

Fizyka

**wykład dla studentów kierunku
Informatyka**

**Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Politechniki Śląskiej**

Jacek Pawlyta

**Zakład Zastosowań Radioizotopów
Instytut Fizyki, Politechnika Śląska, Gliwice**

www.carbon14.pl

jacek.pawlyta@polsl.pl

<http://info.fizyka.polsl.pl/user/jpawlyta>

Program wykładu

1. Fizyka - nauka doświadczalna. Teoria, obserwacja, eksperyment. Pomiary, liczby, niepewności, stałe. Oddziaływania elementarne.
2. Elementy Szczególnej Teorii Względności. Kinematyka, dynamika punktu materialnego.
3. Zasady zachowania. Grawitacja. Pole grawitacyjne.
4. Pole elektromagnetyczne.
5. Drgania harmoniczne, drgania tłumione, fale w ośrodkach sprężystych.
6. Fale elektromagnetyczne. Optyka falowa.
7. Gaz doskonały a gaz rzeczywisty. Kinetyczna teoria gazów.
8. Ciepło. Zasady termodynamiki. Zjawiska transportu.
9. Budowa atomu. Promieniowanie atomów.
10. Jądro atomowe, rozpad promieniotwórczy. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią.
11. Energetyka jądrowa a energetyka alternatywna.
12. Elementy fizyki ciała stałego. Kryształy. Półprzewodniki.
13. Dioda półprzewodnikowa. Tranzystor.
14. Zjawisko Halla. Zjawisko Peltiera. Zjawisko piezoelektryczne.
15. Elementy fizyki kwantowej.

Podręczniki

1. Resnick R., Holliday O., FIZYKA, tom 1 i 2
2. Acosta V., Cowan C. L., Graham B. J., PODSTAWY FIZYKI WSPÓŁCZESNEJ, 1981, PWN
3. Wróblewski A. K., Zakrzewski J. A., WSTĘP DO FIZYKI, tom 1, 1984, PWN
4. Kleszczewski Z., FIZYKA KLASYCZNA, Wyd. Pol. Śl., 1998, podręcznik oraz zbiór zadań
5. Zastawny A., WYKŁADY Z FIZYKI, Wyd. Pol. Śl., 1997
6. Szczeniowski Sz., FIZYKA DOŚWIADCZALNA, tom 1 i 2
7. Kittel Ch., Knight W.D., Ruderman M.A., PWN 1973, Mechanika

Fizyka

Fizyka (od greckiego **φύσις**), nauka przyrodnicza i jednocześnie nauka ścisła zajmująca się badaniem praw przyrody.

Językiem fizyki jest matematyka.

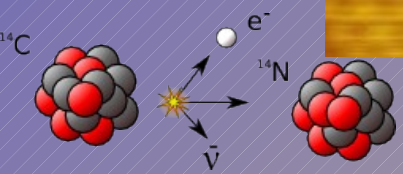
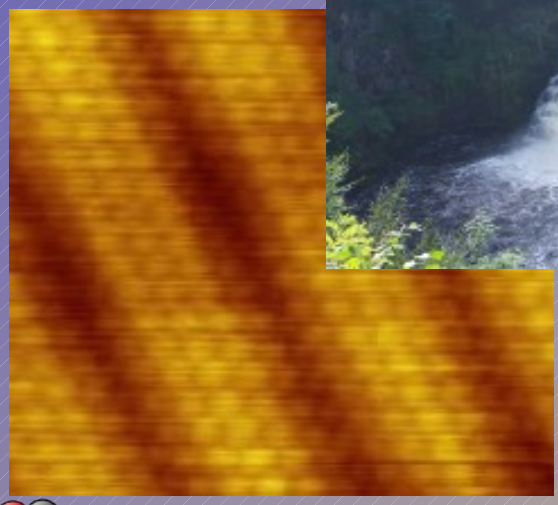
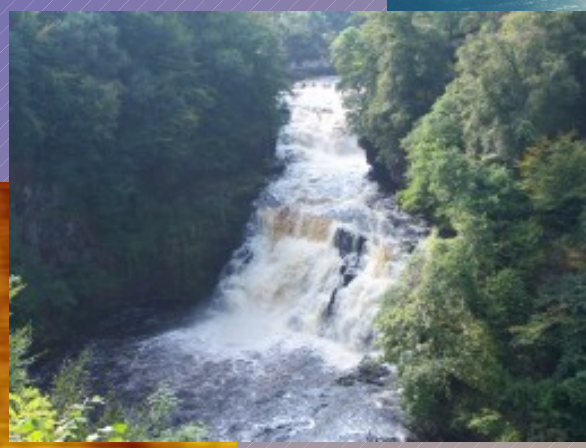
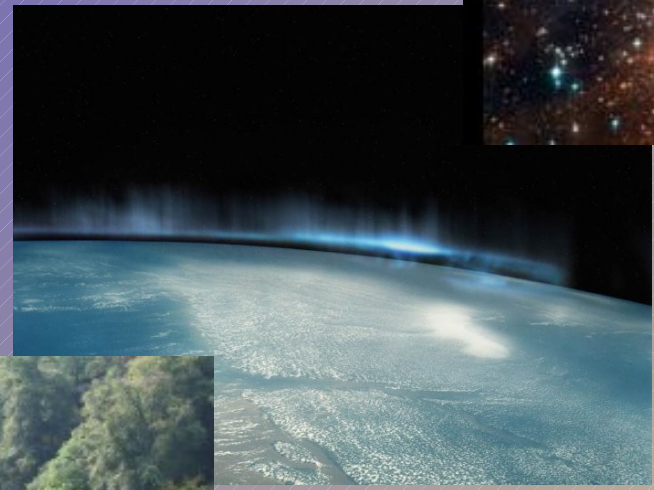
Poznawanie praw rządzących przyrodą odbywa się przy pomocy budowania teorii sprawdzanych poprzez doświadczenia i/lub obserwacje.

