



Badanie procesu mieszania cieczy o różnych temperaturach początkowych

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium WL-S](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Badanie procesu mieszania cieczy o różnych temperaturach początkowych

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.istockphoto.com/pl/zdjęcie/gaz-gm111891833-15442879> [dostęp 5.04.2023].

Czy to nie ciekawe?

Ile zimnej, a ile gorącej wody należy wlać do wanny, aby temperatura wody była właściwa i dziecko w kąpielni mogło być takie radosne, jak na zdjęciu (Fot. a.)? Taki problem rozwiążemy w tym e-materiale, a następnie w wirtualnym laboratorium sprawdzimy, czy nasze rozwiązanie jest prawidłowe.



Fot. a. Dziecko w waniencie.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/infant-child-children-to-bathe-4018907/> [dostęp 5.04.2023].

Twoje cele

Dzięki lekturze tego e-materiału:

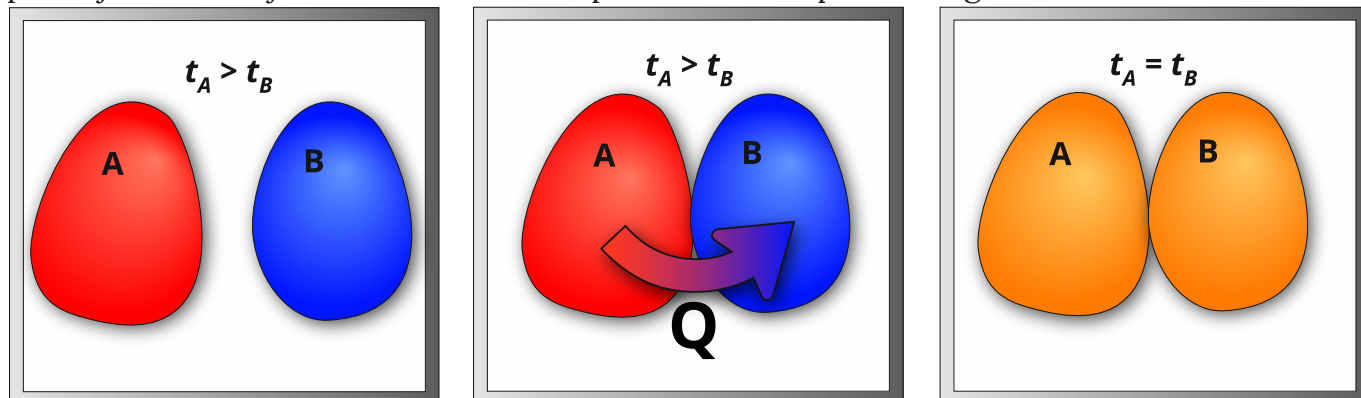
- dowiesz się, czym jest bilans cieplny,
- zrozumiesz, że bilans cieplny wynika z zasady zachowania energii,
- przeprowadzisz badanie procesu mieszania cieczy o różnych temperaturach początkowych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Jeśli do wanny, która jest wypełniona gorącą wodą o temperaturze t_1 , wlejemy zimną wodę o temperaturze $t_2 < t_1$, to temperatura wody w wannie szybko wyrówna się, a jej wartość t_3 ustali się na poziomie $t_1 > t_3 > t_2$. Dlaczego tak się stanie?

Temperatura jest miarą średniej energii kinetycznej cząsteczek. Cząsteczki dwóch stykających się ciał zderzają się ze sobą i w zderzeniach energia przekazywana jest od cząsteczki o większej energii do cząsteczki o mniejszej energii kinetycznej. W ten sposób energia przepływa od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze. Taki sposób przekazywania energii nazywamy przepływem ciepła (Rys. 1.). Zgodnie z [zasadą zachowania energii](#), energia nigdy nie ginie, ani nie pojawia się. Tak więc ciepło pobrane przez jedno ciało jest zawsze równe ciepłu oddanemu przez drugie ciało.



