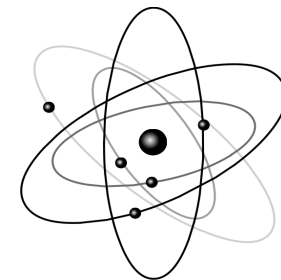




SEMINARIUM
WYDZIAŁOWE
21 marca 2013



*Wielkości fizyczne i pozafizyczne,
ich jednostki
oraz status prawny*

Andrzej Zięba

AGH Kraków

**Wydział Fizyki i Informatyki
Stosowanej**

PLAN:

- 1. **Wielkości fizyczne i pozafizyczne**
- 2. Pozafizyczne jednostki układu SI
- 3. Kategoryzacja wielkości mierzonych i ich jednostek w metrologii
- 4. Jednostki fizyczne i pozafizyczne w aktach prawnych
- 5. Konkluzje

WIELKOŚĆ (MIERZALNA)

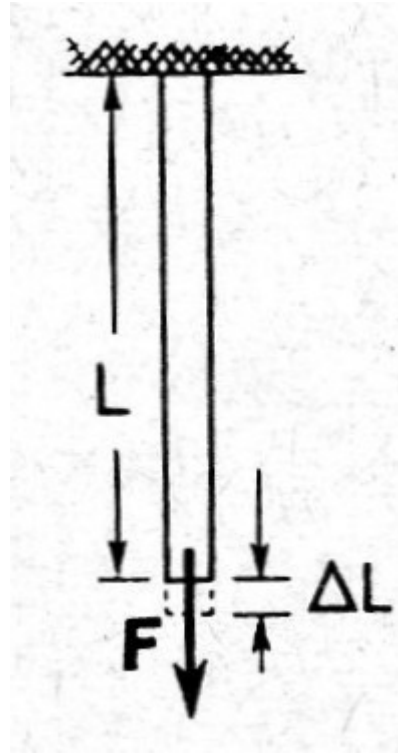
- ⌋ Definicja: Cecha zjawiska, ciała lub substancji, którą można wyróżnić jakościowo i wyznaczyć ilościowo
- ⌋ Wielkości **dyskretne** (np. liczba samochodów w firmie lub ilość pieniędzy) nie mierzymy, lecz **liczymy**.
- ⌋ - nie pojawia się tu problem jednostki miary ani dokładności pomiaru (możliwa omyłka przy liczeniu tj. błąd gruby)
- ⌋ Właściwym przedmiotem zainteresowania metrologii (i tego referatu) jest **pomiar wielkości ciągłych**
- ⌋ - pojawia się problem **jednostek miary**
- ⌋ - pomiar cechuje niezerowa **niepewność**

WIELKOŚCI FIZYCZNE

- ⌋ Istnieją w Przyrodzie wielkości ciągłe, które podlegają dokładnie formalizmowi matematyki – co podkreśla dobór tytułu traktatu Newtona (1687):
- ⌋ „*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*”
- ⌋ Własności wielkości fizycznych:
 - ⌋ - istnienie i definicja niezależna od decyzji człowieka
 - ⌋ - połączone ścisłymi równaniami z innymi wielkościami fizycznymi
 - ⌋ - pomiar jednoznaczny – dokładność ogranicza tylko niedoskonałość przyrządów i metody pomiarowej

- ⌋ Do niedawna do definicji jednostek wielkości fizycznych (CGS, czy SI) wykorzystywano prawa fizyki klasycznej, w przypadku której zakłada się ciągłość materii.
 - ⌋ Mechanika relatywistyczna jest częścią fizyki klasycznej. Jej postulat stałości prędkości światła wykorzystuje współczesna definicja metra.
 - ⌋ Trwają prace mają na celu zastosowanie praw fizyki kwantowej do definicji jednostek
 - ⌋ → projekt znany jako "Kwantowy" lub „Nowy” układ SI
- ⌋ Ale to temat na inny referat!

Przykład wielkości fizycznej: Moduł sprężystości



Wzór definicyjny:

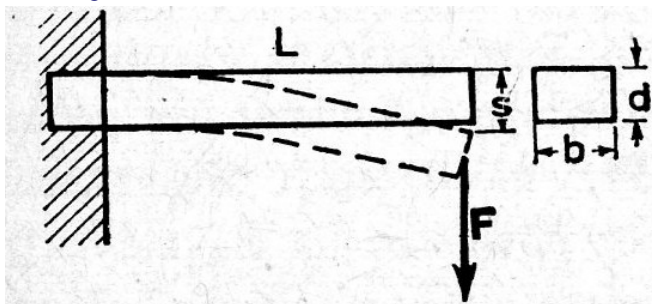
$$E = \frac{F \cdot L}{S \cdot \Delta L}$$

nie trzeba zadawać wartości siły F , przekroju S i długości L pręta

- ściśle wzory na inne wielkości, np.

