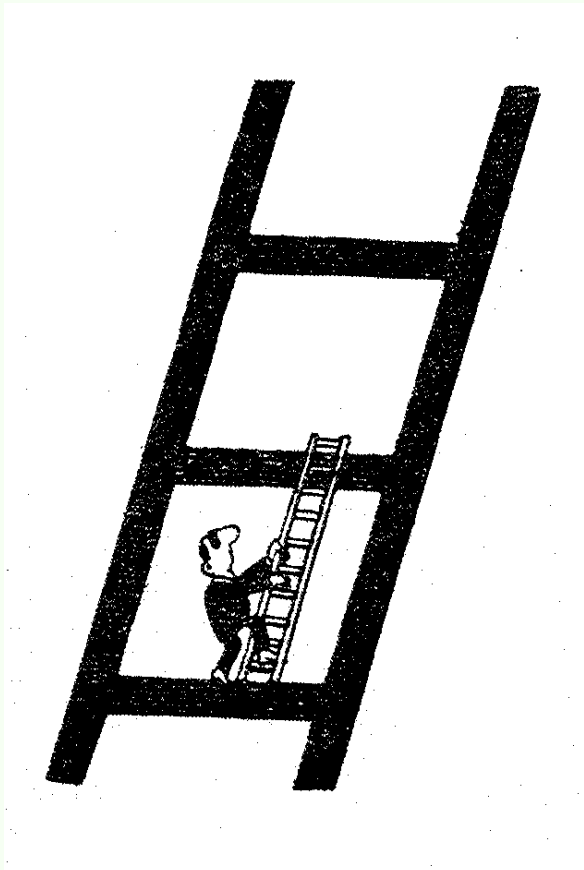
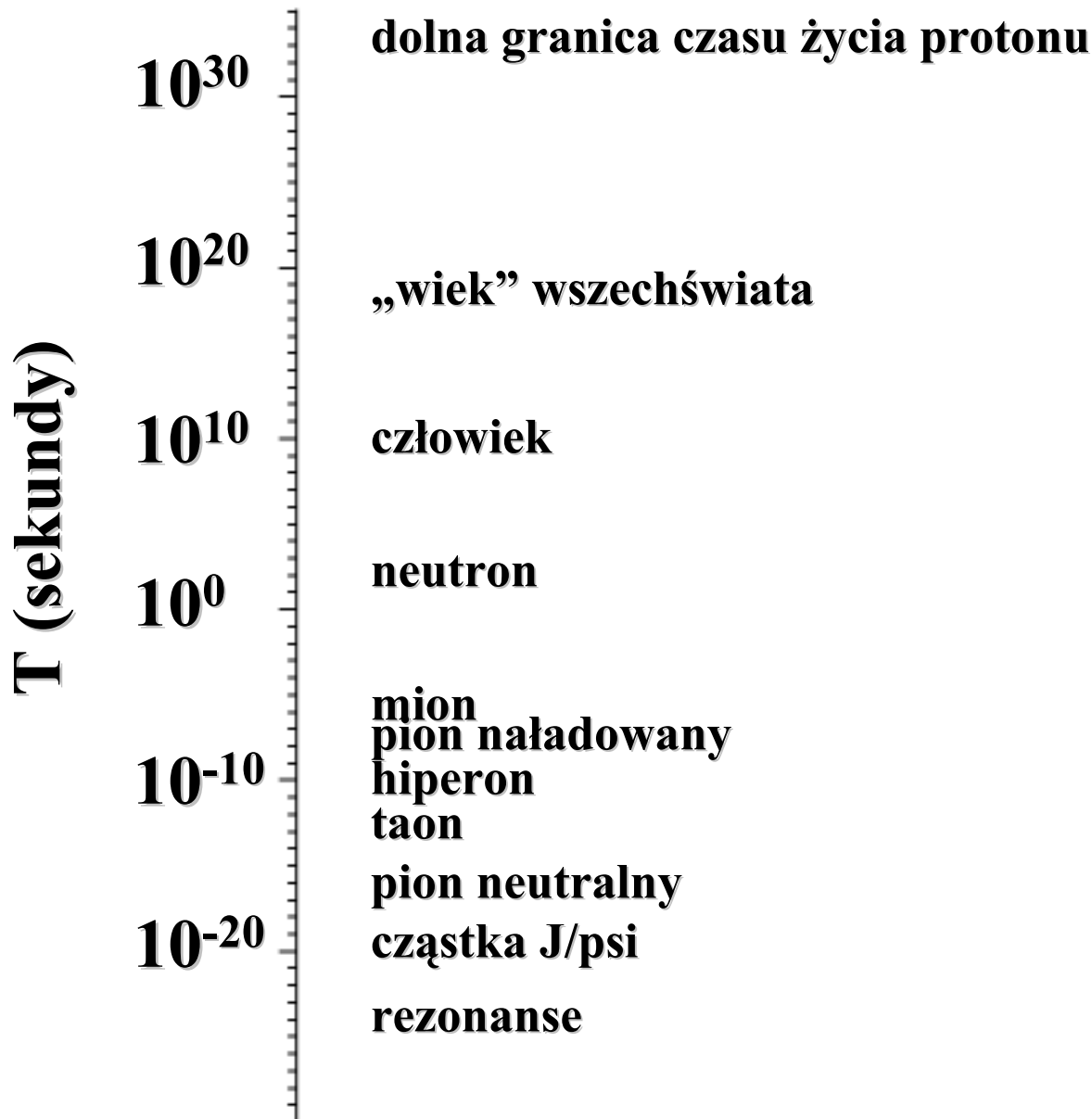