Rys. 1. Na rysunku pokazano dwa ciała, o różnych początkowych temperaturach, tworzące układ izolowany termodynamicznie, czyli taki, który nie może wymieniać materii ani energii z otoczeniem. Po zetknięciu tych ciał energia przepływa z jednego ciała do drugiego. Przepływ energii trwa dopóty, dopóki ich temperatury są różne. Po wyrównaniu się temperatur, tzn. po ustaleniu się stanu równowagi termodynamicznej, można podsumować bilans cieplny procesów, które zaszły w tym układzie: ciepło oddane przez ciało A jest równe ciepłu pobranemu przez ciało B.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ważne!

Bilans cieplny polega na porównaniu ciepła oddanego i ciepła pobranego przez każde z ciał znajdujących się w [układzie izolowanym](#), czyli takim, który nie wymienia ani ciepła ani materii z otoczeniem.

Ciepło pobrane przez ciało o masie m podczas zwiększania temperatury o Δt wyraża się wzorem:

$$Q = mc_w \Delta t,$$

gdzie Δt jest różnicą między końcową i początkową temperaturą ciała, a c_w to **ciepło właściwe** ciała, które definiujemy, jako ciepło potrzebne do ogrzania jednostkowej masy o jednostkę temperatury. Zauważ, że gdy temperatura końcowa ciała jest mniejsza od początkowej, wówczas $\Delta t < 0$. Powyższy wzór będzie wtedy opisywał ciepło oddane przez ciało.

Wartość **ciepła właściwego** wskazuje, jak trudno jest ogrzać dane ciało. Substancje o małej wartości ciepła właściwego c_w łatwo zmieniają swoją temperaturę, natomiast te o dużej wartości c_w , dla osiągnięcia identycznego efektu, wymagają przekazania znacznie większej ilości ciepła.

Naszym celem jest przeprowadzenie badania procesu mieszania cieczy o różnych temperaturach początkowych. Będziemy przy tym postępować tak, jak się zwykle postępuje podczas prawdziwych badań naukowych.

Na początku stawia się **hipotezę**. Nasza hipoteza brzmi:

Podczas mieszania cieczy o różnych temperaturach ciepło przekazywane jest zgodnie z zasadą zachowania energii, co oznacza, że ciepło pobrane przez ciecz o mniejszej temperaturze jest, co do wartości bezwzględnej, równe ciepłu oddanemu przez ciecz o większej temperaturze: $Q_{pobrane} + Q_{oddane} = 0$. Zgodnie z umową, ciepło pobrane jest większe od zera, a oddane - mniejsze od zera.

Następnie wykonuje się **obliczenia, zgodne z postawioną hipotezą**, aby wynik obliczeń móc później zweryfikować doświadczalnie.

W naszym przypadku przeanalizujemy następujący problem:

Chcemy przygotować do kąpieli 60 litrów wody o temperaturze wynoszącej 37°C , a mamy do dyspozycji zimną wodę o temperaturze 15°C oraz gorącą wodę o temperaturze 55°C . Należy obliczyć, ile zimnej, a ile gorącej wody należy ze sobą zmieszać, by otrzymać wodę do kąpieli o właściwej objętości i temperaturze.

Przyjmijmy następujące oznaczenia:

- $V = 60 \text{ l} \Rightarrow M = 60 \text{ kg}$: masa wody po zmieszaniu (przyjmujemy gęstość wody równą $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, czyli woda o objętości 1 litra ma masę 1 kg),
- M_g : masa gorącej wody,
- $M_z = M - M_g$: masa zimnej wody,
- $t_1 = 55^\circ\text{C}$: temperatura gorącej wody,
- $t_2 = 15^\circ\text{C}$: temperatura zimnej wody,
- $t_k = 37^\circ\text{C}$: temperatura końcowa wody.

Chcemy wyznaczyć masę gorącej wody M_g .

Ciepło oddane przez gorącą wodę wynosi: $Q_{oddane} = M_g c_w (t_k - t_1)$.

