

Dr inż. Zbigniew Szklarski

Instytut Elektroniki, paw. C-1, pok.321

szkla@agh.edu.pl

<http://layer.uci.agh.edu.pl/Z.Szklarski>

Zasady zaliczenia przedmiotu

- ❑ Obecność i aktywność na zajęciach (wykłady, ćwiczenia, laboratorium)
- ❑ Pozytywna ocena końcowa (≥ 3.0) z ćwiczeń rachunkowych i laboratorium
- ❑ Dwa zaliczenia poprawkowe
- ❑ Egzamin pisemny. Na ocenę końcową przedmiotu wpływają wszystkie oceny (egz/ćw/lab: 50/30/20)

□ Wykład:

obecność nieobowiązkowa ale...

Udział w ponad 70 % wykładów, na których będzie sprawdzana obecność, będzie premiowany dodatkowymi punktami na egzaminie. Dodatkowe punkty będą również do zdobycia za rozwiązywanie testów podczas wykładu.

□ Ćwiczenia audytoryjne:

Warunkiem koniecznym jest min. 80% obecności na zajęciach - tylko **jedna** nieobecność może być nieusprawiedliwiona! **Dwa** zaliczenia poprawkowe! Sposób obliczania oceny zostanie podany przez prowadzących ćwiczenia.

□ Laboratorium:

Warunkiem uzyskania zaliczenia na ćwiczeniach laboratoryjnych jest zaliczenie wszystkich przewidzianych harmonogramem ćwiczeń (w tym ćwiczenia 0).

□ „przepisywanie” ocen:

Oceny 4,0 i powyżej z przedmiotu, są automatycznie zaliczane przez Dziekana!

Przepisanie ocen cząstkowych (z lab. lub ćwiczeń) – zgłaszać się do wykładowcy.

Innych możliwości przepisania nie ma.

Zmiany grup – wyłącznie po akceptacji przez obu prowadzących!
Konieczne jest zgłoszenie tego w Dziekanacie !!

W razie pytań i wątpliwości – od razu pisać: szkla@agh.edu.pl

.....



**Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Instytut Elektroniki**

dr Zbigniew Szklarski

DYDAKTYKA FIZYKI semestr letni 2025

→ [e-mail](#)

Elektronika

[Ćwiczenia rachunkowe](#)

Teleinformatyka

[Wykład](#)

[Laboratorium](#)

Informatyka

[Ćwiczenia rachunkowe](#)

Inżynieria Akustyczna

[Ćwiczenia rachunkowe](#)

**Elektronika
i Telekomunikacja**

[Ćwiczenia rachunkowe](#)

**Nowoczesne Technologie
w Kryminalistyce**

[Wykład](#)



Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Instytut Elektroniki
dr Zbigniew Szklarski

TELEINFORMATYKA

semestr letni 2025

Regulacje dotyczące [ocen z fizyki](#) - oraz na podstawie: [Syllabusu](#)

KONSULTACJE:

na konsultacje proszę wcześniej umawiać się poprzez e-mail !!

Strony dydaktyczne prowadzących ćwiczenia rachunkowe:

- [dr M.Czapkiewicz](#)
- [dr J.Kanak](#)



POKAZY EFEKTÓW FIZYCZNYCH W INTERNECIE

WYKŁADY

Bonusy

[Wybrane programy demonstracyjne](#)

Pomoc dydaktyczna:

[Prawo Gaussa](#) - teoria; [PrawoGaussa](#) - przykłady (dla szczególnie zainteresowanych)
[Zasada nieoznaczoności Heisenberga](#)
[Promieniowanie ciała doskonale czarnego](#)
[Wzór Plancka](#)
[Równanie falowe Schroedingera](#)
[Zastosowanie równanie Schroedingera - bariera, studnia potencjału](#)

INFORMACJE BIEŻĄCE

TERMINY EGZAMINÓW:

1 TERMIN:	Wyniki egzaminu
2 TERMIN:	Wyniki egzaminu
3 TERMIN:	Wyniki egzaminu

PRZYKŁADOWY **ARKUSZ EGZAMINACYJNY**
ODPOWIEDZI



Laboratorium z fizyki

[Regulamin](#) Harmonogram zajęć [Rachunek niepewności](#)
→ [TI](#) [EiT](#) [E&T\(eng\)](#) [Inż. Akust.](#) [APiR\(ns\)](#)

Nr	Opis ćwiczenia	Instrukcja	Konspekt
0	Pomiar rezystancji - wyznaczanie niepewności pomiarowej		
1	Współczynnik załamania światła dla ciał stałych		
3	Rezonans akustyczny		
4	Temperaturowy współczynnik rezystancji		
5	Efekt Halla		
6	Badanie zależności mocy użytecznej od obciążenia		
7	Drgania harmoniczne sprężyny		
8	Indukcyjność cewki		
9	Poziomy energetyczne atomu wodoru. Stała Rydberga		
10	Drgania tłumione w obwodzie RLC		

Materiały do wykładu

- Tekst wykładu dostępny po wykładzie na stronie:
<http://layer.uci.agh.edu.pl/Z.Szklarski/Wyklady-TI.html>

PODRĘCZNIKI:

- 1. D.Halliday, R. Resnick, J.Walker, Podstawy Fizyki, PWN W-wa, 2003 t. 1-5 (w skrócie HRW)
- 2. www.openstax.pl/podreczniki - Fizyka dla szkół wyższych (3 tomy)
- 3. C.Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman Mechanika, PWN W-wa 1975
- 4. E.M.Purcell, Elektryczność i magnetyzm, PWN W-wa 1971

Laboratorium:

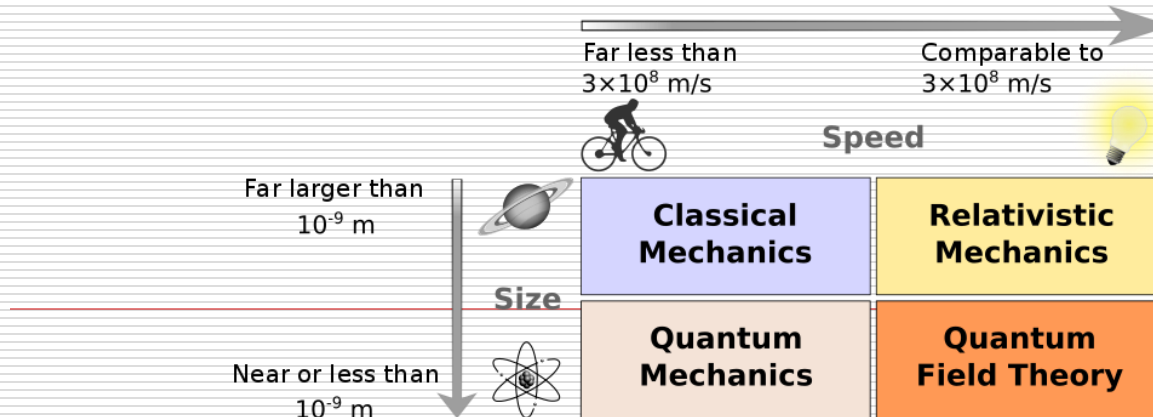
- A. Zięba, Pracownia Fizyczna, WFiTJ, Skrypt Uczelniany SU 1642, Kraków 2002

Po co fizyka ??

- Nauka przyrodnicza, zajmująca się badaniem najbardziej fundamentalnych i uniwersalnych właściwości materii i zjawisk w otaczającym nas świecie.
- Bada elementarne składniki materii i ich wzajemne, podstawowe oddziaływania.
- Uczy logicznego myślenia.
- Próbuje odpowiedzieć na podstawowe pytanie: DLACZEGO....?
-

Kilkaset lat rozwoju tej nauki w jeden semestr ?

