



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

GK  
Dobre Kadry  
Centrum badawczo-szkoleniowe Sp. z o.o.

UE  
Uniwersytet Ekonomiczny  
we Wrocławiu

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego  
numer projektu: WND-POKL.03.03.04-00-028/12

# PROJEKT BADAWCZY WŁAŚCIWOŚCI ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNYCH W BARDZO NISKICH TEMPERATURACH



PROJEKT REALIZOWANY W PARTNERSTWIE:

GK  
Dobre Kadry  
Centrum badawczo-szkoleniowe Sp. z o.o.

Dobre Kadry  
Centrum badawczo-szkoleniowe.  
Sp. z o.o.

UE  
Uniwersytet Ekonomiczny  
we Wrocławiu

Uniwersytet Ekonomiczny  
we Wrocławiu

BIURO PROJEKTU:  
ul. Jęczmienna 10/1  
53-507 Wrocław  
tel. 71 343 77 73-74  
fax 71 343 77 72  
www.dobrekadry.pl

Człowiek – najlepsza inwestycja



NAUKA  
I TECHNOLOGIA  
DLA ŻYWNOŚCI

## Projekt badawczy

### Temat: Właściwości związków biologicznych w bardzo niskich temperaturach

#### Wprowadzenie:

Temperatura jest jedną z podstawowych wielkości fizycznych charakteryzującą stan materii, który człowiek może wstępnie ocenić za pomocą zmysłu czucia. Odbierane wrażenia są jednak mało precyzyjne i pozwalają orzekać o temperaturze ciał w bardzo wąskim zakresie. Na podstawie wrażeń zmysłowych nie można zdefiniować ściśle temperatury jako cechy materii. Za pośrednictwem zmysłów człowiek jest zdolny stwierdzić, że wraz ze zmianą temperatury zmieniają się niektóre właściwości różnych ciał, np. zmienia się stan skupienia, objętość, sprężystość, barwa i inne. Temperatura jest związana ze średnią energią kinetyczną ruchu i drgań wszystkich cząsteczek tworzących dany układ. Temperaturę można ściśle zdefiniować tylko dla stanów równowagi termodynamicznej, ponieważ jest ona wielkością reprezentującą wspólną własność dwóch układów pozostających w równowadze ze sobą. Można określić temperaturę jako zdolność ciała do przekazywania energii cieplnej innemu ciału o temperaturze niższej. Jest ona miarą stanu cieplnego danego ciała. Jeżeli dwa ciała mają tę samą temperaturę, to w bezpośrednim kontakcie nie przekazują one sobie ciepła, natomiast, gdy temperatura obu ciał jest różna, to ciało o wyższej temperaturze przekazuje ciepło do ciała o niższej temperaturze, do momentu aż wyrówna się temperatura obu ciał. Temperatura określa więc poziom energii, a nie jej ilość. Jest to właściwość złożona uwarunkowana innymi cechami ciała, od których zależy ilość energii.

Związki biologiczne są to substancje występujące w żywych organizmach. Duży wpływ na właściwości tych związków w większości przypadków ma temperatura. W wyższych temperaturach część z nich ulega dezaktywacji, a nawet zwęgleniu (spaleniu). Natomiast niskie temperatury również wpływają na zmianę właściwości substancji, ale po odmrożeniu związki te wracają do stanu sprzed zamrożenia.

#### Cel projektu:

Zapoznanie uczniów z pojęciami dotyczącymi niskich temperatur, ich pomiarem, zastosowaniem oraz wpływem na właściwości fizyczne i chemiczne związków biologicznych.

## **Cele kształcenia:**

Uczeń:

- Wymienia i wyjaśnia podstawowe zasady BHP obowiązujące podczas pracy w laboratorium chemicznym i fizycznym,
- Wymienia i wyjaśnia zasady BHP obowiązujące podczas pracy z substancjami o niskich temperaturach,
- Wymienia i wyjaśnia podstawowe zasady obowiązujące podczas pracy z promieniowaniem UV,
- Wymienia podstawowe urządzenia i narzędzia wykorzystywane podczas pracy w laboratorium chemicznym i fizycznym,
- Wymienia i wyjaśnia podstawowe pojęcia dotyczące niskich temperatur,
- Wymienia i opisuje różne rodzaje termometrów,
- Opisuje zasady działania termometrów,
- Podaje przykłady czynników chłodzących i mieszanin oziębiających,
- Podaje sposoby uzyskiwania niskich temperatur,
- Podaje przykłady praktycznego zastosowania niskich temperatur,
- Wykonuje pomiary temperatur przy użyciu różnych typów termometrów,
- Poprawnie odczytuje wyniki temperatur z różnych typów termometrów,
- Wyjaśnia przyczynę zmiany barwy roztworu z czerwonej kapusty,
- Bada właściwości fizyczne i chemiczne substancji,
- Wykonuje prosty pomiar lepkości w różnych temperaturach za pomocą opadającej kulki w próbówce z olejem,
- Porównuje lepkość oleju w zależności od temperatury,
- Bada fluorescencję substancji za pomocą lupy ze światłem UV,
- Porównuje właściwości fizyczne i chemiczne substancji o temperaturze pokojowej, schłodzonych w zamrażarce i zamrożonych w ciekłym azocie,
- Analizuje różnice właściwości fizycznych i chemicznych substancji,
- Wyjaśnia zmiany właściwości fizycznych i chemicznych substancji o temperaturze pokojowej, schłodzonych w zamrażarce i zamrożonych w ciekłym azocie,
- Potrafi przeliczać jednostki temperatury,
- Stosuje arkusz kalkulacyjny Excel do opracowania wyników oraz sporządzania wykresów,
- Stosuje program Microsoft PowerPoint do przygotowania prezentacji z zajęć laboratoryjnych.

## **Pytanie kluczowe:**

Czy niska temperatura ma wpływ na właściwości substancji?

## **Właściwości związków biologicznych w bardzo niskich temperaturach**

Omówienie/wyjaśnienie problemu;

Uzasadnienie przydatności realizacji projektu badawczego;

W projekcie tym uczniowie zapoznają się z wpływem niskich temperatur na układy biologiczne, a w tym na produkty żywnościowe. W miarę obniżania temperatury, substancje wykazują inne właściwości fizyczne i chemiczne, w porównaniu z temperaturą pokojową. Zmiany w żywności zachodzące podczas zamrażania zależą od szybkości tego procesu, jak również od takich czynników, jak rodzaj żywności, przygotowanie wstępne, opakowanie, temperatura końcowa czy technika zamrażania. Te zmiany ze względu na ich charakter można podzielić na fizyczne, chemiczne, enzymatyczne i mikrobiologiczne. Podczas zamrażania i odmrażania zmianie ulegają następujące właściwości: stan skupienia, barwa, twardość, ciągliwość, zapach, konsystencja itp. Najważniejszą zmianą dla większości produktów żywnościowych jest jednak przejście wody ze stanu płynnego w ciało stałe czyli lód, co wiąże się z zestaleniem produktu i zasadniczą zmianą szeregu cech fizycznych żywności.

W zależności od zastosowanych metod i czynników chłodzenia wyróżnia się kilka zakresów temperatur. Najczęściej do uzyskania temperatur od 0 do około  $-30^{\circ}\text{C}$  stosuje się lodówki i zamrażarki, do  $-78,5^{\circ}\text{C}$  - stały  $\text{CO}_2$  tzw. suchy lód, do  $-196^{\circ}\text{C}$  - ciekły azot, zaś do  $-269^{\circ}\text{C}$  - ciekły hel. Obniżenie temperatury znacznie spowalnia szybkość reakcji chemicznych, a w związku z tym hamuje rozwój drobnoustrojów oraz rozkład niektórych związków m.in. wielu cennych składników odżywczych w żywności.

Początkowo pomiar temperatury opierał się na różnych zjawiskach fizycznych, np. zmianie objętości gazu lub cieczy, zmianie rezystancji elektrycznej z temperaturą, lecz tworzone skale pomiarowe miały charakter empiryczny i nie były ze sobą porównywalne.

Pomiar temperatury może być wykonywany na kilka sposobów. Zależy to od interakcji pomiędzy badanym obiektem a czujnikiem pomiarowym. Wyróżniamy:

- pomiar dotykowy (pomiar kontaktowy), gdzie czujnik termometru styka się z obiektem, którego temperaturę mierzymy,
- pomiar bezdotykowy (pomiar bezkontaktowy), który następuje poprzez pomiar parametrów promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez rozgrzane ciało (promieniowanie podczerwone tzw. ciepłne).

