oznacza to, że jest on niejednorodny.

4. Przeprowadź doświadczenia pozwalające wykryć barwniki syntetyczne
Odczynniki: 10% roztwór wodorosiarczanu VI) sodu NaHSO₄, 1% roztwór amoniaku NH₃ aq, benzyna, barwnik spożywczy.
Sprzęt: zlewka, parownice, lejek, sącze z bibuły.

Przygotuj kawałki białej wełny. Wyplucz ją w benzynie w celu odtłuszczenia. Przygotowaną próbkę 20 g badanego barwnika rozpuść w 100 cm³ wrzącej wody i przesącz. 20 cm³ przesącza wlej do parownicy i włóż do środka kawałek wełny. Wyjmij ją, wyplucz w wodzie i porównaj z danymi umieszczonymi w tabeli. Następnie wyplukaną wełnę ogrzej w drugiej parownicy z 10 cm³ 1% roztworu amoniaku, do którego przechodzi barwnik syntetyczny. Wyjmij wełnę, roztwór zakwasz 10% NaHSO₄ i włóż do niego nowy kawałek wełny. Parownicę ogrzewaj przez 10 minut. Jeżeli w tym roztworze wełna się zabarwi się, świadczy to o obecności barwników syntetycznych. Zidentyfikuj je na podstawie tabeli 3.

5. Przeprowadź doświadczenia pozwalające wykryć barwniki naturalne

Odczynniki: metanol, stężone kwasy: siarkowy (VI) H_2SO_4 , azotowy (V) HNO_3 i solny HCl .

Sprzęt: palnik, kolba, chłodnica zwrotna, parowniczkę, pipeta

Próbkę artykułu spożywczego gotuj w kolbce z chłodnicą zwrotną z 50–60 ml metanolu, po czym zawartość ostudź w wodzie z lodem. Obce barwniki przechodzą do metanolu, który bada się następująco: do 3 parowniczek porcelanowych pobierz po 10 kropli przesącza, odparuj prawie do sucha. Do pozostałości dodaj po 1 kropli H_2SO_4 , HNO_3 , HCl (stężonych), po czym obserwuj zabarwienie pozostałości w parowniczkach i porównaj z podanym opisem zmian barwy (tabela 4).

6. Przeprowadź chromatograficzny rozdział barwników syntetycznych

Odczynniki: 1% roztwór chlorku sodu NaCl i amoniaku NH_3 aq, 0,001 – 0,002% roztwór barwników, 10% roztwór wodorosiarczanu (VI) sodu NaHSO_4 .

Sprzęt: krystalizatory, bibuła chromatograficzna, płytki do chromatografii, pipeta.

Na krążek bibuły chromatograficznej nanieś w odległości 3 cm^3 od środka (w czterech miejscach) po kropli roztworu barwnika. Bibułę umieść między szklanymi płytkami, a knot zanurz w krystalizatorze z roztworem NaCl . Odczekaj około 60 minut. Równocześnie prowadź przygotowany identycznie rozdział chromatograficzny w wodzie destylowanej i 1% roztworze amoniaku. Otrzymane w postaci koncentrycznych pasków chromatogramy wysusz (np. suszarką do włosów). Do dalszej pracy wybierz ten, na którym barwniki zostały najlepiej rozdzielone. Wytnij nożyczkami poszczególne barwne paski, potnij na drobne kawałki i umieść w próbkach. Do każdej próbki wlej po 1 cm^3 wody, zakwasz 10% NaHSO_4 . Włóż kawałki wełny i ogrzej małym płomieniem. Na podstawie zabarwienia wełny (tabela 3) określ nazwy barwników.

7. Po zapoznaniu się z materiałami dotyczącymi barwników spożywczych przedyskutuj z kolegami w grupie odpowiedzi na pytania:

- Czy barwa artykułu spożywczego ma dla nas znaczenie? Czy jej „poprawianie” jest dla nas konieczne?
- Czy dodawane substancje nie są szkodliwe dla zdrowia?
- Czy producenci nie wprowadzają klienta w błąd używając barwników?
- Czy stosowanie barwników ma na celu zatuszowanie niedbalstwa w procesie produkcji?
- Czy ze względu na zdrowie konsumentów powinno się stosować wyłącznie barwniki naturalne?

Przygotujcie się do dyskusji na temat oceny barwników spożywczych, sporządzając „drzewko decyzyjne”.

PRZEWODNIK DLA NAUCZYCIELA

Ćwiczenia mają na celu:

- utrwalenie wiedzy o świetle widzialnym, rozszczepieniu światła, procesie widzenia barw i zaburzeniach tego procesu,
- uświadomienie relacji między tym, co uczniom znane jest na co dzień (np. barwione słodycze) a fizyką i chemią,
- zwrócenie uwagi na przesady pojawiające się w życiu codziennym (np. wszystkie barwniki są szkodliwe, natura jest zawsze dobra, chemia jest zawsze zła),
- zaznajomienie z rzeczywistymi i pozornymi niebezpieczeństwami stosowania barwników spożywczych,
- wyjaśnianie wątpliwości dotyczących używania barwników w sposób naukowy,
- zwrócenie uwagi na powiązania zagadnień społecznych z problemami typowymi dla nauk przyrodniczych.

Strategia nauczania

1. Punktem wyjścia do zajęć może być problem stosowania barwnych dodatków do żywności. Można zaproponować uczniom zastanowienie się nad tym, jak reagują stwierdzając, że spożywany przez nich produkt zawiera naturalne bądź sztuczne barwniki. Wątpliwości można sformułować w postaci pytań, np.

- Czy stosowanie barwników jest potrzebne?
- Czy przez użycie barwników nie wprowadza się nas w błąd?
- Czy stosowane do barwienia substancje nie są szkodliwe dla zdrowia?

2. Proponujemy uczniom wykonanie serii doświadczeń mających na celu zapoznanie się z zagadnieniami dotyczącymi widzenia barw.
3. Uczniowie wykonują ćwiczenia w grupach, opisują ich przebieg, formułują wnioski. Wygodnie jest posłużyć się arkuszami pracy.
4. Z proponowanych doświadczeń można wykonać tylko niektóre, a pracę rozłożyć w czasie w dowolny sposób. Niektóre z doświadczeń trzeba wykonać w formie pokazu, niektóre mogą stanowić zadanie domowe.
5. Do kilku eksperymentów uczniowie powinni przygotować się wcześniej (wykonać kolorowe „bączki”, barwne kwadraty itp.).

Osiąganie celów nauczania:

Cel	Sposób jego uzyskania
1. Powiązanie wiedzy i umiejętności uczniów z różnych dziedzin, przede wszystkim fizyki, chemii i biologii	Wykonywanie doświadczeń, wypełnianie arkuszy pracy, praca z tekstem
2. Uświadomienie relacji między tym, co jest uczniom znane na co dzień a fizyką i chemią	Uświadomienie sobie, dlaczego widzimy barwy, jakie związki chemiczne są odpowiedzialne za barwę produktów spożywczych
3. Rozwinięcie umiejętności korzystania przez uczniów z informacji z różnych źródeł	Poszukiwanie informacji na temat barwników spożywczych w czasopismach popularnonaukowych, książkach, w Internecie
4. Umiejętność pracy w grupie	Podział zadań w grupie, dyskusja nad wnioskami, wspólne sporządzanie notatek
5. Porozumiewanie się, rozumienie instrukcji do ćwiczeń, umiejętne sporządzanie sprawozdań	Wykonywanie ćwiczeń według instrukcji, poprawne wypełnienie arkuszy pracy, dyskusja w obrębie grupy
6. Rozumienie mechanizmu powstawania widma słonecznego, mieszania barw oraz działania barwnych filtrów	Wykonanie doświadczeń, sporządzenie rysunków, notowanie obserwacji i wniosków
7. Zwrócenie uwagi na powiązania zagadnień społecznych z problemami typowymi dla nauk przyrodniczych (stosowanie sztucznych barwników)	Próba rozstrzygnięcia problemu skutków stosowania dodatków barwiących do żywności – dyskusja

Ocenianie

Formatywna strategia oceniania:

- Ocena wartości społecznej (cel 2 i 7)
- Umiejętność posługiwania się metodą naukową (cel 1 i 3)
- Ocena osobistych umiejętności (cel 4 i 5)
- Zdolność do myślenia w kategoriach naukowych (6)

POMOC DLA UCZNIA

Widzenie barwne

Oko ludzkie może widzieć nawet do 10 milionów różnych odcieni barw. O świetle słonecznym mówimy, że jest „białe”. W rzeczywistości składa się z fal elektromagnetycznych o nieznacznie różniących się długościach w zakresie 380–788 nm. Nasze oczy rejestrują fale tak niewiele różniące się długością jako zróżnicowane, a mózg interpretuje efekty ich działania jako różne kolory. Liczne barwne materiały zawierają związki chemiczne zwane barwnikami. Światło padające na nie jest zarówno pochłaniane, jak i rozpraszane, ale w różnym stopniu. Oznacza to, że promienie o jednej barwie są pochłaniane bardziej, a o innej barwie – mniej. Część nie pochłonięta, zwana światłem rozproszonym, wpada do naszego oka, wywołując wrażenie określonej barwy. Na przykład kolor zielony powstaje przez pochłonięcie promieni czerwonych, czerwony przez pochłonięcie zielonych. Liście widzimy więc jako zielone, ponieważ rozproszone przez nie promienie zielone trafiają do naszego oka, a pozostałe ulegają pochłonięciu.

Siatkówka oka zbudowana jest z około 130 milionów światłoczułych komórek zwanych pręcikami i czopkami. Pręciki są bardziej wrażliwe na światło, ale nie odróżniają barw poza niebieską i zieloną. Czopki rozróżniają bar-

wy i umożliwiają ostrzejsze widzenie. W bardzo jasnym świetle pręciki przestają być aktywne, a czopki pracują nadal. Kiedy światło gaśnie, pręciki stają się znów aktywne.

Zaburzenia widzenia barw

Nie wszyscy ludzie prawidłowo rozróżniają barwy. Zaburzenia widzenia barw mogą być wrodzone lub nabyte. Przyczyną nieprawidłowego widzenia barw jest wadliwe działanie barwnych receptorów w oku. U niektórych osób działają na przykład dwa spośród trzech rodzajów receptorów barwnych, u innych trzy, ale działanie jednego z nich odbiega od normy.

Niewielu ludzi całkowicie nie rozróżnia barw. Najczęściej występuje ślepotą na barwę czerwoną i zieloną. Ludzie nią dotknięci nie odróżniają koloru czerwonego od zielonego. Nazywa się ich daltonistami. Wada ta jest dziedziczna. Zdecydowanie częściej występuje u mężczyzn niż u kobiet. Nie można jej wyleczyć, ale niewiele jest sytuacji, w których staje się prawdziwym problemem. Jednak wykonywanie wielu zawodów, na przykład kierowcy czy maszyniści, wymaga prawidłowego rozpoznawania barw. Wynika stąd konieczność dokładnego badania widzenia barw u pracowników i kandydatów do takich zawodów. Służą do tego tzw. tablice pseudoizochromatyczne, zawierające barwne znaki i tło w postaci pastelowych, delikatnych kropek; badany próbuje odczytać znaki. Badanie za pomocą tablic pseudoizochromatycznych pozwala stwierdzić, czy badany prawidłowo rozpoznaje barwy.

Widzenie o zmierzchu

Oko jest narządem selektywnym: siła bodźca zależy nie tylko od wielkości oświetlenia, ale także od jego rodzaju. Przy silnym oświetleniu pręciki są nieczynne. Znajdujący się w nich barwnik – purpura wzrokowa – rozkłada się pod wpływem światła. Dopiero po jakimś czasie przebywania w ciemności barwnik się regeneruje – wzrok przyzwyczaja się do ciemności. Maksimum czułości widmowej pręcików jest przesunięte w stronę fal krótkich (kolor niebieski) w porównaniu z wypadkową czułością czopków (trzy rodzaje odbiorników mają swoje maksima czułości dla światła niebieskiego, zielonego i czerwonego). W ciemnym pomieszczeniu dostrzegamy tylko szare kolory, stąd powiedzenie „w ciemności wszystkie koty są szare”. Przy stopniowym wzmacnianiu oświetlenia zaczynamy dostrzegać barwy przedmiotów. Przedmiot niebieski wydaje się w ciemnym pomieszczeniu o wiele jaśniejszy od czerwonego, który jest prawie niewidoczny. Oko adaptowane do ciemności wykazuje małą wrażliwość na czerwień, jest natomiast bardzo wrażliwe na barwę niebieską. Oko adaptowane do jasności jest najbardziej czułe na barwę żółto-zieloną.

Barwy podstawowe, pochodne, dopełniające

Przy odpowiednio silnym natężeniu światła zaczynają działać czopki. Posiadają one trzy rodzaje odbiorników światła o różnych widmowych rozkładach czułości. Światło barwne wpadające do oka wytwarza w czopkach trzy sygnały. W zależności od barwy światła pozostają one w różnych proporcjach.

Ponieważ maksima czułości trzech rodzajów odbiorników wypadają dla światła niebieskiego, zielonego i czerwonego, przyjęto te trzy barwy jako podstawowe. Przez mieszanie można z trzech barw podstawowych otrzymać wszystkie inne. Zmieszanie dwóch barw podstawowych w równych proporcjach daje tzw. barwę pochodną. Barwy pochodne to żółty, błękit i purpura. Każda z barw podstawowych ma dopełniającą ją barwę pochodną, np. niebieski – żółty, czerwony – błękitny, zielony – purpurowy. Ze zmieszania barw podstawowych powstaje światło białe. Taki sam efekt otrzymamy mieszając barwy pochodne lub barwy dopełniające.

Barwienie artykułów spożywczych

Barwa przedmiotów jest nierozzerwalnie związana z naszymi wyobrażeniami o nich. Dotyczy to także żywności. Barwienie produktów spożywczych jest wskazane i prawnie dozwolone dla skompensowania naturalnego zabarwienia, np. produktów pasteryzowanych, aby uzyskać produkt pozbawiony niejednorodności w intensywności zabarwienia, dla wzmocnienia barwy oraz w produktach pierwotnie bezbarwnych.

