

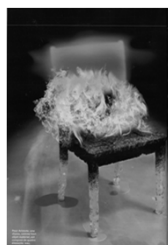
## Czym jest fizyka?

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



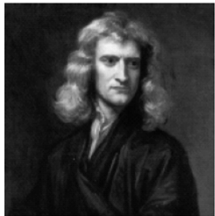
„Krzeseł” Arystotelesa



„Krzeseł” Demokryta

Wydział EAIIE  
Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka



## Początki nowożytnej fizyki

*Zasady matematyczne filozofii naturalnej (1687)*

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

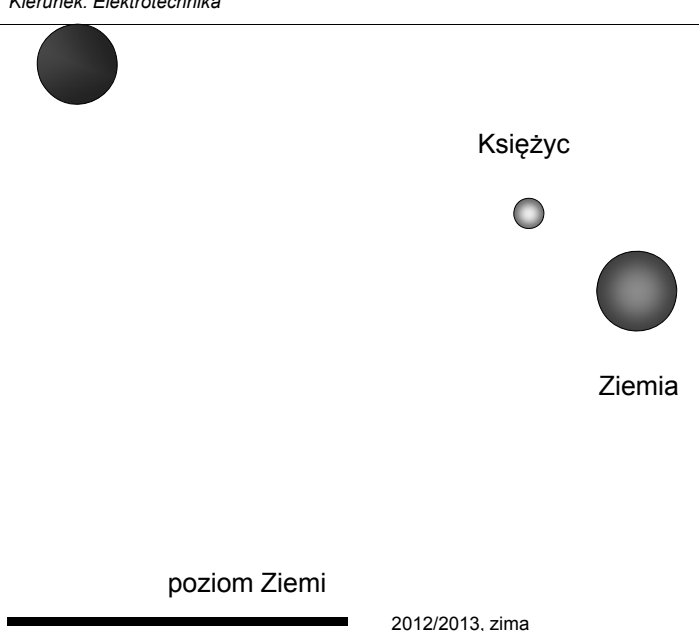
siła  $\rightarrow$  
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

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

2012/2013, zima 3

Wydział EAIIE  
Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka



Księżyc

Ziemia

poziom Ziemi

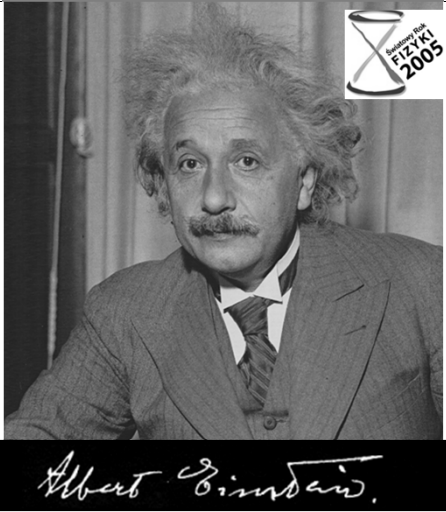
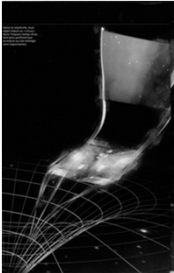
2012/2013, zima 4

Wydział EAIIE  
Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

Szczególna teoria względności,  
1905: czasoprzestrzeń

Ogólna teoria względności,  
1915: teoria grawitacji

„Krzeseł” Einsteina

R. Ikonicoff, Science & Vie, 244, 2008

2012/2013, zima

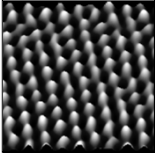
5

Wydział EAIIE  
Kierunek: Elektrotechnika

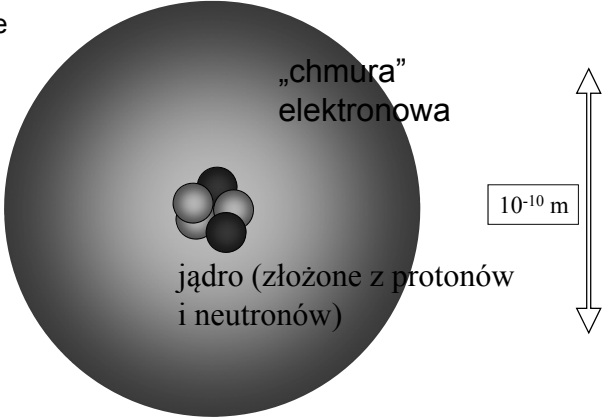
Przedmiot: Fizyka

### Atom - podstawowy element materii?

Czy możemy oglądać pojedyncze atomy?



