



Las Państwowe



Adam Czyżewski, Katarzyna Kołacz,  
Stanisław Łoboziak, Stefan Sitarek



# ADAPTACJA

LEŚNE OBSERWACJE I EKSPERYMENTY



**Lasy Państwowe**

Adam Czyżewski, Katarzyna Kołacz,  
Stanisław Łoboziak, Stefan Sitarek



# ADAPTACJA

**LEŚNE OBSERWACJE | EKSPERYMENTY**



**Centrum Informacyjne  
Lasów Państwowych**

**Wydano na zlecenie**

Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych  
Warszawa 2016

**© Centrum Informacyjne Lasów Państwowych**

ul. Grójecka 127

02-124 Warszawa

tel.: (22) 185 53 53, faks: (22) 185 53 71

e-mail: [cilp@cilp.lasy.gov.pl](mailto:cilp@cilp.lasy.gov.pl)

[www.lasy.gov.pl](http://www.lasy.gov.pl)

**Recenzja**

Ewa Sulejczak

**Redaktor prowadzący**

Maria Mozolewska-Adamczyk

**Redakcja**

Zofia Psota

**Korekta**

Ewa Szymańska

**Zdjęcia**

Adam Czyżewski (A.C.), Katarzyna Kołacz (K.K.),

Stanisław Łoboziak (S.Ł.), Stefan Sitarek (S.S.),

Shutterstock

**Projekt graficzny**

Agnieszka Kmiecik, Yappingdog

**Skład i przygotowanie do druku**

Paweł Kamiński

ISBN 978-83-63895-77-8

**Druk i oprawa**

Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy

Lasów Państwowych w Bedoniu

## SPIS TREŚCI

### 4 WPROWADZENIE

### 5 ADAPTACJA

#### 6 NIE MA JAK W DOMU

Eksperyment: Ochrona przed wilgocią i chłodem

Eksperyment: Spływa jak po kaczce (1)

Eksperyment: Spływa jak po kaczce (2)

Eksperyment: Strzecha na grzbiecie

Eksperyment: Jak spływa woda

Eksperyment: Termoregulacja

#### 18 ZĘBY

Eksperyment: Odciski zębów

Eksperyment: Funkcje zębów

#### 23 NIETYPOWE POLOWANIE

Eksperyment: Strzelanie do celu

Eksperyment: Odfiltrowanie pożywienia

Eksperyment: Z siatką po mięso

#### 28 SPRAWNY JAK...

Eksperyment: Zmierz się z wilkiem

Eksperyment: Skacz jak żaba

Eksperyment: Sokoli wzrok

#### 33 KORZENIE ROŚLIN

Eksperyment: Korzeń korzeniowi nierówny



#### 35 KSZTAŁT I UŁOŻENIE LIŚCI

Eksperyment: Lejkowaty kształt liści

#### 37 STABILNOŚĆ

Eksperyment: Po co mi ogon (1)

Eksperyment: Po co mi ogon (2)

#### 42 LATAM

Eksperyment: Różne pióra i skrzydła

#### 48 PŁYWAM

Eksperyment: Jak ryba zmienia zanurzenie

#### 51 W KOLORACH I W SZAROŚCI

Eksperyment: W nocy wszystkie koty są szare

#### 53 JAK CIĘ WIDZĘ

Eksperyment: Świat do góry nogami

#### 56 RUCH

##### I SPOSTRZEGAWCZOŚĆ

Eksperyment: Znajdź mnie, jeśli potrafisz

#### 58 PIERWSZE WRAŻENIE

Eksperyment: Poroże (1)

Eksperyment: Poroże (2)

#### 61 JAK CIĘ SŁYSZĘ

Eksperyment: Młoteczek, kowadełko i strzemiączko



## WPROWADZENIE

Przetrwają tylko najlepiej przystosowani – ta powszechnie znana teoria dotyczy adaptacji do warunków, np. klimatycznych, i do miejsca łańcuchu pokarmowym. Organizmy wykształciły wiele cech umożliwiających przetrwanie. Niektóre rośliny, np. sosna, leszczyna i topola, są wiatropylne; innym potrzeba udziału zapylaczy, dlatego mają kwiaty atrakcyjne dla owadów. Rozniesienie nasion na jak największym obszarze zwiększa szansę przedłużenia gatunku. Niektóre rośliny wykorzystują do tego celu wiatr (wiatrosiewność); ich nasiona są zaopatrzone w skrzydełka (lipa, sosna) lub puch (mniszek lekarski). Innym pomagają zwierzęta, np. przenoszą nasiona w przewodzie pokarmowym po zjedzeniu owoców lub na ciele, jeśli nasiona łatwo przyczepiają się do ich sierści.

U zwierząt przystosowanie przybiera inne formy. Przyjrzyjmy się środowiskom ich życia. Na przykład ryby żyją tylko w środowisku wodnym, a kaczki – na pograniczu środowisk: wodnego, lądowego i powietrznego. Osobniki żyjące pojedynczo albo starają się być mistrzami maskowania, albo wykształcają takie cechy motoryczne, które dają im przewagę nad innymi. Można więc spotkać wyjątkowych sprinterów lub wytrzymałych długodystansowców, doskonałych

lotników-szybowników o dużych rozmiarach lub małe zwinne ptaki żyjące wśród gęstych gałęzi. Jedne zwierzęta przeprowadzają szybki atak z ukrycia, inne – długotrwały zaplanowany pościg. Niektóre z nich to samotnicy, inne wolą łączyć się w stada. W tym drugim wypadku trzeba jednorazowo zdobyć dużo większą ilość pożywienia, korzyściami zaś są łatwiejsze polowanie i wzajemna ochrona. Jak się wydaje, stworzeniem najlepiej przystosowanym jest... człowiek. Opanowaliśmy wszystkie kontynenty i ogromny przedział wysokości. Tylko częściowo uczyniliśmy to dzięki przystosowaniu, w większym stopniu – dzięki inteligencji. Ciepła odzież chroni nas przed zimnem, parasole sprawiają, że nie mokniemy, pojazdy mechaniczne pozwalają błyskawicznie przemierzać ogromne odległości. Polowanie na zwierzynę i zbieranie owoców zamieniliśmy na hodowlę zwierząt i uprawę roślin. Wszystko to jednak wpływa na środowisko, a cechą ludzi świadomych ekologicznie jest znajomość tego wpływu i dbałość o przyrodę. Kolejny zeszyt z cyklu „Leśne obserwacje i eksperymenty” opowiada o tym, jak rośliny i zwierzęta się przystosowały do miejsca, w którym żyją.

*Autorzy*



LEŚNE OBSERWACJE  
I EKSPERYMENTY / ADAPTACJA





Temat ?

### NIE MA JAK W DOMU

Nie tylko domatorzy cenią bezpieczny, ciepły i suchy dom. Zapewnia on poczucie bezpieczeństwa, wyprowadzenie potomstwa i komfort odpoczynku. Do takiego domu wraca się z prawdziwą przyjemnością, zwłaszcza gdy mieszka się w lesie i jest się narażonym na zmienne, często niesprzyjające warunki pogodowe.

W tej części książki przedstawiono doświadczenia pokazujące, jak ze zmiennymi warunkami pogodowymi radzą sobie zwierzęta mieszkające w lesie.

Dla zwierząt stałocielnych (utrzymujących stałą temperaturę i wydających energię na jej utrzymanie), np. ssaków i ptaków, bardzo ważne są ochrona przed zimnem, osłona od wiatru i zapobieganie przemoknięciu grożącemu wychłodzeniem organizmu, które w skrajnych wypadkach może się skończyć śmiercią. Nie mniejszym zagrożeniem jest przegrzanie, kiedy jest się wystawionym na działanie promieni słonecznych w upalne letnie dni.

Eksperyment →

### Eksperyment: Ochrona przed wilgocią i chłodem

Czy wiesz, co odczuwa przemoczony stałocielny organizm wystawiony na działanie wiatru? Jakie mogą być tego skutki? Wykonaj eksperyment, a na własnej skórze odczujesz wpływ niekorzystnych warunków atmosferycznych.

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- miska z wodą,
- wentylator (wiatrak).

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Włącz wentylator.
- Wystaw rękę tak, aby się znalazła w zasięgu wentylatora.
- Zamocz rękę w misce z wodą.
- Wystaw mokrą rękę na działanie powiewu z wentylatora.



Moczenie dłoni (A.C.)



Mokra dłoń wystawiona na działanie powiewu powietrza z wentylatora (A.C)

### Obserwacja

Jeśli wystawimy mokrą rękę na działanie wiatru z wentylatora, to odczuwamy chłód.



Obserwacja

### Z czego to wynika?

Woda, parując, pobiera energię z ciała cieplejszego od niej. Ciało, oddając ciepło, staje się chłodniejsze, bo organizm nie nadąża z wyrównywaniem temperatury skóry. Podczas upałów zanurzenie się w wodzie zapobiega przegrzaniu organizmu. Niektóre gatunki zwierząt dla ochłody pławią się w wilgotnym błocie, które ponadto zabezpiecza ich skórę przed pasożytami. Natomiast, w procesie zamarzania jest odwrotnie – woda oddaje ciepło do otoczenia, zmniejszając swoją energię.



Z czego to wynika?

### Czy wiesz, że...

Aby uniknąć wychłodzenia organizmu, do suszenia włosów po kąpieli używa się gorącego (i suchego) powietrza z suszarki.



Czy wiesz, że...

•••

Mokre zwierzęta otrząsają się, aby pozbyć się jak największej ilości wody osadzonej na skórze i futrze. Czasami tarzają się w ziemi lub trawie, jak w naturalnym ręczniku, przy okazji pozbywając się pasożytów.





Pies otrząsający wodę ze swojej sierści (Shutterstock/pashabo)

Eksperyment



### Eksperyment: Sptywa jak po kacze (1)

W opisanym wyżej eksperymencie wykazano, że długo utrzymujące się przemoczenie może prowadzić do wychłodzenia organizmu i wywoływać poważne konsekwencje, zwłaszcza w wypadku zwierząt stałocieplnych. Evolucja tak ukształtowała te gatunki, aby bezpośredni dostęp wody do ich skóry był ograniczony. Dotyczy to zwłaszcza tych zwierząt, które polują na ryby, np. wydry i kormorany. Przemoknąć do suchej nitki można również podczas ulewnego bądź długotrwałego deszczu. W lesie trudno znaleźć, szczególnie dużym zwierzętom, naturalną osłonę przed opadami. W wypadku ssaków funkcję ochronną pełni sierść, a u ptaków – pióra. Cechy zabezpieczające zwierzęta przed wilgocią poznasz, wykonując eksperymenty.

Materiały potrzebne do wykonania eksperymetu:

- dwie kartki papieru,
- woda,
- tłuszcz (smalec, masło lub margaryna).

Wykonanie



Wykonanie eksperymetu

- Dokładnie posmaruj tłuszczem (cienko) jedną stroną kartki.
- Obydwie kartki (suchą i natłuszczoną) polej wodą.



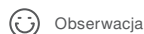
Nattuszczanie papieru (A.C.)



Polewanie kartki wodą (A.C.)

### Obserwacja

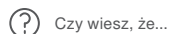
Nienattuszczona kartka chłonie wodę, a po kartce nattuszczonej woda spływa, dzięki czemu druga jej strona pozostaje sucha.