Do pomiaru temperatury służą termometry elektryczne i nieelektryczne. Do nieelektrycznych zaliczamy termometry szklane, ciśnieniowe, dylatacyjne i bimetalowe

oraz różnego rodzaju wskaźniki temperatury, takie jak stożki Segera, farby termometryczne i ciekłe kryształy (nie są to przyrządy pomiarowe, ale wskazują czy temperatura jest wyższa czy niższa od wybranego stanu nominalnego). Wszystkie wymienione termometry działają bez energii doprowadzanej z zewnątrz (pobierają energię ze źródła wielkości mierzonej), co jest ich ważną zaletą. Oprócz tego do zalet możemy zaliczyć względną prostotę, trwałość, a w przypadku termometrów szklanych - dużą czułość i dokładność oraz na ogół niską cenę. Natomiast ich wadą jest to, że stosowane są do pomiarów z analogowym lokalnym odczytem.

Termometry szklane działają na zasadzie objętościowej rozszerzalności cieczy wskutek zmiany temperatury. Wyróżniamy termometry pałeczkowe, bagietkowe, przemysłowe w osłonie. Podczas odczytu temperatury wzrok powinien być na wysokości słupka cieczy. Przy patrzeniu pod nieodpowiednim kątem, możemy odczytać temperaturę wyższą bądź niższą od rzeczywistej. Różnica pomiędzy odczytem rzeczywistym a wartością odczytu poprawnego nazywana jest błędem paralaksy, który trzeba umiejętnie wyeliminować. Zależy on od sposobu umieszczenia podzielnicy względem kapilary. Pomocne jest użycie lupy. Drugim źródłem błędów jest błąd słupka cieczy w kapilarze wystającego ponad ośrodek, którego temperaturę mierzymy. Zależnie od budowy termometr powinien być zatopiony w całości w płynie lub do wysokości bagietki (przy czym kapilara jest umieszczona w temperaturze odniesienia) – wówczas błąd wystającego słupka cieczy nie powstaje.

Stosowane ciecze w termometrach:

- rtęć zakres stosowania  $-35 \div 600^{\circ}\text{C}$ ,
- ksylen  $-50 \div 80^{\circ}\text{C}$ ,
- toluen  $-80 \div 50^{\circ}\text{C}$ ,
- alkohol  $-100 \div 50^{\circ}\text{C}$ ,
- pentan  $-200 \div 30^{\circ}\text{C}$ .

Pirometr (lub termometr optyczny) służy do pomiaru temperatury na zasadzie pomiaru mocy promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez ciało stałe lub ciekłe nieprzezroczyste. Pomiar odbywa się bezstykowo, tzn. pirometr umieszcza się w pewnej odległości od ciała, co powoduje, że nie ma oddziaływania pirometru na obiekt pomiaru. Zasada działania pirometru jest stosunkowo prosta. W pirometrze jest umieszczony detektor promieniowania, najczęściej jest to fotodioda lub termostos, którego sygnał wyjściowy – napięcie – jest proporcjonalny do mocy promieniowania, a więc do temperatury.

Podobnie jak przy innych jednostkach podstawowych, przy wzorcowaniu temperatur stosuje się wzorce np. do niskich temperatur we Wrocławiu, gdzie w Instytucie Niskich Temperatur PAN znajduje się Europejski Wzorzec Najniższych Temperatur Helowych. Dla liczbowego wyrażania wielkości temperatury konieczne jest zdefiniowanie skali temperatury. Każda skala posiada charakterystyczne punkty odniesienia, którym przypisana jest liczbowo wartość temperatury. W skali Celsjusza przyjmuje się, że temperaturze topnienia lodu (zamarzania wody) odpowiada  $0^{\circ}\text{C}$  oraz temperatura wrzenia wody pod normalnym ciśnieniem odpowiada temperaturze  $100^{\circ}\text{C}$ . Ponadto stopień Celsjusza równy jest 0,01 przedziału temperatury między punktami topnienia lodu i wrzenia wody. W tak skonstruowanej skali temperatury mogą występować wartości ujemne. Określa się ją na podstawie równania stanu gazu doskonałego:  $pV = nRT$ , gdzie temperaturę określa się na podstawie pomiaru ciśnienia i objętości gazu doskonałego. W tej skali zero zdefiniowane jest jako temperatura gazu doskonałego, w której będzie on miał zerową objętość przy dowolnym ciśnieniu. Temperatura zera bezwzględnego jest najniższą temperaturą, jaką mogą uzyskać ciała. W tej temperaturze wszystkie cząsteczki mają najmniejszą możliwą energię, czyli ruch cząsteczek całkowicie ustaje. W temperaturze zera bezwzględnego wszystkie ciała są w stanie stałym, z wyjątkiem helu, który w pewnym zakresie ciśnienia i pozostaje cieczą w dowolnie niskiej temperaturze. Skalą bezwzględną (absolutną) temperatury jest skala Kelwina (jednostka układu SI), gdzie zero odpowiada zeru bezwzględnemu. Temperaturę możemy określać w różnych jednostkach m.in. stopniach Celsjusza ( $^{\circ}\text{C}$ ), kelwinach (K), czy w stopniach Fahrenheita ( $^{\circ}\text{F}$ ). W przeciwieństwie do skali Celsjusza, w skali Kelwina nie używa się pojęcia stopień, a wartość jednostki temperatury w tej skali równa się wartości stopnia Celsjusza, czyli temperatura 100 stopni Celsjusza to inaczej temperatura 273,15 kelwinów. Do przeliczenia  $^{\circ}\text{C}$  na kelwiny służy wzór:

$$T[\text{K}] = t[^{\circ}\text{C}] + 273,15$$

Natomiast skalę Celsjusza i Fahrenheita łączy relacja:

$$T[^{\circ}\text{F}] = 9/5 * t[^{\circ}\text{C}] + 32$$

Np.  $0^{\circ}\text{C}$  odpowiada  $32^{\circ}\text{F}$ , zaś  $100^{\circ}\text{C}$  to  $212^{\circ}\text{F}$ .

Wyróżnia się dwa rodzaje zamrażania produktów czyli zamrażanie stopniowe i gwałtowne. Stopniowe zamrażanie powoduje powstawanie dużych kryształów lodu, które uszkodzają komórki, przez co pozostały roztwór przenika do przestrzeni międzykomórkowej i innych komórek. W taki sposób uwolnione enzymy powodują powstawanie szeregu niekorzystnych zmian, które mają wpływ na właściwości

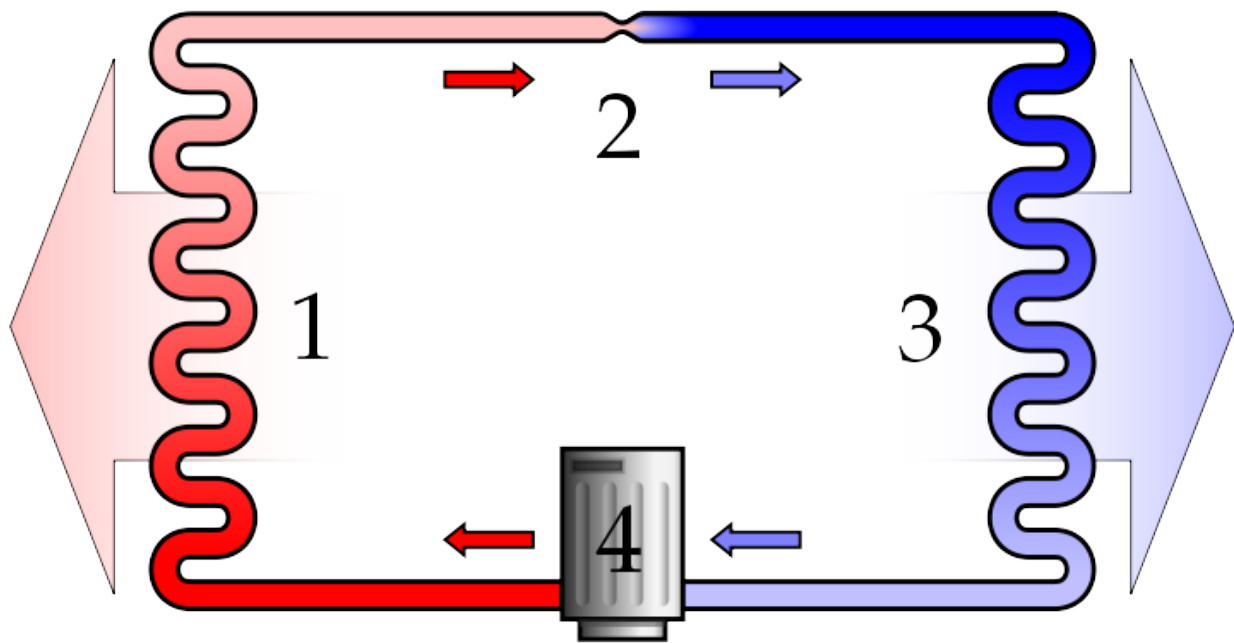
organoleptyczne m.in. smak czy zapach. Po odmrożeniu następuje zmniejszenie masy materiału (wycieka z niego roztwór). Dlatego najlepszym sposobem schładzania jest gwałtowne (natychmiastowe) zamrażanie. Wtedy produkt dobrze zachowuje swoją integralność, bez rozerwania błon komórkowych. Po rozmrożeniu w mniejszym stopniu zmienia się jego struktura. Na jakość zamrażanych produktów może mieć wpływ szybkość ich zamrażania. W związku z tym wyróżnia się cztery grupy produktów:

- a. produkty, na które szybkość zamrażania praktycznie nie ma wpływu (z małą zawartością wody, a co za tym idzie - dużą zawartością tzw. suchej substancji, przetłuszczone mięso i inne),
- b. produkty mało wrażliwe na szybkość (m.in. ryby, chude mięso, produkty zawierające skrobię),
- c. produkty poprawiające swą jakość przy wzroście szybkości (produkty roślinne o małej suchej masie, ale jędrnej tkance),
- d. produkty zachowujące dobrą jakość tylko przy szybkim zamrażaniu (zawierające dużą ilość wody i delikatne tkanki m.in. pomidory, ogórki, maliny).

Do stopniowego zamrażania produktów stosuje się zamrażarki (do  $-30^{\circ}\text{C}$ ). Do schładzania produktu można użyć suchego lodu, czyli stałego  $\text{CO}_2$ . Natomiast w celu gwałtownego zamrożenia produktu stosuje się ciekły azot.

Obecnie najczęściej stosuje się chłodziarki sprężarkowe. Na rysunku poniżej przedstawiono schemat ideowy działania chłodziarki. Najprostszy układ chłodniczy składa się ze skraplacza (1), elementu dławiącego (2), parownika (3) oraz sprężarki (4). W parowniku, który jest umiejscowiony w środowisku chłodzonym, panuje niskie ciśnienie i niska temperatura. Znajdujący się tam czynnik chłodniczy wrze, intensywnie odbierając ciepło. Następnie jest zasysany i sprężany przez sprężarkę po czym trafia do skraplacza, gdzie pod wysokim ciśnieniem ulega skropleniu. Ciekły czynnik o temperaturze wyższej od temperatury otoczenia trafia do elementu dławiącego, ponieważ jego ciśnienie musi zostać obniżone do ciśnienia panującego w parowniku. Podczas dławienia część czynnika odparowuje powodując spadek temperatury pozostałej cieczy. Zimna mieszanina cieczowo-parowa trafia do parownika i cykl się powtarza.





Ciekły azot (temperatura wrzenia  $-195,8^{\circ}\text{C}$ ) po raz pierwszy został skroplony w kwietniu 1883 roku przez profesorów UJ w Krakowie, Zygmunta Wróblewskiego i Karola Olszewskiego. Współcześnie ciekły azot otrzymywany jest na szeroką skalę przez skraplanie i parowanie frakcjonujące powietrza atmosferycznego. Ma on szerokie zastosowanie:

- a. w laboratoriach naukowych jako czynnik termostatyczny i chłodzący,
- b. w przemyśle chemicznym m.in. jako źródło azotu gazowego do atmosfery ochronnej oraz syntezy amoniaku,
- c. w przemyśle spożywczym, do szybkiego mrożenia, a także do wytwarzania atmosfery beztlenowej przy szybko psujących się produktach spożywczych,
- d. w medycynie, w krioterapii przy leczeniu schorzeń reumatycznych i dermatologicznych,
- e. w przemyśle elektronicznym.

Przechowywany jest w naczyniach termostatycznych zwanych naczyniami Dewara.

Innym czynnikiem chłodzącym jest suchy lód, czyli stały  $\text{CO}_2$ . Jest on otrzymywany przez rozprężanie ciekłego dwutlenku węgla, a następnie formowany przez prasowanie. Suchy lód w normalnych warunkach nie topi się, lecz sublimuje (temp. sublimacji  $-78,5^{\circ}\text{C}$ ). Wykorzystuje się go, jako środek chłodzący w chłodniach przemysłowych, laboratoriach i transporcie. Suchy lód w blokach można stosunkowo długo przechowywać w pojemnikach izolowanych termicznie, bez konieczności dodatkowego ich chłodzenia, np. w



opakowaniach styropianowych umieszczonych w specjalnych kontenerach. Straty suchego lodu wynoszą wtedy około 4% na dobę.

Dla wyobrażenia sobie omówionych wcześniej wartości temperatur poniżej przedstawiono najwyższą i najniższą zanotowaną temperaturę powietrza na Ziemi.

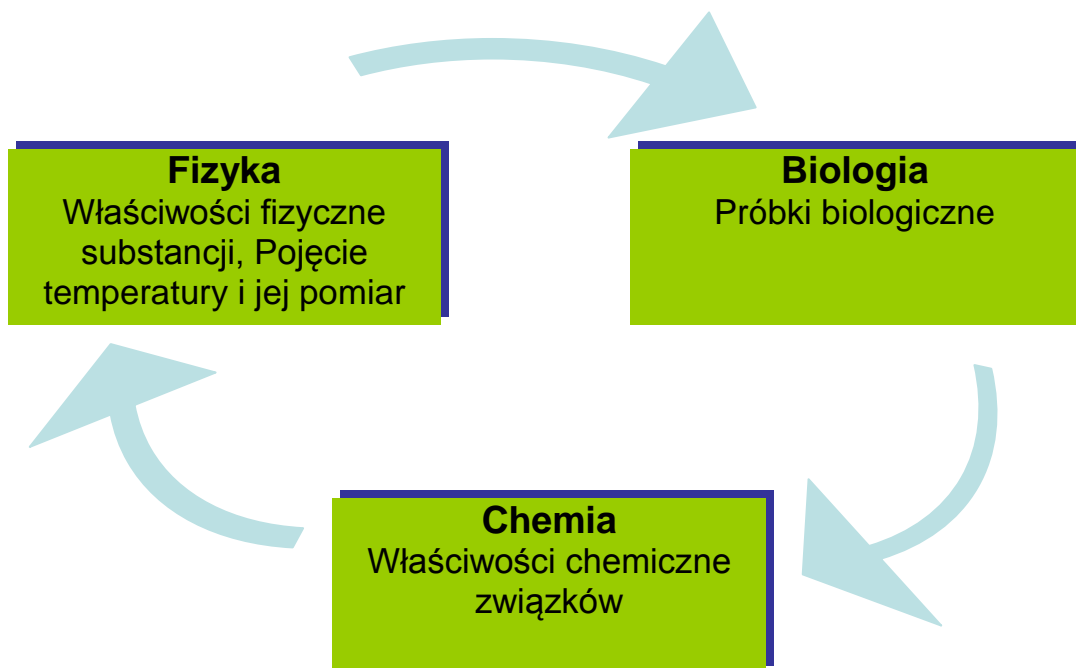
- najwyższa temperatura powietrza: Ameryka Południowa, Dolina Śmierci, USA, 56,7°C, dnia 10.07.1913 roku,
- najniższa temperatura powietrza: Antarktyda -89,2°C, Stacja Wostok, dnia 21.07.1983

(Najniższa odnotowana temperatura powietrza, -93,2°C, została zmierzona 10 sierpnia 2010 roku w najwyższych partiach lądolodu antarktycznego. Pomiar ten został wykonany zdalnie przez satelitę Landsat i z tego względu nie jest uznawany za rekord przez Światową Organizację Meteorologiczną.)

W większości przypadków aktywność związków biologicznie czynnych wraz z obniżaniem temperatury jest stopniowo wyhamowywana, zwłaszcza poniżej temperatury zamarzania wody, aż prawie do całkowitej dezaktywacji w bardzo niskich temperaturach. Wraz z obniżeniem temperatury wzrasta czasowa trwałość związków chemicznych. Jest to spowodowane m. in. wyhamowywaniem drgań termicznych, a tym samym zmniejszeniem liczby efektywnych zderzeń cząstek. Innym istotnym zjawiskiem jest zmniejszenie dostępności wody potrzebnej dla przebiegu różnych procesów biochemicznych (zmniejszenie aktywności enzymów i mikroorganizmów).

