

2015

Projekt z klasa



nowa  
era

# Prawa fizyki w organizmach żywych

Piotrków Trybunalski

# Technikum Kształtowania Środowiska

**w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych i Placówek Opiekuńczo-  
Wychowawczych Nr 3  
im. Władysława Stanisława Reymonta  
w Piotrkowie Trybunalskim**



„ ...aby nauczyciel mógł poświęcać się temu co  
najważniejsze - pracy z uczniem...”

# Prawa fizyki w organizmach żywych

1. Kinematyka 
2. Dynamika 
3. Grawitacja 
4. Hydrostatyka 
5. Termodynamika 
6. Ciepło 
7. Prąd elektryczny 
8. Magnetyzm 
9. Drgania i fale 
10. Optyka 
11. Fizyka jądrowa 

Stan równowagi dynamicznej jest cechą charakterystyczną dla żywej komórki i jej otoczenia  
**To ważne stwierdzenie raz jeszcze unaocznia nam wewnętrzną mądrość żywych organizmów.**

**Życie jest ciągłą walką z nieuniknionym dla wszystkich procesów nieodwracalnym wzrostem entropii.**

**Synteza wielkich, bogatych w informację, złożonych cząsteczek, tworzenie materialnej struktury komórkowej, wzrost organizacji – to wszystko są czynniki zmniejszające wzrost entropii. Lecz nie ma ucieczki od nieuchronnego wzrostu entropii towarzyszącego wszystkim przemianom w przyrodzie a ujętego w formę **DRUGIEGO PRAWA TERMODYNAMIKI.****

*Aharon Katchalsky*

„Czymże jest życie? Jest ciepłem, wytworem cieplnym czegoś, co utrzymuje formę, choć samo jej nie ma, jest gorączką materii towarzyszącą procesowi bezustannego rozkładu i odradzania się drobin białka tak skomplikowanych i tak kunsztownie skonstruowanych, że aż nietrwałych i nie dających się utrzymać. Jest istnieniem tego co właściwie nie może istnieć, co w słodkiej męce chwije się między bytem a niebytem podczas zawikłanego procesu rozpadu i wiecznego stawania się...”

*Tomasz Mann*

1. Kinematyka – rzut ukośny w odniesieniu do skoku żaby

2. Dynamika – dlaczego kot spada na cztery łapy?

3. Grawitacja:

a) Statocysty-receptory grawitacyjne u bezkręgowców

b) Wpływ pola grawitacyjnego na organizmy żywe w kosmosie:

- zanik mięśni,
- ubytek w układzie kostnym,
- redukcja grubości skóry.

4. Hydrostatyka:

a) Napięcie powierzchniowe cieczy - „Bieg po wodzie”

b) Prawo Pascala - obieg krwi w organizmie zachodzi pod wpływem ciśnienia mechanicznego wytwarzanego przez serce

c) Prawo Archimedesesa – rozbudowa kośćca organizmów

5. Termodynamika

- a) Dyfuzja, b) Membranowe techniki separacji w organizmach żywych
- c) Znaczenie biologiczne anomalnej rozszerzalności temperaturowej wody.

## 6. Ciepło – mechanizmy regulacji temperatury zwierząt stałocieplnych

## 7. Prąd elektryczny

- a) Rybie napięcie, b) leczenie prądem elektrycznym.

## 8. Magnetyzm: a) Pole magnetyczne Ziemi kompasem ptaków, b) geomagnetotropizm, c) pole magnetyczne płaszczem ochronnym organizmów żywych przed szkodliwym promieniowaniem kosmicznym.

## 9. Drgania i fale – fizjologia słyszenia człowieka

## 10. Optyka – osobliwości w widzeniu przez zwierzęta

## 11. Fizyka jądrowa – zastosowanie promieniowania jądrowego i prawa rozpadu promieniotwórczego w medycynie.



# 1. Kinematyka – rzut ukośny w odniesieniu do skoku żaby

W przyrodzie wielokrotnie możemy zaobserwować rzut ukośny: na przykład w skoku żaby czy kangura. Zwierzęta te podczas ucieczki instynktownie skaczą pod kątem  $45^\circ$ , który zapewnia im największy zasięg. Prawo to wykorzystują także sportowcy podczas skoku w dal.

Niektóre skaczące zwierzęta mogą wykonywać skok pod nieco innym kątem, co ma związek z ich budową i możliwościami.

Dowód:

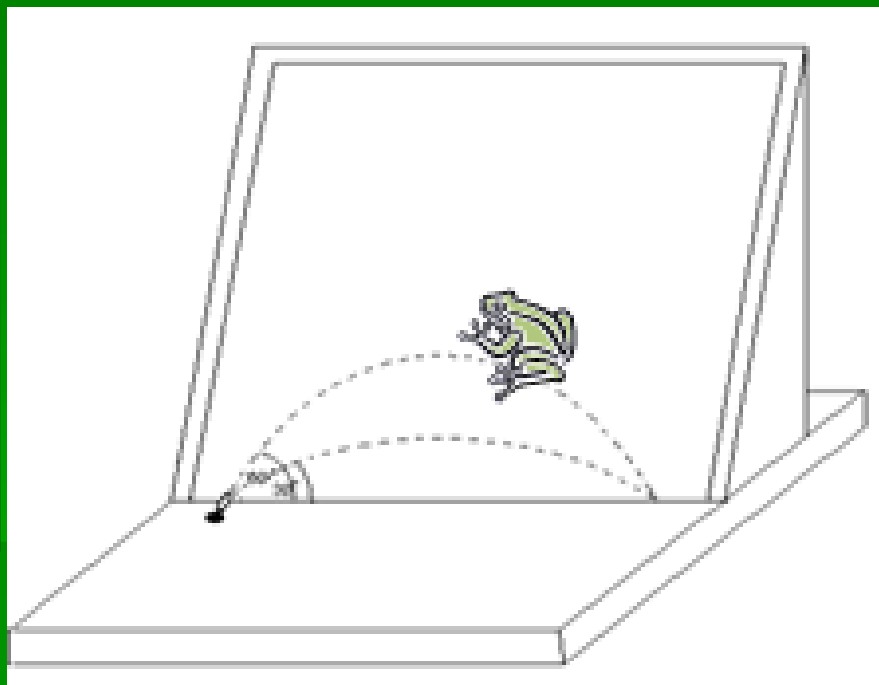
gdy  $\alpha=45^\circ$ ,  $\sin 2\alpha=1$