prędkość dźwięku $\rightarrow v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
← zginanie pręta

$$s = \frac{4 L^3}{E b d^3} F$$



WIELKOŚCI POZAFIZYCZNE

(ang. *non-physical*)

- ⌋ Są próbą skwantyfikowania własności złożonych, gdzie opis za pomocą jednej liczby jest tylko przybliżeniem
- ⌋ - definicja niejednoznaczna – zależy od decyzji człowieka
- ⌋ - dokładne relacje do innych wielkości – brak lub b. ograniczone
- ⌋
- ⌋ - często zdefiniowane jako umowne kombinacje wielkości fizycznych (np. temperatura odczuwalna)

Przykład wielkości pozafizycznej: twardość

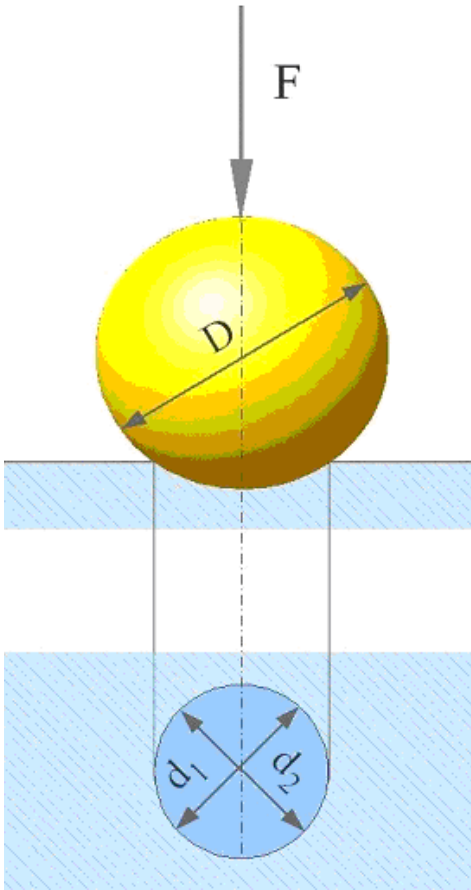
Metoda Brinella:


$$HB = \frac{2F}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

F – przyłożona siła [kG]
 D – średnica kulki [mm]
 d – średnica wgłębienia [mm]

- istnieją inne metody pomiaru twardości (Vickersa, Rockwella, etc.) i nie ma między tymi skalami jednoznacznego przeliczenia

- dla każdej z metod trzeba zadać np. wartości siły i parametry wgłębniaka



- 
- ⌋ Zbiór znanych wielkości fizycznych jest prawdopodobnie zamknięty. Natomiast lista wielkości, które współcześnie potrafimy lepiej lub gorzej charakteryzować ilościowo, wciąż rośnie. Opracowanie adekwatnych skal i metod pomiaru różnych wielkości pozafizycznych jest wyzwaniem dla nauki i potrzebą wielu dziedzin działalności ludzkiej.



2. Pozafizyczne jednostki układu SI

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar SI

- ⌋ obejmuje
- ⌋ - jednostki wszystkich wielkości fizycznych
- ⌋ - jednostki kilku wielkości pozafizycznych:
 - ⌋ (kandela, lumen, luks, równoważnik dawki)
- ⌋ Te drugie należy traktować jako usankcjonowane prawem wyjątki (łac: *excepta*) od ogólnych zasad konstrukcji układu SI, opartego poza tym o formalizm fizyki.



Światłość – jedn. kandela [cd]

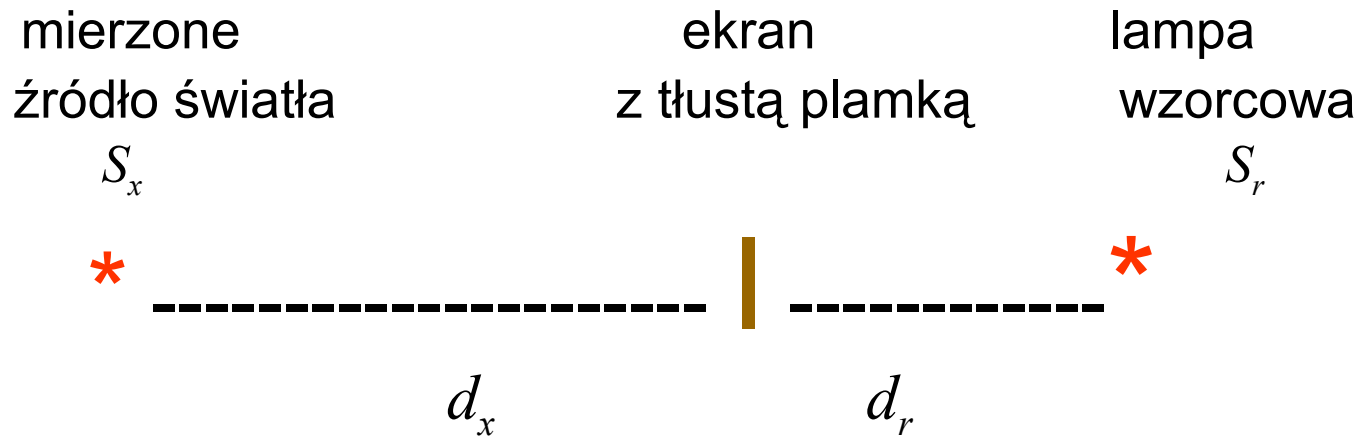
Przypadek kłopotliwy dla nauczycieli fizyki ze względu na jej formalny status jednej z 7 wielkości podstawowych