Uczniowie w ramach tego projektu uzyskają podstawową teoretyczną i praktyczną wiedzę na temat uzyskiwania i zastosowania niskich temperatur. Poznają zalety i wady wykorzystania niskich temperatur oraz dowiedzą się o zagrożeniach im towarzyszących.

## Integracja treści przedmiotowych:



## Wykorzystanie matematyki i technologii informacyjnej:

- Gromadzenie i porządkowanie danych otrzymanych podczas wykonywanych zadań,
- Interpretacja otrzymanych wyników,
- Wykorzystywanie arkusza kalkulacyjnego Excel do opracowywania wyników badań,
- Tworzenie prezentacji efektów pracy z wykorzystaniem programu Microsoft PowerPoint.

## Materiały i środki dydaktyczne:

- termometry (szklany alkoholowy, rtęciowy, bezdotykowy, elektroniczny z sondą)
- lupa z podświetleniem LED UV,
- lampa UV,
- stoper,
- stały CO<sub>2</sub> czyli suchy lód,
- ciekły azot,
- chlorek sodu NaCl,
- chlorek wapnia sześciowodny CaCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O,
- szkło i drobny sprzęt laboratoryjny,
- produkty spożywcze,
- 5 instrukcji do ćwiczeń laboratoryjnych,
- 3 karty pracy,
- aparat fotograficzny,
- komputer.

**Metody pracy:**

- praca z ciałami o niskich temperaturach,
- praca z termometrami,
- praca ze stoperem,
- praca z lupą z podświetleniem LED UV,
- praca z lampą UV,
- porównanie i interpretowanie wyników,
- obserwacja doświadczeń,
- praca z komputerem – obliczenia oraz tworzenie wykresów przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel oraz przygotowywanie prezentacji w programie Microsoft PowerPoint.

**Etapy projektu:**

<b>etap</b>	<b>działania</b>	<b>czas</b>
<b>Organizacja</b>	Ustalenie stanowisk pracy Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium chemicznym i fizycznym Zapoznanie się z różnymi rodzajami szkła laboratoryjnego oraz z obsługą podstawowych narzędzi i sprzętów używanych w laboratorium	10 minut
<b>Planowanie</b>	Wymienienie i omówienie poszczególnych zadań Ustalenie kolejności i czasu wykonywania zadań	10 minut
<b>Realizacja</b>	Pomiar temperatur Wykonanie doświadczenia z ekstraktem z kapusty Obserwacja substancji przed i po zamrożeniu (badanie lepkości oleju, badanie luminescencji, organoleptyczne badanie różnych właściwości fizycznych preparatów) Analiza wyników badań	30 minut 20 minut 45 minut  10 minut
<b>Prezentacja</b>	Wypełnienie kart pracy Przeliczanie jednostek temperatury (°C na K). Sporządzenie dwóch wykresów temperatur Opracowanie wyników i przygotowanie prezentacji z zajęć laboratoryjnych	10 minut 15 minut 15 minut 55 minut
<b>Ocena</b>	Samoocena (uczeń) Ocena koleżeńska Ocena opisowa (nauczyciel)	5 minut - -

## Szczegółowy opis zadań na etapie realizacji projektu:

### Zadanie 1

#### Pomiar temperatury czynników chłodzących oraz mieszanin oziębiających

##### Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Do chłodzenia substancji stosuje się czynniki chłodzące m.in. do  $0^{\circ}\text{C}$  – lód, do  $-78,5^{\circ}\text{C}$  - stały  $\text{CO}_2$  tzw. suchy lód oraz do  $-196^{\circ}\text{C}$  - ciekły azot, a także mieszaniny oziębiające (np. lód z  $\text{NaCl}$  (do  $-21,5^{\circ}\text{C}$ ),  $\text{MgCl}_2$  (do  $-33^{\circ}\text{C}$ ) lub  $\text{CaCl}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$  (do  $-55^{\circ}\text{C}$ ), suchy lód z acetonem (do  $-98^{\circ}\text{C}$ )). Mieszaniny oziębiające są to układy dwu lub więcej składnikowe, które tworząc roztwór pochłaniają ciepło z otoczenia (oziębiając je). Np. gdy śnieg lub lód posypiemy solą, otrzymujemy mieszaninę, w której lód stopniowo ulega roztopieniu, a sól rozpuszczeniu. Obserwujemy stopniowe obniżanie temperatury maksymalnie do  $-21,5^{\circ}\text{C}$  - gdy stosunek lodu do soli wynosi 3:1. Zjawiska te można wyjaśnić na podstawie budowy cząsteczkowej. Sól dyfunduje w lód i narusza jego strukturę krystaliczną. Pojawiają się defekty sieci krystalicznej, w związku, z czym, łatwiej jest rozerwać wiązania tej sieci. Potrzebna jest zatem do tego mniejsza energia. Ponieważ miarą temperatury powietrza czy lodu jest średnia energia kinetyczna cząstek tworzących dany układ, fakt ten oznacza, iż sieć taka przestaje być stabilna w niższej temperaturze (przy mniejszej energii).

Uczniowie poznają różnego rodzaju termometry, szczególnie te służące do pomiaru niskich temperatur (alkoholowe (Rys. c), rtęciowe, elektroniczny bezdotykowy na podczerwień (Rys. a), cyfrowy z sondą (Rys. b) i inne) oraz nauczą się je obsługiwać. Podczas wykonywania zadania uczniowie przygotowują mieszaniny oziębiające (np. lód z chlorkiem sodu  $\text{NaCl}$ , lód z chlorkiem wapnia sześciowodnym  $\text{CaCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Następnie zmierzą termometrem temperatury wybranych czynników chłodzących (woda, lód, suchy lód, ciekły azot) oraz temperatury przygotowanych wcześniej mieszanin oziębiających.



a



b

c

Rys. Przykładowe termometry

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Uczeń ma kontakt z substancjami o niskich temperaturach, dlatego należy zachować szczególną ostrożność i stosować się do przepisów BHP. Ciekły azot ma temperaturę – 196°C, a suchy lód -79°C, dlatego należy posługiwać się nimi ostrożnie i unikać kontaktu z zimnym ciałem, aby nie powodować odmrożeń. Należy chronić szczególnie odsłonięte części twarzy i oczy. Podczas pracy z ciekłym azotem oraz ze stałym CO<sub>2</sub> należy cały czas mieć nałożone okulary i rękawice ochronne. Ostrożnie należy także obchodzić się z termometrem, gdyż szklany termometr może się rozbić i uczeń może się nim skaleczyć, Nie przewiduje się jednak szczególnych problemów z wykonaniem zadania przy zachowaniu należytych środków ostrożności. Ewentualne problemy mogą wystąpić podczas mierzenia temperatury. Może to być związane z nieprawidłowym użyciem termometru lub złym odczytaniem temperatury na skali termometru. Należy stosować się do instrukcji, być skupionym podczas wykonywania zadania, a w razie potrzeby prosić o pomoc prowadzących zajęcia lub nauczyciela.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Zadanie wykonują uczniowie w parach.

Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w

**Instrukcji nr 1.** Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć ???)

Szczególną uwagę podczas wykonywania zadania 1 należy zwrócić na następujące kwestie:

- bardzo ostrożne obchodzenie się z lodem, a szczególnie ze stałym CO<sub>2</sub> (suchym lodem) oraz ciekłym azotem, ze względu na ich niską temperaturę, należy cały czas mieć założone okulary i rękawiczki,
- ostrożne obchodzenie się z termometrem, szklany termometr może się rozbić i uczeń może się nim skaleczyć,
- odpowiednia obsługa termometru,
- odpowiedni odczyt temperatury na skali termometru alkoholowego.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ???)

Uczeń w ramach tego zadania powinien nauczyć się dobrze wykonywać pomiar temperatury oraz odczytywać temperaturę na skali termometru, wypełnić Kartę pracy do zadania 1, może zrobić zdjęcie, które potem powinien wykorzystać w prezentacji.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel powinien wspierać ucznia, w razie potrzeby powinien pomóc uczniowi w przygotowaniu mieszanin oziębiających czy w prawidłowym pomiarze lub odczycie temperatury. Nie powinien on jednak wykonywać zadania za ucznia, jedynie instruować go.