[dla każdego innego

$$Z = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \text{ kąta } \sin 2\alpha < 1]$$

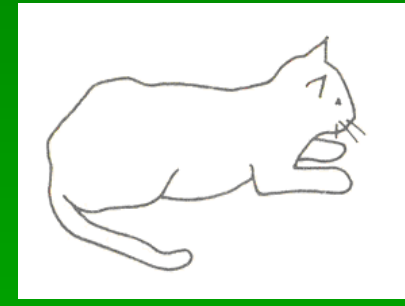
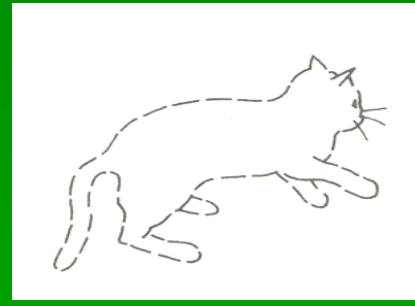
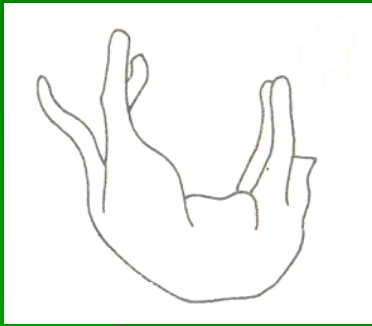


# Rzut ukośny w odniesieniu do skoku żaby





## 2. Dynamika – dlaczego kot spada na cztery łapy?



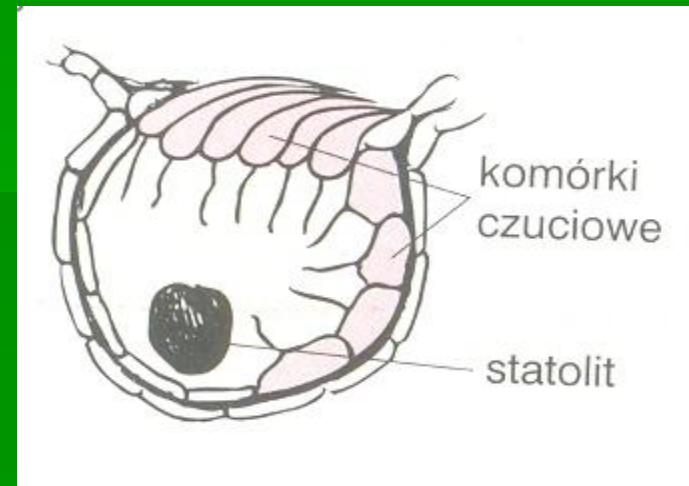
Ciekawym przykładem wykorzystania przez żywe organizmy zasady zachowania momentu pędu ( $L$ ) jest spadający kot, który zawsze potrafi wylądować na cztery łapy (jeśli czas lotu jest odpowiednio długi).

$$L = mvr = \text{const}$$

### 3. Grawitacja – a) Statocysty-receptory grawitacyjne u bezkręgowców.

Każdy organizm zorientowany jest w specyficzny sposób w stosunku do zwrotu działania siły ciężenia. Zmiana tej orientacji wywołuje próby powrotu do pozycji normalnej. Na przykład bezkręgowce mają wyspecjalizowane receptory grawitacyjne zwane statocystami.

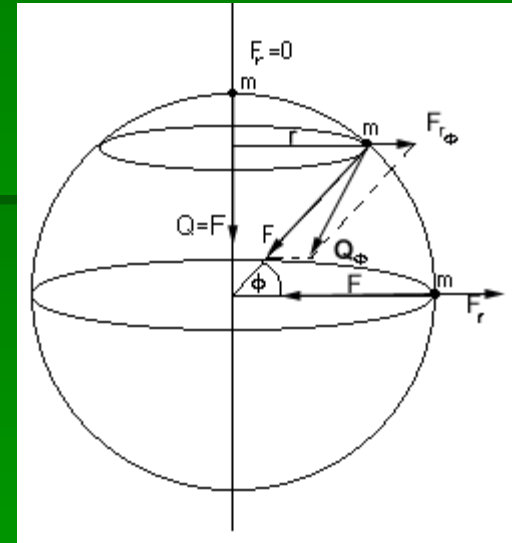
Klasyczny eksperyment, który służył demonstracji funkcjonowania statocysty u raka, polegał na zastąpieniu grudki węglanu wapnia w statocycie grudkami żelaza.



