



KAPITAŁ LUDZKI  
NAKŁADOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



PUBLIKACJA JEST WSPÓLFINANSOWANA PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ W RAMACH EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU SPOŁECZNEGO



**pwn.pl**

dr Józefina Turło

# Opracowanie dla ucznia Z SONDą przez fizykę

Zestaw „SONDa”

Mechanika, termodynamika i zjawiska optyczne

Część III i IV

Redakcja – dr Józefina Turło

# Opracowanie dla ucznia *Z SONDą przez fizykę*

Zestaw „SONDa”

Mechanika, termodynamika i zjawiska optyczne.

Część III i IV



Redakcja – dr Józefina Turło

# Opracowanie dla ucznia *Z SONDą przez fizykę*

Zestaw „SONDa”

Mechanika, termodynamika i zjawiska optyczne.

Część III i IV

Poznań 2010

**pwn.pl**

Redakcja – dr Józefina Turło  
Instytut Fizyki  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika

Opracowanie dla ucznia  
*Z SONDą przez fizykę*  
Zestaw „SONDa”  
Mechanika, termodynamika i zjawiska optyczne. Część III i IV

© 2010 by pwn.pl sp. z o.o. Poznań  
wydanie I

Wydawca:  
pwn.pl sp. z o.o.  
Biuro projektu „Fizyka jest ciekawa”:  
ul. Romana Maya 1  
61-371 Poznań  
[www.fizykajestciekawa.pl](http://www.fizykajestciekawa.pl)  
e-mail: [fizyka@pwn.pl](mailto:fizyka@pwn.pl)  
tel. 61 873 62 78

**ISBN: 978-83-61492-63-4**

egzemplarz bezpłatny

---

## SPIS TREŚCI

1.	Zawartość zestawów .....	7
2.	Przykładowe doświadczenia .....	10
2.1	Badanie przepływu energii na sposób ciepła i rola izolacji – krzywa chłodzenia .....	10
2.2	Oddziaływanie światła z materią .....	14
2.3	Hałas w najbliższym otoczeniu .....	18
2.4	Badanie ruchu jednostajnego .....	22



## 1. Zawartość zestawów

**Zestaw SONDa mechanika, termodynamika i zjawiska optyczne.**

**Zestaw I – SONDa 3 zawiera:**

AUTONOMICZNY REJESTRATOR DANYCH – współpracując z oprogramowaniem zbiera dane z czujników, zapisuje je oraz analizuje uzyskane wyniki pomiarowe.



oraz czujniki:



CZUJNIK TEMPERATURY (-30 ; +120 °C) – *T*



CZUJNIK WILGOTNOŚCI – *Wilg*



CZUJNIK CIŚNIENIA (RÓŻNICOWY) – *p*





CZUJNIK NATĘŻENIA DŹWIĘKU – *Dżw*

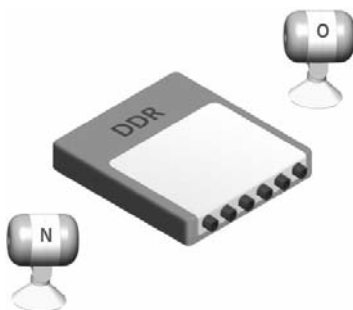


CZUJNIK NATĘŻENIA ŚWIATŁA WIDZIALNEGO – *Widz*



TRÓJPRZYCISK PILOT

**Zestaw SONDa mechanika, termodynamika i zjawiska optyczne**  
**Zestaw II – SONDa 4 zawiera:**



**DOPPLEROWSKI DETEKTOR RUCHU (DDR) Z NADAJNIKIEM (N)  
I ODBIORNIKIEM (O) ULTRADŹWIĘKÓW – *DDR***



CZUJNIK PROMIENIOWANIA PODCZERWONEGO IR – *IR*



CZUJNIK SIŁY – BELKA TENSOMETRYCZNA – *F*



CZUJNIK NATĘŻENIA POLA MAGNETYCZNEGO – *H*

## 2. Przykładowe doświadczenia

### 2.1 Badanie przepływu energii na sposób ciepła i rola izolacji – krzywa chłodzenia.

Autor: Tomasz Kocur

#### Przyrządy i materiały:

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik temperatury (zakres od  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- naczynie o pojemności 250 ml,
- potencjalne izolatory ciepła – materiały typu: kożuch, polar, len, bawełna, jeans,
- woda o temperaturze początkowej ok.  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem

#### Wprowadzenie teoretyczne:

Ze zjawiskami przewodnictwa cieplnego bardzo często spotykamy się na co dzień. Niektóre przedmioty powszechnego użytku doskonale przewodzą energię w postaci ciepła, inne wręcz przeciwnie, są dobrymi izolatorami cieplnymi. Takimi dobrymi przewodnikami są na przykład: łyżeczka zanurzona w gorącej herbacie, rondel z podgrzewającym się mlekiem lub zimna poręcz w autobusie. Dobrym izolatorem jest np. kożuch, który „ogrzewa” swoich właścicieli podczas mroźnych zimowych dni.