## **Zadanie 2**

### **Doświadczenie z ekstraktem z czerwonej kapusty i suchym lodem**

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Wskaźniki pH są to związki chemiczne, które przyjmują określone barwy w zależności od pH (stężenie jonów wodorowych H<sup>+</sup>) środowiska, w jakim się znajdują. Do najbardziej popularnych wskaźników chemicznych zaliczamy błękit tymolowy, fenoloftaleinę, oranż metylowy, lakmus i wiele innych. W warunkach domowych również mamy do czynienia ze „wskaźnikami pH”. Np. napar z czarnej herbaty przy pH > 7,5 ma kolor ciemnobrązowy, przy pH ≈ 7 jasnobrązowy, a przy pH < 5,5 jasnożółty (np. co obserwujemy po dodaniu soku z cytryny). Przykładami takich substancji naturalnych mogą być także sok z czarnej jagody, czarnej porzeczki czy z czerwonej kapusty.

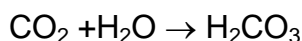
Podczas wykonywania tego zadania uczniowie zapoznają się z jednym z naturalnych wskaźników pH jakim jest ekstrakt (alkoholowy wyciąg) z czerwonej kapusty. Zobaczą oni

zmianę kolorów w zależności od zmiany środowiska oraz poznają wpływ niskiej temperatury (stały CO<sub>2</sub>) na te zmiany.

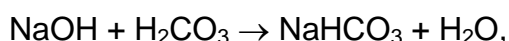
Uczeń przygotowuje zlewkę, do której wlewa ekstrakt z czerwonej kapusty, a następnie do tego roztworu wrzuca suchy lód. Stały CO<sub>2</sub> w roztworze szybko sublimuje i w pewnym stopniu rozpuszcza się (rozpuszczalność gazów wzrasta wraz z obniżeniem temperatury). Powoduje to zakwaszenie środowiska (powstaje kwas H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), w wyniku czego ulega zmianie kolor wskaźnika pH, czyli ekstraktu z kapusty. Następnie wlewa się do zlewki roztwór NaOH, co powoduje neutralizację kwasu, a potem po dodaniu kolejnej porcji roztworu NaOH, środowisko zmienia się na zasadowe. Cały czas wydzielą się CO<sub>2</sub> i najpierw zobojętnia roztwór, a następnie powtórnie go znowu zakwasza. W zależności od środowiska, barwniki zawarte w czerwonej kapuście przybierają inny kolor.

Główne etapy przeprowadzonego eksperymentu można przedstawić następująco:

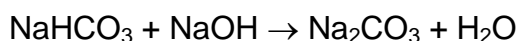
- a. CO<sub>2</sub> rozpuszcza się w wodzie, dając kwas węglowy:



- b. Dodatek roztworu NaOH prowadzi do częściowego zobojętnienia kwasu węglowego:



a następnie do całkowitego:



- c. Nadmiar NaOH powoduje, że roztwór ma odczyn silnie zasadowy
- d. Wydzielający się CO<sub>2</sub> zobojętnia nadmiar wodorotlenku sodu – roztwór staje się obojętny, a następnie kwaśny (pH < 7).

Zależność barwy od odczynu przedstawia się następująco:

- kwaśny - kolor czerwony
- słabo zasadowy – barwa zielona
- silnie zasadowy – barwa żółta
- obojętny - barwa fioletowo-niebieska.

Niska temperatura nie wpływa znacząco na samą barwę wskaźnika (o ile nie przekroczy się punktu zamarzania roztworu), ale zwiększa rozpuszczalność gazowego CO<sub>2</sub> w roztworze.

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Uczeń ma kontakt z substancjami o niskich temperaturach, dlatego należy zachować szczególną ostrożność. Suchy lód ma temperaturę -79°C, dlatego należy posługiwać się



nim ostrożnie i unikać kontaktu z ciałem, aby nie powodować odmrożeń. Należy chronić szczególnie odsłonięte części twarzy i oczy. Podczas pracy ze stałym CO<sub>2</sub> należy cały czas mieć nałożone okulary i rękawice ochronne. Nie przewiduje się jednak większych problemów z wykonaniem zadania przy zachowaniu należytych środków ostrożności. Ewentualne problemy mogą wystąpić, gdy uczeń nie będzie zbyt skoncentrowany na zadaniu, bo wtedy może przeoczyć istotne elementy obserwacji (zmiana kolorów roztworu). Należy stosować się do instrukcji, współpracować z prowadzącymi zajęcia i w razie potrzeby prosić ich o pomoc.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Zadanie wykonują uczniowie w parach.

Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 2**. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć ???)

Szczególną uwagę podczas wykonywania zadania 2 należy zwrócić na następujące kwestie:

- ostrożne obchodzenie się z suchym lodem, ze względu na jego niską temperaturę,
- podczas eksperymentu będzie następowała zmiana koloru roztworu, należy więc cały czas obserwować uważnie co się dzieje w zlewce, żeby nie pominąć ważnych zmian.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ???)

Uczeń w ramach tego zadania powinien wypełnić Kartę pracy do zadania 2, może zrobić zdjęcie, które potem powinien wykorzystać w prezentacji przygotowanej podczas zajęć komputerowych.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel powinien wspierać ucznia, w razie potrzeby powinien pomóc uczniowi w przygotowaniu eksperymentu lub w określeniu jakiego koloru jest roztwór. Nie powinien on jednak wykonywać zadania za ucznia, jedynie instruować go. Nauczyciel powinien zachęcać ucznia do poprawnego wykonania zadania.

### **Zadanie 3**

#### **Badania właściwości preparatów biologicznych w różnych temperaturach**

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

W miarę obniżania temperatury, substancje wykazują inne właściwości fizyczne i chemiczne, w porównaniu z wyższymi temperaturami (np. temperaturą pokojową).

Podczas zamrażania i odmrażania zmianie ulegają następujące właściwości: stan skupienia, barwa, twardość, ciągliwość, zapach, konsystencja itp. Najważniejszą zmianą jest jednak przejście wody ze stanu płynnego w ciało stałe (lód), co wiąże się z zestaleniem produktu i zasadniczą zmianą szeregu cech fizycznych żywności. Wpływ na właściwości ma także sposób zamrażania produktów, czy jest to zamrażanie stopniowe czy gwałtowne.

Uczniowie będą mieli za zadanie zbadanie i porównanie właściwości fizycznych i chemicznych wybranych produktów o temperaturze pokojowej, zamrożonych w zamrażarce (do  $-18^{\circ}\text{C}$ ) oraz zamrożonych w ciekłym azocie (do  $-196^{\circ}\text{C}$ ). Zadanie będzie się składało z trzech części. Pierwszy punkt zadania to zmierzenie lepkości oleju, wykorzystując pomiar szybkości przemieszczania się kulki w pojemniku (zakręconej probówki z tworzywa sztucznego tzw. falkonu) (Rys. 1). Następny krok to badanie fluorescencji za pomocą lupy ze światłem UV (Rys. 2), a kolejny etap to organoleptyczne badanie różnych właściwości preparatów biologicznych.



Rys. 1. Zlewka z umieszczonym wewnątrz pojemnikiem z kulką (do mierzenia lepkości).



Rys. 2. Biologiczne preparaty z obserwowaną luminescencją i niewykazujące luminescencji.

W życiu codziennym zwyczajowo używamy słowa „gęstość” w celu określenia konsystencji danej cieczy, ale tak naprawdę to powinniśmy używać określenia lepkości. W znaczeniu technicznym gęstość i lepkość opisują inne wielkości (np. olej ma mniejszą gęstość od wody, bo pływa po niej, a większą lepkość, bo ma gęstsza konsystencję). Gęstość wyraża się przez stosunek masy substancji do zajmowanej przez nią objętości wyrażanej np. za pomocą jednostki  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Natomiast lepkość jest właściwością materii związaną z oddziaływaniami międzycząsteczkowymi, jest to opór, jaki występuje podczas ruchu jednych części (warstw) ośrodka względem innych (jednostką w SI jest  $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ). Do pomiaru lepkości używa się wiskozymetrów np. wiskozymetru Höpplera, w którym pomiaru lepkości dokonuje się mierząc prędkość opadania kulki zanurzonej w cieczy (korzystając z prawa Stokesa - opisującego siłę oporu towarzyszącą jednostajnemu ruchowi ciała zanurzonego w płynie). Na lepkość ma wpływ temperatura, wraz z jej wzrostem lepkość maleje, zaś ze spadkiem wzrasta.

Luminescencja (zimne świecenie, jarzenie) - zjawisko emisji fal świetlnych przez ciała, wywołane inną przyczyną niż rozgrzanie ich do wysokiej temperatury, nie jest to promieniowanie cieplne. Jeżeli zjawisko zanika bardzo szybko (czas poniżej  $10^{-8}$  s) po ustąpieniu działania czynnika wzbudzającego, mamy do czynienia z fluorescencją, a gdy zjawisko trwa również jeszcze przez pewien czas po wzbudzeniu (nawet do kilku godzin) jest to fosforescencja. Zmiany różnych czynników fizycznych (np. temperatury, pH, ciśnienia) mogą wpływać na intensywność luminescencji (wzmacniać ją lub wygaszać).

### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Uczeń ma kontakt z niskimi temperaturami, dlatego należy zachować szczególną ostrożność. Ciekły azot ma temperaturę  $-196^{\circ}\text{C}$ , a suchy lód ma temperaturę  $-79^{\circ}\text{C}$ , dlatego należy posługiwać się nimi ostrożnie i unikać kontaktu z ciałem, aby nie powodować odmrożeń. Należy chronić szczególnie odsłonięte części twarzy i oczy. Podczas pracy z ciekłym azotem oraz ze stałym  $\text{CO}_2$  należy cały czas mieć nałożone okulary i rękawice ochronne. Nie wolno przykładać preparatów zamrożonych w ciekłym azocie do twarzy ani nosa, bo może to doprowadzić do przymrożenia do skóry. Również praca ze źródłami promieniowania UV wymaga zachowania ostrożności. Promieniowanie UV jest szkodliwe dla wzroku i skóry, dlatego nie należy nadmiernie narażać się na jego oddziaływanie. Uczeń podczas wykonywania zadania używa gwoźdźca. Należy obchodzić się z nim ostrożnie, bo można się nim skaleczyć.

### Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Zadanie wykonują uczniowie w parach.

### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 3 (a, b, c)**. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

### Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć ???)

Szczególną uwagę podczas wykonywania zadania 3 należy zwrócić na następujące kwestie:

- bardzo ostrożne obchodzenie się z lodem, ze stałym  $\text{CO}_2$  (suchym lodem) oraz ciekłym azotem, cały czas należy mieć założone okulary i rękawiczki,
- promieniowanie UV jest szkodliwe dla wzroku i skóry, dlatego nie należy nadmiernie narażać się na jego oddziaływanie.

### Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ???)

Uczeń w ramach tego zadania powinien wypełnić Karty pracy do zadania 3 (a, b, c), może zrobić zdjęcie, które potem powinien wykorzystać w prezentacji.

### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel powinien wspierać ucznia, w razie potrzeby powinien pomóc uczniowi w opisywaniu właściwości produktów. Nie powinien on jednak wykonywać zadania za ucznia, jedynie instruować go. Nauczyciel powinien zachęcać ucznia do wykonania zadania.

## Zadanie 4

### Opracowanie wyników badań z zajęć laboratoryjnych przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel

#### Opis zadania (co robimy, dlaczego)

W ramach tego zadania uczeń zaznajomi się z obsługą arkusza kalkulacyjnego Excel oraz wykorzysta go do przeliczenia jednostek temperatury (w °C i K). Następnie sporządzi dwa wykresy temperatur oraz opracuje wyniki z zajęć laboratoryjnych. Wyniki oraz otrzymane wykresy i tabele uczeń powinien wykorzystać podczas przygotowania prezentacji w programie Microsoft PowerPoint.

#### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Uczeń powinien mieć znać podstawy obsługi arkusza kalkulacyjnego Excel. Wszelkie trudności mogą wynikać z niedostatecznej wiedzy w zakresie obsługi komputera i arkusza kalkulacyjnego Excel.

#### Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Zadanie wykonują uczniowie indywidualnie, każdy przy jednym komputerze. Uczniowie korzystają z instrukcji oraz pomocy prowadzących.

#### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 4**. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

#### Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć ???)

Podczas wykonywania zadania 4 należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe wprowadzenie danych oraz wzorów do arkusza kalkulacyjnego.

#### Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ???)

Efektom pracy ucznia wykonanej w ramach tego zadania będą wyniki obliczeń wartości temperatur w kelwinach czynników chłodzących i mieszanin oziębiających oraz wykresy temperaturowe wykonane na komputerze przy pomocy arkusza kalkulacyjnego Excel. Otrzymane wykresy uczeń powinien potem wykorzystać podczas przygotowywania prezentacji w programie Microsoft PowerPoint.

#### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel, jeżeli będzie taka potrzeba, powinien pomóc w obsłudze arkusza kalkulacyjnego Excel.

## Zadanie 5

### Przygotowanie prezentacji w programie Microsoft PowerPoint z wykonanych zajęć laboratoryjnych

#### Opis zadania (co robimy, dlaczego)

W ramach tego zadania uczeń zaznajomi się z obsługą programu Microsoft PowerPoint oraz opracuje wyniki i przygotuje prezentację w tym programie z zajęć laboratoryjnych.

#### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Uczeń powinien znać podstawy obsługi programu Microsoft PowerPoint. Wszelkie trudności mogą wynikać z niedostatecznej wiedzy w zakresie obsługi komputera i programu Microsoft PowerPoint.

#### Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Zadanie wykonują uczniowie indywidualnie, każdy przy jednym komputerze. Uczniowie korzystają z instrukcji oraz pomocy prowadzących.

#### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 5**. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

#### Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć ???)

Podczas wykonywania tego zadania uczeń powinien kontrolować czas, który mu pozostał do końca zadania, tak aby podczas zajęć komputerowych przygotował całą prezentację (powinna ona zawierać opis poszczególnych zadań).

#### Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ???)

Efektom pracy ucznia wykonanej w ramach tego zadania będzie opracowanie prezentacji wykonane w programie PowerPoint, zawierające obserwacje, wyniki badań, zdjęcia oraz wnioski wynikające z realizowanych zadań w ramach zajęć laboratoryjnych.

#### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel, jeżeli będzie taka potrzeba, powinien pomóc w obsłudze programu PowerPoint oraz w razie potrzeby w przygotowaniu prezentacji ucznia.

### **Instrukcja nr 1 - krok po kroku dla ucznia (w języku ucznia)**

- włóż fartuch, załóż okulary, włóż rękawiczki,
- przygotuj dużą zlewkę, wsyp do niej pokruszony lód z zamrażarki do około 4/5 wysokości zlewki,
- ustaw zlewkę na stole laboratoryjnym, daleko od krawędzi blatu,
- ostrożnie weź do ręki termometr, zapoznaj się z jego skalą, spróbuj odczytać aktualną temperaturę, jeżeli masz z tym problem, poproś o pomoc prowadzącego zajęcia lub nauczyciela,
- w środek pokruszonego lodu w zlewce wbij bagietkę szklaną (pręcik szklany) do około 2/3 głębokości lodu, tak aby przygotować miejsce na termometr,
- ostrożnie włóż termometr do środka zlewki z lodem,
- zaobserwuj zmianę temperatury na skali termometru, gdy temperatura ustabilizuje się (przestanie się zmieniać), odczytaj wartość temperatury, zapisz ją w tabeli w Karcie pracy do zadania 1 w odpowiednim miejscu,
- wyciągnij termometr ze zlewki, połóż go na stole w bezpiecznym miejscu na ręczniku papierowym,
- do zlewki z lodem wsyp 1 łyżeczkę soli kuchennej NaCl, wymieszaj łyżką lód z solą,
- w środek pokruszonego lodu w zlewce wbij bagietkę szklaną (pręcik szklany) do około 2/3 głębokości lodu, tak aby przygotować miejsce na termometr,
- ostrożnie włóż termometr do środka zlewki z lodem i solą,
- zaobserwuj zmianę temperatury na skali termometru, gdy temperatura ustabilizuje się, odczytaj wartość temperatury, zapisz ją w tabeli w Karcie pracy do zadania 1 w odpowiednim miejscu,
- wyciągnij termometr ze zlewki, połóż go na stole w bezpiecznym miejscu na ręczniku papierowym,
- usuń NaCl z lodu, przepłukując dwa razy lód pod strumieniem bieżącej zimnej wody w zlewce,
- do zlewki z lodem wsyp 3 łyżeczki chlorku wapnia sześciowodnego  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  i wymieszaj łyżką,
- w środek pokruszonego lodu w zlewce wbij bagietkę szklaną (pręcik szklany) do 2/3 głębokości lodu, tak aby przygotować miejsce na termometr,
- ostrożnie włóż termometr do środka zlewki z lodem i  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,
- zaobserwuj zmianę temperatury na skali termometru, gdy temperatura przestanie się zmieniać, odczytaj wartość temperatury, zapisz ją w tabeli w Karcie pracy do zadania 1 w odpowiednim miejscu,