Przedmiot i metodologia fizyki

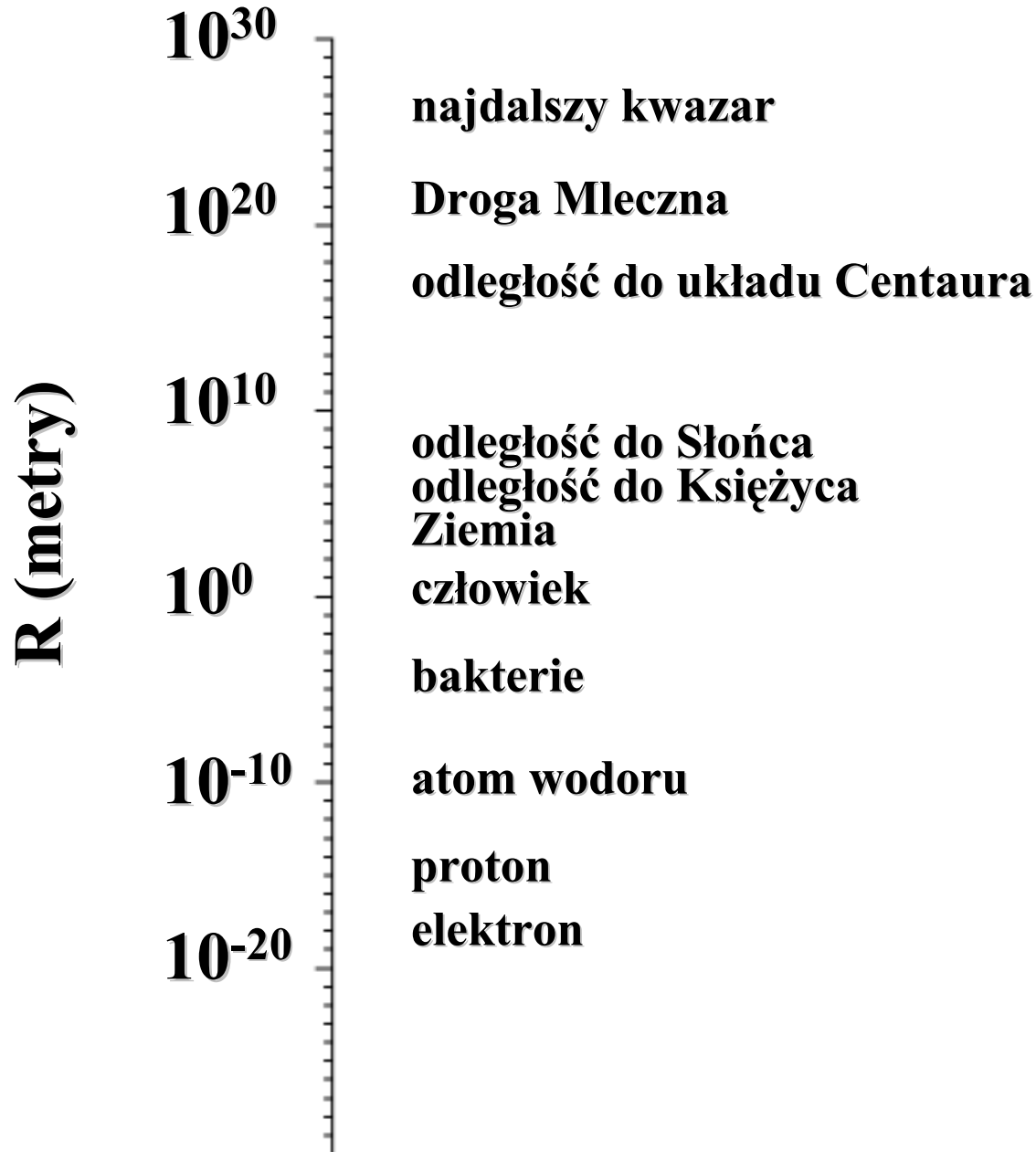


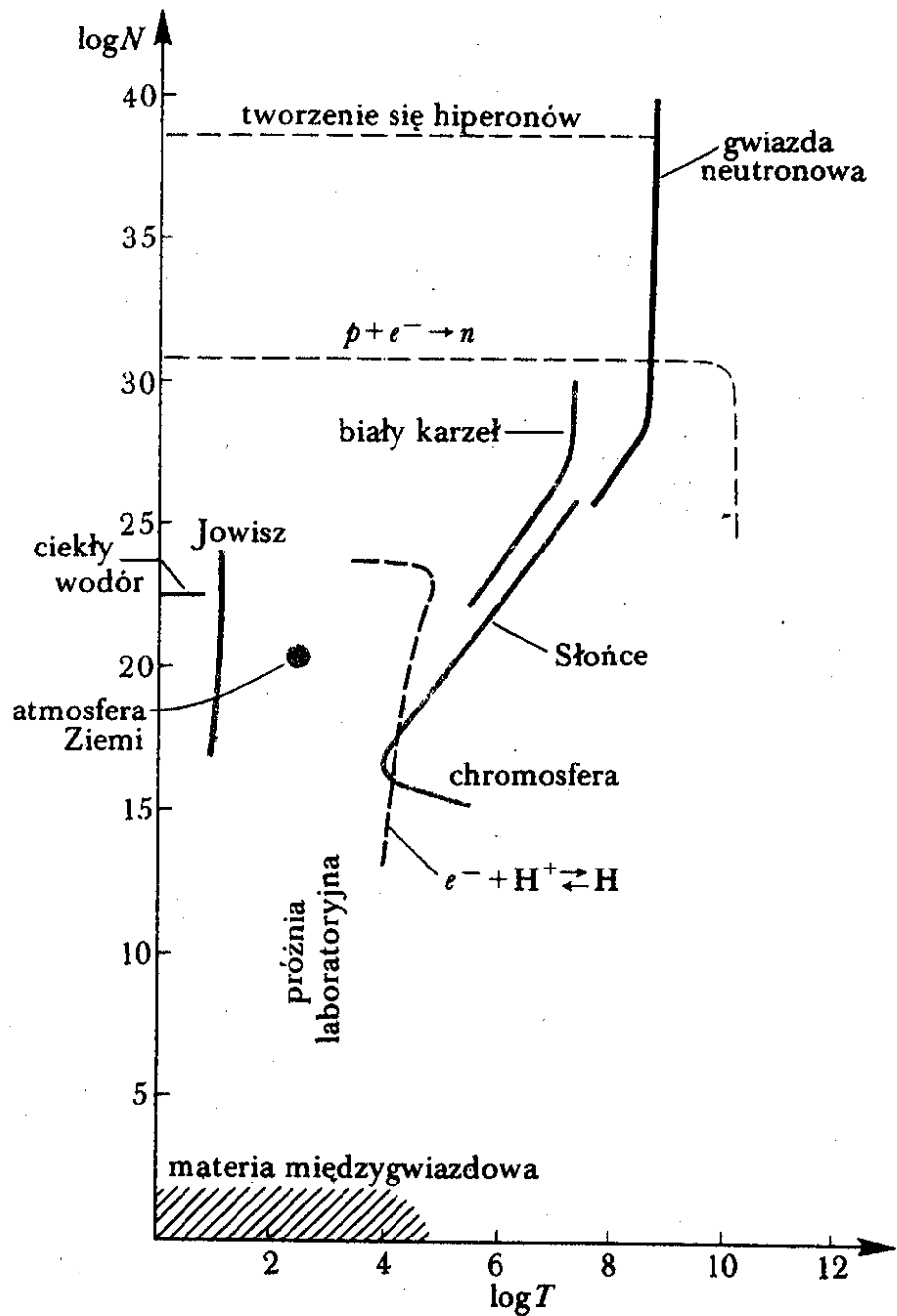
- Świat zjawisk fizycznych
- Oddziaływania fundamentalne i cząstki elementarne
- Wielkości fizyczne
- Układy jednostek
- Modele matematyczne w fizyce