Obserwacja

### Czy wiesz, że...

Sierść ssaków często przebywających w wodzie (wydra, bóbr) jest pokryta tłuszczem lub specjalną wydzieliną zapobiegającą zamoczeniu poszczególnych włosów.



Czy wiesz, że...

### Eksperyment: Spływa jak po kaczce (2)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- kartki papieru A4,
- nożyczki,
- butelka oliwy,
- pędzelek,
- naczynie z wodą,
- drewniane patyki.



Eksperyment



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)

Wykonanie →

#### Wykonanie eksperymentu

- Ułóż z patyków niewielki stos.
- Wytnij z papieru paski szerokości około 2 cm.
- Połóż paski papieru na stosie patyków tak, jak się kładzie dachówki – na zakładkę, poczynając od dołu.
- Nasącz kartki oliwą za pomocą pędzelka; poczekaj, aż papier wchłonie oliwę.
- Polej kartki wodą; sprawdź, czy stos patyków pod kartkami jest mokry.



Układanie warstw papieru na stosie gałązek (S.S.)



Natłuszczony papier przykrywający gałązki (S.S.)



Polewanie papieru wodą (S.S.)



## Obserwacja

Na stosie patyków brak śladów wody.



Obserwacja



Stos suchych gałązek; obok leży papier polany wodą (S.S.)

## Z czego to wynika?

Ułożenie na zakładkę zabezpieczyło kartki przed przesiąkaniem wody, a oliwa zaimpregnowała je, wzmacniając ten efekt.



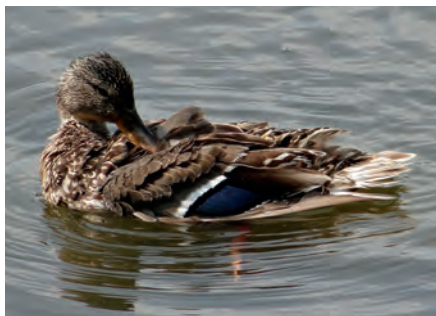
Z czego to wynika?

## Czy wiesz, że...

Zewnętrzne pióra ptaków zachodzą na siebie. Od osi pióra odchodzą cienkie „gałązki” zwane promieniami. Promienie mają wyrostki (promyki) zakończone zazębiającymi się haczykami. Jeśli haczyki się rozdziela, wówczas ptak przeczesuje pióra dziobem. To sprawia, że haczyki ponownie się zazębiają.



Czy wiesz, że...



Kaczka przeczesująca pióra (S.S.)



...

Niektóre ptaki wodne, np. kaczki, wytwarzają w gruczole kuprowym specjalną tłustą wydzielinę, którą dziobem rozprowadzają po piórach, dzięki czemu nie nasiąkają one wodą, a ich skóra pozostaje sucha. Brak takiego „tłustego” zabezpieczenia, np. u kormoranów, które polują na ryby, nurkując w wodzie, zmusza je do późniejszego suszenia skrzydeł na słońcu.

Eksperyment



### Eksperyment: Strzecha na grzbiecie

We współczesnych pokryciach dachów znajdujemy materiały nieprzepuszczające wodę: blachę, ceramiczne dachówki, papę i eternit. W większości są to duże elementy, a ich montaż na zakładkę zapobiega przeciekaniu dachu. Inaczej jest ze strzechami, czyli dachami ze słomy lub trzciny. Są one zbudowane z gęsto ułożonych cienkich, wysuszonych łodyg, między którymi może się przedostawać woda. Dlaczego więc takie dachy nie przeciekają nawet w największe ulewy? Wykonanie opisanego eksperymentu przyniesie odpowiedź.



Dom pokryty strzechą (A.C.)



Fragment strzechy z widocznym ułożeniem trzciny (A.C.)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- pęk trzciny lub słomek do napojów (około 25),
- woda,
- ziemia do kwiatów (około 1 l),
- igliwie świerkowe lub sosnowe (około 3 l),
- konewka.

Wykonanie



Wykonanie eksperymentu

- Pęk trzciny lub słomek polej wodą.
- Sprawdź, które słomki są mokre.



- Usyp z ziemi kopiec i obtóż go warstwą igliwia o grubości 2–3 cm.
- Kopiec polej wodą z konewki.
- Rozgarnij igliwie i sprawdź, czy ziemia pod igliwem jest mokra.



Woda spływająca po pęku słołek(A.C.)



Polewanie kopca wodą symulujące opad deszczu (A.C.)



Sprawdzanie, czy woda przedostała się pod warstwę igliwia (A.C.)

### Obserwacja

Zewnętrzne słołki są mokre, a słołki wewnątrz pęku są suche. Takie zjawisko również zachodzi wówczas, gdy na igły pada deszcz. Ziemia pod igliwem pozostaje sucha.



Obserwacja

### Czy wiesz, że...

Mrówki chronią mrowiska przed deszczem i wilgocią, okrywając je igliwem.



Czy wiesz, że...



Mrowisko przykryte warstwą igliwia zapewniającą spływ wody i izolację termiczną (A.C.)



Eksperyment →

### Eksperyment: Jak spływa woda

Aby się przekonać, jak woda spływa po igliwiu lub dachu pokrytym strzechą, warto przeprowadzić kolejny eksperyment.

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- kran z wodą.

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Odkręć kurek tak, aby woda płynęła cienką strugą.
- Podłóż palec wskazujący pod strumień wody.
- Dokładaj kolejne palce.



Woda spływająca po palcach (A.C.)

Obserwacja 😊

### Obserwacja

Woda nie spływa pionowo, lecz płynie po wierzchniej stronie palca. Po przyłożeniu kolejnych palców woda nie dociera do miejsc, w których palce się stykają, podobnie jest w wypadku strzechy czy ziemnego kopca obłożonego igliwiami.

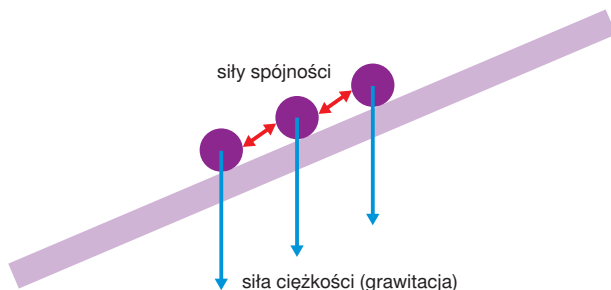
Z czego to wynika? ❓

### Z czego to wynika?

Na spływającą po palcu (słonce, igliwiu) wodę działają dwie podstawowe siły: przyciąganie ziemskie i siła spójności, która, w tym wypadku, jest siłą,



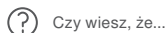
z jaką cząsteczki wody wzajemnie się przyciągają. Siła spójności sprawia, że każda kropla wody podąża za kroplami, które ją poprzedzają. Powstaje jednolita, spływająca wzdłuż strzechy struga wody. Początkowy kierunek spływu kropli wynika z siły grawitacji i kolistego przekroju łodygi trzciny (żdzźbła, słomki lub igliwia). Ponadto woda nie wsiąka w łodygi (żdzźbła), lecz spływa po ich powierzchni, co wzmacnia efekt.



Siły działające na krople wody (A.C.)

### Czy wiesz, że...

Podobnie jak po strzesze, woda spływa po sierści zwierząt, m.in. dlatego skóra zwierząt dłużej pozostaje sucha.



...

Prawidłowo wykonana strzecha nawet w czasie silnej ulewy przemoknie maksymalnie na głębokość 2–3 cm. Co więcej, deszcz nie bębni w nią, jak w dachy wykonane z innych materiałów, zwłaszcza blaszanych.

### Eksperyment: Termoregulacja

W eksperymencie wcześniej opisanych przedstawiono naturalne metody ochrony przed przemoknięciem. Nie jest to jednak jedyne zagrożenie dla zwierząt, zwłaszcza dzikich. Dla gatunków stałocieplnych, np. ssaków czy ptaków, bardzo istotne jest utrzymanie stałej temperatury, szczególnie w czasie zimowych mrozów i letnich upałów. Stała temperatura ciała utrzymuje się m.in. dzięki zamianie w ciepło energii uzyskiwanej w procesie odżywiania, kurczeniu się i rozkurczaniu naczyń krwionośnych, parowaniu (poceniu się) oraz obecności warstw izolacji termicznej (warstwa tkanki tłuszczowej i pióra bądź sierść albo włosy). Kolejny eksperyment pokaże modele termoregulacji u zwierząt, czyli zdolność utrzymywania stałej temperatury organizmu.







Bóbr europejski. Jego budowa ciała i gęste futro pokryte specjalną wydzieliną umożliwiają mu życie w środowisku wodnym i ziemnym przez cały rok (Shutterstock/Rudmer Zwerver)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- czajnik
- woda,
- termofor,
- dwa termometry z zakresem temperatury 0–100°C,
- pompka do materaca,
- gruby koc (ewentualnie wełniany sweter lub kożuch).



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (A.C.)

Wykonanie (→)

Wykonanie eksperymentu

Pierwsza część eksperymentu

- Zagotuj wodę i wlej ją do termoforu (poproś o pomoc osobę dorosłą).
- Na termoforze połóż termometr; całość owiń szczelnie kocem (swetrem, kożuchem).
- Drugi termometr połóż na otwartej przestrzeni.
- Odczekaj pół godziny, rozwiń koc i odczytaj temperaturę na obydwu termometrach.



Badanie właściwości termoizolacyjnych (A.C.)



Druga część eksperymentu

- Ponownie szczelnie owiń kocem termofoz i termometr.
- Odczekaj godzinę, rozwiń koc i odczytaj temperaturę na obydwu termometrach.
- Umieść pod kocem pompkę, a jej koniec wyprowadź poza koc.
- Za pomocą pompki wydmuchuj powietrze spod koca.
- Po około 10 min odczytaj temperaturę na obydwu termometrach.



Przygotowanie do drugiej części eksperymentu (A.C.)



Wydmuchiwanie ciepłego powietrza spod koca (A.C.)

### Obserwacja

Na termometrze umieszczonym pod kocem temperatura jest wyższa niż na drugim termometrze. Usuwanie spod koca ciepłego powietrza za pomocą pompki i napływ chłodnego powietrza z otoczenia obniżają temperaturę pod przykryciem.



Obserwacja

### Z czego to wynika?

W eksperymencie termofoz odgrywa rolę ciepłego ciała zwierzęcia, a koc imituje warstwę sierści lub piór. Jest to naturalna izolacja termiczna, która ogranicza odpływ ciepła z organizmu. W wypadku siedzib zwierząt funkcję izolacyjną spełnia warstwa materiału, z jakiego są one



Z czego to wynika?



zbudowane, np. z: ziemi, gałęzi, igliwia i liści. W miarę możliwości możesz powtórzyć eksperyment z wymienionymi materiałami.

Czy wiesz, że... ?

### **Czy wiesz, że...**

Jeśli grubość strzechy wynosi 30–40 cm, to dodatkowe ocieplenie poddasza jest zbędne.

•••

Dobrym izolatorem cieplnym jest powietrze. Strosząc pióra, ptaki tworzą dodatkową przestrzeń między skórą a otoczeniem. Podobny efekt uzyskują ssaki, stawiając sierść. Gęsia skórka występująca u człowieka na skutek obniżenia temperatury otoczenia jest pozostałością po stroszeniu sierści (reakcja pilomotoryczna).