Przewodnictwo cieplne zachodzi zarówno w ciałach stałych, cieczach i gazach. Polega ono na przekazywaniu energii między sąsiadującymi cząsteczkami. Zdolność ciała do przewodzenia ciepła określa współczynnik proporcjonalności zwany **przewodnością cieplną**.

Zwykle najlepszymi przewodnikami ciepła są metale, najslabszymi – gazy. W metalach dobry przepływ energii w postaci ciepła zapewniają elektrony walencyjne, w kryształach – drgania sieci krystalicznej. Natomiast w ciałach bezpostaciowych i nieregularnych, przepływ energii jest utrudniony, co sprawia, że są one dobrymi izolatorami ciepła (np. polar, styropian, kożuch, itp.).

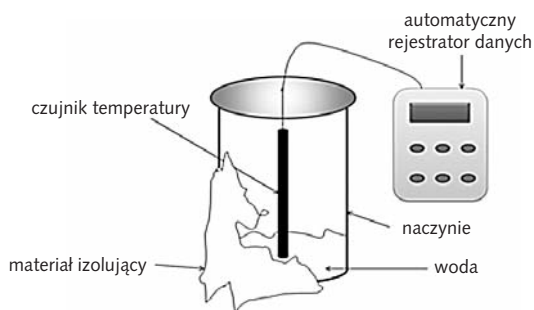
W poniższym doświadczeniu postaramy się sprawdzić zdolności do izolacji cieplnej różnych materiałów codziennej garderoby tj. jeans, polar, len, bawełna, kożuch. Izolując poszczególnymi materiałami pojemnik z wodą zmierzmy temperaturę chłodzenia i przedstawimy ją w zależności od czasu, uzyskując tzw. **krzywe chłodzenia**.

**Cele:**

- wyjaśnienie zjawiska przepływu energii w postaci ciepła w zjawiskach przewodnictwa cieplnego oraz poznanie roli izolacji cieplnej,
- sporządzenie wykresu zależności temperatury od czasu – krzywej chłodzenia,
- sformułowanie wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

**Przebieg doświadczenia:**

- Przygotuj zestaw doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy: naczynie, czujnik temperatury, woda, datalogger – autonomiczny rejestrator danych.

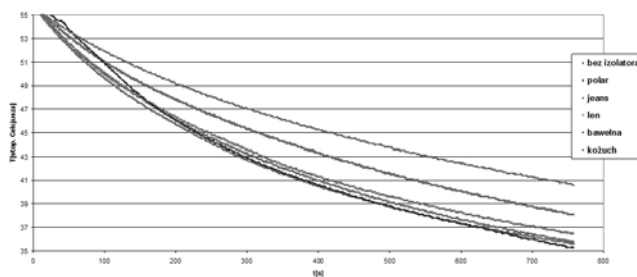
- Do naczynia wlej 10 ml wody o temperaturze początkowej ok. 70 °C. Umieść czujnik wewnątrz naczynia tak, żeby był całkowicie zanurzony w wodzie.
- Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk pomiary, ustaw odpowiedni kanał z czujnikiem temperatury, wybierz czas próbkowania 1 s, rozpocznij pomiar naciskając start.
- Zatrzymaj pomiar, gdy woda osiągnie temperaturę ok. 35 °C.
- Przygotuj różne materiały izolacyjne. Powtarzaj czynności opisane w punktach 2–4 owijając kolbę z badaną próbką. W celu przyspieszenia doświadczenia przygotuj jednocześnie trzy kolby. Dwie z nich obłóż materiałem izolacyjnym (np. polarem i kożuchem). W tym przypadku będą potrzebne trzy czujniki temperatury.
- Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej sporządzenie wykresu zależności temperatury od czasu – otrzymasz tzw. krzywe chłodzenia.
- Sformułuj wnioski do otrzymanych wyników.

### Opracowanie wyników i wnioski

W tabeli 1. zestawiliśmy pomiar temperatury chłodzenia dla różnych materiałów w zależności od czasu. Tworząc wykres zależności temperatury od czasu otrzymujemy krzywe chłodzenia.