Świat zjawisk fizycznych

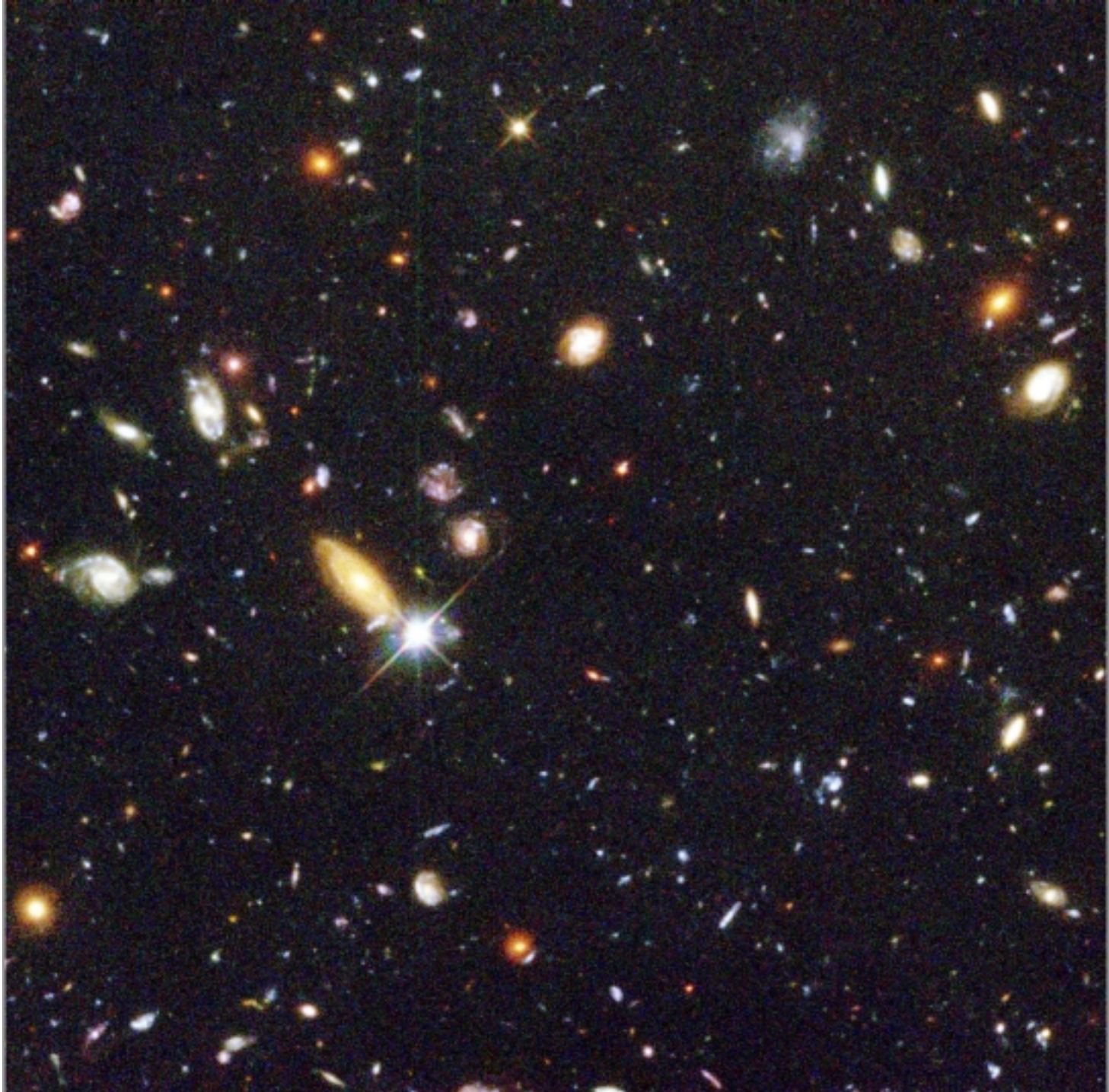


Świat zjawisk fizycznych





**Prawa fizyki są takie same
w całym wszechświecie**



**kwark
elektron**

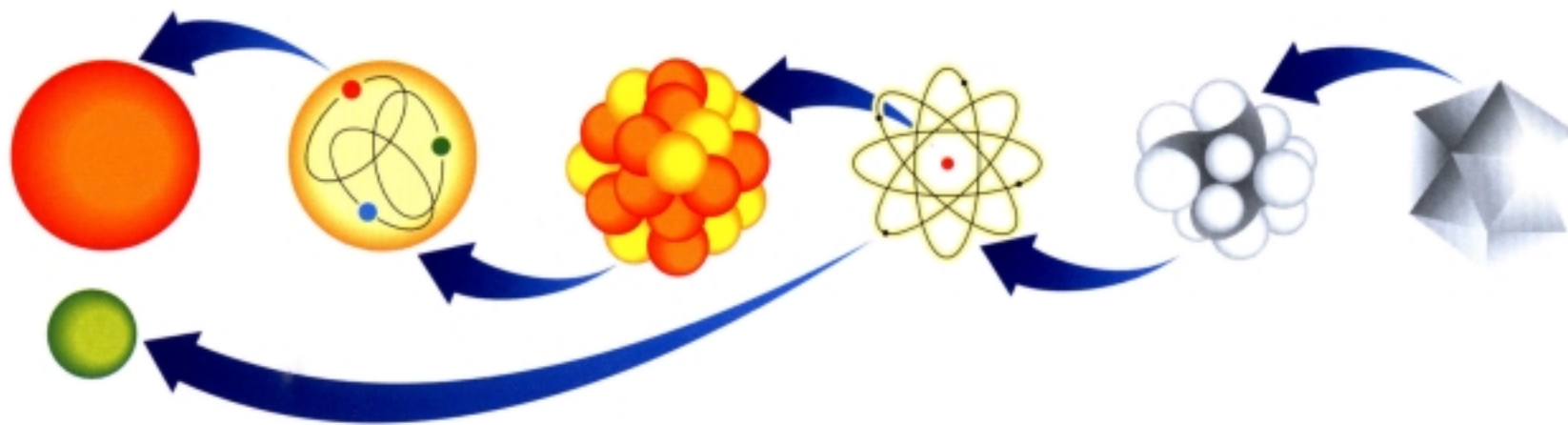
proton

