



# EKSPERYMENTY PRZYRODNICZE

## CZŁOWIEK I ŚRODOWISKO

scenariusze doświadczeń  
dla szkoły, przedszkola, świetlicy i domu

MARKER

## WSTĘP

Każdy z nas, szczególnie w najmłodszych latach, jest urodzonym badaczem i poszukiwaczem, który próbuje, sprawdza, łączy i eksperymentuje, zdobywając przy tym wiedzę i doświadczenie. Własne podwórko, pobliski trawnik, las lub łąka w okolicy to przestrzeń, którą eksplorujemy od dziecka. Obserwacja zjawisk przyrody pozwala dostrzegać rządzące nią prawa, uczy szacunku dla różnych form życia, rozwija umiejętność krytycznego myślenia, wiedzę i postawy potrzebne we współczesnym świecie. Inspiruje też do stawiania pytań i budzi ciekawość, która nieraz towarzyszy nam przez całe życie.

Narzędziownik „Eksperymenty przyrodnicze” to instrukcje doświadczeń, dzięki którym przekonacie się na własne oczy, jak działają zjawiska przyrodnicze w miniaturze oraz jak człowiek wpływa na wiele z nich. Wierzmy, że uczeń jest głównym bohaterem procesu uczenia się, a najlepiej przyswajamy wiedzę, którą zdobyliśmy sami, nie gotowe rozwiązania. Dlatego przygotowany zestaw scenariuszy stanowi okazję dla

młodszych i starszych uczniów, by ze wsparciem dorosłych – samodzielnie lub w grupie – przeprowadzić własne badania. To znakomita pomoc dydaktyczna do wykorzystania w przedszkolu, świetlicy i domu. Sprawdzi się też w szkole podstawowej w pracy ze starszymi klasami, kiedy pojawiają się zagadnienia środowiskowe, które warto sprawdzić na prostych przykładach.

Zachęcamy do aktywnej, angażującej edukacji z WWF i życzymy, by obserwacje, doświadczenia i eksperymenty przyrodnicze prowadziły was do nowych pytań, wymagających kolejnych badań.

## SPIS TEMATÓW

Dziki wysypiska śmieci .....	2
Jak powstają kwaśne deszcze? .....	3
Smog zimą, smog latem .....	4
Oglądamy pyły zawieszane w powietrzu .....	5
Kwitnąca woda a beztlenowe wyspy na Morzu Bałtyckim .....	6
Dlaczego nadmiar nawozów i soli szkodzi roślinom? .....	7
Gdy do oceanu trafia ropa .....	8
Filtr wodny w domowych warunkach .....	9
Jak zanieczyszczenia wpływają na mieszkańców wody? .....	10
Podróże mikroplastiku .....	11
Woda jako rozpuszczalnik .....	12
Dlaczego jajko boi się octu? .....	13
Kiedy ma być po równo, czyli jak działa osmoza? .....	14
Zasolenie wody a mieszkańcy Bałtyku .....	15
Przewodzenie energii cieplnej .....	16
Co zajmuje więcej miejsca: woda czy lód? .....	17
Zamrażanie wody .....	18
Grawitacja .....	19
Z czego składa się powietrze? .....	20
Powietrze zimne, powietrze ciepłe a korytarze powietrzne .....	21
Ciśnienie atmosferyczne i pogoda .....	22
Rozprzestrzenianie się dźwięku .....	23
Siła magnetyczna .....	24
Taniec pszczół .....	25
Z czego składa się gleba? .....	26
Barwy ochronne, barwy ostrzegawcze .....	27

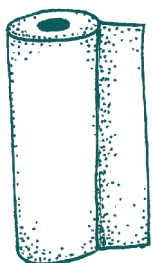
# Dziki wysypiska śmieci

Wyrzucone przez ludzi przedmioty, opakowania, torebki foliowe to wciąż częsty widok na terenach położonych w pobliżu miejscowości oraz w miejscach wypoczynku. Sprawdźcie, czy dzikie wysypiska śmieci są zagrożeniem dla środowiska.



Dziki wysypiska zanieczyszczają glebę, wody gruntowe i powietrze. ©Ivanna Sukhorebra / 123rf.com

## CO JEST POTRZEBNE?



jednorazowe  
ręczniki  
kuchenne



spryskiwacz  
lub mała  
konewka  
z wodą



kilka pasków  
kolorowej bibuły  
lub kolorowe  
cukierki (drażetki,  
które łatwo się  
odbarwiają)



folia  
do żywności  
lub mała  
torebka  
foliowa

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- na zajęciach terenowych
- na trawniku

## JAK TO ZROBIĆ?

Przygotuj podłoże, czyli złoż na pół jeden listek ręcznika papierowego. Wybierz i połóż na ręczniku 4-5 pasków bibuły lub cukierki, nadaj im nazwy najczęściej wyrzucanych odpadów, które widziałeś w lesie lub przy drogach. Teraz na przygotowany model wysypiska spadnie deszcz, więc spryskaj je wodą i obserwuj, jak zmieni się zabarwienie podłoża? Gdzie wnikają kolorowe barwniki, czyli substancje pochodzące z odpadów?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wykonaj to samo doświadczenie jeszcze raz, ale teraz połóż paski bibuły lub cukierki na papierowym ręczniku przykrytym folią. Obserwuj, czy także zmieni się zabarwienie podłoża?

## OBSERWACJE

Po spryskaniu wodą na papierowym ręczniku pojawiły się kolorowe plamy.

## CZY WIESZ, ŻE:

W prawidłowo przygotowanych wysypiskach odpadów podłoże jest oddzielone nieprzepuszczalną płytą lub warstwą folii, a woda z deszczu spływa kanałami do zbiorników, żeby nie zanieczyszczać gleby. Natomiast deszcz padający na dzikie wysypisko śmieci wymywa różne substancje z odpadów i przenosi je do gleby, a nawet do wód gruntowych. Na skażonych glebach rosną rośliny, które są pokarmem dla zwierząt roślinożernych, a te z kolei są zjadane przez mięsożerców. Porzucone śmieci mogą być dla zwierząt śmiertelną pułapką, ponieważ giną one z powodu połknięcia, np. kawałka kolorowej folii, zranienia lub zaplątania się w odpadach. Gnijące w lasach lub na poboczach dróg odpady są siedliskiem dla chorobotwórczych bakterii, gryzoni, a także groźnych grzybów. To również miejsce rozwoju chorób. Biogaz powstający na dzikich wysypiskach ulatnia się do atmosfery, przyczyniając się do powstania efektu cieplarnianego lub wywołuje samozapłon śmieci, a nawet pożary lasów. Prawidłowo przygotowane wysypiska posiadają wbudowane systemy odgazowania, które chronią przed samozapłonem, a biogaz może być wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej. Dzikie wysypiska odpadów psują krajobraz, miejsca ich występowania pozostają na zawsze brudne i brzydkie.



Plażowe śmieci często lądują w morzu, gdzie w miarę upływu czasu rozpadają się na niebezpieczne drobinki. ©WWF / Merijn Houge

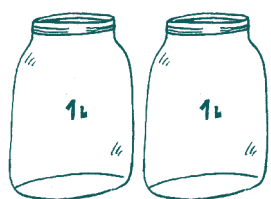
# Jak powstają kwaśne deszcze?

Kwaśne deszcze to popularna nazwa opadów o odczynie kwaśnym (poniżej 5,6 pH), które powstają z połączenia zawartej w chmurach wody z gazami występującymi w powietrzu. [Sprawdźcie, czy gazy wytwarzane w procesie spalania zmieniają odczyn wody.](#)



Skutki zakwaszenia gleby przez kwaśne deszcze. ©Kjell-Arne Larsson / WWF

## CO JEST POTRZEBNE?



2 słoje o pojemności 1-1,5 litra lub wysokie szklane cylindry



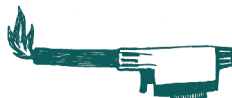
2 zakrętki do słoików lub talerzyki



wywar z 5-6 liści z czerwonej kapusty



woda z kranu



palnik lub mała świeca podgrzewacz (tealight)



drobne kawałki węgla drzewnego



siarka\*

papierek wskaźnikowy do badania pH\*



2 łyżeczki do spalania z długą rączką lub łyżki stołowe

\* MOŻNA JE ZNALEŹĆ W SZKOLNEJ PRACOWNI FIZYCZNO-CHEMICZNEJ, KUPIĆ W APTEKACH, SKLEPACH CHEMICZNYCH LUB INTERNETOWYCH

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie

## JAK TO ZROBIĆ?

Do przygotowanych 2 słoików lub cylindrów nalej na dno około 2,5 cm wody. Za pomocą papierka wskaźnikowego określ odczyn pH wody w każdym naczyniu. Teraz natóż na jedną łyżeczkę siarkę, na drugą węgiel drzewny i włóż obie do płomienia zapalonego palnika lub podgrzewacza. Gdy siarka i węgiel się zapalą, przełóż każdą łyżeczkę do innego słoika i przykryj zakrętką lub talerzykiem. Poczekaj, aż płonąca substancja wypali się do końca, wtedy wyjmij łyżeczkę i poruszając zamkniętym słoikiem lub cylindrem, wymieszaj wodę z powstałym gazem. Za pomocą papierka wskaźnikowego ponownie zbadaj odczyn pH w obu słoikach, porównaj też kolor i zapach wody.

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Zamiast papierka wskaźnikowego użyj wywaru z liści czerwonej kapusty, który jest naturalnym wskaźnikiem pH, ponieważ zmienia kolor w zależności od odczynu badanej substancji. Naturalny kolor wywaru jest fioletowo-granatowy, który to kolor odpowiada odczynowi obojętnemu. W substancjach o odczynach kwaśnych odbarwia się na różowo lub czerwono, a w substancjach o odczynie zasadowym zmienia swój kolor od niebieskiego, poprzez zielony do żółtego.

A może sprawdzisz za pomocą wywaru z czerwonej kapusty odczyn wody deszczowej? Po dodaniu wywaru do deszczówki obserwuj zmianę koloru mieszaniny wody, w której oba składniki powinny być w podobnej ilości.

## OBSERWACJE

W obu słoikach po wymieszaniu wody z gazami powstaną roztwory o odczynie kwaśnym i lekko kwaśnym. Zapach i różowe lub czerwone zabarwienie papierka wskaźnikowego wystąpi w słoiku, w którym paliła się siarka.

## CZY WIESZ, ŻE

Kwaśne opady to najczęściej deszcz, ale może to być również mżawka, śnieg, grad, a nawet mgła. Powstają głównie na obszarach narażonych na długotrwałą emisję, czyli wydzielanie do atmosfery pochodzących ze spalania gazów, takich jak tlenki siarki i azotu. Gazy te łatwo rozpuszczają się w kroplach wody, wywołując jej zakwaszenie, co powoduje, że z chmur spadają rozcieńczone kwasy: siarkowy i azotowy. Ich naturalnym źródłem są wybuchy wulkanów i wyładowania atmosferyczne, ale największą emisję gazów wywołuje działanie człowieka, szczególnie spalanie zasilanych paliw, np. węgla. Na obszarach, gdzie występują kwaśne opady, widać skutki ich bezpośredniego działania. Na powierzchni liści pojawiają się zmiany, powodujące nadmierne parowanie wody i spadek fotosyntezy, co prowadzi do obumierania roślin, szczególnie drzew iglastych. Skutkiem trwale ingerującym w środowisko i żyjące w nim organizmy są zakwaszenie gleby i zbiorniki wodne. Kwaśne deszcze zakwaszają wodę pitną, co powoduje w niej wzrost zawartości szkodliwych metali ciężkich. Kadm wpływa destrukcyjnie na układ wydalniczy, glin na kości i mózg, a ołów na układ nerwowy. Kwaśne deszcze niszczą także architekturę miast, przyspieszając wietrzenie budowli zbudowanych z piaskowca i wapienia oraz powodując korozję metali.



Drzewa iglaste są szczególnie narażone na obumieranie wskutek kwaśnych deszczy. ©PxHere.com

# Smog zimą, smog latem

Smog to szkodliwe, wywołane działalnością człowieka zjawisko atmosferyczne, występujące w dwóch rodzajach. Zimą w okresie grzewczym obserwujemy smog powstały w wyniku wymieszania się powietrza z zanieczyszczeniami związanymi ze spalaniem węgla i emisją pyłów. Natomiast latem w dużych aglomeracjach, w upalne dni, przy bardzo silnym natężeniu ruchu pojazdów, występuje smog fotochemiczny. [Sprawdźcie, jak powstaje smog.](#)



od góry: Smog nad Warszawą. ©Radek Kotakowski / Wikimedia.org; Smog nad Nową Rudą. ©Jacek Halicki / Wikimedia.org; Smog w Krakowie. © Andrzej Kamiński / Wikimedia.org

## CO JEST POTRZEBNE?



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Do przygotowanych misek lub szerszych naczyń wstaw puste butelki. Dookoła pierwszej nalej gorącą wodę, a dookoła drugiej wsyp kostki lodu, do wysokości 1/3 obu butelek. Następnie odczekaj 4 do 5 minut, aż ścianki butelek zmienią swoją temperaturę. Za pomocą termometru lub dotykiem sprawdź temperaturę dolnej i górnej części każdej butelki. Gdy dolna część pierwszej butelki będzie ogrzana, a drugiej ochłodzona, włóż do każdej z nich palące się kawałki papieru lub zapalone wykałaczki i natóż zakrętki. Zapalony papier lub drewno po chwili zgasną. Powtarzaj tę czynność do czasu, aż w butelce zgromadzi się dobrze widoczny dym, obserwuj przez 2-3 minuty jego unoszenie się. W której części butelki dym się gromadzi? W której butelce tworzy się biała warstwa dymu?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Otwórz obie butelki – czy dym będzie się wydostawał w taki sam sposób? Zmierz, ile czasu upłynie zanim dym wydostanie się z każdej butelki. Czy butelki są na pewno opróżnione i czyste? Powąchaj powietrze zgromadzone wewnątrz butelki. Co czujesz?

