



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

FENIKS

- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo-technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Pakiet nr 2: Energia i jej przemiany – instrukcje dla uczniów

dr Maciej Rybczynski

*Institut Fizyki,
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

Wersja UJK/1.0

Niniejszy tekst dotyczy realizacji pakietu na UJK. Materiał będzie aktualizowany w miarę poszerzania bazy aparaturowej pracowni uczelnianych.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Do przygotowania pakietu wykorzystano materiały zawarte w pakietach: 2 (UJ) pod redakcją prof. dr. hab. Krzysztofa Fiałkowskiego, 3 i 8 (UJK) pod redakcją dr Małgorzty Wysockiej-Kunisz oraz 7 (UR) pod redakcją dr. hab. Czesława Kizowskiego.

Spis treści

POTENCJALNE ZAGROŻENIA, ZASADY BHP	4
<i>Rozpalanie ognia wiertarką</i>	5
<i>Wahadło</i>	7
<i>Ciepło topnienia lodu</i>	12
<i>Badanie ruchu pod wpływem siły sprężystości</i>	17
<i>Ciepło właściwe wody</i>	22
<i>Pomiar stosunku c_p/c_v powietrza metoda Desormes'a - Clementa</i>	27
LITERATURA	31

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP

Przy wykonywaniu wielu ćwiczeń konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa. Przy posługiwaniu się źródłami zasilania sieciowego, łatwopalnymi materiałami (np. denaturat lub nafta), grzałkami, gorącymi cieczami występuje zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia. Przy wykonywaniu ćwiczeń w pracowniach należy przestrzegać obowiązującego w nich regulaminu BHP. Wykonywanie niektórych doświadczeń w domu jest możliwe, ale tylko po konsultacji z nauczycielem i pod nadzorem osoby dorosłej. W związku z powyższym zaleca się przestrzeganie następujących zasad:

- 1) Nie wolno włączać zasilania sieciowego ani uruchamiać przyrządów doświadczalnych bez zgody prowadzącego zajęcia.
- 2) Elementy zestawów ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach, szczególną uwagę zwracając na poprawność połączeń obwodów elektrycznych.
- 3) Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi). W razie potrzeby stosować rękawice, odzież ochronną lub inne niezbędne środki ochrony osobistej.
- 4) Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy z:
 - a) grzejnikami i ciałami podgrzanyymi do wysokiej temperatury,
 - b) cieczami łatwopalnymi i odczynnikami chemicznymi,
 - c) ostrymi narzędziami lub przedmiotami - w miarę potrzeby stosować rękawice ochronne,
 - d) przedmiotami ciężkimi, kruchymi albo łatwo tłukącymi się,
 - e) laserem - nie dopuścić do wprowadzenia wiązki światła do nieosłoniętego oka,
 - f) izotopami promieniotwórczymi - preparaty należy prawidłowo umieszczać pod licznikiem.
- 5) Doświadczenia należy wykonywać w pomieszczeniach, w których jest zapewniona właściwa wentylacja.
- 6) O powstałych w czasie wykonywania ćwiczeń wątpliwościach należy informować prowadzącego zajęcia.



Taka ikonka znajduje się przy ćwiczeniach wymagających zachowania ostrożności.

Rozpalanie ognia wiertarką

Cel ćwiczenia


.....
.....

Niezbędne przedmioty i materiały

Wiertarka, zaostzony pręt z twardego drewna o średnicy ok. 10mm, deska, trochę bardzo drobnych trocin z drewna.

Przebieg doświadczenia

- Mocujemy drewniany pręt w wiertarce w miejscu wiertła, a następnie dociskamy do deski.
- Uruchamiamy wiertarkę i ostrożnie posypujemy wokół pręta trochę trocin.

 Urządzenie zasilane napięciem 230 V. Wysoka temperatura – możliwość oparzenia.

Forma zapisu wyników

Notatki.

Wynik i wnioski

W czasie obrotów wiertarki wzrasta temperatura obu kawałków drewna, pojawia się dym, a trociny zaczynają się żarzyć. Dlaczego?

.....
.....
.....

Wyjaśnij dlaczego zmienia się energia wewnętrzna obu kawałków drewna?

.....
.....
.....

Wahadło

Cel ćwiczenia

.....

.....

Niezbędne przedmioty i materiały

Ciężarek z zaczepem, plastelina, statyw, mocna nitka, stoper, wanienska z wodą.

Przebieg doświadczenia

Sporządź wahadło, zawieszając na dość długiej nitce niewielki ciężarek.



Zależność okresu wahań od kąta wychylenia

- Zmierz długość wahadła l .
- Wykonaj serię obserwacji wychylając wahadło pod różnymi, ale zawsze niewielkimi kątami (nie przekraczając zakresów podanych w Tabeli 1) i mierząc czas powrotu do pierwotnego położenia. Zmierz czas dwudziestu wahań (aby zmniejszyć niepewność pomiar powtórz trzykrotnie). Wyniki zapisz w Tabeli 1.
- Powtórz doświadczenie umieszczając tym razem ciężarek w wanience wypełnionej wodą.