**jądro
atomu**

atom

cząsteczka

kryształ



$< 10^{-18}$ m

10^{-15} m

10^{-14} m

10^{-10} m

10^{-9} m

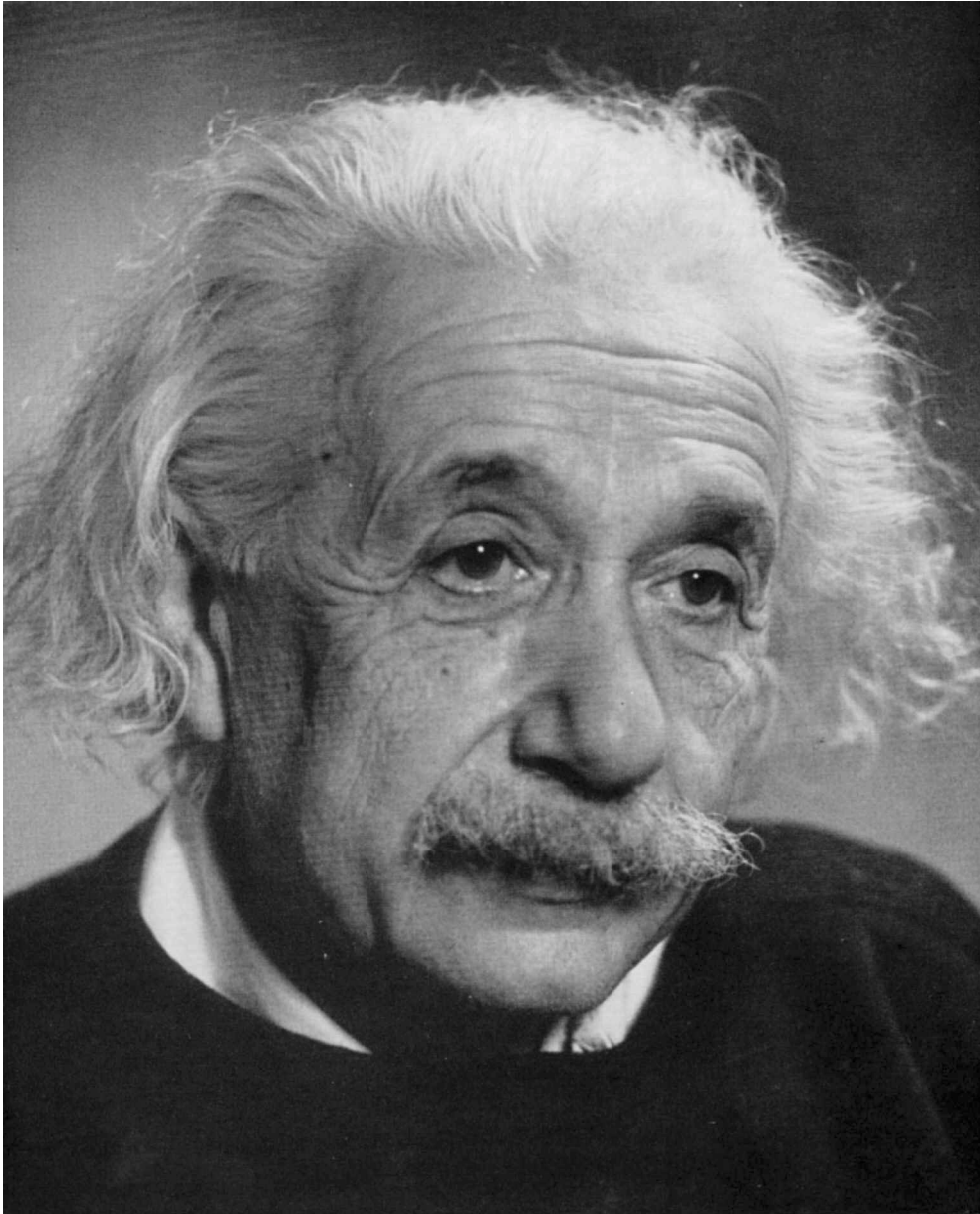
$\approx 0,01$ m

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



„Nasza wiedza o świecie fizycznym
dzieli się na dwie kategorie: prawa
przyrody i warunki początkowe.
Fizyka w pewnym sensie nie interesuje
się warunkami początkowymi,
pozostawiając je badaniom
astronomów, geologów, geografów,
i tak dalej.”