FIZYKA – najbardziej podstawowa nauka przyrodnicza

Prawa fizyczne – prawa przybliżone, mające ograniczony zakres stosowalności

Inne nauki przyrodnicze – posługują się prawami fizyki w bardziej szczegółowych badaniach zjawisk

Technika – praktyczne wykorzystanie praw fizycznych



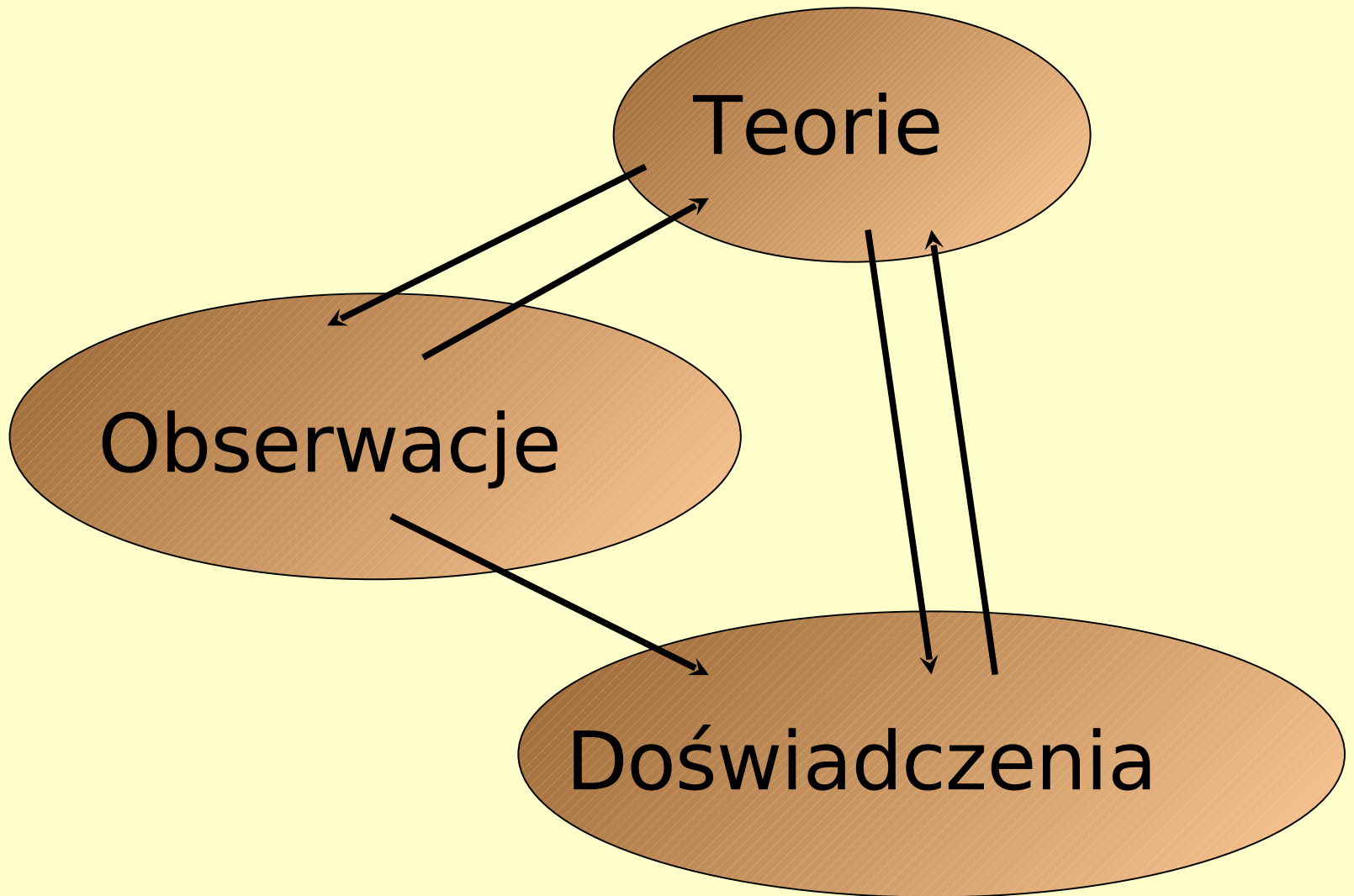
Fizyka

Teorie

Obserwacje

Doświadczenia

Fizyka



Fizyka

Potwierdzenie bądź obalenie teorii na drodze eksperymentalnej (doświadczalnej) lub na drodze obserwacji wymaga przedstawienia danych ilościowych – liczbowych.

Dane te uzyskujemy z pomiarów.

Pomiary

Po co mierzymy – żeby poznać wartość rzeczywistą wielkości mierzonej.

Wartości rzeczywiste prawdopodobnie nigdy nie zostaną poznane – między innymi z powodu istnienia błędu pomiarowego.

Błąd pomiarowy – różnica między wartością zmierzoną a wielkością rzeczywistą.

Błędu pomiarowego też prawdopodobnie nigdy nie poznamy (dlaczego?).

Pomiary

Błędy pomiarowe:

błędy systematyczne wynikające z niewłaściwego stosowania przyrządów pomiarowych, złego przygotowania procedury pomiarowej. Błędy systematyczne czasami mogą zostać znalezione i uwzględnione w czasie analizy wyników,

błędy przypadkowe wynikające z niedoskonałości urządzeń pomiarowych, niedoskonałości zmysłów obserwatora,

błędy grube to ewidentne pomyłki

Pomiary

Niepewności pomiarowe:

oszacowanie błędu pomiarowego
(przypadkowego)

Dygresja: w fizyce istotna jest umiejętność szacowania różnych wielkości.

DUŻE I MAŁE LICZBY W FIZYCE

(Przybliżone wartości liczbowe różnych wielkości fizycznych)

WSZECHŚWIAT (MAKROKOSMOS)

- Promień Wszechświata $10^{26} \text{ m} = 10^{10}$ lat świetlnych
- Odległość Ziemia – Słońce $1.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$
- Odległość Ziemia – Syriusz $5 \cdot 10^{16} \text{ m}$
- Promień Ziemi $6.4 \cdot 10^6 \text{ m}$
- Promień Słońca $7 \cdot 10^8 \text{ m}$
- Masa Słońca $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Liczba gwiazd we Wszechświecie $10^{23} = 1/6$ mola
1 mol materii = $6.023 \cdot 10^{23}$ cząsteczek, atomów, innych obiektów
- Liczba protonów i neutronów we Wszechświecie 10^{80}
- Średnia gęstość materii w postaci galaktycznej $3 \cdot 10^{-34} \text{ kg/cm}^3$
lub 170 eV/cm^3 ($E=mc^2$, $1 \text{ eV}=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)
- Gęstość wody 1 g/cm^3
- Gęstość Ziemi 5 g/cm^3

ZIEMIA

- Liczba atomów na Ziemi $4 \cdot 10^{51}$
- Liczba atomów na Słońcu 10^{57}
- około 100 różnych pierwiastków chemicznych
- kilka tysięcy odmian izotopowych pierwiastków
- $> 10^6$ związków chemicznych, roztworów, stopów

