

Przedmiot: Fizyka

Dział programowy: Termodynamika

Temat lekcji: Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy.

(temat do realizacji na 2h lekcyjnych)

Klasa: 2

Scenariusz jest zgodny z podstawą programową.

Cele ogólne:

Celem ogólnym lekcji jest nabycie przez uczniów umiejętności planowania, wykonywania, opisu prostych eksperymentów fizycznych, analizy ich wyników z uwzględnieniem niepewności pomiarowych oraz uświadomienie roli eksperymentu, budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk¹.

Cele operacyjne:

Uczeń:

1. Zna wzór na ciepło właściwe.
2. Wie, że ciało stygnąc może tracić ciepło poprzez przewodnictwo, konwekcję lub promieniowanie.
3. Doskonali biegłość wykonywania przekształceń algebraicznych.
4. Doskonali umiejętność projektowania przebiegu doświadczeń: projektuje przebieg doświadczenia wyznaczającego wartość ciepła właściwego cieczy.
5. Przeprowadza niezbędne pomiary w celu wyznaczenia wartości ciepła właściwego cieczy.
6. Oblicza wartość ciepła właściwego cieczy, wykorzystując wyniki pomiarów.
7. Przeprowadza analizę niepewności pomiarowej.

Cele wychowawcze:

1. Nabywa umiejętności interpersonalne: współdziałania w zespole, podejmowania grupowych i indywidualnych decyzji.
2. Kształtuje umiejętność słuchania innych.
3. Rozwija dociekliwość poznawczą i badawczą.
4. W twórczy sposób rozwiązuje problemy.
5. Uczy się poprawnie posługiwać językiem fizyki.
6. Przygotowuje się do publicznych wystąpień.

Wykaz pomocy dydaktycznych dla jednej grupy :

- czajnik elektryczny (jeden dla całej klasy)
- dwie zlewki (lub inne dwa identyczna naczynia);
- dwa termometry laboratoryjne;
- stoper;
- woda;
- badana ciecz;
- szerokie naczynie, w którym można umieścić jednocześnie obydwie zlewki: z cieczą i wodą

Metody pracy:

- elementy wykładu;
- dyskusja;
- obserwacja;
- doświadczenie.

Formy pracy:

- praca w grupach

Przebieg lekcji:

1. Sprawdzenie pracy domowej.
2. Podanie tematu i celów lekcji.
3. Przebieg części głównej lekcji:
 - Uczniowie przypominają definicję ciepła właściwego i zapisują wzór:

$$c_w = \frac{Q}{m\Delta T}$$

- Uczniowie przypominają sposoby oddawania ciepła: przez konwekcję, przewodnictwo cieplne i promieniowanie.
- Nauczyciel wprowadza prawo Newtona, które mówi, że prędkość ostygnięcia ciała jest proporcjonalna do różnicy temperatur ciała i otoczenia. Prawo to można wykorzystać do wyznaczania ciepła właściwego nieznanej cieczy, znając ciepło właściwe jednej z cieczy, np. wody.

Uwaga: ponieważ wyprowadzenie wzoru na obliczenie ciepła właściwego nieznanej cieczy metodą ostygnięcia wymaga zaawansowanych przekształceń matematycznych, nauczyciel może podać i objaśnić wzór końcowy.

$$c_c = c_w \frac{t_c d_w}{t_w d_c}$$

c_c - ciepło właściwe badanej cieczy

c_w - ciepło właściwe wody

t_c - czas ostygnięcia badanej cieczy

t_w - czas ostygnięcia wody

d_w - gęstość wody

d_c - gęstość cieczy

- uczniowie metodą burzy mózgów, dochodzą do zaprojektowania doświadczenia pozwalającego wyznaczyć ciepło właściwe cieczy :
 - projektują przebieg doświadczenia i określają, które wielkości i w jaki sposób zmierzyć, aby obliczyć wartość ciepła właściwego cieczy;
 - podają propozycję instrukcji wykonania doświadczenia i opracowują tabelę do zapisywania wyników;
- w grupach wykonują pomiary zgodnie z instrukcją doświadczenia;
- do pomiarów zaangażowani są wszyscy uczniowie na zmianę;

- zapisują wyniki pomiarów w tabeli;
- obliczają wartość ciepła właściwego badanej cieczy.
- Uczniowie z pomocą nauczyciela przeprowadzają analizę niepewności pomiarowej.
- Uczniowie przedstawiają na wykresie zależność temperatury stygnięcia cieczy i wody od czasu ostygnięcia tych cieczy. Wyciągają wnioski z porównania wykresów.
- Uczniowie prezentują wyniki swojej pracy.