Artykuły spożywcze barwi się używając substancji naturalnych bądź syntetycznych. Najczęściej stosowane barwniki naturalne to: czerwone buraki, papryka, sok pomidorowy, sok z ciemnych winogron, szpinak, karmel. Naturalne barwniki można otrzymać ekstrahując je z produktu spożywczego lub na drodze syntezy. Zarówno barwniki ekstrahowane, jak i identyczne z naturalnymi, są mniej trwałe niż syntetyczne. Ważniejsze barwniki z tej grupy to: karotenoidy, witamina B₂, antocyjany, betanina i chlorofile.

Znacznie wygodniej jest stosować barwniki syntetyczne, są one bowiem bardziej odporne na działanie wielu czynników. Dyskusje na temat barwienia żywności wzbudzają kontrowersje. Niektóre osoby odrzucają każdy sposób barwienia żywności twierdząc, że wszystkie barwniki to zagrożenie dla zdrowia, inni dopuszczają stosowanie barwników naturalnych i identycznych z naturalnymi. Producenci żywności uważają barwienie za konieczne, aby dostarczyć na rynek produktów o wysokiej i trwałej jakości. Barwniki syntetyczne nie cieszą się dobrą opinią. Przyczyną jest być może fakt wykorzystywania na początku XX w. barwnika o nazwie żółcień masłowa, który okazał się rakotwórczy. Dziś znane są już wyniki wielu badań precyzujące związek między strukturą chemiczną cząsteczki a jej wpływem kancerogennym. Można więc tak modyfikować cząsteczkę, aby jej niekorzystny wpływ na organizm wyeliminować.

Podstawą do wprowadzenia barwnika syntetycznego na listę dopuszczalnych dodatków do żywności są badania toksykologiczne. Stwierdzono, że przy ciężarze ciała 60 kg człowiek może spożyć dziennie 300 mg barwnika o wskaźniku ADI (akceptowana dawka dzienna) równym 5 mg/kg. Przeciętnie jednak człowiek spożywa rocznie tylko około 1,5 g barwników spożywczych. Ciągłe dyskusyjną pozostaje kwestia, czy niektóre barwniki syntetyczne powodują alergie.

Dzielenie barwników na naturalne i syntetyczne z powodów zdrowotnych mija się z celem. Z punktu widzenia fizjologii odżywiania to, czy słodycze są barwione za pomocą środków naturalnych czy sztucznych, jest mało istotne. Niezależnie od tego powinno ich być w naszym jadłospisie jak najmniej.

Rodzaj barwnika jest natomiast istotny przy kontroli żywności, aby sprawdzić, czy producent prawidłowo podał stosowane dodatki barwne. Poniższe tabele zawierają dane pozwalające to zweryfikować.

Tabela I. Niektóre barwniki naturalne i ich oznakowanie

Barwnik	Symbol	Zastosowanie
kompleks miedziowy chlorofilu lub ich sole sodowe bądź potasowe	E 140	do barwienia groszku konserwowego
karmel (cukier palony)	E 150	barwnik coca - coli, ciast itp.
α -, β -, γ - karoten (barwnik marchewki i podobnych roślin)	E 160	barwnik stosowany od setek lat w gospodarstwie domowym, stosowany do barwienia tłuszczów, lemoniad
węglan wapnia	E 170	biały pigment dodawany m. in. do polopiryny
ryboflawina (witamina B2)	E 101	ma ograniczoną przydatność ze względu na swoją wrażliwość na światło
biksyna	E 160b	do zabarwiania artykułów spożywczych zawierających tłuszcze
likopen	E160d	do zabarwiania artykułów spożywczych zawierających tłuszcze
chlorofil a i b	E 140	stosowany do różnych preparatów spożywczych
antocyjany (barwniki wiśni, porzeczek, ciemnych winogron)	E 163	stosowane do różnych preparatów spożywczych, mają barwy od czerwonej do niebieskiej
betanina (czerwień buraczana)	E 162	

Tabela 2. Barwniki syntetyczne dopuszczone do barwienia artykułów spożywczych

Klasa związku	Barwnik	Symbol
barwniki azowe	tetrazyna żółcień żywnościowa amarant azorubina pąs 4R czerwień brylantowa	E 102 E 110 E 123 E 122 E 124 E 151
barwniki indygo	indygotylna I	E 132
barwniki trifenylometanowe	błękit patentowy FCF zieleń brylantowa	E 131 E 142
barwniki fluoroscencyjne	erytrozyna	E 127
barwniki chinolinowe	żółcień chinolinowa	E 104

Tabela 3. Identyfikacja barwników syntetycznych

Nazwa barwnika	Barwa roztworu wodnego	Barwa wełny zabarwionej
tetrazyna G	żółta	żółta
żółcień pomarańczowa S	pomarańczowa z odcieniem czerwonym	czerwonopomarańczowa
żółcień kwaśna	żółta	żółta
toksyna nowa (czerwień koszenilowa)	czerwona	szkarłatna
szkarłat GN	czerwono-szkarłatna	pomarańczowoczerwona
azurubina	malinowa	malinowoamarantowa
amarant	amarantowoczerwona	amarantowoczerwona
indygotylna	niebieska	niebieska

Tabela 4. Identyfikacja barwników

Barwnik	Stężony H_2SO_4 wywołuje barwę	Stężony HNO_3 wywołuje barwę	Stężony HCl wywołuje barwę
Naturalny żółty tłuszcz masła	słabo karmazynowo-różową	słabo różową	po dłuższym staniu słabo różową
Armato	indygowoniebieską, przechodzącą w fioletową	niebieską, odbarwiającą się po pewnym czasie	bez zmian, tylko lekko brunatnożółtą albo brunatną
Kurkuma	czerwonofioletową	czerwonofioletową szybko znikającą	czerwonofioletową, z amoniakiem czerwono-brunatną
Szafran	ciemnoniebieską, później szybko przechodzącą przez czerwono-fioletową w czerwono-brunatną	niebieską, później szybko przechodzącą przez zieloną w czerwoną	bez zmian
Wyciąg z marchwi	brązowofioletową, purpurową, fioletową, brunatną	ciemnożółtą, później jasnożółtą	jasno-brunatną

Wyciąg z nagietka	ciemnofioletową, później zieloną	niebieską, momentalnie przechodzącą w brudnożółtozieloną	zieloną, żółtozieloną
Saflor	zieloną, niebieską, później fioletową	niebieską, później szybko jasnożółtą i odbarwiającą się	bez zmian
Żółcień anilinowy	bez zmian	bez zmian	bez zmian
Żółcień Martiusa	żółtą, przechodzącą w czerwoną	żółtą z czerwonymi kropelkami	żółty osad, z NH_3 przechodzący w pomarańczowo-czerwony
Żółcień Wiktorii	brunatną, z NH_3 żółtą	brunatną, z NH_3 żółtą	odbarwia, z NH_3 żółta barwa powraca
Żółcień Sudanowy	karmazynowo-czerwoną	karmazynowo-czerwoną	czerwoną
Żółcień metanilowy	karmazynowo-czerwoną	karmazynowo-czerwoną do fioletowej	karmazynowo-czerwoną
Żółcień masłowy	czerwoną, szybko przechodzącą w żółtą, a po dodaniu wody znowu w czerwoną	karmazynowo-czerwoną	karmazynowo-czerwoną

LITERATURA

- [1] J. Budzowski, Z. Drabent, *Metody analizy żywności*, WNT, Warszawa, 1972.
- [2] Z. Kostic, *Między zabawą a fizyką*, WNT, Warszawa, 1964.
- [3] Praca zbiorowa. Poradnik UNESCO do nauczania przedmiotów przyrodniczych, Państwowy Zakład Wydawnictw Szkolnych, Warszawa, 1970.
- [4] K. Łopata, *Chemia a środowisko*, WSiP, Warszawa, 1994.
- [5] M. Gaj, *Światło*, PZWS, Warszawa, 1964.
- [6] J. Gaj, *Laboratorium fizyczne w domu*.
- [7] K. Foulds, Fizyka, *Podręcznik dla gimnazjum, Prószyński i S-ka*, Warszawa, 1999.
- [8] A. Włodarski, *Oko, król narządów zmysłów*, „Focus”, nr 9 (1997).
- [9] L. Portacha, *Widzenie barw*, „Wiedza i Życie”, nr 2 (1992).
- [10] A. Deifel, D. Treiber, *Barwniki spożywcze*, „Chemia w Szkole”, nr 5 (1998).

POGODA – OD OBSERWACJI DO PROGNOZY

*Tadeusz Kubiak,
Zespół Szkół Mechanicznych, Elektrycznych i Elektronicznych w Toruniu
Grażyna Piskorska-Fijołek, Gimnazjum Nr 22 w Toruniu*

Wprowadzenie

Zagadnienia dotyczące pogody mogą być dobrym tematem do realizacji interdyscyplinarnych celów nauczania z zakresu fizyki, geografii, ekologii i biologii. W opracowaniu przedstawiono propozycje zadań dotyczące obserwacji i pomiaru różnych wielkości fizycznych, które informują nas o pogodzie i jej zmianach (temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne, prędkość i kierunek wiatru). Tematyka lekcji i projektów przygotowanych przez uczniów klas gimnazjalnych i licealnych dotyczy sytuacji spotykanych w życiu codziennym, np. prognozowanie pogody, budowa przyrządów meteorologicznych, obserwacje i pomiary. Dzięki temu uczeń łatwiej przyswaja sobie pojęcia naukowe, zależności i prawa fizyki atmosfery i klimatologii oraz ich zastosowania.

Cele edukacyjne

1. Zapoznanie się z faktami i pojęciami z zakresu meteorologii i klimatologii
2. Zbieranie informacji o zjawiskach pogodowych
3. Rozwijanie umiejętności prowadzenia obserwacji i badań przez samodzielne budowanie przyrządów meteorologicznych (barometru, higrometru, anemometru)
4. Rozumienie zjawisk pogodowych i wyjaśnianie ich roli w życiu człowieka i gospodarce (transport, turystyka, budownictwo, lotnictwo)
5. Rozumienie wpływu pogody na samopoczucie człowieka (meteopatia)
6. Rozwiązywanie problemów przez skuteczne komunikowanie się
7. Efektywne współdziałanie w zespole

Pojęcia naukowe

1. Pogoda i klimat
2. Ciśnienie atmosferyczne, hektopaskal
3. Układy baryczne
4. Meteopatia
5. Biometeorologia

Pomoce dydaktyczne

1. Przyrządy pomiarowe (barometr, higrometr, termometr)
2. Multimedia (filmy, CD, programy komputerowe, internet)
3. Plansze, mapy, plakaty, czasopisma

PRZEWODNIK DLA UCZNIA

Masz do wyboru pięć tematów dotyczących pogody i zjawisk pogodowych w postaci zadań szczegółowych.

Są to następujące tematy:

1. Przyrządy pomiarowe i ich budowa
2. Obserwacje i prognozowanie pogody

3. Pomiary elementów pogody i opracowanie wyników
4. Wyjaśnianie zmian pogody
5. Wpływ pogody na samopoczucie człowieka i na funkcjonowanie gospodarki

Uwagi do tematów

Możesz dokonać wyboru tematu i zapytać nauczyciela geografii lub fizyki o sposób opracowania zagadnień zawartych w poszczególnych zadaniach. Opracowanie tematu wymaga więcej czasu niż jedna godzina lekcyjna. Pracując w zespole lub samodzielnie musisz zgromadzić odpowiednie materiały i wybrać z nich selektywnie to, co dotyczy Twojego zadania.

Ad. 1. Wiedzę potrzebną na temat budowy i działania przyrządów meteorologicznych możesz znaleźć w podręcznikach do geografii, meteorologii, fizyki oraz w książkach z serii „Zrób to Sam”.

Ad. 2. Pomoc w przygotowaniu tego zagadnienia mogą stanowić przysłowia ludowe dotyczące przewidywania pogody jak np. „Gdy w Trzech Króli mrozek trzyma, będzie jeszcze długa zima”.

Ad. 3. Skorzystaj z „Informacji dodatkowych” dołączonych do opracowania. Zwróć uwagę na prawidłowe użycie jednostek układu miar.

Ad. 4. Przy wyjaśnianiu zmian pogody skorzystaj z informacji uzyskanych na lekcjach geografii i fizyki.

Ad. 5. Potrzebne wiadomości na temat wpływu pogody na samopoczucie człowieka uzyskasz między innymi słuchając prognoz meteorologicznych. Często zawierają one dodatkowe informacje dla alergików, kierowców i turystów, a także rolników.

Twoje Zadania

A. Meteorologiczne przyrządy pomiarowe i ich budowa

1. Połącz przyrządy meteorologiczne z tymi elementami pogody, do badania których służą:

solarymetr	promieniowanie całkowite
higrometr	wilgotność względna
bilansomierz	bilans radiacyjny
termometr	temperatura powietrza
psychrometr	wilgotność względna
ewaporometr	parowanie
heliograf	uśłonecznienie
areometr	prędkość i kierunek wiatru
barometr	ciśnienie atmosferyczne
deszczomierz	opady atmosferyczne

2. Przedstaw przyrządy meteorologiczne – zasadę ich działania, do czego służą, metodykę pomiarów.
3. Spróbuj skonstruować proste przyrządy: solarymetr, deszczomierz.
4. Wykorzystaj szkolny lub domowy higrometr do pomiaru wilgotności. Dokonaj odpowiednich zmian w Twoim otoczeniu, tak aby wskazania przyrządu wyraźnie różniły się od siebie. Raz niech higrometr wskazuje dużą wilgotność (90–100%), przy kolejnym pomiarze niech wskazania będą możliwie małe (10–20%).
Podpowiedzi:
 - a) Przykrywamy kloszem naczynie z gorącą wodą. Uzyskamy w ten sposób parę nasyconą i, jeżeli umieścimy wewnątrz higrometr, wskaże on wilgotność względną 100%.
 - b) Przetawiamy przyrząd w pobliże ciepłego kaloryfera. Możemy również podsuszyć go suszarką do włosów.

Czy wyżej wymienione działania mogą posłużyć do skalowania naszego higrometru?