Strumień świetlny – jedn. lumen [lm]

Natężenie oświetlenia – jedn. luks [lx]

Równoważnik dawki pochłoniętej – jedn. sivert [Sv]

Fotometria historyczna:



Wzór:
$$\frac{S_x}{S_r} = \frac{d_x^2}{d_r^2}$$

- różne lampy wzorcowe (np. Hefnera-Altenbecka)
- zamiast ekranu - fotometr Lummera

(Otto R. Lummer – profesor fizyki we Wrocławiu od 1904)

Współczesna fotometria (i zgodna z nią norma PN-E-01005:1990. Technika świetlna. Terminologia) wychodzi od pojęcia rozkładu widmowego $I(\lambda)$, z którego obliczyć można zarówno:

- wielkość fizyczną:

$$\text{natezenie promieniowania} = \int_0^{\infty} I(\lambda) d\lambda \quad [W/m^2]$$

- jak i wielkość pozafizyczną:

$$\text{natezenie oświetlenia} = K_m \int_0^{\infty} I(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad K_m = 863 \text{ lx} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$$

gdzie $V(\lambda)$ jest znormalizowaną krzywą czułości oka (→ verte)

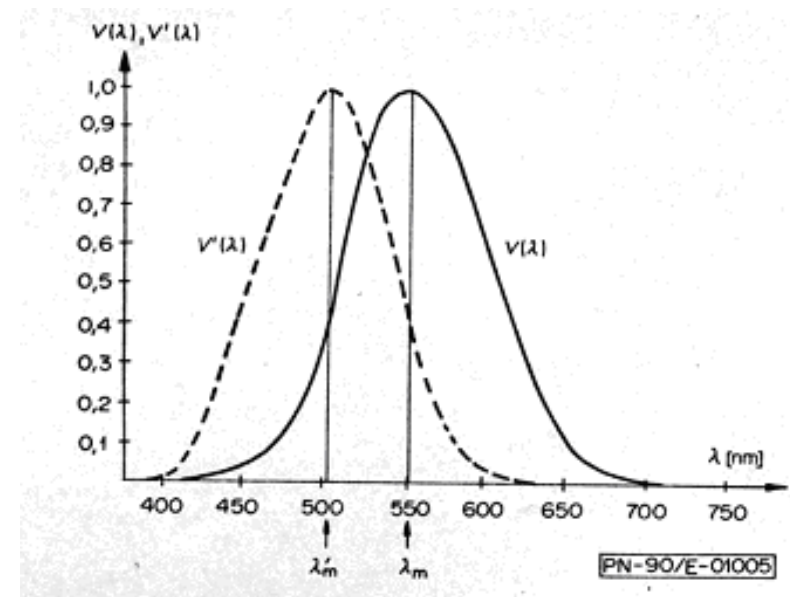
Zatem oficjalna

definicja SI: *Kandela – światłość źródła emitującego w określonym kierunku promieniowanie monochromatyczne o częstotliwości 540·10¹² herców i o natężeniu promieniowania w tym kierunku równym 1/683 wata na steradian.*

to tylko umowne ustalenie
współczynnika proporcjonalności
we wzorze

$$\text{natezenie oswietlenia} = K_m \int_0^{\infty} I(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

umożliwiającym przeliczenie wielkości
fizycznej – widma promieniowania,
na pozafizyczną – oświetlenie.