Ciepło pobrane przez zimną wodę wynosi: $Q_{pobrane} = M_z c_w (t_k - t_2)$.

Zgodne z naszą hipotezą, równanie bilansu cieplnego ma postać:

$$M_g c_w (t_k - t_1) + M_z c_w (t_k - t_2) = 0,$$

skąd po przekształceniach otrzymujemy:

$$M_g = M \frac{(t_k - t_2)}{(t_1 - t_2)}.$$

Po podstawieniu danych liczbowych dostajemy:

$$M_g = 60 \text{ kg} \frac{(37^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})}{(55^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})} = 33 \text{ kg}.$$

Zgodnie z uzyskanym wynikiem, by przygotować 60 l wody o temperaturze 37°C należy mieszać 33 l wody o temperaturze 55°C i 27 l wody o temperaturze 15°C.

Teraz powinniśmy wynik ten zweryfikować doświadczalnie. Podobne doświadczenie możesz wykonać samodzielnie w domu, ale możesz również skorzystać z wirtualnego laboratorium, które zostało dołączone do tego e-materiału.

Słowniczek

ciepło właściwe

(ang.: *specific heat*) – ciepło potrzebne do zmiany temperatury 1 kg substancji o jeden kelwin (lub stopień Celsjusza).

układ izolowany

(ang. *isolated system*) inaczej „układ termodynamicznie izolowany” – to taki układ termodynamiczny, który nie wymienia z otoczeniem ani materii, ani energii.

zasada zachowania energii

(ang. *law of conservation of energy*) empiryczne prawo fizyki, stwierdzające, że w układzie izolowanym suma wszystkich rodzajów energii układu jest stała w czasie.

Wirtualne laboratorium WL-S

Badanie procesu mieszania cieczy o różnych temperaturach początkowych

W jakim stosunku należy zmieszać gorącą wodę z zimną, by uzyskać wodę o temperaturze idealnej do relaksującej kąpeli? Oczywiście, odpowiedź na to pytanie zależy od tego, co rozumiesz przez „idealną” temperaturę wody. Dla niektórych taką temperaturą będzie 37°C , ale inni powiedzą, że jest ona za wysoka lub za niska.

A jaka temperatura wody Tobie odpowiada najbardziej? Czy na takie pytanie odpowiesz podając jedną konkretną wartość? Czy może podasz jakiś przedział? Jak szeroki?

Jak uzyskać pożądaną temperaturę kąpeli? W jakich proporcjach należy mieszać wodę ciepłą i zimną, gdy znasz ich temperatury? Odpowiedzi na te i inne pytanie związane z mieszaniem wody z dwóch źródeł o różnych temperaturach uzyskasz planując i przeprowadzając eksperyment w Wirtualnym Laboratorium (kąpielowym).

Nabyte umiejętności przydadzą Ci się w drugiej części eksperymentu, który jest zorganizowany w konwencji zbliżonej do gry. Niektóre warunki tej gry zależą od Ciebie i od ewentualnych innych jej uczestników. Spróbuj więc namówić koleżankę czy kolegę do uczestnictwa w takiej grze. Im więcej uczestników, tym może być ciekawiej.

Polecenie 1

Zanim rozpoczniesz pracę w laboratorium skorzystaj z równania bilansu energetycznego i wykaż, że aby uzyskać wodę o temperaturze końcowej t_k należy mieszać wodę gorącą (o temperaturze t_g) z zimną (o temperaturze t_z) w stosunku:

$$s = \frac{V_g}{V_z} = \frac{t_g - t_k}{t_k - t_z} \quad (1)$$

gdzie V_g to objętość gorącej wody, a V_z zimnej wody. Symbolem s oznaczamy stosunek tych dwóch objętości.

Doświadczenie 1

Idealna temperatura kąpieli

Problem badawczy

Celem jest eksperymentalne zweryfikowanie obliczonego stosunku s objętości wody gorącej i wody zimnej o ustalonych temperaturach $t_g = 55^\circ\text{C}$ i $t_z = 15^\circ\text{C}$, zapewniającego, po ich wymieszaniu, uzyskanie wody o temperaturze w przedziale od t_d do t_h , w którego środku znajduje się temperatura t_k .