5. W jaki sposób dokonuje się pomiaru wilgotności powietrza? Odszukaj odpowiedni opis przyrządu, który mierzy wilgotność powietrza. Jakiego typu przyrządów są stosowane w praktyce? Zwróć uwagę, że przyrządów takich używa się nie tylko w meteorologii. Można je spotkać w tunelach foliowych z uprawami roślin, w muzeach (wcale nie jako eksponaty). Spełniają tam bardzo ważną funkcję – jaką? Jeżeli masz higrometr w swoim domu – dokonaj kilku pomiarów wilgotności, np. w kuchni podczas gotowania obiadu, w pokoju, w którym silnie grzeją kaloryfery i są szczelnie zamknięte okna lub potrzymaj higrometr w pobliżu kaloryfera.
6. Jak dokonujemy pomiaru temperatury powietrza? Jakich średnich temperatur są charakterystyczne dla określonych pór roku? Podaj przykłady.
7. Jak można zbudować w prosty sposób przyrząd, który reagowałby na zmiany związane z ciśnieniem atmosferycznym?
Odszukaj opisy takich urządzeń w odpowiednich pozycjach książkowych z serii „Zrób to sam”, w podręcznikach do meteorologii, geografii, fizyki i techniki.
Narysuj ogródek meteorologiczny (jakie elementy składają się na wyposażenie?)
8. Uzupełnij tekst:
W Toruniu na Wrzosach znajduje się Dojdiesz tam ze swojej szkoły ulicami lub dojedziesz autobusem nr i
Czy znasz inne miejsca, gdzie prowadzone są obserwacje meteorologiczne?
Zaznacz położenie stacji na planie Torunia.
9. W czasie napływania wilgotnych mas powietrza i opadów deszczu zmienia się zawartość pary wodnej w powietrzu. Czy tę właściwość można wykorzystać do prognozowania pogody? Czasem w handlu można spotkać zabawkę-pogodynkę, której działanie oparte jest na zmianach wilgotności powietrza. O jaką zabawkę chodzi i jak ona działa?

B. Obserwacje i prognozowanie pogody

1. Przeprowadź wywiad z rodzicami lub dziadkami na temat „Pogoda w ich pamięci”. Zwróć uwagę na ciekawe i ekstremalne zjawiska.
2. W jakich mediach możemy znaleźć prognozy pogody? Porównaj dwie dowolne prognozy pogody i zapisz swoje spostrzeżenia.
3. Utrwal na zdjęciach lub filmie video piękno chmur. Zapoznaj z wynikami Twoich prac pozostałych uczniów.
4. Spróbuj zebrać internetowe informacje pogodowe. Zrób zestawienie ciekawych adresów internetowych www.
5. Na mapie synoptycznej rozpoznaj ośrodki baryczne. Spróbuj przedstawić własną prognozę pogody.
6. Rozpoznaj układy baryczne na zdjęciach satelitarnych – spróbuj określić typy pogody w Polsce.
7. Uzyskane dane dotyczące temperatury powietrza nanieś na mapę, wykreśl izotermy, dokonując interpolacji i ekstrapolacji.
8. Udaj się na stację meteorologiczną i poproś obserwatora o wyniki obserwacji, dane z ostatniego miesiąca.
 - a) otrzymane wyniki opracuj w arkuszu kalkulacyjnym wybierając typy wykresów i kolorystykę
 - b) przedstaw wnioski
9. Spróbuj zaprojektować i opracować własną meteorologiczną stronę www.
10. Jakich znasz zjawiska atmosferyczne? W jaki sposób można dokonać ich obserwacji, pomiaru czy rejestracji?
11. Przeprowadź obserwacje nieba – wybierając dzień, kiedy z rana jest słonecznie i niebo jest czyste bez chmur. Nie zawsze niebo pozostaje bez chmur od rana do wieczora w naszej szerokości geograficznej.
12. Zanotuj anomalie pogodowe, które miały miejsce w Polsce czy na świecie w ostatnich dniach.
13. Porównaj prognozy pogody z różnych źródeł dla obszaru swojego miejsca zamieszkania. Które z prognoz są najbardziej trafne: lokalne, ogólnopolskie, europejskie? Pogodę następnego dnia sprawdzisz najłatwiej sam, gdy wyjdiesz z domu do szkoły.

14. Czy podczas podawania prognoz zaobserwowałeś różnice występujące na obszarach poszczególnych krajów europejskich: Portugalii, Hiszpanii, Włoch, Grecji, a także pozostałych kontynentów: Ameryki, Afryki, Azji? Skorzystaj z prognoz pogody podawanych przez telewizję zachodnie.
15. Po dokonaniu obserwacji i pomiarów elementów pogody w swoim środowisku postaraj się przewidzieć pogodę na następny dzień, biorąc pod uwagę:
 - wygląd zachodzącego słońca,
 - sposób kształtowania się chmur,
 - kierunek wiejącego wiatru,
 - wyniki pomiarów wilgotności powietrza i zmian ciśnienia atmosferycznego,
 - samopoczucie ludzi starszych (dziadek mówi: „Ale mnie dzisiaj łamie w kościach – jutro będzie deszcz”),
 - zachowanie się zwierząt i roślin.
16. Porównaj sprawdzalność prognoz pogody:
 - na kilka następnych dni,
 - na więcej niż tydzień,
 - na okres następnego miesiąca,
 - na następny dzień.
 Czy wszystkie te prognozy sprawdzają się jednakowo dokładnie?
17. Jeżeli masz rodzinę w różnych miejscowościach naszego kraju i wyjeżdżasz na wakacje letnie, zimowe lub wiosenne, zaobserwuj pogodę w tamtych miejscach i porównaj ją z pogodą w Toruniu. Możesz wziąć pod uwagę: zachmurzenie, temperaturę, ilość opadów, deszczu (śniegu). Porównaj swoje obserwacje z obserwacjami koleżanek/kolegów w grupie.
18. Jakie znasz powiedzenia związane z pogodą, jej zmianami w ciągu roku? Zapytaj starszych, poszukaj w książkach, kalendarzach z poradami i napisz w zeszycie przykłady przysłów i porzekadeł ludowych, np. „Barbara po lodzie – Boże Narodzenie po wodzie”, „Barbara po wodzie – Boże Narodzenie po lodzie”.
19. To, co się dzieje jest podstawą przewidywania przyszłości. Już Arystoteles był pewien, że dokładne obserwacje pozwolą ustalić prawa rządzące pogodą. Uzasadnij słuszność tego poglądu. W jaki sposób wielu informacji o zmianach pogody i zjawiskach atmosferycznych dostarcza sama przyroda? Podaj odpowiednie przykłady. (np. kwiaty powoju otwierają się tylko wtedy, gdy jest słonecznie i sucho; krowy kładą się, kiedy zanoszą się na deszcz).

C. Pomiary elementów pogody i opracowanie wyników

1. Przeprowadź wywiad z obserwatorem pogody na stacji meteorologicznej na temat jego pracy.
2. Jakie właściwości atmosfery wykorzystuje się do pomiarów ciśnienia atmosferycznego? Znajdź odpowiednie informacje. Jak znasz przyrządy do pomiaru ciśnienia? Znajdź informacje o barometrze rtęciowym. Od kiedy dokonuje się pomiarów ciśnienia z użyciem tego przyrządu? Do czego służą w meteorologii pomiary tej wielkości fizycznej? Podaj przykłady innych zastosowań barometru w nauce i technice.
3. Zaobserwuj wartości temperatury zaznaczone na mapach pogody przedstawianych podczas podawania prognoz pogody w TV, telegazecie, internecie w ciągu kilku dni. Wyciągnij wnioski.
4. Jeśli to możliwe, dokonaj pomiarów temperatury w ciągu pierwszego tygodnia każdej z pór roku w czasie dnia i w nocy. Jeżeli masz taką możliwość, skorzystaj z ciągłego pomiaru temperatury przy użyciu komputera i odpowiedniego oprogramowania. Wykorzystując możliwości arkusza kalkulacyjnego, sporządź wykresy zmian tych temperatur. Czy mógłbyś na podstawie tych pomiarów doradzić działkowiczom, którzy zamierzają posadzić na swojej działce sadzonki pomidorów i obawiają się zbyt niskich, przygruntowych temperatur nocą?

5. W dowolnie wybrany dzień wykonaj co jedną godzinę pomiary i obserwacje wybranych elementów pogody:

- temperatury powietrza,
- zachmurzenia i rodzaju chmur,
- kierunku i prędkości wiatru,
- opadów (wysokość i rodzaj),
- zjawisk atmosferycznych.

Wyniki zapisuj w tabelce.

Na podstawie swoich danych wskaż:

- najniższą zanotowaną temperaturę powietrza,
- najwyższą temperaturę powietrza,
- średnią dobową temperaturę powietrza,
- amplitudę dobową temperatur powietrza w °C (w K)

Ponieważ zalecaną skalą temperatury jest skala Kelwina, zamień stopnie Celsjusza na Kelwiny wg zależności ($-273^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$).

- sporządź wykresy przebiegu temperatury (do tego celu możesz użyć programów komputerowych),
- narysuj 8-rumbową różę wiatrów i przedstaw kierunki wiatru,,
- podaj sumy dobowe opadów i sporządź odpowiednie wykresy.

6. Na podstawie własnych obserwacji i doświadczeń uzupełnij tekst:

Najczęściej wiatry wiały z kierunków opady śniegu wystąpiły razy, burze razy. Gołoledź razy, tęcza.....razy.

Wyniki zaprezentuj w jak najciekawszej formie na lekcji podsumowującej.

D. Wyjaśnianie zmian pogody

1. Spróbuj sporządzić z patyków i waty przestrzenny model frontów atmosferycznych lub przygotuj animację komputerową.
2. Jakie są umowne daty pór roku (wiosna, lato, jesień, zima)? Czym spowodowane są zmiany pogody i zmiany długości dnia i nocy?
3. Dlaczego tak trudno jest przewidywać pogodę na następny dzień?
4. Wyniki pomiarów temperatury powietrza dokonywane podczas zimy w mieście i na wsi różnią się nawet o pięć stopni, na przykład w Toruniu i w Piwnicach. Uwzględniając miejsce zamieszkania, wykonajcie w grupie odpowiednie pomiary. Sporządźcie wykresy i uzasadnijcie taką sytuację. Może w Waszej okolicy uchodzi do otoczenia szczególnie dużo energii cieplnej?
5. Czy znane Ci jest zjawisko opadów gradu? Jakie wielkości gradzin są obserwowane podczas opadu? Spytaj o te zjawiska: mamę, tatę, dziadków, ogrodnika, meteorologa. Wybierz się w tym celu do pobliskiej stacji meteorologicznej i zapytaj o częstotliwość występowania takich zjawisk. Jak można wyjaśnić zjawisko występowania gradu?
6. Jakie znaczenie dla kształtowania się pogody mają chmury?
7. Jakie znaczenie dla zjawisk atmosferycznych ma Słońce? Dlaczego w kulturach starożytnych Słońce było uważane za bóstwo? Modlono się do Słońca i składano mu krwawe ofiary (Inkowie). Znajdź odpowiednie opisy w literaturze. Jakie znasz mitologiczne postacie bogów związane z pogodą (ścieżka międzyprzedmiotowa).
8. Jakie znaczenie dla ludzi ma obecność atmosfery? Jakie zjawiska zachodzą w troposferze, a jakie poza nią (zory polarne, deszcze meteorytów, burze magnetyczne, promieniowanie kosmiczne). Podaj przykłady takich zjawisk. Jakie znaczenie ma atmosfera dla lotów kosmicznych (start – lądowanie).
9. Przedstaw mechanizm powstania fenu – wiatru halnego.

E. Wpływ pogody na samopoczucie człowieka i funkcjonowanie gospodarki

1. Na budynku Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu znajduje się tablica informacyjna, na której wyświetlane są pewne dane. Wyjaśnij i zaprezentuj je.
2. Wymień klęski żywiołowe spowodowane ostatnio na świecie zjawiskami atmosferycznymi.
3. Zwróć uwagę na wpływ zmian elementów pogody na samopoczucie ludzi (biometeorologia). Poszukaj odpowiednich informacji w literaturze. Posłuchaj prognoz pogody. Porozmawiaj o wpływie pogody na samopoczucie z rodzicami, dziadkami.
4. W związku z tym, że pogoda jest tak zmienna, czy warto ją przewidywać? Kiedy pojawiły się regularne informacje o prognozach pogody? Po co są nam potrzebne takie informacje? Wypisz w odpowiedniej tabeli dla kogo są potrzebne informacje o pogodzie i do jakich celów służą?
5. Znajdź w opisach zagranicznych wycieczek turystycznych (informatory otrzymasz w biurze turystycznym) informacje o stanach pogody.
6. Wyjaśnij, dlaczego życie na Ziemi zależy od efektu cieplarnianego.

Przewodnik dla nauczyciela

Nauczyciel powinien:

- 1) dokonać wprowadzenia, podając wstępne informacje i zainteresować uczniów projektem, np. przez odtworzenie fragmentów filmów, CD, odwołanie do stron internetowych www, itp.,
- 2) pomagać w tworzeniu zespołów uczniowskich,
- 3) pomagać w zbieraniu materiałów i korzystaniu ze zbiorów biblioteki multimedialnej,
- 4) tworzyć sytuacje modelowe w celu badania zjawisk atmosferycznych i uświadomienia konieczności obserwowania stanów pogody,
- 5) pomagać w dokonywaniu obserwacji i pomiarów parametrów pogody oraz opracowaniu wyników i ich interpretacji,
- 6) zwracać uwagę na ciekawe i unikalne zjawiska pogodowe,
- 7) organizować lekcje w terenie i wycieczki.

Strategia nauczania

Nauczyciel:

1. Stara się pobudzić uczniów do aktywnej pracy. Może to być burza mózgów lub dyskusja czy pogadanka na temat pogody.
2. Kontroluje i poprawia wypowiedzi uczniów, i jednocześnie zwraca uwagę na kulturę dyskusji.
3. Włącza się w pracę uczniów, podsuwając pomysły rozwiązań technicznych, np. działania przyrządów pomiarowych lub interpretacji zjawisk atmosferycznych.
4. Dbą o dobrą organizację pracy, przegląda raporty z poczynionych obserwacji czy pomiarów.
5. W przypadku zaistnienia trudności doradza, informuje lub odsyła do odpowiedniej pozycji literatury.
6. Dąży do pełnego, interesującego omówienia wyników pracy uczniów na forum klasowym.