•••

Zwierzęta obniżają temperaturę ciała również dzięki ziajaniu, czyli szybkiemu wydechaniu ciepłego powietrza. Jest to szczególnie istotne dla tych spośród nich, które się nie pocą ani nie mogą zrzucić wierzchniej warstwy izolującej termicznie, czyli sierści lub piór. W opisanym wyżej eksperymencie ziajanie zastępowała pompka wydmuchująca spod koca ciepłe powietrze.

•••

Na niekorzystne warunki atmosferyczne szczególnie narażone są starsze osobniki, często schorowane, w których organizmach procesy biologiczne zachodzą dużo wolniej, a także prawie bezbronne osobniki młode – potomstwo, które nie wykształciło jeszcze w pełni mechanizmów obronnych, np. gęstej, dobrze izolującej sierści.

Temat ?

### **ZĘBY**

Zęby zwierząt są elementem pierwszej części układu pokarmowego trawiennego. Służą do chwytania i rozdrabniania pożywienia. Pomocne są w pielęgnacji sierści, pozbywaniu się pasożytów, transporcie materiałów „budowlanych”, przenoszeniu potomstwa. Nie wszystkie zęby wyglądają tak samo – są różnicowane pod względem kształtu i funkcji. Uzębienie zwierząt zależy w dużym stopniu od ich sposobu odżywiania. Inaczej wyglądają zęby drapieżników, inaczej – roślinożerców. Jak wyglądają zęby człowieka w porównaniu z zębami innych zwierząt? Przekonasz się o tym, wykonując kolejne eksperymenty.



### Eksperyment: Odciski zębów

← Eksperyment

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- mąka,
- woda,
- naczynie do zagniecenia ciasta.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (Shutterstock: A – Coprid, B – M. Unal Ozmen)

Wykonanie eksperymentu

← Wykonanie

- Z mąki i wody zagnieć ciasto o gęstej konsystencji (do porcji mąki dolewając niewielkie ilości wody).
- Uformuj z ciasta wałek o średnicy około 1,5 cm i wygnij go tak, aby pasował do układu twoich zębów.
- Włóż wałek ciasta do ust i zaciśnij na nim zęby.

### Uwaga!

! Uwaga!

Uczulenie na gluten uniemożliwia samodzielne wykonanie tego eksperymentu. Osoby uczulone powinny wykorzystać do badań odcisk zębów innej osoby.

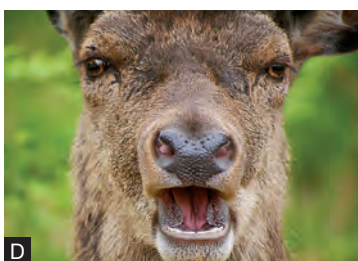
- Ostrożnie wyjmij odcisk, aby go nie uszkodzić.
- Porównaj odcisk swoich zębów z układem zębów innych zwierząt: roślinożernych i mięsożernych.



Ugniatanie ciasta (A.C.)



Odcisk zębów człowieka (A.C.)



Uzębienie: A – człowieka (Shutterstock/Sergey Furtaev), B – lwa (Shutterstock/swakopphoto.com), C – wilka (Shutterstock/Bill Frische), D – jelenia (Shutterstock/Foonia), E – zebry (Shutterstock/Mara008), F – dzika (Shutterstock/Neil Burton), G – delfina (Shutterstock/tubuceo), H – rekina (shutterstock/Darryl Brooks)



### Eksperyment: Funkcje zębów

← Eksperyment

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- dłuto,
- moździerz,
- deska kuchenna,
- kilkanaście ziarenek pieprzu.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (A.C.)

Wykonanie eksperymentu

← Wykonanie

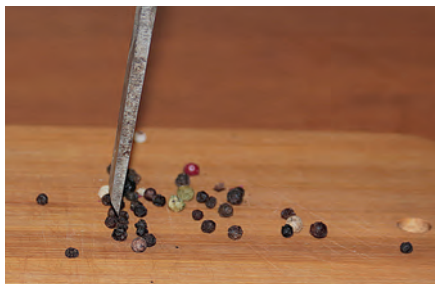
- Połóż na desce ziarenka pieprzu i spróbuj je rozkruszyć ostrą końcówką dłuta.

### Uwaga!

! Uwaga!

Obchodź się z dłutem ostrożnie; jego ostrze jest bardzo ostre, łatwo się nim skaleczyć.

- Włóż ziarenka pieprzu do moździerza i rozetrzyj je.



Próba rozbicia dłutem ziarenek pieprzu (A.C.)



Rozcieranie w moździerzach ziarenek pieprzu (A) i roztarte ziarno (B) (A.C.)

Obserwacja 😊

### Obserwacja

Odciski zębów przedtrzonowych i trzonowych, znajdujących się głębiej w szczęce, mają relatywnie dużą powierzchnię. Te zęby służą do miążdżenia, rozcierania i przeżuwania pokarmu. Podobną funkcję spełnił moździerz. Zęby z przodu szczęki (siekacze i kły) mają ostre zakończenia, jak użyte w eksperymencie dłuto. Służą one przede wszystkim do chwytania i rozrywania pokarmu na części. Rozkruszenie ziarenka pieprzu za pomocą dłuta jest prawie niewykonalne.

Czy wiesz, że... ❓

### Czy wiesz, że...

Zęby ryb drapieżnych znajdują się nie tylko w szczękach, ale i na podniebieniu. Są ostro zakończone i pochylone w kierunku przetyku. Próba uwolnienia się schwytej ofiary z pyska drapieżnika powoduje nadzianie się na zęby, okaleczenie ciała i uniemożliwienie ucieczki. Podobny mechanizm ułożenia „zębów” jest wykorzystywany w tarce do warzyw. Przesuwanie np. marchewki zgodnie z układem ostrzy jest płynne i delikatne, ale próba przesunięcia jej po tarce w przeciwną stronę sprawia, że warzywo jest blokowane na wystających „zębach”.

...

Siekacze niektórych zwierząt, np. bobrów, rosną przez całe życie zwierzęcia. Umożliwia to nawet starszym osobnikom ścinanie drzew i gałęzi do budowy tam i żeremi. Taka właściwość jest kłopotliwa dla hodowców gryzoni, którzy hodowanym zwierzętom muszą zapewnić możliwość ścierania ciągle rosnących zębów. Dotyczy to także świnek morskich trzymanyh jako zwierzęta domowe.

...

Zwierzęta mięsożerne poruszają szczękami jedynie w dół i w górę, a roślinożerne, rozdrabniające pokarm przez tarcie, mogą poruszać szczękami również w bok.



## NIETYPOWE POLOWANIE

Wiele drapieżnych zwierząt poluje w „tradycyjny” sposób: goni ofiarę bądź atakuje ją z zasadki. Jednak niektóre gatunki wykształciły na drodze ewolucji całkiem inne, nietypowe metody łowów. Wykonując opisane niżej doświadczenie, przekonasz się o ich prostocie.

⊕ Temat

### Eksperyment: Strzelanie do celu

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- strzykawka,
- woda,
- sznurek,
- nakrętka śrubki.

⊖ Eksperyment



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (A.C.)

Wykonanie eksperymentu

- Zawieś nakrętkę na sznurku (najlepiej nad wanną, jeśli wykonujesz eksperyment w domu) i delikatnie ją rozhuśtaj.
- Postaraj się trafić w nakrętkę wodą ze strzykawki.

⊖ Wykonanie



Strzelanie do celu wodą ze strzykawki (A.C.)





Obserwacja ☺

### Obserwacja

Trafienie do celu, zwłaszcza poruszającego się, wymaga wielu ćwiczeń.

Czy wiesz, że... ❓

### Czy wiesz, że...

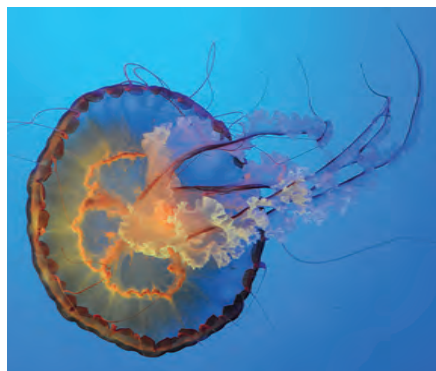
Słodkie wody Azji zamieszkuje ryba nazwana strzelczykiem (w naszym klimacie hodowana w akwariach). Aby zdobyć pokarm, ryba pluje wodą w owady siedzące na gałęziach zwisających nad wodą. Trafiony owad spada do wody, gdzie jest już łatwym łupem.

•••

Larwa owada mrówkolwa pospolitego, występującego w Polsce, drąży w piasku niewielki lejkowaty dołek, pod którego dnem czyha na potencjalną zdobycz. Najczęściej są to małe owady, np. mrówki i pająki. Mrówkolew ostrzeliwuje swoją zdobycz ziarenkami piasku, co uniemożliwia jej wydostanie się z pułapki. Owad zsuwa się na dno lejka, wprost w żuwaczki larwy, i staje się jej posiłkiem.

•••

Meduza, żyjąca także w Morzu Bałtyckim, obezwładnia ofiarę za pomocą przydełek.



Meduza z widocznymi przydełkami (Shutterstock/HelloRF Zcool)

Eksperyment ➔

### Eksperyment: Odfiltrowanie pożywienia

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- naczynie z wodą,
- sitko,
- okruchy styropianu o różnej wielkości.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (A.C.)

#### Wykonanie eksperymentu

- Do naczynia z wodą wsyp okrucy styropianu.
- Zbierz styropian, odfiltruj wodę za pomocą sitka.



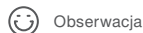
Okruchy styropianu pływające w wodzie (A.C.)



Wyławianie okruców styropianu za pomocą sitka (A.C.)

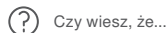
#### Obserwacja

Znacznie łatwiej wyłowić duże okrucy styropianu niż małe, najmniejsze natomiast przedostają się przez otwory sita do naczynia.



#### Czy wiesz, że...

Niektóre zwierzęta wodne zdobywają pożywienie (w eksperymencie imitują je okrucy styropianu), odfiltrując je z wody. W polskich zbiornikach wodnych żyje rurecznik mułowy, który odżywia się w taki sposób. Natomiast znanym przykładem gatunku tak polującego są wieloryby, które odczadzają pokarm (plankton) dzięki fiszbinom (rogowym płytom) wyrastającym z podniebienia.



#### Eksperyment: Z siatką po mięso

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- krzew pokryty pajęczyną,
- nakrętki śrub (o takiej samej wielkości i ciężarze),





- suwmiarka,
- waga kuchenna.

Wykonanie → Wykonanie eksperymentu

- Zmierz jedną nakrętkę.
- Zważ nakrętki.

Uwaga! ⚠ **Uwaga!**

Pomiar będzie dokładniejszy, jeśli wiele sztuk zważymy razem i obliczymy średnią.

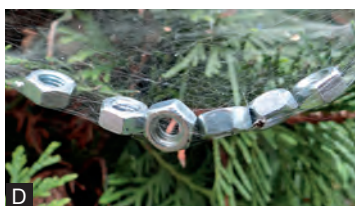
- Połóż ostrożnie jedną nakrętkę na pajęczynie.
- Sprawdź, ile nakrętek uda się umieścić na pajęczynie, zanim się zerwie.



