

## Nauka i technologia dla żywności

### Projekt badawczy

#### Temat: Woda

#### Wprowadzenie:

Woda jest najczęściej występującą na Ziemi substancją. Prawie 75% powierzchni naszej planety stanowią morza i oceany i to z nich prawdopodobnie wywodzi się życie. Mimo, że każdy wie, czym jest woda i widział wodę, nad jej właściwościami rzadko się zastanawiamy.

Woda to związek chemiczny opisany wzorem  $H_2O$ . Na co dzień mamy jednak do czynienia z cieczą zawierającą rozpuszczone składniki, często niezbędne do funkcjonowania naszych organizmów. Obce substancje zawarte w wodzie użytkowej (także źródlanej i mineralnej) mają wpływ na jej cechy fizykochemiczne. Podstawowymi parametrami charakteryzującymi wodę są jej odczyn, twardość, przewodność i klarowność. Cechy te są zależne od rodzaju i ilości rozpuszczonych substancji, najczęściej różnego rodzaju soli. Mętność wód jest spowodowana obecnością nierozpuszczalnych w wodzie drobnych zanieczyszczeń, zarówno pochodzenia biologicznego jak i nieorganicznego.

W ramach ćwiczeń laboratoryjnych uczniowie zapoznają się z podstawowymi rodzajami zanieczyszczeń wody oraz parametrami pozwalającymi ocenić jej jakość (odczyn, twardość, przewodnictwo i mętność) oraz poznają sposoby oczyszczania/uzdatniania wody do celów spożywczych, przemysłowych i laboratoryjnych. Samodzielnie wykonanie zadań pozwoli uczniom na zrozumienie, jak duże znaczenie mają właściwości wody na procesy zachodzące z jej udziałem.

#### Cel projektu:

Celem praktycznym projektu jest wykonanie przez uczniów doświadczenia oraz pomiarów związanych z właściwościami wody i na ich podstawie przygotowanie sprawozdania w formie multimedialnej lub tekstowej.

## **Cele kształcenia:**

### **Uczeń:**

- poznaje zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym,
- bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
- opisuje właściwości wody jako związku chemicznego,
- wymienia urządzenia i narzędzia wykorzystywane do badania właściwości wody,
- opisuje zasadę działania konduktometru i mętnościomierza,
- obserwuje i analizuje zjawisko przewodnictwa elektrolitów,
- poznaje pojęcia pH, twardość wody,
- wykonuje pomiary przewodności wody z różnych źródeł,
- analizuje zmianę pH wody spowodowaną obecnością zanieczyszczeń,
- porównuje twardość wody z różnych źródeł i wyjaśnia przyczyny obserwowanych różnic,
- przelicza stopnie twardości wody wyrażone w różnych skalach,
- analizuje i opisuje mętność wody z różnych źródeł,
- poznaje sposoby poprawienia właściwości użytkowych wody,
- nabywa praktyczną umiejętność przeprowadzania doświadczeń,
- interpretuje otrzymane wyniki.

## **Pytanie kluczowe:**

**Jakie cechy wody decydują o jej walorach użytkowych? W jaki sposób można poprawić walory użytkowe wody?**

### **Woda**

Woda - zdefiniowana w ujęciu chemicznym to tlenek wodoru, związek chemiczny o wzorze  $H_2O$ . W warunkach standardowych jest bezwoną, lekko niebieską cieczą. Występuje zarówno w stanie gazowym (jako para wodna) jak i w stałym - jako lód. Cząsteczki wody zawarte są w związkach nieorganicznych w formie wody konstytucyjnej, krystalizacyjnej i zeolitycznej.

Woda jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych w przyrodzie związków chemicznych. Pokrywa ona prawie 3/4 powierzchni kuli ziemskiej w formie mórz, oceanów, jezior i rzek. Także atmosfera ziemska zawiera duże ilości wody pod postacią pary wodnej. Życie, jakie znamy, prawdopodobnie powstało w wodzie, a substancja ta znajduje się w każdym organizmie żywym, wypełnia jego komórki, bierze udział w procesach życiowych i umożliwia prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Woda jest powszechnym rozpuszczalnikiem związków ustrojowych, stanowi środek transportu wewnątrzustrojowego i bierze udział w przebiegu większości reakcji metabolicznych. Jest

także niezbędnym uzupełnieniem pokarmu wszystkich znanych organizmów. Ze względu na swoją dużą pojemność cieplną, świetnie spełnia funkcję termoregulacyjną, umożliwiając utrzymanie stabilnej temperatury organizmów stałocieplnych.

U człowieka woda stanowi ok. 65% masy ciała. Jest głównym składnikiem krwi i wszystkich płynów ustrojowych, występuje we wszystkich narządach ciała. Codziennie w wyniku podstawowych procesów życiowych tj. oddychania, pocenia się, wydalania ubywa nam z organizmu ok. 2,5 litra wody. Należy więc pamiętać o systematycznym uzupełnianiu tego płynu. Woda, która nas otacza nie jest chemicznie czystym związkiem. Także woda pitna jest rozcieńczonym roztworem różnych soli, którego skład zmienia się w zależności od źródła jej pochodzenia. Oprócz składników mineralnych, w wodzie są obecne rozpuszczone gazy (azot, tlen, dwutlenek węgla), substancje organiczne pod postacią zawiesin oraz drobnoustroje. Najczystszy rodzajem naturalnie występującej wody jest woda pochodząca z opadów, która powstaje na skutek skraplania się pary pod postacią deszczu, śniegu czy gradu. Może ona być jednak zanieczyszczona związkami azotu, które powstają w trakcie wyładowań atmosferycznych oraz siarki wskutek kontaktu z zanieczyszczeniami przemysłowymi. Chemicznie czystą wodę można otrzymać tylko w laboratorium.

"Surowa" woda nie nadaje się do celów użytkowych ze względu na zbyt wysoką zawartość soli i substancji tworzących zawiesiny. Należy ją więc wstępnie oczyścić, czyli uzdatnić. W zależności od jakości wody surowej i planowanego jej zastosowania stosuje różnego rodzaju procesy takie jak: gotowanie, filtracja, dezynfekcja, odżelazianie, destylacja, dejonizacja czy odwrótne osmoza. W trakcie filtrowania usuwa się substancje zawieszone oraz część drobnoustrojów. Pozostałe po filtrowaniu drobnoustroje można zniszczyć w procesie dezynfekcji dodając do wody minimalne ilości chloru (1 mg/l), przez ozonowanie, naświetlanie promieniowaniem UV lub gotowanie. Nadmierną ilość związków żelaza i manganu usuwa się poprzez utlenienie ich za pomocą powietrza i odsączenie powstałego osadu. Natomiast woda do celów chemicznych (synteza związków chemicznych, analiza chemiczna) musi być wolna od składników rozpuszczalnych oraz zawiesin. Taka woda jest otrzymywana w procesach dejonizacji (na specjalnych żywicach jonowymiennych), w procesie odwróconej osmozy oraz przez destylację, która polega na skropleniu pary z nad surowej wody. Inną, dość prostą metodą oczyszczania jest wymrażanie, gdyż lód wydzielający się w pierwszych chwilach krzepnięcia (zamarzania) jest praktycznie czysty chemicznie.