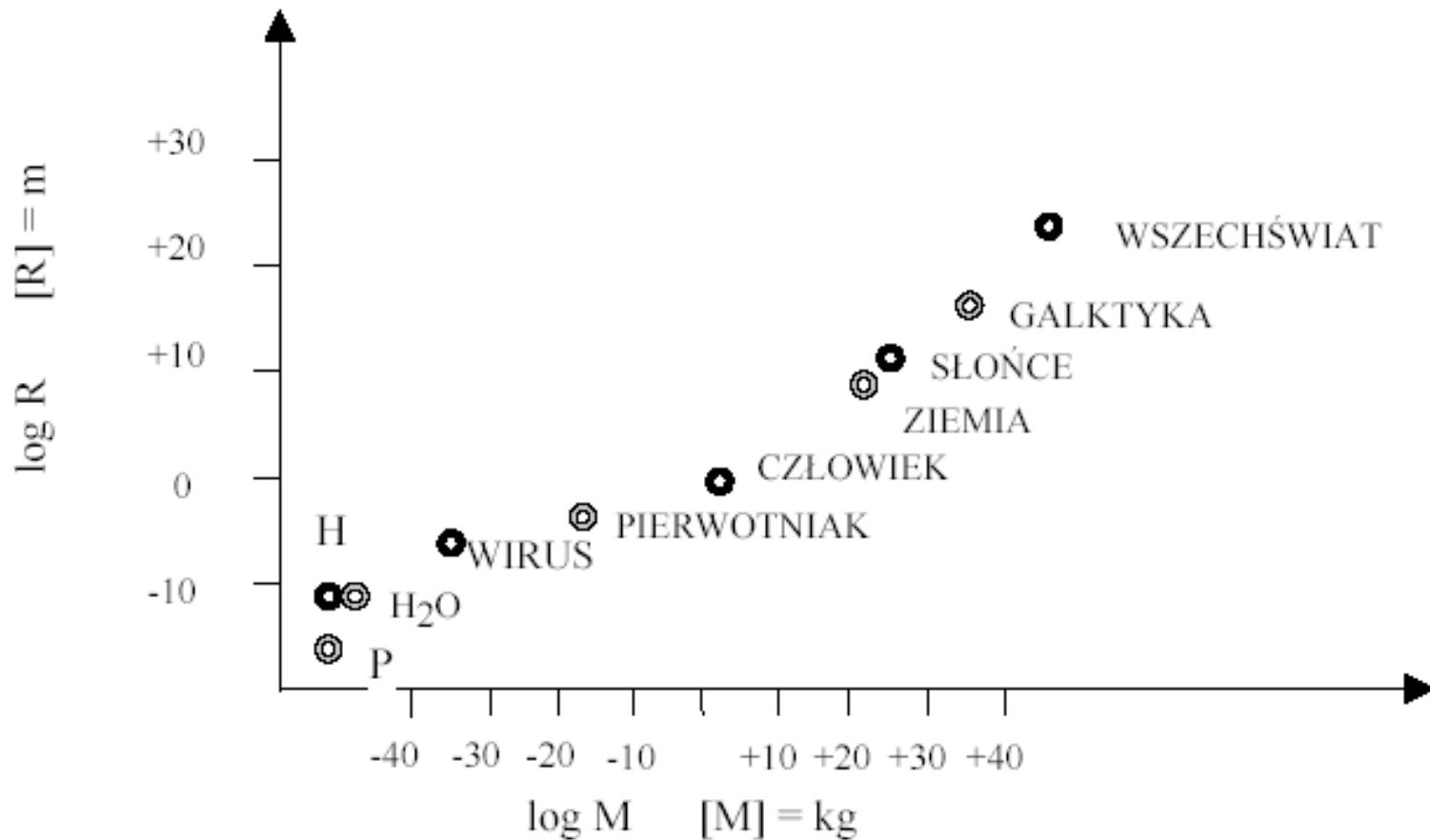
CZŁOWIEK

- 10^{16} komórek
- 1 komórka $10^{12} - 10^{16}$ atomów
- 1 łańcuch DNA $10^8 - 10^{10}$ atomów

CZĄSTECZKI, ATOMY, JĄDRA ATOMOWE (MIKROKOSMOS)

- Rozmiar atomu 10^{-10} m
- Rozmiar nukleonu 10^{-15} m = 1 fm (1 fermi) (protonu, neutronu)
- Rozmiar jądra atomowego porównywalny z rozmiarem nukleonu
- Masa nukleonu $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg (około 940 MeV)
 $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$
- Masa elektronu $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg (około 0.5 MeV)
- Czas życia neutronu około 2 s („rezonansów” – około 10^{-23} s)

MASY I ROZMIARY OBIEKTÓW FIZYCZNYCH



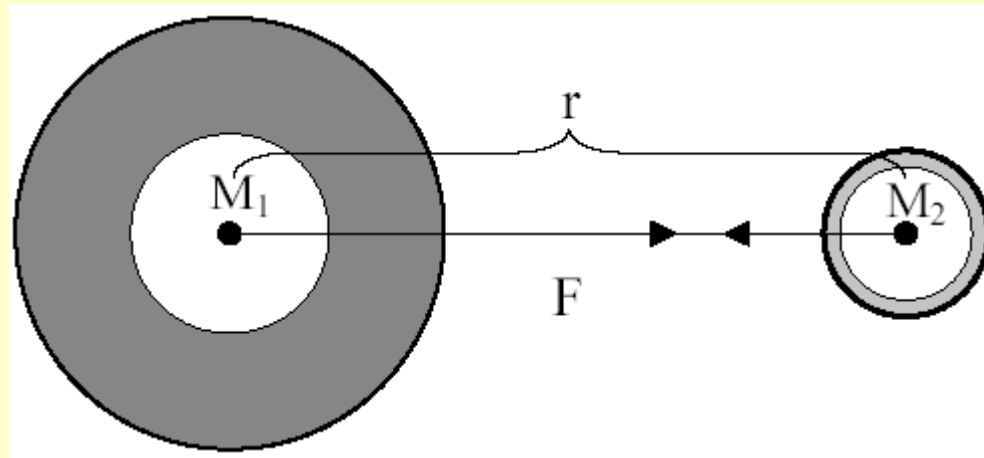
ODDZIAŁYWANIA FUNDAMENTALNE

- PODSTAWOWE ODDZIAŁYWANIA W PRZYRODZIE

Oddziaływanie	Zasięg [m]	Względne natężenie	Charakterystyczny czas [s]
Silne	10^{-15}	1	$10^{-24} - 10^{-23}$
Słabe	$< 10^{-18}$	10^{-5}	$10^{-10} - 10^{-8}$
Elektromagnetyczne	∞	$7 \cdot 10^{-3}$	$10^{-20} - 10^{-16}$
Grawitacyjne	∞	$6 \cdot 10^{-39}$?