- wyciągnij termometr ze zlewki, połóż go na stole w bezpiecznym miejscu na ręczniku papierowym,
- wysyp lód ze zlewki do zlewu, umyj zlewkę,
- wlej do zlewki 400 cm<sup>3</sup> zimnej wody z kranu,
- ostrożnie włóż termometr do środka zlewki z wodą,
- zaobserwuj zmianę temperatury na skali termometru, gdy temperatura ustabilizuje się, odczytaj wartość temperatury, zapisz ją w tabeli w Karcie pracy do zadania 1 w odpowiednim miejscu,
- wyciągnij termometr ze zlewki, połóż go na stole w bezpiecznym miejscu, na ręczniku papierowym,
- wylej wodę ze zlewki do zlewu,
- odstaw dużą zlewkę na bok,
- weź małą zlewkę i postaw ją na stole, następnie bardzo ostrożnie za pomocą szczypic lub łyżki wrzuć do niej kilka kawałków suchego lodu czyli stałego CO<sub>2</sub>,
- ostrożnie włóż termometr do środka zlewki z suchym lodem,
- zaobserwuj zmianę temperatury na skali termometru, gdy temperatura przestanie się zmieniać, odczytaj wartość temperatury, zapisz ją w tabeli w Karcie pracy do zadania 1 w odpowiednim miejscu,
- wyciągnij termometr ze zlewki, połóż go na stole w bezpiecznym miejscu, na ręczniku papierowym,
- zlewkę z suchym lodem odstaw na bok,
- weź do ręki elektroniczny termometr z sondą, podejź do pojemnika z ciekłym azotem, **z pomocą Prowadzącego** bardzo ostrożnie i powoli włóż sondę termometru do ciekłego azotu, odczytaj wynik na termometrze; aby wynik został odczytany prawidłowo, należy uważać, żeby trakcie odczytywania wartości temperatury, nie wyciągnąć sondy ze zbiornika,
- wyciągnij sondę ze zbiornika z ciekłym azotem, ostrożnie odłóż termometr,
- zapisz zmierzoną temperaturę ciekłego azotu w tabeli w Karcie pracy do zadania 1 w odpowiednim miejscu,
- w Karcie pracy do zadania 1 uzupełnij kolumnę 3, w kolumnę 3 należy wpisać numery od 1 do 6, w zależności od wartości temperatury, numer 1 to temperatura najwyższa, numer 6 to temperatura najniższa,
- w razie trudności poproś o pomoc,
- w Karcie pracy do zadania 1 została do uzupełnienia kolumna 4, ale na razie zostaw ją niewypełnioną, uzupełnisz ją, gdy będziesz na zajęciach komputerowych, wtedy

przelicysz wartości temperatur otrzymane w stopniach Celsjusza na kelwiny za pomocą specjalnego wzoru, wykorzystując arkusz kalkulacyjny Excel,

- posprzątaj stanowisko i przygotuj się do kolejnego zadania.

## Instrukcja nr 2 - krok po kroku dla ucznia (w języku ucznia)

- włóż okulary, załóż rękawiczki,
- przygotuj wysoką zlewkę, wlej do niej 50 cm<sup>3</sup> ekstraktu z czerwonej kapusty,
- zapisz w tabeli w Karcie pracy do zadania 2 w odpowiednim miejscu (w 2 kolumnie) kolor roztworu w zlewce,
- ostrożnie za pomocą szczyptec lub łyżki wrzuć do zlewki 1 kostkę suchego lodu, nie mieszaj,
- obserwuj uważnie co się będzie działo w zlewce,
- zaobserwuj zmianę koloru w zlewce,
- zapisz w tabeli w Karcie pracy etap, na którym jesteś (1 kolumna) oraz kolor roztworu w zlewce (2 kolumna),
- jeżeli jest to możliwe wykonaj zdjęcie,
- wlej z tryskawki niewielką porcję roztworu NaOH do zlewki, nie mieszaj,
- obserwuj uważnie co się będzie działo w zlewce,
- zaobserwuj zmianę koloru w zlewce,
- zapisz w tabeli w Karcie pracy etap, na którym jesteś (1 kolumna) oraz kolor roztworu w zlewce (2 kolumna),
- wlej kolejną porcję roztworu NaOH do zlewki, nie mieszaj,
- obserwuj uważnie co się będzie działo w zlewce,
- zaobserwuj zmianę koloru w zlewce,
- zapisz w tabeli w karcie pracy kolor roztworu w zlewce,
- zakończ obserwację, gdy barwa roztworu w zlewce już się nie będzie zmieniała,
- zapisz w ostatnim wierszu kolor roztworu (w kolumnie 2),
- uzupełnij kolumnę 3 w tabeli w Karcie pracy, zgodnie z podpowiedzią umieszczoną pod tabelą,
- w razie potrzeby poproś o pomoc, skonsultuj z prowadzącym,
- nie wylewaj roztworu ze zlewki, odstaw ją w odpowiednie miejsce, wskazane przez prowadzącego,
- posprzątaj stanowisko i przygotuj się do kolejnego zadania.

### Instrukcja nr 3 - krok po kroku dla ucznia (w języku ucznia)

#### a. Badanie lepkości oleju

- przygotuj stoper,
- wyciągnij z zamrażarki pojemnik z olejem i zmierz jego temperaturę termometrem bezdotykowym,
- zapisz wartość temperatury w tabeli w Karcie pracy do zadania 3a w odpowiednim miejscu,
- następnie włóż pojemnik do zlewki, tak aby kulka znajdowała się w górnej części pojemnika,
- gdy zauważysz, że kulka zaczyna opadać, włącz stoper,
- obserwuj jak kulka opada na dno, a gdy znajdzie się na dole pojemnika, wyłącz stoper,
- zapisz zmierzony czas w tabeli 1 w Karcie pracy do zadania 3a, w odpowiednim miejscu,
- odczekaj chwilę, a następnie ponownie zmierz i zapisz temperaturę pojemnika z olejem,
- obróć pojemnik w zlewce, tak aby kulka znajdowała się w górnej części pojemnika,
- gdy zauważysz, że kulka zaczyna opadać, włącz stoper,
- obserwuj jak kulka opada na dno, a gdy znajdzie się na dole pojemnika, wyłącz stoper,
- zapisz zmierzony czas,
- odczekaj chwilę, a następnie ponownie zmierz i zapisz temperaturę oleju,
- obróć pojemnik w zlewce, tak aby kulka znajdowała się w górnej części pojemnika,
- włącz stoper,
- obserwuj jak kulka opada na dno, a gdy znajdzie się na dole pojemnika, wyłącz stoper,
- zapisz zmierzony czas,
- odczekaj chwilę, a następnie ponownie zmierz i zapisz temperaturę oleju,
- obróć pojemnik w zlewce, tak aby kulka znajdowała się w górnej części pojemnika,
- włącz stoper,
- obserwuj jak kulka opada na dno, a gdy znajdzie się na dole pojemnika, wyłącz stoper,
- zapisz zmierzony czas,
- gdy kilka razy (minimum 4 razy) zmierzysz temperaturę oleju i czas opadania kulki przejdź do kolejnego etapu,

- **prowadzący ćwiczenia** włoży bardzo ostrożnie pojemnik z olejem do ciekłego azotu, po chwili wyciągnie go i włoży do zlewki, tak aby kulka znajdowała się w górnej części pojemnika,
- zmierz temperaturę oleju, zapisz ją,
- obserwuj, co się dzieje z kulką, zapisz uwagę,
- wyciągnij pojemnik z olejem i włóż do zamrażarki,
- uzupełnij ostatnią kolumnę w tabeli, korzystając z informacji umieszczonej pod tą tabelą oraz pomocy prowadzących,
- posprzątaj stanowisko i przygotuj się do kolejnego zadania.