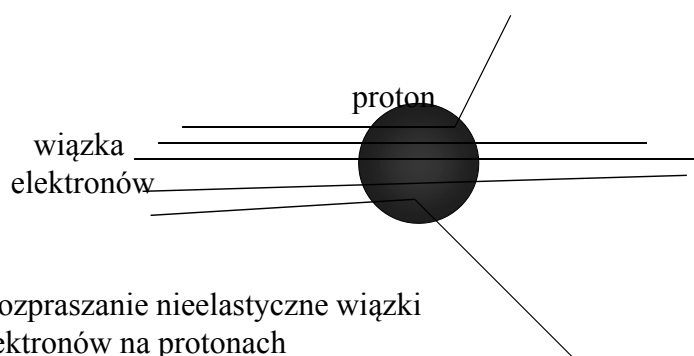
Tak. AFM  
(Atomic Force  
Microscope)



2012/2013, zima

6

## Czy proton lub neutron jest cząstką elementarną?



Rozpraszanie nieelastyczne wiązki elektronów na protonach  
Kwarki?

2012/2013, zima

7

## Nobel prize in 2004 “for the discovery of asymptotic freedom in strong interactions”



**David J. Gross**  
Kavli Institute of Theoretical  
Physics  
University of California at Santa  
Barbara  
USA  
(ur. 1941)



**H. David Politzer**  
California Institute of Technology  
USA  
(ur. 1949)



**Frank Wilczek**  
Massachusetts Institute  
of Technology  
USA  
(ur. 1951)

2012/2013, zima

8

Wydział EAIiE Kierunek: Elektrotechnika		Przedmiot: Fizyka
<b>Cztery fundamentalne oddziaływania:</b>		
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	$10^{-5}$	$10^{-10} - 10^{-8}$
2012/2013, zima		9

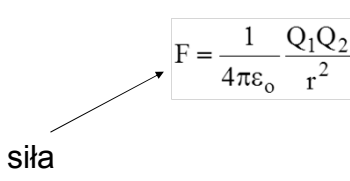
Wydział EAIiE Kierunek: Elektrotechnika		Przedmiot: Fizyka
<b>CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ</b>		
2012/2013, zima		10

### 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.

Wydział EAIiE Kierunek: Elektrotechnika	Przedmiot: Fizyka
<p><u>Prawo Coulomba</u> opisuje oddziaływanie elektrostatyczne dwóch ładunków punktowych <math>Q_1</math> i <math>Q_2</math> znajdujących w odległości <math>r</math> od siebie</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <math display="block">F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}</math> </div> <p style="text-align: center;">Przenikalność elektryczna próżni</p> $\epsilon_0 = (8,85418782 \pm 0.00000007) \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$	
2012/2013, zima <span style="float: right;">13</span>	

Wydział EAIiE Kierunek: Elektrotechnika	Przedmiot: Fizyka
<p><u>Zadanie 1-1</u></p> <p>Pokaż, że stosunek siły oddziaływania elektrostatycznego do siły oddziaływania grawitacyjnego między dwoma elektronami wynosi około <math>4 \cdot 10^{42}</math></p> <p><u>Zadanie 1-2</u></p> <p>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?</p>	
2012/2013, zima <span style="float: right;">14</span>	

### Oddziaływanie silne (jądrowe):

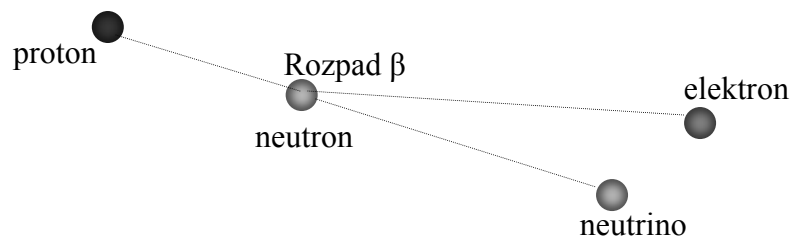
- Powoduje wiązanie nukleonów w trwałe układy – jądra atomowe.
- Ma charakter krótkozasięgowy ( $10^{-15}$  m).
- Leptony (elektron, neutrino) nie podlegają temu oddziaływaniu. Hadrony (proton, neutron) uczestniczą w tym wiązaniu.