Hipoteza

Im wyższa wartość s , stosunku objętości wody gorącej i zimnej (równanie 1), tym wyższa jest uzyskiwana temperatura kąpieli.

Co będzie potrzebne

Zapoznaj się z wyposażeniem Wirtualnego Laboratorium oraz z działaniem poszczególnych jego elementów.

Zwróć uwagę na możliwość mieszania wody zimnej i ciepłej w wiadrze, przed waniem zawartości do wanny. Zastanów się, przed sporządzeniem planu pracy, jak można tę możliwość wykorzystać podczas prowadzenia eksperymentu.

Ćwiczenie 1

Skoro w wiadrze można mieszać wody o różnych temperaturach, to cel eksperymentu powinien być osiągalny bez potrzeby korzystania z wanny. Zapisz projekt wyposażenia Laboratorium, w którym nie ma wanny.

Ćwiczenie 2

Skoro wystarczy jedno naczynie, by wymieszać wodę zimną z gorącą w zadanych proporcjach, to cel eksperymentu powinien być osiągalny wyłącznie za pomocą wanny, bez potrzeby korzystania z wiadra.

Zapisz projekt wyposażenia Laboratorium, w którym nie ma wiadra.

Instrukcja

Polecenie 2

Przed eksperymentem ustal jego parametry i wykonaj niezbędne obliczenia:

- wybierz wartość temperatury kąpieli t_k ,
- określ granice dopuszczalnego przedziału temperatury kąpieli: dolną t_d oraz górną t_h , zgodne z celem doświadczenia,
- oblicz wartości stosunku $s = \frac{V_g}{V_z}$ dla każdej z tych trzech temperatur, zgodnie ze wzorem 1.

Informacje te zapisz w Dzienniku badań.

Opracuj we własnym zakresie kolejność wykonywania czynności w laboratorium, prowadzących do doświadczalnego zweryfikowania poprawności obliczonych wartości s .

Sporządzony plan pracy wpisz do Dziennika badań.

Nie uwzględniaj licznika wykonanych ruchów, nie określaj też poziomu do jakiego ma zostać wypełniona wanna - te warunki przydadzą się dopiero w drugiej części eksperymentu.

Mieszanie cieczy o różnych temperaturach

Dziennik badań

Data: DD-MM-RRRF

Wartości temperatur i wyniki obliczeń stosunków $s = \frac{V_g}{V_z}$

$t_d =$

$s_d =$

$t_k =$

$s_k =$

$t_h =$

$s_h =$

Plan pracy

Wyniki, spostrzeżenia, konkluzje



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DmB9qQbzG>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Przeprowadź pomiary dla trzech wybranych przez siebie temperatur. Opisz wyniki weryfikacji i rozstrzygnij hipotezę badawczą.

Podsumowanie

Polecenie 3

Zależnie od wybranych wartości temperatur mogły pojawić się problemy z uzyskaniem właściwej wartości współczynnika s podczas pomiaru. Na przeszkodzie mogła stać zdolność rozdzielcza wiadra i konieczność nalewania wody do poziomu leżącego pomiędzy kreskami skali. Jeśli ominął Cię ten problem, to spróbuj powtórzyć eksperyment z wartościami trzech temperatur zawierającymi niezerowe części ułamkowe, np. $38,3^{\circ}\text{C}$, $39,2^{\circ}\text{C}$ i $40,1^{\circ}\text{C}$.

Zapisz w Dzienniku badań, czym różni się Twoje postępowanie od stosowanego przy temperaturach wynoszących, przykładowo, 38°C , 39°C i 40°C . Uogólnij swoje spostrzeżenia i skomentuj problematykę rozdzielczości całego układu pomiarowego oraz jej związek z rozdzielczością skali na wiadrze oraz z ilością wody wlanej do wanny.

