

WYKŁADOWCA:

prof. dr hab. inż. Katarzyna **ZAKRZEWSKA**,

Katedra Elektroniki,

C-1, p.306 a

tel. AGH. 12 617 29 00, kom. 601 51 33 35

zak@agh.edu.pl

<http://home.agh.edu.pl/~zak>

ZASADY ZALICZANIA PRZEDMIOTU:

- Obecność i aktywność na zajęciach (wykłady, ćwiczenia, laboratorium)
- Pozytywna ocena końcowa (≥ 3.0) z ćwiczeń rachunkowych i laboratorium
- Egzamin pisemny i ustny po każdym semestrze. Na ocenę końcową przedmiotu wpływają wszystkie oceny oraz wyniki testów na wykładzie (egz/cw/testy: 50/35/15)

MATERIAŁY DO WYKŁADU:

- TEKST WYKŁADU
- PODRĘCZNIKI:
 1. D.Halliday, R. Resnick, J.Walker, Podstawy Fizyki, PWN W-wa, 2003 5-tomów (w skrócie HRW)
 2. C.Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman
Mechanika, PWN W-wa 1975

Czym jest fizyka?

Fizyka jest podstawową nauką przyrodniczą, zajmującą się badaniem najbardziej fundamentalnych i uniwersalnych właściwości materii i zjawisk w otaczającym nas świecie.

Fizyka jest nauką, której celem jest badanie elementarnych składników materii oraz ich wzajemnych oddziaływań elementarnych.

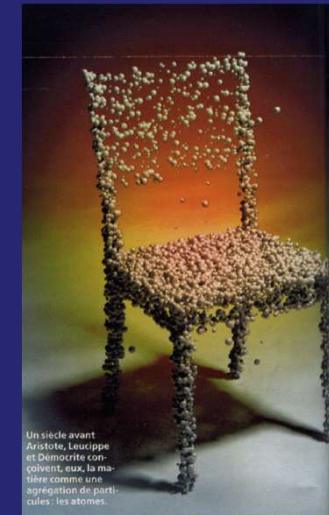
Elementarne składniki materii

- Hipoteza o istnieniu „atomów” – Demokryt (IV w. p.n.e.)
- Podstawowe składniki materii:
 - Powietrze
 - Ogień
 - Ziemia
 - Woda



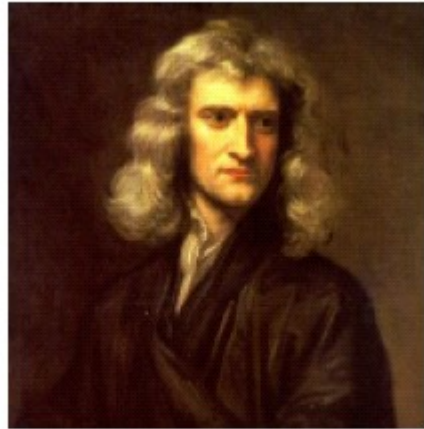
„Krzeseł” Arystotelesa

2017/2018, zima



„Krzeseł” Demokryta

R. Ikonicoff, Science & Vie, 244, 2008



Isaac Newton

Początki nowożytnej fizyki

Zasady matematyczne filozofii naturalnej (1687)

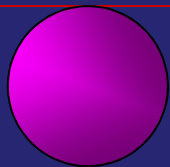
Prawo powszechnego ciążenia (prawo Newtona) opisuje oddziaływanie grawitacyjne pomiędzy dwiema masami m_1 i m_2 umieszczonymi w odległości r

siła

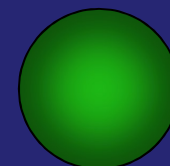


$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Stała uniwersalna $G = (6,6720 \pm 0.0041) \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$