2012/2013, zima

15

### Oddziaływanie słabe:

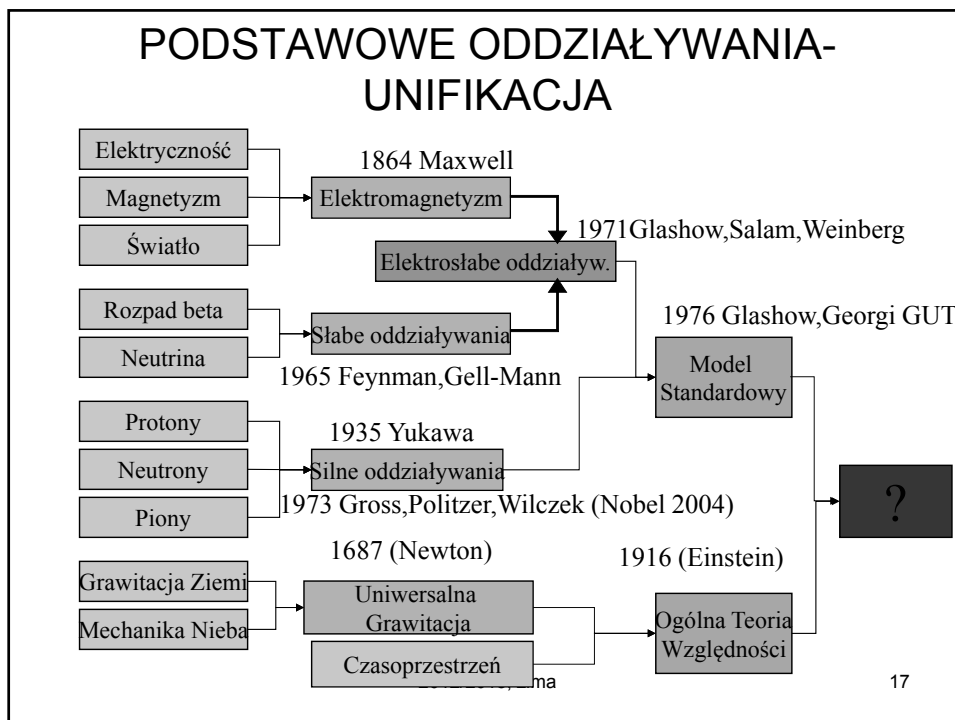
- Narusza trwałość układów nukleonów.
- Powoduje rozpad  $\beta$  jąder atomowych i wielu cząstek elementarnych.
- Prawdopodobnie ma charakter krótkozasięgowy ( $<10^{-18}$  m).
- Nie tworzy układów związanych.



2012/2013, zima

16



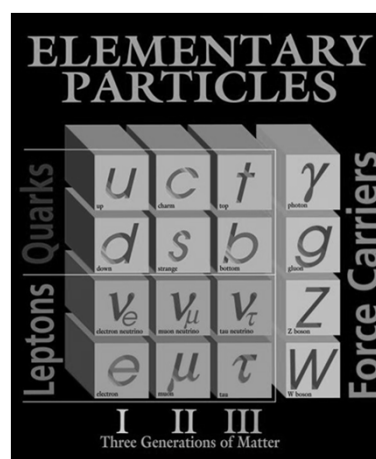


## Cząstki elementarne w Modelu Standardowym

W tym modelu mamy: 6 leptonów, 6 kwarków i 4 cząstki pośredniczące (messenger particles): wirtualny foton  $\gamma$ , gluon  $g$  i ciężkie bosony  $W$  (80.4 GeV/c<sup>2</sup>,  $\pm e$ ) i  $Z$  (91.2 GeV/c<sup>2</sup>, 0)