## OBSERWACJE

W zimnej butelce dym gromadzi się na dole, w ciepłej unosi się do góry.

## CZY WIESZ, ŻE

Wiosną, latem, jesienią temperatury powietrza panujące przy powierzchni ziemi są wyższe niż te w warstwach znajdujących się wyżej. Dlatego też powietrze i spaliny szybko unoszą się do wyższych warstw atmosfery. Natomiast zimą, zwłaszcza w mroźne dni, różnica temperatury zostaje odwrócona. Przy minusowych temperaturach powietrze tuż przy ziemi jest chłodniejsze niż w warstwach powyżej. Powoduje to, że naturalnie zachodzący proces unoszenia się ogrzanej od podłoża przyziemnej masy powietrza (czyli konwekcji termicznej) jest znacznie zmniejszony. Powietrze wraz ze znajdującymi się w nim zanieczyszczeniami jest zatrzymywane tuż przy powierzchni ziemi. Tworzy się smog, którym oddychamy.



Almaty, stolica Kazachstanu pogrążona w smogu. ©Ilgors Jefimovs, Wikimedia.org

# Oglądamy pyły zawieszony w powietrzu

Powietrze w okresie zimy w wielu miejscowościach jest ciemne od dymu. Słyszymy też komunikaty o wysokim stężeniu pyłów i zanieczyszczeń w powietrzu. Dzieciom i osobom starszym zaleca się ograniczenie czasu przebywania poza budynkami, najlepiej nie przebywać wtedy na powietrzu i nie otwierać okien w domu. [Sprawdźcie, czy w powietrzu występują zanieczyszczenia i pyły.](#)



Groźny smog nad Moskwą w wyniku wielkopowierzchniowych pożarów lasów w Rosji, 2010 r. ©Artem Svetlov, Moscow, Russia / Wikimedia.org

## CO JEST POTRZEBNE?



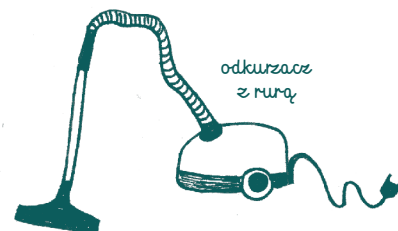
białe płatki kosmetyczne



taśma klejąca



lupy o różnych powiększeniach



odkurzacz z rurą

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- na zewnątrz budynku szkoły, domu, przedszkola

## JAK TO ZROBIĆ?

Wyjdź z odkurzaczem podłączonym do zasilania na zewnątrz lub wystaw rurę odkurzacza przez okno. Na wylocie rury połóż płatek kosmetyczny. Wystające poza wylot rury brzegi płatka przyciśnij do ścianek i przyklej za pomocą taśmy. Włącz odkurzacza i ustaw lub trzymaj przez 3-4 minuty rurę skierowaną w kierunku miejsca, z którego chcesz pobrać powietrze. Jeśli masz możliwość, pobierz próbki powietrza w różnych miejscach, np. przy drodze, w ogrodzie, na boisku, placu zabaw, w pobliżu kotłowni lub komina. Za każdym razem używaj nowego płatka. Porównaj barwę i powierzchnię płatków gołym okiem oraz przy pomocy lupy - od najmniejszego do największego powiększenia. Co widzisz na powierzchni płatków? Czy w powietrzu występują pyły?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Będziemy wdychać zanieczyszczone powietrze. U osób starszych i dzieci z tego powodu mogą pojawić się problemy z oddychaniem, bóle głowy, podrażnienie oczu, nosa i gardła. U wszystkich osób, bez względu na wiek, rośnie ryzyko zachorowania na choroby układu oddechowego, krążenia i nowotwory. Ochroną mogą być specjalne maski z filtrami wyłapującymi zanieczyszczenia powietrza, w tym pyły.

## OBSERWACJE

W zależności od ilości zanieczyszczeń na płatku kosmetycznym pojawi się zaciemnione, okrągłe pole o przekroju rury.

## CZY WIESZ, ŻE

Zanieczyszczenia w powietrzu, które tworzą smog, to związki chemiczne (dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, tlenek węgla, benzen, ozon) oraz pył drobny PM10 i PM2,5 i metale ciężkie. Spalanie paliw, w tym tzw. niska emisja, czyli spalanie w piecach domowych węgla słabej jakości, mułu i miazgi oraz śmieci to główne źródła zanieczyszczeń w powietrzu. Pyły drobne zawieszony PM10 o średnicy mniejszej od 10  $\mu\text{m}$  (mikrometr - jedna tysięczna milimetra) są bardzo szkodliwe, ponieważ trafiają do dróg oddechowych oraz płuc. Natomiast pył PM2,5 jest tak mały, że podczas wymiany gazowej w płucach przechodzi z pęcherzyków powietrza bezpośrednio do krwi, z którą przenika w głąb organizmu. Duże stężenie pyłów PM2,5 czasami tworzy zmniejszającą widoczność brunatną mgłę. Groźne dla naszego zdrowia pyły są transgraniczne - mogą być przenoszone na duże odległości. W nowym miejscu osiadają na występujących tam organizmach, ale też w glebie i wodzie, a następnie oddziałują na całe ekosystemy, np. zmieniają odczyn wód w jeziorach i rzekach, zmniejszają ilość składników odżywczych w glebie, uszkadzają lasy i uprawy, przyczyniają się do powstawania kwaśnych deszczy. Jakość powietrza jest monitorowana i możemy ją sprawdzić na stronach internetowych inspektoratów ochrony środowiska lub za pośrednictwem aplikacji na urządzenia mobilne (np. „Jakość powietrza w Polsce” - aplikacja GIOS-iu). Odczytane poziomy zanieczyszczeń powietrza warto porównać z normami obowiązującymi w Polsce: dla pyłu PM10 - poziom dopuszczalny stężenia średniorocznego to 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a stężenia średniego 24-godzinnego wynosi 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dla pyłu PM2,5 - poziom dopuszczalny stężenia średniorocznego od roku 2020 to 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Badanie wpływu smogu na rośliny, lata 70., Centrum Badań nad Zanieczyszczeniem Powietrza, Uniwersytet w Kalifornii. ©CCO

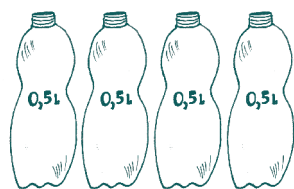
# Kwitnąca woda a beztlenowe wyspy na Morzu Bałtyckim

Latem w wielu zbiornikach wodnych, a nawet nadbałtyckich kąpieliskach można zaobserwować zjawisko nazywane zakwitaniem wód, którego przyczyną jest nadmierny i bardzo szybki rozwój niewielkich glonów, żyjących w wodzie. [Sprawdźcie, w jakich warunkach rozwijają się glony.](#)



Oznaki eutrofizacji na Morzu Bałtyckim. ©Germund Sellgren / WWF-Sweden

## CO JEST POTRZEBNE?



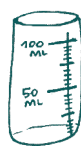
4 przezroczyste, pozbawione etykiet butelki po wodzie mineralnej 0,5 l lub 4 szklane naczynia



płynny nawóz roślinny (do kupienia w sklepach ogrodniczych lub niektórych kwaciarniach)



plastikowa łyżeczka



naczynie z miarką



woda z kranu



kartka papieru

marker lub taśma do oznaczenia naczyń.



woda ze stawu lub rowu, w którym występują glony (najlepiej o lekko zielonym zabarwieniu)

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Przygotuj 4 oczyszczone z naklejek butelki lub szklane naczynia, następnie napełnij je do połowy jednakową ilością wody z kranu. Do każdego naczynia dodaj po 100 ml wody z glonami, a potem oznacz je kolejnymi numerami za pomocą markera lub taśmy. We wszystkich czterech naczyniach będziemy obserwować rozwój hodowli glonów. Hodowla pierwsza jest próbą kontrolną, dlatego pozostaw ją bez zmian (będzie służyła do porównania), do drugiej dodaj 1 łyżeczkę nawozu w płynie, do trzeciej dodaj 2 łyżeczki tegoż nawozu, a do czwartej ponownie dodaj 1 łyżeczkę nawozu. Postaw wszystkie naczynia na dobrze nasłonecznionym parapecie lub stoliku. Z kartki papieru zrób parawan, którym zasłonisz czwarte naczynie, aby zmniejszyć dostęp światła. Przez kolejne dni prowadź obserwacje. Zwróć uwagę, w którym naczyniu jest najwięcej, a w którym najmniej glonów? Czy na rozwój glonów ma wpływ ilość nawozu i światła? Zastanów się, dlaczego glony są zielone?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Do hodowli glonów użyj nieprzezroczystego naczynia lub zastoń im całkowicie dostęp światła słonecznego. Czy glony będą mogły rozwijać się w takich warunkach?

## OBSERWACJE

Hodowla glonów najlepiej rozwija się w wodzie z dodatkiem nawozu i w wodzie dobrze nasłonecznionej.

## CZY WIESZ, ŻE

Glony są zielone, ponieważ posiadają chlorofil – barwnik, dzięki któremu odżywiają się w procesie fotosyntezy. Zakwit wód, czyli intensywny rozwój glonów w wodzie wynika ze spełnienia trzech warunków: pogoda jest bardzo ciepła i słoneczna, woda jest pełna substancji odżywczych, szczególnie azotu i fosforu (mówimy wtedy, że nastąpiła eutrofizacja zbiornika) oraz brak ruchu wody. Najbardziej narażone są zbiorniki, do których spływają ścieki komunalne i woda z nadmiernie nawożonych pól uprawnych oraz małe jeziora i stawy ze stojącą wodą. Problem dotyczy również przybrzeżnych kąpielisk Bałtyku. Sprzyja temu niskie zasolenie, niewielkie głębokości i niska wymiana wody z Morzem Północnym. Spływające rzekami oraz z obszarów przybrzeżnych ścieki i biogeny odpowiadają za zanieczyszczenie i eutrofizację Bałtyku. W tak sprzyjających warunkach obok glonów rozwijają się również bakterie sinice, których toksyny mogą dostać się do naszego organizmu podczas kąpieli. Wskutek eutrofizacji spada zawartość tlenu w wodzie oraz powstają martwe strefy w warstwach przydennych, co wiąże się z wymieraniem ryb i innych organizmów wodnych. Obejrzyj animację WWF o skutkach eutrofizacji Bałtyku.



Wskutek intensywnego zakwitania glonów i sinic w wodzie powstają wyspy beztlenowe. ©Lamiot, Wikimedia.org

# Dlaczego nadmiar nawozów i soli szkodzi roślinom?

Sól obniża temperaturę topnienia śniegu, więc w okresie zimowym jest chętnie stosowana na naszych drogach i chodnikach. Śnieg i lód rozpuszcza się, jezdnie stają się czarne, ale słona maź, czyli tzw. błoto pośniegowe wsiąka w glebę. Zamiast wypuszczać wiosną liście, drzewa chorują i usychają. Sprawdźcie, jak zachowują się rośliny, gdy do wody dodamy sól kuchenną.



Co roku zimą na polskie drogi trafiają tony soli. ©Jerzy Górecki / Pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?

3 szklanki napełnione do połowy wodą



3 pędy (wlistnione todaygi) o równej liczbie liści z drzewa lub krzewu

łyżka stołowa



marker lub taśma



sól kuchenna



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Ustaw przygotowane szklanki na stole i napełnij każdą z nich do połowy wodą. Zwróć uwagę, aby poziom wody w naczyniach był jednakowy, zaznacz go markerem lub taśmą. Do pierwszej szklanki wsyp 1 łyżkę soli, a do drugiej 2 łyżki i dokładnie ją wymieszaj. W trzeciej szklance, która jest próbą kontrolną, pozostaw tylko wodę. Do każdego naczynia włóż przygotowany pęd liściasty, następnie powierzchnię wody pokryj cienką warstwą oleju, aby zapobiec parowaniu wody. Obserwuj zmiany zachodzące w roślinach 2-3 razy dziennie. Zwróć uwagę na poziom wody i wygląd liści. Po ilu godzinach liście zaczną więdnąć? W którym naczyniu poziom wody obniżył się najbardziej, a w którym najmniej?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Zamiast soli zastosuj w zbyt dużej ilości nawozy dla roślin doniczkowych albo nawozy mineralne stosowane w ogrodach i na polach. Czy zastosowanie większych dawek podczas nawożenia roślin skutkuje ich wzrostem?

## OBSERWACJE

Liściaste pędy pobierają tylko wodę bez soli, dlatego poziom wody w naczyniu obniżył się.