Mierzenie nakrętki suwmiarką (S.S.)



Ważenie nakrętek (w prezentowanym doświadczeniu nakrętka waży 2,12 g) (S.S.)



Etapy eksperymentu – pajęczyna: pusta (A), obciążona dwiema nakrętkami (B), obciążona czterema nakrętkami (C) i obciążona sześcioma nakrętkami (D) (S.S.)



### Obserwacja

Pajęczyna utrzymała masę 12,72 g (6 nakrętek x 2,12 g). To oznacza, że wytrzymałaby wagę ponad 100 pszczoł miodnych.



Obserwacja

### Z czego to wynika?

Nić pajęcza charakteryzuje się wysoką wytrzymałością. Średnica ludzkiego włosa wynosi około 0,1 mm, czyli 100  $\mu\text{m}$  (1 mikrometr to 0,001 milimetra). Nić pajęcza jest wielokrotnie cieńsza, ma około 6  $\mu\text{m}$ , ale wytrzymałość ma dwukrotnie większą niż stalowy drut o takiej samej średnicy. Charakteryzuje się jednocześnie nieporównywalną elastycznością; może się rozciągnąć bez zerwania o 40%. W skali rozmiarów owada próbę zerwania pajęczyny można porównać z próbą zerwania przez dorosłego człowieka linki stalowej o średnicy kilku milimetrów. Na przykład mucha domowa ma masę około 0,2 g, a nakrętka waży bez porównania więcej; mimo to pajęczyna wytrzymuje ciężar.



Z czego to wynika?



Nakrętka wisząca w pajęczynie. Można porównać grubość nici z wielkością nakrętki (S.S.)

### Czy wiesz, że...

Już sam proces wytwarzania nici przez pająka zachwyca badaczy. Pająk nie ma szpulkki, z której mógłby rozwijać pajęczynę podobnie, jak nić krawiecką. Pajęczyna jest wydzieliną wytwarzaną przez kądziółki przędne i zastygającą w powietrzu tak szybko, że pozwala to pająkowi zjeżdżać na własnej nici. Pająk ma ponad 3000 czujek naprężeń, którymi potrafi rozpoznać, czy drgania sieci pochodzą od wiatru, czy od owada. Pająk rusza do ataku tylko w tym drugim wypadku, bo rozpoznaje biologicznie istotne częstotliwości i amplitudy drgań.



Czy wiesz, że...



Pajęczyna misternie utkana przez pająka (Shutterstock/ Paul Aniszewski)

...

Pająki pełnią pożyteczną rolę w przyrodzie, ograniczają bowiem populację owadów, np. muchy domowej. W ciągu swojego życia składa ona średnio 600 jaj, a dojrzałość płciową osiąga po mniej więcej dwóch tygodniach życia. Gdyby nie drapieżniki, z jednej pary much po dwu tygodniach wylęgłoby się 600 owadów, czyli 300 par. Po miesiącu te 300 par złożyłoby po 600 jaj, co daje 180 tys. owadów (90 tys. par). Po upływie półtora miesiąca byłoby już 27 mln par osobników. Aby ustalić liczbę par owadów po upływie kolejnych dwu tygodni, należy każdorazowo poprzedni wynik pomnożyć przez 300. Chętni mogą obliczyć, ile much wylęgłoby się wiosną i latem. Według obliczeń entomologów, od kwietnia do sierpnia, namnożyłoby się tyle much, że przykryłyby Ziemię warstwą grubości od 75 cm do nawet 14 m.

Temat ?

### SPRAWNY JAK...

Sprawność, zręczność, spostrzegawczość, zwinność, szybkość orientacji, to tylko niektóre z wielu cech zwierząt. Spróbujcie się zmierzyć z osiągnięciami niektórych z nich. Do wykonania eksperymentu są potrzebne dwie osoby.

Eksperyment →

### Eksperyment: Zmierz się z wilkiem

Wilki są drapieżnikami. To bardzo dobrzy i sprytni łowcy. Szybko biegają, w stadzie poruszają się tylko po własnych śladach, dlatego nie sposób określić dokładnej liczby osobników w sforze. Na swoje ofiary organizują pułapki. Kiedy obiorą cel, biegną za nim tak długo, aż ofiara opadnie z sił, po czym wszystkie ją atakują. Wilk może przebyć dziennie od 40 do 70 km. Przyjmuje się, że średnio pokonuje 20 km w ciągu doby. Porusza się zazwyczaj z prędkością około 8 km/h. Kiedy poluje, przez krótki czas (do 5 min) może utrzymywać prędkość nawet do 60 km/h. W polskich lasach żyje wilk szary.



Wilk (*Canis lupus*) (Shutterstock/  
Bildagentur Zoonar GmbH)

Materiały i miejsce potrzebne do wykonania eksperymentu:

- rower z szybkościomierzem,
- bezpieczne miejsce do biegania.



Szybkościomierz na ramie roweru (S.S.)



Leśna droga dogodna do biegania  
i jazdy rowerem (Shutterstock/Patryk  
Kosmider)

Wykonanie eksperymentu

- Znajdź odpowiednie miejsce do przeprowadzenia eksperymentu.
- Wykonaj rozgrzewkę przed biegiem.
- Biegnij przez 3 min ze średnią prędkością około 8 km/h.
- Następnie biegnij jak najszybciej przez około 1 min.
- Osoba jadąca obok ciebie na rowerze informuje, z jaką prędkością biegniesz.
- Jaką prędkość udało ci się osiągnąć? Czy jest porównywalna z prędkością polującego wilka?
- Po zakończeniu biegu dobrze się rozciągnij.

← Wykonanie

**Obserwacja**

Dla człowieka poruszanie się przez dłuższy czas z prędkością 8 km/h jest trudne; nasza średnia prędkość to około 6 km/h. W biegu przez

😊 Obserwacja



1 min można osiągnąć większą prędkość, lecz zawsze będzie ona niższa od osiągniętej przez wilka.

Czy wiesz, że... ?

### Czy wiesz, że...

Usain Bolt, jamajski sprinter, trzykrotny mistrz olimpijski, podczas biegu na 100 m osiągnął prędkość 44,2 km/h. Na podstawie badań budowy i mięśni człowieka można sądzić, że graniczna jego prędkość to około 56 km/h, ale jej utrzymanie jest możliwe tylko na bardzo krótkim dystansie.

Eksperyment →

### Eksperyment: Skacz jak żaba

W polskich lasach żyje 18 gatunków płazów. Mimo małej różnorodności gatunkowej, są bardzo liczne i charakterystyczne dla naszych ekosystemów. Zjadanie owadów to tylko jedna z funkcji, jakie pełnią. Płazy bezogonowe (13 gatunków) są reprezentowane przez sześć gatunków żab właściwych, trzy gatunki ropuch, dwa gatunki kumaków oraz grzebiuszkę i rzekotkę. Niezależnie od gatunku, żaby, ropuchy i kumaki mają charakterystyczną dla siebie sprawność – skakanie. Spróbuj się zmierzyć z ich osiągnięciami.



Rzekotka drzewna (*Hyla arborea*)  
(Shutterstock/Bartosz Budrewicz)

Miejsce i materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- płaskie miejsce do skakania,
- miarka 3- lub 5-metrowa,
- kreda lub patyk (do rysowania),
- pięć małych kamieni (do zaznaczania odległości).



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (K.K.)

#### Wykonanie eksperymentu

- Ustaw się w miejscu startu.
- Przygotuj się do skoku z pozycji kucznej.
- Wykonaj skok kilka razy.
- Za każdym razem mierz odległość pokonaną skokiem.
- Skocz z pozycji stojącej.
- Powtórz skok z tej pozycji.

⬅ Wykonanie

#### Uwaga!

W większej grupie osób warto zorganizować zawody.

⚠ Uwaga!

#### Obserwacja

Skakanie z pozycji kucznej pozwala się wybić i skoczyć dalej niż z pozycji stojącej.

😊 Obserwacja

#### Czy wiesz, że...

Długość ciała żab, ropuch i kumaków osiąga 7–9 cm, a te zwierzęta potrafią skakać nawet na odległość 2 m (tyle wynosi długość skoku żaby dalmatyńskiej). Niektóre gatunki płazów bezogonowych potrafią wykonywać skoki na odległość 30 razy większą od długości ich ciała. Aby osiągnąć taki sukces, człowiek o wzroście 1,6 m musiałby skakać na odległość 48 m.

❓ Czy wiesz, że...

#### Eksperyment: Sokoli wzrok

Sokół należy do ptaków drapieżnych polujących na rozległych, otwartych terenach. Potencjalne ofiary mogłyby go spostrzec, dlatego ma on wyjątkowy system polowania – aby nie zostać zauważonym, wznosi się wysoko i stamtąd wypatruje przyszłych ofiar. Czujność ptaków znajdujących

⬅ Eksperyment





się poniżej sokoła jest uśpiona, bo jest on widoczny jako odległy punkt na niebie. Jasny brzuch ułatwia mu zlewanie się z tłem – błękitem nieba, więc przysze ofiary go nie widzą, chociaż on widzi je dobrze.



Sokół wędrowny (*Falco peregrinus*) (Shutterstock/Robert L Kothenbeutel)

Miejsce i materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- miejsce z rozległym widokiem,
- linijka o długości 15 cm,
- miarka 3- lub 5-metrowa,
- lornetka.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (K.K.)



### Wykonanie eksperymentu

- Linijkę ustaw pionowo daleko od siebie, w odległości np. 10 m.
- Odszukaj linijkę, patrząc przez lornetkę.



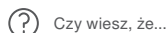
### Obserwacja

Lornetka przybliży obraz linijki.



### Czy wiesz, że...

Oczy ptaków drapieżnych, do których zalicza się sokół, umożliwiają widzenie z dużej odległości. Działają one jak teleskopy – pozwalają przybliżyć obraz i rozpoznać odległe obiekty. Sokół wędrowny (występujący w Polsce) widzi swoją zdobycz z bardzo dużego dystansu, człowiek to samo mógłby jedynie zobaczyć przez lornetkę. Ptaki drapieżne z odległości przekraczającej 30 m potrafią dostrzec obiekty wielkości 6 mm, a z około 300 m mogą wypatrzeć mysz.



•••

W 1941 r. amerykański uczone Selig Hecht dowiódł, że ludzkie oko jest w stanie odebrać bodźce świetlne, których źródło jest oddalone aż o 48 km. Jest to możliwe jedynie w idealnych warunkach atmosferycznych i w bezchmurną noc. Płomień można zobaczyć ze wzgórza, jeśli znajduje się w odległości około 5 km od miejsca obserwatora.

## KORZENIE ROŚLIN

Większość roślin zaczyna życie jako siewki, czyli rośliny we wczesnym stadium rozwoju, wyrastające z nasion. Jedynie nieliczne z nich mają szansę na przetrwanie – jeśli trafią na sprzyjające warunki – a potem na przeżycie, jako dorosłe rośliny. Bardzo ważną częścią roślin są korzenie, zwykle ukryte pod powierzchnią ziemi i niemal niezauważalne. Korzenie to istotny element roślin: przytwierdzają je do podłoża i pobierają wodę oraz składniki pokarmowe z gleby, tworząc przy tym rozległy system. O tym, jak wyglądają najczęściej spotykane systemy korzeniowe, dowiesz się, wykonując opisane doświadczenie.