Strategia oceniania

Nauczyciel:

- Sprawdza poziom informacji przygotowanych przez grupy uczniów.

- W ocenie uwzględnia wypowiedzi poszczególnych uczniów i poziom używanych przez nich argumentów naukowych.
- Bierze pod uwagę aktywność i pracowitość grupy oraz jakość i istotność spraw poruszanych w dyskusji lub opracowaniu.
- Obserwuje dyskusję oraz zadaje pytania dotyczące zrozumienia zagadnień.

Uczeń potrafi:

- wyjaśnić definicje pogody, klimatu, elementów pogodowych, meteopatii, biometeorologii,
- wymienić kilka przysłów na temat pogody,
- aktywnie uczestniczyć w zespołowym wykonaniu poszczególnych zadań,
- zaplanować i przeprowadzić obserwacje i pomiary meteorologiczne,
- zbudować proste przyrządy meteorologiczne służące do pomiarów elementów pogody,
- zebrać i dokonać interpretacji,
- stworzyć komputerową symulację zjawisk atmosferycznych.

Informacje dodatkowe

biometeorologia – dział nauki na pograniczu biologii i meteorologii, dotyczący wpływu klimatu i pogody na żywe organizmy, zwłaszcza na organizm człowieka, jego samopoczucie i sprawność,

fen (halny) – ciepły, suchy wiatr spadający, gwałtowny i porywisty, uzyskujący tę cechę na skutek oddawania wilgoci przez powietrze przekraczające barierę górską i ogrzewania się podczas spadania ku dolinom,

hektopaskal – jednostka służąca do określania wielkości ciśnienia, m.in. atmosferycznego, jest to 100 paskali ($1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$)

klimat – wieloletni układ charakterystycznych dla danego obszaru stanów pogody, obserwowanych w ich naturalnym następstwie w dostatecznie długim czasie (powyżej 30 lat),

meteopatia – szczególna wrażliwość osób na zmiany warunków atmosferycznych,

meteorologia – fizyka atmosfery, dział fizyki dotyczący zjawisk zachodzących w atmosferze ziemskiej,

pogoda – ogół fizycznych zjawisk, którym podlega dolna część atmosfery (troposfera) w określonym czasie i miejscu.

LITERATURA

- [1] K. Kożuchowski, R. Przybylak, *Efekt cieplarniany*, Wiedza Powszechna Warszawa 1995.
- [2] K. Łopata, *Chemia a środowisko*, WSiP, Warszawa 1995.
- [3] G. Piskorska-Fijołek, *Prawie wszystko o pogodzie*, PRONAT, UMK Toruń, 1998.
- [4] *Przyroda, doświadczenia i komputer*, praca pod redakcją J. Turło, UMK Toruń, 1998.
- [5] K. Stępczak, *Ochrona i kształtowanie środowiska*, WSiP Warszawa 1996.
- [6] S. Swerpel, *Narodziny współczesnej cyrkulacji*, „Wiedza i Życie” nr 5, 1998.
- [7] J. Turło red., *O dziurze ozonowej*, Wyd. CODN, Warszawa 1995.
- [8] D. Schneider, *Nowe wiadomości o gazach cieplarnianych*, „Świat Nauki”, nr 3, 1998.
- [9] K. Krassowski, T. Kubiak, *Materiały dotyczące szkolnego projektu badania efektu cieplarnianego*, Pracownia fizyczna i chemiczna (Zespołu Szkół Mechanicznych Elektrycznych i Elektronicznych w Toruniu).
- [10] A. Woś, *Meteorologia dla geografów*, PWN, Warszawa 1996.
- [11] J. Czajewski, *Meteorologia żeglarska*, WKiŁ, Warszawa 1996.

INTERNET

<http://www.ids.pl/~mjaszsgu/powstawanie.htm>, Efekt cieplarniany wiadomości o Śląsku

<http://watt2.open.ac.uk/VAEST>, Materiały Virtualnego Stowarzyszenia Nauczycieli Nauk Przyrodniczych VAEST

CZŁOWIEK W KOSMOSIE

*Danuta Górską, ZSZ 3 w Skierniewicach,
Joanna Witas, ZSZ 2 w Skierniewicach*

Wprowadzenie

Każdy z nas czasem podziwiał ptaki podczas ich podniebnych akrobacji i zazdrościł im tej swobody i wolności. Każdy z nas myślał kiedyś o tym, jaki byłby świat ludzi, gdyby matka natura przypisała nam umiejętność latania. Podróże samolotami, efektowne skoki spadochronowe i przy pomocy liny, podróże balonem pozwalają nam chociaż na krótko zachłysnąć się przebywaniem w przestworzach. Lecz gdy człowiek zdobył przestrzeń nad ziemią, pomyślał: a może wyrwać naturze choć niewielki kawałek terytorium międzyplanetarnego?

Ćwiczenie pozwala uczniom poznać i zrozumieć, jak człowiek próbował zmierzyć się z kosmiczną przestrzenią, wykorzystując swoje zdobycze w telekomunikacji, fotografii, meteorologii, jak usiłował wylądować na Księżycu i zapoznać się z naszymi kosmicznymi sąsiadami – np. Wenus, Marsem, Jowiszem, oraz zadać sobie pytanie: **Czy można sięgnąć do gwiazd?**

Cele edukacyjne

1. Poznanie historii podboju Kosmosu przez człowieka – ogólnej historii lotów kosmicznych
2. Poznanie przeznaczenia teleskopu i radioteleskopu, sondy kosmicznej i satelity
3. Poznanie planów zagospodarowywania przestrzeni kosmicznej – stacje kosmiczne, baza na Księżycu i Marsie
4. Kształtowanie umiejętności współpracy uczniów w grupie
5. Rozwinięcie umiejętności korzystania z literatury naukowej i popularnonaukowej

Pojęcia naukowe

- pole grawitacyjne i prawo powszechnego ciążenia
- I i II prędkość kosmiczna
- Układ Słoneczny
- gwiazdy, galaktyki, kwazary

Pomoce naukowe

- czasopisma popularnonaukowe
- filmy popularnonaukowe
- wybrana książka z gatunku science-fiction
- programy komputerowe zapisane na CD-ROM-ach, np.: „Encyklopedia Wszechświata”, „Ziemia we Wszechświecie”.
- plansze pt. „Skafander astronomiczny”, „Droga Apollo 11 na Księżyc”, „Baza na Księżycu”, „Dziennik najważniejszych wydarzeń kosmicznych”, „Program Apollo”, „Pierwsze rakiety”, „Zwierzęta w Kosmosie”, „Podróż sondy Galileo”, „Teleskop Hubble’a”, itp.

Scenariusz

Sen Tomka:

„Siedziałem po wielkiej, pokrytej czerwonym piaskiem równinie, ozdobionej gdzieś kraterami i pagórkami. Słońce było mniejszych rozmiarów niż zwykle, a horyzont przybliżył się do mnie. Dziwne, ale nic prócz wiatru nie słyszałem, nie było domów, drzew, trawy i owadów. Miałem nieodparte wrażenie, że jest to mój nowy dom, inny niż Ziemia. Odwróciłem się, moi rodzice wraz z trzema innymi rodzinami, zbliżali się do mnie.

Uśmiechnięci, nieśli plecaki i skrzynie. Patrzyłem na nich z otwartymi ustami ze zdziwienia – gdzie jestem i jakie jest tu moje zadanie?

Mijając mnie, tato mój rzekł do mnie wskazując na jedną ze skrzyń:

– Chodź synu, to twoje nasiona. Weź je i stwórz własny ogród, w którym będziesz mógł zbudować w przyszłości swój dom i założyć nową rodzinę – odtąd ta oto planeta jest twoją przystanią, ona zastąpi ci Matkę Ziemię.

Moi przyjaciele, a gdyby to był nie tylko mój sen, lecz także wizja przyszłości?”

Twoje zadania

1. Przedstaw warunki, jakie należy spełnić, aby pojazd kosmiczny umieścić na orbicie okołozemskiej oraz wyprowadzić go poza ziemskie pole grawitacyjne.
2. Zaprojektuj budowę rakiety, którą chciałbyś dolecieć na Marsa, biorąc pod uwagę czas podróży (2 lata), oraz rozmieszczenie w niej pomieszczeń mieszkalnych, nawigacyjnych, laboratoryjnych i miejsc przeznaczonych na magazyny zawierające rzeczy potrzebne do założenia bazy na Marsie, silniki i paliwo.
3. Projekt statku umieść na planszy.
4. Przedstaw historię lotów kosmicznych pracując w grupie, a potem na forum klasy.
5. Przeczytaj dowolnie wybraną powieść lub opowiadanie science-fiction.
6. Na podstawie przeczytanej książki science-fiction spróbuj oddzielić fikcję literacką od teoretycznych możliwości.

Strategia nauczania

1. Lekcja może rozpocząć się od przedstawienia podstawowych praw fizycznych opisujących oddziaływania grawitacyjne.
2. Uczniowie w grupach obliczają wartość I i II prędkości kosmicznej, porównują otrzymane wartości z prędkościami pieszego, samochodu, samolotu, itp. Jakie trudności wynikają z tak dużych wartości prędkości kosmicznych?
3. Uczniowie w grupach przygotowują opis poszczególnych serii lotów kosmicznych np.: Apollo, Sojuz, Wostok, Mercury, a potem wyniki pracy przedstawiają na forum klasy.
4. Na podstawie poznanych wiadomości uczniowie przedstawiają możliwości kolonizacji innych planet (np. Marsa) i ich księżyców.
5. W oparciu o przeczytaną lekturę młodzież przygotowuje się do dyskusji na temat: „Prawda i fikcja w powieściach science-fiction”.

Osiąganie celów nauczania

1. Poznanie historii podboju Kosmosu przez człowieka – ogólnej historii lotów kosmicznych	– praca w grupach
2. Poznanie przeznaczenia teleskopu i radioteleskopu, sondy kosmicznej i satelity	– praca z podręcznikiem, encyklopedią, planszą, itp.
3. Poznanie planów zagospodarowywania przestrzeni kosmicznej – stacje kosmiczne, baza na Księżycu i Marsie	– dyskusja (po poznaniu treści materiałów źródłowych z wykorzystaniem INTERNET-u)
4. Współpraca uczniów w grupie	– podział obowiązków i komunikacja między uczniami
5. Umiejętność korzystania z literatury naukowej i popularnonaukowej	– osiągnięta podczas działalności indywidualnej i dyskusji w grupie

Ocena

(Strategia oceniania kształtującego ucznia)

1. Ocena wartości społecznych

- A: Nie wnosi znaczącego wkładu do pracy zespołu; podjęte decyzje są błędne.
- B: Uczeń bierze udział w dyskusji, jego wypowiedzi wnoszą wkład w ostateczny wynik pracy.
- C: Zdolny jest do odegrania znaczącej roli w zajęciach i proponuje właściwą formę przedstawienia efektów pracy grupy.

2. Umiejętność posługiwania się metodą naukową

- A: Niezdolny do wykorzystywania dostępnych pomocy naukowych. Niewłaściwie wykorzystuje dane zawarte w tekstach źródłowych.
- B: Potrafi wykorzystywać pomoce naukowe, poprawnie analizuje dane zawarte w tekstach i tablicach.
- C: Trafnie odczytuje dane tekstów źródłowych, analizuje je i przewiduje następstwa.

3. Ocena osobistych umiejętności

Nauczyciel obserwuje pracę uczniów w grupach podczas zajęć.

- A: Nie bierze udziału w zajęciach, nie wykazuje zainteresowania tematem. Nie potrafi posługiwać się językiem naukowym.
- B: Bierze udział w pracy zespołu. Umie porozumiewać się w grupie używając odpowiedniego języka naukowego. Umie przedstawić problem po wyjaśnieniu go przez nauczyciela.
- C: Aktywnie uczestniczy w dyskusji, kieruje pracą grupy. Analizuje wyniki pracy grupy bez pomocy nauczyciela i przedstawia je naukowym językiem.

4. Zdolność do myślenia w kategoriach naukowych

- A: Nie zna praw fizycznych opisujących pole grawitacyjne, potrzebnych do zrozumienia teorii lotów kosmicznych.
- B: Poprawnie wykonany i dobrze zaprezentowany projekt świadczy o zrozumieniu problemu przez ucznia.
- C: Przedstawione plansze, udział w dyskusji oraz projekt kolonizacji Marsa dowodzą zdolności do myślenia w kategoriach naukowych.

Pomoc dla ucznia

Wstęp

Czym jest sonda kosmiczna?

Sondy kosmiczne to bezzałogowe statki służące do badań Układu Słonecznego. Wyposażone w kamery i aparaturę naukową, zbierają dane i przesyłają je na Ziemię drogą radiową. Przy ich pomocy zbadano kometę Halley'a, dwie planetoidy i wszystkie planety oprócz Plutona; sondy dokonały też bliskich przelotów obok Słońca. Wchodzą one na orbitę planety lub księżyca, wykonują mapy powierzchni lub lądują, aby zbadać środowisko bezpośrednio.

Program Łuna – w latach 1959–1976 ZSRR wysłał na Księżyc 24 sondy badawcze. Łuna 1 jako pierwsza pokonała ziemską grawitację, przelatując koło Księżyca, a następnie wchodząc na orbitę okołosłoneczną. Łuna 2 była pierwszą sondą, która trafiła w Księżyc, natomiast Łuna 10 weszła na orbitę wokół niego, stając się pierwszym sztucznym satelitą Księżyca.

SONDA Galileo – wystrzelona w październiku 1989 roku w kierunku Jowisza, dwukrotnie wykorzystwała grawitację Ziemi dla nabrania odpowiedniego przyspieszenia. Droga Galileo wiodła ku Wenus, następnie dwukrotnie

przechodziła w pobliżu Ziemi, aby osiągnąć swój cel – Jowisza. Trasa lotu dwukrotnie przecinała pas planetoid. Po wejściu na orbitę, sonda obserwowała zmiany układów chmur Jowisza i jego 4 największe księżyce. Wypuściła też próbnik, który opadając poprzez warstwę chmur, przez 57 minut przysyłał wyniki pomiarów do sondy macierzystej.

Sonda Giotto – wysłana w 1986 roku zbliżyła się do komety Halley’a, przelatując zaledwie 605 km przed jądrem komety. Pozwoliło to uzyskać po raz pierwszy zdjęcia jądra tej komety.