## CZY WIESZ, ŻE

Podobnie jak wszystkie organizmy, również i rośliny potrzebują do życia wody i soli mineralnych, które najczęściej pobierają z gleby za pomocą korzeni, dzięki zjawisku osmozy. Podczas osmozy woda przechodzi przez błonę półprzepuszczalną komórek z roztworu o niższym stężeniu do roztworu o wyższym stężeniu. Proces ten następuje nieustannie, aż do wyrównania stężeń w obu roztworach. W warunkach normalnych stężenie soli mineralnych w roślinie jest wyższe niż w glebie, więc w celu wyrównania stężeń, woda z gleby przenika do komórek rośliny.

Odwrotne zjawisko występuje wtedy, gdy w glebie, wokół korzeni, znajduje się woda z solą lub nadmierna ilość nawozów. Roztwór w glebie ma wyższe stężenie, więc w celu wyrównania stężeń, woda z rośliny przenika do gleby. Zamiast pobierać, roślina oddaje zgromadzoną w tkankach wodę, co powoduje stopniowe jej więdnienie, a potem usychanie. Dlatego nadmierne nawożenie nie wpływa na wzrost i rozwój roślin, powoduje za to osłabienie roślin przez utratę wody.



Sól drogowa sypana na jezdnię zimą szkodzi okolicznym drzewom. ©MichaelM, pixabay.com



# Gdy do oceanu trafia ropa

Oceany, które zajmują 2/3 powierzchni Ziemi, mają ogromny wpływ na życie całej planety, ponieważ są głównym źródłem tlenu. Niestety, życie oceaniczne jest zagrożone ze względu na nadmierne połowy, pływające góry plastikowych śmieci oraz najgroźniejsze w skutkach wycieki ropy naftowej. [Sprawdźcie, jak zachowuje się olej w wodzie.](#)



Pingwin przyłądkowy po wycieku ropy z tankowca, Wyspa Robben, RPA. ©Martin Harvey / WWF

## CO JEST POTRZEBNE?

atrament  
lub niebieski  
barwnik  
spożywczy



2 ptasie  
pióra



olej jadalny

nieduży  
stoik  
z zakrętką  
napęczniony  
wodą do 2/3  
wysokości



kilka łyżeczek



miska  
średniej  
wielkości



ryba  
wykonana  
z plasteliny



łyżka stołowa

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu

## JAK TO ZROBIĆ?

Napełnij stoik wodą do 2/3 wysokości, dodaj kilka kropli atramentu lub barwnika. Do zabarwionej na niebiesko wody wlej olej i zamknij dokładnie stoik zakrętką. Teraz stoik przechylaj, obracaj, potrząsaj wolniej lub szybciej, ponieważ odmienne ciecze mają różną gęstość. Obserwuj, jak ciecze się zachowują, czy można je wymieszać?

Do połowy miski nalej wody, następnie na jej powierzchni, w 3-4 miejscach, wlej po łyżce oleju. Po katastrofach tankowców plamy ropy są zbierane z powierzchni wody. Sprawdź, za pomocą łyżeczek, czy można zebrać z wody plamy oleju? Czy udało się całkowicie oczyścić wodę z oleju?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

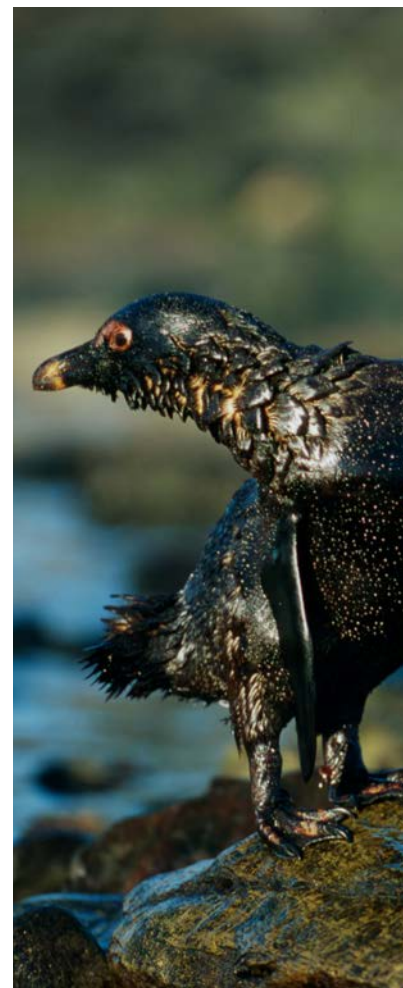
Na jednej z plam oleju połóż pióro, a na kolejnej - rybkę. Wyjmij pióro i rybkę. Czym różni się wygląd i dotyk pióra wyjętego z wody i pióra suchego? Co zmieniło się w dotyku i wyglądzie rybki? W jaki sposób można oczyścić pióro i rybkę?

## OBSERWACJE

Plamy oleju unoszą się na powierzchni wody, olej nie miesza się z wodą. Olej łatwo przyczepia się do pióra i rybki, ale trudno go usunąć.

## CZY WIESZ, ŻE

Olej nie miesza się z wodą, ponieważ obie te ciecze różnią się gęstością. Ocean jest ostatnim ogniwem, do którego spływają - wraz z rzekami i opadami - wytwarzane przez człowieka zanieczyszczenia pochodzące z lądu i z atmosfery. Transport morski, rozwój turystyki, nadmierna eksploatacja łowisk, mikroplastik i wyspy śmieci, jak również eutrofizacja, czyli przeżyźnienie wód to przyczyny negatywnych zmian w coraz mniej odpornym na działania człowieka ekosystemie. Poważne zagrożenie stanowią również wycieki ropy naftowej, związane z wydobywaniem surowców z dna oceanu, gdy dochodzi do awarii tankowca czy elementów platformy wiertniczej. Ropa jest lżejsza od wody i utrzymuje się na jej powierzchni (1 litr ropy może pokryć cienką warstwą wodę o powierzchni od 1 do 10 tys. m<sup>2</sup>). Uwolniona do środowiska substancja nie przepuszcza tlenu i słońca, przez co powoduje wymieranie organizmów w wodzie, a nawet całkowity zanik życia na danym obszarze. Ptaki, przysiadając na plamach ropy, moczają i sklejają pióra, co uniemożliwia im latanie. Ropa połknięta przez zwierzęta, uniemożliwia wchłanianie pokarmu, może też sklejać skrzela ryb i skorupiaków, pozabawiając je zdolności oddychania. Przesuwające się plamy ropy to również zanieczyszczone wybrzeża, czyli rejony najgęściej zamieszkałe przez człowieka. Na piaszczystych plażach ropa miesza się z piaskiem i usunięcie jej wymaga wywiezienia dużej jej części. To powoduje niszczenie wybrzeża i trwałe zmiany w krajobrazie.



Zaolejonym ptakom wodnym grozi wychłodzenie, zatrucie, utrata zdolności do lotu. ©Martin Harvey / WWF

# Filtr wodny w domowych warunkach

Woda, która płynie z kranu, przechodzi przez proces oczyszczania i uzdatniania, zanim trafi do naszych domów. Podobnie wytwarzane przez nas ścieki, zanim popłyną z powrotem do rzeki, powinny trafić do oczyszczalni, gdzie zanieczyszczenia zostaną oddzielone od wody. Sprawdźcie, jak można oczyścić wodę?



Osadnik Wtórny Oczyszczalni Miejskiej w Wieluniu. ©Stefan.p21 (Maciej Pres) / Wikimedia.org

## CO JEST POTRZEBNE?



płyn do zmywania



słoik



duża, plastikowa butelka



zmielona kawa



herbata



mąka



żwir



piasek



płatki kosmetyczne



filtr do kawy



łyżeczka



nóż

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu

## JAK TO ZROBIĆ?

Przygotuj zanieczyszczoną wodę: do słoika wlej wodę, a następnie dodaj po jednej łyżeczce wymienionych produktów (np. zmielonej kawy, herbaty, mąki...) i wszystko wymieszaj. Żeby zbudować filtr do oczyszczania wody, przetnij butelkę na 1/2 wysokości, odwróć przecięty kawałek i włóż do butelki szyjką w dół. Do powstałego lejka włóż rozłożony filtr do kawy, wysyp warstwę żwiru, przykryj ją warstwą z wacików kosmetycznych, wysyp kolejną warstwę piasku. Nalej do przygotowanego filtra zanieczyszczoną wodę. Obserwuj, jak woda przepływa przez kolejne warstwy i jak się zmienia? Które z zanieczyszczeń zatrzymały się w filtrze? Czy woda jest przezroczysta? Czy woda po przejściu przez filtr nadaje się do picia?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Do wody dodaj łyżeczkę płynu do zmywania. Sprawdź, czy filtr oczyści wodę z detergentu? Filtrowanie to proces oczyszczania mechanicznego w oczyszczalniach ścieków. Dodatkowo stosuje się jeszcze oczyszczanie chemiczne – z wykorzystaniem procesów chemicznych i oczyszczanie biologiczne z zastosowaniem mikroorganizmów, np. bakterii, które odżywiają się zanieczyszczeniami.

## OBSERWACJE

Filtr zatrzymuje większość zanieczyszczeń, ale woda nadal zawiera drobiny kawy, mąki i płyn do zmywania.

## CZY WIESZ, ŻE

Woda słona w postaci oceanów pokrywa 2/3 powierzchni Ziemi, nazywanej również błękitną planetą. Jednak każdy człowiek potrzebuje do życia wody słodkiej, która stanowi zaledwie 2,5% całkowitych zasobów wodnych naszej planety, a tylko jej 1% jest zdatny do picia. Czy to oznacza, że woda słodka należy do zasobów deficytowych i powinniśmy gospodarować nią wyjątkowo oszczędnie? Tak, Polska jest na przedostatnim miejscu w Europie, jeśli chodzi o zasobność w wodę. Na jednego mieszkańca naszego kraju przypada 3 razy mniej wody niż średnio w Europie (1600 m<sup>3</sup> rocznie na osobę, podczas gdy w UE jest to ponad 4500 m<sup>3</sup>). Woda w naszych kranach pochodzi najczęściej z rzek i jezior oraz z ujęć podziemnych, które są odnawiane dzięki cyklowi hydrologicznemu. Słońce wyparowuje wodę z morza, para wodna tworzy chmury, z których woda spada na ziemię w postaci deszczu. Woda deszczowa dostaje się do rzek i jezior, a potem znów płynie do morza. W wodzie morskiej znajduje się sól, ale gdy woda paruje, sól pozostaje, dlatego krople deszczu tworzy już tylko woda słodka. A każdy padający deszcz rozpoczyna ponowną wędrówkę wody do morza.



Oczyszczalnia Ścieków „Czajka” ©Krzysztof Gabrylewski, Wikimedia.org

# Jak zanieczyszczenia wpływają na mieszkańców wody?

Ścieki to zabrudzona woda odprowadzana do rzek, jezior i mórz, która może zawierać zanieczyszczenia pochodzące z domów, zakładów przemysłowych, pól i opadów atmosferycznych. [Sprawdźcie, jak wędrują ścieki w zbiornikach wodnych.](#)



Zanieczyszczenia wpadające do rzek ze ściekami wędrują na duże odległości. ©pxhere.com

## CO JEST POTRZEBNE?



atrament  
lub barwnik  
spożywczy



nożyczki



miska  
lub kuweta



kilka płatków  
kosmetycznych

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Naczynia używane w doświadczeniu (np. kubek, butelkę lub miskę) napełnij wodą do 1/3 wysokości. Do wody w kubku dodaj za pomocą pipety 2 krople atramentu lub barwnika, które obrazują zanieczyszczenia wytwarzane w naszych kuchniach i łazienkach. Zanieczyszczona woda z domów wędruje rowami i kanałami do rzek, więc wlej wodę z kubka do stoika lub butelki, które obrazują rzeki. Woda z rzek wpływa do morza, dlatego przelej całą wodę z naczynia do miski. Obserwuj zmiany zabarwienia wody. W którym naczyniu było widoczne zabarwienie? Czy brak zabarwienia świadczy o tym, że nie ma już zanieczyszczeń?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Do ostatniego zbiornika wodnego włóż wycięte w kształcie ryby płatki kosmetyczne. Sprawdź, czy wchłaniają wodę? Zastanów się, czy zanieczyszczenia zbiorników wodnych mają wpływ na żyjące w nich organizmy?

## OBSERWACJE

Zabarwienie wody zanika w większej ilości wody. Rybki z płatków kosmetycznych wchłaniają wodę.

## CZY WIESZ, ŻE

W wodzie, jak i na lądzie występują łańcuchy pokarmowe, które przeplatają się w sieci zależności pokarmowych. Wiele substancji dostaje się do wody na skutek działalności człowieka, są to np. ścieki, farby, oleje, detergenty, nawozy sztuczne lub pestycydy, czyli środki ochrony roślin. Zanieczyszczenia, podobnie jak składniki odżywcze, przechodzą z wody do roślin. Nie zawsze substancje szkodliwe powodują dostrzegalne zmiany w wyglądzie organizmu. Są wydalane w niewielkim stopniu albo w ogóle, za to stopniowo odkładają się (kumulują) w tkankach. Substancje te oddziałują na wszystkie formy życia biologicznego, przedostając się do kolejnych organizmów, „wędrują” po łańcuchach pokarmowych. Rośliny i zwierzęta wodne, które są roślinożerne, nie zawierają w swoich ciałach zbyt wielu szkodliwych substancji. Największa ilość niepożądanych substancji występuje w organizmach dużych drapieżników, czyli zwierząt mięsożernych, które potrzebują większej ilości pokarmu.