4. Podsumowanie lekcji:

- podkreślenie znaczenia eksperymentów fizycznych;
- zwrócenie uwagi na krytyczne spojrzenie otrzymywanych wyników;
- zastanowienie się, w jaki sposób można zmniejszyć niepewność pomiarową
- zadanie pracy domowej.

Uwaga wykonując doświadczenie należy zachować szczególną ostrożność, aby nie doszło do poparzenia uczniów.

Instrukcja wykonania doświadczenia: wyznaczenie wartości ciepła właściwego;

1. Do jednej zlewki wlewamy badaną ciecz, a do drugiej wodę o takiej samej objętości, jak ciecz.
2. W czajniku podgrzewamy wodę, którą następnie wlewamy do naczynia, gdzie umieszczamy zlewki z wodą i badaną cieczą.
3. W zlewkach umieszczamy termometry i tak regulujemy zanurzenie zlewek, aż temperatura wody i cieczy będzie jednakowa. Temperatura powinna osiągnąć ok. 70°C.
4. Ostrożnie obie zlewki wyjmujemy i stawiamy na stole.
5. Włączamy stoper i mierzymy całkowity czas osiągnięcia przez każdą ciecz temperatury 50°C oraz co 30s dokonujemy odczytu temperatury badanej cieczy i wody. Odczytywane pomiary zapisujemy w tabeli.

| Ciecz badana | | Woda | |
|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| Czas stygnięcia (s) | Temperatura T_c (°C) | Czas stygnięcia (s) | Temperatura T_w (°C) |
| 0 | 70 | 0 | 70 |
| 30 | | 30 | |
| 60 | | 60 | |
| | | | |
| | | | |
| $t_c = \dots$ | 50 | $t_w = \dots$ | 50 |

6. Pomiary kończymy, gdy każda ciecz osiągnie temperaturę 50°C.
7. Odczytujemy z tablic fizycznych: gęstość wody, gęstość badanej cieczy, ciepło właściwe wody.

$$C_c = C_w \frac{t_c d_w}{t_w d_c}$$

8. Obliczamy wartość niepewności pomiarowej i zapisujemy wynik.
9. Na jednym układzie współrzędnych sporządzamy wykresy przedstawiające zależność temperatury stygnięcia cieczy i wody od czasu ostygnięcia tych cieczy. Wyciągamy wnioski z porównania wykresów.

Analiza niepewności pomiarowej:

Oszacowanie niepewności pomiaru czasu można wykonać następująco. Należy zauważyć, że okres w jakim badane ciecze mają temperaturę np. 69°C wynosi x sekund. Ponieważ termometr jest wyskalowany z dokładnością do 1°C oraz w naszym pomiarze określamy moment rozpoczęcia i moment zakończenia pomiaru możemy założyć, że pomiar czasu ostygnięcia badanej cieczy i wody jest obarczony niepewnością opisaną równaniem (przy założeniu, że temperatura początkowa 70°C, końcowa 50°C):

$$\text{dla badanej cieczy } \Delta t_c = \frac{t_c}{70-50}$$

$$\text{dla wody } \Delta t_w = \frac{t_w}{70-50}$$

Zakładając, że dane tablicowe są podane dokładnie maksymalną niepewność względną ciepła właściwego badanej cieczy wyznaczmy z zależności:

$$\frac{\Delta c_c}{c_c} = \frac{\Delta t_w}{t_w} + \frac{\Delta t_c}{t_c} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} = 0,1 = 10\%$$

Po przekształceniu powyższego wzoru liczymy niepewność bezwzględną.

$$\Delta c_c = c_c \left(\frac{\Delta t_w}{t_w} + \frac{\Delta t_c}{t_c} \right) = c_c * 10\%$$

Zapisujemy wynik $c_c = \dots\dots\dots$

Uwagi:

1. Czas trwania doświadczenia można skrócić badając stygnięcie obu cieczy od temperatury 70°C do np. 60°C. Niestety wzrośnie wtedy niepewność otrzymanego wyniku.

Literatura:

<http://www.up.poznan.pl/kfiz/images/attachments/protokoly/c5.pdf>

ⁱ Program nauczania „Fizyka jest fascynująca!” Innowacyjny interdyscyplinarny program nauczania fizyki w szkole ponadgimnazjalnej w zakresie rozszerzonym (IV etap edukacyjny). J. Michałowska, A. Szymaniec, S. Wojciechowski