Księżyc



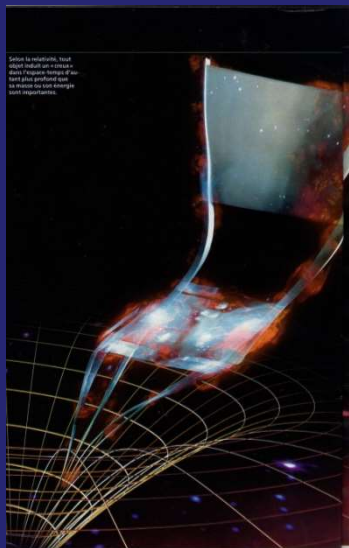
Ziemia

poziom Ziemi



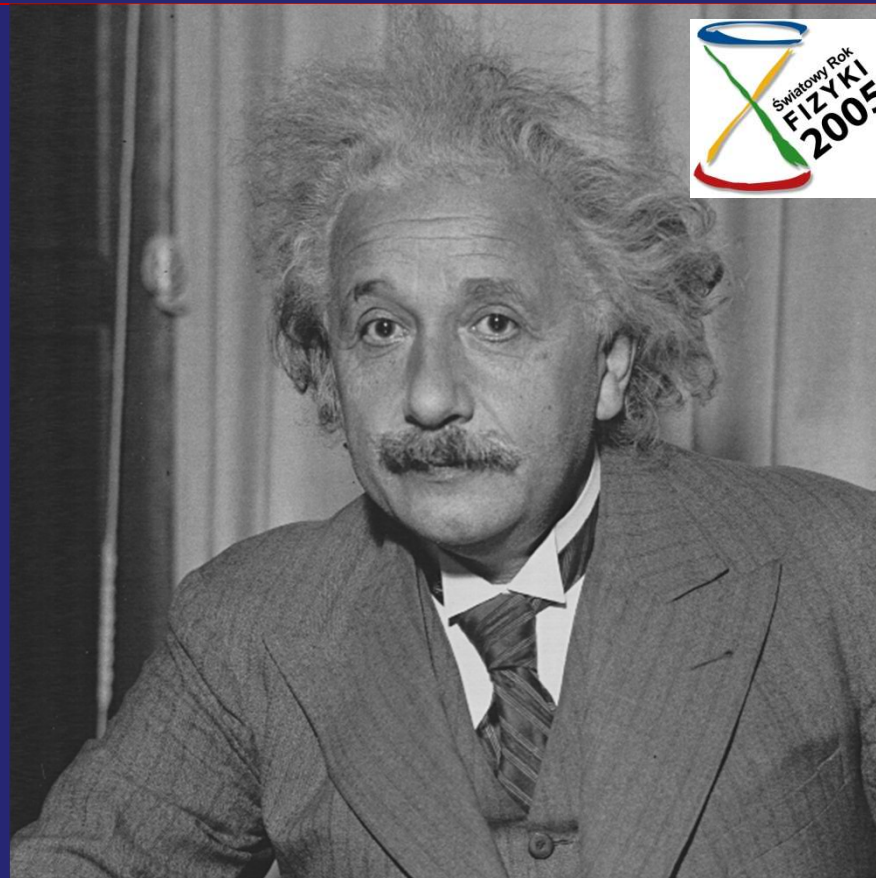
Szczególna teoria względności,
1905: czasoprzestrzeń

Ogólna teoria względności,
1915: teoria grawitacji



„Krzeseł” Einsteina

R. Ikonicoff, Science & Vie, 244, 2008



Albert Einstein.

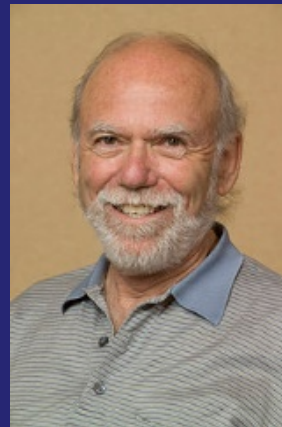
1879 -1955

- Tegoroczną (2017) nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki otrzymało trzech naukowców za odkrycie fal grawitacyjnych - “for decisive contributions to the LIGO (Light Interference Gravitational-wave Observatory) detector and the observation of gravitational waves”



Rainer Weiss

Massachusetts Institute of
Technology
USA (ur. 1932)



Barry Barrish

California Institute of
Technology
USA
(ur. 1936)



Kip Thorne

California Institute
of Technology
USA
(ur. 1940)

film

2017/2018, zima



Polski wkład?

Prof.. Andrzej Trautman
Instytut Fizyki Teoretycznej
Uniwersytet Warszawski
(ur. 1933)

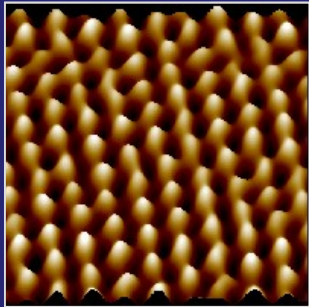
To Andrzej Trautman był jednym z pierwszych, którzy wykazali, że te fale są równie rzeczywiste i namacalne jak np. fale radiowe.

Promieniowanie grawitacyjne było tematem jego pracy doktorskiej, którą obronił w Instytucie Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego w 1959 roku