Statocysta z ropalium meduzy

## b) Wpływ pola grawitacyjnego na organizmy żywe w kosmosie

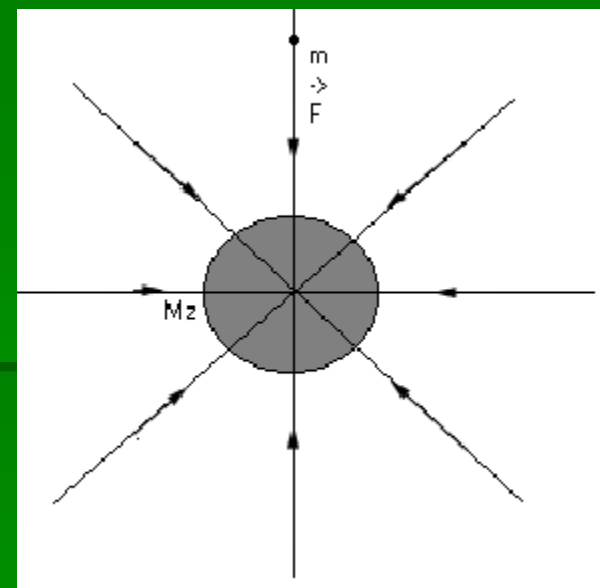
Siła grawitacyjna Ziemi oddziałuje na wszystkie organizmy żywe; rośliny, zwierzęta i ludzi. W wielu przypadkach skutki oddziaływania siły ciężenia na organizmy żywe ujawniają się bardzo wyraźnie. Oddziaływanie to można obserwować w procesach ewolucyjnych **struktur oporowych**, które przeciwdziałają siłom grawitacji. Struktury te tworzą określone układy kostne. **Wzrost rozmiarów danego gatunku prowadzi do wzrostu jego ciężaru ciała, a to powoduje rozbudowę układu kostnego.**



$$F_g = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$



Człowiek nie jest przystosowany do życia w warunkach mikrogravitacji, dlatego astronauta przebywający na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej muszą intensywnie ćwiczyć, by zapobiec **zanikowi mięśni** oraz **ubytkom w kościach**, i tak nie udaje się wyeliminować wszystkich problemów związanych z brakiem ciężenia, ostatnio odkryto **redukcję grubości skóry**.



$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

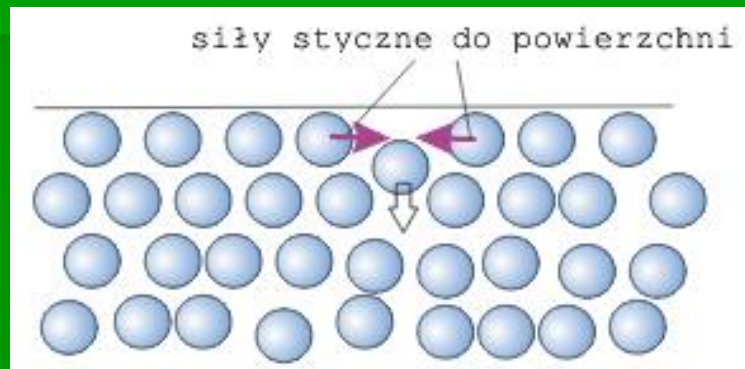


# 4. Hydrostatyka:

## a) Napięcie powierzchniowe cieczy - „Bieg po wodzie”

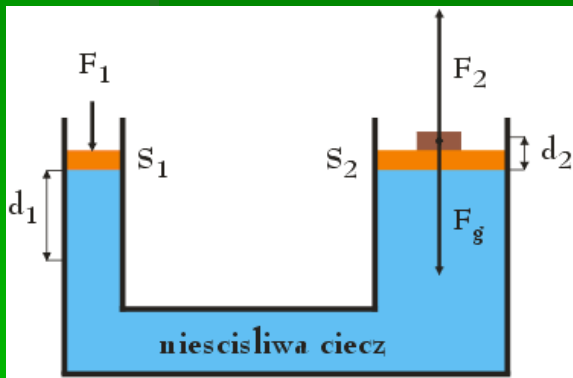
Siły powierzchniowe działające stycznie do powierzchni i sprawiające, że powierzchnia cieczy zachowuje się jak sprężysta błonka nazywamy siłami napięcia powierzchniowego ( $\sigma$ ):

$$\sigma = \frac{W}{S} \left[ \frac{J}{m^2} \right]$$



## b) Prawo Pascala

Prawo Pascala funkcjonuje także w organizmach żywych, np.: dzięki jednakowemu rozchodzeniu się ciśnienia we wszystkich kierunkach, tak jak informuje nas prawo Pascala, **obieg krwi w organizmie zachodzi pod wpływem ciśnienia mechanicznego wytwarzanego przez serce.**



$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$





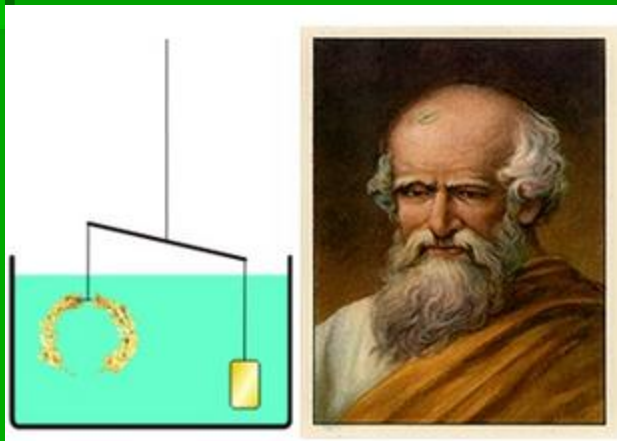
## c) Prawo Archimedesesa

Siła grawitacyjna Ziemi oddziałuje na dowolne ciała materialne a w tym również na organizmy żywe Oddziaływanie to wytworzyło w procesach ewolucyjnych określone struktury oporowe, które przeciwdziałają siłom grawitacji. Struktury te tworzą np. układy kostne, przy czym ewolucyjny wzrost rozmiarów danego gatunku prowadzi do wzrostu ciężaru ciała, to powoduje odpowiednią rozbudowę układu kostnego.