Tab. 1. Wyniki pomiarów temperatury  $T(t)$  dla różnych materiałów.

t[s]	$T[^\circ\text{C}]$ bez izolatora	$T[^\circ\text{C}]$ polar	$T[^\circ\text{C}]$ jeans	$T[^\circ\text{C}]$ len	$T[^\circ\text{C}]$ bawełna	$T[^\circ\text{C}]$ kożuch
1	55,8	55,7	55,8	55,7	55,7	55,7
2	55,8	55,6	55,8	55,6	55,7	55,6
3	55,6	55,5	55,8	55,5	55,6	55,6
...	...	...	...	...	...	...
473	39,2	42	39,6	40,1	39,2	44,1
474	39,2	42	39,6	40,1	39,2	44,1
475	39,1	42	39,6	40	39,2	44,1
...	...	...	...	...	...	...
731	35,9	38,4	36,1	36,8	35,6	41
732	35,8	38,4	36,1	36,8	35,6	41
733	35,8	38,4	36,1	36,7	35,6	40,9



Rys. 2. Krzywe chłodzenia dla próbki wody o objętości 10 ml.

### Wnioski:

- Z powyższego wykresu wnioskujemy, że spośród badanych materiałów kożuch jest najlepszym izolatorem ciepła. Widać wyraźnie, że krzywa chłodzenia jest „najwyżej”, co znaczy, że szybkość dążenia wody do równowagi termicznej jest najmniejsza. Polar również dobrze izoluje ciepło. Słabszymi izolatorami są len i jeans, które w niewielkim stopniu utrudniają przepływ energii na zewnątrz. Krzywa chłodzenia bawełny prawie całkowicie pokryła się z krzywą chłodzenia bez izolatora. Zatem już wiemy dlaczego bawełna jest tak pożądanym materiałem do ubrań – nosi się ją, jakby jej nie było.

- Kozuch, który jest imitacją skóry zwierzęcia z natury spełnia rolę dobrego izolatora ciepła i nie pozwala, aby ciało wychłodziło się do niebezpiecznej temperatury.
- Przewodność cieplna jest cechą charakterystyczną danego materiału.
- Przepływ energii w postaci ciepła zależy od porowatości materiału.

### Zadanie dodatkowe

*Czy łatwiej osiągnąć punkt równowagi termicznej z otoczeniem nagrzanego ciała znajdującego się w powietrzu czy w wodzie?*

Naszym nagrzanym ciałem będzie woda o temperaturze początkowej ok. 70 °C. Przygotujmy dwie metalowe puszkę po napojach. W każdej z nich umieścimy czujnik temperatury i dodajmy po 20 ml gorącej wody. Jedną puszkę umieścimy w kąpeli wodnej o temperaturze pokojowej ok. 20 °C. Rozpocznijmy pomiar tak, jak we wcześniejszym doświadczeniu. Wyniki przedstawmy za pomocą wykresu zależności temperatury od czasu.

Po przeprowadzeniu analizy wyników stwierdzamy, że w środowisku wodnym ogrzane ciało szybciej dochodzi do równowagi termicznej niż w środowisku powietrza. Dzieje się tak ze względu na większe ciepło właściwe wody od powietrza.

### Literatura

- [1] Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań 1994.
- [2] Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PMEF IF UMK, Toruń 2008.
- [3] Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod redakcją Józefiny Turło, PDF IF UMK, Toruń 2003.
- [4] Roger Frost, *The IT In Science book of Datalogging and control*, IT in Science 1997.
- [5] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.

## 2.2 Oddziaływanie światła z materią

Autor: Janusz Kosicki

### Przyrządy i materiały:

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik światła widzialnego i czujnik podczerwieni,
- lampa z żarówką o mocy ok. 60 W,
- prostopadłościenna przezroczysta kuweta o głębokości ok. 5 cm wraz z pionową podziałką,
- woda z niewielką ilością rozpuszczonej farby plakatywnej,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

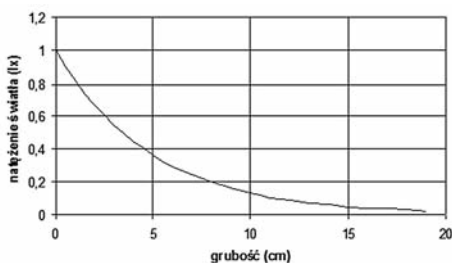
### Wprowadzenie teoretyczne

Podczas przejścia światła przez przeszkodę, natężenie światła maleje w postępie geometrycznym. Zależność tę w formie matematycznej przedstawia prawo Bouguera:

$$I(x) = I_0 e^{-\alpha x}$$

, gdzie  $I$  – natężenie światła przechodzącego przez warstwę o grubości  $x$ ;  $I_0$  – natężenie światła padającego;  $\alpha$  – współczynnik absorpcji zależny od rodzaju substancji i długości fali świetlnej.

Wykres przedstawiający teoretyczny spadek natężenia światła podczas przejścia przez przeszkodę o określonej grubości przedstawiono na rysunku 1.