Zależność okresu wahań od masy wahadła

- Wykonaj wahadło i zmierz jego długość l i masę ciężarka m_1
- Wychyl wahadło o niewielki kąt, około 10° . Zmierz czas dwudziestu wahań (aby zmniejszyć niepewność, pomiar powtórz trzykrotnie). Zwiększ masę ciężarka, doklejając do niego kawałek plasteliny. Pomiar wykonaj dla trzech różnych mas wahadła Wyniki zapisz w Tabeli 2.
- Powtórz doświadczenie umieszczając tym razem ciężarek w wanience wypełnionej wodą.

Zależność okresu wahań od długości wahadła

- Przy ustalonej masie wahadła i kącie odchylenia ok. 10° wykonujemy trzykrotne pomiary dwudziestu pełnych drgań wahadła dla każdej z podanych w Tabeli 3 jego długości.
- Obliczamy wartość średnią czasu trwania dwudziestu wahań t_{sr} i okres drgań wahadła T .

- Powtórz doświadczenie umieszczając tym razem ciężarek w wanience wypełnionej wodą.

Forma zapisu wyników

Tabela. 1

	Pomiar I $5^\circ < \alpha < 10^\circ$	Pomiar II $10^\circ < \alpha < 20^\circ$	Pomiar III $20^\circ < \alpha < 30^\circ$
Długość wahadła / []			
t_1 [s]			
t_2 [s]			
t_3 [s]			
t_{sr} [s]			
$T = t_{sr} / 20$ [s]			

Tabela 2

	Pomiar I Masa m_1	Pomiar II Masa $m_2 > m_1$	Pomiar III Masa $m_3 > m_2$
Długość wahadła / []			
t_1 [s]			
t_2 [s]			
t_3 [s]			
t_{sr} [s]			
$T = t_{sr} / 20$ [s]			

Tabela 3

	$l = 25 \text{ cm}$	$l = 50 \text{ cm}$	$l = 75 \text{ cm}$	$l = 100 \text{ cm}$	$l = 150 \text{ cm}$
$t_1 \text{ [s]}$					
$t_2 \text{ [s]}$					
$t_3 \text{ [s]}$					
$t_{\text{sr}} \text{ [s]}$					
$T = t_{\text{sr}} / 20 \text{ [s]}$					

Określamy niepewności pomiarów prostych l i t , przyjmując wartość działki elementarnej przyrządów pomiarowych.

Na papierze milimetrowym rysujemy wykres zależności $T(l)$ zaznaczając poszczególne punkty pomiarowe wraz z ich niepewnościami.

Wyniki i wnioski

Czy czas wahnięcia zależy od kąta wychylenia? Wyjaśnij dlaczego.

.....

.....

.....

.....

Czy czas wahnięcia zależy od masy wahadła? Odpowiedź uzasadnij

.....

.....

.....

.....

Czy czas wahnięcia zależy od długości wahadła? Odpowiedź uzasadnij

.....

.....

.....

.....

W jaki sposób ośrodek, w którym wahadło się znajduje wpływa na jego ruch?

.....

.....

.....

.....

Czy energia wahadła ulegała zmianie w trakcie doświadczeń? Jeśli tak, to na czym ona polegała?

.....

.....

.....

.....

Ciepło topnienia lodu

Cel ćwiczenia

.....
.....

Jeżeli ciało stałe o budowie krystalicznej ogrzewamy, to jego temperatura początkowo wzrasta, aż do temperatury topnienia. Dalsze ogrzewanie ciała nie zmienia jego temperatury, a jedynie powoduje jego stopniowe topnienie. Całe ciepło dostarczane do ciała jest zużywane na zmianę energii potencjalnej wzajemnego oddziaływania cząsteczek. Ich energia kinetyczna a więc i temperatura, nie zmienia się. Ciepło topnienia informuje nas, jaką ilość ciepła należy dostarczyć ciału o masie jednego kilograma, aby je całkowicie stopić bez zmiany temperatury. Jeżeli całe ciało stałe przejdzie już w stan ciekły, to przy dalszym dostarczaniu ciepła jego temperatura zaczyna wzrastać.

Jeżeli do kalorymetru z wodą o znanej masie m_w i temperaturze początkowej t_p , wrzucimy masę m_l topniejącego lodu (w temperaturze 0°C), lód roztopi się i ustali się temperatura końcowa t_k . Z jednej strony woda i kalorymetr oddają ciepło, z drugiej ciepło to zostaje pobrane najpierw na stopienie lodu, a następnie podgrzanie powstałej z niego wody, aż do ustalonej temperatury końcowej t_k . Możemy więc napisać bilans cieplny:

$$(m_w c_w + m_k c_k)(t_p - t_k) = m_l q_l + m_l c_w (t_k - 0^\circ\text{C}),$$

gdzie m_k i c_k są masą i ciepłem właściwym kalorymetru, a q_l jest ciepłem topnienia lodu.