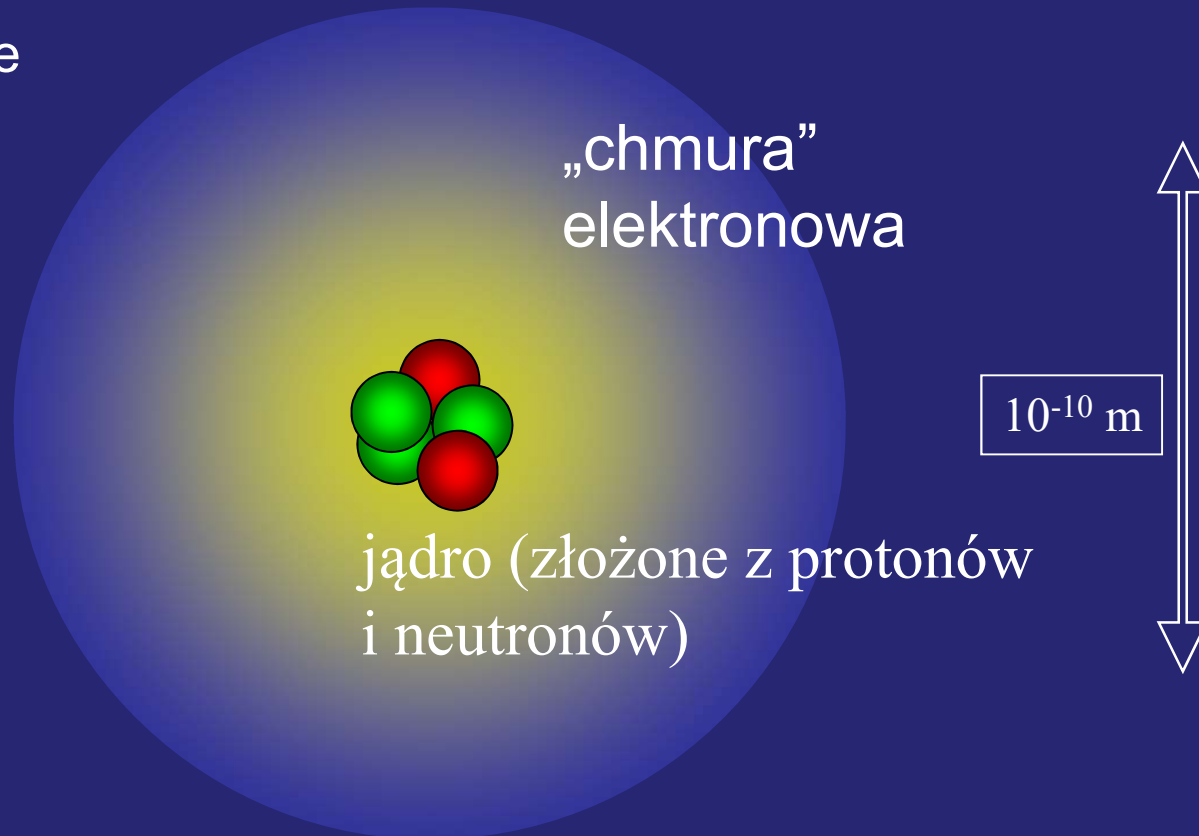
- A. Trautman, [Sur la propagation des discontinuités du tenseur de Riemann](#), CR Acad. Sci. Paris **246**, 1500–1502 (1958).
- A. Trautman, [Boundary conditions at infinity for physical theories](#), Bull. Acad. Polon. Sci., sér. sci. math., astr. et phys. **6**, 403–406 (1958).
- A. Trautman, [Radiation and boundary conditions in the theory of gravitation](#), Bull. Acad. Polon. Sci., sér. sci. math., astr. et phys. **6**, 407–412 (1958).
- A. Trautman, [On gravitational radiation damping](#), Bull. Acad. Polon. Sci., sér. sci. math., astr. et phys. **6**, 627–633 (1958).
- A. Trautman, Lectures on General Relativity, May-June 1958, King's College London.
- I. Robinson, A. Trautman, [Spherical gravitational waves](#), Phys. Rev. Lett. **4**, 431–432 (1960).

Atom - podstawowy element materii?