#### b. badanie luminescencji preparatów biologicznych

- otwórz pojemnik z napisem „Temperatura pokojowa”,
- weź do ręki lupę z diodami UV, włącz ją
- wyciągaj po kolei plastry owoców oraz warzyw, połóż na tackę i obserwuj je pod lupą oraz lampą UV,
- oceń czy produkty wykazują luminescencję, jeżeli tak, to określ jej intensywność i kolor, wpisz nazwę produktu oraz zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 3b w tabeli w odpowiednim miejscu,
- jeżeli to możliwe, zrób zdjęcie,
- włóż badane produkty do pojemnika i odłóż na bok,
- otwórz pojemnik z napisem „Zamrażarka”,
- weź do ręki lupę z diodami UV,
- wyciągaj po kolei plastry owoców oraz warzyw, połóż na tackę i obserwuj je pod lupą oraz lampą UV,
- oceń czy produkty wykazują luminescencję, jeżeli tak, to określ jej intensywność i kolor, zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 3b w tabeli w odpowiednim miejscu,
- włóż badane produkty do pojemnika, a pojemnik włóż do zamrażarki,
- włóż okulary, załóż rękawiczki,
- teraz **Prowadzący zamrozi** poszczególne produkty w ciekłym azocie,
- obserwuj poszczególne produkty (zamrożone w ciekłym azocie) pod lupą oraz lampą UV,
- oceń czy produkty wykazują luminescencję, jeżeli tak, to określ jej intensywność i kolor, zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 3b w tabeli w odpowiednim miejscu,
- w razie potrzeby poproś o pomoc, skonsultuj,
- wykonaj zdjęcie, zapisz wszystkie wyniki w tabeli, wypełnij całą tabelę,

- posprzątaj swoje stanowisko pracy i przygotuj się do kolejnego zadania.

c. organoleptyczne badanie właściwości preparatów biologicznych

- otwórz pojemnik z napisem „Temperatura pokojowa”,
- wyciągaj po kolei plastry owoców oraz warzyw, połóż na tackę i spróbuj określić ich właściwości (dotknij je, powąchaj, pooglądaj, nakłuj gwoździem), do ich opisu wykorzystaj własne lub przykładowe słowa charakteryzujące produkt podane w Karcie do zadania 3c, określ kolor produktu,
- wpisz nazwę produktu oraz zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 3c w tabeli w odpowiednim miejscu,
- włóż badane produkty do pojemnika i odłóż na bok,
- otwórz pojemnik z napisem „Zamrażarka”,
- wyciągaj po kolei plastry owoców oraz warzyw, połóż na tackę i spróbuj określić ich właściwości, (dotknij je, powąchaj, pooglądaj, nakłuj gwoździem), do ich opisu wykorzystaj własne lub przykładowe słowa podane w Karcie pracy do zadania 3c, określ kolor produktu,
- zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 3c w tabeli w odpowiednim miejscu,
- włóż badane produkty do pojemnika, a pojemnik włóż do zamrażarki,
- włóż okulary, załóż rękawiczki,
- teraz **Prowadzący zamrozi** poszczególne produkty w ciekłym azocie,
- określ ich właściwości (bardzo ostrożnie i szybko dotknij je (w żadnym razie nie wolno chwytać produktu rękami – możliwość odmrożenia, należy mieć suche ręce (rękawiczki), pooglądaj, nakłuj gwoździem), do ich opisu wykorzystaj własne lub przykładowe słowa podane w Karcie pracy do zadania 3c, określ kolor produktu,
- zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 3c w tabeli w odpowiednim miejscu,
- w razie potrzeby poproś o pomoc, skonsultuj,
- wykonaj zdjęcie, zapisz wszystkie wyniki w tabeli, wypełnij całą tabelę,
- posprzątaj swoje stanowisko pracy.

#### Instrukcja nr 4 - krok po kroku dla ucznia (w języku ucznia)

- kliknij prawym przyciskiem myszy na ekranie monitora, pojawi się okno dialogowe, wybierz Nowy, a następnie wybierz z listy: Arkusz programu Microsoft Excel, wpisz swoją nazwę pliku i otwórz go,
- wpisz w kolumnie A po kolei numery od 1 do 5 (tyle ile było pomiarów), a w kolumnie B wpisz wartości zmierzonych temperatur w [°C], w kolejności od najwyższej do najniższej,
- zamarkuj obszar z wypełnionymi danymi,
- wybierz opcję Wstawianie, a następnie, w oknie Wykresy wybierz XY (punktowy),
- wybierz z paska górnego polecenie Układ, następnie Tytuł wykresu, a teraz zatytułuj wykres, np.: „Wykres wartości zmierzonych temperatur w °C”, żeby wkleić „°” należy wybrać opcję Wstawianie, następnie Symbole, a potem „°”,
- wybierz z paska górnego polecenie Układ, następnie Tytuł osi X, a teraz zatytułuj oś X, np.: „Pomiary”,
- wybierz z paska górnego polecenie Układ, następnie Tytuł osi Y, a teraz zatytułuj oś Y, np.: „Temperatura [°C]”, żeby wkleić „°” należy wybrać opcję Wstawianie, następnie Symbole, a potem „°”,
- zapisz plik,
- przelicz wartości temperatur podane w stopniach Celsjusza [°C] w kolumnie B na kelwiny [K] i zapisz w kolumnie C, wykonując następujące polecenia: kliknij lewym przyciskiem myszki na komórkę C1, pod górnym paskiem zadań w pierwszej kolumnie powinien pojawić się tekst „C1”, wtedy w tym samym wierszu, ale w drugiej komórce, po znaku „=” wpisz następującą komendę: =\$B1+273 i kliknij „Enter”, następnie kliknij na komórkę C1, najedź kursorem na koniec tej komórki, aby pojawił się krzyżyk „+” wtedy klikając lewym przyciskiem myszy, przeciągnij kursor do C5 (tyle ile było pomiarów temperatur); w kolumnie C masz teraz wartości temperatur podane w [K],
- zamarkuj obszar z wypełnionymi danymi w kolumnach A i C, wciskając klawisz Ctrl na klawiaturze, kliknij lewym kursorem myszy, najpierw na kolumnę A, a potem na kolumnę C (cały czas trzymając klawisz Ctrl wciśnięty),
- wybierz opcję Wstawianie, a następnie, w oknie Wykresy wybierz XY (punktowy),
- wybierz z paska górnego polecenie Układ, następnie Tytuł wykresu, a teraz zatytułuj wykres, np.: „Wykres wartości zmierzonych temperatur w K”,
- wybierz z paska górnego polecenie Układ, następnie Tytuł osi X, a teraz zatytułuj oś X, np.: „Pomiary”,



- wybierz z paska górnego polecenie Układ, następnie Tytuł osi Y, a teraz zatytułuj oś Y, np.: „Temperatura [K]”,
- zapisz plik,
- skopiuj wykresy 1 i 2 i wklej do pliku (swojej prezentacji) Microsoft PowerPoint, wcześniej należy utworzyć nowy plik w tym programie (patrz Zadanie 5),
- zamknij plik (arkusz kalkulacyjny).

### **Instrukcja nr 5 - krok po kroku dla ucznia (w języku ucznia)**

- kliknij prawym przyciskiem myszy na ekranie monitora, pojawi się okno dialogowe, wybierz Nowy, a następnie wybierz z listy: Prezentacja programu Microsoft PowerPoint, wpisz swoją nazwę pliku i otwórz go,
- kliknij na następujący tekst: „kliknij, aby dodać pierwszy slajd”, pojawi się lista przykładowych układów slajdów, wybierz ten z dwoma komórkami na tytuł i autora prezentacji, na pierwszym slajdzie wpisz swój tytuł prezentacji oraz swoje imię i nazwisko,
- wstaw drugi slajd, wybierając z paska górnego Wstaw, a następnie wybierz Nowy slajd lub kliknij Ctrl i M równocześnie, potem wybierz z listy odpowiedni układ slajdu, napisz na slajdzie kilka słów wstępu,
- wstaw kolejny slajd, postępując jak wcześniej, skopiuj wykres 1 z pliku Microsoft Excela z Zadania 4, wklej go do slajdu za pomocą odpowiedniej opcji wklejania, zatytułuj odpowiednio slajd,
- wstaw kolejny slajd, postępując jak wcześniej, skopiuj wykres 2 z pliku Microsoft Excela z Zadania 4, wklej go do slajdu za pomocą odpowiedniej opcji wklejania, zatytułuj odpowiednio slajd,
- wstaw kolejny slajd, postępując jak wcześniej, skopiuj zdjęcie z katalogu zdjęcia, który znajduje się na pulpicie, wklej go do slajdu za pomocą odpowiedniej opcji wklejania, zatytułuj odpowiednio slajd,
- czynność „wstaw slajd” powtarzaj tyle razy, ile potrzebujesz, do kolejnych slajdów możesz kopiować zdjęcia wykonane podczas zajęć laboratoryjnych lub inne, możesz w kolejnych slajdach pisać swój tekst (obserwacje, uwagi, wnioski), tworzyć wykresy lub tabele, ważne żeby prezentacja zawierała najważniejsze informacje o wykonanych zadaniach podczas ćwiczeń laboratoryjnych oraz żeby wszystkie slajdy tworzyły spójną całość,
- wstaw ostatni slajd, w którym powinny się znaleźć podziękowania za wysłuchanie prezentacji np. „Dziękuję za uwagę”.
- zapisz, a następnie zamknij plik,
- skopiuj plik ze swoją prezentacją na pamięć zewnętrzną,
- wyłącz programy, na których pracowałeś i wyłącz komputer.

**Karta pracy do zadania 1 - załącznik**

**Karta pracy do zadania 2 - załącznik**

**Karty pracy do zadania 3 (a, b, c)- załącznik**