Ciepło topnienia lodu jest więc równe:

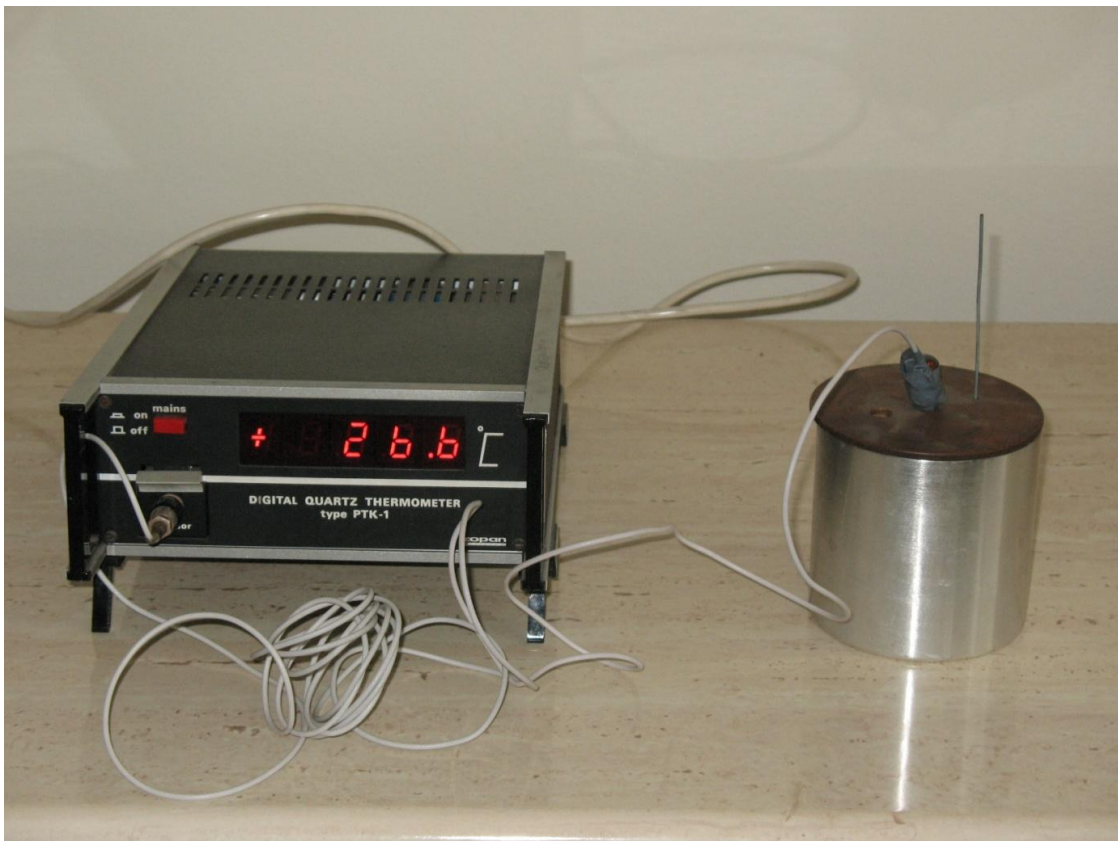
$$q_l = \frac{(m_w c_w + m_k c_k)(t_p - t_k) - m_l c_w (t_k - 0^{\circ} C)}{m_l}.$$

Niezbędne przedmioty i materiały

Kalorymetr, waga z zestawem odważników lub elektroniczna, termometr laboratoryjny o zakresie temperatur od 0°C (lub niższej) do około 50°C, bibuła lub ręcznik papierowy, zlewka, kilka kawałków lodu, woda.

Przebieg doświadczenia

- Budujemy układ przedstawiony na fotografii.



- Wyznaczamy masę środkowego naczynia kalorymetru wraz z mieszadłem. Wynik umieszczamy w tabeli pomiarów.
- Do kalorymetru nalewamy wody (do około $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ wysokości kalorymetru) o temperaturze około 30-35°C.
- Wyznaczamy masę kalorymetru z wodą.
- Naczynie kalorymetru z wodą wkładamy do wnętrza kalorymetru.
- Obliczamy masę wody.
- Lód kruszymy na drobne kawałki, umieszczamy w zlewce i pozostawiamy do czasu, gdy zacznie się topić. Przyjmujemy, że temperatura lodu wynosi wówczas 0°C.
- Wkładamy termometr do wody w kalorymetrze i odczytujemy jej temperaturę (początkową).
- Wyjmujemy lód ze zlewki, osuszamy bibułą i szybko wrzucamy do kalorymetru. Ciepło topnienia lodu jest bardzo duże ($332 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$) więc wprowadzenie do kalorymetru lodu nawet z niewielką ilością wody powoduje duże błędy w bilansie cieplnym.
- Przykrywamy kalorymetr i starannie mieszamy mieszadłem wodę z lodem w kalorymetrze, aż do momentu całkowitego roztopienia się lodu. Co jakiś czas sprawdzamy, czy lód uległ stopieniu. Staramy się jak najdokładniej uchwycić moment całkowitego roztopienia się lodu.
- Odczytujemy wskazanie termometru, wyznaczając temperaturę końcową wody i kalorymetru.
- Ponownie ważymy kalorymetr z wodą w celu ustalenia masy wody powstałej z roztopionego lodu, a tym samym masy lodu.
- Pomiary powtarzamy 2-3 krotnie.
- Sporządzamy bilans cieplny i na jego podstawie wyznaczamy ciepło topnienia lodu