- Kondensat – *prawa obejmujące naszą wiedzę.*
- ale – *wiemy, że nie znamy jeszcze wszystkich praw* – uczymy się aby je poprawiać.
- Podstawowa zasada: *sprawdzianem wszelkiej wiedzy jest eksperyment.* (R.Feynman)
- Co jest źródłem samej wiedzy ? **Wyobraźnia!**
- Nieustanna zmiana obrazu naszego świata.





1687

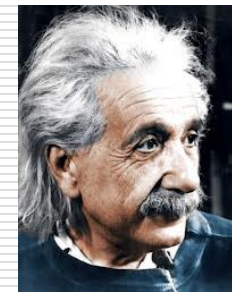
Izaak Newton

*„Zasady matematyczne
filozofii naturalnej” (1687)*

Prawo powszechnego ciążenia

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

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



1915

Albert Einstein

Szczególne teoria względności
(1905)

Ogólna teoria względności (1915)

Mechanika kwantowa – dla
mikroświata

*„Teoria grawitacji nauczyła mnie
jeszcze jednej rzeczy: nawet z
najbogatszego zbioru faktów
empirycznych nie można wyprowadzać
tak skomplikowanych równań. Teoria
może być empirycznie potwierdzona,
ale nie istnieje droga od doświadczenia
do konstrukcji teorii.”*

Fundamentalne oddziaływania w przyrodzie:

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:

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

CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ

Oddziaływanie elektromagnetyczne:

- Występuje pomiędzy ładunkami elektrycznymi lub pomiędzy momentami magnetycznymi.
- Jest stosunkowo silne i długozasięgowe.
- 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.

Porównanie:

oddziaływania

grawitacyjne

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

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

elektrostatyczne

$$F_e = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$k \approx 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2};$$
$$\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

UWAGA: stosunek siły oddziaływania elektrostatycznego do siły oddziaływania grawitacyjnego między dwoma elektronami wynosi około $4 \cdot 10^{42}$!!!

Przykład

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

$$k \approx 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2};$$

Rozważmy dwie kulki żelazne o masie 1 g każda, umieszczone w odległości 1 m od siebie. Siła oddziaływania grawitacyjnego: $F_g = 6,672 \cdot 10^{-17} \text{ N}$

Przypuśćmy, że w obu kulek usuwamy co miliardowy elektron, wobec czego kulki uzyskują pewien ładunek dodatni. Z jaką siłą będą się odpychały kulki? $N = 10^{23} \text{ 1/cm}^3$; $d = 7,87 \text{ g/cm}^3$

Obliczmy ładunek kulki: $Q = n_z \cdot e$

Ilość zabranych elektronów: $n_z = \frac{n_e}{10^9}$

Ilość elektronów w kulce: $n_e = N \cdot V$ Objętość kulki V:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{1}{7,87} = 0,127 \text{ cm}^3 \quad n_e = N \cdot V = 0,127 \cdot 10^{23}$$
$$n_z = \frac{n_e}{10^9} = 1,27 \cdot 10^{13}$$

$$\Rightarrow Q = n_z \cdot e = 1,27 \cdot 10^{13} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,03 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$F_C = 8,99 \cdot 10^9 \cdot (2,03 \cdot 10^{-6})^2 = 37,05 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\frac{F_C}{F_g} = 5,55 \cdot 10^{14}$$

CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ

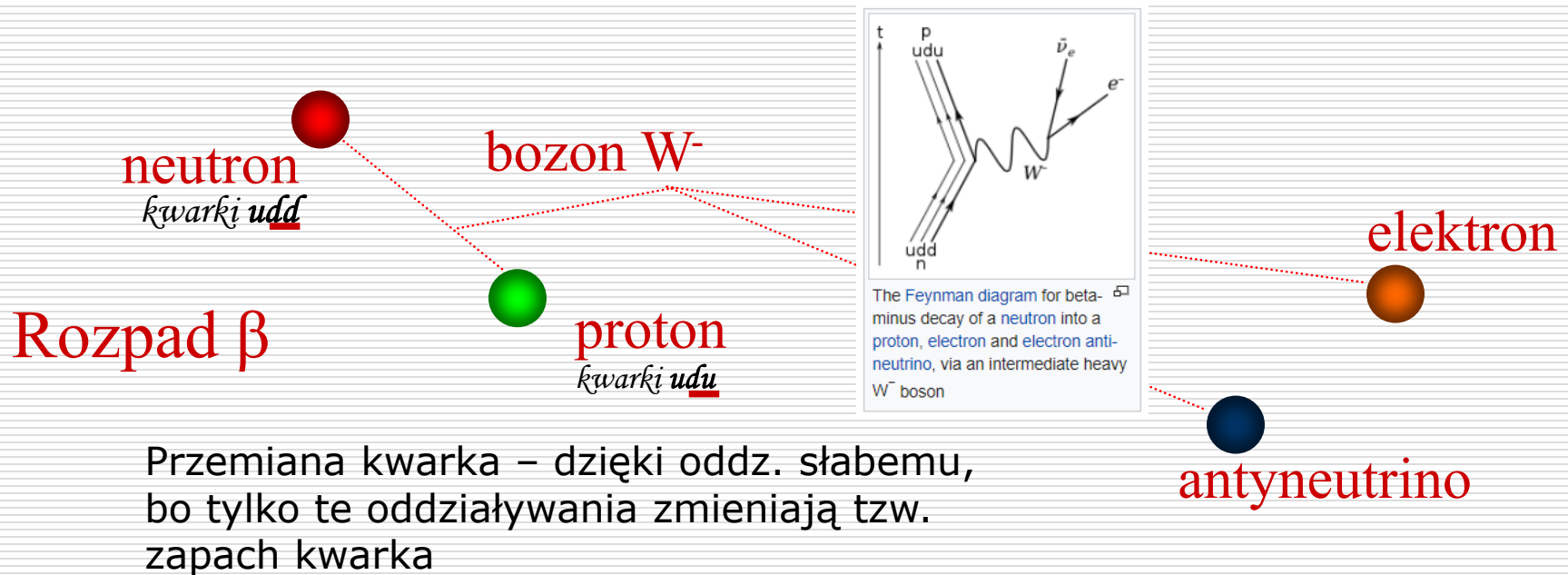
Oddziaływanie silne (jądrowe):