4 nośniki oddziaływania odpowiadają trzem z czterech fundamentalnych oddziaływań:

- elektromagnetyczne - wirtualne fotony
- elektroslabe - bosony  $W$  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>

2012/2013, zima

19

Wydział EAIiE

Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

# POMIAR

2012/2013, zima

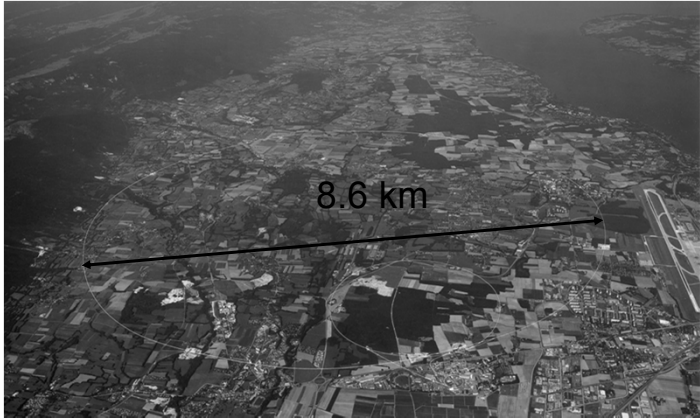
20

Wydział EAIIIE  
Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

LHC, Large Hadron Collider

CERN, Switzerland



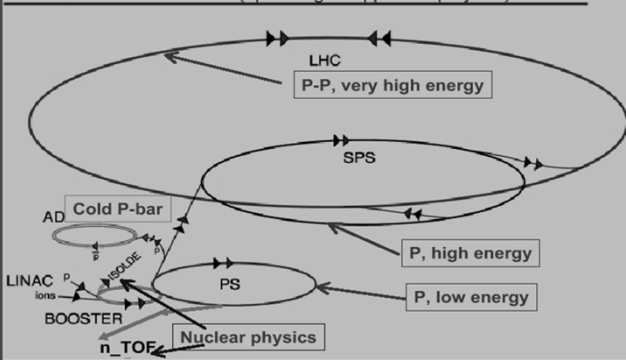
Świat Nauki, 200, kwiecień, 2008

2012/2013, zima

21

### Accelerator chain of CERN

Accelerator chain of CERN (operating or approved projects)



LHC  
P-P, very high energy

SPS  
P, high energy

PS  
P, low energy

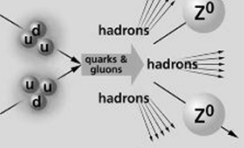
AD Cold P-bar

LINAC P ions

BOOSTER

n\_TOF Nuclear physics

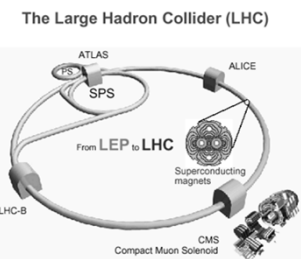

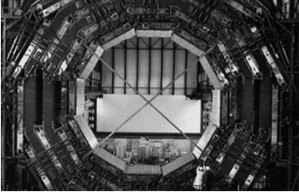
$p p \rightarrow Z^0 Z^0 + \text{assorted hadrons}$



Two protons colliding at high energy can produce various hadrons plus very high mass particles such as Z bosons. Events such as this one are rare but can yield vital clues to the structure of matter.

**CMS**  
Compact Muon Solenoid, czyli Kompaktowy Solenoid Mionowy, jest jednym z dwóch ogromnych detektorów o szerokim zastosowaniu. Jego najciekawszym zadaniem będzie poszukiwanie cząstki Higgsa i innych nowych zjawisk.