$$q_l = \frac{(m_w c_w + m_k c_k)(t_p - t_k) - m_l c_w (t_k - 0^\circ \text{C})}{m_l},$$

gdzie c_w i c_k oznaczają odpowiednio ciepło właściwe wody oraz ciepło właściwe aluminium, z którego wykonany jest kalorymetr.

Wielkość fizyczna	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III
Ciepło właściwe wody c_w (J/kg·°C)			
Ciepło właściwe aluminium c_k (J/kg·°C)			
Masa naczynia kalorymetrycznego m_k (kg)			
Masa naczynia kalorymetrycznego z wodą m_k+m_w (kg)			
Masa wody m_w (kg)			
Temperatura początkowa wody i kalorymetru t_p (°C)			
Temperatura końcowa wody, kalorymetru i wody powstałej z lodu t_k (°C)			
Masa naczynia kalorymetrycznego z wodą oraz wodą powstałą z lodu $m_k+m_w+m_l$ (kg)			
Masa lodu m_l (kg)			
Ciepło topnienia lodu q_l (J/kg)			

- Za niepewność wszystkich wykonywanych w doświadczeniu pomiarów prostych masy i temperatury przyjmujemy niepewność systematyczną pomiaru – wartość działki elementarnej wagi lub najmniejszego odważnika (w zależności od typu stosowanej wagi) oraz wartość działki elementarnej użytego termometru. Ciepło właściwe wody i aluminium przyjmujemy, że znamy dokładnie.
- Obliczamy niepewność maksymalną Δq_l ciepła topnienia lodu metodą najmniej korzystnego przypadku (NKP).

Obliczenia.

Badanie ruchu pod wpływem siły sprężystości

Cel ćwiczenia

.....
.....

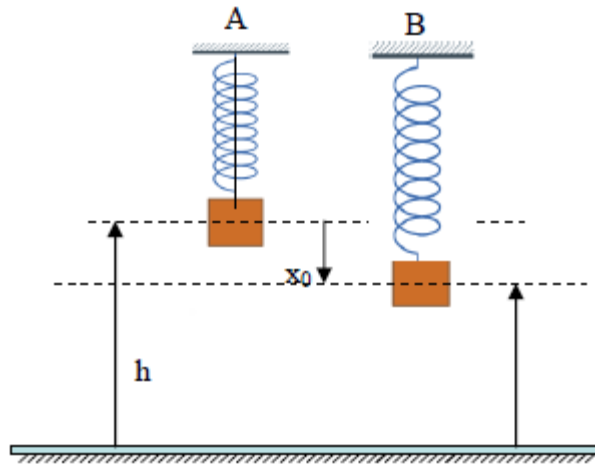
Niezbędne przedmioty i materiały

Komputer z programem Microsoft Excel, pisak, rolki papieru, sprężyna, tor pneumatyczny (czyli powietrzny), wózek, bramka z fotokomórką, zegar elektroniczny, poziomnica, czasomierz, wahadło sprężynowe, obciążniki, przymiar milimetrowy.

Przebieg doświadczenia

Na sprężynie mocujemy ciało o masie m i umieszczamy na statywie. W położeniu A ciało jest, przy pomocy nitki umocowane do statywu, w taki sposób, by sprężyna nie była rozciągana. W tym położeniu, energia układu, jeżeli pominiemy masę sprężyny, wynosi

$$E_p = mgh$$



Rys Jeżeli przepalimy nitkę, ciało przesunie się niżej o odległość x_0 .

Jeżeli przepalimy nitkę, ciało przesunie się niżej o odległość x_0 . W tym położeniu energia potencjalna grawitacji wynosi $mg(h - x_0)$. Wiedząc, że energia nie może zniknąć musimy napisać,

$$mgh - mg(h - x_0) = \text{energia potencjalna sprężyny}$$

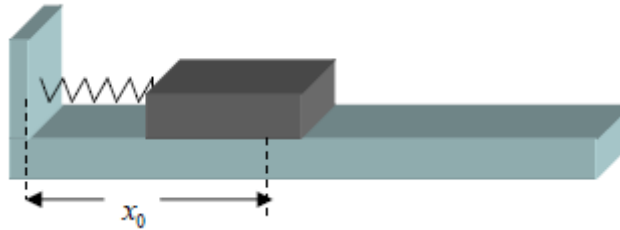
(piszemy potencjalna, ponieważ układ nie porusza się). W analizowanym przypadku wartość siły sprężystości zmienia się w granicach od zera do kx_0 i biorąc pod uwagę, że zmiana energii nastąpiła na sposób pracy możemy napisać

$$\Delta E = W = F_{sr} \cdot x_0 = \frac{1}{2} kx_0 \cdot x_0 = \frac{1}{2} kx_0^2$$

Otrzymany wzór potwierdzimy w eksperymencie.