ODDZIAŁYWANIA GRAWITACYJNE

- Obejmują cały Wszechświat
- Najprostszy układ: 2 masy „punktowe”



$G = 6,67428(67) \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ stała grawitacji

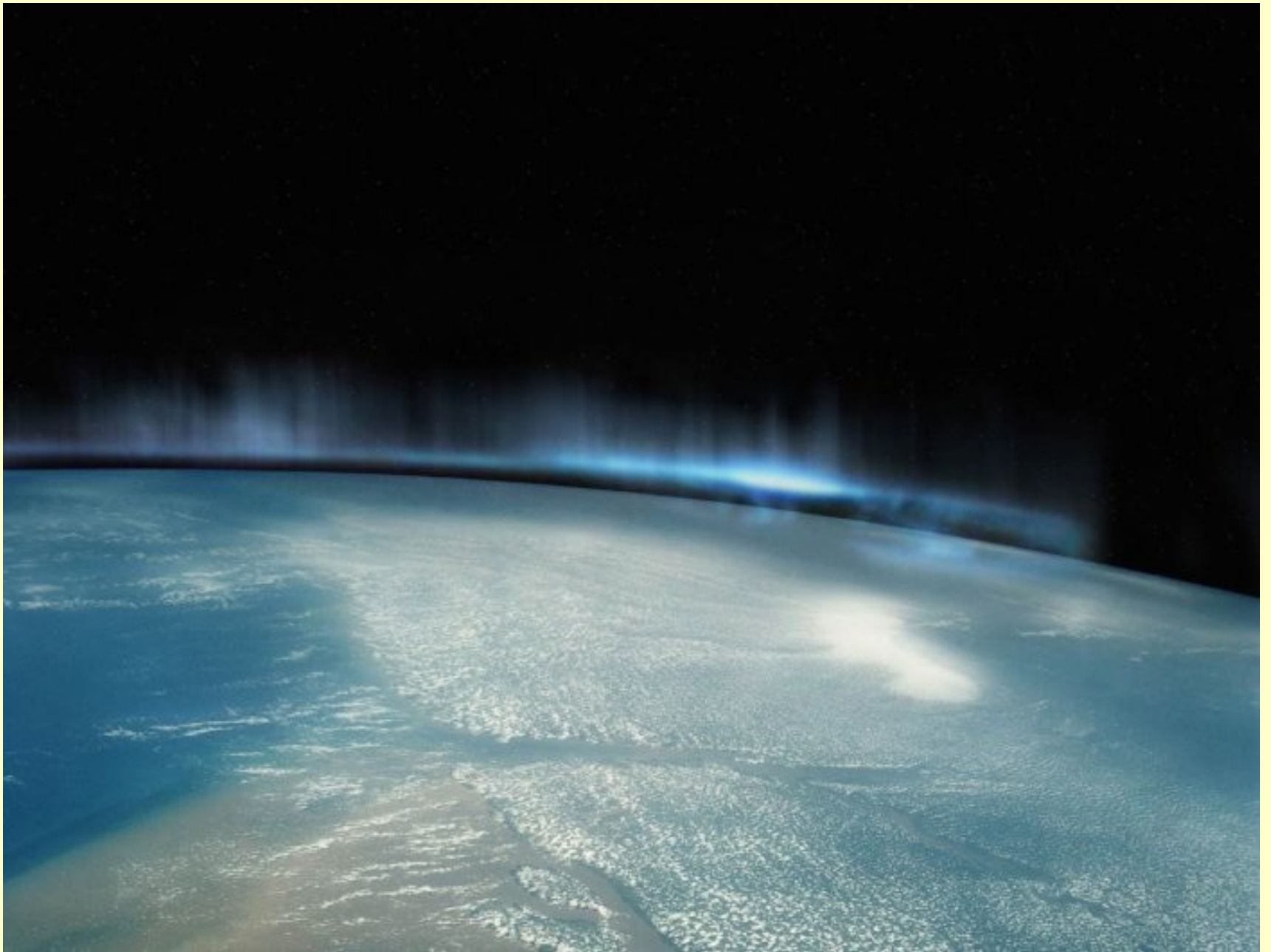
Siły przyciągające, zawsze

Teoria grawitacji = > OGÓLNA TEORIA WZGLĘDNOŚCI

Jakie zjawiska
i jaka skala
łączy się z oddziaływaniem
grawitacyjnym?



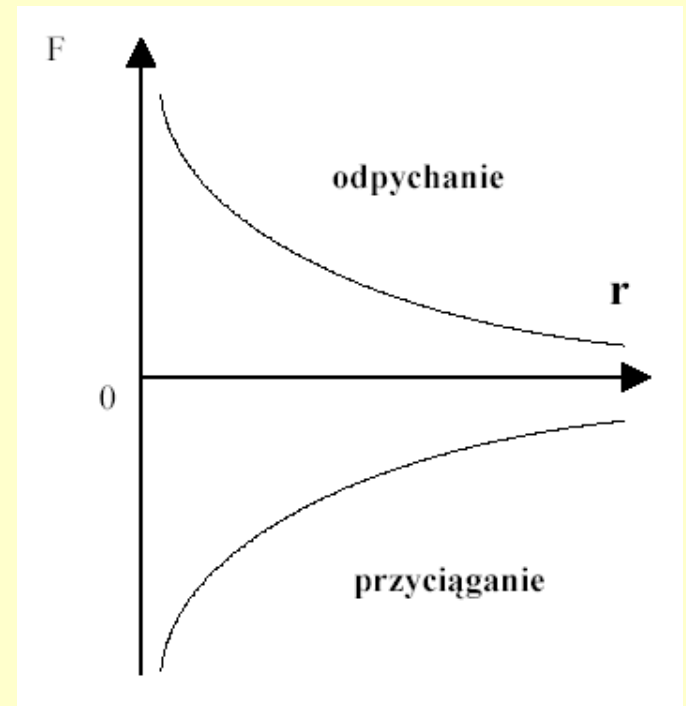
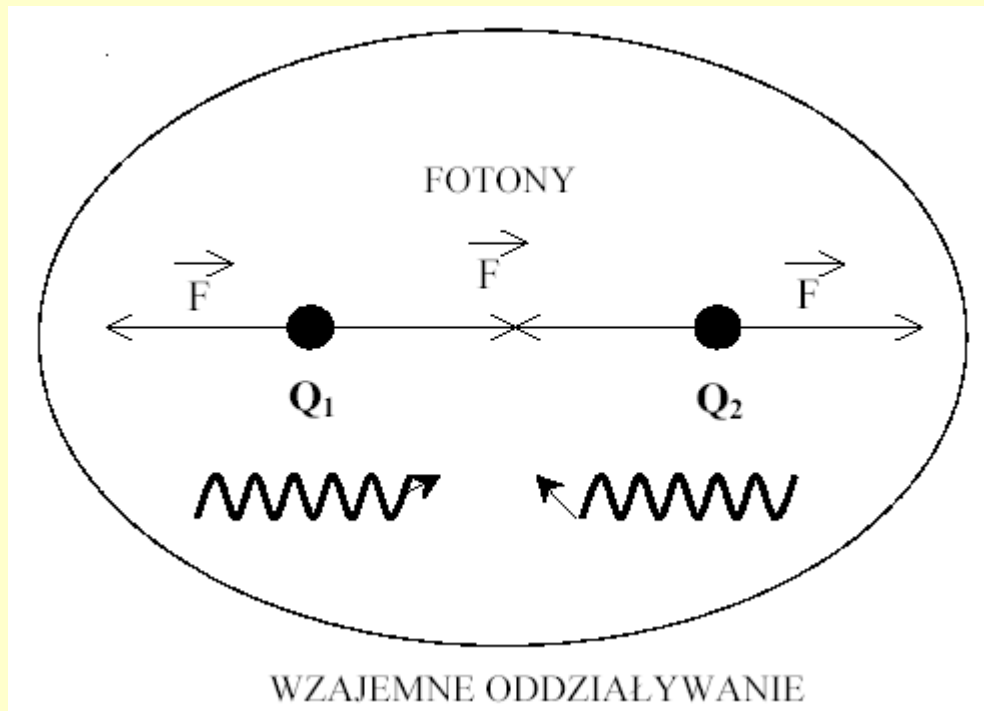
Fot. NASA – Hubble Space Telescope