### Eksperyment: Korzeń korzeniowi nierówny

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- mniszek lekarski, babka zwyczajna,
- łopata lub szpadel.





Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu: mniszek lekarski (A), babka zwyczajna (B), łopatka (C) (S.Ł.)

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Za pomocą szpadła wykop mniszka i babkę; zrób to ostrożnie, aby nie uszkodzić korzeni.
- Połóż rośliny na płaskim podłożu i porównaj wygląd ich systemów korzeniowych.

Obserwacja 😊

**Obserwacja**

Mniszek wykształca jeden bardzo silny, gruby korzeń główny, z którego wyrastają ukośnie lub poziomo korzenie boczne o mniejszych rozmiarach. Taki system korzeniowy nosi nazwę palowego. Babka ma liczne drobne korzenie skierowane pionowo w dół, tworzące wiązkę. Tego typu system korzeniowy nazywamy wiązkowym.



Korzeń palowy mniszka lekarskiego (S.Ł.)



Korzeń wiązkowy babki zwyczajnej (S.Ł.)

Z czego to wynika? (?)

**Z czego to wynika?**

Kształt systemu korzeniowego jest cechą gatunkową. Mniszek lekarski, tubin pospolity i mak polny wykształcają bardzo silny, gruby korzeń główny, dzięki czemu lepiej wykorzystują wodę i związki pokarmowe zawarte w glebie; są też trudniejsze do usunięcia. Babka zwyczajna i większość traw wykształcają system korzeniowy wiązkowy. Dzięki temu łatwo penetrują głębę w poszukiwaniu wody i substancji odżywczych, ale nie są w niej zakotwiczone



zbyt mocno, więc znacznie łatwiej je usunąć. Korzenie traw są jednak bardzo odporne; z małego skrawka korzenia, np. perzu, może wyrosnąć kompletna roślina.

## KSZTAŁT I UŁOŻENIE LIŚCI

⊕ Temat

Do życia roślinom potrzeba m.in. światła i wody. Dostęp do światła zapewniają sobie dzięki szybkiemu wzrostowi, pozwalającemu im wybić się ponad otaczającą roślinność. Problemem jest uzyskanie odpowiedniej ilości wody. Można przyjąć, że opad rozkłada się równomiernie na danym terenie, ale o dostępie poszczególnych roślin do wody decydują inne czynniki: woda odbija się od liści drzew bądź spływa po nich, tworząc na powierzchni ziemi obszary bardziej lub mniej nawilżone. W takich warunkach rośliny, zwłaszcza małe, mogą pozostać suche nawet podczas dużej ulewy, co niekorzystnie wpłynie na ich rozwój. Rośliny wykształciły więc różne sposoby zwiększające ich szanse na pozyskanie wody opadowej i przeżycie nawet w mniej sprzyjających warunkach. Jednym z nich jest wytapywanie wody deszczowej z jak największej powierzchni i kierowanie jej do własnych korzeni.

## Eksperyment: Lejkowaty kształt liści

⊖ Eksperyment

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- woda,
- konewka,
- dwie 1-litrowe plastikowe butelki,
- lejek.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)



Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Ustaw butelkę na ziemi.
- Do konewki wlej około 1 l wody.
- Polewaj wodą z konewki obszar, na którym stoi butelka.
- Do drugiej butelki wstaw lejek.
- Napełnij konewkę taką samą ilością wody jak wcześniej.
- Polewaj wodą z konewki obszar, na którym stoi butelka z lejkiem.
- Porównaj ilość wody w obu butelkach.



Padający „deszcz” (S.S.)



Poziom wody w butelkach (S.S.)

Obserwacja 😊

**Obserwacja**

Więcej wody zebrało się w naczyniu z lejkiem.

Z czego to wynika? ❓

**Z czego to wynika?**

Lejek zwiększył powierzchnię, z jakiej do naczynia sphywała woda „opadowa”. Podobnie większa powierzchnia liści ustawionych lejkowato pozwala roślinie na zebranie większej ilości wody deszczowej.



Hortensja to przykład rośliny o lejkowato ułożonych liściach (A.C.)



## STABILNOŚĆ

„Ruda wiewiórka, ruda wiewiórka  
skacze wesoło z drzewa na drzewo.  
Z chwiejnej gałązki w zieleń da nurka,  
machnie ogonkiem w prawo i w lewo.”

– pisał Władysław Broniewski.

W wielu parkach można zobaczyć wiewiórki harcujące po drzewach. Myli się jednak ten, kto uważa, że ogon służy wiewiórcie do machania. Podobnie jak u kotów, ogon wspomaga zachowanie równowagi. Opisane doświadczenie pokaże, jak to się dzieje w praktyce



Wiewiórka pospolita (*Sciurus vulgaris*) (S.S.)

## Eksperyment: Po co mi ogon (1)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- rulon bibuły,
- plastelina,
- nożyczki,
- taśma klejąca,
- miękki drut o długości około 15 cm.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)



Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Odetnij 1/3 rulonu bibuły.
- Ponacinaj bibułę nożyczkami tak, aby powstały frędzelki.
- Owiń drut bibułą tak, aby powstał „wiewiórczy ogon”. Końcówkę ogona zabezpiecz taśmą klejącą.
- Plastelinę, która będzie stanowić ciężarek, owiń drugą częścią bibuły, tak aby powstała kulka. Możesz ją zmoczyć wodą, żeby się nie rozwijała. Będzie symulować wiewiórkę.
- Rzuć kulką i obserwuj jej lot.
- Wbij drut ogona w kulkę bibuły, rzuć nią ponownie i obserwuj, czy lot się zmienił.



Ponacinana bibuła przygotowana do zrobienia ogona (S.S.)



Model wiewiórki: korpus i ogon (A) i model w całości (B) (S.S.)

Obserwacja 😊

**Obserwacja**

Kulka bibuły obraca się w locie; dołączenie ogona sprawia, że przestaje się obracać. Jeśli zaobserwowanie zjawiska sprawia trudność, można do kulki doczepić nitkę i zamiast rzucać – ciągnąć ją po podłodze.

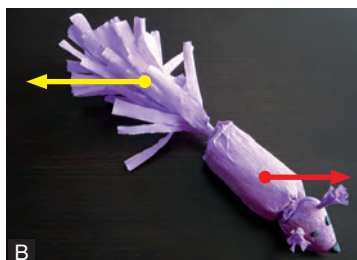
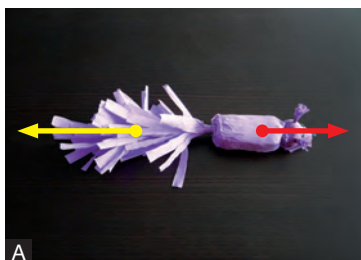
Z czego to wynika? ❓

**Z czego to wynika?**

Ogon wiewiórki w czasie lotu stawia opór powietrzu i stabilizuje ruch.



Wiewiórka w locie (Shutterstock/Mark Medcalf)



Na ilustracjach przedstawiono model wiewiórki poruszającej się w prawo w locie na wprost (A) i gdy obróciła się w locie (B). Czerwony punkt – środek ciężkości zwierzęcia; czerwona strzałka – kierunek działania siły wywołującej ruch; żółty punkt – geometryczny środek ogona; żółta strzałka – kierunek działania siły oporu powietrza wywołanej przez puszysty ogon (S.S.)



Ogon nadaje wiewiórce podobne właściwości, jakie ma lotka do badmintona (S.S.)





Na ilustracjach przedstawiono dwie siły działające przeciwnie do siebie, przyłożone do ciała w różnych jego punktach. Działanie takiej pary sił powoduje obrót ciała ustawionego ukośnie do kierunku ruchu.

Czy wiesz, że... ?

### Czy wiesz, że...

Ogon zwierzęcia pełni również funkcję przeciwwagi podczas powolnego ruchu. To dzięki ogonowi koty mogą wykonywać ekwilibrystyczne sztuczki, jak chodzenie po czubkach sztachet w płocie i górnej krawędzi otwartych drzwi. To dzięki pracy ogona potrafią obrócić się podczas spadania i wylądować na czterech łapach.



Kot wspinający się na drzewo  
(Shutterstock/Philip Kopylov)

Eksperyment →

### Eksperyment: Po co mi ogon (2)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- deska,
- śruby,
- śrubokręt,
- nitka.



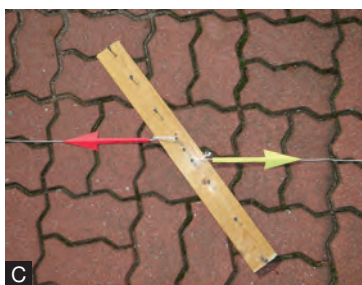
Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (A – S.S., B – Shutterstock/Kashin)



### Wykonanie eksperymentu

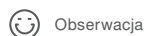


- Wyznacz środek deski i wkręć węł śrubę.
- Wkręcaj kolejne śruby symetrycznie względem śruby środkowej.
- Przywiąż dwa kawałki nitki do dwóch skrajnych śrub zewnętrznych.
- Ustaw deskę pod dowolnym kątem i pociągnij za nitki; obserwuj zachowanie deski.
- Zmieniaj miejsce przywiązania nitki (zachowując symetrię względem środka) i powtarzaj eksperyment. Zauważ, ile siły musisz użyć, aby obrócić deskę.



Strzałki czerwona i żółta to kierunki działania sił. Siły zaczeplone na długim ramieniu działają ukośnie (A), deska obrócona w wyniku ich działania (B); siły zaczeplone na krótkim ramieniu działają ukośnie (C), deska obrócona w wyniku ich działania (D) (S.S.)

### Obserwacja

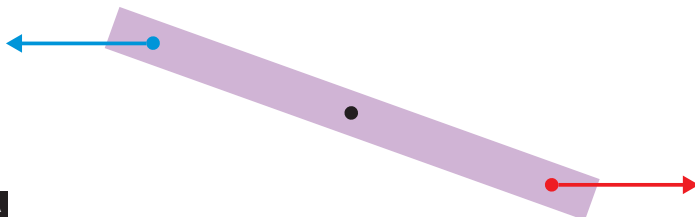


Deska obraca się wokół osi tak, że nitki i deska ustawiają się w jednej linii.

### Z czego to wynika?



Zachowanie deski wynika z działania pary sił, która zawsze powoduje obracanie się ciała.



A



B

Deska przed obrotem (A) i deska po obrocie (B). Punkty niebieski i czerwony – punkty przyłożenia sił; czarny punkt – oś obrotu; strzałki niebieska i czerwona – kierunki działania sił (S.S.)

Temat ?

### LATAM

Ptaki to fascynujące zwierzęta: biegają, latają, pływają, i wszystkie mają na sobie jedynie dwa rodzaje piór – puchowe i konturowe. Pierwsze chronią przed chłodem, drugie – lotki i sterówki – pełnią ważne funkcje w czasie lotu, a także decydują o ogólnym wyglądzie ptaków.

Eksperyment →

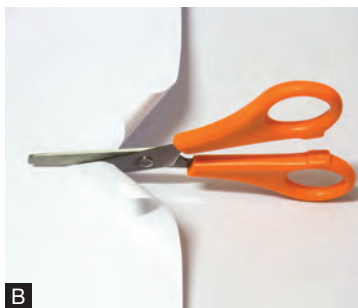
### Eksperyment: Różne pióra i skrzydła

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- kartki papieru A4,
- nożyczki.