Na torze powietrznym umieszczamy wózek o znanej masie m . Do wózka przymocujemy pasek czarnego kartonu o długości 30cm, który umożliwi nam pomiar prędkości wózka. Obok wózka umieszczamy sprężynę (o znanym współczynniku sprężystości), która jednym końcem przylega do wózka. Drugi koniec

sprężyny przyczepiamy do statywu by nie zmieniła swego położenia. Sprężamy sprężynę o znaną wartość i przywiązujemy nitką. Nitkę przepalamy.



Rys. Schemat eksperymentu

Pod wpływem rozprężanej sprężyny, wózek będzie się poruszał na torze powietrznym. W tabeli zapisujemy wskazania zegarów i obliczymy prędkość, a następnie energię kinetyczną uzyskaną przez wózek.

Czas [s]	Droga [m]	Prędkość [m/s]	Energia kinetyczna [J]

Wynik i wnioski

Jakim ruchem porusza się wózek na torze powietrznym?

.....
.....

Jak energia potencjalna sprężyny (energia potencjalna sprężystości) zależy od jej wychylenia, a jak od kwadratu wychylenia?

.....
.....
.....

Ściskamy sprężynę o znaną wartość np., 5 cm, 7.5 cm oraz 10 cm. Dla poszczególnych wartości ściśniętej sprężyny obliczamy prędkość, jaką uzyska wózek, a następnie energię kinetyczną.

x [m]	v [m/s]	Energia kinetyczna [J]
0.05		
0.075		
0.1		

Jeżeli zestawimy wartości x i E_k otrzymujemy:

x_1	E_{k1}
x_2	$E_{k2} = 2.25 \cdot E_{k1}$
x_3	$E_{k3} = 4 \cdot E_{k1}$

Jeżeli uznajemy, że energia potencjalna sprężystości zamienia się w energię kinetyczną, to z powyższego zestawienia wynika, że energia zawarta sprężynie jest zależna od wartości sprężenia tzn. $E_p \sim x^2$ i wobec tego sformułowane wyżej wyrażenie w postaci:

$$\Delta E = \frac{kx_0^2}{2}$$

określa wartość energii potencjalnej sprężystości.

Ciepło właściwe wody

Cel ćwiczenia

.....
.....

Zasada wyznaczenia ciepła właściwego cieczy metodą elektryczną opiera się na procesie zamiany pracy prądu elektrycznego na energię wewnętrzną, zgodnie z prawem Joule'a. Jeżeli spiralę grzejną zanurzymy w badanej cieczy to wydzielone podczas przepływu prądu ciepło Joule'a zostanie przekazane cieczy oraz naczyniu kalometrycznemu o pojemności cieplnej $W = m_k c_k$. Zaobserwujemy wzrost temperatury od początkowej t_1 do końcowej t_2 .

Ciepło wydzielone przez przepływający prąd w czasie τ wynosi:

$$Q_1 = U \cdot I \cdot \tau$$

Ciepło pobrane przez wodę i kalorymetr:

$$Q_2 = (m \cdot c_w + W)(t_2 - t_1)$$

gdzie m – masa cieczy, a c_w – ciepło właściwe cieczy.

Na podstawie bilansu cieplnego:

$$(m \cdot c_w + m_k \cdot c_k)(t_2 - t_1) = U \cdot I \cdot \tau$$

otrzymujemy wzór na ciepło właściwe cieczy:

$$c_w = \frac{UI\tau - m_k c_k (t_2 - t_1)}{m(t_2 - t_1)}$$

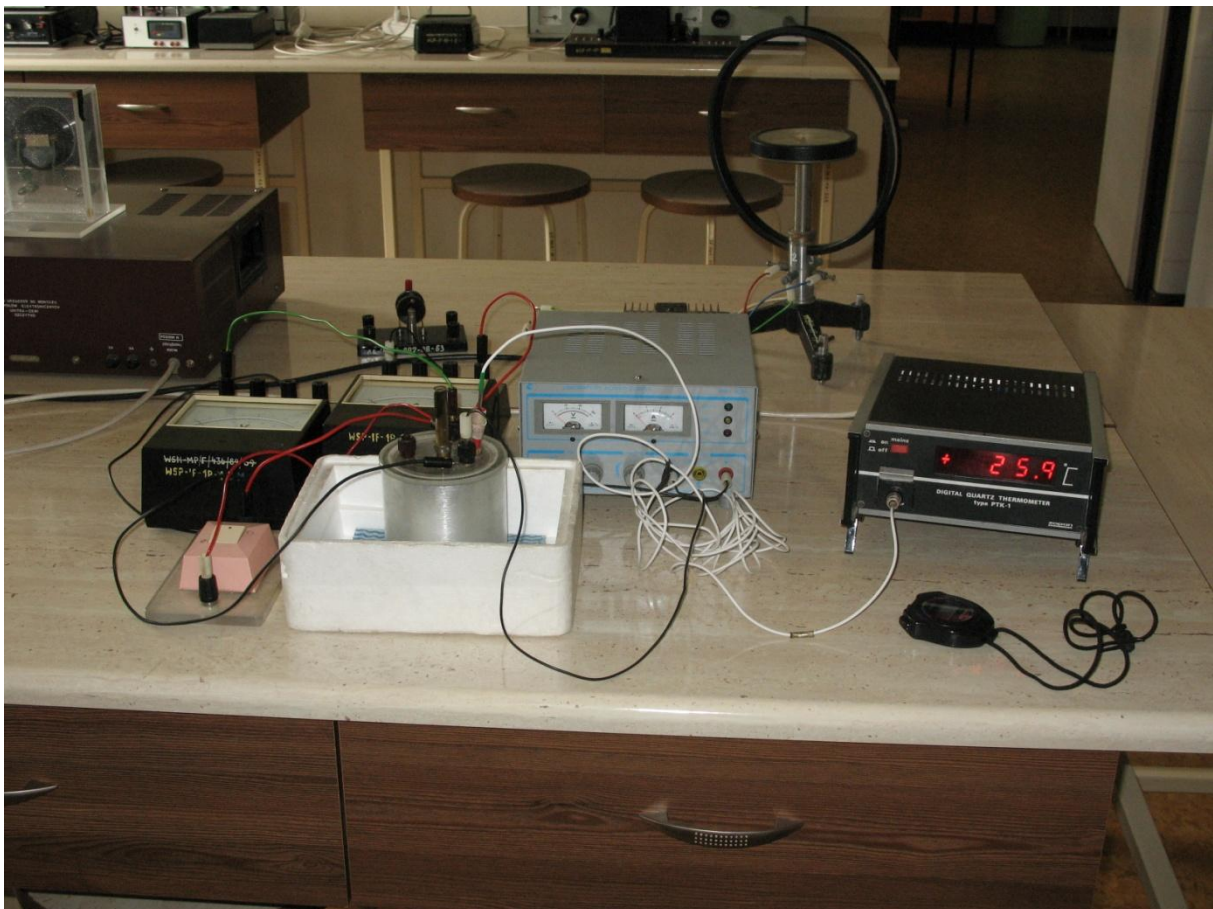
Niezbędne przedmioty i materiały

Kalorymetr ze spiralą grzejącą, zasilacz, woltomierz, amperomierz, wyłącznik, termometr elektroniczny, waga elektroniczna, woda.

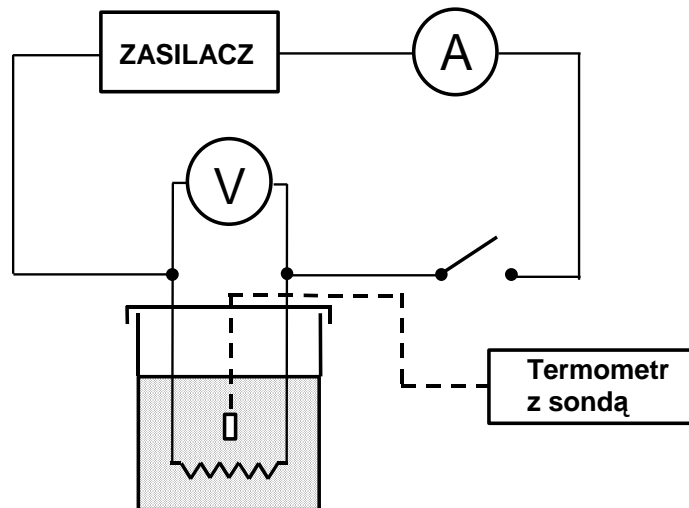
- ⚠ Urządzenie zasilane napięciem 230 V. Wysoka temperatura – możliwość oparzenia.

Przebieg doświadczenia

- Zbudować układ przedstawiony na fotografii.