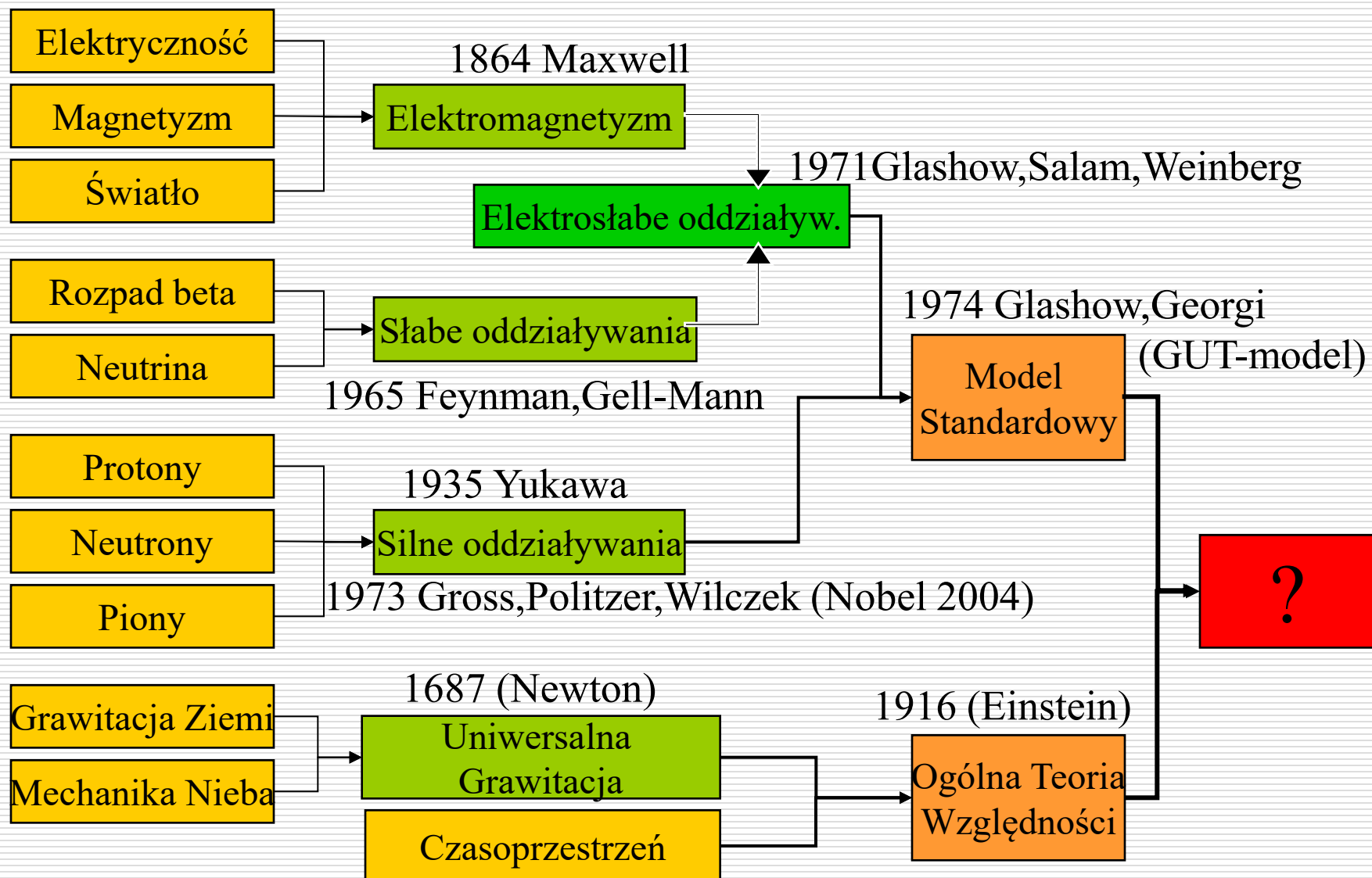
- Występuje pomiędzy sąsiednimi nukleonami.
- Jest krótkozasięgowe (10^{-15} m).
- Powoduje wiązanie nukleonów w trwałe struktury – jądra atomowe.
- Polega na wymianie gluonów między kwarkami w hadronie (neutronie lub protonie).

CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ

Oddziaływanie słabe:

- Odpowiada za rozpad β (i radioaktywność).
- Jest krótkozasięgowe ($<10^{-18}$ m). (oddz. silne: 10^{-15} m)
- Jest 10^9 razy słabsze od oddziaływania silnego