Doświadczenie 2

Optymalizacja uzyskiwania wskazanej temperatury kąpieli

Problem badawczy

Celem eksperymentu jest takie dobranie objętości wody gorącej i wody zimnej o ustalonych temperaturach $t_g = 55^\circ\text{C}$ i $t_z = 15^\circ\text{C}$, by po ich wymieszaniu uzyskać wodę o temperaturze t możliwie bliskiej założonej wartości t_k , przy spełnieniu dodatkowych warunków:

- a) końcowa objętość wody w wannie musi mieścić się w zadanym wcześniej, 10-litrowym przedziale,
- b) liczba kroków prowadzących do uzyskania zaplanowanego efektu winna być możliwie mała.

Hipoteza

Uzyskanie maksymalnej punktacji za procedurę jest możliwe i tym łatwiejsze, im większa jest dopuszczalna końcowa objętość wody w wannie.

Co będzie potrzebne

Wykorzystaj standardowe wyposażenie wirtualnego laboratorium.

Instrukcja

Polecenie 4

1. Przed eksperymentem ustal jego parametry i wykonaj niezbędne obliczenia:

- wybierz wartość idealną temperatury kąpiel t_k ,
- oblicz wartość stosunku $s_k = \frac{V_g}{V_z}$ dla wybranej temperatury (skorzystaj ze wzoru 1),
- ustal liczbę całkowitą N , z zakresu od 1 do 13, określającą minimalną liczbę kroków (napełnień wanny) w postępowaniu,
- określ, na podstawie wybranej wartości N , granice przedziału dopuszczalnych końcowych objętości wody w wannie:
 - granicę dolną $V_d = N \cdot 10$ l
 - granicę górną $V_h = V_d + 10$ l.

Informacje te zapisz w Sprawozdaniu z optymalizacji.

2. Przyjmij następujące reguły oceny wyniku Twojego postępowania optymalizacyjnego:

- Jeśli zakończysz postępowanie, a objętość wody w wannie będzie poza przedziałem $[V_d; V_h]$, za całe postępowanie otrzymasz zero punktów.
- Możesz zakończyć postępowanie po dowolnej liczbie kroków (uzupełnień wanny) L , ale im wykonasz ich więcej ponad wartość minimalną N , tym mniej punktów otrzymasz. Jeśli wykonasz 10 lub więcej kroków ponad wartość N , otrzymasz za całe postępowanie zero punktów
- Punktów otrzymasz tym więcej, im końcowa temperatura kąpiel t , uzyskana po zakończeniu Twojego postępowania, będzie bliższa temperaturze t_k . Jednak gdy wielkości te różnią się o więcej niż 1°C , otrzymujesz za całe postępowanie zero punktów.
- Ostateczną punktację zawiera tabela.

$L - N \rightarrow$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$ t - t_k \downarrow$										
0,1	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
0,2	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9
0,3	80	72	64	56	48	40	32	24	16	8
0,4	70	63	56	49	42	35	28	21	14	7

0,5	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6
0,6	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
0,7	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
0,8	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
0,9	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
1,0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. Opracuj we własnym zakresie plan postępowania w laboratorium, prowadzący do uzyskania możliwej dużej liczby punktów. W swoim planie możesz wykorzystać obliczoną wartość s_k , ale nie musisz. Możesz także korzystać z doświadczenia zdobytego podczas wykonywania części pierwszej eksperymentu.

Sporządzony plan pracy wpisz do Sprawozdania z optymalizacji.