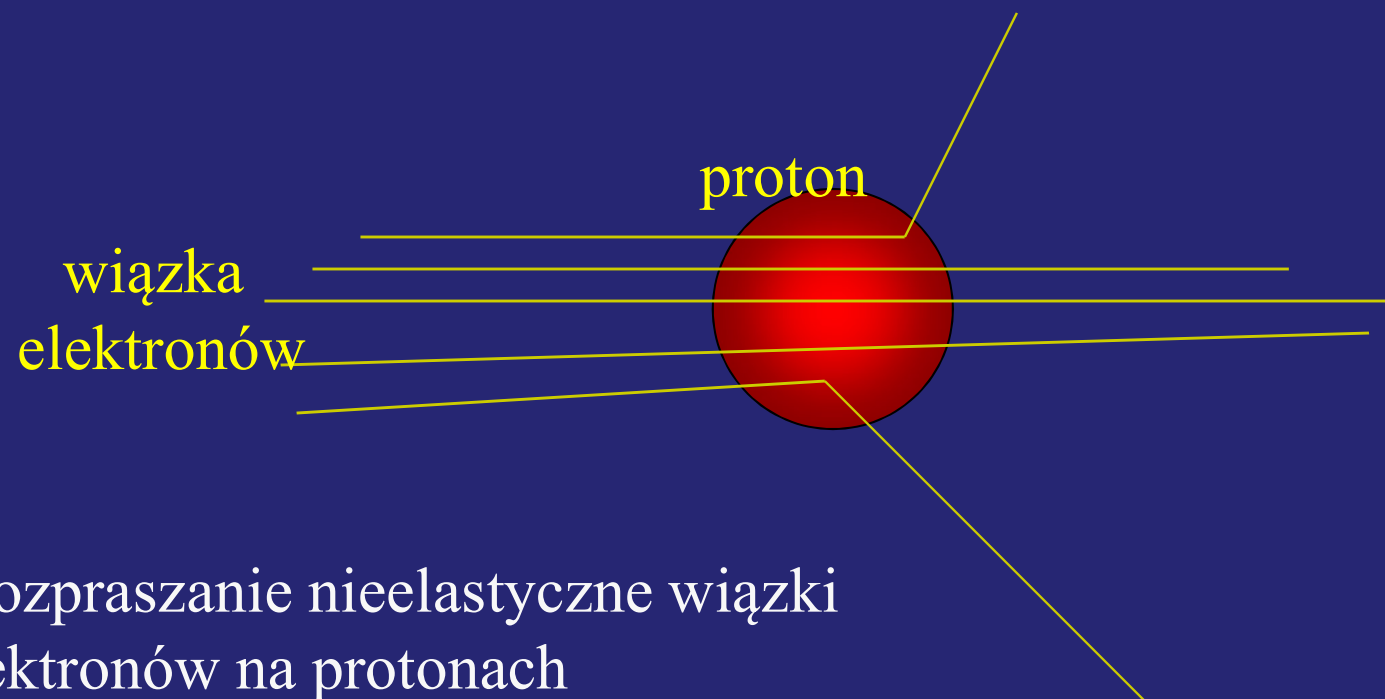
Czy możemy
oglądać pojedyncze
atomy?



Tak. AFM
(Atomic Force
Microscope)



Czy proton lub neutron jest cząstką elementarną?



Rozpraszanie nieelastyczne wiązki
elektronów na protonach

Kwarki?

Cztery fundamentalne oddziaływania:

Oddziaływanie fundamentalne	Natężenie względne	Czas charakterystyczny w sek
grawitacyjne	$5,9 \cdot 10^{-39}$	-
elektromagnetyczne	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$10^{-20} - 10^{-16}$
silne (jądrowe)	1	$10^{-24} - 10^{-23}$
słabe	10^{-5}	$10^{-10} - 10^{-8}$

CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ

Oddziaływanie grawitacyjne:

- Odgrywa decydującą rolę w zjawiskach astronomicznych dużej skali (w makroświecie), tworzy układy związane: planetarne, gromady gwiazd, galaktyki.
- Jest najsłabsze ze wszystkich oddziaływań lecz długozasięgowe.
- Źródłem pola grawitacyjnego jest masa grawitacyjna.

Oddziaływanie elektromagnetyczne:

- Odgrywa decydującą rolę w mikroświecie, w zjawiskach, takich jak emisja i absorpcja światła, sprężystość, tarcie, spójność; leży u podstaw procesów chemicznych i biologicznych; jest odpowiedzialne za wiązanie jąder atomowych i elektronów w trwałe układy: atomy, cząsteczki, kryształy.
- Występuje pomiędzy ładunkami elektrycznymi lub pomiędzy momentami magnetycznymi.
- Jest stosunkowo silne i długozasięgowe.

Prawo Coulomba opisuje oddziaływanie elektrostatyczne dwóch ładunków punktowych Q_1 i Q_2 znajdujących w odległości r od siebie

siła 

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Przenikalność elektryczna próżni

$$\epsilon_0 = (8,85418782 \pm 0.000000007) \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

Zadanie 1-1

Pokaż, że stosunek siły oddziaływania elektrostatycznego do siły oddziaływania grawitacyjnego między dwoma elektronami wynosi około $4 \cdot 10^{42}$