Olejowy „film” na wodzie. ©Hebi B., Pixabay.com

# Podróże mikroplastiku

Mikroplastik to cząsteczki tworzyw sztucznych o wielkości do 5 mm, używanych do produkcji pasty do zębów, kremów z filtrem i brokatu. Mogą być także rezultatem rozpadu większych plastikowych przedmiotów, np. butelki PET lub wyplukiwania drobinek plastiku z tkanin syntetycznych podczas prania. Mikroplastik podbił większość środowisk na świecie: od dna oceanu do jego powierzchni. Naukowcy znaleźli go w arktycznej pokrywie lodowej, w soli kuchennej i nawet w organizmie człowieka. Sprawdźcie, w jaki sposób mikroplastik przenika do środowiska naturalnego.



od lewej: Odlamki plastiku znalezione po przetrząśnięciu piasku z niewielkiego odcinka plaży, Wyspa Millana, 2019 r. ©Veronica Joseph / WWF-Aus; Cząsteczki mikroplastiku w soli. ©Olena Sakhnenko / 123rf.com

## CO JEST POTRZEBNE?



\* ŻEBY NIE PRZYCINIĆ SIĘ DO DODATKOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ, WARTO SKORZYSTAĆ Z ZAMIENNIKA: NAJLEPIEJ SIĘGNAĆ PO KOSMETYK Z NATURALNYM PEELINGIEM – Z ŁUPIN ORZECHA ALBO Z KAWY, ALE NIE SOLNYM, PONIEWAŻ SIĘ ROZPUŚCI.

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu

## JAK TO ZROBIĆ?

Nałóż próbkę kosmetyku na pończochę, przykryj ją drugą warstwą pończochy, włóż do wody i delikatnie wymydl zawartość, żeby oddzielić kosmetyk od części stałych. Za pomocą szpatułki lub łyżeczki przełóż mikrocząsteczki na kartkę czy szalkę mikroskopu. Przy użyciu mikroskopu lub dużej lupy sprawdź, co zostało.

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wymieszaj mikroplastik z trzema łyżkami ciemnej konfitury, np. jagodowej. Sprawdź, czy uda ci się dostrzec jego drobinke w pożywieniu. Zastanów się, w jaki sposób mikroplastik może wpływać na organizm człowieka.

## OBSERWACJE

Na tkaninie pozostaną widoczne drobinke mikroplastiku. Po wymieszaniu z konfiturą możemy zaobserwować, jak „podszywają się” pod jedzenie.

## CZY WIESZ, ŻE

Drobinke mikroplastiku przenikają przez filtry oczyszczalni i wędrują z rzekami do morza. Do samego Bałtyku corocznie trafiają w ilości około 40 mln ton. W przyrodzie mikroplastik zjadają ryby, które myślą go za drobnym planktonem. Następnie ryby są zjadane przez inne organizmy: większe gatunki ryb, ssaki, ptaki, a także ludzi. Mikroplastik jest bardzo trudno wyprowadzić z organizmu człowieka. Zgodnie z badaniami z 2015 roku\*, zjedzony przez organizmy o mniejszych rozmiarach, może powodować nowotwory, schorzenia wątroby i zaburzenia hormonalne. Długofalowy wpływ mikroplastiku na życie człowieka wciąż jest badany.

\* LASSEN C., HANSEN S. F. MAGNUSSEN, K. HARTMANN, N. B. REHNE JENSEN, P. NIELSEN T. G. & BRINCH A., MICROPLASTICS: OCCURRENCE, EFFECTS AND SOURCES OF RELEASES TO THE ENVIRONMENT IN DENMARK. COPENHAGEN K: DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2015.



Mikro- i mezoplastik z północnego wybrzeża Wysp Kanaryjskich, Hiszpania, 2018. ©Desiree Marting AFP, Getty Images

# Woda jako rozpuszczalnik

Mieszanki powstają w wyniku zmieszania w dowolnej ilości różnych substancji. Najczęściej spotykamy roztwory wodne, czyli mieszaniny wody z rozpuszczonymi w niej substancjami. [Sprawdźcie, jakie są rodzaje roztworów wodnych.](#)



Cząsteczki wody mieszają się z cząsteczkami atramentu. ©Thilo Becker / pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



sól



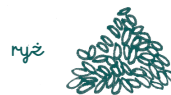
olej



4 szklanki z wodą



4 łyżki



ryż

mąka



lupa powiększająca

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Do ustawionych obok siebie szklanek z wodą dodaj po jednej łyżce: soli, mąki, ryżu i oleju. Zwróć uwagę na to, aby do każdego naczynia dodać tylko jedną substancję. Mieszaj przez 30 sekund każdą z przygotowanych mieszanin. Rozpocznij obserwacje. Obserwuj najpierw bez lupy, a następnie za pomocą lupy powiększającej. Czy możesz rozróżnić składniki powstałych mieszanin? Czy dodany składnik rozpuścił się w wodzie? Jak zmieniła się barwa i przejrzystość wody? Jak można podzielić otrzymane mieszaniny?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Do szklanek, w której znajduje się mieszanina wody z solą, dodaj jeszcze kilka łyżek soli (np. 5-6). Żeby przeprowadzić doświadczenie, dosypuj sól po jednej łyżce, za każdym razem mieszając do całkowitego jej rozpuszczenia. Zaobserwuj, kiedy na spodzie szklanki pozostanie sól, która mimo mieszania, nie rozpuści się? Dlaczego w tej mieszaninie sól już się nie chce rozpuścić?

## OBSERWACJE

Sól rozpuszcza się całkowicie, ale gdy będzie jej za dużo, pozostaje na dnie. Mąka zmienia przejrzystość wody, a jej część, tak jak ryż, również opada na dno. Olej pozostaje na powierzchni wody.

## CZY WIESZ, ŻE

Mieszanina jednorodna, inaczej roztwór, występuje wtedy, gdy nie można rozróżnić składników za pomocą wzroku lub lupy. Składa się z rozpuszczalnika i co najmniej dwóch lub kilku substancji w nim rozpuszczonych. Jeśli występuje duża ilość substancji rozpuszczonej w wodzie i nie można już rozpuścić jej więcej, to nazywamy taki roztwór nasyconym. Mieszanina niejednorodna powstaje wtedy, gdy przynajmniej jeden składnik można rozróżnić. Woda jest najlepszym rozpuszczalnikiem dla ciał stałych, cieczy i gazów, dlatego występuje w przyrodzie najczęściej w postaci roztworów wodnych, np. tlen rozpuszczony w wodzie, który umożliwia oddychanie organizmom wodnym lub pobieranie wody z solami mineralnymi przez rośliny. Wszystkie oceany, morza, rzeki oraz wody podziemne zawierają rozpuszczone i niewidoczne dla nas sole mineralne, substancje organiczne i nieorganiczne, gazy oraz mikroorganizmy. Zbiorniki wodne to również mieszaniny wody i substancji szkodliwych, np. ścieków, środków chemicznych, nawozów. Woda w postaci czystej, czyli pozbawiona wszystkich substancji to woda destylowana, która nie ma smaku, jest bezbarwna i bezwonna.



Woda jest najlepszym rozpuszczalnikiem dla ciał stałych, cieczy i gazów. ©Henryk Niestrój, Pixabay.com

# Dlaczego jajko boi się octu?

Wapń, składnik mineralny, niezbędny do budowy naszych kości, zębów oraz skorupki jaj ptaków, dzięki któremu są one twarde i mocne. Sprawdźcie, czy można rozpuścić skorupkę jajka.



Jajo kurze po doświadczeniu z octem. ©Biswarup Ganguly / Wikimedia.org

## CO JEST POTRZEBNE?



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Do słoików włoż po jednym jajku. Następnie zalej jedno jajko wodą, a drugie octem. Po zanurzeniu jajek obserwuj, czy pojawią się bąbelki gazu. Zamknij słoiki i odstaw na 24 godziny. Następnego dnia, załóż gumowe rękawiczki i delikatnie przytrzymując każde jajko palcami, wyjmij je ze słoików. Porównaj skorupki obu jaj, oceń ich twardość i elastyczność.

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Jajko, które leżało w occie unieś na wysokość kilkunastu centymetrów i upuść na stół lub talerzyk. Obserwuj, jak zachowa się jajko. Dlaczego niektórzy nazywają je gumowym jajkiem?

## OBSERWACJE

Oba jajka po włożeniu do wody i octu będą wydzielaly pęcherzyki powietrza. Po kilku godzinach na powierzchni octu może pojawić się piana lub osad. Skorupka jajka umieszczonego w roztworze kwasu octowego zniknie i pozostanie tylko elastyczna błona otaczająca białko i żółtko. Skorupka jajka, które leżało w wodzie, nie zmieni się.

## CZY WIESZ, ŻE

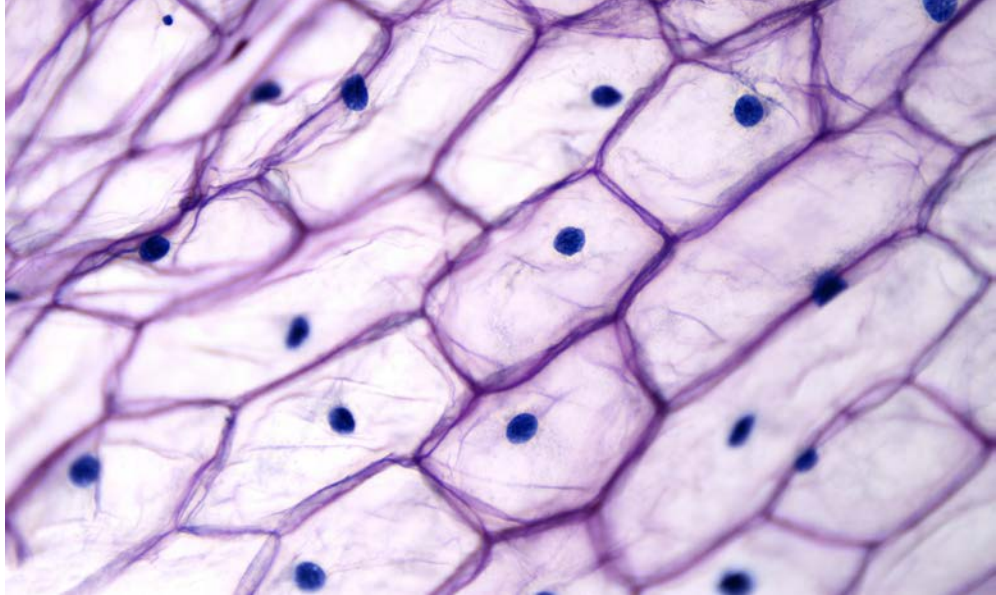
W skład skorupki jaja wchodzi węglan wapnia, który pod wpływem kwasu octowego wchodzi w reakcję, co powoduje, że skorupka rozpuszcza się. Skorupka jaja zapewnia ochronę, musi być wytrzymała, a jednocześnie cienka, by umożliwić wymianę gazową. Komora powietrzna i pory, czyli mikroskopijne otwory w skorupce, których może być nawet 17 tysięcy, pozwalają pobierać z otaczającego powietrza tlen i wydalać dwutlenek węgla. W samym środku jaja znajduje się żółtko, czyli zapas żywności dla rozwijającego się ptaka, który powstaje z tarczki zarodkowej. Dwa pasma włóknistego białka, tzw. skrętki lub chalazy, utrzymują kulę żółtkową w centralnym położeniu. Przenoszenie, potrząsanie jajkiem powoduje zerwanie skrętek i opadnięcie żółtka. Pod skorupką znajduje się podwójna błona i białko jaja, które zawiera zapasy wody. Jajko jest największą pojedynczą komórką zwierzęcą - można ją zobaczyć gołym okiem. Największym spośród jaj jest jajo strusia, które osiąga nawet ponad 10 cm długości. Ugotowanie strusiego jaja na twardo zajmuje około 2,5 godziny. Natomiast najmniejsze jaja składa koliberek hawański, bo mierzą one zaledwie około 6 mm. Zwierzęta składające jaja spotkamy też wśród ssaków, są to dwa wyjątki: dziobak i kolczatka, które żyją w Australii.



Jaja przepiórcze, kurze i strusie dla porównania wielkości. ©Rainer Zenz, Wikimedia.org

# Kiedy ma być po równo, czyli jak działa osmoza?

Osmoza, czyli przenikanie wody przez błonę półprzepuszczalną z roztworu o niższym stężeniu do roztworu o wyższym stężeniu, umożliwia transport między komórkami roślin i zwierząt. Sprawdźcie, jak komórki reagują na roztwory o różnych stężeniach.