Uzyskiwanie zadanej temperatury wody

Sprawozdanie z optymalizacji procesu

Data:

Parametry

temperatura wody zimnej $t_z = 15^\circ\text{C}$

temperatura wody gorącej $t_g = 55^\circ\text{C}$

temperatura wody wymieszanej (pożądana) $t_k =$

stosunek objętości wwody gorącej i zimnej $s_k =$

minimalna liczba kroków w postępowaniu $N =$

graniczne objętości końcowe wody V_d i V_h :

Plan postępowania

Wyniki

liczba kroków (uzupełnień wanny) $L =$

różnica $L - N =$

temperatura $t =$

precyzja wyniku $|t_k - t| =$

końcowa objętość wody w wannie

Punktacja za postępowanie optymalizacyjne:

Powód wyzerowania punktacji (ewentualnie)

Rozstrzygnięcia, komentarze, konkluzje



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DmB9qQbzG>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Podsumowanie

Polecenie 5

Czy zastosowana przez Ciebie procedura była zgodna z założonym planem pracy? Jeśli pojawiły się modyfikacje, to czy dotyczyły one wczesnych etapów pracy czy raczej późnych? Na czym one polegały?

Zapoznaj się ze znaczeniem słowa *heurystyka* oraz z kontekstem, w jakim postępowanie określa się mianem *heurystycznego*. Czy jest to właściwe określenie całego Twojego postępowania? A może pasuje do któregoś z jego etapów?

Swoje rozstrzygnięcia postawionych problemów oraz własne komentarze wpisz do końcowej sekcji Sprawozdania.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdanie:

Ciepło jest pobierane, podczas / temperatury substancji, a oddawane podczas / temperatury.

Ćwiczenie 2



Wstaw odpowiedni element tekstu:

Niech t_0 będzie początkową, a t_k końcową temperaturą wody. Ciepło pobrane przez wodę podczas jej ogrzewania jest opisane wzorem: , gdzie m jest masą wody, jej ciepłem , a jest różnicą temperatur, przy czym

przemiany

$$Q = mc_w \Delta t$$

$$\Delta t = t_0 - t_k$$

$$t_k > t_0$$

$$t_k < t_0$$

oddanym

$$\Delta t = t_k - t_0$$

c_w

właściwym

Ćwiczenie 3



Uzupełnij zdanie:

Zmiana temperatury ciała przy pobraniu ciepła Q jest tym / , im większe jest ciepło właściwe i tym / , im większa jest masa ciała.

Ćwiczenie 4



Wybierz poprawny element zdania:

Przekaz ciepła ☐ / Zjawisko konwekcji ☐ polega na tym, że cząsteczki wody o różnych prędkościach ☐ / masach ☐ zderzają się ze sobą i w zderzeniach tych energia przekazywana jest od cząsteczek o większej ☐ / mniejszej ☐ energii potencjalnej ☐ / kinetycznej ☐ do cząsteczek o mniejszej energii potencjalnej ☐ / kinetycznej ☐.

Ćwiczenie 5



Do kubka wypełnionego wodą o temperaturze 10°C wlano łyżkę soku malinowego o temperaturze 90°C . Które z poniższych stwierdzeń jest prawdziwe:

- ☐ Woda pobrała ciepło, a sok oddał ciepło, w rezultacie temperatura końcowa wody z sokiem była większa od 10°C i mniejsza od 90°C .
- ☐ Woda oddała ciepło, a sok pobrał ciepło, w rezultacie temperatura wody zmniejszyła się.
- ☐ Sok oddał ciepło, a woda pobrała ciepło, co spowodowało zagotowanie wody.

Ćwiczenie 6



Woda o cieple właściwym $4190 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ oraz rtęć o masie takiej samej, jak masa wody i cieple właściwym $139 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ miały jednakową temperaturę początkową równą 5°C . Rtęć została ogrzana do temperatury 185°C . Oblicz, jaka będzie temperatura końcowa wody, jeśli pobierze ona taką samą ilość ciepła, jak rtęć? Odpowiedź podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Odpowiedź: Temperatura końcowa wody wynosi $t_k =$ $^{\circ}\text{C}$.

Ćwiczenie 7



Za pomocą grzałki podgrzano $m = 1,2 \text{ kg}$ wody od temperatury $t_1 = 70^{\circ}\text{C}$ do $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ w czasie $\tau = 50 \text{ s}$. Oblicz moc grzałki P , jeśli ciepło właściwe wody wynosi $c_w = 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Odpowiedź podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Odpowiedź: $P =$ kW.