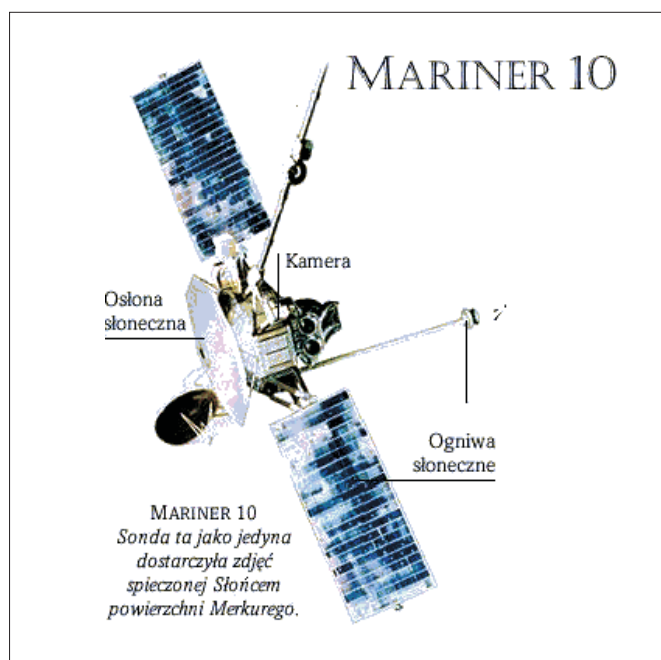
Sondy Mariner – wysłane na Merkurego, Wenus i Marsa, okazały się dużym sukcesem. W 1964 roku Mariner 4 po raz pierwszy przeleciał koło Marsa. W 1971 roku Mariner 9, pierwszy statek, który wszedł na orbitę innej planety, wykonał zdjęcia całej powierzchni Marsa oraz obu jego księżyców, Fobosa i Deimosa.

Sondy Vega – wystrzelone w 1984 roku, w czerwcu 1985 spuściły na powierzchnię Wenus lądowniki z aparaturą, pozwalającą analizować próbki gleby. Lądowniki, opadając przez warstwę chmur mierzyły siłę i kierunek wiatrów. W marcu 1986 roku sondy spotkały się z kometa Halley’a, dokonując analiz gazów w jej komie¹ i warkoczu i wyznaczając z dużą dokładnością pozycję jej jądra (co pozwoliło później ukierunkować sondę Giotto tak, aby mogła przelecieć blisko jądra).

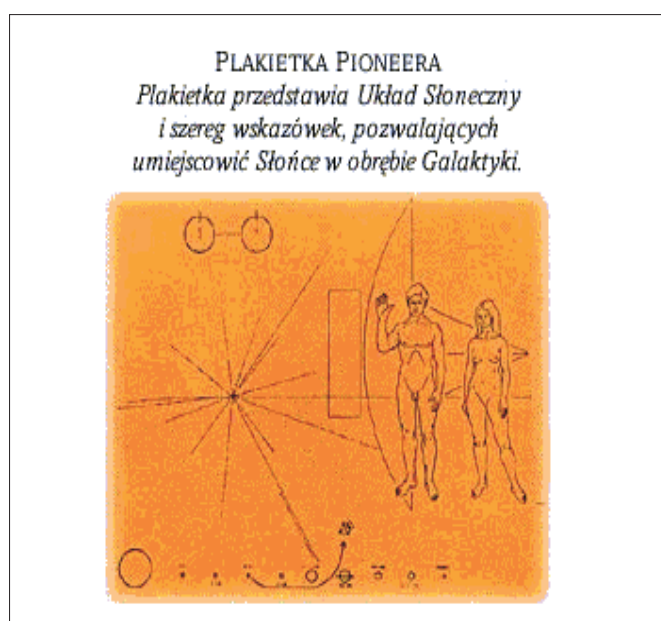
Sondy programu Wenera – ich zadaniem było dokładne zbadanie Wenus. Pierwsze trzy sondy z tej serii zgniotły olbrzymie ciśnienie atmosferyczne planety. W 1970 roku Wenera 7 po raz pierwszy przekazała dane z powierzchni, a w 1981 roku Wenera 13 i 14 dokonały analizy próbek gleby. W 1983 roku Wenera 15 i 16 wykonały radarowe mapy całej powierzchni Wenus.

Dwa statki Viking dotarły do Marsa w 1976 roku. Wszedłszy na orbitę planety, wypuściły na spadochronach lądowniki, które analizowały próbki gleby w poszukiwaniu śladów życia. Na podstawie tych badań naukowcy doszli do wniosku, że życia na Marsie nie ma. Lądowniki wykonały także pomiary temperatury i wiatrów, podczas gdy człon orbitalny fotografował planetę i jej dwa księżyce, Fobosa i Deimosa.

Dwie sondy Voyager – wystrzelone w 1977 roku przeleciały koło Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna, docierając aż do krańców planetarnej części Układu Słonecznego, przy czym Voyager 2 badał wszystkie cztery planety, a Voyager 1 tylko Jowisza i Saturna. Przesłały one na Ziemię szczegółowe zdjęcia tych planet, ich pierścieni i wielu księżyców, odkrywając jednocześnie w każdym przypadku nowe pierścienie i księżyce. W 1979 roku Voyager 1 wykonał zdjęcia Wielkiej Czerwonej Plamy – olbrzymiego cyklonu o rozmiarach większych od Ziemi.



Rys.1. Sonda Mariner 10 (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”)



Rys. 2. Plakietka Pioniera (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”)

¹ koma – jasna chmura gazowo-pyłowa wokół komety. Powstaje w wyniku topnienia lodowego jądra komety, gdy zbliży się ona do Słońca.

Na pokładzie obu sond Voyager oprócz nagranej płyty znajduje się urządzenie odtwarzające wraz z instrukcją użycia. Ma to pozwolić istotom, które natknęłyby się kiedyś na którąś z sond, odtworzyć zapisane na płycie informacje.

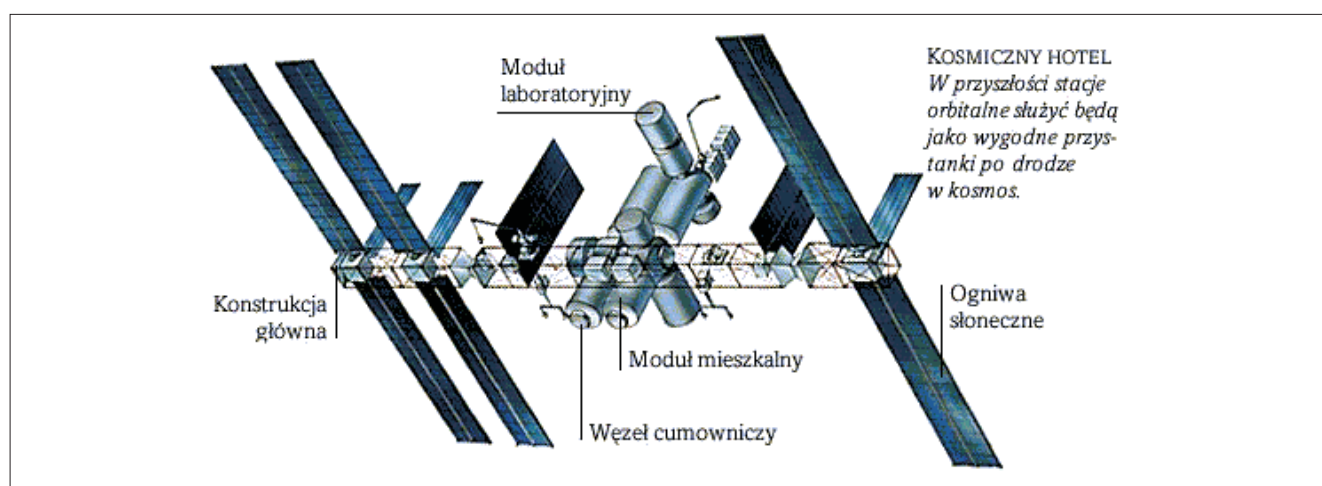
Kontrola naziemna utrzyma kontakt z Voyagerami mniej więcej do 2010 roku. Później dochodzące od nich sygnały będą zbyt słabe, by można je było odebrać na Ziemi.

Cztery sondy wysłane ku planetom zewnętrznym: Pioneer 10 i 11 oraz Voyager 1 i 2 opuściły planetarną część Układu Słonecznego i zmierzają ku gwiazdom. Obie sondy Pioneer wiozą plakietkę pokazującą pozycję Słońca i Ziemi oraz wizerunek kobiety i mężczyzny z ręką uniesioną na znak pokoju (rys. 2). Na pokładzie Voyagerów znajdują się płyty, na których zapisano obrazy i dźwięki z Ziemi.

Pioneer 10 był pierwszym statkiem, który przekraczając orbitę Neptuna 13 czerwca 1983 roku, opuścił planetarną część Układu Słonecznego. Łączność z nim miała być zachowana jeszcze w roku 2000. Leci on w kierunku gwiazdy Ross 248 w gwiazdozbiórze Byka. Pioneer 11 wylatuje z Układu Słonecznego w kierunku przeciwnym niż Pioneer 10. Voyager 1 i 2 będą przysyłać na Ziemię dane o polu energetycznym Słońca mniej więcej do 2010 roku.

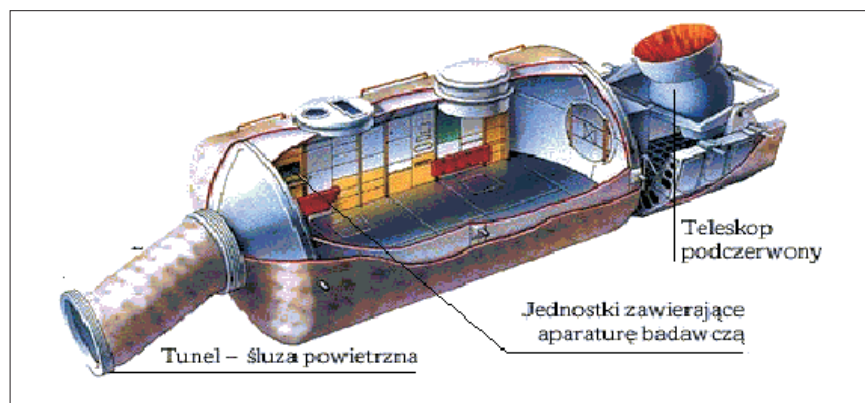
Co to jest stacja orbitalna?

Krążąca wokół Ziemi stacja orbitalna to miejsce, gdzie ludzie mogą przebywać i pracować przez wiele tygodni, a nawet miesięcy. Stacja zapewnia warunki do życia załogi prowadzącej badania naukowe.



Rys. 3. Schemat stacji orbitalnej (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”).

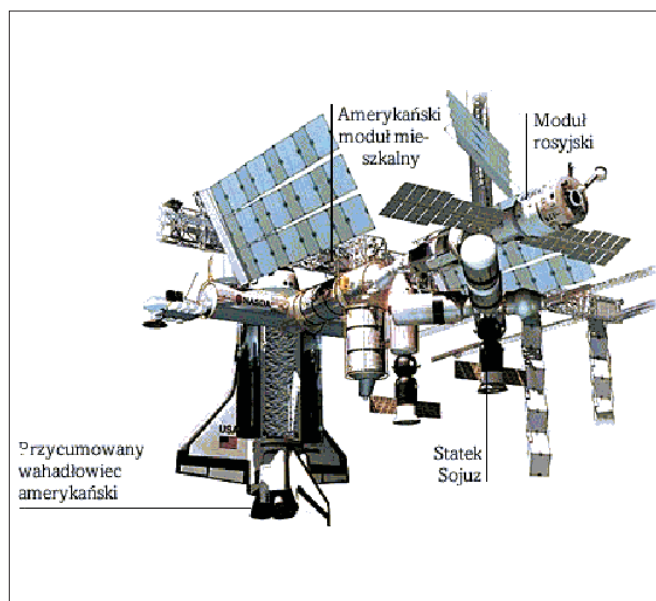
Mir (po rosyjsku „pokój”) jest rosyjską stacją orbitalną nowej generacji, która zastąpiła stacje serii Salut. Główny moduł stacji Mir, obejmujący sterownię i przedział mieszkalny, umieszczono na orbicie w 1986 roku. Wielostanowiskowy człon łączący umożliwił dołączanie następnych modułów do węzłów bocznych. Węzły końcowe służyły do cumowania statków Sojuz i transportowców Progress. W przedziale mieszkalnym i roboczym głównego modułu przebywa od 3 do 6 kosmonautów – członków załogi lub ich gości.



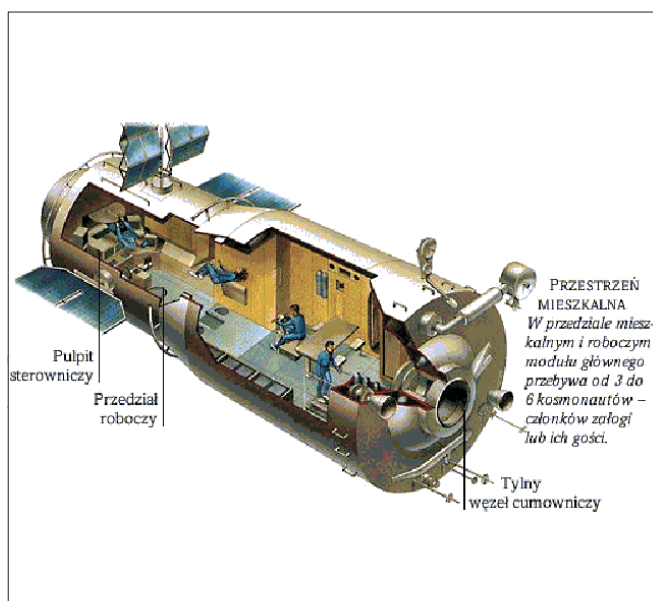
Rys. 4. Spacelab (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”).

Spacelab to laboratorium w ładowni wahadłowca – dodatkowe miejsce na wykonywanie eksperymentów podczas lotu. Jego wyposażenie za każdym razem jest inne i zależy od rodzaju planowanych eksperymentów. Spacelab posiada też otwarte sekcje, zwane paletami, zawierające teleskopy i inną aparaturę do badania kosmosu i Ziemi. W laboratorium, połączonym służą powietrzną z kabiną wahadłowca, utrzymywane jest sztuczne ciśnienie.