3. Kategoryzacja wielkości mierzonych i ich jednostek w metrologii

Podstawy metrologii

- ⌚ Stevens: On the Theory of Scales of Measurement. *Science* **103** (1946) 677
- ⌚ koncepcja przyporządkowania:
- ⌚ wielkość → wartość na skali liczbowej
- ⌚ rodzaje skal: - nominalna
- ⌚ - porządkowa
- ⌚ - interwałowa
- ⌚ - ilorazowa
- ⌚ Podział na wielkości **pozafizyczne** oraz **fizyczne**
- ⌚ pokrywa się z podziałem, odpowiednio, na skale **nominalna** i **porządkowa** oraz **interwałowa** i **ilorazowa**

Międzynarodowy Słownik Podstawowych i Ogólnych Terminów Metrologii

- 🔒 wydanie 2 (1993), wydanie 3 (2006)
- 🔒 W wydaniach tych jest, odpowiednio, 13 i 18 terminów zawierających słowo *quantity* – nie ma wśród nich *physical quantity*.
- 🔒 Pozytywne zmiany w wydaniu (2006) – są,
- 🔒 np. hasła: *system of quantities*, *quantity equation*
- 🔒 - (1993): brak
- 🔒 - (2006): *quantity equation* - mathematical relationship between **quantities** in a given **system of quantities**, independent of measurement **units**.



4. Jednostki fizyczne i pozafizyczne w aktach prawnych



Prawo polskie:

USTAWA z dnia 11 maja 2001 r.

Prawo o miarach

Rozdział 1. Przepisy ogólne

Art. 1. Celem ustawy jest zapewnienie jednolitości miar i wymaganej dokładności pomiarów **wielkości fizycznych** w Rzeczypospolitej Polskiej.

Art. 2. 1. Ustawa reguluje zagadnienia:

- 1) legalnych jednostek miar i państwowych wzorców jednostek miar;
- 2) prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych;
- 3) kompetencji i zadań organów administracji rządowej [...]

legalna jednostka miary

**zbiór: wszystkie jednostki SI + jednostki pozaukładowe,
dopuszczone przez rozporządzenie wykonawcze**

Zgodnie z art. 6 pkt. 1 ustawy „Prawo o miarach”:

„Obowiązek stosowania legalnych jednostek miar dotyczy użytkowania przyrządów pomiarowych, wykonywania pomiarów i wyrażania wartości wielkości **fizycznych** w gospodarce, ochronie zdrowia i bezpieczeństwa publicznego oraz przy czynnościach o charakterze administracyjnym”.

→ obowiązek stosowania legalnych jednostek miary

nie dotyczy **NAUKI** oraz **EDUKACJI**

ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW

z dnia 30 listopada 2006 r.

w sprawie legalnych jednostek miar

Do ogólnego stosowania dopuszcza się:

jednostki czasu: minuta, godzina, doba, rok; jednostki kąta: obrót, stopień, minuta, sekunda i gon; ponadto litr, tonę, bar, jednostkę masy atomowej i elektronowolt.

Do stosowania wyłącznie w specjalnych dziedzinach: ar, hektar, barn, teks, dioptryę, karat metryczny, milimetr słupa rtęci, rentgen, amperogodzinę, war, watogodzinę, neper i bel.

Legalnymi są też ilorazy i iloczyny jednostek legalnych, dlatego legalną jednostką jest np. km/h

„nielegalnymi” pozostają: cal, kilogram siły, at, KM, kaloria

Normy Techniczne

- ⌚ Te propozycje mierzenia wielkości pozafizycznych, które znajdują szerszą akceptację, są kodyfikowane przez normy techniczne. Np.:
- ⌚ - jedna z norm pomiaru twardości
- ⌚ ***ISO 6506-1: 2005 Metallic materials - Brinell hardness test - Test method***
- ⌚ - jednostki oświetlenia określa
- ⌚ ***PN-90/E-01005 Technika świetlna. Terminologia (1991)***
- ⌚ gdyż definicje kandeli, lumena i luksa w układzie SI nie wystarczają do ich jednoznacznego określenia.

Podsumowanie stanu prawnego w RP:

- ⌚ Ustawa *Prawo o Miarach* oraz rozporządzenia wykonawcze dotyczą tylko wielkości i jednostek fizycznych
- ⌚
- ⌚ Wielkości pozafizyczne i sposoby ich mierzenia kodyfikują *normy techniczne*



⌋ Kolumna 84 na gmachu Sądu Najwyższego RP:

⌋ *Ignorantia iuris nocet, ignorantia facti non nocet*

⌋

⌋ ***Nieznajomość prawa szkodzi,
nieznajomość faktu nie szkodzi***

⌋

KONKLUZJE:

- ⌘ Podział na wielkości mierzonych na fizyczne i pozafizyczne jest podziałem naturalnym, i jako taki – często nie w pełni uświadomionym i nie skodyfikowanym
- ⌘ Podział ten znajduje *de facto* odzwierciedlenie w międzynarodowym i krajowym prawodawstwie
- ⌘ Autor sądzi, że podział ten, wyjaśniający i porządkujący tak wiele spraw, winien być rozumiany i zaakceptowany *de iure*



Tematyka referatu jest zawarta w podręczniku

A. Zięba

ANALIZA DANYCH
w naukach ścisłych i technice

*(planowany termin wydania w Wydawnictwie Naukowym PWN
czerwiec 2013)*

Dziękuję za uwagę !