- Wyznaczamy masę wewnętrznego naczynia kalorymetru oraz kalorymetru napełnionego do $\frac{3}{4}$ jego wysokości zimną wodą.
- Łączymy układ wg schematu:



- Włączamy termometr elektroniczny i zanurzamy jego sondę w wodzie w kalorymetrze. Czekamy, aż ustali się temperatura cieczy i zapisujemy jej wartość.
- Włączamy układ, ustalając wartość natężenia prądu na 2A i jednocześnie włączamy stoper.
- Notujemy czas, w jakim nastąpił przyrost temperatury o 10°C .
- Notujemy wartość napięcia na spirali grzejnej oraz natężenia prądu płynącego w obwodzie.
- Uzupełniamy tabelę:

Wielkość fizyczna	Pomiar I	Pomiar II	Pomiar III
Masa kalorymetru m_k (kg)			
Masa kalorymetru z wodą $m_k + m$ (kg)			
Masa wody m (kg)			
Temperatura początkowa wody t_1 (°C)			
Temperatura końcowa wody t_2 (°C)			
Przyrost temperatury $t_2 - t_1$ (°C)			
Natężenie prądu I (A)			
Napięcie na spirali grzejnej U (V)			
Czas przepływu prądu τ (s)			
Ciepło właściwe wody J/kg°C			

- Opisane czynności powtarzamy 2 ÷ 3 krotnie.
- Sporządzamy bilans cieplny $Q_{\text{oddane}} = Q_{\text{pobrane}}$ i wyliczamy wartość ciepła właściwego wody ze wzoru:

$$c_w = \frac{UI\tau - m_k c_k (t_2 - t_1)}{m(t_2 - t_1)}.$$

- Określamy niepewności wszystkich wykonywanych w doświadczeniu pomiarów prostych przyjmując niepewności systematyczne związane z działką elementarną użytych przyrządów. Niepewności pomiaru napięcia i natężenia prądu ΔU i ΔI określamy na podstawie zależności

$$\Delta(U, I) = \frac{\text{klasa miernika} \cdot \text{zakres}}{100}.$$

- Obliczamy niepewność maksymalną Δc_w metodą najmniej korzystnego przypadku (NKP).

Obliczenia

Wynik i wnioski

Dlaczego otrzymany wynik odbiega od wyniku tablicowego? Wymień możliwe przyczyny niepewności pomiaru w tym doświadczeniu?

.....

.....

.....

Pomiar stosunku c_p/c_v powietrza metoda Desormes'a - Clementa

Cel ćwiczenia

.....
.....

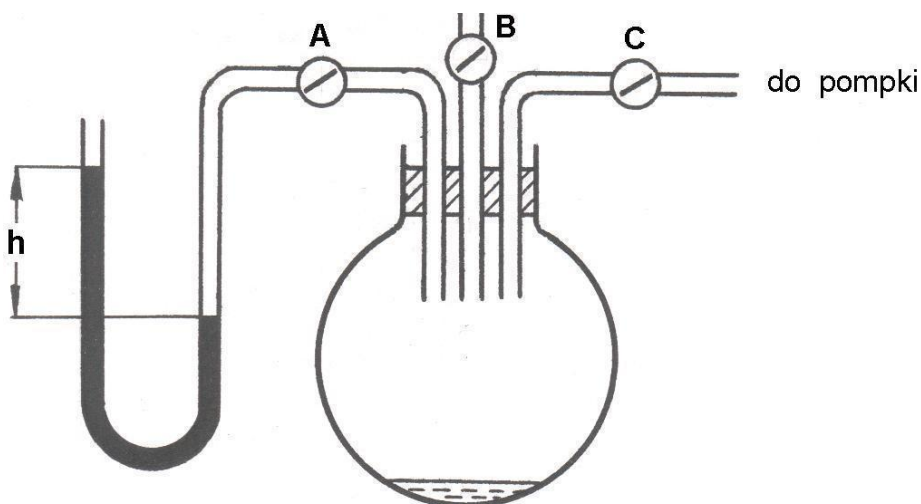
Przy definiowaniu ciepła właściwego gazów rozróżniamy ciepło właściwe gazu w stałej objętości i pod stałym ciśnieniem.

Ciepło właściwe gazu w stałej objętości c_v jest wielkością fizyczną, której wartość wyraża liczbowo ilość ciepła, jaką trzeba dostarczyć aby podwyższyć temperaturę 1 g gazu o 1 K w takich warunkach, w których ogrzewany gaz nie zmienia swej objętości.

Ciepło właściwe gazu pod stałym ciśnieniem c_p jest wielkością fizyczną, której wartość wyraża liczbowo ile ciepła trzeba dostarczyć, aby podwyższyć temperaturę 1 g gazu o 1 K przy stałym ciśnieniu.

Przyjmujemy, że stosunek c_p/c_v jest wielkością stałą i zmienia się tylko w zależności od tego czy mamy do czynienia z gazem jedno-, dwu- lub trójatomowym.

Do pomiaru używamy balonu szklanego, w którym znajduje się niewielka ilość stężonego kwasu siarkowego w celu pochłaniania pary wodnej. Balon jest szczelnie zamknięty gumowym korkiem, z którego wyprowadzone są trzy rurki:



A - łącząca balon z manometrem,

B - łącząca balon z powietrzem,

C - łącząca balon z pompką.

W opisanym naczyniu gaz mający prężność równą ciśnieniu atmosferycznemu i temperaturę równą temperaturze pokojowej, poddajemy trzem przemianom tj.: izotermicznej, adiabatycznej oraz izochorycznej.

