

## 6. Doświadczenia z termodynamiki

**Termodynamika:** Wprowadzenie do komputerowych systemów pomiarowych, system Pasco, ciepło, temperatura, ciepło właściwe, zasada zachowania energii.

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
Pasco Sparklink Air (konsola pomiarowa)	PS-2011	1
Czujnik temperatury	PS-2125	2
Bezprzewodowy czujnik temperatury	PS-2125	2
PASPORT Czujnik tlenu	PS-2126A	1
Bezprzewodowy czujnik CO <sub>2</sub>	PS-3208	1
Bezprzewodowa stacja pogody z GPS	PS-3209	1
Akcesoria wiatromierza	PS-3553	1
Kalorymetr, lód		
Termos, kubek styropianowy, kubek metalowy, szklanka, czajnik elektryczny, waga elektroniczna		

### Cel

Celem tego ćwiczenia są pomiary temperatury różnych substancji podczas wykonywania doświadczeń z termodynamiki oraz analiza otrzymanych wyników.

### Cele szczegółowe:

1. Dydaktyka fizyki: pojęcie temperatury, ciepła. ciepła właściwego graficzne przedstawienie zależności temperatury ciała od czasu, zasada zachowania energii.
2. Informatyka stosowana: działanie czujników temperatury, CO<sub>2</sub>, tlenu, dokładność pomiaru, próbkowanie w czasie.

### Wstęp

Energia wewnętrzna  $U$  ciała w termodynamice jest to całkowita energia układu będąca sumą energii kinetycznej poszczególnych cząsteczek tworzących dane ciało, energii potencjalnej oddziaływań międzycząsteczkowych i wewnątrzcząsteczkowych.

Zmiana energii wewnętrznej ciała przejawia się zmianą jego temperatury, ewentualnie zmianą stanu skupienia, przemianami chemicznymi itd.

### *Pierwsza zasada termodynamiki*

Zmiana energii wewnętrznej ciała  $\Delta U$  równa jest sumie prac wszystkich sił zewnętrznych  $W$ , wykonanych nad ciałem, które nie prowadzą do zmiany ruchu, oraz energii dostarczonej do ciała w postaci ciepła  $Q$ :

$$\Delta U = Q + W$$

Pierwsza zasada termodynamiki jest szczególnym przypadkiem *zasady zachowania energii*.

## Bezpieczeństwo

Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu oraz z instrukcją BHP znajdująca się w laboratorium.

## Uruchomienie sprzętu i programu

1. Podłącz konsolę pomiarową Pasco Sparklink Air do portu USB komputera. Wtyczkę konsoli włóż do gniazdka z prądem.
2. Do konsoli podłącz czujnik temperatury.
3. Uruchom z pulpitu komputera program SPARKvue.
4. Wybierz ścieżkę *Dane czujnika*.
5. Następnie wybierz pomiary dla szablonów i zaznacz czujnik temperatury.
6. W prawym górnym rogu na ekranie znajduje się szablon i kliknij na ikonie *Wykres*.
7. Pomiar temperatury można rozpocząć klikając na zielony przycisk *Start*, a zakończyć klikając na czerwony przycisk *Zatrzymaj*.
8. Aby usunąć niepotrzebne dane na wykresie odznacz kwadrat przy napisie np. Seria 1.
9. Dane, które Twoim zdaniem mogą być przydatne do sprawozdania, zapisz na dysku twardego komputera. Lepiej zapisać większą ilość przebiegów pomiarowych, ale oczywiście nie wszystkie.

## Zadania do wykonania:

1. Sprawdź, czy temperatura ludzkiego ciała w czasie spoczynku i podczas wykonywania ćwiczeń fizycznych jest taka sama. Obejmij palcami dłoni czujnik temperatury, włącz pomiar temperatury naciskając na ekranie przycisk *Start* i poczekaj do momentu, kiedy temperatura przestanie rosnąć. Następnie wykonaj energicznie 10 przysiadów. Przeanalizuj jak zmienia się temperatura Twojej dłoni w czasie i odpowiedz, w którym momencie jest ona największa. Porównaj otrzymane wyniki uzyskane podczas spoczynku i w czasie wykonywania ćwiczeń fizycznych.
2. Zbadaj jak zmienia się temperatura powierzchni skóry dłoni, gdy popsikamy ją dezodorantem. Trzymaj w zaciśniętej dłoni czujnik temperatury, włącz pomiar temperatury naciskając przycisk na ekranie *Start* i po ustaleniu się stałej temperatury (trwa to ok. 20 s) popsikaj skórę dłoni dezodorantem i ponownie zmierz jej temperaturę.
3. Sprawdź w jakim naczyniu najszybciej wystygnie gorąca woda: w termosie, styropianowym kubku, metalowym kubku czy szklance. Podłącz dwa czujniki temperatury do konsoli pomiarowej. W czajniku zagotuj wodę i wlej za pomocą kubka równe ilości wody (np. 200 ml) do szklanki i styropianowego kubka. Włóż jeden czujnik temperatury do szklanki z wodą, a drugi do kubka styropianowego z wodą. Włącz równocześnie pomiar dwóch temperatur. Zapisuj w zeszyte wyniki co minutę i porównaj wartości temperatur. Pomiar wyłącz po 20 minutach. Doświadczenie powtórz z termosem i metalowym kubkiem. W którym naczyniu woda stygnie najwolniej? Które naczynie najlepiej izoluje

gorącą wodę od otoczenia, a które najgorzej? Która substancja ma najlepsze przewodnictwo cieplne, a która najmniejsze?