Pole grawitacyjne wywiera także duży wpływ na rośliny.

### Prawo Archimedesesa

Na każde ciało zanurzone w cieczy (lub gazie) działa siła wyporu skierowana pionowo w górę, równa co do wartości ciężarowi wypartej cieczy.





$$F_{wyporu} = \rho_{cieczy} \cdot g \cdot V_{ciała\ zanutrzonego}$$

**Rozbudowa kośćca** uwarunkowana jest realnymi potrzebami organizmów.

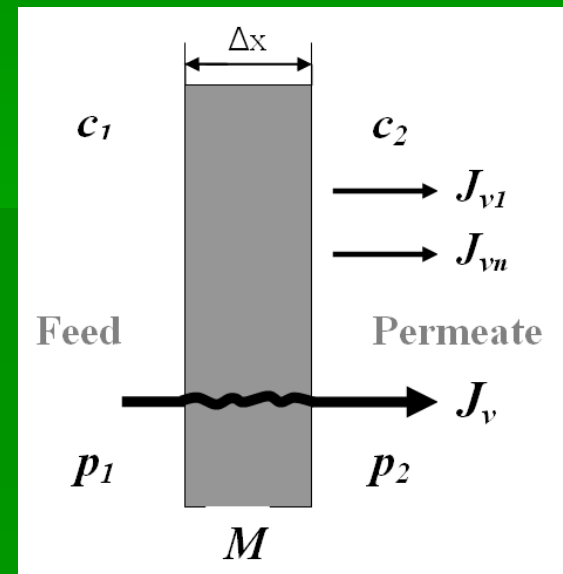
U ssaków morskich udział kośćca jest znacznie mniejszy niż u ssaków lądowych. Wynika to stąd, że w środowisku wodnym działa na organizmy siła wyporu, która zgodnie z prawem Archimedes'a powoduje, że na organizmy zanurzone w wodzie działa siła wypadkowa równa różnicy ciężaru ciała i tej siły wyporu. Ta siła wypadkowa decyduje właśnie o rozbudowie kośćca organizmów.

# 5. Termodynamika -termodynamiczny opis zjawisk transportu w przyrodzie

**a) Dyfuzja** odgrywa istotną rolę w procesach zachodzących w żywych organizmach:

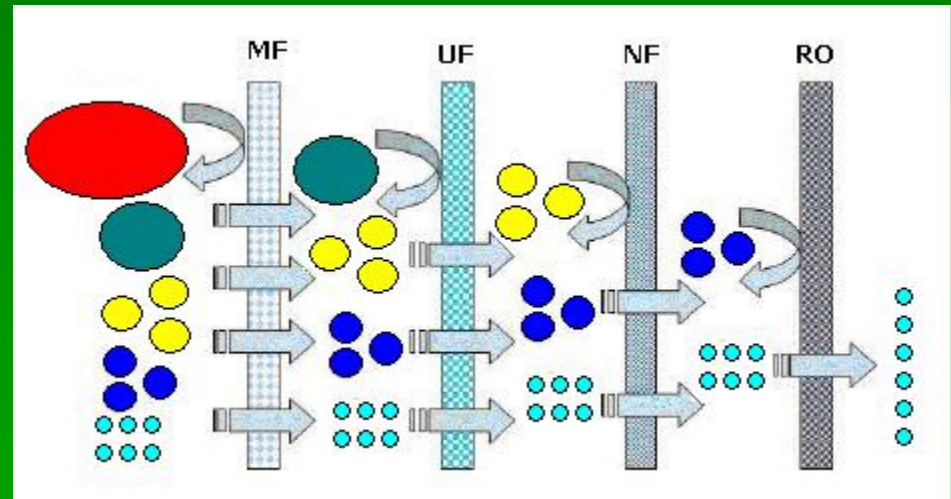
- Powoduje wymianę gazów – od miejsc o dużym stężeniu w tętnicach , tlen dyfunduje do tkanek o mniejszym ciśnieniu, a dwutlenek węgla przemieszcza się w kierunku odwrotnym.
- W wyniku różnych stężeń roztworów następuje transport substancji niezbędnych do życia komórki. Do ilościowej charakterystyki przepuszczalności błony można wykorzystać szeroko stosowane w świecie równania Kedem-Katchalsky'ego:

$$J_s = \omega \Delta \pi + (1 - \sigma) \bar{c} J_v$$
$$J_v = L_p \Delta p - L_p \sigma \Delta \pi$$



**b) Membranowe techniki separacji** występujące w inżynierii procesowej są uważane w świecie za strategiczne. Mają one zastosowanie także w organizmach żywych: w medycynie, czy w transporcie wody w roślinach czy wysokich drzewach.

Mikrofiltracja (MF), Ultrafiltracja (UF), Nanofiltracja (NF), Osmoza odwrócona (RO)



Od co najmniej 1726 roku biologowie zajmują się problematyką absorpcji wody z gleby i jej transportem w górę aż do liści w wysokich drzewach. Problem ten nie został wyjaśniony w żadnych publikacjach po dzień dzisiejszy w satysfakcjonujący sposób.

## **Osmoza odwrócona (RO)** - odwrócona osmoza

jest najdoskonalszym sposobem filtracji  
dostępnym w obecnej chwili.