Komórki skórki (epidermy) cebuli pod mikroskopem. ©Peter Hermes / 123rf.com

## CO JEST POTRZEBNE?



3 szklanki napełnione wodą do 2/3 wysokości

sól



1 surowy ziemniak



1 ugotowany ziemniak



nóż



4 rodzynki



łyżeczka

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Z surowego, obranego ziemniaka odetnij 2 plastry o grubości 3-4 mm. Ustawione obok siebie trzy szklanki napełnij wodą do 2/3 wysokości. Tylko do pierwszej szklanki wsyp 2-3 łyżeczki soli, wymieszaj i włóż do niej jeden plaster ziemniaka. Do drugiej, w której znajduje się woda bez soli, dodaj plaster ziemniaka, a do trzeciej - tylko 2 rodzynki. Odczekaj 30 minut, a potem wyjmij z wody plastry ziemniaka i rodzynki. Obserwuj, który plaster jest sztywny, a który miękki i pozwala się nawet zginać. Porównaj wielkość i twardość rodzynek wyjętych z wody, a przy pozostałych porównaj, które z nich są większe.

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

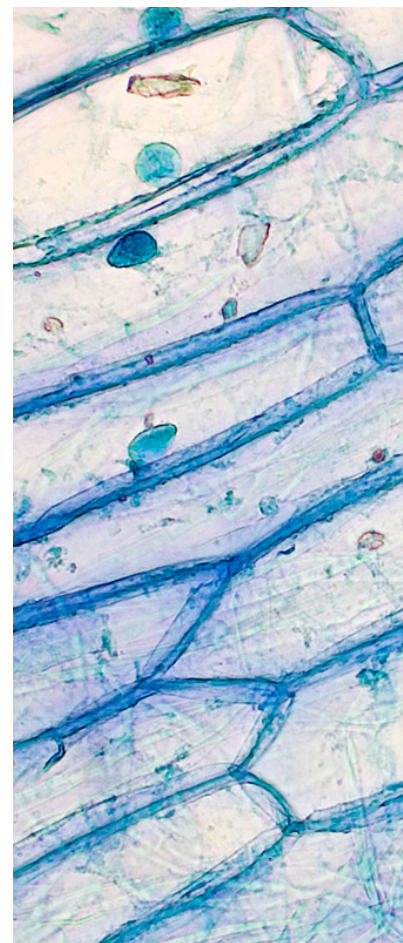
W wodzie z solą i w wodzie bez soli umieść po jednym plastrze (grubości 3-4 mm) ugotowanego ziemniaka. Czy zmieni się jego twardość?

## OBSERWACJE

Plaster ziemniaka wyjęty z osolonej wody jest miękki i łatwo się zgina. Rodzynki napęczniały, stały się jędrne. W plastrach ugotowanego ziemniaka nie ma zmian, ponieważ żywe komórki zostały zniszczone przez proces gotowania.

## CZY WIESZ, ŻE

Komórki roślin i zwierząt są otoczone błoną komórkową, która jest półprzepuszczalna, czyli niektóre substancje, jak np. woda, mogą przez nią przenikać, a inne nie. W surowym ziemniaku oraz rodzynek występują żywe komórki, w których mogą zachodzić procesy życiowe. Woda z komórek ziemniaka, umieszczonego w słonej wodzie, przeszła do roztworu o większym stężeniu. To spowodowało, że ziemniak, oddając swoją wodę, stracił jędrność, stał się miękki i wiotki. Odwrotną sytuację obserwujemy w przypadku rodzynek, gdzie woda przeszła z roztworu o mniejszym stężeniu do roztworu o większym stężeniu, czyli do rodzynek. Takie przechodzenie wody przez półprzepuszczalną błonę organizmów żywych z mniej stężonego roztworu do bardziej stężonego, nazywamy osmozą. Zjawisko to wpływa na sposób pobierania wody przez ryby żyjące w wodach słodkich i słonych. Ryby słodkowodne nie piją wody, ponieważ wnika ona do ich organizmu przez skórę, natomiast ryby morskie odwrotnie, ciągle piją wodę, aby uzupełnić wodę przenikającą na zewnątrz ciała. Zwierzęta morskie żyjące w słonej wodzie wykształciły mechanizmy wydalania nadmiaru soli, np. foki i morys usuwają ją z moczem, krokodyle i żółwie płaczą, a ptaki morskie wytwarzają wydzieliny spływające z czubka dziobu.



Komórki roślinne pod mikroskopem. ©Umberto Salvagnin, Flickr.com

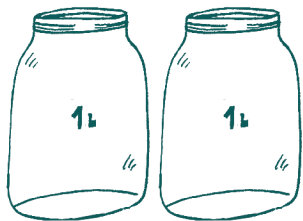
# Zasolenie wody a mieszkańcy Bałtyku

Zasolenie wody zwiększa jej wyporność, dlatego łatwiej pływa się w wodach słonych niż w słodkich. Czy to możliwe, że w Morzu Martwym, czyli najbardziej zasolonym zbiorniku na świecie, osoby, które nie potrafią pływać mogą unosić się na powierzchni wody i nie utoną? Sprawdźcie, jak zachowuje się jajko w wodzie słodkiej i słonej.



Wysoka wyporność, dzięki dużej zawartości soli w Morzu Martwym. ©Pete / Wikimedia.org

## CO JEST POTRZEBNE?



2 wysokie szklane naczynia lub 2 litrowe słoiki



szklanka o pojemności 250 ml



sól kuchenna



2 surowe jajka

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Wlej do każdego z dwóch przygotowanych naczyń po 250 ml wody, którą możesz odmierzyć za pomocą szklanki. Następnie przygotuj wodę słoną, czyli odmierź 1 czubatą łyżkę soli, a potem wsyp ją do pierwszego naczynia i dokładnie wymieszaj. Teraz do każdego z naczyń włóż delikatnie jajko, najlepiej za pomocą łyżki. Obserwuj, jak zachowują się jajka w obu naczyniach? W której wodzie jajko opadło na dno naczynia, a w której unosi się przy powierzchni wody?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

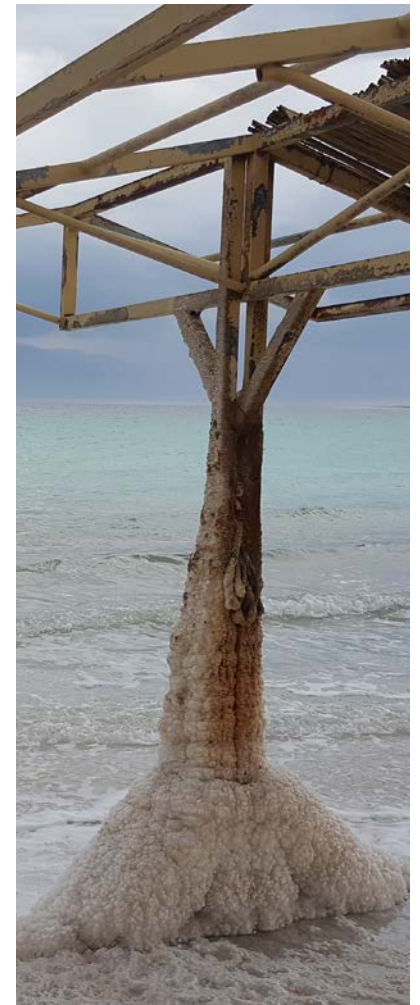
Do naczynia z jajkiem w słonej wodzie dolej dwie szklanki wody z kranu. Czy jajko nadal utrzymuje się przy powierzchni, czy opadło na dno? A co się stanie, gdy do tej półsłonej wody dodasz 2 łyżki soli i po wymieszaniu znów włożysz jajko. Czy jajko nadal znajduje się na dnie, czy ponownie pływa przy powierzchni?

## OBSERWACJE

Jajko tonie w wodzie bez soli, a w wodzie z solą unosi się.

## CZY WIESZ, ŻE

W słodkiej wodzie jajko tonie, ponieważ ma większą gęstość niż woda. Sól rozpuszczona w wodzie zwiększa jej gęstość, czyli w wodzie z solą jajko ma mniejszą gęstość niż woda, dlatego unosi się. Bałtyk zaliczany do mórz półsłonnych, jest najbardziej zasolonym morzem na świecie. Jego średnie zasolenie wynosi tylko 7 gram soli na 1 litr wody. Otoczony dookoła lądem, na którym leży dziewięć państw, wymienia wody z bardziej zasolonym Morzem Północnym jedynie przez wąskie cieśniny, co powoduje, że całkowita wymiana wód trwa nawet do 30 lat. Za to nieustannie dopływa do niego woda słodka z 250 rzek, które tutaj mają swoje ujścia. Położone w północnej strefie klimatu umiarkowanego wody Bałtyku są raczej chłodne, ich średnia temperatura to 10°C. Zasolenie, temperatura i położenie wpływają na żyjące tu organizmy, dlatego w Bałtyku żyją zarówno ryby morskie, np. śledzie, dorsze, jak i słodkowodne okonie czy sandacze, a także ryby dwuśrodowiskowe, np. łosoś atlantycki i węgorz europejski. Bałtyckie wody zamieszkują również ssaki: foki szara, obrączkowana i pospolita oraz morswin. Spotkamy w nich też meduzy (chętobie modre), która należą do parzydełkowców. Na brzegach parasola posiadają komórki parzydełkowe, którymi paraliżują swoje ofiary. Poza zwierzętami w Bałtyku występują również, należące do roślin, glony: zielenice, brunatnice i krasnorosty. Morszczyzn pęcherzykowaty nazwę zawdzięcza brunatnej barwie i charakterystycznym pęcherzykom. Światłolubne zielenice spotkamy najbliżej brzegu, natomiast w najciemniejszych warstwach morza występują krasnorosty o czerwonej barwie.



Osad z soli. ©Pxhere.com



# Przewodzenie energii cieplnej

Czy zastanawialiście się, dlaczego kaloryfery są wszędzie metalowe, a żelazka mają zawsze plastikowe obudowy? Zastosowane materiały różnią się właściwościami przekazywania ciepła, czyli przechodzenia energii cieplnej z ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze. Sprawdźcie, które materiały są przewodnikami ciepła.



Marsz pingwinów królewskich wzdłuż rzeki, Antarktyka, 2006. ©Wim van Passel / WWF-Canon

## CO JEST POTRZEBNE?



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Do szklanki z gorącą wodą włóż przygotowane przedmioty tak, aby były zanurzone do 1/2 swojej wysokości. Po 2-3 minutach sprawdź, dotykając palcami, te części przedmiotów, które znajdują się powyżej poziomu wody. Czy wszystkie przedmioty są ciepłe? O których materiałach możesz powiedzieć, że pobrały ciepło z wody, a które nie?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wykonaj to doświadczenie jeszcze raz, ale teraz przygotowane przedmioty umieść w szklance z zimną wodą. Zaobserwuj, które z nich będą zimne?

## OBSERWACJE

Łyżeczka metalowa i szklana rurka szybko się nagrzewa i oziębia, a drewniany patyczek i plastikowe mieszadło prawie wcale.

## CZY WIESZ, ŻE

W przewodnikach cieplnych proces pobierania lub oddawania ciepła odbywa się bardzo szybko, a w izolatorach odwrotnie, bardzo wolno lub wcale. Najlepszymi przewodnikami ciepła są metale, np. miedź, aluminium, natomiast do izolatorów należą drewno, plastik, czyli wszystkie tworzywa sztuczne oraz powietrze i warstwa tłuszczu. Zjawisko przewodnictwa cieplnego dotyczy również organizmów, które zimą są narażone na utratę ciepła, a latem cierpią z powodu upałów. Nawet psy spacerujące po śniegu czują chłód, gdy ciepło przepływa z ich łap do zimnego podłoża, a latem odwrotnie, parzą łapy, gdy rozgrzane chodniki i jezdnie oddają im zgromadzoną energię cieplną. A jak zwierzęta chronią się przed mrozną temperaturą i lodowatą wodą? Ptaki i ssaki, aby zmniejszyć powierzchnię ciała, z której ucieka ciepło, przyjmują często sylwetkę kulistą. Zwierzęta żyjące w społecznościach, np. pingwiny, tworzą skupiska, w których ogrzewają się nawzajem swoimi ciałami. Ssaki występujące w naszej strefie klimatycznej, np. lisy zwyczajne i niedźwiedzie brunatne, wytwarzają puszyste zimowe futro, w którym zatrzymuje się powietrze, tworząc izolator cieplny. Ale żyjące bliżej biegunów lisy i niedźwiedzie polarne dodatkowo posiadają przy skórze gęsty i krótki podszerstek. Ptaki, żeby zwiększyć właściwości termiczne, wytwarzają pióra puchowe. Zwierzęta, które żyją w zimnych wodach, np. foki czy walenie, izolują się od otoczenia, gromadząc pod skórą grubą warstwę tłuszczu. Do wędrowców po zimnym podłożu przystosowały się też nogi zwierząt, np. stopy niedźwiedzi polarnych pokrywa sierść, a reniferym twardziej kopyta.



Kolonia pingwinów królewskich. Gromadzenie się w skupiska pomaga w utrzymaniu ciepła. ©Natalie Bowes / WWF-Canada

# Co zajmuje więcej miejsca, woda czy lód?

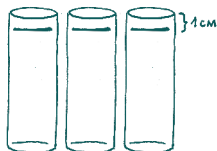
Kostki lodu dodane do wody lub napoju nie opadają na dno naczynia, tylko pływają na powierzchni. Czy to oznacza, że lód jest lżejszy od wody i coca-coli? Sprawdźcie, co zajmuje więcej miejsca, woda czy lód.