Fot. NASA – STS crew

ODDZIAŁYWANIA ELEKTROMAGNETYCZNE

- Oddziaływania ładunków elektrycznych, momentów magnetycznych znajdujących się w spoczynku i w ruchu
- Występują w atomach, cząsteczkach, pomiędzy większymi obiektami wytwarzającymi pola elektryczne i magnetyczne, stałe i zmienne w czasie i przestrzeni
- Najprostszy układ: 2 ładunki punktowe



ODDZIAŁYWANIA ELEKTROMAGNETYCZNE - cd

- Oddziaływanie wymienne, wymiana FOTONÓW
Energia fotonu: $E = h\nu = hc/\lambda$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad h = 6,62606896(33) \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

- Oddziaływanie elektromagnetyczne a grawitacyjne

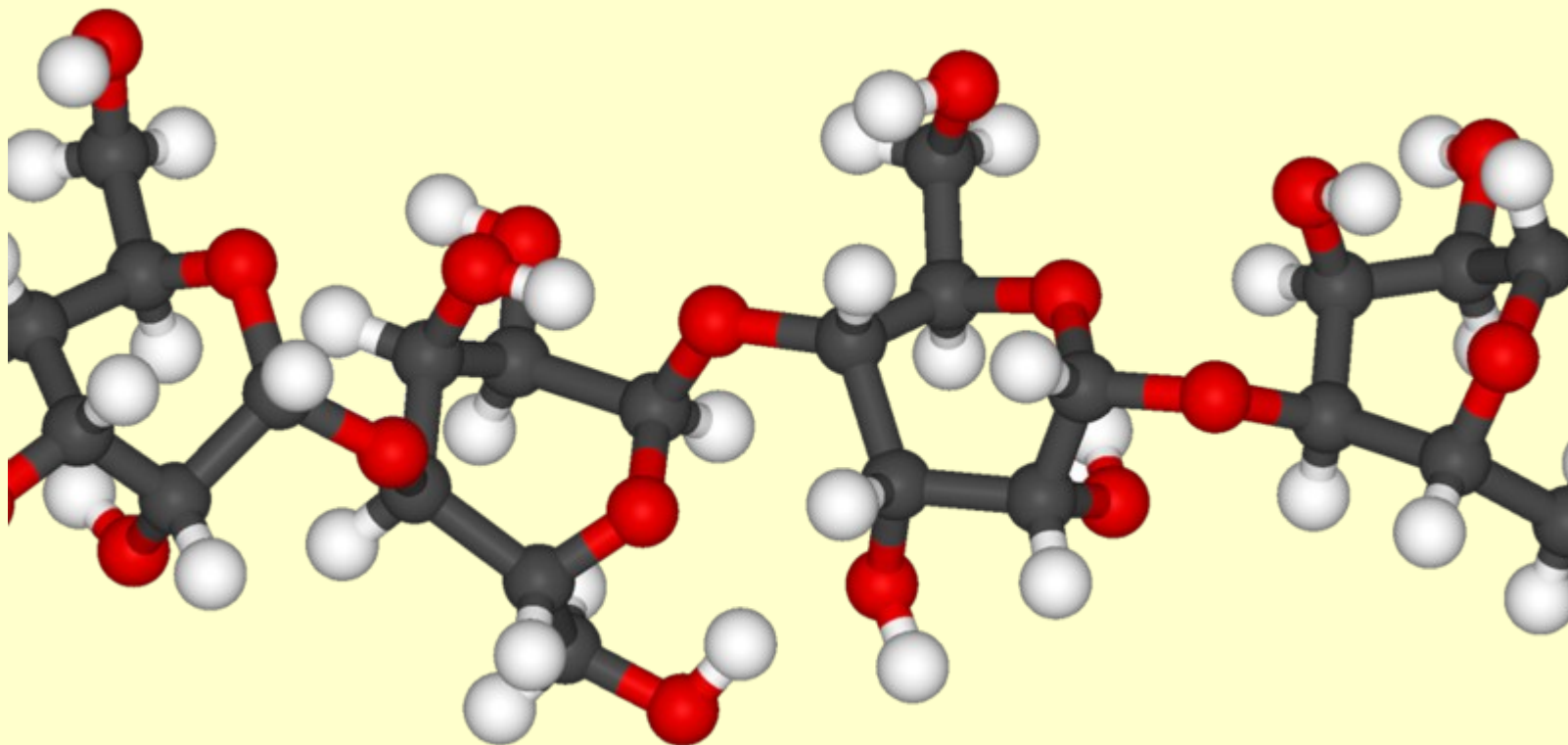
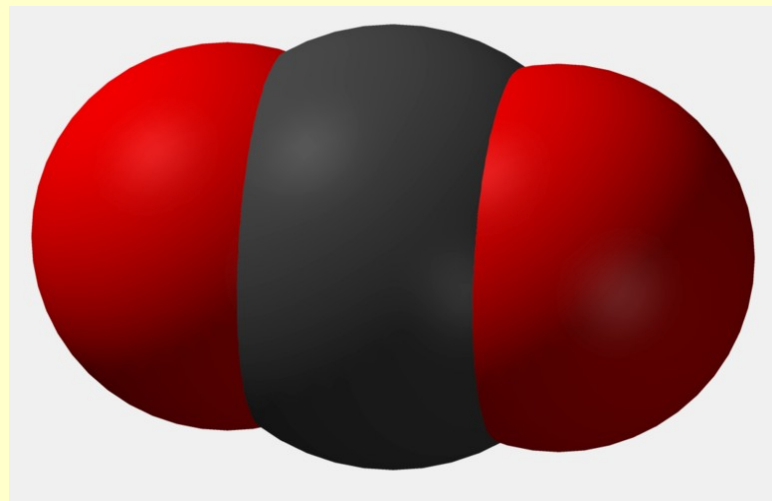
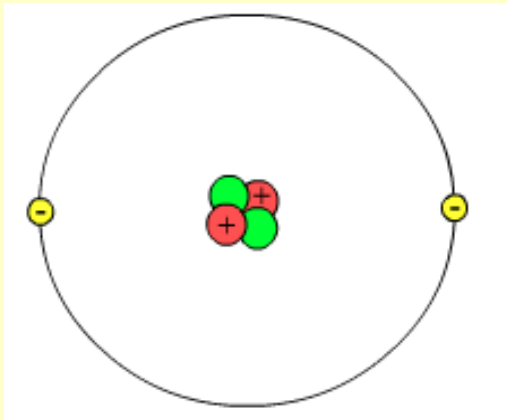
$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}; \quad F_g = G \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