4. Wyznacz ciepło właściwe dla kulki aluminiowej. Zważ kulkę przy pomocy wagi elektronicznej. Do kalorymetru wlej 250 g zimnej wody. Następnie na kilka minut umieść kulkę w gorącej wodzie, a następnie wrzuć ją do chłodnej wody znajdującej się w kalorymetrze. Do pomiaru temperatury użyj czujnika temperatury oraz programu SPARKvue. Zapisz równanie bilansu cieplnego, przekształć to równanie i wyznacz ciepło właściwe aluminium. Porównaj otrzymany wynik z wartością ciepła właściwego dla aluminium z tablic fizycznych.
5. Zbadaj proces palenia się świecy. Na stolę połóż płaską cienką gąbkę w celu uszczelnienia naczynia. Na gąbce postaw talerzyk i mieść na nim świecę. Obok talerzyka umieść bezprzewodowy czujnik temperatury. U góry od wewnątrz plastikowego klosza (butelka z obciętym dnem po wodzie mineralnej o objętości 5 litrów) przymocuj za pomocą taśmy klejącej drugi bezprzewodowy czujnik temperatury. Zapal świecę, nałóż plastikowy klosz i dociśnij go do gąbki w celu uszczelnienia naczynia. Włącz pomiar dwóch temperatur w czasie rzeczywistym. Sprawdź, która temperatura jest wyższa, mierzona u góry czy na dole naczynia, i wyjaśnij jakie zjawisko termodynamiczne występuje pod kloszem. Zaobserwuj kiedy dokładnie zgaśnie świeca i po 5 minutach od tego momentu wyłącz pomiar. Podnieś klosz do góry i odstaw go obok. Teraz na gąbce, obok talerzyka ze świecą, umieść czujniki tlenu i CO<sub>2</sub>, zapal świecę i powtórz doświadczenie. Włącz pomiar i zmierz jak zmieniało się stężenie tlenu oraz CO<sub>2</sub> pod kloszem podczas palenia się świecy i kilka minut po jej zgaśnięciu.
6. W aluminiowym kalorymetrze umieść kilka małych kawałków lodu i włóż do środka czujnik temperatury. Uruchom pomiar temperatury i obserwuj dokładnie jak się ona zmienia. Czy na podstawie analizy danych przedstawionych na wykresie możemy odpowiedzieć, kiedy ogrzewał się lód, kiedy topił się lód (zachodzi przemiana fazowa) oraz kiedy ogrzewała się woda powstała z roztopionego lodu? Oblicz ile ciepła pobrał lód, gdy ogrzewał się, ile ciepła pobrał lód podczas topnienia oraz ile ciepła pobrała woda, gdy ogrzewana była od temperatury 0 °C do 5 °C. Za pomocą wagi elektronicznej zważ kalorymetr z wodą, pusty kalorymetr i oblicz masę wody (lodu).





Rys. 1. Kalorymetr z lodem i czujnik temperatury

7. Bezprzewodowa stacja pogody z GPS jest wszechstronnym narzędziem do monitorowania pogody z wbudowanym wiatromierzem, termometrem, czujnikami wilgotności i światła, barometrem i GPS. Połącz stację pogodową z komputerem i uruchom program SPARKvue. Uruchom stację i odczytaj wszystkie wielkości opisujące aktualnie pogodę. Czujniki można używać zarówno w trybie ciągłego zapisu danych do pamięci wewnętrznej urządzenia do monitorowania długotrwałych procesów pogodowych, jak i w trybie on-line, do badania mikroklimatu i rejestracji specyficznych warunków otoczenia, wpływających na przebieg wielu procesów biologicznych.

Dzięki wbudowanemu modułowi GPS, urządzenie umożliwia sporządzenie mapy dowolnej wielkości mierzonej czujnikiem. Nowy widok mapy w oprogramowaniu PASCO umożliwia użytkownikom analizę danych przestrzennych.



Rys. 2. Bezprzewodowa stacja pogody z czujnikami

Dzięki stacji pogodowej można:

- biernie zbierać długoterminowe dane pogodowe,
- śledzić zmiany ciśnienia i prędkości wiatru przed zbliżającą się burzą lub gdy jest wietrznie,
- tworzyć mapy wielkości fizycznych,
- badać zależność warunków atmosferycznych w zależności od położenia geograficznego miejsca, w którym przeprowadzane są badania.



#### Literatura:

1. G. Karwasz, Dzienniczek gimnazjalisty, Rozdział III: Energia i moc  
[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona/?q=node/491](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/491)
2. G. Karwasz, M. Sadowska, K. Rochowicz, Toruński poręcznik do fizyki. Mechanika, Toruń 2016. [http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona/?q=node/163](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/163)
3. M. Sadowska, A. Karbowski, G. Karwasz, K. Służewski, K. Febus, K. Rochowicz. Toruński doświadczalnik. Toruń 2015.  
[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm\\_TPSS\\_opisy\\_doswiadczen.pdf](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm_TPSS_opisy_doswiadczen.pdf)
4. Bezprzewodowa stacja pogody firmy Pasco,  
<https://pasco.com.pl/bezprzewodowa-stacja-pogody-z-gps-ps-3209/>

Opracowanie – dr Andrzej Karbowski.