Zadanie 1-2

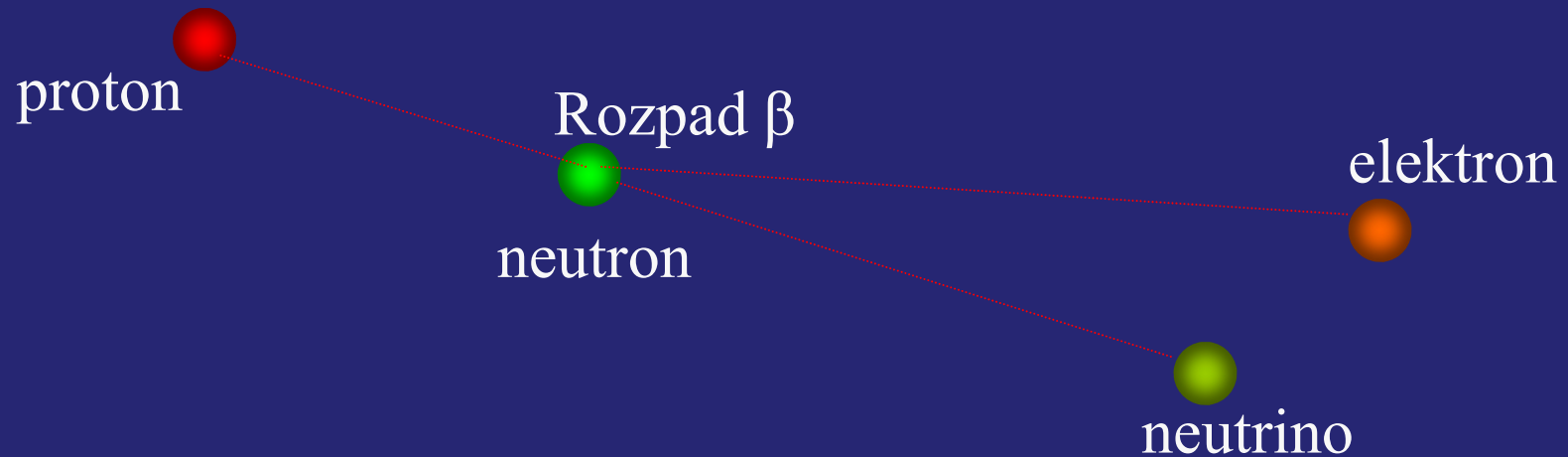
Rozważmy dwie kulki żelazne o masie 1 g każda, umieszczone w odległości 1 m od siebie. Przypuśćmy, że w obu kulek usuwamy co miliardowy elektron, wobec czego kulki uzyskują pewien ładunek dodatni. Z jaką siłą będą się odpychały kulki?

Oddziaływanie silne (jądrowe):

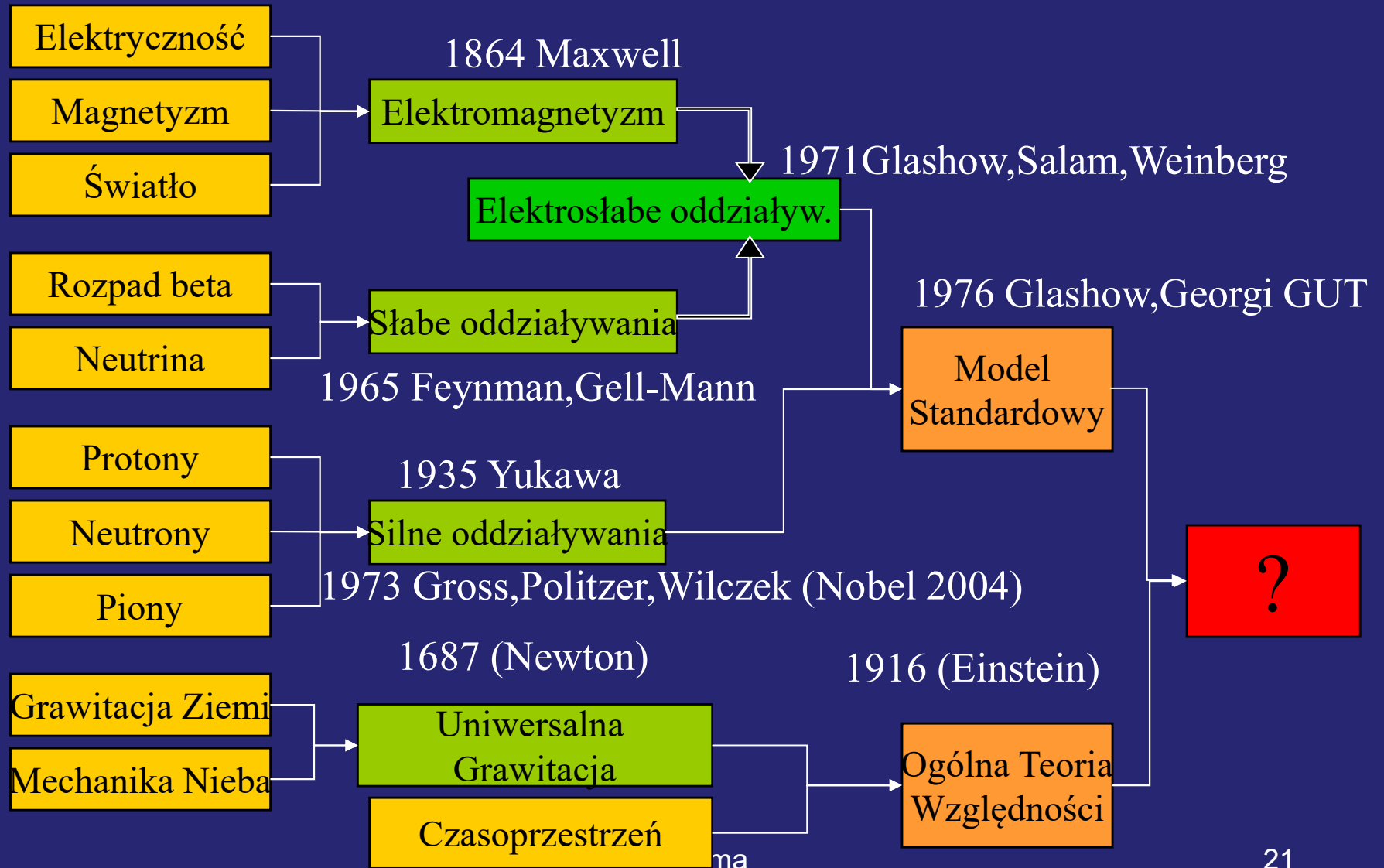
- Powoduje wiązanie nukleonów w trwałe układy – jądra atomowe.
- Ma charakter krótkozasięgowy (10^{-15} m).
- Leptony (elektron, neutrino) nie podlegają temu oddziaływaniu. Hadrony (proton, neutron) uczestniczą w tym wiązaniu.