$$M_1 = M_2 = m_e; \quad Q_1 = Q_2 = e$$

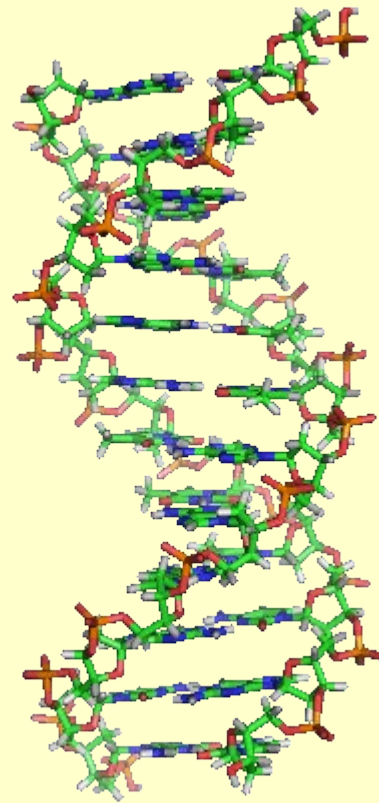
$$\frac{F_{el}}{F_g} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 G m_e^2} = 4 \cdot 10^{42}$$

$$\epsilon_0 = 8.854187817... \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

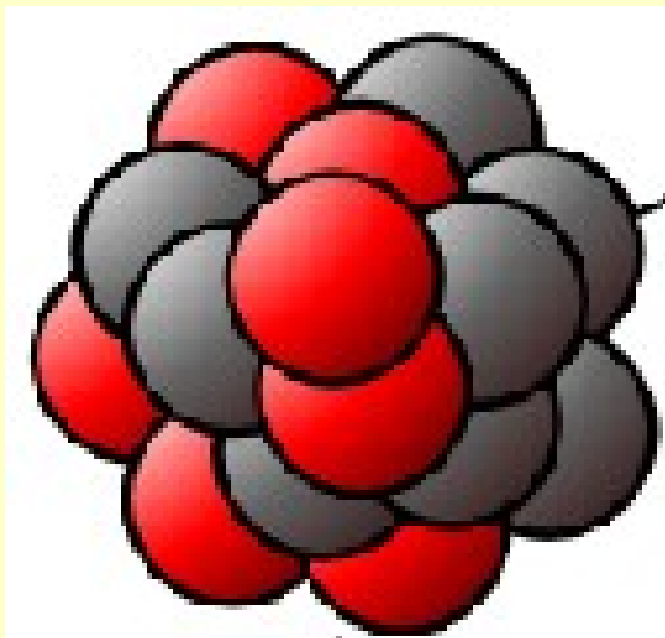
Jakie zjawiska
i jaka skala
łączy się z oddziaływaniem
elektromagnetycznym?



źródło: wikipedia.org

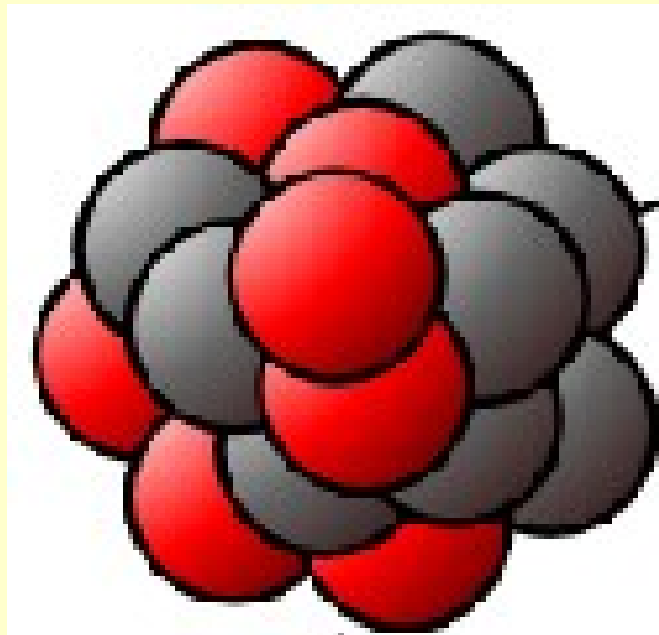


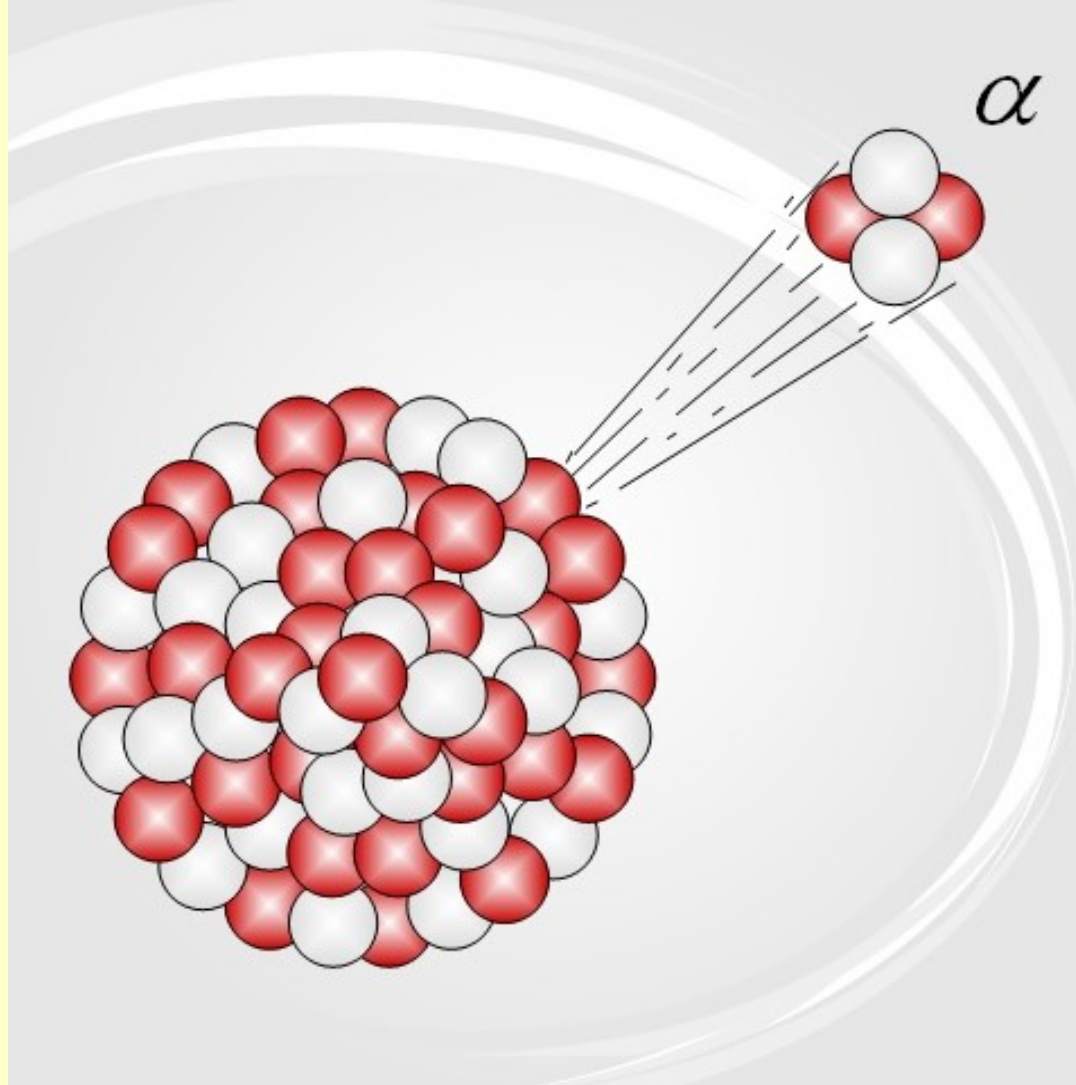
źródło: [wikipedia.org](https://www.wikipedia.org)