W trakcie realizacji zadań uczeń pozna metody oczyszczania wody do celów spożywczych oraz laboratoryjnych. Zrozumie na czym polega proces filtracji oraz rolę adsorbentów w oczyszczaniu wody z różnego rodzaju zanieczyszczeń. Przeprowadzając oczyszczanie wody na filtrze z węgla aktywnego eksperymentalnie zapozna się z procesem adsorpcji, którego istotą jest gromadzenie się substancji (zanieczyszczeń) na powierzchni ciała stałego lub cieczonego.

Inną ważną cechą fizyko-chemiczną wody, z jaką zapoznają się uczniowie w trakcie ćwiczeń, będzie twardość wody. Jest to wielkość wyrażana w różnych skalach (stopniach twardości niemieckich, francuskich i angielskich). Jest ona spowodowana obecnością rozpuszczonych soli takich jak: wodorowęglany, chlorki i siarczany wapnia oraz magnezu.

Sole te utrudniają pienie się mydła i innych środków piorących, co obniża ich skuteczność do usuwania zanieczyszczeń. W trakcie gotowania wody wodorowęglany przekształcają się w trudniej rozpuszczalne węglany i osadzają się na ściankach naczyń, tworząc tzw. kamień kotłowy. Odkładający się kamień obniża wydajność energetyczną urządzeń grzewczych, gdyż wiąże się z nierównomiernym rozprowadzeniem ciepła. Gotowanie wody jest jednak jednym ze sposobów na częściowe usunięcie twardości tzw. przemijającej (wywołanej obecnością wodorowęglanów). Innym sposobem usunięcia twardości przemijającej jest wprowadzenie do wody zasadowych roztworów m.in. sody oczyszczonej. Do usunięcia z wody chlorków i siarczanów odpowiedzialnych za twardość trwałą niezbędne jest zastosowanie specjalnej aparatury (wymieniacze jonowe, destylatory).

W trakcie zajęć uczniowie wyznaczają twardość wody pochodzącej z różnych źródeł, zapoznają się z różnymi skalami twardości wody oraz zbadają wpływ procesów i odczynników chemicznych na zmniejszenie twardości. Będą świadomi jakie znaczenie ma twardość wody w jej zastosowaniach domowych i przemysłowych.

Czystość wody najłatwiej można określić mierząc jej przewodnictwo. Woda bez zanieczyszczeń wykazuje bardzo dużą oporność właściwą. Jednak najmniejsze ilości domieszek znacznie ją zmniejszają. Uczniowie poznają pojęcie przewodnictwa (konduktancji), zjawiska przepływu ładunków elektrycznych przez materię pod wpływem przyłożonego pola elektrycznego. Przewodnictwo jest odwrotnością oporu przewodnika, a przewodnictwo właściwe jest odwrotnością oporu właściwego. Przewodnictwo elektrolitu, którym jest zanieczyszczona solami woda, można w prosty sposób zmierzyć za pomocą konduktometru. Wielkość ta zależy głównie od temperatury oraz stężenia elektrolitu (czyli zawartości soli w wodzie). W stałej temperaturze, wartość przewodnictwa początkowo rośnie wraz ze wzrostem stężenia soli (rośnie liczba jonów w jednostce objętości roztworu). Przy bardzo dużym stężeniu roztworów następuje nieznaczny spadek przewodnictwa. Wynika to ze zmniejszenia stopnia dysocjacji soli oraz silnego, wzajemnego oddziaływania jonów w roztworze, głównie wskutek zmniejszenia odległości między nimi. Oprócz określenia stopnia zanieczyszczenia wody łatwo rozpuszczalnymi związkami, pomiary przewodnictwa stosuje się również do wyznaczania innych wielkości fizykochemicznych jak m.in. stopień i stała dysocjacji słabych elektrolitów, iloczyn rozpuszczalności słabo rozpuszczalnych soli. Samodzielne wykonanie pomiarów przewodnictwa wody pochodzącej z różnych źródeł pozwoli uczniom poznać podstawy pomiarów konduktometrycznych i ułatwi zrozumienie zjawiska przewodzenia prądu w roztworach oraz wpływ różnego rodzaju substancji na wartość przewodnictwa wody.

Ilościowy skład wody można określić poprzez dysocjację termiczną (rozkład wody pod działaniem wysokich temperatur i analizując powstające gazy. W procesie elektrolizy można przeprowadzić rozkład wody na jony hydroniowe ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) i wodorotlenkowe ( $\text{OH}^-$ ). Stężenia obu tych jonów w czystej wodzie są sobie równe i wynoszą  $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . W warunkach laboratoryjnych stężenie jonów hydroniowych wyraża się funkcją pH ( $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ ), która jest ujemnym wykładnikiem stężenia tych jonów w roztworach. Dla chemicznie czystej wody (destylatu) pH wynosi 7. Wartość ta stanowi umowny środek skali pH, która określa odczyn roztworu. Odczyn roztworu można określić jakościowo

stosując wskaźniki (indykatory) takie jak np.: lakmus, błękit tymolowy, oranż metylowy. Są to związki organiczne o określonym zakresie czułości, w którym zachodzą zmiany barwy np. lakmus w środowisku kwaśnym barwi się na czerwono, w roztworach obojętnych lub słabo kwaśnych jest fioletowy, a w środowisku zasadowym niebieski. W celu wyznaczenia odczynu roztworu można także posłużyć się papierkami wskaźnikowymi, nasączonymi odpowiednimi indykatorami. Precyzyjne wyznaczenie wartości pH wymaga użycia popularnych urządzeń bazujących na prostych pomiarach elektrochemicznych, tzw. pH-metrów.

Ważną właściwością fizyczną wody jest jej gęstość. Największą gęstość ma ona w temperaturze +4 °C. Poniżej i powyżej tej wartości gęstość wody wynosi poniżej 1 g·cm<sup>-3</sup>. Takie zachowanie wody wynika z kształtu jej cząsteczki oraz istnienia silnych wiązań wodorowych, które nadają wodzie względnie dużą gęstość, a ulegają rozerwaniu w obszarze anomalnym (przy ok. 4°C). Pojawienie się wiązań wodorowych powoduje zwiększenie nieuporządkowania wśród cząsteczek i wzrost objętości. Zjawisko to jest obserwowane w trakcie krzepnięcia, gdy woda w stanie stałym (lód) zwiększa swoją objętość. Zmiana objętości wody podczas zamarzania, przy stałej jej masie, powoduje, że lód ma mniejszą gęstość od wody ciekłej. To dlatego lód pływa po powierzchni wody, kruszy spękane skały i niszczy nawierzchnię dróg.