Oddziaływanie słabe:

- Narusza trwałość układów nukleonów.
- Powoduje rozpad β jąder atomowych i wielu cząstek elementarnych.
- Prawdopodobnie ma charakter krótkozasięgowy ($<10^{-18}$ m).
- Nie tworzy układów związanych.



PODSTAWOWE ODDZIAŁYWANIA- UNIFIKACJA

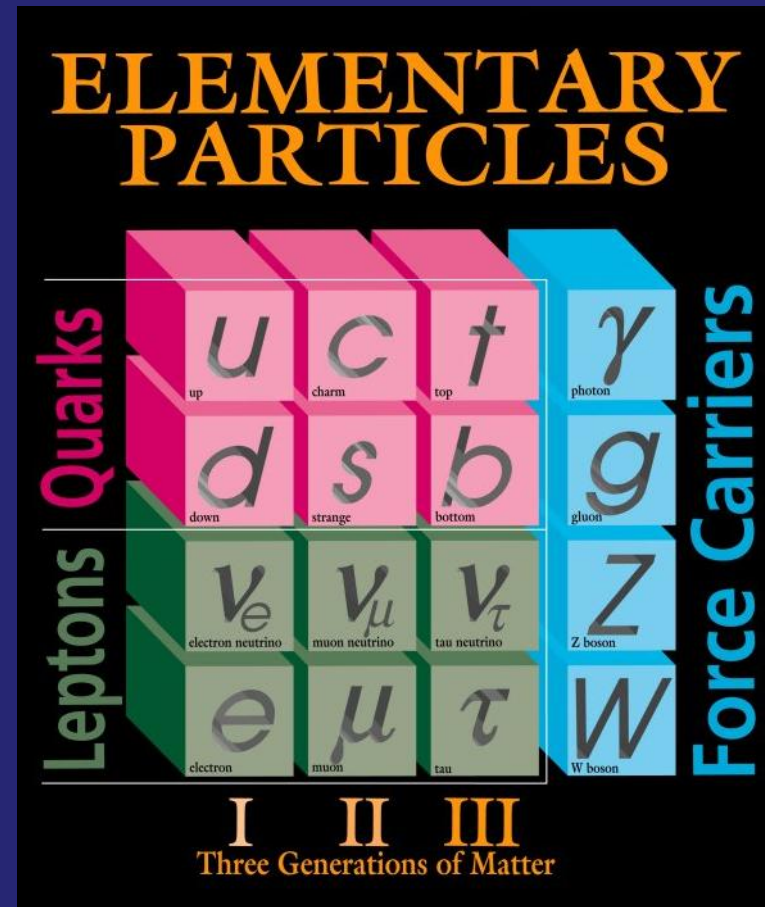


Cząstki elementarne w Modelu Standardowym

W tym modelu mamy: 6 leptonów, 6 kwarków i 4 cząstki pośredniczące (messenger particles): wirtualny foton γ , gluon g i ciężkie bozony W ($80.4 \text{ GeV}/c^2, \pm e$) i Z ($91.2 \text{ GeV}/c^2, 0$)

4 nośniki oddziaływania odpowiadają trzem z czterech fundamentalnych oddziaływań:

- elektromagnetyczne - wirtualne fotony
- elektroslabe- bozony W i Z
- silne oddziaływanie pomiędzy kwarkami, które wiąże hadrony- gluony (bez masy)



Teoria a eksperyment w fizyce

ROBERT A. MILLIKAN

The electron and the light-quant from the experimental point of view

Nobel Lecture, May 23, 1924

The fact that Science walks forward on two feet, namely theory and experiment, is nowhere better illustrated than in the two fields for slight contributions to which you have done me the great honour of awarding me the Nobel Prize in Physics for the year 1923.

Sometimes it is one foot which is put forward first, sometimes the other, but continuous progress is only made by the use of both - by theorizing and then testing, or by finding new relations in the process of experimenting and then bringing the theoretical foot up and pushing it on beyond, and so on in unending alternations.