A



B

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (A – S.S., B – Shutterstock/krichie)



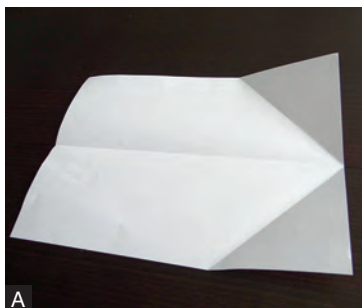
## Wykonanie eksperymentu



- Wykonaj z kartek papieru różne modele samolotu.
- Eksperymentuj z wielkością skrzydeł, ustawieniem lotek itd.
- Puszczaj je ko lejno, starając się nadawać im taką samą prędkość początkową (dbaj o powtarzalność warunków eksperymentu).
- Zauważ, który samolotik poleciał najdalej, a który leciał najszybciej.



Etapy składania z papieru pierwszej wersji samolotu (S.S.)



Etapy wykonywania z papieru drugiej wersji samolotu (S.S.)



Puszczanie obu samolotów jednocześnie (S.S.)

Z czego to wynika?

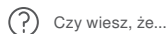


### Z czego to wynika?

Zasięg i prędkość samolotów zależą od ich kształtu, rozkładu masy, wielkości i ułożenia skrzydeł, a co za tym idzie – ruchu opływającego je powietrza.



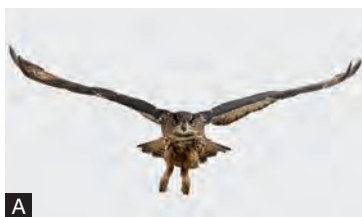
### Czy wiesz, że...



Rozmiar skrzydeł ptaka zależy od jego ciężaru i sposobu latania: czy jest on szybownikiem czy zwinnym lotnikiem często zmieniającym kierunek lotu.

•••

Ptaki są mistrzami lotu. To, co uczeni ustalają w wyniku badań w tunelach aerodynamicznych, ptaki opanowały już dawno. Na przykład winglety – zakończenia skrzydeł samolotu – zostały wprowadzone po badaniach nad przepływie powietrza wokół skrzydeł samolotów. Okazało się, że powietrze płynące górną częścią płata porusza się ukośnie ku kadłubowi, a powietrze płynące dolną częścią płata – ukośnie ku końcówce skrzydła. To sprawia, że na końcówce skrzydła powstają zaburzenia powietrza – wiry powodujące dodatkowe opory ruchu. Odpowiedzią naukowców były właśnie winglety o różnych kształtach. Tymczasem skrzydła ptaków wykorzystujących prądy powietrzne do szybowania zakończone są ustawionymi prawie prostopadle do tułowia pojedynczymi lotkami, które samoczynnie wyginają się ku górze. Dzięki zastosowaniu podobnego rozwiązania linie lotnicze oszczędzają z powodu niższego, nawet o 6%, zużycia paliwa, większej prędkości przelotowej i prędkości wznoszenia oraz niższego poziomu hałasu (o 6,5%). W tym ostatnim wypadku oszczędności wynikają z niższych opłat za hałas na lotniskach.



A



B

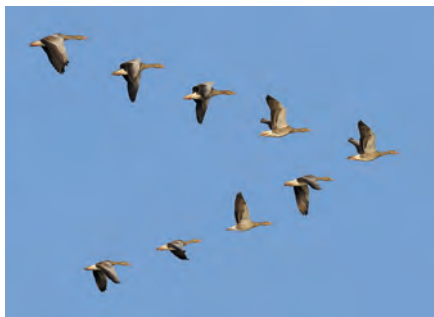
Puchacz zwyczajny w locie i... samolot (Shutterstock: Eric Isselee – A, Patryk Kosmider – B)

•••

Wiry krawędziowe wykorzystywane są przez ptaki migrujące. Nieprzypadkowo latają one w kluczach. W piśmie „Nature” opublikowano wyniki badań uczonych z brytyjskiego Royal Veterinary College, według których ibisy – bo ten gatunek ptaków badano – ustawiają się w odpowiednim miejscu względem końcówki skrzydła poprzednika. Trafiają wtedy w część wiru krawędziowego, która wznosi. Wykorzystując to, oszczędzają energię w długiej wędrówce. Oczywiście ptak na początku



klucza pracuje najciężej, dlatego następują zmiany prowadzącego. Próby z samolotami wojskowymi lecącymi w kluczu potwierdziły kilkuprocentową oszczędność paliwa.



Dzikie gęsi lecące w kluczu  
(Shutterstock/Ana Gram)

•••

Łotki na skrzydłach ptaka działają jak żaluzje. W czasie ruchu skrzydła w górę powietrze między łotkami przepływa swobodnie – skrzydło stawia mniejszy opór. Kiedy ptak porusza skrzydłem w dół – łotki się „uszczelniają”, stawiając opór. Powstaje siła nośna.

•••

Za zdolność lotu odpowiedzialna jest siła nośna. Jej wartość zależy m.in. od powierzchni skrzydła, kąta natarcia i prędkości lotu. Ustalenie, jak masa ptaka przekłada się na rozpiętość (a tym samym – powierzchnię) skrzydeł, nie jest łatwe. Obliczenia, które są prawdziwe dla samolotów z nieruchomymi skrzydłami, nie są poprawne dla ptaków, które – machając skrzydłami – ciągle zmieniają kąt natarcia, czyli kąt ustawienia względem powietrza. Ma to wielkie znaczenie w aerodynamice; według badań z początku XX w. trzmiel nie powinny latać, gdyż mają zbyt małe skrzydła w stosunku do masy i rozwijanej prędkości. Mawiało się, że na szczęście nikt trzmieli nie poinformował o wynikach tych badań, więc nadal latają. Użyty model matematyczny był zbyt prosty, m.in. zakładał stały kąt natarcia.

•••

Różne gatunki ptaków mają różne skrzydła. Ptaki drapieżne latające na otwartej przestrzeni mają z reguły skrzydła długie. Te, które latają między drzewami na niewielkie odległości, mają skrzydła krótkie, szerokie.



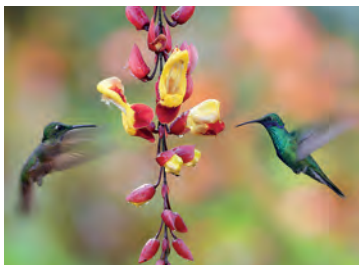
Drapieżniki szybujące, wypatrujące zdobyczy z góry, np. bielik – mają skrzydła szerokie, długie, z palcowatymi łotkami na końcówce skrzydła, a także wachlarzowaty ogon. Chwytające zdobycz w locie po krótkim pościgu, np. jastrząb, mają skrzydła krótsze, zaokrąglone i szerokie, oraz wąskie ogony. Natomiast ptaki chwytające zdobycz w locie po długim pościgu mają skrzydła wąskie, długie, ostro zakończone, zagięte ku tyłowi, i długie ogony wspomagające zwrotność.

•••

Największe skrzydła mają duże ptaki szybujące, które prawie wcale nie muszą nimi poruszać, najmniejsze zaś – małe zwinne ptaki, które mają potrzebę szybkich zmian kierunku lotu, np. poruszając się wśród gałęzi. Machają one skrzydłami bardzo szybko, ich lot polega na „odpychaniu się od powietrza”, a lot ptaków szybujących – raczej na „opieraniu się na powietrze”.



Bielik – rozpiętość jego skrzydeł osiąga 2,5 m; szybuje wysoko nad ziemią, wypatrując zwierzyny (Shutterstock/Szczepan Klejbuk)



Koliber – waży od 2 g do 20 g; aby utrzymać się w powietrzu, uderza skrzydłami 50–200 razy na sekundę (Shutterstock/Michal Jirous)

•••

Aby nie spaść na ziemię, ptaki muszą się poruszać względem powietrza. Równie dobrze jednak to powietrze może się poruszać względem nich. Kiedy wieje silny wiatr, ptak może się utrzymywać w locie, nie poruszając się w ogóle względem powierzchni ziemi. Najłatwiej zaobserwować to zjawisko nad morzem w wietrzny dzień, gdy nad głowami turystów „wiszą” mewy czekające na przysmaki.

•••

Do oznaczania różnych gatunków ptaków o podobnym upierzeniu służy formuła skrzydłowa, czyli zapis długości łotek skrzydła. Pierwszą liczbą formuły jest długość najdłuższej łotki, kolejne liczby to różnice





w milimetrach między lotką najdłuższą a kolejnymi, np. zapis |60|1|2|5|8|11| oznacza, że pierwsza lotka ma 60 mm, druga – 59 mm, trzecia – 58 mm, a kolejne: 55 mm, 52 mm i 49 mm. Pomiarów lotek nie dokonuje się oczywiście w okresach pierzenia.

Temat ?

## PŁYWAM

Ludzie od dawna naśladują naturę; jest to łatwiejsze niż wymyślanie nowych rozwiązań. Nie inaczej było z próbami pływania zarówno na powierzchni wody, jak i pod nią. Konstruktorzy mechanizmów zanurzeniowych okrętów podwodnych pomysłami czerpali z natury. Opisany niżej eksperyment pozwala sprawdzić, jak ryby zmieniają zanurzenie.

Eksperyment →

### Eksperyment: Jak ryba zmienia zanurzenie

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- balon,
- wężyk o długości co najmniej 1 m,
- taśma izolacyjna,
- niewielki kamyk,
- głębokie naczynie z wodą,
- pompka.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)



### Wykonanie eksperymentu

- Na jeden koniec wężyka nałóż balon.
- Ustnik balonu przyklej szczelnie taśmą izolacyjną do wężyka.
- Obok balonu przyklej kamyk, który będzie stanowił obciążnik.
- Drugi koniec wężyka umieść w pompce.
- Balon z kamykiem połóż na dnie naczynia.
- Pompuj balon.

← Wykonanie



Dwa końce wężyka: jeden zamocowano w pompce, na drugim umieszczono balon. Zgrubienie na wężyku oklejone taśmą izolacyjną to obciążnik (S.S.)



Przygotowany eksperyment – balon obciążony kamykiem leży na dnie naczynia (S.S.)

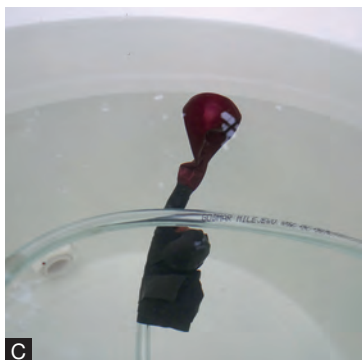
### Obserwacja

Pompowany balon wynosi kamyk z dna na powierzchnię wody.

😊 Obserwacja



Balon wyniósł kamyk na powierzchnię cieczy (S.S.)



Etapy zanurzania kamienia i utrzymywania go na zadanej głębokości, dzięki kontrolowanemu upuszczaniu powietrza (S.S.)

Z czego to wynika?

### Z czego to wynika?

Pływalność to zdolność ciał do utrzymywania się na powierzchni wody (np. ptaki wodne) lub pod nią (np. ryby); zależy od ich gęstości. Ciała gęstsze niż ciecz, w której są zanurzone, toną, a ciała o mniejszej gęstości się wynurzają. Kamyk z balonem należy traktować jak jedno ciało. Masa kamyka i gumy w czasie eksperymentu jest stale taka sama, ale podczas pompowania rośnie objętość balonu, co sprawia, że średnia gęstość maleje i balon wypływa na powierzchnię.