Alfa – stacja przyszłości



Rys. 5. Stacja Alfa (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”)



Rys. 6. Wnętrze stacji Alfa (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”)

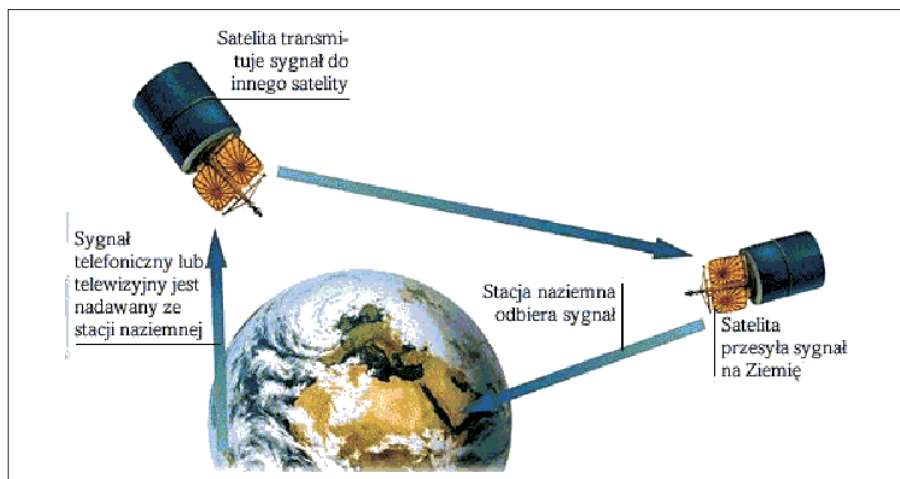
W 1997 roku Stany Zjednoczone, Rosja, Kanada, Japonia i państwa Unii Europejskiej rozpoczęły budowę stacji orbitalnej. Stacja ta, którą nazwano Alfa, będzie montowana na orbicie przez 5 lat, licząc od wystrzelenia przez Rosjan modułu podstawowego, mieszczącego główną sterownię. Na Alfie prowadzone będą eksperymenty naukowe i badania nowych materiałów. Oczekuje się też, że Alfa posłuży jako baza pośrednia dla wypraw na Marsa.

Co to jest satelita?

Satelitą nazywamy każde ciało krążące po orbicie wokół innego ciała. Obiekt wytworzony przez człowieka, okrążający planetę lub księżyc, jest ich sztucznym satelitą. Termin ten stosuje się też do statków załogowych, takich jak wahadłowce, lecz większość sztucznych satelitów ma niewielkie rozmiary i mieści tylko aparaturę. Znajdują różnorodne zastosowania – w nauce, meteorologii czy telekomunikacji – nie różnią się poważnie pod względem konstrukcji podstawowej.

W 1995 roku krążyło wokół Ziemi około 350 sztucznych satelitów, odbierających i wysyłających sygnały najróżniejszego rodzaju w zależności od zadań, do jakich były przeznaczone (transmisje telewizyjne, badania astronomiczne lub śledzenie pogody).

Satelita telekomunikacyjny otrzymuje sygnał ze stacji naziemnej, wzmacnia go i wysyła z powrotem na Ziemię. Sygnał taki może być odbierany zarówno na całym kontynencie, jak i w ściśle wyznaczonym obszarze. Satelity przekaznikowe transmitują sygnały telewizyjne albo bezpośrednio do anten indywidualnych użytkowników, albo do dużych anten zbiorczych telewizji kablowych. Sygnały z kosmosu satelity nadają sygnały na Ziemię albo bezpośrednio, albo za pośrednictwem innego satelity.



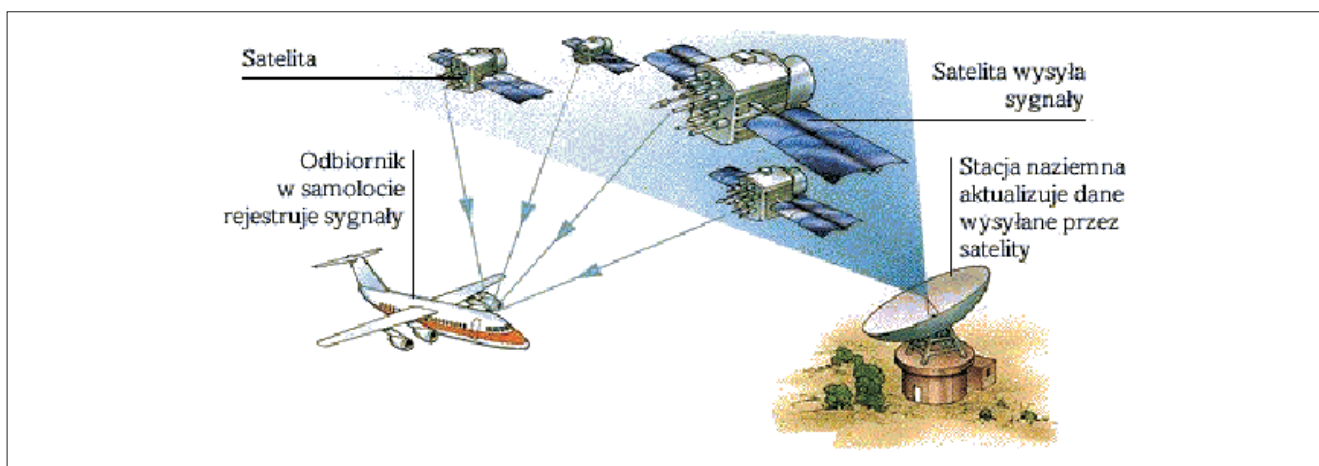
Rys. 7. Schemat pracy satelitów telekomunikacyjnych (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”)

Satelity meteorologiczne – mierzą temperaturę powietrza i gruntu, rejestrują ruchy chmur i prędkość wiatrów, sporządzają mapy opadów. Meteorolodzy opracowują prognozy pogody.

Satelity geofizyczne – śledzą warunki na Ziemi, regularnie obserwują powierzchnię Ziemi, dostarczając danych kartografom, geologom oraz poszukiwaczom złóż ropy naftowej i surowców mineralnych. Pokazują rodzaje i stan użytków rolnych, pozwalają rozpoznać obszary zagrożone przez szkodniki, na przykład szarańczę. Wykrywają wycieki ropy, pożary lasów, dewastację dżungli tropikalnej oraz zanieczyszczenia atmosfery i mórz.

Satelity astronomiczne – dostarczają danych, których nie można uzyskać z Ziemi. Służą do badania wiatru słonecznego, pola magnetycznego Ziemi i jej pasów radiacyjnych. Rejestrują promieniowanie dochodzące od odległych gwiazd i galaktyk, w tym także promieniowanie gamma, ultrafioletowe, rentgenowskie i podczerwone, które niosą informacje o kwazarach, niewidocznych obłokach gazu, czarnych dziurach i pozostałościach po eksplozjach gwiazd.

Satelity nawigacyjne – pozwalają wyznaczać położenie z dokładnością do kilku metrów. Amerykański system globalnej orientacji Navstar obejmuje 24 satelity, z których każdy wysyła sygnały określające jego pozycję i czas. Odbiornik na Ziemi oblicza swoje położenie, wysokość i prędkość (jeśli się porusza) na podstawie sygnałów otrzymywanych od co najmniej 4 satelitów. Systemu używa obecnie także marynarka handlowa i lotnictwo cywilne. Aby dokładnie określić swoją pozycję, samolot odbiera sygnały od co najmniej czterech satelitów.



Rys. 8. Schemat pracy satelitów nawigacyjnych (Multimedialna encyklopedia Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”)

Satelity wojskowe – nadają się do celów szpiegowskich. Niektóre, wyposażone w silne kamery, fotografują instalacje wojskowe i ruchy wojsk. Wypatrują wrogich pocisków lub podsłuchują rozmowy prowadzone przez nieprzyjaciela. Satelity szpiegowskie można unieszkodliwić przy pomocy promieni lasera emitowanych przez satelity obronne, lub po prostu zestrzelić z Ziemi. Czasami satelity obronne niszczą wrogie obiekty, eksplodując w ich pobliżu.

LITERATURA

- [1] Roczniki „Wiedzy i życia”
- [2] Roczniki „Świata Nauki”
- [3] Podręczniki do astronomii
- [4] multimedialna encyklopedia wydawnictwa Onet.pl S.A., Oddział OPM „Encyklopedia Wszechświata”



EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

*Danuta Górską, ZSZ 3 w Skierniewicach,
Joanna Witas, ZSZ 2 w Skierniewicach*

Ćwiczenie pozwala uczniom poznać i zrozumieć teorie dotyczące ewolucji Wszechświata od Wielkiego Wybuchu do czasów obecnych oraz teoretyczne możliwości dalszego rozwoju.

Cele nauczania

1. Poznanie teorii ewolucji Wszechświata
2. Poznanie współczesnej teorii budowy Wszechświata
3. Nabycie przez uczniów umiejętności współpracy w grupie
4. Nabycie umiejętności korzystania z literatury naukowej i popularno-naukowej

Pojęcia naukowe

- Wielki Wybuch
- „zupa materii”
- cząstki elementarne
- gwiazdy, galaktyki, gromady galaktyk, kwazary
- stała Hubble’a

Pomoce naukowe

- czasopisma popularno-naukowe
- diagram H-R
- plansze astronomiczne
- programy komputerowe, np.: „Orbits”, „Urania”

Scenariusz

W pewnym momencie, około 15 mld lat temu, cała materia i energia, którą dziś obserwujemy, skupiona w obszarze wielkości dziesięciogroszówki, zaczęła się błyskawicznie rozszerzać i stygnąć. W ciągu pierwszej minuty po Wielkim Wybuchu, Wszechświat osiągnął rozmiary tysiąc razy większe od Układu Słonecznego. Gdy Wszechświat osiągnął jedną piątą obecnej wielkości, gwiazdy uformowały się w grupy, w których można było rozpoznać młode galaktyki. Ciągły proces formowania gwiazd doprowadził do wyczerpania zapasów gazu w galaktykach, co spowodowało zanikanie gwiazd. Za 15 milionów lat gwiazdy podobne do Słońca będą dość rzadkie, a Wszechświat stanie się dla nas miejscem znacznie mniej gościnnym.

Zrozumienie pochodzenia i ewolucji Wszechświata wymagało kilkudziesięciu lat pracy obserwatorów i teoretyków, prace nad tym zagadnieniem są kontynuowane.

Twoje zadania

1. Przedstaw w formie tabeli, wykresu lub planszy ewolucję Wszechświata od Wielkiego Wybuchu do czasów obecnych.
2. Przedyskutuj i opracuj dalsze możliwe teorie rozwoju Wszechświata w postaci raportu.
3. Zaprojektuj grę pozwalającą utrwalić i sprawdzić twoją wiedzę na temat rozwoju i budowy Wszechświata.

Sądzymy, że podstawy naszej wiedzy fizycznej i astronomicznej są na tyle solidne, że możemy rozważać przeszłość i odległą przyszłość Wszechświata z wystarczającą pewnością. „Badamy przeszłość, by lepiej zrozumieć teraźniejszość i przyszłość. Bliska i daleka przyszłość rodzaju ludzkiego, przyszłość inteligentnego życia, w dużym stopniu zależą od ewolucji przyrody, od losu, jaki spotka Ziemię, Słońce, Galaktykę i Wszechświat.”¹

Strategia nauczania

1. Lekcja może rozpocząć się od przedstawienia obecnego stanu budowy Wszechświata i zainteresowania uczniów jego przeszłością i przyszłością.
2. Uczniowie, pracując w grupach, przedstawiają w formie tabeli, planszy lub wykresu rozwój Wszechświata.
3. Uczniowie dyskutują nad możliwością określenia wartości stałej Hubble’a i jej znaczeniem w określeniu wieku Wszechświata. Wyniki pracy przedstawiają w formie raportu.
4. Zaprojektowanie prostej gry dydaktycznej przez każdą z grup pozwoli utrwalić zdobyte wiadomości.

Osiągnięcie celów nauczania

1. Poznanie współczesnej teorii budowy Wszechświata 2. Poznanie teorii rozwoju Wszechświata 3. Współpraca uczniów w grupie 4. Umiejętność korzystania z literatury pięknej i popularno-naukowej	– praca w grupach z wykorzystaniem materiałów źródłowych – dyskusja w grupach lub na forum klasy – podział obowiązków i komunikacja między uczniami – osiągnięta podczas działalności indywidualnej i dyskusji w grupie
--	--

Ocena

(Strategia oceniania kształtującego ucznia)

1. Ocena wartości społecznych

- A: Nie wnosi znaczącego wkładu do dyskusji; podjęte decyzje są błędne.
- B: Bierze udział w dyskusji, jego wypowiedzi wnoszą wkład w ostateczny wynik pracy.
- C: Zdolny do odegrania znaczącej roli w dyskusji; proponuje właściwą formę przedstawienia efektów pracy grupy.

2. Umiejętność posługiwania się metodą naukową

- A: Niezdolny do wykorzystywania dostępnych pomocy naukowych. Niewłaściwie wykorzystuje dane zawarte w tekstach źródłowych.
- B: Potrafi wykorzystywać pomoce naukowe, poprawnie analizuje dane zawarte w tekstach i tabelach.
- C: Trafnie odczytuje dane tekstów źródłowych, analizuje je i przewiduje następstwa.

3. Ocena osobistych umiejętności

Nauczyciel obserwuje pracę uczniów w grupach podczas zajęć.

- A: Nie bierze udziału w dyskusji, nie wykazuje zainteresowania tematem. Nie potrafi posługiwać się językiem naukowym.
- B: Bierze udział w dyskusji. Umie porozumiewać się w grupie używając odpowiedniego języka naukowego. Umie przedstawić problem po wyjaśnieniu go przez nauczyciela.
- C: Aktywnie uczestniczy w dyskusji, kieruje pracą grupy. Analizuje wyniki pracy grupy bez pomocy nauczyciela i przedstawia je naukowym językiem.