Jest to także najczęściej stosowana metoda uzdatniania wody

**O ile wiek XX był „wiekiem ropy”, to obecne stulecie będzie „wiekiem wody”**  
„Brak wody może być najważniejszą kwestią, z którą ludzkość będzie miała do czynienia w najbliższej przyszłości... Nie wystarczy myśleć o dzisiejszych potrzebach; ponosimy wielką odpowiedzialność wobec przyszłych pokoleń, które rozliczą nas z naszego zaangażowania dla zachowania bogactw naturalnych, tak abyśmy je traktowali z troską i szacunkiem”

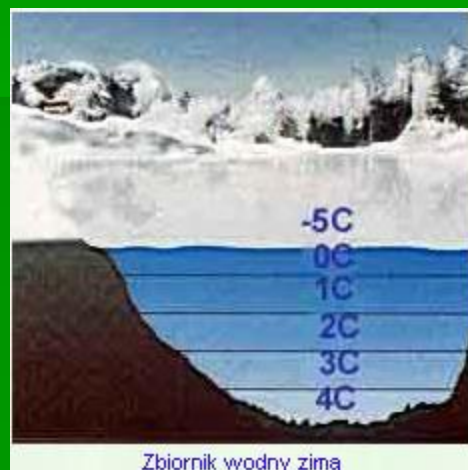
**Już teraz dziennie umiera  
około 25 tysięcy osób z  
powodu braku czystej wody  
i chorób, jakie wynikają na  
skutek wody niezdatnej do  
picia [10].**





## c) Znaczenie biologiczne anomalnej rozszerzalności temperaturowej wody

Badania doświadczalne wykazały, że różne ciecze zwiększają swoją objętość podczas podgrzewania. Inaczej zachowuje się woda. Jej objętość jest najmniejsza w temperaturze 4 °C, co oznacza, że w tej temperaturze jest ona najbardziej gęsta. Fakt ten sprawia, że zimową porą woda w akwenach ziemskich chłodniejsza niż 4 °C zbiera się, na powierzchni, gdyż jest lżejsza. W związku z tym zamarza ona od powierzchni, a nie od dna. Powstały na powierzchni lód ma gęstość mniejszą od wody, więc utrzymuje się on na powierzchni i jako zły przewodnik ciepła, skutecznie chroni dalsze partie wody przed zamarzaniem. **Dzięki temu w akwenach ziemskich mogą bezpiecznie przetrwać porę zimową różne organizmy żywe.**





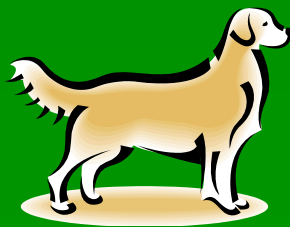
# 6. Ciepło – mechanizmy regulacji temperatury zwierząt stałocieplnych

## Mechanizmy regulacji temperatury zwierząt stałocieplnych

W celu podniesienia temperatury:

- zmniejszenie przepływu krwi przez naczynia włosowate, leżące najbardziej zewnętrznie (ciało jest złym przewodnikiem ciepła)
- jeżenie się sierści (u człowieka „gęsia skórka” jest przykładem atawizmu)
- Dreszcze

$$Q = mc_w \Delta t$$



W celu obniżenia temperatury:

- konwekcja
  - promieniowanie
- Gdy temperatura wewnętrzna wzrasta, organizm wzmaga najpierw dopływ krwi do części zewnętrznych ciała, co powoduje wzrost odprowadzania ciepła przez promieniowanie i konwekcję; gdy to okazuje się zbyt mało skuteczne organizm uruchamia mechanizm
- odparowywania.
- Wiele zwierząt i ludzie mają zdolność do wytwarzania potu w określonych gruczołach, rozmieszczonych prawie na całej powierzchni ciała, co pozwala odparowywać ciepło znacznymi powierzchniami.
- psy ziewają zamiast się pocić
- Zwierzęta takie jak psy, nie pocą się, ale wykorzystują mechanizm chłodzenia przez odparowywanie wody przez płuca. Dysząc wydalają duże ilości pary wodnej. Sama czynność dyszenia wytwarza ciepło, tak szczęśliwie się jednak składa, że ilość ciepła usuwanego przez odparowywanie jest większa niż ciepło wytwarzane przy dyszeniu.

## 7. Prąd elektryczny a) Rybie napięcie

Narządy wytwarzające pole elektryczne składają się z kilku tysięcy płytek elektrycznych, których układ jest podobny do układu cel w akumulatorze. Biegun dodatni znajduje się na głowie węgorza, a biegun ujemny na końcu ogona. Narząd elektryczny składa się z trzech głównych części – dwóch małych i jednej dużej. Kiedy ryba pozostaje w bezruchu, nie wytwarza żadnego pola elektrycznego, a kiedy płynie, wysyła od 20-50 impulsów elektrycznych na sekundę. Dzięki temu może sprawnie poruszać się w mętnych, mulistych wodach rzek Amazonki.