Korzystając z równań opisujących poszczególne przemiany gazowe, otrzymujemy wyrażenie na stosunek c_p/c_v oznaczony jako χ :

$$\chi = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

gdzie h_1 , h_2 określono poniżej.

Niezbędne przedmioty i materiały

Balon szklany, gumowy korek, manometr, pompka, niewielka ilość stężonego kwasu siarkowego



Substancja żrąca – możliwość oparzenia.

Przebieg doświadczenia

- Otworzyć kran na rurce **B** i poczekać na wyrównanie ciśnienia w balonie i na zewnątrz.
- Zamknąć kran **B**, otworzyć kran **C** i za pomocą pompki zwiększyć ciśnienie gazu w balonie.

- Zamknąć kran **C**, odczekać kilka minut aby temperatura gazu wyrównała się z temperaturą otoczenia.
- Odczytać różnicę poziomów cieczy (**h_1**) w manometrze.
- Przez krótkotrwałe otwieranie kranu **B** zmieniać ciśnienie w balonie.
- Każdorazowo czekając na wyrównanie się temperatury w balonie z temperaturą otoczenia, odczytywać różnice poziomów cieczy w manometrze (**h_2**).
- Pomiar powtórzyć 20 – krotnie, 10 – krotnie dla wartości $h_1 \sim 12 - 15$ cm oraz 10 – krotnie dla wartości $h_1 \sim 4 - 6$ cm. Wyniki zapisać w poniższej tabeli.

h_1 [cm]	h_2 [cm]	χ

Wynik i wnioski

Jaka jest wartość χ dla dwuatomowego gazu doskonałego?

.....

Dla jakich wartości h_1 otrzymujemy wyniki bliższe wartości χ dla gazu doskonałego?

Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

Z jakiego rodzaju przemianą energii mamy do czynienia w doświadczeniu?

.....

.....

.....

Wymień możliwe przyczyny niepewności pomiaru w tym doświadczeniu?

.....

.....

.....

Literatura

- I. Antipin, *Zadania doświadczalne z fizyki. Kurs podstawowy*, WSiP, Warszawa 1986
- R. J. Brown, *200 doświadczeń dla dzieci*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999
- J. Van Cleave, *Fizyka dla każdego dziecka. 101 ciekawych doświadczeń*, WSiP, Warszawa 1994
- J. Domański, *Domowe zadania doświadczalne z fizyki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999
- J. Domański, J. Turło, *Nieobliczeniowe zadania z fizyki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997
- T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa 1980
- Cz. Fotyma, *Komplet do doświadczeń z ciepła*, PZWS, Łódź 1971
- Foton, *Pismo dla nauczycieli fizyki i ich uczniów*, IF UJ, Kraków
- M. Godlewska, D. Szot-Gawlik, *Doświadczenia z fizyki dla uczniów gimnazjum, cz.2*, ZamKor, Kraków 2005
- M. Halaunbrenner, *Ćwiczenia praktyczne z fizyki. Kurs podstawowy*, WSiP, Warszawa 1976
- M. Halaunbrenner, *Ćwiczenia praktyczne z fizyki. Kurs średni*, WSiP, Warszawa 1982
- P. G. Hewitt, *Fizyka wokół nas*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2000
- Z. Kostić, *Między zabawą a fizyką*, WNT, Warszawa 1964
- A. Magiera (red.), *I Pracownia Fizyczna*, IF UJ, Kraków 2007
- L. C. McDermott i in., *W poszukiwaniu praw fizyki*, T.1, 2, Prószyński i S-ka, Warszawa 2000
- J. Perelman, *Zajmująca fizyka*, WP, Łódź 1955
- T. Potocki (red.), *Fizyka i chemia. Katalog*, PZWS, Warszawa 1963
- E. M. Rogers, *Fizyka dla dociekliwych*, PWN, Warszawa 1970
- M. Rozenbajgier, R. Rozenbajgier, J. M. Kreiner, *Fizyka dla gimnazjum cz.1-3*, Wydawnictwo "Zamiast Korepetycji", Kraków 1999

- J. Salach (red.), *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, cz.1, 2, Wyd. ZamKor, Kraków 2004
- J. Semaniak, J. Semaniak, J. Krywult, *Fizyka i astronomia*, MAC Edukacja, Kielce 2003
- Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz. II, PWN, Warszawa 1976
- G. L. Squires, *Praktyczna fizyka*, PWN, Warszawa 1992
- K. Tabaszewski, *Fizyka z prostymi doświadczeniami*. Prószyński i S-ka, Warszawa 2000
- B. Tokar, B. Pędzisz, D. Tokar, *Wykorzystanie przedmiotów codziennego użytku do doświadczeń domowych*, WSP, Opole 1984
- D. Tokar i in., *Doświadczenia z fizyki dla szkoły podstawowej*, WSiP, Warszawa 1990
- D. Tokar i in., *Zbiór zadań doświadczalnych z fizyki – kurs średni*, WSiP, Warszawa 1980