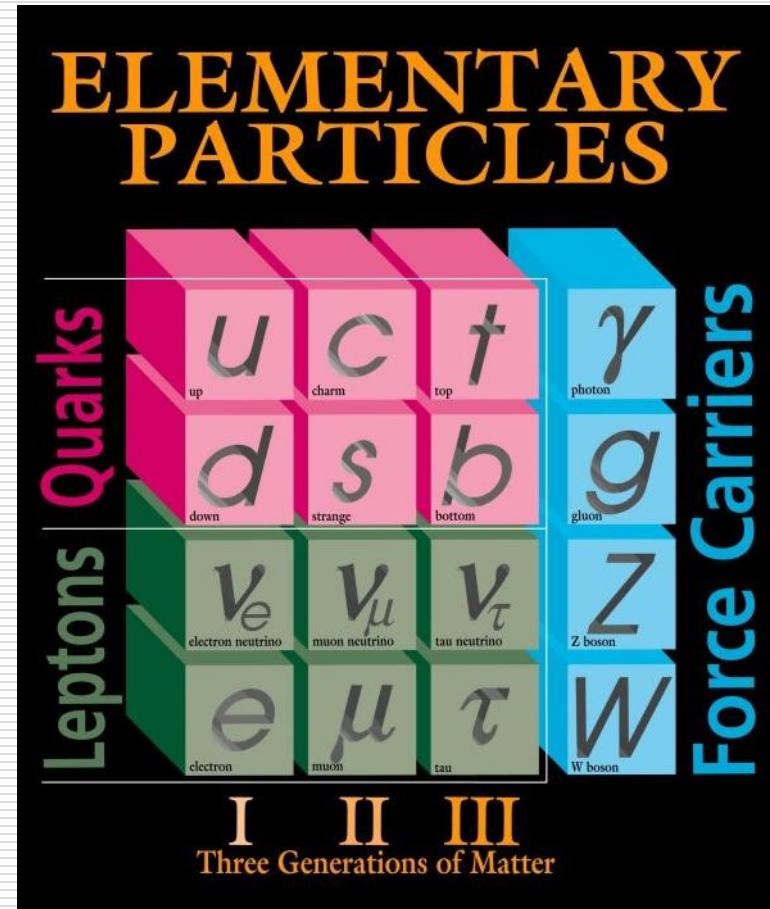




Cząstki elementarne w Modelu Standardowym

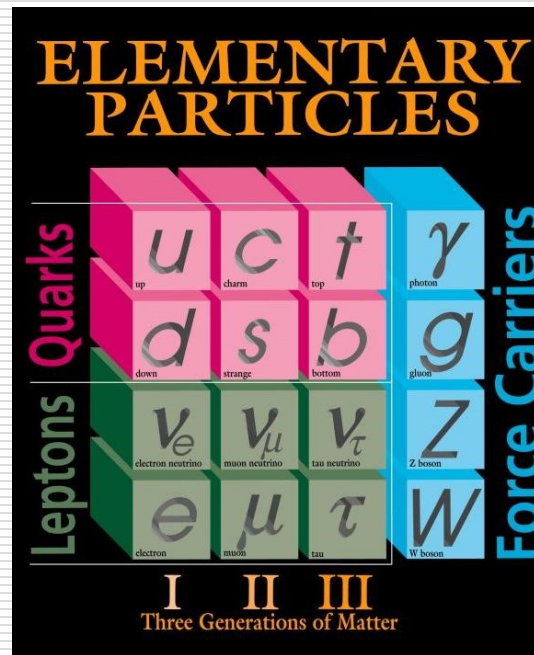
W tym modelu mamy:

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



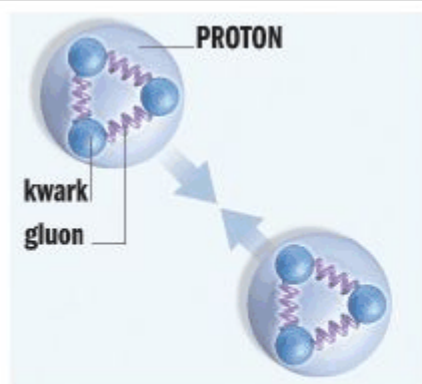
ELEMENTARNE NOSNIKI ODDZIAŁYWAŃ (BOZONY)		
oddziaływanie elektromagnetyczne		Odpowiada za większość zjawisk codziennego życia (światło, elektronika, chemia)
oddziaływanie słabe	 	umożliwiają rozpad promieniotwórcze (Z ⁰ to ciężki brat fotonu)
oddziaływanie silne		Jest ich osiem. Sklejają kwarki a także zapewniają wiązanie protonów i neutronów w stabilne jądra atomowe
oddziaływanie Higgsa		Nadaje innym cząstkom masę. Cząstkę Higgsa wykryto w 2012 roku w CERN

Dlaczego cząstki mają masę ?