### *To ciekawe!*

*Zanotowane, że 41-kilogramowy okaz hodowany w nowojorskim akwarium wytworzył napięcie 650 V. Takie napięcie jest wystarczająco silne, aby zabić oddalonego o sześć metrów konia. Dla człowieka na pewno byłoby ono śmiertelne.*



## b) Leczenie prądem elektryczny.

Wiadomości z zakresu *elektryczności* są bardzo istotne i nieodzowne przy wyjaśnieniu wielu procesów fizycznych i chemicznych w żywych organizmach. Mamy w nich do czynienia z różnymi prądami elektrycznymi zwanymi bioprądami. Świadczą o nich między innymi elektrokardiogramy i elektroencefalogramy. **Naturę elektryczną mają także powstające i rozchodzące się w organizmach żywych impulsy nerwowe.**

Działając na organizm określonymi prądem elektrycznym można przyspieszyć proces np.:

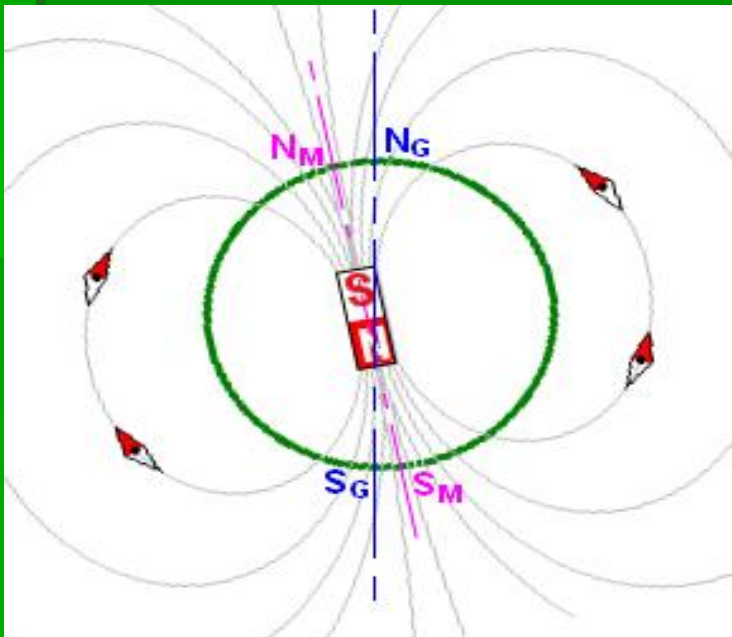
- gojenia się ran,
- zrastania kości.

Za pomocą odpowiednich impulsów elektrycznych leczone są niektóre choroby serca.



## 8. Magnetyzm a) Pole magnetyczne Ziemi kompasem ptaków

Każdego roku zmienia się nieznacznie pozycja bieguna magnetycznego. Aby zniwelować wynikające z tego błędy, ptaki poprawiają swoje wewnętrzne kompasy prawdopodobnie na podstawie zachodów Słońca – porównują kierunek Słońca z wyczuwanym przez siebie polem magnetycznym.



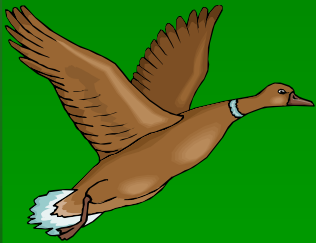
*Poza tym...*

### **b) geomagnetotropizm**

*pole magnetyczne ziemskie ma wpływ na kiełkowanie roślin  
→ geomagnetotropizm*

**c) „płaszcz” chroniący**  
*organizmy żywe przed szkodliwym promieniowaniem kosmicznym*

Orientacja ptaków podczas ich odległych lotów nie została dotychczas wyjaśniona. Istnieją jednak przesłanki, że niektóre z nich dysponują zmysłem odbierającym kierunek i natężenie pola magnetycznego ziemskiego, ściślej mówiąc składową poziomą tego pola





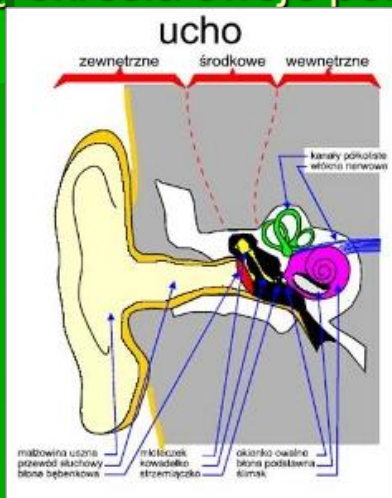
# Drgania i fale

## - Fizjologia słuchu człowieka

**- Powstawanie głosu ludzkiego** – u człowieka i wysoko rozwiniętych zwierząt źródłem głosu są struny głosowe znajdujące się w krtani. Powietrze wydychane z płuc wprawia w ruch struny głosowe, których drgania przenoszą się na wydychane powietrze. Powstają fale podłużne. Wysokość wydawanego dźwięku zależy od napięcia strun głosowych, od długości ich drgających części i amplitudy drgań strun.

## - Rola ultradźwięków w przyrodzie ożywionej:

- Psy, szczury, świnki morskie słyszą dźwięki o częstotliwości do 40 kHz
- Nietoperz wysyła fale bardzo krótkimi impulsami (ok.  $10^{-2}s$ ) o częstotliwości od 25 kHz do 75 kHz. Impulsy fal odbijają się od przedmiotów do wracają, w ten sposób zwierzę określa swoje położenie względem otaczających go przedmiotów.





# 10. Optyka – osobliwości w widzeniu zwierząt

## NAJBARDZIEJ ZŁOŻONE OCZY...

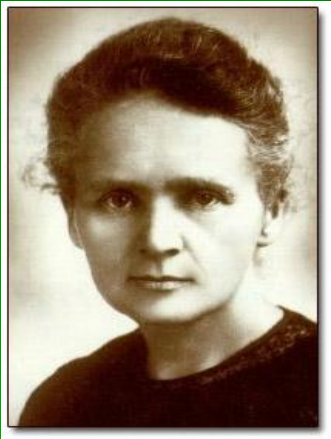
Złożone oczy ważki są zbudowane z ponad 20000 maleńkich, szcześciokątnych fasetek. Każda wyposażona jest we własną soczewkę i siatkówkę. Fasetka zostaje pobudzona, gdy jakiś obiekt przesuwa się przez jej pole widzenia. W ten sposób ważka uzyskuje „migotliwy” obraz otoczenia, dzięki czemu wychwytuje najmniejszy ruch. Liczba fasetek decyduje o tym jak ostro widzi zwierzę.