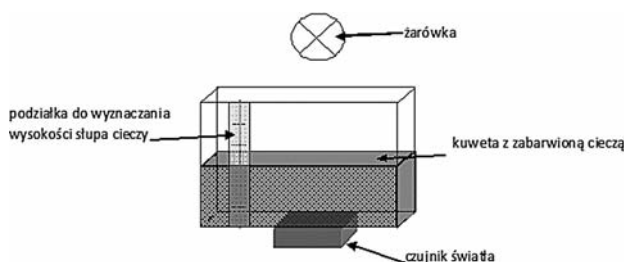
Rys. 1. Teoretyczna krzywa pochłaniania promieniowania przy przejściu przez substancję.

**Cele:**

- badanie wpływu grubości warstwy absorbującej na natężenie przechodzącego światła,
- zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenia na ich podstawie wykresu,
- analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

**Przebieg doświadczenia**

- Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z załączonym schematem (Rys. 2).



Rys. 2. Układ doświadczalny do pomiaru natężenia światła przechodzącego przez ciecz.

- Do kuwety nalej zabarwionej cieczy na wysokość 1 cm.
- Pod kuwetą ustaw czujnik światła widzialnego, włącz rejestrator danych; wybierz przycisk pomiar; uaktywnij odpowiedni kanał z czujnikiem; wybierz czas próbkowania 100 ms i naciskając start rozpocznij pomiar.
- Po dolaniu cieczy na wysokość kolejnego centymetra powtórz pomiar.
- Pomiar zakończ po osiągnięciu maksymalnego poziomu cieczy.
- Analogiczne pomiary powtórz z czujnikiem promieniowania podczerwonego.

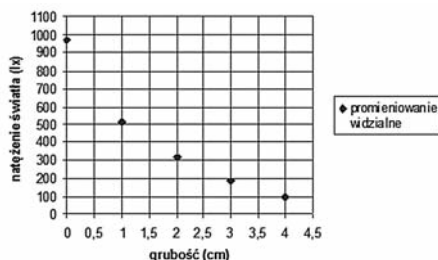
**Opracowanie wyników i wnioski**

Aby wyniki przedstawić w postaci graficznej, należy przesłać je do arkusza kalkulacyjnego.

Wyniki każdego pomiaru zapisujemy w kolumnie, a następnie

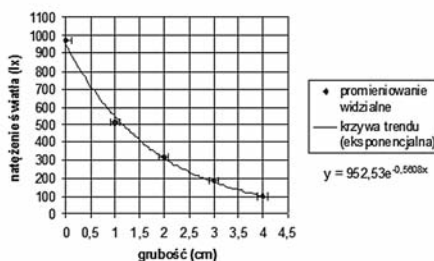


obliczamy wartość średnią każdej serii. Obliczonej w ten sposób średniej wartości natężenia przyporządkowujemy grubość warstwy cieczy, przez którą przeszedł promień świetlny (rys. 3).



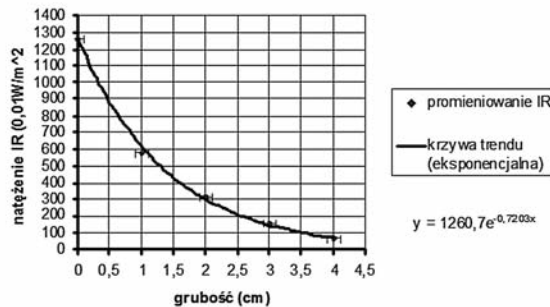
Rys. 3. Wykres przedstawiający uzyskane wyniki pomiaru natężenia światła w zależności od grubości warstwy absorbującej.

Aby dokonać porównania otrzymanych wyników z wynikami teoretycznymi dopasowujemy (nakładamy) krzywą (linię trendu) na istniejące punkty wykresu. Analizując popełnione błędy pomiarowe, możemy założyć, że błąd odczytu wysokości słupa cieczy wynosi  $\pm 1$  mm. Wielkość błędu pomiarowego nanosimy na wykres. Dodatkowo podczas „formatowania linii trendu” zaznaczamy funkcję Wykreśl równanie na wykresie. Rezultaty zostały przedstawione na rysunku 4.



Rys. 4. Wyniki pomiarów z zaznaczoną „krzywą trendu” i równaniem krzywej.

W analogiczny sposób do opisanego powyżej, uzyskano wyniki pomiarów dla promieniowania podczerwonego (IR). Zostały one przedstawione na rysunku 5.



Rys. 5. Wyniki pomiarów z zaznaczoną „krzywą trendu” i równaniem krzywej dla promieniowania podczerwonego (IR).

Porównując wyniki uzyskane dla promieniowania w zakresie widzialnym i w zakresie podczerwieni widzimy, że współczynnik absorpcji jest różny i zależy od długości fali elektromagnetycznej.