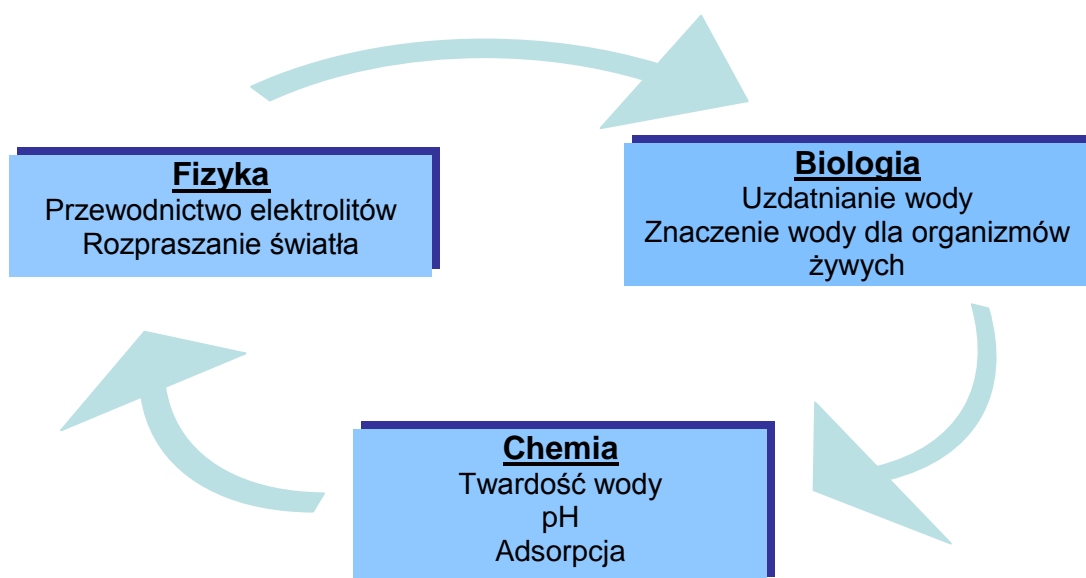
W cienkich warstwach woda jest bezbarwna, natomiast w grubszych przyjmuje odcień niebieskawy, co jest spowodowane pochłanianiem promieniowania podczerwonego. Z wodą związane jest także zjawisko załamania światła, które zachodzi w trakcie przechodzenia promieni świetlnych z jednego ośrodka do drugiego różniącego się gęstością. W ten sposób możemy w szklance z wodą obserwować "złamaną łyżeczkę".

Ze względów sanitarno-epidemiologicznych ważną cechą jest mętność wody, którą wywołują obecne w wodzie gliny, iły, wytrącające się związki glinu, manganu, żelaza, kwasy humusowe, plankton i inne organizmy. Mętność jest wyrażana w NTU (dawniej w mg krzemu na dm<sup>3</sup>). Podwyższonej mętności często towarzyszą przekroczone wskaźniki mikrobiologiczne oraz trudności w dezynfekcji wody do celów spożywczych. Mętność wody do picia nie może przekraczać 1 NTU.

Nie sposób wymieniść wszystkich cech wody, jednak na podstawie wykonanych doświadczeń uczeń opisze podstawowe właściwości wody i wyjaśni podstawy wybranych procesów chemicznych lub fizycznych np. adsorpcji i przewodnictwa elektrolitów. W trakcie zajęć uczniowie poznają wymagania stawiane wodzie o różnym zastosowaniu, metody jej uzdatniania oraz znaczenie wody dla środowiska.

Wykonanie doświadczeń pozwoli uczniom w sposób praktyczny zdobywać wiedzę chemiczną poprzez obserwację, analizę i wnioskowanie. Zdobytą w trakcie ćwiczeń wiedzę uczeń będzie mógł zastosować w życiu codziennym, m.in. poprzez dbałość o własne zdrowie i ochronę środowiska naturalnego. Ostatecznie uczniowie znajdą także odpowiedź na pytanie: Czy pić wodę bezpośrednio nalaną z kranu?

### Integracja treści przedmiotowych:



### Wykorzystanie matematyki i technologii informacyjnej:

- gromadzenie i porządkowanie informacji oraz danych,
- tworzenie tabel zestawiających wyniki przeprowadzonych pomiarów,
- tworzenie prezentacji multimedialnej podsumowującej efekty pracy w laboratorium.

### Materiały i środki dydaktyczne:

- woda pochodząca z różnych źródeł (wodociągowa, destylowana, mineralna, ze studni/jeziora),
- komputer,
- konduktometr, mętnościomierz,

- paski wskaźnikowe do pomiaru pH i twardości wody,
- wybrane odczynniki chemiczne,
- szkło i drobny sprzęt laboratoryjny,
- podstawowe materiały laboratoryjne (filtry itp.),
- instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych,
- karty pracy.

**Metody pracy:**

- słowna: rozmowa, wyjaśnienie,
- poszukująca: samodzielne doświadczenia,
- oglądowa: pokaz, doświadczenia,
- praca ze sprzętem laboratoryjnym: konduktometrem (pomiar przewodnictwa), mętnościomierzem (pomiar mętności),
- dyskusja i porównanie wyników,
- praca z komputerem (opracowanie wyników pomiarów w formie tabel oraz przygotowanie prezentacji w programie PowerPoint).

**Etapy projektu:**

<b>Etap</b>	<b>Działania</b>	<b>czas</b>
<b>Organizacja</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium chemicznym,</li><li>- poznanie podstawowych urządzeń oraz narzędzi niezbędnych podczas pracy w laboratorium</li><li>- podział na zespoły oraz ustalenie stanowisk pracy,</li><li>- rozdanie kart pracy</li></ul>	30 minut
<b>Planowanie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- omówienie planowanych do wykonania zadań oraz kart pracy,</li><li>- ustalenie kolejności wykonywania poszczególnych zadań</li></ul>	10 minut
<b>Realizacja</b>	<u>Zadanie 1</u> Woda jako przewodnik prądu	20 minut
	<u>Zadanie 2</u> Przewodnictwo wody pochodzącej z różnych źródeł	30 minut
	<u>Zadanie 3</u> Odczyn i twardość wody pochodzącej z różnych źródeł	30 minut
	<u>Zadanie 4</u> Oczyszczanie wody za pomocą filtra z węgla aktywnego i badanie jej właściwości fizykochemicznych	35 minut
	<u>Zadanie 5</u> Mętność wody	25 minut



	Opracowanie wyników badań w formie prezentacji/dokumentu	70 minut
	Dyskusja końcowa	20 minut
<b>Prezentacja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- karty pracy,</li> <li>- prezentacja wykonana w programie PowerPoint lub sprawozdanie wykonane w formie dokumentu tekstowego</li> </ul>	-
<b>Ocena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- samoocena (uczeń)</li> <li>- ocena opisowa (nauczyciel)</li> </ul>	-

### **Szczegółowy opis zadań na etapie realizacji projektu:**

#### **Zadanie 1**

#### **Woda jako przewodnik prądu**

##### Opis zadania

W trakcie wykonywania zadania zbadane zostanie zjawisko przewodnictwa elektrolitów wymuszone przyłożonym napięciem. Uczniowie na podstawie załączonego do instrukcji schematu zbudują obwód do badania przewodzenia roztworów. Sprawdzą czy przewodzony jest prąd w chemicznie czystej wodzie (destylat), wodzie wodociągowej oraz w wodnych roztworach NaCl i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Zbadany zostanie wpływ zanieczyszczeń na przewodnictwo elektrolitu, co pomoże uczniom w zrozumieniu kolejnego zadania.

##### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania

W trakcie realizacji zadania mogą pojawić się trudności związane z samodzielnym skonstruowaniem obwodu elektrycznego. Praca ze szkłem laboratoryjnym, podłączanie elektrod do źródła prądu może wydawać się skomplikowana, jednak pomocne w przezwyciężeniu trudności będzie udzielanie praktycznych wskazówek i motywowanie ucznia do samodzielnego wykonania zadania. W doświadczeniu tym używane są proste sprzęty laboratoryjne, brak jest silnie żrących lub trujących odczynników, stąd nie należy obawiać się niebezpieczeństwa zatrucia lub zranienia. Niewielkiej koncentracji i ostrożności wymaga operowanie roztworem rozcieńczonego roztworu kwasu siarkowego (zabezpieczenie oczu).

Trudnością może okazać się opanowanie przekazywanej w trakcie ćwiczeń wiedzy. Rozwiązaniem jest dostosowanie sposobu przekazywania informacji, spokojne wykonywanie powierzonego zadania oraz zadawanie dodatkowych pytań, które pomogą w rozwiać niejasności.

##### Kto wykonuje zadanie

Zadania wykonywane są samodzielnie przez uczniów w trzyosobowych zespołach w oparciu o informacje zawarte w instrukcji. Pracę uczniów nadzoruje prowadzący ćwiczenie/nauczyciel, w razie potrzeby służy pomocą w realizacji zadania.

### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie ze wskazówkami zawartymi w **Instrukcji nr 1** (w dalszej części projektu).

### Wskazówki dla ucznia

Podczas wykonywania zadań należy zwrócić uwagę na następujące kwestie:

- bezpieczeństwo pracy ze szkłem laboratoryjnym,
- wykonanie obwodu do pomiaru przewodnictwa zgodnie ze schematem,
- obserwację różnic w przebiegu doświadczenia powiązane z rodzajem elektrolitu,
- obserwację powierzchni elektrod podczas przepływu prądu.

### Oczekiwany efekt pracy ucznia

W ramach wykonywania zadania 1 oczekuje się opanowania czynności związanych z pracą z użyciem szkła laboratoryjnego, umiejętności budowania prostego układu w oparciu o załączony schemat, wypełnienia karty pracy oraz udziału w dyskusji podsumowującej uzyskane rezultaty.

### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel w trakcie ćwiczeń nadzoruje pracę ucznia, wspomaga działania prowadzącego ćwiczenia poprzez informowanie o specyficznych potrzebach uczniów lub ich ograniczeniach. W trakcie zajęć powinien unikać wykonywania pracy za ucznia, lecz motywować go do samodzielnej pracy. Nauczyciel powinien być gotowy na udzielenie uczniom dodatkowych wyjaśnień dotyczących wykonywanego zadania, obserwować aktywność uczniów i ich zachowanie w trakcie zajęć oraz ocenić pracę ucznia. Przypomina o wypełnianiu kart pracy.

## **Zadanie 2**

### **Przewodnictwo wody pochodzącej z różnych źródeł**

#### Opis zadania

Przewodnictwo elektrolitów to zjawisko polegające na przewodzeniu prądu przez nośniki ładunku jakim są jony. Chemicznie czysta woda nie zawiera takich jonów, w związku z tym słabo przewodzi prąd elektryczny. Jednak obecność domieszek powoduje wzrost przewodnictwa.

W zadaniu 2 należy:

1. zapoznać się z obsługą konduktometru;
2. przygotować stanowisko (konduktometr) do pracy,
3. wykonać pomiary przewodnictwa wód z różnych źródeł: woda destylowana, woda wodociągowa, woda mineralna, woda ze studni/jeziora, wodny roztwór NaCl, słaby roztwór kwasu siarkowego;

W trakcie realizacji doświadczenia uczeń dowiaduje się na czym polega przewodnictwo elektrolitów, jaka jest jego jednostka. Pozna zasadę działania konduktometru, nabędzie umiejętność pracy z prostym szkłem i sprzętem laboratoryjnym.

#### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania

Poza trudnościami wymienionym przy opisie zadania 1 brak jest w tym ćwiczeniu

szczególnych trudności. W trakcie realizacji zadania mogą pojawić się niewielkie trudności związane z pracą na nowym, nieznanym sprzęcie laboratoryjnym. Urządzenie jest jednak proste w obsłudze. Poprawne wykonanie pomiarów wymaga jednak dokładnego płukania wodą i wodą destylowaną elektrody oraz naczynka pomiarowego przy każdej zmianie roztworu.

#### Kto wykonuje zadanie

Zadanie wykonywane jest w trzyosobowych zespołach w oparciu o informacje zawarte w instrukcji. Prowadzący ćwiczenie nadzoruje i służy pomocą w realizacji zadania.

#### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie ze wskazówkami zawartymi w **Instrukcji nr 2** (w dalszej części projektu).

#### Wskazówki dla ucznia

Podczas wykonywania zadania 2. należy zwrócić uwagę na rząd wielkości przewodnictwa wody, który należy za odczytać na urządzeniu po każdej zmianie roztworu. Należy zapisać jednostkę przewodnictwa. Uczeń powinien obserwować zmiany przewodnictwa w zależności od składu roztworu.

#### Oczekiwany efekt pracy ucznia

W ramach wykonywania zadania 2. oczekuje się opanowania czynności związanych z pracą z użyciem szkła laboratoryjnego i prostego sprzętu laboratoryjnego, wypełnienia karty pracy oraz udziału w dyskusji podsumowującej uzyskane rezultaty.

#### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Nauczyciel w trakcie realizacji zadania pomaga w rozwiązywaniu problemów z użyciem przez uczniów nowego, nieznanego sobie urządzenia laboratoryjnego. Ponadto nadzoruje pracę ucznia. W trakcie zajęć powinien unikać wykonywania pracy za ucznia, lecz motywować go do samodzielnej pracy. Powinien być przygotowany do udzielenia uczniom dodatkowych wyjaśnień dotyczących wykonywanego zadania. Obserwuje aktywność uczniów oraz ich zachowanie w trakcie zajęć, ocenia pracę ucznia. Przypomina o wypełnianiu kart pracy.