Nurkujące pod lód fokki Weddella. ©Changehali / Wikimedia.org

## CO JEST POTRZEBNE?

3 wysokie szklanki z zaznaczoną linią na wysokości 1 cm od górnego brzegu naczynia



duża butelka plastikowa wypełniona wodą



9 kostek lodu

ciepła woda



lodówka

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Na wysokości 1 centymetra od górnego brzegu zaznacz jednakowe linie na trzech szklankach. Włóż do pierwszej szklanki 3 kostki lodu, a do drugiej 6. Trzecia szklanka to próba kontrolna, dlatego nie wkładamy do niej lodu. Następnie wlej ciepłą wodę do każdej z trzech szklanek, dokładnie do wysokości oznaczonej linią. Poczekaj, aż kostki lodu się całkowicie rozpuszczą i dopiero wtedy sprawdź, czy poziom wody podniósł się ponad zaznaczoną linię? W którym naczyniu poziom wody jest najniższy, a w którym najwyższy? Czy ilość kostek lodu miała wpływ na poziom wody?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Butelkę całkowicie wypełnioną wodą włóż do zamrażalnika na co najmniej 24 godziny. Czy powstający z wody lód zmieści się w butelce?

## OBSERWACJE

W szklankach z lodem poziom wody obniżył się. Lód może spowodować popękanie ścianek butelki.

## CZY WIESZ, ŻE

U większości ciał stałych wraz ze spadkiem temperatury cząsteczki tworzące materię zbliżają się do siebie, mają mniej energii, wolniej się poruszają. Rośnie wtedy ich gęstość. Woda to substancja wyjątkowa, która jako jedyna może występować w trzech postaciach: cieczy, gazu i ciała stałego. Największą gęstość osiąga w temperaturze 4°C. Dlatego lód, którego proces powstawania rozpoczyna się w temperaturze 0°C, jest lżejszy. Jego gęstość jest mniejsza od gęstości wody, więc pływa po jej powierzchni. Mniejsza gęstość lodu oznacza, że cząsteczki są rzadziej ułożone, a skoro ich liczba się nie zmieniła, to potrzebują więcej miejsca. Dlatego lód zajmuje większą objętość niż woda, z której powstał. Lód to również pływające na powierzchni mórz i oceanów odłamy lodowców, czyli góry lodowe, które często w większej części znajdują się pod wodą. Występują one m.in. wokół Antarktydy i Grenlandii. Powstałe z opadów atmosferycznych lodowce są naszym magazynem słodkiej wody, ale również miejscem życia dla najprostszych roślin, czyli glonów oraz zwierząt, np. niedźwiedzia polarnego, fok, morsów, pingwinów.



Pingwini chód to polecana metoda na goledd! ©Denis Luyten, Wikimedia.org

# Zamarzanie wody

Kry lodowe to pływające po powierzchni mórz, rzek i jezior tafle lodu. Sprawdźcie, jak można wyciągnąć kostkę lodu z wody?



Kaczka krzyżówka na powierzchni zamarzniętej wody. ©Global Warming Images / WWF

## CO JEST POTRZEBNE?



linijka o długości 20 cm

szklanka do połowy wypełniona wodą



sól



nitka

3-4 kostki lodu



sznurek  
bawełniany

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Przygotuj nitkę o długości około 15-20 cm. Do szklanki napełnionej co najmniej do połowy wodą, włóż kostkę lodu. Teraz opuść koniec nitki na lód, a następnie posyp go szczyptą soli. Odczekaj chwilę i powoli unieś nitkę w górę. Czy lód „przyczepił” się do nitki? Jakie zjawisko wystąpiło pomiędzy nitką i kostką lodu?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wykonaj to doświadczenie jeszcze raz, ale zamiast nitki użyj np. grubszego sznureczka? Czy teraz też wyciągniesz kostkę lodu?

## OBSERWACJE

Tylko cienka nitka przymarznie do kostki lodu, która będzie wisieć na jej końcu.

## CZY WIESZ, ŻE

Lód topi się, gdy temperatura otoczenia wynosi 0 °C lub jest wyższa. Sól przyspiesza ten proces, gdyż dzięki niej lód topnieje nawet w niższej temperaturze. Warunkiem wystąpienia procesu topnienia jest jeszcze ciepło, które jest pobierane z tej części kostki lodu, na którą nie podziała sól. A ochłodzona, mokra powierzchnia lodu zamraża razem z nitką. W okresie mroźnej zimy, obserwujemy zamarzanie wody od góry, czyli tworzenie warstwy lodu na powierzchni zbiorników wodnych. Lód zabezpiecza przed nadmiernym obniżeniem temperatury w zbiorniku, ale też uniemożliwia dostęp tlenu, dlatego wycina się przeręble, czyli otwory w lodzie. Ryby należą do grupy zwierząt zmiennocieplnych, u których temperatura ciała zależy od temperatury otoczenia. Jednak nie zapadają w stan zimowego odrętwienia (hibernacji), bo gdy w górnej części zbiornika woda jest coraz zimniejsza, przemieszczają się niżej, na dno, a tam przez cały rok występuje temperatura 4°C. Zimą możemy zobaczyć ptaki, które siedzą nieruchomo na zamarzniętych zbiornikach wodnych. Możemy odnieść wrażenie, że przymarzły do lodu, np. łabędzie mogą tak przebywać na stawach przez kilka dni. Okazuje się, że ptaki tylko siedzą na lodzie i nie ruszają się, aby oszczędzać energię. Nie muszą wtedy pobierać pokarmu, ponieważ warstwa tłuszczu pod skórą jest ich źródłem energii. Chronią się przed wychłodzeniem, ograniczając przepływ krwi poprzez zwężone naczynia krwionośne na obwodzie ciała. W szczególnie zimnych i wietrznych dniach skupiają się w grupy i ogrzewają własnym ciepłem. Temperatura ciała ptaków jest wyższa niż ssaków i wynosi od 40 do 43°C.



Kry lodu arktycznego. ©Pink floyd88, Wikimedia.org

# Gravitacja

Czyli siła przyciągania, z jaką Ziemia działa na wszystkie ciała. Dzięki tej sile pada deszcz, rzeki płyną w dół, a upuszczone przedmioty spadają na ziemię. Sprawdźcie, co wpływa na szybkość spadania przedmiotów.



Czapla rdzawoszysza wykorzystuje opór powietrza do powolnego lądowania. ©Peter Brannon 2017

## CO JEST POTRZEBNE?



2 karty do gry



2 jednakowe kartki papieru



krzesło

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Z jednej kartki zrób kulkę. Wejdz na krzesło i upuść jednocześnie z tej samej wysokości obie kartki: zgniecioną i prostą. Obserwuj w jaki sposób poruszają się spadające kartki? Która kartka spadnie szybciej?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

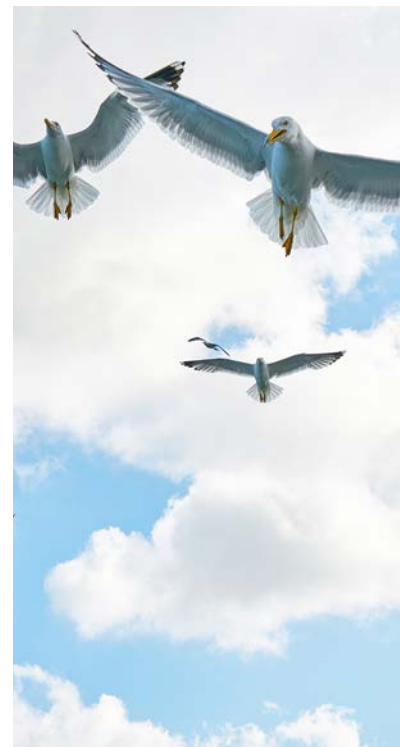
Stojąc na krześle, upuść jednocześnie, z tej samej wysokości, dwie karty do gry, ale przed ich upuszczeniem ustaw jedną poziomo, a drugą prostopadle do podłogi. Obserwuj, która spada wolniej, a która szybciej?

## OBSERWACJE

Papierowa kulka spada wzdłuż linii prostej, a rozprostowana kartka podczas opadania przemieszcza się na boki. Wolniej spada karta rozprostowana, o większej powierzchni.

## CZY WIESZ, ŻE

Ciała spadają w wyniku działania siły przyciągania ziemskiego, ale na prędkość ich spadania wpływa opór powietrza. Gdyby nie powietrze, to wszystkie przedmioty spadałyby na ziemię wzdłuż linii prostych i z taką samą prędkością. Opór powietrza wobec spadających ciał jest uzależniony od ich powierzchni. Prosta kartka papieru wywołała większy opór powietrza niż taka sama kartka zgniecioną w kulkę, czyli o mniejszej powierzchni. Przyciąganie ziemskie ma wpływ również na rośliny, które nie mogą się przemieszczać, tak jak zwierzęta, z miejsca na miejsce, ale reagują ruchem na warunki zewnętrzne. Reakcja ruchowa roślin w kierunku bodźca, np. wygięcie łodygi czy ustawienie blaszek liści to tropizm. Obserwując drzewa i krzewy, widzimy, że ich łodygi, kwiaty, liście kierują się w górę, do światła (fototropizm), ale ich korzenie zawsze rosną w dół. Korzenie nie reagują na brak światła, lecz na siłę przyciągania ziemskiego (geotropizm). Nawet jeśli kielkujące nasionko obrócimy o 180°, to i tak przyciąganie ziemskie spowoduje, że korzeń ulegnie skręceniu i będzie rósł w dół.



Lot szybyjący opiera się na wykorzystaniu prądów powietrza. Inaczej – lot „ślizgowy”. ©Pxhere.com

# Z czego składa się powietrze?

Powietrze to mieszanina niewidocznych gazów o różnych właściwościach. Tę różnorodność można zaobserwować w konkretnych okolicznościach, na przykład kiedy przygasa ognisko, to żeby je rozpałcić, dmuchamy na żar, ale kiedy dmuchamy na płomień zapałki, to ją gasimy. Sprawdźcie, z czego składa się powietrze.



Rośliny w słoiku oddychają dzięki tlenowi, który same produkują. ©Madamlead / 123rf.com

## CO JEST POTRZEBNE?



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Postaw zapaloną świecę lub podgrzewacz na talerzu i przykryj ją odwróconą szklanką. Obserwuj, czy płomień gaśnie, a jeśli tak, to po jakim czasie?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Postaw świecę lub podgrzewacz na talerzu, do którego wlałeś wcześniej wodę zabarwioną barwnikiem do wysokości od 0,5 do 1 cm. Przykryj zapaloną świecę szklanką. Obserwuj płomień i wodę. Jak zachowa się woda po zgaśnięciu płomienia? Czy woda wplynie do naczynia?

## OBSERWACJE

Nakryta szklanką świeca gaśnie. Woda wplywa do środka naczynia.

## CZY WIESZ, ŻE

Powietrze zawiera: 21% tlenu, 78% azotu, a pozostały 1% to para wodna, dwutlenek węgla i inne gazy. W procesie spalania uczestniczą tlen i dwutlenek węgla, ale żeby wystąpił ten proces, konieczne są jeszcze źródło ciepła i paliwo, np. stearyna świecy. Tlen jest gazem, bez obecności którego nie odbywa się proces spalania, a w wyniku tego procesu jest wytwarzany dwutlenek węgla. Spalająca się świeca zużywa znajdujący się w powietrzu tlen. Ciśnienie zewnętrzne wypycha do słoika wodę, która zajmuje przestrzeń po tlenie. Tlen jest gazem niezbędnym do życia, pobierają go w procesie oddychania wszystkie żywe organizmy. Źródłem tego cennego gazu są rośliny, które produkują tlen jako produkt uboczny w procesie fotosyntezy. Wilgotne lasy równikowe, które rosną w strefie klimatu równikowego i zajmują jedynie 6% powierzchni Ziemi, nazywane są płucami świata, ponieważ produkują znaczne ilości tlenu. Mogą również wchłonąć blisko 20% dwutlenku węgla wyprodukowanego przez człowieka. Ta cecha powoduje, że lasy równikowe mają decydujący wpływ na równowagę klimatyczną oraz możliwość życia na całej planecie. Warstwa powietrza otaczająca Ziemię nazywa się atmosferą. Magazynuje ona ciepło słoneczne i dzięki temu utrzymuje określoną temperaturę Ziemi. W wyższych warstwach atmosfery powietrze stopniowo oziębia się i zawiera coraz mniej azotu i tlenu.



Las w słoiku jest samowystarczalny. Najstarszy został założony w 1960 r. ©Natalia K. Pixabay.com

# Powietrze zimne i ciepłe a korytarze powietrzne

Cyrkulacja powietrza, czyli krążenie powietrza jest wywołane różnicami w temperaturze powietrza. Sprawdźcie, co się dzieje, kiedy powietrze ogrzewa się i oziębia.



Balon unosi się dzięki korytarzowi ciepłego powietrza. ©João Paulo / Pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



naczynie z gorącą wodą



naczynie z zimną wodą



plastikowa pusta butelka o pojemności 1 litra



gumowy balon lub rękawiczka

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Nałóż balon na szyjkę butelki. Wstaw na minutę butelkę do gorącej wody do wysokości jej połowy. Obserwuj, czy zmienia się wielkość balonu? Co wypełniło balon?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wstaw butelkę z balonem do zimnej wody. Obserwuj, czy balon nadal jest powiększony?

## OBSERWACJE

Balon powiększa się i kurczy.