### The Large Hadron Collider (LHC)

2012/2013, zima

22

Wydział EAIiE Kierunek: Elektrotechnika	Przedmiot: Fizyka
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizyka opiera się na pomiarach wielkości fizycznych.</li> <li>• Każdą wielkość fizyczną mierzymy porównując ją ze wzorcem. Mierzona wielkość wyrażamy w określonych jednostkach.</li> <li>• Jednostka to nazwa miary danej wielkości. Wzorzec zawiera dokładnie jedną (1,0) jednostkę wielkości.</li> </ul>	
2012/2013, zima	23

Wydział EAIiE Kierunek: Elektrotechnika	Przedmiot: Fizyka
<h2>Międzynarodowy układ jednostek SI</h2>	
<p>W 1971 r., na XIV Konferencji Ogólnej ds. Miar i Wag dokonano wyboru siedmiu <u>podstawowych</u> wielkości fizycznych (nadając im jednostkę), tworząc w ten sposób układ SI (fr. <i>Système Internationale</i>):</p>	
<p><u>długość</u> (metr)  <u>czas</u> (sekunda)  <u>masa</u> (kilogram)  <u>natężenie prądu elektrycznego</u> (amper)  <u>temperatura termodynamiczna</u> (kelwin)  <u>ilość substancji</u> (mol)  <u>światłość</u> (kandela)</p>	
2012/2013, zima	24

### 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?*

## Sprowadzanie jednostek pochodnych do podstawowych

Wybór wzoru, np. dla 1N - jednostki siły

jest to  $F = ma$

siła

masa

przyspieszenie

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  $1\text{ m/s}^2$ .

Wydział EAIiE	Przedmiot: Fizyka
Kierunek: Elektrotechnika	

Zadanie 1-4

Stosując omówiony schemat zdefiniuj następujące jednostki:

- 1J
- 1 W

2012/2013, zima 29

Wydział EAIiE	Przedmiot: Fizyka
Kierunek: Elektrotechnika	

**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	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	piko	p

2012/2013, zima 30

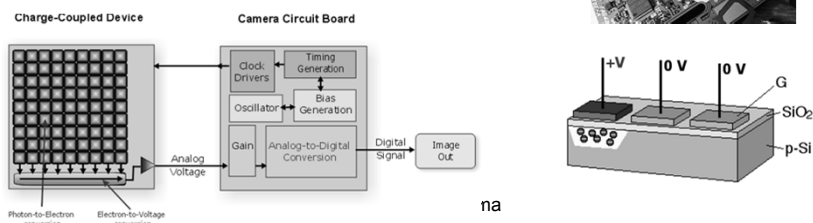
## Nagroda Nobla z fizyki, 2009

### Szybki internet i fotografia cyfrowa

Charles K. Kao za „przełomowe osiągnięcia dotyczące transmisji światła we włóknach optycznych”



Willard. Boyle i George Smith za matrycę CCD (charge coupled device)



na

31

Wydział EAIiE

Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

## Przykłady

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

2012/2013, zima

32



### 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 (jazd/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

Wydział EAIiE

Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

1 jazda = 4 stadia  $\rightarrow$  4 stadia/1 jazdę = 1

1 stadion = 6 pletronów  $\rightarrow$  6 pletronów/1 stadion = 1

1 pletron = 30,8 metra  $\rightarrow$  30,8 m/1 pletron = 1

Rozwiązanie:

23 jazdy/h =

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

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

2012/2013, zima

37

Wydział EAIiE

Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

### 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 akr = 4047 m<sup>2</sup>). Powierzchnia ziemi potrzebna 100 rodzinom nosiła nazwę *wapentake* (tak samo nazywała się jednostka podziału administracyjnego hrabstwa).

2012/2013, zima

38

### 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?

2012/2013, zima

41

### **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

2012/2013, zima

42

**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)  $1.5 \times 10^{-3}$     B)  $1.5 \times 10^{-1}$     C)  $1.5 \times 10^1$     D)  $1.5 \times 10^3$   
E)  $1.5 \times 10^5$

## TEST 1P

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

- A)  $8.0 \times 10^5$  B)  $8.0 \times 10^6$  C)  $5.3 \times 10^5$  D)  $3.5 \times 10^5$   
E)  $3.5 \times 10^6$

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)  $7.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

2012/2013, zima

45

## 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  $\text{Kr}^{86}$  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

2012/2013, zima

46

## 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

2012/2013, zima

47

Wydział EAIiE

Kierunek: Elektrotechnika

Przedmiot: Fizyka

## 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.

2012/2013, zima

48