### **Zadanie 3**

#### **Odczyn i twardość wody pochodzącej z różnych źródeł**

##### Opis zadania

W przebiegu ćwiczenia wyznaczone zostaną pH oraz twardość wody pochodzącej z różnych źródeł (woda destylowana, woda wodociągowa, woda mineralna, woda ze studni/jeziora, wodne roztwory NaCl i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Odczyn ma zasadniczy wpływ na smak wody: woda o wartości pH 8 posiada mdły smak, przy wyższym pH dostrzegalny staje się mydlany posmak. Woda wydaje się orzeźwiająca, gdy wartość jej pH jest poniżej 7,5 i jednocześnie jest chłodna i zawiera wystarczającą ilość dwutlenku węgla ( $\geq 10 \text{ mg/dm}^3$ ). Dlatego woda gazowana, po tym jak utraci CO<sub>2</sub> staje się niesmaczna. Wartość pH roztworów zostanie oznaczona przy pomocy papierków wskaźnikowych i/lub pH-metrów laboratoryjnych.

Stopień twardości wody spowodowanej rozpuszczonymi solami zostanie wyznaczony przy użyciu testerów paskowych. Dla wody twardej ze źródeł naturalnych zbadany zostanie wpływ dodatku sody oczyszczonej na jej twardość. W ramach zadania wyznaczone zostaną stopnie twardości wód w różnych skalach. Porównana zostanie twardość wód z różnych źródeł, co umożliwi wywnioskowanie, jakie substancje wpływają na jej twardość. Uczeń pozna różne skale twardości oraz metody jej obniżenia.

#### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania

Trudności pojawiające się w trakcie ćwiczenia nie odbiegają od tych wymienionych w ćwiczeniach 1-2. Dodatkowo mogą pojawić się trudności związane z niedostateczną znajomością wzorów sumarycznych (nazewnictwem) soli zawartych w wodzie mineralnej. Koncentracji wymaga operowanie różnymi skalami twardości wody. Obsługa pH-metru jest podobna jak konduktometru (należy zwrócić uwagę na odpowiednie przepłukanie elektrody i zlewki pomiarowej).

#### Kto wykonuje zadanie

Zadanie wykonywane jest w trzyosobowych zespołach w oparciu o informacje zawarte w instrukcji. Prowadzący ćwiczenie nadzoruje i służy pomocą w realizacji zadania.

#### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie ze wskazówkami zawartymi w **Instrukcji nr 3** (w dalszej części projektu).

#### Wskazówki dla ucznia

Uczeń powinien zwrócić uwagę na barwy papierków wskaźnikowych, starać dopasować się kolor do skali pH oraz skali twardości. Analizować skąd biorą się różnice w zabarwieniu papierków. Należy porównać wartości pH wyznaczone przy pomocy papierków i pH-metru oraz ewentualnie wyjaśnić obserwowane różnice. Należy opisać wpływ dodatku sody oczyszczonej do wody twardej.

#### Oczekiwany efekt pracy ucznia

W ramach wykonywania zadania 3. oczekuje się opanowania czynności związanych z pracą z użyciem łatwych w obsłudze testerów odczynu i twardości wody, wypełnienia karty pracy oraz udziału w dyskusji podsumowującej uzyskane rezultaty.

#### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Analogiczne jak w pp. 1 i 2.

## **Zadanie 4**

### **Filtracja wody, zastosowanie adsorpcji w oczyszczaniu wody**

#### Opis zadania

Czystość wody jest niezbędna ze względów biologicznych. Woda do celów spożywczych powinna być wolna od mikroorganizmów, czynników toksycznych i soli powodujących jej nadmierną twardość. Stąd ważne jest oczyszczenie jej ze zbędnych składników; na co dzień wodę dla gospodarstw domowych uzdatnia się. W trakcie realizacji zadania 4. uczniowie samodzielnie przygotowują zestawy do filtracji i obserwują zmiany w wyglądzie przesączu. Sączenie zostanie przeprowadzone dla wody jeziorowej i dla barwnego

roztworu wodnego, co pozwoli na zobrazowanie procesu adsorpcji. Uczniowie sprawdzą w ten sposób jaki wpływ ma filtracja na węglu aktywnym na pH oraz twardość wody. W kolejnym doświadczeniu sprawdzą wpływ filtracji na węglu aktywnym na mętność wody jeziorowej (studziennej).

#### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania

W doświadczeniu uczniowie nauczą się samodzielnie przygotowywać sączi do filtracji. Krótka instrukcja pozwoli na sprawne wykonanie ćwiczenia.

#### Kto wykonuje zadanie

Zadanie wykonywane jest w trzyosobowych zespołach w oparciu o informacje zawarte w instrukcji. Prowadzący ćwiczenie nadzoruje i służy pomocą w realizacji zadania.

#### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie ze wskazówkami zawartymi w **Instrukcji nr 4** (w dalszej części projektu).

#### Wskazówki dla ucznia

Uczeń powinien zwrócić uwagę na sposób przygotowania filtra. Filtr powinien dobrze przylegać do lejka i nie powinien się rozerwać (uszkodzić). Przy przelewaniu wody na filtry należy zapewnić minimum 2 cm odstęp od górnego brzegu filtra, żeby zapobiec przelewaniu się roztworu do przesączu. Nie należy wylewać przesączu wody jeziorowej i mineralnej, gdyż zostaną dla nich wykonane pomiary pH, twardości i mętności (ostatnie dla wody jeziorowej – zadanie 5).

#### Oczekiwany efekt pracy ucznia

W ramach wykonywania zadania 5. oczekuje się opanowania czynności związanych z pracą z użyciem szkła laboratoryjnego, prostych czynności laboratoryjnych. Wypełnienie karty pracy oraz udziału w dyskusji podsumowującej uzyskane rezultaty.

#### Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Jak powyżej.

## **Zadanie 5**

### **Mętność wody**

#### Opis zadania

Mętność wód naturalnych uwarunkowana jest obecnością różnych nierozpuszczalnych związków pochodzenia mineralnego i organicznego tj. glin, ilów, wytrącających się związków glinu, manganu i żelaza, kwasów humusowych, planktonu i innych. Mętność wody stanowi wskaźnik jej zanieczyszczenia i bezspornie wpływa na jej wygląd oraz apetyczność. Pomiar mętności opiera się na porównaniu natężenia światła przechodzącego przez próbkę wody i przez odpowiednie wzorce. Pomiary zostaną wykonane przy pomocy prostego mętnościomierza. Odczytywane wartości podane są w jednostce „nTU”. Mętność wody pitnej nie może przekraczać 1 NTU. Wykonane zostaną pomiary mętności wody jeziorowej (studziennej) i tej samej wody po przefiltrowaniu.