Czy wiesz, że...

### Czy wiesz, że...

Większość ryb ma pęcherz pławny, który działa jak balon z opisanego wyżej doświadczenia. Dzięki gruczołom gazowym może być wypełniany gazem – wtedy ryba się wynurza, i opróżniany z gazu przez tzw. otwór owalny – wtedy ryba się zanurza.



•••

Statki wyposażone są w zbiorniki balastowe. W jednostkach nawodnych pomagają one utrzymać stabilność i odpowiednie zanurzenie, które się zmienia zależnie od tego, czy statek płynie z ładunkiem czy bez ładunku. W jednostkach podwodnych zbiorniki balastowe służą do zanurzania się i utrzymywania głębokości.

•••

Modelarze wykorzystują techniki zanurzania podpatrzone u ryb. W metodzie dynamicznej zanurzenie wynika z dużej prędkości ruchu postępowego i ustawienia sterów głębokości, które powinny być duże. W metodzie dynamicznej ze zbiornikiem balastowym – po wypełnieniu wodą zbiornika balastowego do zanurzenia wystarczą dużo mniejsza prędkość i stery o mniejszej powierzchni.

W metodzie statycznej zmienia się wagę nieruchomego okrętu przez napełnienie zbiornika balastowego. Ryby, które nie mają pęcherza pławnego (np. chrzęstnoszkieletowe, jak rekin), skazane są na zanurzanie się metodą dynamiczną, więc muszą mieć silne płetwy i ogony. Ryby wyposażone w pęcherz pławny mają płetwy delikatne, wyglądające często jak ozdoby (np. u ryb akwariowych).

•••

Tankowce mają podwójne kadłuby – mniejszy, służący do transportu ładunku, jest niejako „włożony” do większego. Przestrzeń między nimi traktowana jest jak zbiornik balastowy, dzięki czemu wodę balastową separuje się od ładunku. Wydaje się to oczywiste, tymczasem w tankowcach starego typu balast przewożono w pustych zbiornikach ładowni, był więc zanieczyszczony resztkami ładunku, które trafiały do wody podczas zrzucania balastu. W wypadku supertankowców sformułowanie „resztki ładunku” oznacza tysiące litrów ropy. Największym statkiem w historii był supertankowiec TT Knock Nevis – 458 m długości, 69 m szerokości, 70 m wysokości. Wystarczy, że na dnie takiego kolosa o powierzchni 31 602 m<sup>2</sup> (458 m x 69 m) pozostanie milimetrowa warstewka ropy, a do oceanu zostanie wypłukanych 31,6 tys. litrów trujących substancji.

---

## W KOLORACH I W SZAROŚCI

Źródłem mądrości ludowych na ogół są obserwacje, np. jaskółki latające nisko przed deszczem, sprawiedliwość oliwy czy nocna szarość wszystkich kotów. Wiele powiedzeń udaje się wyjaśnić naukowo. Ostatnie, dotyczące kotów w nocy, wyjaśnia doświadczenie.



Temat



Eksperyment →

### **Eksperyment: W nocy wszystkie koty są szare**

Warunki i miejsce przeprowadzenia eksperymentu:

- oświetlony pokój, w którym po zgaszeniu światła i przyzwyczajeniu wzroku będzie można dostrzec znajdujące się w nim przedmioty,
- dogodny czas – po zmroku.

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Siedząc w oświetlonym pokoju, obserwuj kolory otaczających przedmiotów.
- Zgaś światło.
- Poczekaj, aż wzrok przystosuje się do ciemności.
- Oceń kolory w nieoświetlonym pokoju.

Obserwacja 😊

### **Obserwacja**

W źle oświetlonym pokoju bardzo trudno rozróżnić kolory.

Z czego to wynika? ?

### **Z czego to wynika?**

W oku znajdują się dwa rodzaje receptorów światła: czopki służą do widzenia przy intensywnym oświetleniu i są czułe na barwy; pręciki są wrażliwe na słabe światło i umożliwiają widzenie po zmroku.

Czy wiesz, że... ?

### **Czy wiesz, że...**

Ptaki drapieżne mają bardziej wydłużoną gałkę oczną niż człowiek. Dzięki temu ich oczy działają jak teleobiektyw – powiększają obraz odległych przedmiotów. Ma to jednak wady, np. sowy widzą „tunelowo”, podobnie jak człowiek używający lornetki. Wielkość gałki ocznej (1–5% wagi ciała) i jej kształt sprawiają, że sowy nie mogą obracać samymi gałkami ocznymi – muszą kręcić całą głową.



Oczy sowy (Shutterstock/  
MJ Prototype)



•••

Niektóre zwierzęta mają w oku, tuż za siatkówką, dodatkową błonę odblaskową. Odbija ona do wnętrza oka światło, które już raz przeszło przez receptory. Zwiększa to skuteczność ich działania w warunkach słabego oświetlenia. Taką błonę mają zwierzęta prowadzące nocny tryb życia, m.in. kotowate i sowy. To dlatego oczy zwierząt „świecą w ciemności”, przypominając światełka odblaskowe.

•••

W siatkówce ludzkiego oka znajduje się średnio 4,5 mln czopków i 90 mln pręcików, ale – w przeciwieństwie do pikseli w aparacie fotograficznym – nie są one rozłożone równomiernie. Obwód jest zdominowany przez pręciki. W miarę zbliżania się do osi gałki ocznej rośnie liczba czopków. W obrębie dołka środkowego (plamki żółtej) znajdują się tylko czopki. Ich nierównomierne rozmieszczenie sprawia, że patrząc na wprost mamy dużo większą zdolność rozdzielczą niż patrząc kątem oka. Widzenie obwodem siatkówki daje orientację w przestrzeni, a widzenie plamkowe pozwala rozpoznać drobne detale i barwy obserwowanych obiektów.

•••

W ciemności wzrok człowieka przestawia się na widzenie czarno-białe, ponieważ pręciki znajdujące się w oku nie są czułe na światło czerwone i fioletowe. Kolory czerwony i pomarańczowy odbieramy jako szarość, pozostałe kolory (żółć, zieleń, błękit, fiolet) są przytłumione i poszarzałe. Większość kotów podwórkowych jest w kolorach szaroburym lub rudawym, czyli ich sierść zawiera domieszkę czerwonego pigmentu. Dlatego te pierwsze widzimy jako szare z powodu ich koloru, rude zaś – jako ciemnoszare.

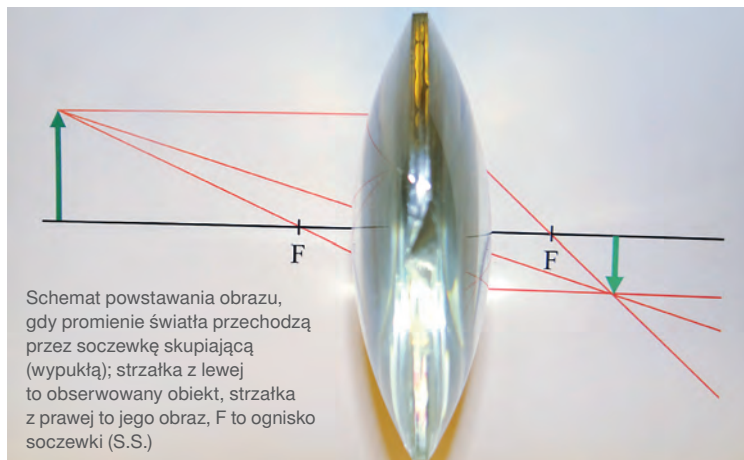
---

## JAK CIĘ WIDZĘ

Oko przekształca padające światło na impulsy elektryczne przesyłane do mózgu. Jest ono w stanie rozdzielić przestrzennie wiele źródeł światła i przesać do mózgu informację o ich położeniu, tak aby powstał obraz. Jednym z elementów oka jest soczewka skupiająca, dlatego obraz utworzony na siatkówce jest odwrócony. Człowiek nie widzi jednak obrazów odwróconych, ponieważ ośrodek wzroku w mózgu przetwarza obrazy, tak aby organizm poprawnie funkcjonował.



Temat

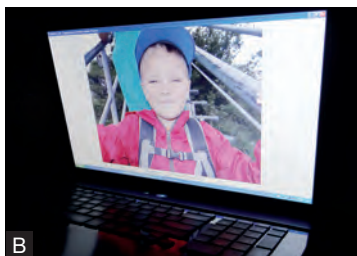


Eksperyment →

### Eksperyment: Świat do góry nogami

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- soczewka skupiająca (najlepiej lupa o dużej średnicy),
- kartka papieru (jako ekran),
- obiekt emitujący światło (telewizor lub monitor komputera).



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)

Wykonanie →

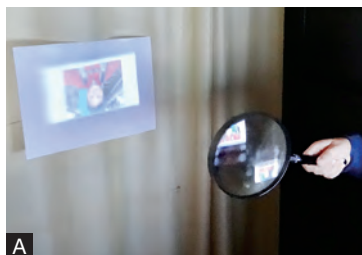
Wykonanie eksperymentu

- Przymocuj kartkę papieru (ekran) do tablicy korkowej lub zastony.
- Ustaw soczewkę między monitorem a ekranem w takiej pozycji, aby na ekranie powstał obraz świecącego monitora.

Uwaga! ⚠

### Uwaga!

Soczewkę należy ustawić tak, aby widoczny na ekranie obraz był w całości ostry.



Obraz widoczny na ekranie: nieostry z lewej (A) – soczewka trzymana nieprawidłowo, nieostry z prawej (B) – soczewka trzymana nieprawidłowo, ostry (C) – soczewka trzymana prawidłowo (S.S.)

### Obserwacja

Otrzymany obraz jest odwrócony.



Obserwacja

### Czy wiesz, że...

W pewnym doświadczeniu badany człowiek nosił okulary odwracające obraz. Po dwóch tygodniach jego mózg przystosował się do nowego sposobu widzenia na tyle, że badany był w stanie wykonywać codzienne czynności, łąpać lecącą piłkę, jeździć na rowerze. Nadal widział odwrócony obraz, ale jego mózg tak „skalibrował” zmysły, aby dostosowały się do nowych warunków.



Czy wiesz, że...

...

Zmieniając wielkość soczewki, zmieniamy jedynie jasność obrazu. To dlatego oczy zwierząt mają źrenice o regulowanej wielkości, które w nocy się rozszerzają i wpuszczają do oka więcej światła, a w dzień się zwężają, chroniąc przed oślepieniem. Oczy sów np. mają bardzo duże źrenice, co w połączeniu z błoną odbłaskową sprawia, że w ciemności sowie oczy są 2,5 razy bardziej czułe niż oczy ludzi.

...

Kształt obserwowanego obrazu nie zależy od kształtu przysłony. Przysłonięcie lupy kartką z wyciętym kwadratowym otworem nie sprawi,





że obraz stanie się „kanciasty”, natomiast zastaniając pół soczewki, nie sprawimy, że pół obrazu zniknie; nadal będzie widoczny cały, ale zmaleje jego jasność. Można się o tym przekonać, wykonując różne przysłony (trójkątne, kwadratowe, składające się z kilku drobnych otworów czy dowolne inne) i umieszczając je tuż przy lupie.

Temat ?