Ćwiczenie 8



Do $V_1 = 150$ l wody o temperaturze $t_1 = 2^\circ\text{C}$ dolano $V_2 = 15$ l wody o temperaturze $t_2 = 50^\circ\text{C}$, a potem jeszcze $V_3 = 8$ l wody o temperaturze $t_3 = 100^\circ\text{C}$. Oblicz temperaturę końcową wody. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Odpowiedź: $t_k =$ $^\circ\text{C}$.

Ćwiczenie 9



Do kalorymetru o masie m_k z wodą o masie m i temperaturze 15°C wlano wodę o masie M i temperaturze 100°C . Ciepło właściwe wody oznaczmy c_w , ciepło właściwe kalorymetru c_k , a temperaturę końcową wody w kalorymetrze t_k . Które z poniższych równań w poprawny sposób opisuje zasadę zachowania energii w kalorymetrze.

☐ $m_k c_k (t_k - 15^\circ\text{C}) + m c_w (t_k - 15^\circ\text{C}) = M c_w (100^\circ\text{C} - t_k)$

☐ $m_k c_k (15^\circ\text{C} - t_k) + m c_w (15^\circ\text{C} - t_k) = M c_w (t_k - 100^\circ\text{C})$

☐ $m_k c_k (t_k - 15^\circ\text{C}) + m c_w (t_k - 15^\circ\text{C}) = M c_w (t_k - 100^\circ\text{C})$

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska, Krzysztof Lorek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Badanie procesu mieszania cieczy o różnych temperaturach początkowych
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość. V. Termodynamika. Uczeń: 4) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji. VI. Termodynamika. Uczeń: 19 b) bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wyjaśnia, czym jest bilans cieplny, 2. interpretuje bilans cieplny jako zasadę zachowania energii, 3. rozwiązuje zadania rachunkowe i problemowe wykorzystując zasadę bilansu cieplnego, 4. przeprowadza doświadczenie polegające na mieszaniu się cieczy o różnych temperaturach początkowych.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obserwacyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów oraz weryfikowanie hipotez przez eksperymenty)
Metody nauczania	wykład informacyjny, przeprowadzenie doświadczenia w wirtualnym laboratorium, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w parach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
Materiały pomocnicze:	e-materiały „Na czym polega bilans cieplny”, „Jak definiujemy ciepło właściwe”, „Bilans cieplny w obliczeniach”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”. Odwołanie do wiedzy uczniów o bilansie cieplnym.	
Faza realizacyjna:	
Nauczyciel przypomina pojęcie bilansu cieplnego, podkreślając jego związek z zasadą zachowania energii. Uczniowie w parach analizują bilanse cieplne przedstawione w zadaniu 9 z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel przedstawia problem do rozwiązania: należy zweryfikować hipotezę, że podczas mieszania cieczy o różnych temperaturach ciepło przekazywane jest zgodnie z zasadą zachowania energii. Nauczyciel wyjaśnia, że najpierw wykonuje się obliczenia zgodne z postawioną hipotezą, aby wynik obliczeń później zweryfikować doświadczalnie. Uczniowie rozwiązują zadanie: ile wody o temperaturze 15°C oraz ile wody o temperaturze 55°C należy zmieszać ze sobą, aby otrzymać 60 litrów wody o temperaturze wynoszącej 37°C. Następnie uczniowie w parach przeprowadzają doświadczenie w wirtualnym laboratorium.	
Faza podsumowująca:	
Uczniowie oceniają stopień przyswojonej wiedzy, dyskutując o wynikach doświadczenia oraz rozwiązując w grupach zadanie 8 z zestawu ćwiczeń.	

Praca domowa:

Zadania z zestawu ćwiczeń, obowiązkowo zadania 1- 3 i do wyboru 1 z pozostałych zadań.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium:**

Multimedium bazowe może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji do samodzielnego wykonania doświadczenia. Można je również wykorzystać podczas lekcji poświęconej pojęciu bilansu cieplnego.