<http://nobelprize.org/physics>

POMIAR

- Fizyka opiera się na pomiarach wielkości fizycznych.
- Każdą wielkość fizyczną mierzymy porównując ją ze wzorcem. Mierzona wielkość wyrażamy w określonych jednostkach.
- Jednostka to nazwa miary danej wielkości. Wzorzec zawiera dokładnie jedną (1,0) jednostkę wielkości.

Międzynarodowy układ jednostek SI

W 1971 r., na XIV Konferencji Ogólnej ds. Miar i Wag dokonano wyboru siedmiu podstawowych wielkości fizycznych (nadając im jednostkę), tworząc w ten sposób układ SI (fr. *Système Internationale*):

długość (metr)

czas (sekunda)

masa (kilogram)

natężenie prądu elektrycznego (amper)

temperatura termodynamiczna (kelwin)

ilość substancji (mol)

światłość (kandela)

Zadanie 1-3

- Zapoznać się z treścią DODATKU A (podręcznik HRW tom I).
- Zwrócić szczególną uwagę na definicje jednostek podstawowych układu SI
- Zapamiętać jednostki i ich symbole a definicje przepisać (nie uczyć się na pamięć)

Jednostki pochodne

Za pomocą jednostek podstawowych definiuje się wiele jednostek pochodnych: niuton (1N), dżul (1J), wat (1W), weber (1Wb), itd.

Czy wiesz jakich wielkości fizycznych są to jednostki?

Sprawdzanie jednostek pochodnych do podstawowych

Wybór wzoru, np. dla 1 N - jednostki siły
jest to $F = ma$



czyli $[F] = [m] [a]$, gdzie symbol $[]$ oznacza jednostkę
zatem $1\text{ N} = 1\text{ kg m/s}^2$

DEFINICJA

Jeden niuton 1N jest to siła, jaka nadaje masie 1 kilograma przyspieszenie 1 m/s^2 .

Zadanie 1-4

Stosując omówiony schemat zdefiniuj następujące jednostki:

- 1 J
- 1 W

Zapis dużych i małych liczb

Czynnik	Przedrostek	Symbol
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^{-2}	centy	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	piko	p

Przykłady

- $3\,560\,000\,000\,000\text{ m} = 3,56 \cdot 10^9\text{ m} = 3,56\text{ Gm}$
- $0,000\,000\,492\text{ s} = 4,92 \cdot 10^{-7}\text{ s} =$
 $4,92 \cdot 10^{-1} \cdot 10 \cdot 10^{-7}\text{ s} =$
 $4,92 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-6}\text{ s} =$
 $0,492 \cdot 10^{-6}\text{ s} = 0,492\text{ }\mu\text{s}$

Zadanie 1-5

1. Zapoznaj się z tabelą przedrostków jednostek układu SI (Tab.1.2, HRW,I)
2. Odpowiedz na pytanie co to jest:
 $1\text{fs} = \dots$
 $1\text{THz} = \dots$
 $1\text{am} = \dots$
3. Ile nanometrów ma 1 Gm? Ile EHz ma 1pHz?

Zamiana jednostek

- Mnożymy wynik pomiaru przez **współczynnik przeliczeniowy**, czyli równy jedności stosunek wielkości wyrażonej w różnych jednostkach, np.

$$\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1$$

$$\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1$$

Przykłady

1. Zamienić 3 min na sekundy

$$3 \text{ min} = (3 \text{ min}) (1) = (3 \cancel{\text{ min}}) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \cancel{\text{ min}}} \right) = 180 \text{ s}$$

2 . Gdy w 490 r. p.n.e. Filippides przebiegł z Maratonu do Aten, aby przekazać wiadomość o zwycięstwie Greków nad Persami, pokonał tę drogę z prędkością wynoszącą około 23 jazd na godzinę (jzd/h). Jazda to używana w starożytnej Grecji jednostka długości, podobnie jak stadion i pletron.

Definicje: 1 jazda = 4 stadia

1 stadion = 6 pletronów

1 pletron = 30,8 metra

Wyznacz prędkość Filippidesa w km/h

$$1 \text{ jazda} = 4 \text{ stadia} \longrightarrow 4 \text{ stadia}/1 \text{ jazdę} = 1$$

$$1 \text{ stadion} = 6 \text{ pletronów} \longrightarrow 6 \text{ pletronów}/1 \text{ stadion} = 1$$

$$1 \text{ pletron} = 30,8 \text{ metra} \longrightarrow 30,8 \text{ m}/1 \text{ pletron} = 1$$

Rozwiązanie:

$$23 \text{ jazdy/h} =$$

$$23 \cancel{\text{ jazdy/h}} \cdot 4 \cancel{\text{ stadia}}/1 \cancel{\text{ jazdę}} \cdot 6 \cancel{\text{ pletronów}}/1 \cancel{\text{ stadion}} \cdot \\ \times 30,8 \cancel{\text{ m}}/1 \cancel{\text{ pletron}} \cdot 1 \text{ km}/1000 \cancel{\text{ m}} = 17 \text{ km/h}$$