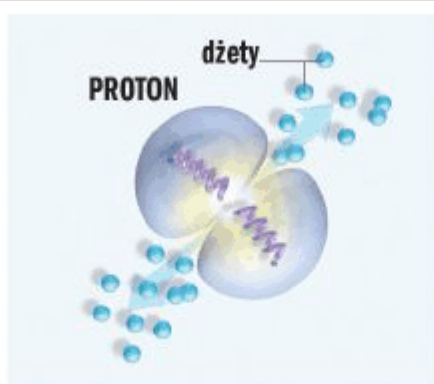
Model Standardowy zakłada istnienie kwantowego pola, którego kwantem jest tzw. bozon Higgsa.

Masa cząstek jest miarą ich oddziaływania z polem Higgsa.

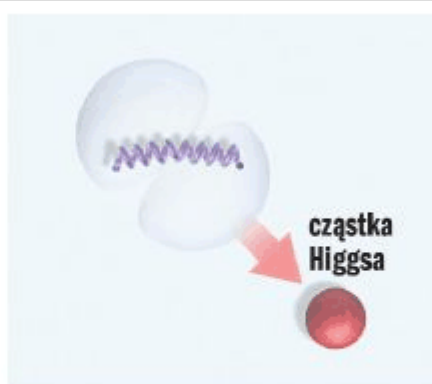
Cząstka Higgsa ma masę ok. $130 m_p$ i jest bardzo nietrwała – o jej istnieniu mogą tylko świadczyć produkty jej rozpadu.



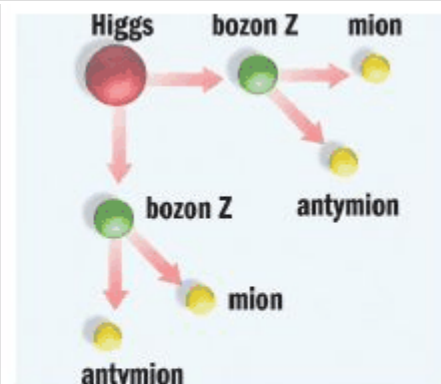
Zderzające się protony są złożone z trzech kwarków. A spajają je gluony



Z miejsca zderzenia wylatują dżety, tj. pęczki nowych cząstek. Dochodzi też do fuzji gluonów



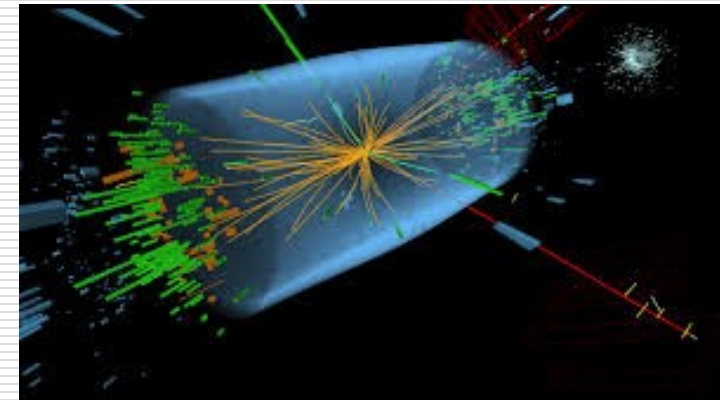
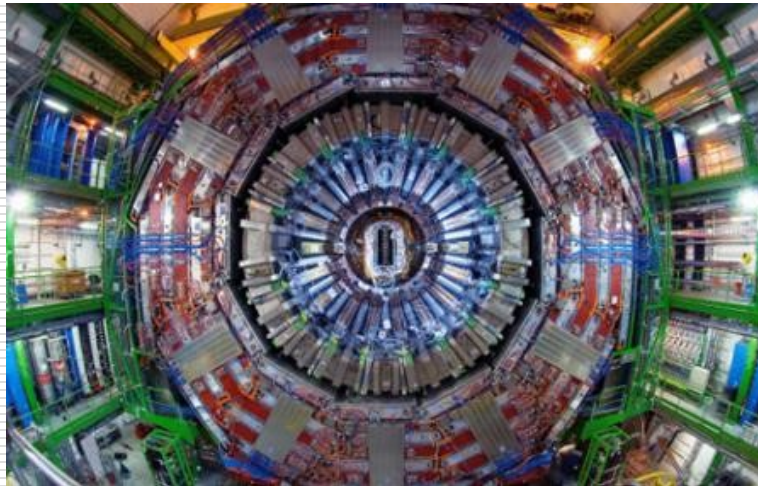
Gluony znikają, a w ich miejsce pojawia się bozon Higgsa. Tylko na niezauważalną chwilę