#### Możliwe trudności w czasie realizacji zadania

Urządzenie jest proste w obsłudze. Ze względu na ograniczoną liczbę mętnościomierzy,

miar mętności wody jeziorowej/studziennej może być wykonany nieco wcześniej (w trakcie wykonania ćwiczeń 1-4) lub później.

#### Kto wykonuje zadanie

Zadanie wykonywane jest w trzyosobowych zespołach w oparciu o informacje zawarte w instrukcji. Prowadzący ćwiczenie nadzoruje i służy pomocą w realizacji zadania.

#### Sposób wykonania

Zadanie należy wykonać zgodnie ze wskazówkami zawartymi w **Instrukcji nr 5** (w dalszej części projektu).

#### Wskazówki dla ucznia

Uczeń powinien zwrócić uwagę na różnicę w wynikach pomiarów.

#### Oczekiwany efekt pracy ucznia

W ramach wykonywania zadania 5. oczekuje się opanowania czynności związanych z pracą z nowym sprzętem laboratoryjnym i zrozumienia przyczynę mętności wód. Uczeń wypełnienia karty pracy oraz udziału w dyskusji podsumowującej uzyskane rezultaty.

#### Oczekiwania wobec nauczyciela/opiekuna

Jak w poprzednim zadaniu.

## **Zadanie 6**

### **Opracowanie prezentacji/sprawozdania z przebiegu zadań**

Uczniowie powinni wykonać samodzielnie prezentację multimedialną lub sprawozdanie - raport (do wyboru). Ma to na celu podsumowanie ćwiczeń, sformułowanie wniosków i utrwalenie wiedzy.

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

Trudność może stanowić niedostatecznie opanowana obsługa oprogramowania (Power Point, Word). Ćwiczenie wymaga także samodzielnego analizowania otrzymanych wyników i formułowania wniosków. Obydwie trudności mogą być pokonane jedynie przez trening.

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

Prezentacja/sprawozdanie powinna być przygotowana w tych samych zespołach trzyosobowych, które wykonywały doświadczenia.

#### Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w **Instrukcji nr 6** przygotowanej dla uczniów wykonujących zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

#### Wskazówki dla ucznia

Przygotowanej prezentacja powinna zawierać krótki opis doświadczenia, obserwacje oraz

wnioski z przeprowadzonych eksperymentów. Wyniki można zestawić w formie tabel, rysunków, fotografii. Należy połączyć badane właściwości wody z jej walorami użytkowymi.

Oczekiwany efekt pracy ucznia

Efektom pracy uczniów będzie wykonanie prezentacji multimedialnej lub sprawozdania.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Praca uczniów powinna być samodzielna. Nauczyciel może ukierunkować uczniów stawiając pytania lub udzielając drobnych wskazówek. Nie powinien ograniczać kreatywności uczniów ani narzucać jednego rozwiązania. Prezentacje/sprawozdania należy skopiować i ocenić odpowiednio uzasadniając ocenę.

Załącznik do instrukcji 1-5. Podstawowy sprzęt laboratoryjny.





Bateria 4,5V



Przewody elektryczne



Grafitowe pręciki



Diody LED



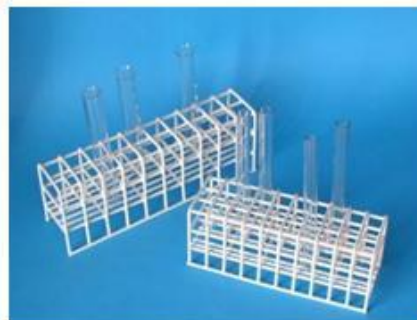
Zlewka



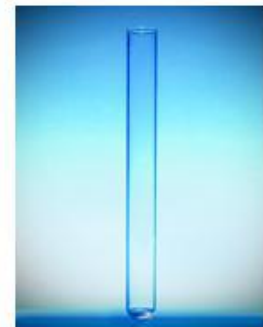
Łyżka do odczynników



Bagietka szklana



Statyw na probówki



Próbówka szklana



Lejek



Bibuła filtracyjna





Kolba stożkowa



Statyw laboratoryjny



Naczynko pomiarowe do konduktometru



Tryskawka



Butelka z tworzywa sztucznego



Papierki wskaźnikowe pH



Papierki wskaźnikowe twardości wody

Załączone ilustracje mają charakter informacyjny i mogą być objęte prawami autorskimi.

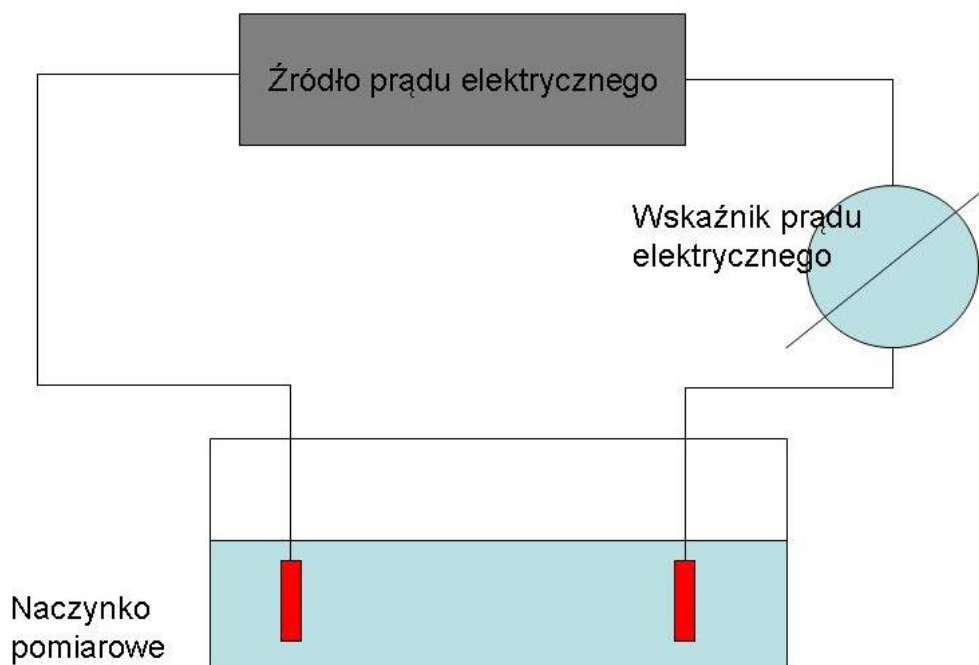
## Instrukcja nr 1

### Woda jako przewodnik prądu

1. Zbuduj układ elektryczny do pomiaru przewodnictwa według schematu 1. Źródłem prądu elektrycznego są dwie baterie 4.5 V, wskaźnikiem prądu elektrycznego żarówka lub dioda LED, a elektrodami grafitowe pręciki. Elementy te należy połączyć ze sobą przewodami elektrycznymi zakończonymi krokodylkami.
2. Przygotuj w zlewce wodę destylowaną z dodatkiem NaCl: do połowy objętości zlewki wlej wodę destylowaną oraz nasyp dwie łyżki NaCl, zamieszaj szklaną/plastikową bagietką.
3. Do połowy objętości naczynia pomiarowego nalej ostrożnie badany roztwór. Dokonaj obserwacji przewodnictwa kolejno dla:
  1. wody destylowanej,
  2. wody mineralnej,
  3. wody destylowanej z dodatkiem NaCl
  4. rozcieńczonego roztworu  $H_2SO_4$ .