ODDZIAŁYWANIA SILNE

- JĄDRO ATOMU = „stan związany” cząstek: protonów (p) i neutronów (n)
- Oddziaływanie p-p, n-n, p-n: niezależne od ładunku
- Wymienne: mezony π^\pm , π^0 $m = 300 m_e$
- Reakcje jądrowe
- Rozpady jąder atomowych







Fot. DOE, USA

ODDZIAŁYWANIA SŁABE

- Wymienne: ciężkie bozony, $m_B \gg m_\pi$
- Nie tworzy układów związanych cząstek
- Rozpad cząstek elementarnych, np.

$$\pi^\pm \rightarrow \mu^\pm + \nu_\mu$$

(średni czas życia 10^{-6} s)

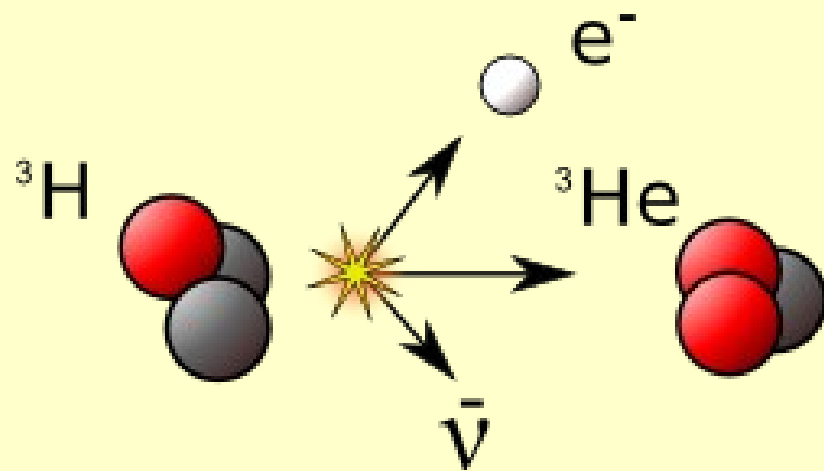
- Spontaniczna (samorzutna) przemiana beta jąder

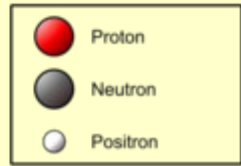
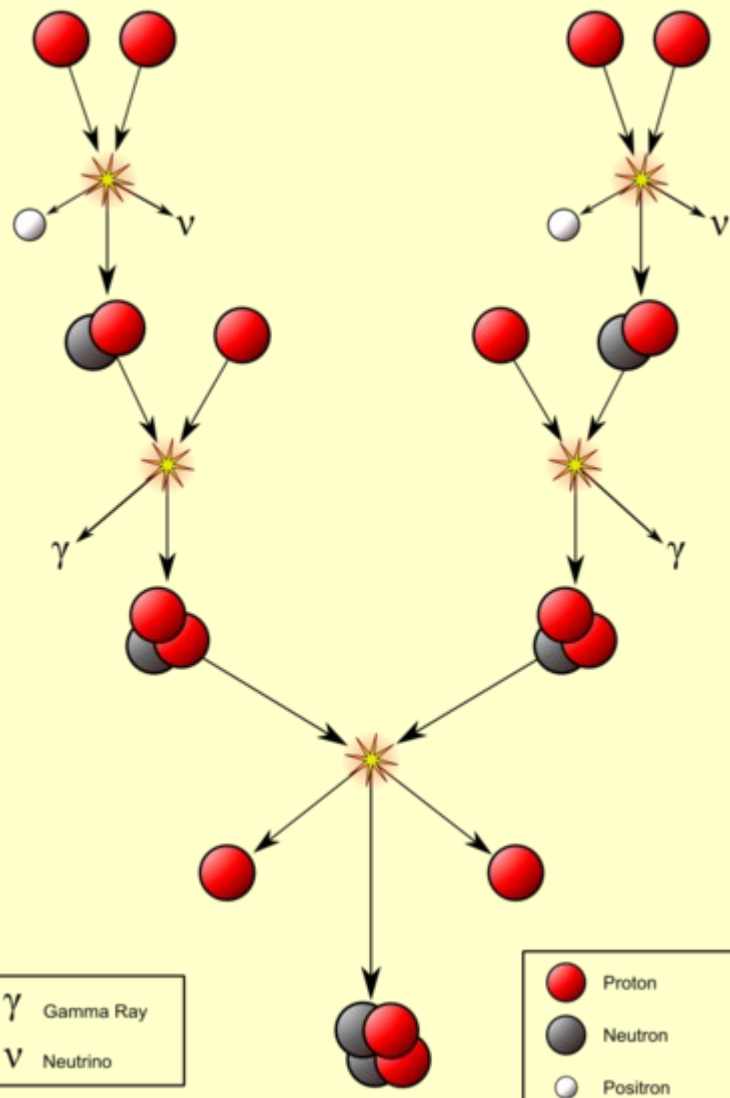
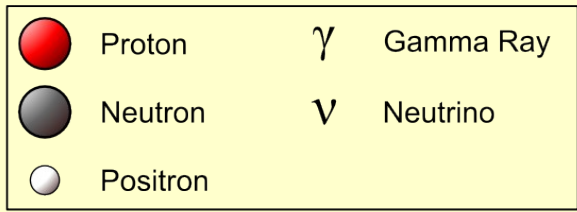
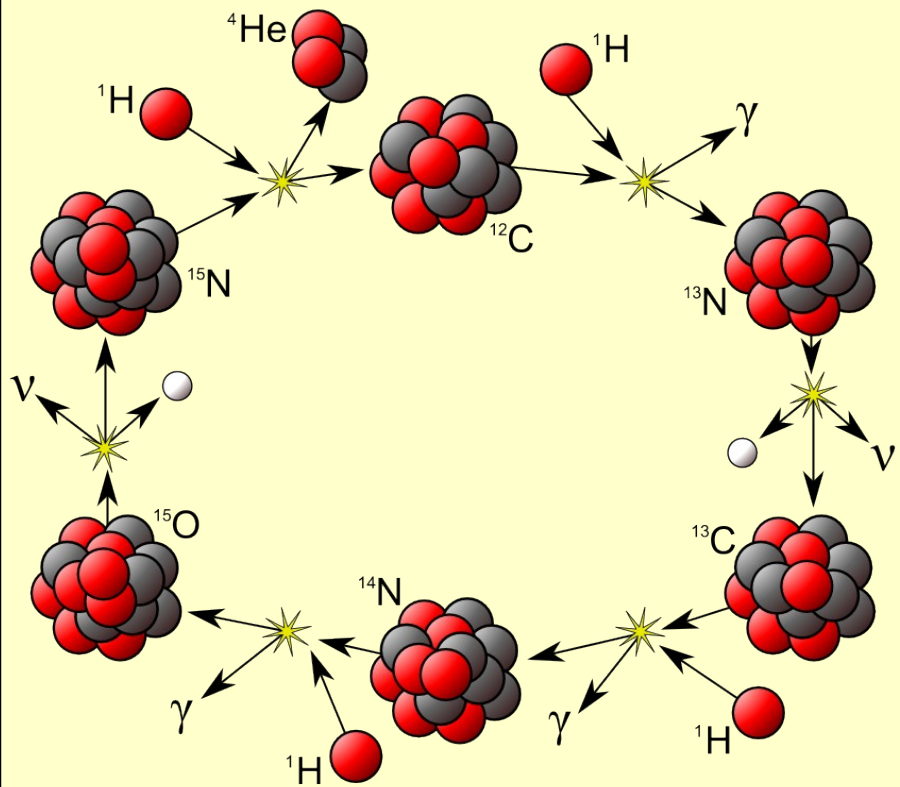
$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$$