Higgs rozpada się na bozony Z, a każdy z nich na mion i antymion. Wyłapuje je detektor



Długość:
27 km
na głębokości
50-170 m
Koszt budowy
~10 mld \$
Inauguracja:
IX 2008



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.

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)

Jednostki pochodne

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

Przykład - sprowadzanie jednostek pochodnych do podstawowych :

$$[J] = ?$$

na podstawie wzoru: $W = F \cdot S$; z kolei:

$$F = m \cdot a \quad \text{więc} \quad W = m \cdot a \cdot S$$

$$[J] = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

Przedrostki do tworzenia nazw i symboli jednostek krotnych

Mnożnik	Przedrostek	Symbol	Mnożnik	Przedrostek	Symbol
0,1 = 10^{-1}	decy-	d	10 = 10^1	deka-	da
0,01 = 10^{-2}	centy-	c	100 = 10^2	-hekto	h
0,001 = 10^{-3}	mili-	m	1000 = 10^3	kilo-	k
0,000001= 10^{-6}	mikro	μ	1 000 000= 10^6	mega-	M
10^{-9}	nano	n	10^9	giga-	G
10^{-12}	piko	p	10^{12}	tera-	T

Polecam tabelę 1.2, str.3 HRW I

Ważna sprawa - alfabet

Litera		Nazwa
wielka	mała	
A	α	alfa
B	β	beta
Γ	γ	gamma
Δ	δ	delta
E	ϵ, ε	epsilon
Z	ζ	dzeta
H	η	eta
Θ	θ, ϑ	teta
I	ι	jota
K	$\kappa, \varkappa$	kappa
Λ	λ	lambda

M	μ	mi
N	ν	ni
Ξ	ξ	ksi
O	$\omicron$	omikron
Π	π, ϖ	pi
P	ρ, ϱ	ro
Σ	σ, ς	sigma
T	τ	tau
Υ, Υ	υ	ypsilon
Φ	ϕ, φ	fi
X	χ	chi
Ψ	ψ	psi
Ω	ω	omega

Cyfry znaczące

Zaokrąglając liczbę 12,3456 do trzech cyfr znaczących otrzymujemy:

12,3

Liczby 3,14 i $3,14 \cdot 10^3$ mają**taką samą**...ilość cyfr znaczących

Czym różnią się liczby? 35,6 3,56 0,00356

Mają tę samą liczbę cyfr znaczących ale są różnego rzędu

Rząd wielkości

Rząd wielkości – wykładnik potęgi liczby 10 gdy daną wielkość wyrażamy w ten sposób, że przed potęgą stoi cyfra z zakresu $1 \div 9$

$$5 \cdot 10^8$$

$$3,8 \cdot 10^{-4}$$

Liczby **A** i **B** (np. $A > B$) są tego samego rzędu gdy :

$$A/B < 10$$

Np. liczba ludności Polski (36,7 mln) i Niemiec (84,5 mln)

$$36,7 \cdot 10^6$$

$$84,5 \cdot 10^6$$

są tego samego rzędu.

Średnica atomu Al ($2,86 \cdot 10^{-10} \text{ m}$) i jądra ($7,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$) różnią się o ..

5 rzędów wielkości

Podsumowanie

- Fizyka to wielkie teorie ale również ...
- eksperymenty i pomiary, a wyniki pomiarów podajemy...
- jako rozsądną liczbę, z odpowiednią dokładnością i jednostką.