Eugene Wigner



**Najbardziej
niezrozumiałe jest
to, że wszechświat
można zrozumieć.**

Albert Einstein

Oddziaływania fundamentalne

Oddziaływanie	Nateżenie względne	Czas charakterystyczny
grawitacyjne	$5,9 \cdot 10^{-39}$	-
elektromagnetyczne	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$10^{-20} - 10^{-16}$
słabe	10^{-5}	$10^{-10} - 10^{-8}$
silne	1	$10^{-24} - 10^{-23}$

$$F_g = Gm_1m_2/r^2 \quad - \text{ prawo grawitacji}$$

$$F_e = Q_1Q_2/4\pi\epsilon_0r^2 \quad - \text{ prawo Coulomba} \quad [\epsilon_0 \approx 9 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}]$$

Stosunek sił oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego dwóch elektronów

$$F_e/F_g = e^2/4\pi\epsilon_0Gm^2 \approx 2,5 \cdot 10^{-38} / 12,6 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{-60} \approx 4 \cdot 10^{42}$$

Grawitacja nie odgrywa żadnej roli w mikroświecie

Cząstki elementarne (2001)

Kwarki
Leptony

u	c	t	γ
d	s	b	g
ν_e	ν_μ	ν_τ	Z
e	μ	τ	W
I	II	III	

Generacje

Nośniki oddziaływań

Wiemy, że każdy kwark występuje w trzech kolorach. Istnieją tylko trzy generacje kwarków i leptonów.

Przypuszczamy, że kwarki i leptony nie mają struktury.

Wielkości fizyczne - właściwości ciał lub zjawisk, które można porównywać ilościowo z takimi samymi właściwościami innych ciał lub zjawisk

Pomiar wielkości fizycznej polega na jej porównaniu z wielkością tego samego rodzaju przyjętą za jednostkę

Pomiary fizyczne są zawsze obarczone błędem

Jednostki podstawowe układu SI

jednostka długości

metr (m)

jednostka masy

kilogram (kg)

jednostka czasu

sekunda (s)

jednostka natężenia prądu

amper (A)

jednostka temperatury

kelwin (K)

jednostka natężenia światła

kandela (cd)

jednostka ilości (liczności) materii

mol (mol)

Przedrostki dla jednostek wielokrotnych i podwielokrotnych

yotta	10^{24}	Y
zetta	10^{21}	Z
exa	10^{18}	E
peta	10^{15}	P
tera	10^{12}	T
giga	10^9	G
mega	10^6	M
kilo	10^3	k
hekto	10^2	h
deka	10	da

decy	10^{-1}	d
centy	10^{-2}	c
mili	10^{-3}	m
mikro	10^{-6}	μ
nano	10^{-9}	n
piko	10^{-12}	p
femto	10^{-15}	f
atto	10^{-18}	a
zepto	10^{-21}	z
yokto	10^{-24}	y

Niektóre ważne stałe fizyczne (2000)

prędkość światła w próżni	c	$299792458 \text{ m s}^{-1}$	definicja
stała Plancka	h	$(6,62606876 \pm 0,00000052) 10^{-34} \text{ J s}$	
masa elektronu	m_e	$(9,10938188 \pm 0,00000072) 10^{-31} \text{ kg} =$ $(0,510998902 \pm 0,000000021) \text{ MeV}/c^2$	
ładunek elektronu	e	$(1,602176462 \pm 0,000000063) 10^{-19} \text{ C}$	
liczba Avogadry	N_A	$(6,02214199 \pm 0,00000047) 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	
stała Boltzmannna	k	$(1,3806503 \pm 0,0000024) 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	
stała grawitacji	G	$(6,673 \pm 0,010) 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	

Determination of the gravitational constant G by means of a beam balance

F. Nolting, J. Schurr, St. Schlamminger, and W. Kündig Physics Institute, University of Zurich, Zürich, Switzerland

At the end of 1999, an international committee (the CODATA) decided to increase the uncertainty of the accepted value for the gravitational constant from 128 ppm to 1500 ppm. This remarkable step of increasing the uncertainty instead of decreasing was made to reflect the discrepancies between recent experiments. These experiments were originally performed with the aim to improve the accuracy of G , since even before increasing its uncertainty the gravitational constant had a very large uncertainty compared to that of other fundamental constants. The confusion started in 1995 when three groups published their results, which span a wide range of 0.7% (see Figure 1) – for reasons which remain unknown. The device most often used for measuring G is the torsion balance of Cavendish in one of its various forms, and 1998 was the 200 anniversary of the publication of his paper entitled “Experiments to determine the density of the Earth”.