Roztworów NaCl i  $H_2SO_4$  nie wylewaj i zachowaj do kolejnego ćwiczenia.

Zanotuj obserwację/wykonaj fotografie lub rysunki. Zwróć uwagę na procesy zachodzące na powierzchni elektrod grafitowych w trakcie ćwiczenia.



Schemat 1. Schemat obwodu elektrycznego

## Instrukcja nr 2

### **Przewodnictwo wody pochodzącej z różnych źródeł**

Przewodnictwo zostanie zbadane za pomocą konduktometru, którego instrukcja użytkowania będzie dołączona do stanowiska pracy. Po podłączeniu elektrody i włączeniu miernika do sieci przyrząd jest gotowy do pracy.

Ponieważ wartości przewodnictwa dokonuje się dla określonej temperatury, należy zapisać temperaturę powietrza w pracowni.

#### 1. Przygotowanie aparatu do pracy:

- włącz konduktometr do sieci,
- uruchom program nr 1 poprzez:
  - naciśnij przycisk cyfrowy 1 i zaakceptuj przyciskiem ENTER,
  - naciśnij klawisz z cyfrą 2, a następnie ENTER (wybór sposobu wysyłania wyników,)
  - wprowadź wartość stałej  $k$  elektrody podaną przez prowadzącego zajęcia i naciśnij klawisz ENTER,
  - temperaturowy współczynnik konduktywności: wpisz cyfrę 0 i naciśnij klawisz ENTER.
  - po wprowadzeniu wymienionych parametrów zapala się dioda sygnalizacyjna RESULT i miernik jest przygotowany do pomiarów.

#### 2. Wykonanie pomiarów przewodnictwa właściwego wody:

- do naczynka pomiarowego nalej wodę destylowaną do takiej wysokości, aby czujnik konduktometryczny był zanurzony na głębokość ok. 3 cm,
- odczekaj do ustabilizowania temperatury w naczynku do wartości ok. 25 °C,
- po ustabilizowaniu się wskazań, odczytaj wartość przewodnictwa właściwego,
- zwrócić uwagę na wartość liczbową, mnożnik sygnalizowany przez odpowiednią diodę ( $10^{-3}$  lub  $10^{-6}$ ) oraz jednostkę, w jakiej wyskalowany jest miernik,
- po wykonaniu pomiaru wodę wylej i opłucz wodą destylowaną czujnik konduktometryczny, następnie ostrożnie osusz papierowym ręcznikiem,
- przepłucz naczynko kolejnym badanym roztworem i napełnij nim naczynko do odpowiedniej wysokości,
- w ten sposób wykonaj pomiary dla każdego badanego roztworu.

Pomiary wykonaj kolejno dla wody destylowanej, wody wodociągowej, wody mineralnej, wody ze studni, wody z dodatkiem NaCl (przygotowanej w zadaniu nr 1) i roztworu kwasu siarkowego (VI).

Zapisać wyniki pomiarów w karcie pracy.

## Instrukcja nr 3

### **Odczyn, twardość wody pochodzącej z różnych źródeł**

1. Do zlewki z wodą mineralną (połowa objętości) wsyp dwie łyżki sody oczyszczonej i dokładnie zamieszaj całość szklaną/plastikową bagietką do rozpuszczenia.

2. Przygotuj 7 probówek i wlej do nich około 10 cm<sup>3</sup> badanego roztworu (mniej więcej do połowy wysokości probówki), ustaw je w statywie.

Badane roztwory:

1. woda destylowana,
2. woda wodociągowa,
3. woda mineralna,
4. woda ze studni/jeziora,
5. woda destylowana z dodatkiem NaCl (przygotowana w zadaniu nr 1),
6. roztwór kwasu siarkowego (VI)
7. woda mineralna z dodatkiem sody oczyszczonej (do probówki staraj się przelać tylko klarowny roztwór, pozostawiając ewentualny osad w zlewce).

3. Za pomocą papierków wskaźnikowych sprawdź pH i twardość roztworów. Zanurz w badanym roztworze na kilka sekund papierek wskaźnikowy do pomiaru pH, następnie papierek wyciągnij i energicznie nim pomachaj. Porównaj kolor papierka z barwną skalą pH. Następnie w tym samym roztworze zanurz papierek wskaźnikowy do pomiaru twardości wody, po kilku sekundach wyciągnij i energicznie pomachaj. Porównaj otrzymany wynik ze skalą twardości wody. Sprawdź skalę, w jakiej wyznaczony jest stopień twardości wody. Pomiar twardości i pH dokonaj podobnie dla wszystkich 7 roztworów.

4. Po wykonaniu doświadczeń wylej roztwory do zlewu, przepłucz wodą destylowaną probówki i odłóż do statywu.

Zanotuj obserwacje i odczytane wartości w karcie pracy.

Przelicz otrzymane wartości twardości wody na skalę angielską oraz mg CaCO<sub>3</sub> oraz mval/dm<sup>3</sup> zgodnie z danymi zawartymi w Tabeli 1.

Tabela 1. Współczynniki przeliczeniowe jednostek twardości wody.

Jednostka twardości	mol/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	Stopnie twardości		
			niemiecki	angielski	[mg CaCO <sub>3</sub> ]
1 mol/dm <sup>3</sup>	1,00	2,00	5,60	7,00	100
1 mval/dm <sup>3</sup>	0,50	1,00	2,80	3,50	50
1° niemiecki	0,18	0,357	1,00	1,25	17,86
1° angielski	0,14	0,282	0,80	1,00	14,3
1 mg CaCO <sub>3</sub>	0,01	0,02	0,056	0,07	1,00

Instrukcja nr 4

### Oczyszczanie wody za pomocą filtra z węgla aktywnego i badanie jej właściwości fizykochemicznych

1. Do dwóch butelek z tworzywa sztucznego nasyp ok. 2-3 łyżki węgla aktywnego, a następnie nalej ok. 25 cm<sup>3</sup> próbki zanieczyszczonej wody: w pierwszej woda ze

studni/jeziora a w drugiej woda, która dodatkowo została zabarwiona barwnikiem spożywczym.

2. Butelki dokładnie zakręć i mocno wytrząśnij przez kilka minut.
3. Na lejku z tworzywa sztucznego umieść przygotowany sączeek.

#### Przygotowanie sączeeka:

Bibułkę w kształcie koła złóż dwukrotnie wzdłuż średnicy tak, aby otrzymać ćwiartkę.