### RUCH I SPOSTRZEGAWCZOŚĆ

Od umiejętności ukrywania się zależy przetrwanie. Drapieżnik się kamufluje, aby w chwili ataku znaleźć się jak najbliżej ofiary. Nie daje jej czasu na reakcję, skraca drogę, a zatem także czas pogoni, oszczędzając energię. Ofiara się kamufluje, aby do pościgu nie doszło. Opisanе doświadczenie uzmysławia, czy łatwo wypatrzeć zakamuflowany obiekt.

Eksperyment →

#### Eksperyment: Znajdź mnie, jeśli potrafisz

W doświadczeniu biorą udział dwie osoby (lub więcej).

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- niewielki przedmiot dopasowany kolorystycznie do scenerii doświadczenia (na łące – zielony, w lesie na suchym igliwiu – brązowy),
- przymocowana do przedmiotu nitka w tym samym kolorze.



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)



Szyszka z przywiązaną do niej nitką (S.S.)

Wykonanie →

#### Wykonanie eksperymentu

- Jedna osoba kładzie przedmiot w widocznym miejscu, ale trudnym do szybkiego rozpoznania i znalezienia go wśród różnych elementów; w tym czasie pozostałe osoby stoją odwrócone, tak aby nie widzieć, gdzie położono przedmiot.
- Osoba, która ukrywa przedmiot, trzyma nitkę, aby za jej pomocą móc poruszyć przedmiotem w dowolnym momencie.
- Wszyscy odwracają się i – nie ruszając się z miejsc – rozpoczynają poszukiwania wzrokiem.



- Po kilku sekundach osoba trzymająca nitkę ciągnie za nią tak, aby przedmiot się poruszył.
- Oceniamy czas, po jakim można znaleźć przedmiot: gdy pozostaje nieruchomy i gdy jest przesuwany.



Stan początkowy (A) – szyszka ukryta w ściółce (z lewej u góry); stan końcowy (B) – szyszka przesunięta (z prawej u góry) (S.S.)

### Obserwacja

Przedmiot poruszający się zauważamy szybciej niż przedmiot nieruchomy.



Obserwacja

### Z czego to wynika?

Zmiana położenia przedmiotu – jego ruch – przyciąga uwagę. Dlatego łatwiej można dostrzec poruszające się zwierzęta.



Z czego to wynika?

### Czy wiesz, że...

Wypatrując zdobyczy z dużej wysokości, ptaki drapieżne nie przeczesują wzrokiem całego pola widzenia, ponieważ mnogość szczegółów nie pozwoliłaby dostrzec tych najważniejszych. Niektóre ptaki wykorzystują proces zwany habituacją, polegający na eliminowaniu reakcji na powtarzające się bodźce, które są nieistotne – jeśli sceneria się nie zmienia, obraz „uśrednia się” w przestrzeni, rozmywa. Rejestrowane są tylko zmiany w obrazie, np. zmiana położenia potencjalnej zdobyczy.



Czy wiesz, że...

•••

To, że ruch przyciąga uwagę, wykorzystuje się, aby zwiększyć bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Lampki używane przez cyklistów migają, zwracając uwagę kierowców jadących za nimi. Dzięki temu zauważają oni rowerzystów z dużej odległości. Daje to czas na przygotowanie i bezpieczne wykonanie manewru wyprzedzania.



Temat (?)

**PIERWSZE WRAŻENIE**

W świecie zwierząt samce starają się wyrzucić wrażenie na samicach. Samica, m.in. na podstawie wyglądu samca, ocenia, czy jest on dobrym kandydatem na ojca jej potomstwa. Dlatego pawie mają wspaniałe ogony, samce kaczki krzyżówki – bajeczne kolory, a samce jeleni i łosi – imponujące poroża. Zwierzęta wytwarzają ozdoby mimo ryzyka związanego z ich noszeniem. Krzykliwe barwy utrudniają ukrycie się, a ciężkie i rozłożyste poroże utrudnia ucieczkę przez gęste zagajniki. Opisane doświadczenie pozwoli stwierdzić, o ile trudniejsze bywa poruszanie się z taką ozdobą.

Eksperyment (→)

**Eksperyment: Poroże (1)**

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- dwie nowe, czyste szczotki-zmiotki,
- sznury z rozwieszonym praniem (wersja domowa) lub krzew o gęstych gałęziach (wersja terenowa).



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)

Wykonanie (→)

**Wykonanie eksperymentu**

- Trzymając szczotki ponad głową, z włosiem u góry, spróbuj przejść pod zawieszonym praniem lub gęstymi gałęziami.



Próba przejścia pod gęstymi gałęziami – widoczna trudność w utrzymaniu pierwotnej pozycji szczotek (S.S.)



### Obserwacja

Poruszanie się ze szczytkami nad głową jest znacznie utrudnione.



Obserwacja

### Z czego to wynika?

Szczytki zaczepiają o wiszące przeszkody, co znacznie utrudnia przechodzenie.



Z czego to wynika?

### Czy wiesz, że...

Im większa rozpiętość poroża, im więcej ma ono odnóg, tym trudniej zwierzęciu poruszać się wśród gęstych gałęzi. Jelenie mają poroże o rozpiętości nawet do 90 cm, i miewa ono do 30 odnóg. Każda z nich zwiększa okazałość ozdoby, ale sprawia, że zwierzę musi unikać terenów gęsto zakrzewionych.



Czy wiesz, że...



Jeleń z wielkim porożem  
(Shutterstock/Colin Edwards  
Wildside)

### Eksperyment: Poroże (2)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- dwie szczytki na długich kijach.



Eksperyment



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Trzymając szczotki w pobliżu głowy, tak by włosie znalazło się wysoko nad głową, podobnie jak poroże jelenia, pochyl głowę do przodu, potem na boki, aby „poroże” poruszało się wraz z głową.



Próba poruszania głową, trzymając przy uszach długie szczotki (S.S.)

Obserwacja 😊

**Obserwacja**

Trudno utrzymać szczotki w rękach podczas pochylania głowy.

Z czego to wynika? ❓

**Z czego to wynika?**

Trudność wynika z ciężaru szczotek i ich długości. Odległość wybranego punktu od osi obrotu nazywa się ramieniem. Iloczyn siły ciężkości i ramienia, na którym ona działa, to moment siły. Jest to ważny parametr podczas rozpatrywania ruchu obrotowego. Dużo trudniej zawrócić w miejscu z długą drabiną niż z niewielkim odważnikiem o takiej samej wadze, ponieważ w wypadku drabiny siły działają na długich ramionach. To z powodu momentu siły ptaki o długich skrzydłach, np. bociany, nie są w stanie poruszać nimi szybko.



### Czy wiesz, że...

Poroże jelenia może ważyć od 8 do 12 kg przy długości rogów do 90 cm. Po wykonaniu eksperymentu można sobie wyobrazić, jak ciężką pracę wykonuje to zwierzę, dźwigając swoją ozdobę, jak mocne musi mieć mięśnie karku i jak dobrą koordynację, aby z pochyloną głową szarżować na innego byka w walce o samicę.

...

Jedno z największych na świecie poroży łosia znaleziono na Kamczatce. Zostało ono zrzucone. Łopaty mają 140 cm wysokości, 40 cm szerokości i 3 cm grubości; jedna waży 25 kg. Obecnie poroże znajduje się w prywatnej kolekcji.

🔍 Czy wiesz, że...

### JAK CIĘ SŁYSZĘ

Ucho ssaka jest narządem słuchu i równowagi. W uchu fala akustyczna ze środowiska gazowego (ucho zewnętrzne), z wykorzystaniem układu mechanicznego kosteczek słuchowych, przechodzi do środowiska ciekłego (ucho wewnętrzne). W uchu wewnętrznym dźwięk jest przekształcany na sygnały elektryczne – impulsy nerwowe – przekazywane do mózgu. Opisane doświadczenie przedstawia działanie ucha jako odbiornika fal dźwiękowych.

🔍 Temat

### Eksperyment: Młoteczek, kowadełko i strzemiączko

Umiejętności i materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- dwa jednakowe kieliszki do wina wypełnione częściowo wodą,
- piłeczka pingpongowa z przyklepioną nitką,
- umiejętność grania na kieliszku.

👉 Eksperyment



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)



Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Ustaw kieliszki w odległości kilku centymetrów od siebie.
- Sprawdź, czy w obu kieliszkach jest taka sama ilość wody (jedną z metod sprawdzenia jest zagranie na kieliszkach i porównanie, czy emitują one dźwięk o takiej samej wysokości).
- Zawieś piłeczkę tak, by dotykała zewnętrznej ścianki jednego z kieliszków.
- Zagraj na kieliszku, przy którym nie ma piłeczki, i obserwuj, co się z nią stanie.



Przygotowanie eksperymentu (S.S.)

Obserwacja 😊

**Obserwacja**

Nieruchoma początkowo piłeczka pingpongowa zaczyna drgać i odbijać się od ścianki drugiego kieliszka.



Ruch piłeczki podczas grania na kieliszku (S.S.)



Drgania powierzchni cieczy widoczne podczas grania na kieliszku (S.S.)



### Z czego to wynika?

Kieliszek, na którym gramy, jest nadajnikiem. Drugi, którego dotyka piłeczka, jest odbiornikiem. Nadajnik i odbiornik są do siebie dostrojone – drgania jednego przenoszą się przez powietrze i pobudzają do drgań drugi, by następnie wprawić w ruch piłeczkę. To zjawisko nazywa się rezonansem akustycznym.

Z czego to wynika?

### Czy wiesz, że...

Kieliszek, którego dotyka piłeczka, jest odpowiednikiem błony bębenkowej w uchu, a drgająca piłeczka jest odpowiednikiem kosteczek słuchowych: młoteczka, kowadełka i strzemiączka. Funkcją kosteczek jest mechaniczne przekazywanie drgań błony bębenkowej do ucha wewnętrznego.

Czy wiesz, że...

•••

Najważniejszym elementem ucha jest wypełniony płynem ślimak, w którym znajduje się narząd Cortiego. Jego rzęski przekształcają drgania płynu na impulsy elektryczne, które za pomocą nerwu są przekazywane do mózgu. Zniszczenie narządu Cortiego powoduje trwałą i całkowitą utratę słuchu.

•••

W uchu człowieka znajduje się najmniejsza kość organizmu ludzkiego – strzemiączko. Ma ono zaledwie 3 mm długości i rzeczywiście ma kształt strzemięcia (części siodła końskiego).

•••

Zwierzęta kierują uszy w stronę źródła dźwięku. Z powodu swej budowy ludzie nie mają tej umiejętności, ale jej pozostałością jest drganie mięśni zauszných podczas nastuchiwania.

•••

Audiometria impedancyjna – jedna z metod badania słuchu – umożliwia określenie sztywności błony bębenkowej. Jej zaletą jest ograniczenie roli pacjenta do obecności podczas badania. Dawniej osoba niedosłysząca musiała opowiadać lekarzowi, co usłyszała. To sprawiało, że badania słuchu bywały nieprecyzyjne. Opracowano zatem obiektywną i niezależną metodę badania, w której pacjent nie gra roli współoceniającego. Jest to szczególnie ważne u dzieci, które są zbyt małe, aby brać aktywny udział w badaniu. Od kilku lat wszystkie niemowlęta objęto obowiązkowym przesiewowym badaniem słuchu.