Rozwinięciem tematu jest omówienie zjawiska selektywnego pochłaniania światła. Charakteryzuje się ono silnym pochłanianiem promieniowania w zależności od długości fali elektromagnetycznej. Właściwości takie posiadają m. in. pary sodu. selektywność absorpcji możemy zauważyć obserwując włókno żarówki przez szklaną płytkę zabarwioną na zielono. Dla pojedynczej płytki zaobserwujemy włókno o kolorze zielonym. Natomiast w miarę zwiększania liczby zabarwionych płytek obserwowana barwa zmienia się na czerwoną. Jest to spowodowane tym, że absorpcja promieniowania odpowiadająca barwie zielonej jest większa od absorpcji dla barwy czerwonej.

### Literatura

- [1] *Zjawiska optyczne w przyrodzie* W. Bułat; Wsi P, Warszawa, 1987
- [2] *Atlas fizyki* H. Breuer; Prószyński i S-ka, Warszawa, 2000
- [3] *Słownik fizyczny*; praca zbiorowa; Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984
- [4] *Zjawiska optyczne w przyrodzie*, W. Bułat; Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, W-wa 1987

## 2.3 Hałas w najbliższym otoczeniu

Autor: Tomasz Kocur

### Wprowadzenie teoretyczne

Dźwięk jest falą akustyczną charakteryzującą się odpowiednim natężeniem, częstotliwością i barwą. Natomiast hałas to dźwięk niepożądany, zwykle o nadmiernym natężeniu, odbierany przez człowieka na przykład jako: huk, szum, krzyk, wrzawa itp.

Natężenie dźwięku jest trudne do zmierzenia, dlatego częściej mówi się o poziomie natężenia dźwięku wyrażonym w decybelach (dB;  $1 \text{ dB} = 10^{-1} \text{ B}$ ). Jednostka ta wiąże się z pewnym zakresem natężenia dźwięku fali akustycznej dochodzącej do narządu słuchu. Jest to skala logarytmiczna, która za punkt odniesienia przyjmuje 0 dB (natężenie dźwięku o wartości  $10 - 12 \text{ W/m}^2$ ) odpowiadający progowi słyszalności.

Dźwięki rejestrowane przez narząd słuchu, charakteryzują się określonym zakresem słyszalności. Analizując tabelę 1 możemy zauważyć, że od poziomu 0 dB człowiek odczuwa wrażenie słuchowe, natomiast powyżej ok. 130 dB odczuwa ból.

0 dB	szelest liścia
10 dB	szept
20 dB	spokojna ulica bez ruchu kołowego
30 dB	szmery w mieszkaniu
40 dB	darcie papieru
50 dB	szum w biurach
60 dB	spokojna konwersacja
70 dB	wnętrze głośnej restauracji
80 dB	głośna muzyka w pomieszczeniu
90 dB	hałas na przerwie w szkole
95 dB	traktor, orkiestra
100 dB	motocykl bez tłumika, walkman
110 dB	kosiarka do trawy, dyskoteka
120 dB	głośny krzyk
130 dB	śmigło helikoptera (próg bólu)
140 dB	wybuch petardy
190 dB	prom kosmiczny

Tab. 1. Poziom natężenia dźwięku dla różnych źródeł.

Szkodliwość działania hałasu na człowieka i środowisko jest bezsprzeczna. Zależy ona od częstotliwości i natężenia dźwięku oraz długotrwałości działania. Przy ok. 70 dB w organizmie człowieka następują niekorzystne zmiany wegetatywne. Przy 75 dB mogą wystąpić: zaburzenia pracy żołądka, nadciśnienie tętnicze, wrzody żołądka, wzrost wydzielania adrenaliny. Powyżej 90 dB może nastąpić osłabienie i ubytek słuchu, a od 120 dB – mechaniczne uszkodzenie narządu słuchu.

Hałas jest wszechobecny. Występuje w komunikacji, przemyśle, zbiorowiskach miejskich. Ochrona przed nim jest trudna. Jednakże hałas można ograniczyć np. poprzez odpowiednią architekturę wnętrz, czy zastosowanie tzw. ekranów akustycznych.

Naszym zadaniem będzie zbadanie poziomu natężenia dźwięku w najbliższym otoczeniu, czyli:

- w domu, dla różnych źródeł dźwięku,
- na ruchliwej ulicy,
- w sklepie,
- w restauracji

oraz przeprowadzenie dyskusji na temat wpływu hałasu na człowieka i środowisko.