## NAJWIĘKSZE OCZY...

Kałamarnica olbrzymia ma największe oczy spośród wszystkich organizmów żywych (wielkości piłek futbolowych).



# 11. Fizyka jądrowa

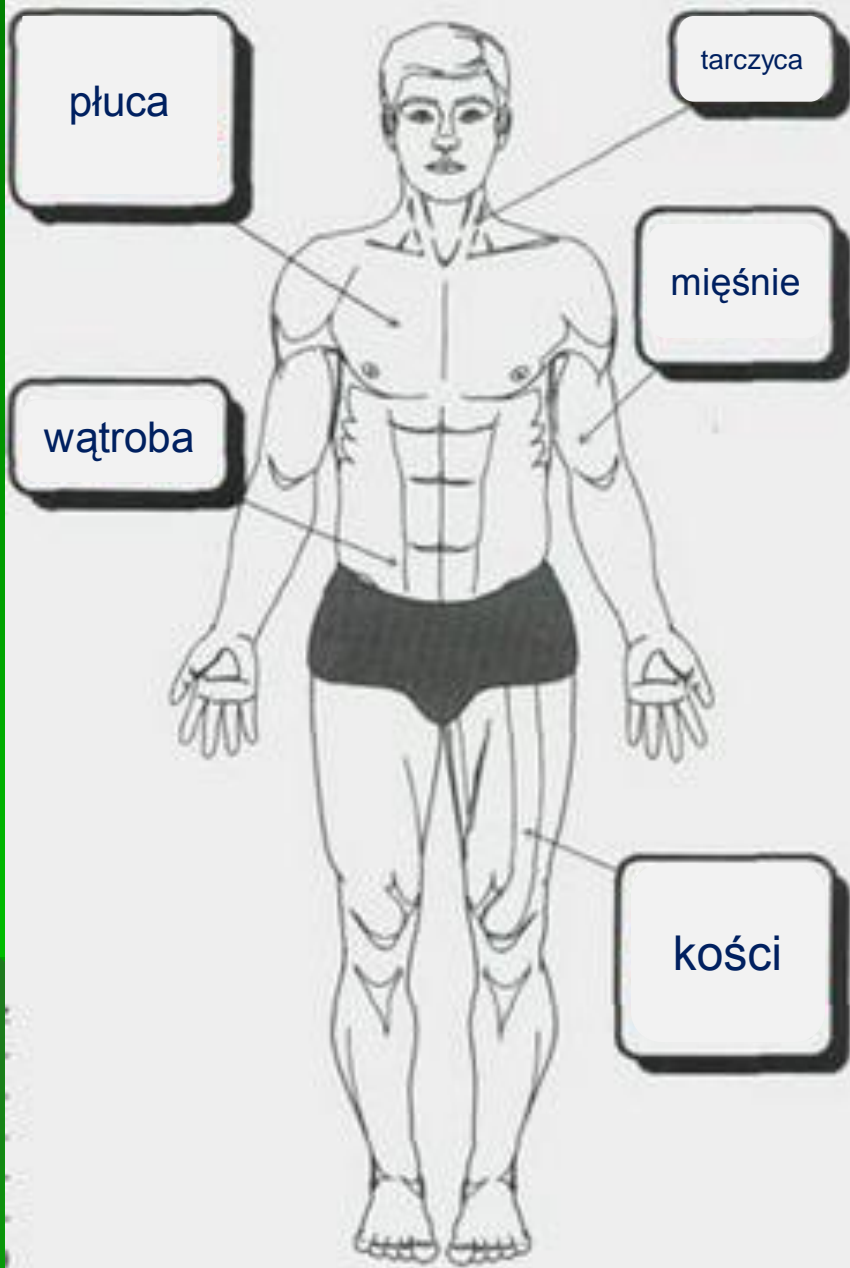


(1867-1934)

Izotopy promieniotwórcze znalazły wielorakie zastosowanie w wielu dziedzinach nauki- także w **organizmach żywych**.

- 1) **Datowanie** - Pod wpływem **promieniowania kosmicznego** w atmosferze **Ziemi** powstaje izotop węgla  $^{14}\text{C}$ , który może być wbudowywany w ciało organizmów tylko w czasie ich życia. Po śmierci ilość węgla promieniotwórczego może już tylko spadać. Na podstawie ilości zachowanego izotopu określa się wiek przedmiotu.
- 2) **Medycyna nuklearna** zajmuje się zastosowaniem izotopów promieniotwórczych w **rozpoznawaniu i leczeniu** chorób (**radioterapia**)





# Zastosowanie pierwiastka

Przykłady zastosowań izotopów promieniotwórczych:

**Fosfor-  $^{32}\text{P}$**  jest stosowany w nauce i technice jako wskaźnik promieniotwórczy i źródło promieni  $\beta$ , **w medycynie** do diagnostyki nowotworów i znakowania czerwonych ciałek krwi.

**Kobalt -  $^{60}\text{Co}$**  stosowany jest w medycynie do leczenia nowotworów, do sterylizacji żywności, narzędzi chirurgicznych i lekarstw (**bomba kobaltowa**).