¹ Fragment artykułu w „Wiedzy i Życiu” pt. „Na skrzydłach czasu” Igora Nowikowa.

4. Zdolność do myślenia w kategoriach naukowych

- A: Nie potrafi przedstawić budowy i przewidywać ewolucji Wszechświata w oparciu o dostępne dane.
- B: Poprawnie sformułowany i dobrze prezentowany raport świadczy o zrozumieniu problemu przez ucznia.
- C: Przedstawione plansze, raport i gra dydaktyczna wskazują na bardzo dobre zrozumienie problemu przedstawionego na zajęciach.

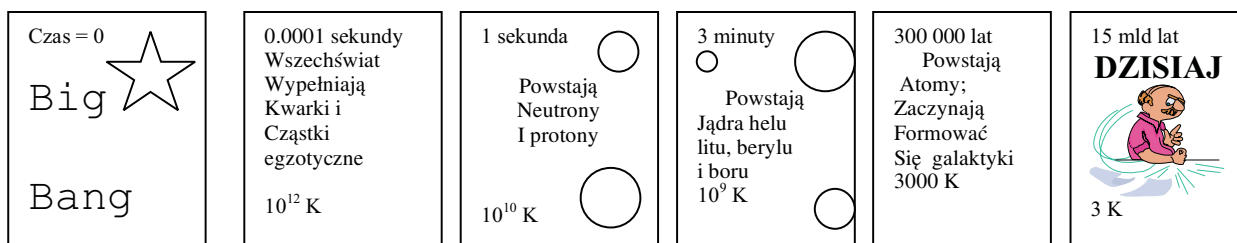
Pomoc dla ucznia

1. Zapoznaj się z tekstami dotyczącymi budowy i ewolucji Wszechświata, dostępnymi w pracowni.
2. Przedstaw rozwój Kosmosu w postaci planszy, wykresu lub tabeli, od Wielkiego Wybuchu do czasów obecnych. Możesz skorzystać z poszczególnych plansz „Młodość Wszechświata” przedstawionych poniżej.
3. Przedyskutuj dalsze możliwości ewolucji Kosmosu w zależności od wartości stałej Hubble’a. Zwróć uwagę na możliwość dokładnego ustalenia wartości stałej. Wyniki dyskusji przedstaw w postaci raportu.
4. Zaprojektuj prostą grę dydaktyczną (krzyżówka, zgadywanka, gra planszowa itp.) pozwalającą sprawdzić i utrwalić swoją wiedzę.

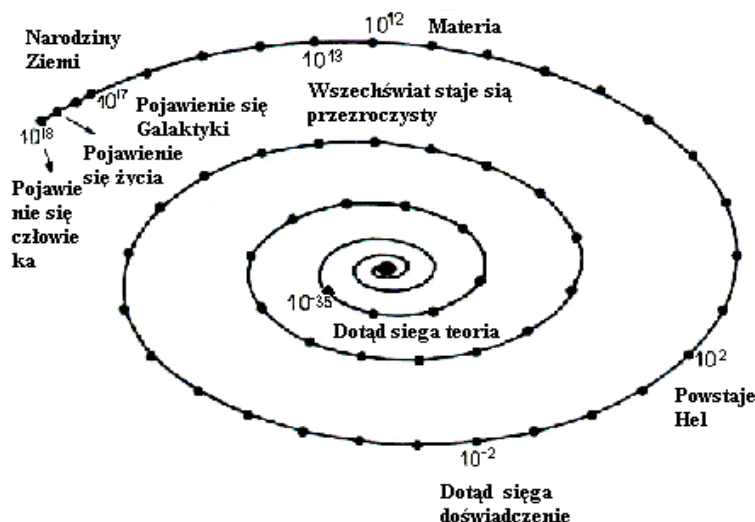
Wzmianka o Wszechświecie

„Młodość Wszechświata”

Wszechświat nieustannie się rozszerza, a odległe obiekty oddalają się tym szybciej, im dalej się od nas znajdują. Rozbieganie się galaktyk powoduje przesunięcie ku czerwieni ich widm; wielkość tego przesunięcia pozwala wyznaczyć prędkość oddalania się galaktyk, która wyznaczana jest ze związku $v = cz$, gdzie c jest prędkością światła, a z przesunięciem ku czerwieni linii w widmie galaktyki. Przesunięcie ku czerwieni mierzy różnicę pomiędzy długością fali światła wyemitowanego przez galaktykę a długością fali w momencie zarejestrowania jej przez ziemski teleskop.



Prawo Hubble’a, według którego galaktyki oddalają się od obserwatora z prędkościami wprost proporcjonalnymi do ich odległości, stanowi potężne narzędzie badawcze współczesnej kosmologii. Matematycznie wyraża się wzorem: $v = Hd$, gdzie v jest prędkością galaktyki, a d jej odległością od nas. Stała proporcjonalności H , zwana



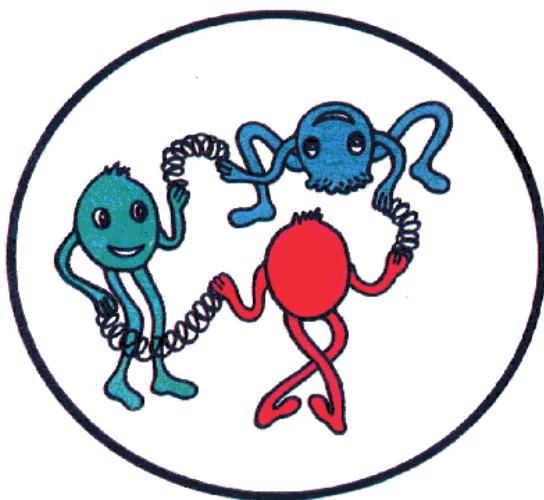
stałą Hubble’a, jest trudna do wyznaczenia ze względu na to, że pomiary odległości pozagalaktycznych są przeważnie obciążone bardzo dużym błędem. Obecnie przyjmuje się, że wartość stałej Hubble’a mieści się w przedziale 50–100 km/s/Mps. Znajomość przesunięcia ku czerwieni oraz stałej Hubble’a pozwala więc wyznaczyć odległość galaktyki od nas, a następnie, po pomiarach współrzędnych kątowych galaktyk, sporządzenie trójwymiarowych map otaczającego nas Wszechświata.

Oddalanie się galaktyk jest podstawowym faktem wskazującym na to, że Wszechświat się rozszerza, a stała Hubble’a pozwala nam określać wiek Wszechświata.

LITERATURA

- [1] „Wiedza i życie”, kwiecień 1994.
- [2] „Wiedza i życie”, listopad 1994.
- [3] „Wiedza i życie”, styczeń 1995.
- [4] „Wiedza i życie”, luty 1995 (przykładowa gra planszowa).
- [5] „Wiedza i życie”, marzec 1995.
- [6] „Wiedza i życie”, marzec 1996.
- [7] „Wiedza i życie”, czerwiec 1998.
- [8] „Świat Nauki”, styczeń 1993.
- [9] „Świat Nauki”, grudzień 1995.
- [10] „Świat Nauki”, lipiec 1995.
- [11] S. Hawking, „Krótka historia czasu”.
- [12] Igor Nowikow, „Czarne dziury i Wszechświat”
- [13] podręczniki do astronomii

Oto proton. Są w nim kwarki *u* (up) o ładunku $2/3$ i jeden kwark *d* (down) o ładunku $-1/3$. Wypadkowy ładunek elektryczny wynosi $2/3 + 2/3 - 1/3 = 1$. Każdy z kwarków jest w innym kolorze, tak że proton jest „biały”. W protonie kwarki powiązane są luźno napiętymi sprężynkami – są prawie swobodne. Spróbujmy je tylko rozdzielić – sprężynki napną się i kwarki będą coraz mocniej do siebie przyciągane. Kwarków więc rozzerwać się nie da. A jeśli przyłożymy ogromną siłę i sprężynki się zerwą? Wtedy z kawałków sprężyn powstaną nowe pary lub trójki kwarków i nigdy nie zostanie kwark samotny. Jest to oczywiście tylko ilustracja, pozwalającą zrozumieć, dlaczego nie można zaobserwować swobodnych pojedynczych kwarków. Można to ubrać w piękną szatę matematyczną i zapomnieć o sprężynkach.



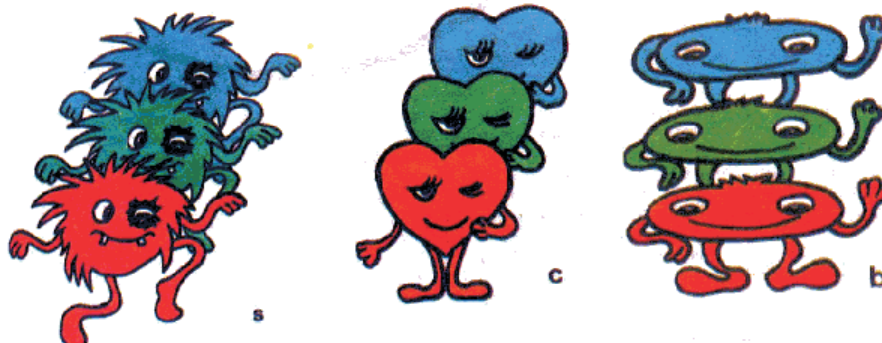
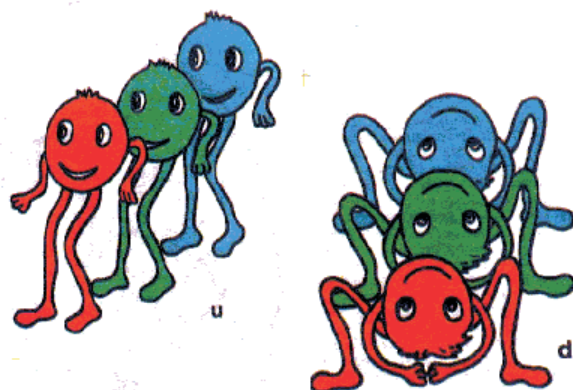
K W A R K I	 GÓRNY (<i>u</i>)	 POWABNY (<i>c</i>)	 PRAWDZIWY (SZCZYTOWY) (<i>t</i>)	$+\frac{2}{3}$
	 DOLNY (<i>d</i>)	 DZIWNY (<i>s</i>)	 DENNY (PIĘKNY) (<i>b</i>)	$-\frac{1}{3}$
L E P T O N Y	 ELEKTRON (e^-)	 MION (μ^-)	 TAU (τ)	-1
	 NEUTRINO ELEKTRONOWE (ν_e)	 NEUTRINO MIONOWE (ν_μ)	 NEUTRINO TAUONOWE (ν_τ)	1
PIERWSZA RODZINA DRUGA RODZINA TRZECIA RODZINA				
 FOTON (γ)  W^+  W^-  Z^0  GLUON (g)				

PODSTAWOWYMI ELEMENTAMI MODELU STANDARDOWEGO są kwarki, leptony, foton (nośnik oddziaływań elektromagnetycznych), cząstki W^+ , W^- i Z^0 (nośniki oddziaływań słabych) oraz gluony (nośniki oddziaływań silnych). Kwarki charakteryzują się różnymi wartościami liczby kwantowej zapachu. Kwarki i leptony w jednej kolumnie tworzą jedną rodzinę albo generację. Liczby po prawej stronie podają ładunek elektryczny cząstek w danym rzędzie. Każdemu kwarkowi odpowiada antykwark, a leptonowi antylepton o ładunku przeciwnym. Kwarki mają też liczbę kwantową zwaną kolorem (nie zaznaczono). Istnieje osiem rodzajów gluonów o różnych kombinacjach koloru.

Rys. 1. Mikroskopowa budowa materii („Świat nauki” – listopad 1994)

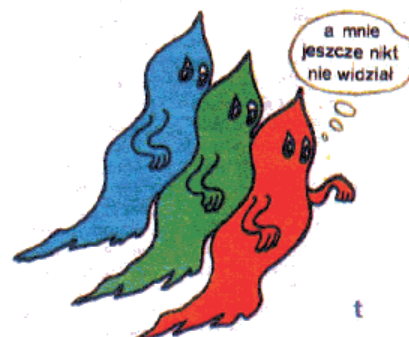
KWARKI

Przedstawiamy się: Nazywają nas kwarkami. Jesteśmy obdarzone ładunkiem elektrycznym stanowiącym ułamek ładunku elementarnego elektronu. Każdy z nas występuje w trzech kolorach – czerwonym, zielonym i fioletowym. Można by nie mówić o kolorach, a o dodatkowych liczbach kwantowych, które nas rozróżniają, ale kolory bardziej przemawiają do wyobraźni. Nie są to prawdziwe kolory; nazwano nas tak, aby przypominać, że połączenie daje kolor biały. Świat jest „biały”, a obserwowane cząstki mają ładunki elektryczne całkowite. Musimy więc być bardzo towarzyskie. Nie możemy występować pojedynczo. Tworzymy zawsze jakieś zespoły, aby ładunek elektryczny był całkowity, a kolor wypadkowy biały. Dlatego nigdy nie widziano swobodnego kwarka. Zawsze jesteśmy uwięzione w cząstkach, na przykład w protonie



Nazwa angielska	Nazwa polska	Symbol	Ładunek elektryczny
up	u	u	$\frac{2}{3}$
down	d	d	$-\frac{1}{3}$
strange	dziwny	s	$-\frac{1}{3}$
charm	powabny	c	$\frac{2}{3}$
bottom	b	b	$-\frac{1}{3}$
top	t	t	$\frac{2}{3}$

Każdemu kwarkowi odpowiada antykwark



Rys. 1. Ciąg dalszy

RACHUNKOWA STRONA KOSMOSU

Danuta Górską, ZSZ 3 w Skierniewicach

Joanna Witas, ZSZ 2 w Skierniewicach

Ćwiczenie pozwala uczniom poznać skalę wielkości występujących we Wszechświecie. Umożliwia porównanie mas różnych obiektów kosmicznych i odległości między nimi.

Uczniowie, rozwiązując zadania rachunkowe, przyswajają sobie zależności między wielkościami fizycznymi, charakteryzującymi ciała niebieskie.