Wynik: prędkość wynosiła 23 jazdy/h
to jest 17 km/h

Zadanie 1-6

Aby porównać miary staroświeckie z nowoczesnymi i jednostki duże z małymi, rozważmy następujący przykład. W dawnej, rolniczej Anglii uważano, że jedna rodzina może się wyżywić z uprawy ziemi o powierzchni 100-120 akrów ($1 \text{ akr} = 4047 \text{ m}^2$). Powierzchnia ziemi potrzebna 100 rodzinom nosiła nazwę *wapentake* (tak samo nazywała się jednostka podziału administracyjnego hrabstwa).

Zadanie 1-6 cd.

W fizyce kwantowej tzw. przekrój czynny jądra (zdefiniowany za pomocą prawdopodobieństwa, że jądro pochłonie padającą na nie cząstkę) mierzy się w barnach: $1 \text{ barn} = 1 \cdot 10^{-28} \text{ m}^2$. W żargonie fizyki jądrowej, jądro jest „duże” jeżeli trafienie w nie cząstką jest równie łatwe jak trafienie ze strzelby we wrota stodoły (*barn* – stodoła)

Ile wynosi stosunek 25 wapentaków do 11 barnów?

Rząd wielkości

Rzędem wielkości nazywamy wykładnik potęgi liczby 10, gdy daną wielkość wyrażamy w ten sposób, że przed potęgą stoi cyfra z przedziału od 1 do 9.

Przykład:

$$A = 2,3 \cdot 10^4$$

$$B = 7,8 \cdot 10^4$$

Rząd: 4

Najbliższy rząd wielkości:

4 dla A i 5 dla B

Zadanie 1-7

Największy na świecie kłębek sznurka ma promień około 2 m. Ile wynosi – co do najbliższego rzędu wielkości – całkowita długość sznurka w tym kłębku?

Cyfry znaczące i cyfry po przecinku

Zaokrąglając liczbę 11,3516 do trzech cyfr znaczących otrzymujemy:

11,4

Liczby 3,15 i $3,15 \cdot 10^3$ mają
tę samą.....ilość cyfr znaczących

Czym różnią się liczby?

35,6 3,56 0,00356

Mają tę samą liczbę cyfr znaczących lecz różnią się liczbą cyfr po przecinku

TEST 1P

1. Jedna nanosekunda to:

A) 10^9 s B) 10^{-9} s C) 10^{-10} s D) 10^{-10} s E) 10^{-12} s

2. Jeden gram jest to:

A) 10^{-6} kg B) 10^{-3} kg C) 1 kg D) 10^3 kg E) 10^6 kg

3. $(5.0 \times 10^4) \times (3.0 \times 10^{-6}) =$

A) 1.5×10^{-3} B) 1.5×10^{-1} C) 1.5×10^1 D) 1.5×10^3
E) 1.5×10^5

TEST 1P

4. $(5.0 \times 10^5) + (3.0 \times 10^6) =$

- A) 8.0×10^5 B) 8.0×10^6 C) 5.3×10^5 D) 3.5×10^5
E) 3.5×10^6

5. Liczba cyfr znaczących w liczbie 0.00150 wynosi:

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

6. Walec o promieniu podstawy 2.3 cm i wysokości 1.4 cm ma całkowitą powierzchnię równą:

- A) $1.7 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ B) $3.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ C) $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
D) $5.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ E) $7.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

TEST 1A

1. The SI standard of time is based on:

- A) the daily rotation of the Earth B) the frequency of light emitted by Kr^{86} C) the yearly revolution of the Earth about the sun D) a precision pendulum clock E) none of these

2. Which of the following is closest to a yard in length:

- A) 0.01 m B) 0.1 m C) 1 m D) 100 m E) 1000 m

3. The SI base unit for mass is:

- A) gram B) pound C) kilogram D) ounce E) kilopound

TEST 1A

4. In 1866, the U.S. Congress defined the U.S. yard as exactly $3600/3937$ international meter. This was done primarily because:

- A) length can be measured more accurately in meters than in yards B) the meter is more stable than the yard C) this definition relates the common U.S. length units to a more widely used system D) there are more wavelengths in a yard than in a meter E) the members of this Congress were exceptionally intelligent

5. 1 mi is equivalent to 1609 m so 55 mph is:

- A) 15 m/s B) 25 m/s C) 66 m/s D) 88 m/s E) 1500 m/s

PODSUMOWANIE:

1. Fizyka to wielkie teorie ale nie tylko....
2. Fizyka opiera się na pomiarach.
3. Wynik pomiaru podajemy jako rozsądną liczbę (z odpowiednią dokładnością) wraz z jednostką.