Przymierz złożoną bibułkę do lejka: wierzchołek ćwiartki ma opierać się o dno lejka a długość promienia stanowić  $\frac{3}{4}$  wysokości ściany lejka. Nadmiar bibułki obetnij wzdłuż łuku.

Rozłóż bibułkę tak, aby otrzymać stożek: po jednej stronie ma być pojedyncza warstwa bibuły, a po drugiej potrójna.

Tak przygotowany sączeek włóż do lejka, dociśnij lekko palcami do szkła i zwilż niewielką ilością wody z tryskawki.

4. Lejek ostrożnie umieść na statywie nad kolbą stożkową oznaczoną jako 1.
5. Przez filtr przelej mieszaninę z butelki z wodą ze studni/jeziora. Odstaw kolbę stożkową z odfiltrowanym roztworem. Lejek opłukuj bieżącą wodą, a następnie niewielką ilością wody destylowanej.
6. Przygotuj kolejny sączeek. Umieść na lejku i zwilż wodą z tryskawki. Lejek ostrożnie umieść na statywie nad kolbą stożkową oznaczoną jako 2.
7. Następnie wykonaj to samo polecenie dla mieszaniny z butelki, do której nalano wodę zabarwioną.
8. Zaobserwuj zmiany dla wody przed i po uzdatnieniu, zbadaj: pH, twardość i przewodnictwo w podobny sposób jak w zadaniach 2, 3. Wyniki i obserwacje zanotuj w karcie pracy, wykonaj fotografie.

Roztworów nie wylewaj, pozostaw do kolejnego zadania, w którym zbadana zostanie mętność.

#### Instrukcja nr 5

##### Mętność wody

1. Podłącz mętnościomierz do sieci i naciśnij przycisk ON/OFF. Mętnościomierz jest wykalibrowany, nie należy go kalibrować!
2. Do naczynka pomiarowego nalej ostrożnie badany roztwór, ścianki naczynia wytrzyj ręcznikiem papierowym i ustaw naczynko w okienku pomiarowym.
3. Kręć naczynkiem aż wyświetli się najniższa wartość, odczytaj i wpisz do karty pracy wartość mętności podanej w jednostce nefelometrycznej NTU.

4. Po wykonaniu odczytu naczynko opróżnij, przepłucz najpierw wodą, a następnie niewielką ilością kolejnego badanego roztworu. Popłuczyny wylej do zlewu. Napełnij badanym roztworem naczynko pomiarowe i powtórz wymienione wyżej czynności.

Pomiary wykonaj kolejno dla: wody destylowanej, wodociągowej oraz wody ze studni/jeziorowej i tej samej wody po filtracji (z zadania 4).

Zanotuj zmierzone wartości.

## **Instrukcja nr 6**

### **Opracowanie prezentacji/sprawozdania z przebiegu zadań**

Na podstawie wypełnionych kart pracy przygotuj prezentację multimedialną lub sprawozdanie w dokumencie tekstowym.

Pamiętaj, żeby w prezentacji podać temat każdego doświadczenia i opisać krótki jego opis. W prezentacji powinny być umieszczone wyniki doświadczeń i obserwacje (można zamieścić zdjęcie lub rysunek).

Jeśli w doświadczeniu wyznaczone zostały dane liczbowe (przewodnictwo, pH, twardość wody, mętność), należy je zestawić w odpowiednio opisanych tabelach.

Prezentacja powinna zawierać wnioski z przeprowadzonych doświadczeń. Szczególnie istotne jest wyjaśnienie w jaki sposób i jakiego rodzaju zanieczyszczenia wpływają na właściwości fizyko-chemiczne wody. Jakie metody można zastosować do poprawy właściwości wody.

Prezentację należy wykonać w ciągu godziny, zatem należy dobrze rozplanować czas, żeby znalazły się w niej najważniejsze elementy.

**Załączniki – karty pracy do ćwiczeń (1-5).**

## KARTA PRACY DO ZADANIA 1

### Woda jako przewodnik prądu

Narysuj schemat zbudowanego przez siebie układu do badania przewodnictwa wody.

Odpowiedz na pytania:

1. Kiedy i dlaczego woda przewodzi prąd?
2. Co się dzieje z powierzchnią elektrod w czasie przepływu prądu? Jaki proces obserwujemy?
3. Jaki wpływ na przewodzenie prądu miał dodatek NaCl? Co się wydziela na powierzchni elektrod?
4. Który roztwór najlepiej przewodził prąd? Dlaczego?

**KARTA PRACY DO ZADANIA 2****Przewodnictwo wody pochodzącej z różnych źródeł**

Wpisz do tabeli wyznaczone wartości przewodnictwa wody pochodzącej z różnych źródeł.

<b>Źródło wody</b>	<b>Wartość przewodnictwa</b>	<b>Mnożnik</b>	<b>Jednostka</b>
<b>destylowana</b>			
<b>wodociągowa</b>			
<b>mineralna</b>			
<b>studnia/jezioro</b>			
<b>z dodatkiem NaCl</b>			

Odpowiedz na pytanie:

1. Dla jakiej wody przewodnictwo było najwyższe? Spróbuj wyjaśnić dlaczego.



**KARTA PRACY DO ZADANIA 3****Badanie pH wody i roztworów wodnych**

Wpisz do tabeli wyznaczone pH roztworów, określ odczyn roztworu.

	WODA					
	destylowana	wodociągowa	mineralna	ze studni/jeziora	z dodatkiem NaCl	z dodatkiem sody oczyszczonej
pH						
odczyn						
twardość [°d]						
twardość [mol/dm <sup>3</sup> ]						
twardość [°a]						
twardość [mg CaCO <sub>3</sub> ]						
twardość [mval/dm <sup>3</sup> ]						

1. Jak zmienia się pH w zależności od źródła pochodzenia wody?
2. Jakie składniki w wodzie decydują o jej wysokiej twardości? Które z tych składników są zawarte w wodzie mineralnej?
3. W jaki sposób można zmniejszyć twardości wody?

## KARTA PRACY DO ZADANIA 4

### Oczyszczanie wody za pomocą filtra z węgla aktywnego i badanie jej właściwości fizykochemicznych

Wpisz do tabeli wyznaczone dla wody parametry:

	WODA	
	ze studni/jeziora	po filtracji
pH		
odczyn		
twardość		
przewodnictwo		
mętność		

1. Czy tak przygotowana woda jest gotowa do spożycia?
2. Jakie zadanie spełnia węgiel aktywny?
3. Jak można jeszcze poprawić walory smakowe wody?

## KARTA PRACY DO ZADANIA 5

### Mętność wody pochodzącej z różnych źródeł

Wpisz do tabeli wyznaczoną mętność wody.

WODA				
	destylowana	wodociągowa	ze studni/jeziora	po filtracji
mętność				

1. Jakie są przyczyny mętności wody?

2. Porównaj otrzymane wyniki z podanymi normami dla wody pitnej.