### **Cele:**

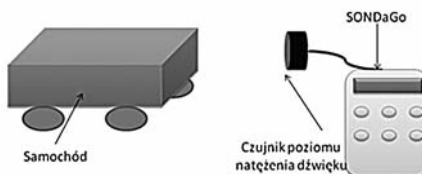
- uświadomienie szkodliwego działania hałasu na organizm ludzki,
- uzyskanie wyników pomiaru natężenia dźwięku wyrażonych w decybelach (dB),
- sformułowanie wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

### **Przyrządy i materiały:**

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik poziomu natężenia dźwięku,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

### **Przebieg doświadczenia**

- Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy.

- Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk pomiary, ustaw odpowiedni kanał z czujnikiem natężenia dźwięku, wybierz czas próbkowania 10 ms, rozpocznij pomiar naciskając start.
- Zbadaj poziom natężenia dźwięku dla różnych źródeł, np. gwizd czajnika, głos płaczącego dziecka, krzyku, itp.
- Zakończ pomiar po kilku sekundach w celu uniknięcia rejestracji zbyt dużej ilości danych.
- Powtórz pomiar zmieniając źródła generujące falę akustyczną.

### Opracowanie wyników i wnioski

- Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej odczytanie wyników.
- Sformułuj wnioski na podstawie otrzymanych wyników.

### Przykładowe wyniki

Mierząc poziom natężenia dźwięku w poszczególnych miejscach, otrzymaliśmy następujące wyniki:

- spokojna rozmowa w pomieszczeniu: 20 – 40 dB,
- rozbijanie kotletów schabowych: 60 – 80 dB,
- gwizd czajnika z wodą: 65 – 74 dB,
- kosiarka przed domem: 80 – 115 dB,
- jadący samochód: 75 – 85 dB,
- wewnątrz gwarneho hipermarketu: 60 – 85 dB,
- niezatłoczona restauracja: 30 – 50 dB.

### Wnioski

- Długotrwałe narażenie na hałas wywołuje niekorzystne działanie na organizm człowieka, np. osłabienie, ból głowy, irytacja, gniew.
- Poziom natężenia dźwięku zależy od odległości od źródła wysyłającego falę akustyczną.

- W skupiskach miejskich bardzo trudno znaleźć miejsce wolne od hałasu.
- Hałas jest powszechnym problemem, z którym należy walczyć wszystkimi dostępnymi środkami, np. ograniczając ruch pojazdów, wprowadzając urządzenia przeciwhałasowe w pojazdach mechanicznych, stosując właściwe rozwiązania akustyczne w budownictwie i architekturze.

### Literatura

- [1] Oleśkowska A., *Hałas i wibracje w środowisku*. Biuletyn PSNPP, Toruń 2010.
- [2] Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań 1994.
- [3] Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PMEF IF UMK, Toruń 2008.
- [4] Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod redakcją Józefiny Turło, PDF IF UMK, Toruń 2003.
- [5] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.

## 2.4 Badanie ruchu jednostajnego

Autor: Tadeusz Kubiak

### **Podstawa programowa**

IV Etap edukacyjny, poziom rozszerzony

### **Cele kształcenia – wymagania ogólne:**

- IV. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analizowanie ich wyników.

### **Treści nauczania – wymagania szczegółowe:**

1. Wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu.
2. Rysuje i interpretuje wykresy parametrów ruchu od czasu.

### **CELE**

#### **Cele ogólne**

Uczeń:

1. Poznaje działanie ultradźwiękowego dopplerowskiego rejestratora danych (detektora ruchu).
2. Planuje przebieg doświadczenia „on line”.
3. Zapisuje dane z pomiarów.
4. Przeprowadza analizę danych z pomiarów (położenia, prędkości i przyspieszenia) i wyciąga wnioski.

#### **Cele operacyjne**

Uczeń:

1. Poznaje sposoby przeprowadzania doświadczenia z dopplerowskim czujnikiem ultradźwiękowym.
2. Przeprowadza doświadczenie związane z ruchem jednostajnym poruszającego się ciała (klocka, szalki, modelu samochodu).
3. Potrafi przedstawić wyniki pomiarów w formie zależności graficznych:  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$  dla ruchu jednostajnego.

4. Potrafi analizować wyniki pomiarów i porównywać je z zależnościami teoretycznymi.
5. Odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych i oblicza wartości prędkości i położenia oraz oblicza zależności wynikające ze wzoru na ruch jednostajny.

### **Metoda pracy**

Praktyczne doświadczenie z wykorzystaniem komputera – nauczanie wspomagane komputerem.

### **Formy pracy:**

Praca w zespole pomiarowym i pokaz doświadczenia dla całej klasy pod kierunkiem nauczyciela.