**Rad** - wykorzystuje się go do celów leczniczych i do celów naukowych.

tarczycyca  
jod-131

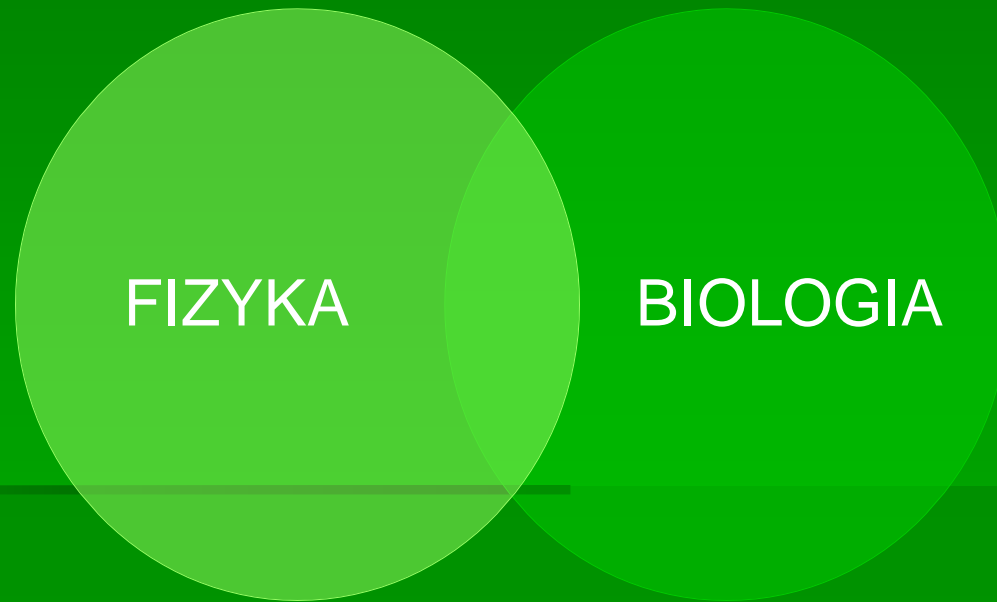
wątroba  
kobalt-60

płuca  
rad-222  
uran-233  
pluton-239  
krypton-85

kości  
rad-226  
stront-90  
fosfor-32  
węgiel-14

mięśnie  
polon-40  
cez-137

# Współpraca nauk





# Podsumowanie

„W historii nauki zaszły dwie dogłębne rewolucje. Pierwsza z nich dotyczyła pogranicza astronomii i fizyki. Miała miejsce na przełomie epok i łączy się z nazwiskami Kopernika, Galileusza, Newtona, Keplera. Zmieniła radykalnie metodę myślenia naukowego i pogląd na kosmos, Układ Słoneczny i makroskopowe prawa fizyki.

Druga rewolucja dokonała się przy końcu XIX w. i w pierwszej połowie XX w. na pograniczu fizyki i chemii i łączy się z nazwiskami Marii Skłodowskiej-Curie, Rutherford, Plancka, Einsteina, Bohra, de Broglie'a, Schrödingera, Heisenberga. Zmieniła ona, znów radykalnie, metodę i myśl naukową, pogląd na świat atomowy i molekularny, prawa fizyki mikroświata.”

Nie ulega wątpliwości, że obecnie jesteśmy świadkami trzeciej rewolucji naukowej. Tym razem na pograniczu fizykochemii i biologii, materii nieożywionej i życia. Dokonuje ona nowych zmian w myśli naukowej, a dotychczas życie wywiera niemały wpływ na ludzkie życie, na medycynę, psychologię, socjologię. Droga, prowadząca do wyjaśnienia wszystkich procesów zachodzących na pograniczu fizyki i biologii, jest jeszcze długa, ale naukowcy czynią wielkie starania, aby badania te były owocne. Z tego powodu na przestrzeni parudziesięciu ostatnich lat narodziły się nowe dziedziny wiedzy jak biofizyka, czy biologia radiacyjna. Procesy zachodzące na pograniczu tych dwóch nauk są chyba najbliższe człowiekowi i najważniejsze, na przykład ze względu na jego zdrowie. Fizyka jest ściśle związana z mechanizmami biologicznymi – dlatego warto ją znać i polubić”.

# Literatura

1. I. W. Kane, M.M. Sternheim – „Fizyka dla przyrodników”.
2. Imre Tarjan – „Fizyka dla przyrodników”.
3. Marian Kargol – „Wstęp do biofizyki”.
4. Kazimierz Gumiński – „Termodynamika procesów nieodwracalnych”.
5. J. Balerstet, W. Lewiński i inni – „Biologia 1”.
6. Solomon, Berg, Martin, Villee – „Biologia”.
7. Wyd. Reader’s Digest – „1000 cudów przyrody”.
8. Wyd. Reader’s Digest – „Na tropach sekretów przyrody”.
9. Strony internetowe.
10. M. Bodzek, K. Konieczny – „Wykorzystanie procesów membranowych w uzdatnianiu wody”.
11. Wydawnictwo „nowa era”: *Odkrywać i zrozumieć fizykę-  
przewodnik dla nauczyciela*, 2012.



**Fizyka jest ściśle związana z mechanizmami biologicznymi, są one najbliższe człowiekowi i najważniejsze, chociażby ze względu na jego zdrowie– dlatego warto ją znać.**



**Technikum Kształtowania Środowiska**  
klasa II o profilach: **technik urządzeń i systemów**  
**energetyki odnawialnej i technik budownictwa**

nauczyciel fizyki: dr Maria Jarzyńska

**Piotrków Trybunalski**