## CZY WIESZ, ŻE

Powietrze składa się z małych cząsteczek, będących w ciągłym ruchu, które pod wpływem ciepła poruszają się coraz szybciej, wznosząc się do góry. Natomiast pod wpływem zimna poruszają się coraz wolniej, opadając na dół. Słońce nagrzewa powierzchnię Ziemi nierównomiernie, ciemne skały, drogi, budynki ogrzewają się znacznie szybciej niż obszary porośnięte roślinnością. Powietrze nagrzewa się od podłoża i to, które jest cieplejsze, staje się coraz rzadsze i lżejsze. Proces ten powoduje, że unosi się ono do góry w postaci kolumny nazywanej kominem termalnym. Ptaki szukają takich kominów, bo gdy znajdą się wewnątrz kolumny ciepłego powietrza, powietrze wzniesie je wysoko, nawet na wysokość kilku tysięcy metrów. Z tak dużej wysokości wracają w dół stosując tzw. lot ślizgowy, którym mogą pokonać nawet do 50 km. Lot, w którym ptaki wykorzystują prądy powietrzne, nazywa się szybowaniem. Stosują go zwłaszcza duże ptaki, np. myszołowy i bociany. Ale rekord prędkości wynoszący 111,6 km/godz. został osiągnięty siłą własnych mięśni. Rekordzistą, który osiągnął ten imponujący wynik, jest niewielki język.



Cząsteczki powietrza pod wpływem ciepła unoszą się. ©Pxhere.com

# Ciśnienie atmosferyczne i pogoda

Ciśnienie atmosferyczne to nacisk jaki powietrze wywiera na powierzchnię Ziemi i ciał, które się na niej znajdują. W atmosferze występują masy powietrza ciepłego i zimnego. Sprawdźcie, czy ciepłe i zimne powietrze wywierają takie samo ciśnienie.



Kozice świetnie sobie radzą ze zmianą ciśnienia w górach. ©Aneta Pawska / Wikimedia.org

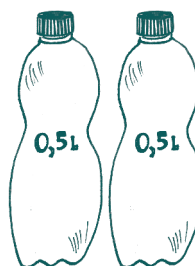
## CO JEST POTRZEBNE?



kilka kostek pokruszonego lodu



gorąca woda



2 butelki z zakrętkami po wodzie mineralnej o pojemności 500 ml

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Nalej do 3/4 butelki gorącej wody, zakręć zakrętkę. Po 3-4 sekundach opróżnij butelkę i od razu, szybkim ruchem, ponownie nałóż i zakręć zakrętkę. Postaw butelkę i obserwuj, czy zmienia kształt? Co dzieje się ze ściankami butelki?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wykonaj to doświadczenie jeszcze raz z drugą butelką, ale zamiast wody wsyp do niej pokruszony lód. Potrząśnij lodem kilka razy przed opróżnieniem butelki. Obserwuj, czy zamknięta butelka teraz też zmieni kształt? Jak zachowują się ścianki butelki?

## OBSERWACJE

Ścianki obu butelek wciskają się do środka, jakby zgniatała je niewidoczna siła.

## CZY WIESZ, ŻE

Po zamknięciu opróżnionej butelki ciśnienie powietrza wewnątrz staje się mniejsze od ciśnienia zewnętrznego, które zgina butelkę. Ciepło słoneczne ogrzewa masy powietrza, które są lżejsze od powietrza zimnego i dlatego przesuwają się do góry. Powietrze przesuwa się nieustannie z obszarów wysokiego ciśnienia, np. strefy okołobiegunowej, do obszarów niskiego ciśnienia, np. strefy równikowej. Słup ogrzanego powietrza jest lżejszy, więc wywołuje mniejsze ciśnienie niż słup powietrza zimnego, które jest cięższe i dlatego wywołuje większe ciśnienie. Przemieszczanie się ogromnych mas powietrza o odmiennym ciśnieniu wywołuje wiatry i zmiany w pogodzie. Najczęściej chmury i opady deszczu występują w obszarze niskiego ciśnienia, a słonecznej pogody możemy się spodziewać w obszarze wysokiego ciśnienia. Przyrządem do pomiaru ciśnienia jest barometr, ale obserwując zachowania zwierząt także możemy uzyskać informacje o najbliższych zmianach w pogodzie. Gdy jaskółki zniżają lot, aby polować na owady, jest to pewny sygnał zbliżającego się deszczu. Jeśli psy chowają się w bezpieczne i zaciemnione miejsca, których nie chcą opuścić, a ptaki milkną i szukają schronienia w swoich gniazdach lub gałęziach drzew, to zwiastuje deszcz i burzę.



Przyrządem do pomiaru ciśnienia powietrza jest barometr. ©Hey Paul from State College, PA, USA, Wikimedia.org

# Rozprzestrzenianie się dźwięku

Dźwięki wytwarzane przez drgające przedmioty, wywołują drgania powietrza, które docierają do naszych uszu. Małżowina uszna zbiera i kieruje dźwięki do kanału słuchowego zakończonego błoną bębenkową, czyli bardzo czułą membraną, która przekazuje drgania do ucha wewnętrznego. Sprawdźcie, czy dźwięki są przekazywane tylko w powietrzu.



Dźwięk kucia w drewnie przez dzięcioła roznosi się po całym lesie. ©Waldemar Zieliński / Pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



nitka o długości 50-60 cm



metalowy przedmiot,  
np. duży klucz lub ciężka łyżka



stolik  
lub  
ławka

linijka o długości 50 cm



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Zawiąż na środku nitki klucz lub łyżkę. Teraz jeden koniec nitki owiń 2-3 razy wokół palca wskazującego lewej dłoni, a drugi koniec nitki również owiń 2-3 razy wokół palca wskazującego prawej dłoni. Stojąc przed stołem, włóż w swoje uszy końce palców i pochyl się lekko do przodu. Klucz powinien wisieć równo pośrodku, a nitka po obu stronach powinna być dobrze wyprostowana. Poruszając się, rozhuśtaj klucz tak, aby uderzyć nim w krawędź stołu. Sprawdź czy usłyszysz jakiś dźwięk?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wymnij palce z uszu i trzymając za klucz, po prostu uderz nim w krawędź stołu. Czy usłyszysz taki sam dźwięk? Który dźwięk jest silniejszy?

## OBSERWACJE

W obu przypadkach usłyszysz dźwięk, ale każdy będzie inny. W pierwszym doświadczeniu drgania przedmiotu powodują drgania nitki, które wzmacniają efekt dźwięku. W drugim doświadczeniu drgania przedmiotu wywołują drgania powietrza.

## CZY WIESZ, ŻE

Dźwięki rozchodzą się nie tylko w powietrzu, ale także w ciałach stałych i cieczach. Łatwo przedostają się przez drewno, cegły i szkło, a w wodzie są nawet silniejsze i szybsze. Prędkość dźwięku w wodzie jest pięć razy większa niż w powietrzu. Dźwięk w powietrzu w czasie 1 sekundy pokonuje drogę 340 m, a dla porównania, światło przemierza w tym czasie 300 000 km, dlatego w czasie burzy najpierw widać błyskawice, a dopiero potem słychać grzmot. Wydawanie dźwięków to również jeden ze sposobów porozumiewania się zwierząt, które mogą w ten sposób informować się o niebezpieczeństwie, oznaczać granice terytorium, odstraszać rywali lub wabić partnerkę. Niektóre zwierzęta, aby wzmocnić nadawany sygnał, wytworzyły specjalne narządy - worki rezonacyjne występujące u części ptaków i ptaków. Oczywiście najlepiej dźwięki wykorzystują w komunikacji ptaki, u których wyróżnia się głosy porozumiewawcze i śpiew. Zwierzęta potrafią wytwarzać dźwięki o różnej częstotliwości, często niesłyszalne dla innych gatunków, ponieważ odebrane przez drapieżniki, byłyby zagrożeniem dla osobnika wydającego głos. Specyficznym sposobem komunikacji jest echolokacja, czyli określenie położenia innych obiektów przy użyciu odbitych od nich fal, najczęściej ultradźwięków. Najlepiej rozwiniętą echolokację posiadają nietoperze, ale występuje ona również u ssaków morskich, wielorybów, delfinów i morświnów.



Z echolokacji korzystają takie zwierzęta, jak nietoperze, walenie, niektóre ptaki, ryjówkowate i tenrekowate. ©Stacja Morska



# Siła magnetyczna

Magnesy posiadają niezwykłą właściwość, potrafią przyciągać przedmioty z żelaza, stali i niektóre metale. Sprawdźcie, czy magnes przyciąga metal przez różne materiały.



Igła magnetyczna ustawia się w kierunku północ-południe dzięki polu magnetycznemu Ziemi. ©Pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



metalowe spinacze biurowe



miseczka z wodą

szklanka butelka



plastikowa butelka

folia aluminiowa



magnes sztabkowy

bawełniana ściereczka



nieduże tekturowe pudełko



magnes okrągły

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w szkolnej klasie
- w domu
- w przedszkolu

## JAK TO ZROBIĆ?

Włóż 2 metalowe spinacze do miseczki z wodą, szklanej i plastikowej butelki oraz pudełka. Następnie spróbuj wyjąć spinacze, przykładając magnes od góry nad wodą lub pudełkiem oraz z boku ścianek obu butelek. Obserwuj, czy magnes przyciąga spinacze? Czy siła przyciągania magnesu jest w każdym przypadku taka sama?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Zawiń magnes w 4-5 lub więcej warstw folii aluminiowej i tkaniny bawełnianej. Obserwuj, czy magnes nadal przyciąga metalowe spinacze?

## OBSERWACJE

Magnes przyciąga metalowe spinacze przez szkło, wodę, papier, plastik. Folia aluminiowa i bawełniana tkanina zatrzymują właściwości magnesu, ale tylko wtedy, gdy owijają go grubą warstwą.

## CZY WIESZ, ŻE

Siła magnetyczna działa przez szkło, wodę, plastik, papier. Jednak jej wielkość zależy od odległości magnesu. Im większa odległość, tym siła przyciągania mniejsza. Siłę magnetyczną można zneutralizować, stosując grubą warstwę materiału, który nie magnetyzuje się. Kolejną cechą, która ma wpływ na siłę magnetyczną, jest kształt i wielkość magnesu. Magnesy w kształcie podkowy są silniejsze od magnesów sztabkowych. A jeśli mamy dwa magnesy o takim samym kształcie, to na pewno ten, który jest większy, ma większą siłę magnetyczną. Każdy magnes, bez względu na kształt, posiada zawsze dwa bieguny, ujemny i dodatni. Przeciwny bieguny magnesu przyciągają się, a jednakowe odpychają. Ziemia wytwarza pole magnetyczne, które zmusza igłę kompasu do ustawienia się w kierunku północ-południe. Kolorowa część igły zawsze wskazuje kierunek północny, co pozwala wyznaczyć pozostałe kierunki geograficzne. Kierunek północny pomogą nam określić również rośliny, np. mchy, które lubią mało słońca, a dużo wilgoci, zawsze rosną na pniach drzew i kamieniach od strony północnej. Na pniach ściętych drzew węższe odległości między stojami wskazują kierunek północny. Kopce, czyli mrowiska mrówek, w celu większego ogrzania są z reguły dłuższe i łagodniejsze od strony południowej.



Magnes przyciąga metalowe przedmioty. ©Rusty Gouveia, Pixabay.com

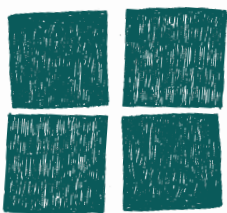
# Taniec pszczół

Pszczoły w okresie kwitnienia kwiatów już od wczesnych godzin rannych wylatują z ula w poszukiwaniu nektaru i pyłku kwiatowego. Nektar spijają rurkowatymi ssawkami, a pyłek przyczepia się do ich owłosionych 6 nóg i tułowia. Sprawdźcie, czy pszczoły odnajdą pokarm.



W tańcu pszczoły informują m.in., gdzie jest dużo pokarmu lub, o tym, że zanieczyszczony „ładunek”. ©Rusty Gouveia / Pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



nieduże (np. 5x5cm) kwadratowe kartoniki w kolorach: żółtym, czerwonym, niebieskim i zielonym

4 jednakowe nakrętki od butelek lub kapsle



cukier



stolik



nożyczki



łyżka stołowa

woda



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w ogródku
- na klombie
- na łące

## JAK TO ZROBIĆ?

Powycinaj z kartoników kolorowe kwiaty o 5–6 płatkach, a następnie, mieszając, rozpuść łyżkę cukru w niewielkiej ilości wody. Przygotowane kwiaty rozłóż w odstępach 15 cm na stoliku. Na środku każdego kwiatka postaw po jednej nakrętce, do każdej nalej słodkiej wody. Przez dłuższy czas z bezpiecznej odległości prowadź obserwacje. Obserwuj, które owady zainteresują się kwiatami? Na kwiatki w jakim kolorze pszczoły przylatują najczęściej, a na który najrzadziej? Ile pszczół odnalazło pokarm? Jak pobierały przygotowany pokarm?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Przesuń stolik o 2–3 m i zabierz z kwiatków nakrętki ze słodką wodą. Obserwuj, czy pszczoły od razu znajdują stolik? Na których kwiatkach szukają pokarmu? Jaki kolor kwiatka wybierają najczęściej?