### **Środki dydaktyczne i potrzebne materiały:**

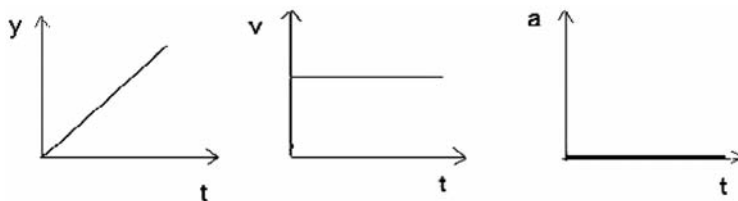
- Komputer z ultradźwiękowym dopplerowskim detektorem ruchu (ddr)
- Przewody elektryczne.
- Układ do badania ruchu np.: prostoliniowy tor kolejki umocowany na kawałku sklejk.
- Zasilacz z regulacją napięcia od 0 do 14 V.
- Kolejka elektryczna, dodatkowy wagonik z możliwością obciążenia masą.
- Ciężarki z zestawu do mechaniki.
- Metalowe podstawki do magnetycznego zamocowania nadajnika i odbiornika ultradźwiękowego.
- Instrukcja opisująca przebieg doświadczenia.

### **Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów**

#### **Wprowadzenie teoretyczne**

Ruch jednostajny charakteryzuje się stałą wartością prędkości w czasie. Droga przebyta w tym ruchu jest proporcjonalna do czasu trwania ruchu. Zależność parametrów ruchu  $y$ ,  $v$ ,  $a$  od czasu  $t$  przedstawiają wykresy (Rys. 1).





Rys. 1. Wielkości fizyczne  $y$ ,  $v$ ,  $a$  spełniają następujące zależności: położenie  $y = v t$ , prędkość  $v = y/t$ ,  $v = \text{constans}$ , przyspieszenie  $a = 0$

### Opis doświadczenia

Na torze prostoliniowym umieszczamy kolejkę elektryczną.

Na kolejkę i na końcu toru montujemy magnetycznie czujniki ultradźwiękowe (nadajnik i odbiornik) do podstawek metalowych. Podłączamy przewodami zasilanie z zasilacza o regulowanym napięciu. Dobieramy odpowiednie napięcie pracy i sprawdzamy jak porusza się kolejka.

Sprawdzamy działanie układu rejestrującego ruch.

Przeprowadzamy rejestrację ruchu.

Dobieramy odpowiednie parametry rejestracji ruchu (np.: czas pomiaru  $t = 1\text{s}$ , interwał próbkowania  $\tau = 10\text{ms}$ ).

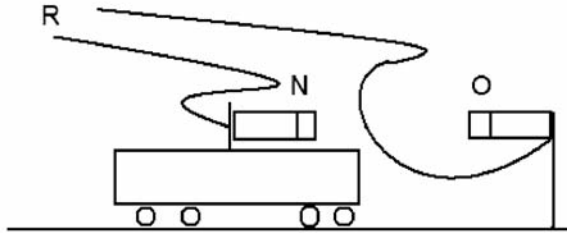
Zapisujemy wyniki pomiarów.

### Wykonanie doświadczenia

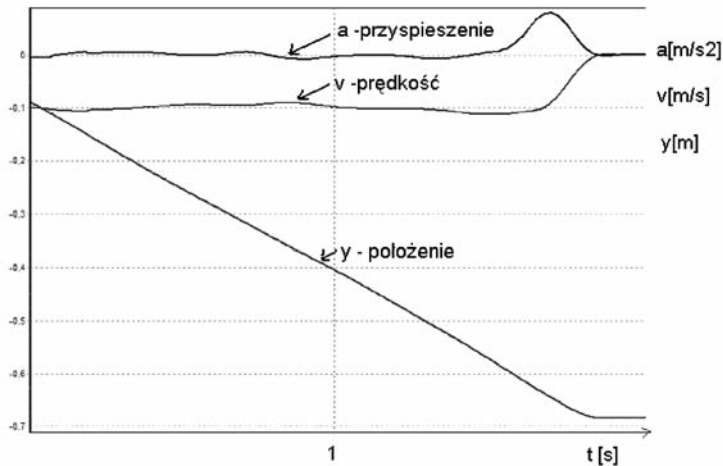
Przeprowadzamy doświadczenie zgodnie z opisem.

Przygotowujemy układ pomiarowy doświadczenia. Staramy się zarejestrować parametry ruchu kolejki na prostoliniowym odcinku toru, a następnie zapisujemy wyniki pomiaru. Możemy sprawdzić kilka razy powtarzalność wyników i odpowiednio dobrać parametry czasu rejestracji oraz częstotliwość próbkowania. Dobrze jest wykonać pomiary dla kolejki zbliżającej się do odbiornika ultradźwiękowego i kolejki oddalającej się od niego (Rys. 2). Efektem pomiarów będą wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia ruchu kolejki od czasu.

Rysunek układu pomiarowego



Rys. 2. Przewody R od nadajnika N i odbiornika O ultradźwiękowego są połączone z rejestratorem danych i komputerem. Kolejka z nadajnikiem ultradźwiękowym zbliża się do odbiornika.