Cele nauczania

1. Zapoznanie ze skalą wielkości występujących we Wszechświecie
2. Rozwinięcie umiejętności logicznego myślenia i rozwiązywania prostych zadań rachunkowych
3. Nabycie umiejętności współpracy uczniów w grupie
4. Rozwinięcie umiejętności korzystania z literatury naukowej i popularno-naukowej
5. Wykształcenie nawyku korzystania z tablic matematyczno-fizycznych i astronomicznych

Pojęcia naukowe

- jednostka astronomiczna
- parsek (ps, kps, Mps)
- rok świetlny
- gęstość materii

Pomoce naukowe

- czasopisma popularno-naukowe
- plansze astronomiczne
- tablice astronomiczne

Scenariusz

W czwartek wieczorem Agata dostała od Jacka kilka zadań dotyczących rozmiarów Wszechświata. Cały weekend starała się je rozwiązać, okazały się jednak zbyt trudne. Pomóż Agatce rozwiązać te zadania. Wyratuj ją z opresji, bo Jacek będzie zawiedziony!

Twoje zadania

Zastanów się i korzystając z tablic matematyczno-fizycznych oraz astronomicznych, rozwiąż zadania:

1. Wyraź odległość:

- Księżyca od Ziemi,
- Ziemi od Słońca,
- Merkurego od Słońca,
- Plutonu od Słońca

w jednostkach astronomicznych, parsekach oraz latach świetlnych. Odpowiedz na pytania:

- a) które z wyżej wymienionych obiektów są planetami?
- b) która z przytoczonych planet leży najbliżej Słońca, a która najdalej?
- c) porównaj odległość od Ziemi do Słońca z odległościami tych planet od Słońca.

2. Po jakim czasie światło odbite od powierzchni Księżyca dobiega do Ziemi? Porównaj tę odpowiedź z czasem, jaki zużywa światło na dobiegnięcie od Słońca do:
 - Merkurego,
 - Ziemi,
 - Plutona,
 - najbliższej gwiazdy,
 - jak się ta gwiazda nazywa?
3. Ile ważyłby Twój najlepszy kolega na Słońcu, na dwóch największych i dwóch najmniejszych planetach Układu Słonecznego?
4. Ile razy średnica Drogi Mlecznej jest większa od średnicy Układu Słonecznego?
5. Jowisz nie był nigdy gwiazdą, jego masa jest na to zbyt mała. Ile razy jego masa jest mniejsza od masy Słońca i Syriusza?
6. Oblicz gęstość Słońca i gwiazdy neutronowej, której masa jest równa masie Słońca, a promień wynosi 10 km. Porównaj gęstość Słońca z gęstością wody, a gęstość gwiazdy neutronowej z gęstością ołowiu.
7. Gęstość materii w obłoku gazowym o średnicy 200 ps jest równa 10 atomów helu na cm^3 . Ile gwiazd o masie Słońca powstałoby z tego obłoku?
8. Po jakim czasie dobiega do nas światło wysyłane przez galaktykę Andromedy i Obłoki Magellana? W jakim stanie znajdowała się Ziemia, gdy wysłane było światło, które obecnie odbieramy? Przedyskutuj, jaki oglądamy Wszechświat obserwowany w danej chwili na Ziemi?
9. Na podstawie danych zebranych w celu rozwiązania zadań oraz tabel przedstawionych w „Pomocy dla ucznia” przeanalizuj hierarchiczną strukturę Wszechświata.

Praca uczniów polegać będzie na:

1. Rozważeniu potrzeby pomiaru wielkości astronomicznych,
2. Zdecydowaniu o doborze odpowiednich jednostek fizycznych,
3. Praktycznym wykorzystaniu znanych wzorów fizycznych w prostych zadaniach rachunkowych.

Strategia nauczania

1. Lekcja może rozpocząć się od przedstawienia wybranych wielkości astronomicznych i związków między nimi.
2. Uczniowie, w grupach, korzystając z dostępnych pomocy dydaktycznych rozwiązują problemy rachunkowe.
3. Uczniowie dyskutują nad doбором właściwych jednostek fizycznych.
4. Dyskusja w grupach na temat informacji docierających do Ziemi z Kosmosu.

Osiąganie celów nauczania

1. Zapoznanie ze skalą wielkości występujących we Wszechświecie	– osiągnięta przy pomocy nauczyciela
2. Umiejętność logicznego myślenia i rozwiązywania prostych zadań rachunkowych	– praca w grupach
3. Współpraca uczniów w grupie	– podział obowiązków i komunikacja między uczniami
4. Umiejętność korzystania z literatury naukowej i popularnonaukowej	– osiągnięta podczas działalności grupowej
5. Umiejętność korzystania z tablic matematyczno-fizycznych i astronomicznych	– osiągnięta podczas pracy indywidualnej i grupowej

Ocena (strategia oceniania kształtującego)

1. Ocena wartości społecznych

A: Nie wnosi znaczącego wkładu do dyskusji; podjęte decyzje są błędne.

B: Uczeń bierze udział w dyskusji, jego wypowiedzi wnoszą wkład w ostateczny wynik pracy.

C: Zdolny do odegrania znaczącej roli w dyskusji; proponuje właściwą formę przedstawienia efektów pracy grupy.

2. Umiejętność posługiwania się metodą naukową

A: Niezdolny do wykorzystywania dostępnych pomocy naukowych. Niewłaściwie wykorzystuje dane zawarte w tablicach fizyczno-astronomicznych.

B: Potrafi wykorzystywać pomoce naukowe, poprawnie analizuje dane zawarte w tablicach fizyczno-astronomicznych.

C: Trafnie odczytuje dane tablicowe, analizuje je.

3. Ocena osobistych umiejętności

Nauczyciel obserwuje pracę uczniów w grupach podczas zajęć.

A: Nie bierze udziału w pracy, nie wykazuje zainteresowania tematem. Nie potrafi posługiwać się językiem naukowym.

B: Bierze udział w działalności grupy. Umie porozumiewać się w grupie używając odpowiedniego języka naukowego.

C: Aktywny uczestnik zajęć, kieruje pracą grupy. Analizuje wyniki pracy grupy bez pomocy nauczyciela.

4. Zdolność do myślenia w kategoriach naukowych

A: Nie potrafi analizować problemów przedstawionych w treści zadań.

B: Poprawna analiza problemów zawartych w zadaniach świadczy o zrozumieniu tematu przez ucznia.

C: Poprawnie rozwiązane zadania świadczą o zrozumieniu omawianych zagadnień.

Pomoc dla ucznia

Zastanów się i korzystając z tablic matematyczno-fizycznych oraz astronomicznych, rozwiąż zadania. Zapamiętaj, że:

odległości w astronomii mierzymy w:

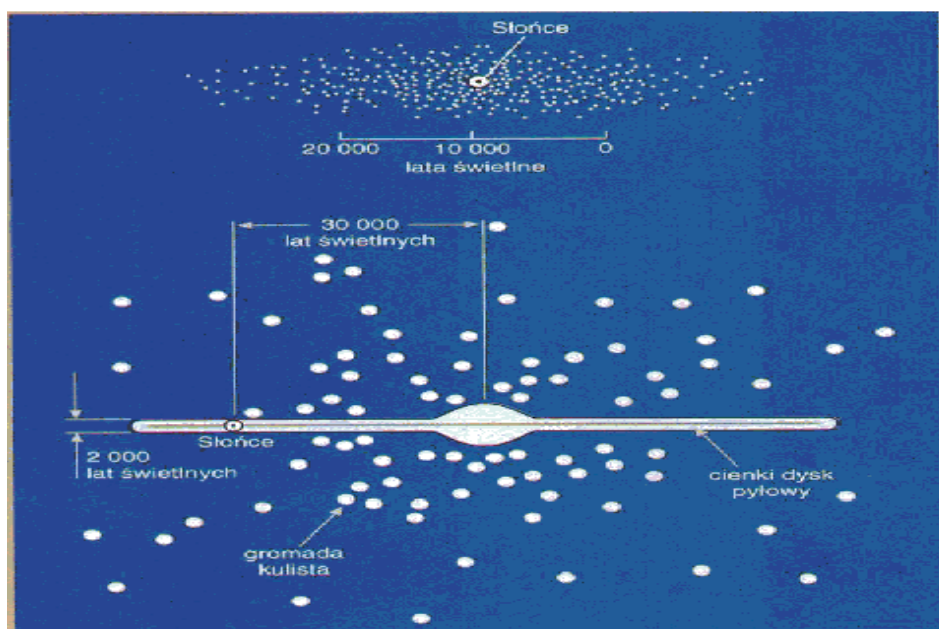
- **latach świetlnych** – odległość, którą światło, poruszając się z prędkością $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, przebiega w próżni w ciągu roku.
1 r.ś. = $9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$.
- **jednostkach astronomicznych** (j.a.) – długość promienia orbity Ziemi dookoła Słońca (dokładniej półos wielka orbity eliptycznej Ziemi dookoła Słońca) równa około $150 \cdot 10^6 \text{ km}$.
1 j.a. = $1,496 \cdot 10^{13} \text{ cm}$.
- **parsekach** (ps) – odległość, z której promień orbity Ziemi widoczny jest pod kątem 1 sekundy łuku. Jednostkami pochodnymi są **kiloparsek** (1kps = 10^3 ps) oraz **megaparsek** (1Mps = 10^6 ps). Światło przebiega odległość jednego parseka w ciągu około 3 lat, czyli jeden rok świetlny oznacza odległość równą w przybliżeniu 1/3 parseka. Dokładniej: 1ps = 3,26 lat świetlnych, oraz 1ps = $3,085 \cdot 10^{18} \text{ cm}$.

Tabela 1. Skale Wszechświata

Odległość Ziemi od Słońca	8 minut świetlnych
Najbliższa gwiazda (Proxima Centauri)	4,2 lat świetlnych
Centrum Drogi Mlecznej	30 tys. lat świetlnych
Najbliższe galaktyki (Obłoki Magellana)	400 tys. lat świetlnych
Wielka Mgławica w Andromedzie	2,5 mln lat świetlnych
Gromada galaktyk w Pannie	60 mln lat świetlnych

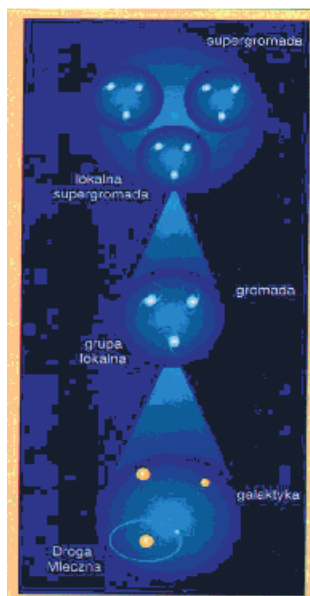
LITERATURA

- [1] podręczniki do astronomii
- [2] tablice astronomiczno-fizyczne
- [3] treści zadań
- [4] „Wiedza i Życie”, lipiec 1995.
- [5] „Wiedza i Życie”, marzec 1996.



Przejęcie od modelu Drogi Mlecznej zaproponowanego przez Jacobusa Kapteyna (u góry) do współczesnej wizji (u dołu) zawdzięczamy badaniom Harlowa Shapleya. W pierwszej wersji modelu Galaktyki – z przełomu lat dwudziestych i trzydziestych – Shapley przyjmował, że średnica dysku Galaktyki może sięgać nawet 300 tysięcy lat świetlnych, jego grubość – 30 tysięcy lat świetlnych, a odległość Słońca od centrum układu wynosi 50 tysięcy lat świetlnych.

Rys. 1. Model Drogi Mlecznej („Wiedza i Życie”, marzec 1996)



Hierarchiczna struktura Wszechświata

Wydaje się, że Wszechświat jest zbudowany hierarchicznie. Podobnie jak w mikroświecie mniejsze cząstki wchodzą w skład większych, a te z kolei jeszcze większych struktur, tak w makroświecie mniejsze obiekty stanowią elementy kolejnych szczebli wielkoskalowej struktury Wszechświata. W największym przybliżeniu strukturę kosmiczną tworzą kolejno galaktyki składające się z gwiazd i planet), gromady galaktyk i supergromady. Istnieje jednak wielkie różnicowanie wśród każdej z tych klas obiektów, zarówno pod względem budowy, jak i składu

oraz ewolucji. Istnieją również pomiędzy nimi struktury pośrednie, np. gwiazdy nie muszą wchodzić w skład galaktyk, ale mogą tworzyć grawitacyjnie związany układ zwany gromadą kulistą. Charakterystyczne masy, rozmiary i gęstości podstawowych struktur występujących we Wszechświecie przedstawione są w tabeli. (Parametry kosmologiczne: h jest stałą Hubble'a wyrażoną w jednostkach $100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, zawiera się więc w tym przypadku pomiędzy 0.4 a 1; Ω to parametr gęstości Wszechświata, jego wartość jest rzędu jedności).

Obiekt	Masa [g]	Promień [cm]	Gęstość [g/cm ³]
Jowisz	2×10^{30}	5×10^8	2.3
Słońce	2×10^{33}	7×10^{10}	1.4
czerwony olbrzym	$(2-6) \times 10^{34}$	10^{14}	$(4.8-14.3) \times 10^{-9}$
biały karzeł	2×10^{35}	10^8	5×10^8
gwiazda neutronowa	3×10^{33}	10^6	7×10^{14}
gromada kulista	1.2×10^{38}	1.5×10^{20}	8.5×10^{-23}
gromada otwarta	5×10^{35}	3×10^{19}	4.4×10^{-24}
galaktyka spiralna	$2 \times (10^{44}-10^{45})$	$(6-15) \times 10^{22}$	$(14-22) \times 10^{-26}$
galaktyka eliptyczna	$2 \times (10^{43}-10^{45})$	$(1.5-3) \times 10^{23}$	$(0.14-1.8) \times 10^{-26}$
grupa galaktyk	4×10^{46}	3×10^{24}	3.5×10^{-28}
gromada galaktyk	2×10^{48}	1.2×10^{25}	2.7×10^{-28}
Wszechświat	$7.5 \times 10^{55} \Omega h^{-1}$	$10^{28} h^{-1}$	$1.8 \times 10^{-28} \Omega h^2$

Rys. 2. Hierarchiczna struktura Wszechświata („Wiedza i Życie”, lipiec 1995)



Fizyka
Astronomia
Biologia
Geografia
Ekologia
Chemia
Informatyka

ISBN 83-86875-28-3