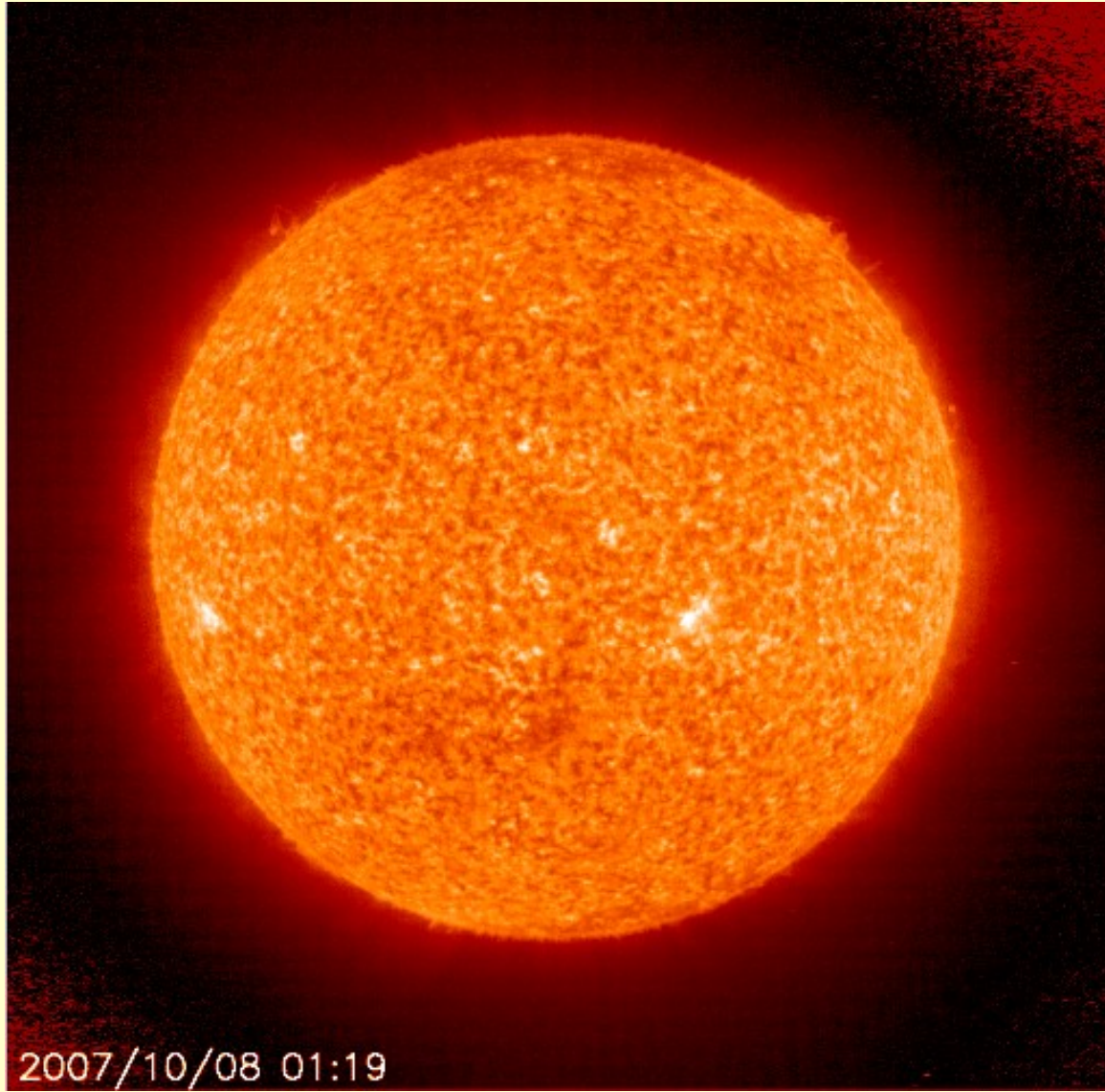
$$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$$

ODDZIAŁYWANIA ELEKTROSŁABE

- Oddziaływanie elektromagnetyczne i słabe występują równocześnie
- Wysokie energie oddziaływujących cząstek
 $E > 10^2$ GeV
- prawdopodobieństwo obu oddziaływań takie samo







Fot. NASA – SOHO Observatory <http://sohowww.nascom.nasa.gov/>