Rys. 3. Wykresy zależności położenia  $y$  [m], prędkości  $v$  [m/s], przyspieszenia

$a$  [ $m/s^2$ ] od czasu w badanym ruchu.

położenie –  $y(t)$

prędkość –  $v(t)$

przyspieszenie –  $a(t)$

### Opracowanie wyników, wyciągnięcie wniosków

Efektom doświadczenia są wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu trwania ruchu.

Z wykresów możemy odczytać wartości chwilowe tych wielkości fizycznych.

Z przykładowego wykresu (Rys. 3) widać, że wartość prędkości ruchu wynosiła  $v = 0,1$  m/s. Kolejka pokonała odległość  $y = 0,6$  m. Przyspieszenie jest praktycznie równe zero z wyjątkiem momentu zatrzymania się kolejki. Mamy wówczas pik zmiany prędkości i odpowiadającą mu zmianę wartości przyspieszenia. Jeśli wybierzemy prostoliniowy odcinek toru bez zatrzymania się kolejki, uzyskamy wyniki typowe dla ruchu jednostajnego.

### **Wnioski:**

Ultradźwiękowy rejestrator ruchu jest urządzeniem bardzo czułym i wykrywa nawet bardzo niewielkie zmiany położenia, prędkości oraz przyspieszenia jako pochodnych (położenia) podczas ruchu kolejki, dlatego na wykresie są rejestrowane wszelkie nierównomierności ruchu kolejki – jak podskoki i drgania. Zatem, rzeczywisty wykres zależności prędkości i przyspieszenia w czasie nie jest dokładnie linią prostą.

### **Zastosowanie w życiu codziennym i technice**

W życiu codziennym spotykamy się z różnymi rodzajami ruchu. Możemy również dostrzec przykłady ruchu jednostajnego roweru, samochodu, samolotu, pociągu, skoczka spadochronowego, statku na krótkim odcinku drogi. Mogą to być również ruchy zwierząt. Poruszające się ciała mogą mieć małe prędkości (kilka milimetrów na sekundę lub duże prędkości kilka metrów na sekundę). Nasz czujnik ultradźwiękowy nie w każdym przypadku pozwoliłby zmierzyć prędkość poruszającego się obiektu. Wyobraźmy sobie strzałę wystrzeloną z łuku z przymocowanym do niej nadajnikiem ultradźwiękowym w odległości kilku metrów od tarczy, na której zamocowaliśmy odbiornik ultradźwiękowy. Groziłoby to uszkodzeniem czujnika ultradźwiękowego. Inny przypadek to np. samochód poruszający się na ulicy w naszym kierunku. Możemy także badać ruch różnych ciał w laboratorium, jakim jest klasa. Mogą to być ruchy modeli samochodów, pociągów, poruszający się człowiek, ruch szalki na bloczku, klocka na równi pochyłej, spadająca kartka bloku technicznego. Możemy się też pokusić o wyznaczenie prędkości żółwia lub ślimaka. Badamy wówczas sygnał odbity od małego, lekkiego papierowego ekranu przyklejonego na chwilę zwykłym klejem biurowym na grzbiecie zwierzęcia – nie czyniąc mu żadnej krzywdy. Taki ekran będzie odbijał falę ultradźwiękową, którą

możemy zarejestrować i uzyskać wykres zmiany położenia, prędkości i przyspieszenia w czasie.

### **Zadania do wykonania:**

Wykonaj kilka różnych pomiarów ruchu kolejki dla różnych wartości napięcia zasilania.

Odczytaj wartości parametrów ruchu.

Dokonaj rejestracji ruchu tylko na odcinku prostoliniowym.

Weź pod uwagę rejestrację ruchu od chwili ruszania kolejki do momentu jej zatrzymania.

Podaj odpowiednią interpretację otrzymanych wyników pomiaru.

Wykonaj pomiary ruchu kolejki gdy nadajnik i odbiornik ultradźwiękowy oddalają się od siebie i gdy zbliżają się do siebie. Podaj odpowiednią interpretację otrzymanych wykresów.

Zaplanuj podobne doświadczenie z innymi modelami zabawek lub ciał, które mogą się poruszać ruchem jednostajnym.

### **Literatura**

- [1] Praca zbiorowa pod redakcją Józefiny Turło, *Fizyka z komputerem*, Toruń, 1996, stron 94.
- [2] Turło J, Firszt F, Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod redakcją Józefiny Turło, PDF, Toruń 2003, stron 64.
- [3] Szydłowski H., *Fizyczne laboratorium komputerowe*, Poznań 1994.
- [4] Turło J, *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej*, IF UMK, 2006, stron 127.