## OBSERWACJE

Pszczoły najchętniej wybierają kwiaty koloru niebieskiego i żółtego, najmniej interesują się kwiatem koloru zielonego. Jeśli jedna pszczoła znajdzie słodką wodę, poinformuje inne. Owady będą szukać słodkiej wody nawet wtedy, gdy już jej tam nie będzie.

## CZY WIESZ, ŻE

Pszczoły żyją w rodzinach pszczelich zwanych rojami. Rój jest najliczniejszy latem, a w okresie zimy staje się 4–5 krotnie mniejszy. W roju najważniejsza jest matka pszczoła, która odpowiada za rozmnażanie i rozwój całej rodziny. Pszczoły robotnice, których w okresie kwitnienia kwiatów może być w rodzinie pszczołej od 40 do 60 tysięcy, żyją około 6 tygodni. Pierwszy okres życia spędzają w ulu, gdzie zajmują się karmieniem larw, wytwarzaniem mleczka i wosku, przetworzeniem nektaru na miód, a pyłku na pierzgę, która będzie pokarmem dla larw i matki. W drugim okresie życia wykonują pracę zbierania i przynoszenia do ula nektaru i pyłku. Jednocześnie zapylają kwiaty. Pszczoły nazywane zbieraczkami oblatują tylko jeden gatunek aktualnie kwitnących roślin. W życiu tej bardzo licznej społeczności niezwykle ważna jest komunikacja, w której najważniejszą rolę odgrywają zapach, dźwięk i dotyk. Profesor Karl von Frisch, który za badania nad tańcem pszczół został uhonorowany Nagrodą Nobla, odkrył, że potrafią przekazywać informacje o położeniu bogatych w nektar kwiatów. W tańcu okrężnym robotnice sygnalizują, że kwiaty są niedaleko ula. Taniec wywijany oznacza, że są one dalej, ale dokładnie wskazuje ich pozycję. W ten sposób potrafią opisać lokalizację łąki oddalonej nawet o kilka kilometrów. W okresie letnim, kiedy matki pszczoły wykonują loty godowe, biorą w nich udział również samce, czyli trutnie, które żyją do 2 miesięcy. Najczęściej pod koniec lata są one wypędzane z ula przez robotnice. Zima to dla rodziny pszczołej najtrudniejszy okres, dlatego jesienią rodzą się robotnice, które żyją 8–9 miesięcy, są dobrze odżywione, by przetrwać zimę i wiosną wychować nowe robotnice. Do wyprodukowania 1kg miodu pszczoły muszą oblecieć od 200 tysięcy do przeszło 2 mln kwiatów.



Pszczoły przenoszą kule pyłku w koszykach, które znajdują się w górnej części tylnych odnóży. ©Henryk Niestrój, pixabay.com

# Z czego składa się gleba?

Gleba to zewnętrzna warstwa skorupy ziemskiej, która wraz z przylegającą do niej częścią atmosfery, tworzy naturalne siedlisko dla roślin, zwierząt i człowieka. Sprawdźcie, z czego składa się gleba.



Dżdżownice spulchniają glebę i korzystnie wpływają na jej kondycję. ©Natfot / pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w ogrodzie
- w parku
- w lesie

## JAK TO ZROBIĆ?

Pobierz z 2-3 miejsc (najlepiej z takich, gdzie rosną rośliny) za pomocą łopatkę lub łyżki próbkę gleby do ¼ wysokości słoika. Następnie dolej wody do ¼ wysokości słoika i dokładnie zakręć naczynie zakrętką. Teraz energicznie potrząśnij kilka razy słoikiem, a potem odstaw go i poczekaj aż ziemia opadnie. Obserwuj, czy wszystkie cząsteczki opadły na dno słoika? Jakie cząsteczki wpływają po powierzchni wody?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Wodę z cząsteczkami materii przelej do kubka przez filtr umieszczony w lejku. Obserwuj za pomocą lupy, czy wśród cząsteczek zatrzymanych przez filtr znajdują się żywe organizmy lub ich szczątki?

## OBSERWACJE

Cząsteczki mineralne opadną na dno. Cząsteczki materii organicznej i organizmy unoszą się na powierzchni wody.

## CZY WIESZ, ŻE

Gleba składa się ze stałych składników mineralnych i organicznych oraz powietrza i wody. Jest mieszaniną, w której występują m.in. rozdrobnione skały, fragmenty roślin i zwierząt. Gleba nieustannie zmienia się pod wpływem czynników atmosferycznych, (np. temperatury, opadów) oraz żywych organizmów i działań człowieka, np. nawadniania, zabiegów maszynami rolniczymi. Żyzność, a tym samym urodzajność gleby, zależy od ilości zawartej w niej próchnicy, czyli materii organicznej powstałej głównie ze szczątków roślin i zwierząt rozłożonych przez mikroorganizmy glebowe. Warstwa próchnicy znajduje się tuż przy powierzchni, ale może mieć różną grubość. Im głębiej, tym mniej materii organicznej, a więcej fragmentów skał. W każdej glebie występują żywe organizmy, są wśród nich niewidoczne dla nas bakterie i grzyby, niewielkie nicienie i roztocza oraz dostrzegane gołym okiem owady bezskrzydłe i dżdżownice, nazywane też glebożercami. Dżdżownice zjadają glebę i odżywiają się zawartymi w niej szczątkami roślin podczas kopania tuneli. Niestrawione resztki i grudki ziemi wydalają przez odby, co powoduje, że gleba po przejściu przez ich przewód pokarmowy jest wymieszana, spulchniona i nawilżona. Dżdżownica należy do pierścienic, w każdym segmencie posiada dwa zespoły mięśni, dzięki którym porusza się. Mięśnie okrężne wydłużają ciało, a mięśnie podłużne kurczą je. Aby mogła zaczepić się o podłoże lub ściany tunelu, z każdego segmentu wychodzą po cztery pary sztywnych włosków, tzw. szczecinek. Trudno je zobaczyć, ale można usłyszeć, gdy dżdżownica porusza się po kartce papieru. Ciało naszego glebożercy jest zawsze wilgotne, pokryte śluzem, bo tylko wtedy może pobierać tlen z powietrza przez cienką skórę. Podczas deszczu, kiedy woda zalewa tunele w glebie, dżdżownice wychodzą na powierzchnię, gdyż pod ziemią brakuje powietrza. Czy przecięta na pół dżdżownica odrasta? Niestety, mimo że wygląda z obu stron identycznie, najważniejsze organy wewnętrzne ma umieszczone w przedniej części ciała. Jeżeli więc przetnie się dżdżownicę, to szansę na przeżycie ma tylko ta część, w której znajdują się najważniejsze organy.



Gleba jest domem wielu zwierząt. ©Natfot, pixabay.com

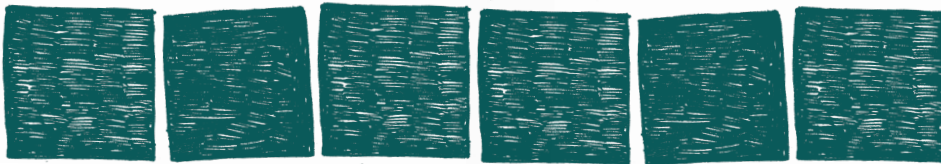
# Barwy ochronne, barwy ostrzegawcze

Barwy ochronne, dzięki którym osobniki pozostają niezauważone, to w świecie zwierząt często kwestia życia lub śmierci. To właśnie one pozwalają oszukać drapieżnika. Ubarwienie ciała pozwala też odstraszyć wroga. Sprawdźcie, które barwy pełnią funkcje ochronne, a które ostrzegawcze.



Salamandra plamista „nosi” jaskrawe barwy ostrzegawcze. ©Sonja Rieck / Pixabay.com

## CO JEST POTRZEBNE?



kartki z bloku rysunkowego o wymiarach 10x10 cm pomalowane w kolorach brązowym, żółtym i czarnym oraz 3 różne odcienie zielonego

## GDZIE TO ZROBIĆ?

- w ogródku
- w parku
- w lesie
- na boisku

## JAK TO ZROBIĆ?

Wydźdź do ogródka lub parku i rozłóż zielone oraz brązowe kartki wśród roślin i wokół nich. Zwróć uwagę, żeby były jak najmniej widoczne, ale nie zastaniaj ich. Następnie z odległości około 3-4 metrów obserwuj, w jakich miejscach kartki są trudne do zauważenia?

## A CO SIĘ STANIE TERAZ?

Obok rozłożonych wcześniej zielonych kartek, połóż czerwone i żółte. Obserwuj z odległości 3-4 metrów, które z kartek są lepiej widoczne? Które kolory ułatwiają zwierzętom ukrycie się?

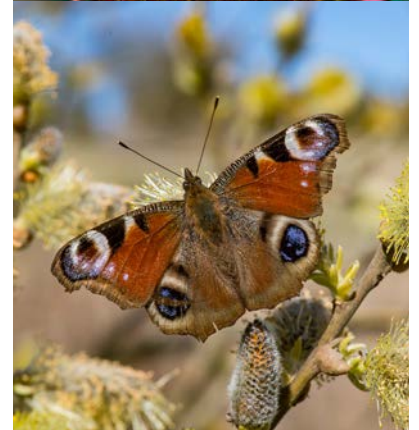
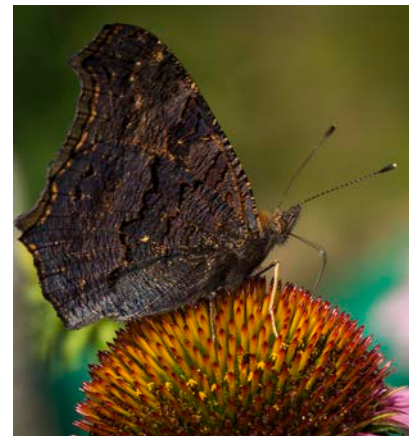
## OBSERWACJE

Kartki brązowe są najmniej widoczne na pniach drzew i na ziemi, a zielone wśród liści drzew i roślin zielnych. Kartki czerwone i żółte są dobrze widoczne i trudne do ukrycia.

## CZY WIESZ, ŻE

Wiele zwierząt, dla lepszego przetrwania, przystosowało się do swojego środowiska, stosując kamuflaż, czyli przybierając zabarwienie i wzory na futrze, piórach lub skórze, odpowiadające barwom ich otoczenia, co powoduje, że stają się prawie niewidoczne.

Tak postępują niektóre ćmy, do złudzenia przypominające fragment kory czy patyczki wyglądające jak cieniutkie gałązki. Taki kamuflaż stosują nie tylko ofiary, ale i drapieżniki, które starają się opóźnić moment ich wykrycia. Pręgi na grzbiecie tygrysa powodują, że polujący wśród drzew i wysokich traw mięsożerca, wydaje się być grupą cieni i plam światła. Innym przykładem maskowania jest leżąca na dnie morza flądra. Trudno ją zauważyć, bo jest płaska oraz potrafi dostosować swój kształt i ubarwienie do podłoża. Zupełnie inną strategię przyjmują zwierzęta, które zamiast pozostać niewidoczne, robią wszystko, by wyróżnić się z otoczenia. Ich ubarwienie ma na celu zasygnalizować, że lepiej zostawić je w spokoju. Kontrastowe zestawienie czarnego z żółtym lub czerwonym to sygnał ostrzegawczy, że osobnik jest niebezpieczny, jadowity lub co najmniej trujący. Stąd czarno-żółte pasy na odwłoku osy lub jaskrawe ubarwienie drzewożółców. Ostrzegawcze ubarwienie wykorzystują też organizmy, które naśladują inne, na przykład nieszkodliwe mszycówki kolorystyką i kształtem przypominają osy.



Ruszatka pawik świetnie kamufluje się na tle starych liści czy kory drzew, a z drugiej strony odstrasza „oczami” na skrzydłach. ©Ola Jennersten, 2015

*Klub Młodego Odkrywcy 500*,  
Janusz Laska i in.,  
wydanie pierwsze, Kłodzko 2007,  
ISBN 978-83-60478-38-7

*Eksperymenty są super!*  
*50 doświadczeń + naukowe ABC*  
*sekretów chemii, biologii, fizyki...*,  
Aznar Gwenaelle i in.,  
ISBN 978-83-213-4748-6

*Wielka Księga Eksperymentów*,  
redakcja Grzegorz Wójcik,  
Zielona Góra 2008,  
ISBN 978-83-7117-819-1

*Poznajemy przyrodę,*  
*fascynujące eksperymenty*  
*odkrywające tajniki przyrody*,  
David Burnie, Poznań 1993,  
ISBN 83-85414-21-5

*Woda leśne obserwacje*  
*i eksperymenty*,  
Adam Czyżewski i in.,  
Warszawa 2013,  
ISBN 978-83-63895-11-2

*Światło leśne obserwacje*  
*i eksperymenty*,  
Adam Czyżewski i in.,  
Warszawa 2013,  
ISBN 978-83-61633-72-3

*Zmysły leśne obserwacje*  
*i eksperymenty*,  
Adam Czyżewski i in.,  
Warszawa 2013,  
ISBN 978-83-63895-12-9

Ekokalendarz.pl, Ośrodek Działań  
Ekologicznych „Źródła”

Autorka:  
Anna Guć

Korekta:  
Marta Zdanowska

Oprawa graficzna i skład:  
Katarzyna Walentyłowicz

Kierowniczka projektu:  
Irka Jazukiewicz

Copyright:  
CC BY-NC-ND 4:0