In the present experiment, a completely different and conceptually very simple approach is chosen. Using one of the world’s most precise beam balances, the weight difference of two test masses is changed by the gravitational force of two movable tanks filled with a liquid of known density and measured with a sensitivity of 10⁻¹¹. From the measured

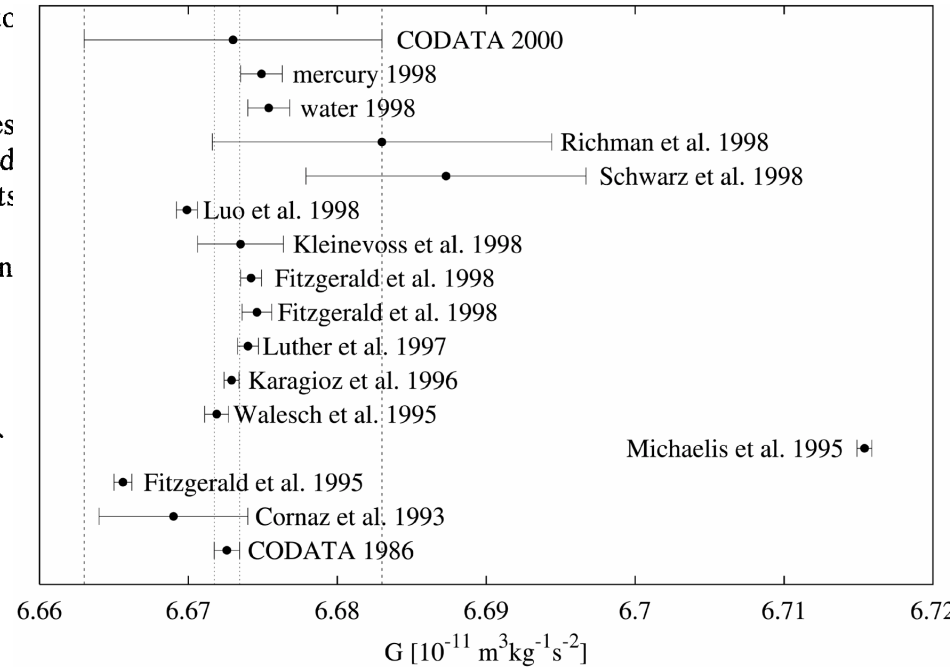


Fig 1 Recent measurements of the gravitational constant. The data points labelled “mercury” and “water” are the preliminary results from our experiment. The measurement made by Cornaz et al. is a result from our previous experiment at the Gigerwald storage lake, and the point labelled “CODATA 2000” is the presently accepted value.

A New Determination of G Using Two Methods

T.J. Quinn,^{1,*} C.C. Speake,² S.J. Richman,^{1,†} R.S. Davis,¹ and A. Picard¹

¹*Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex, France*

²*School of Physics and Astronomy, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT, United Kingdom*

(Received 12 February 2001; published 27 August 2001)

We present the results of a measurement of G made with a torsion-strip balance used in two substantially independent ways. The two results agree to within their respective uncertainties; the correlation coefficient of the two methods is -0.18 . The result is $G = 6.675\,59(27) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ with a standard uncertainty of 4.1 parts in 10^5 . Our result is 2 parts in 10^4 higher than the recent result of Gundlach and Merkowitz.

DOI: 10.1103/PhysRevLett.87.111101

PACS numbers: 04.80.Cc, 06.20.Jr

There has in recent years been considerable uncertainty as to the correct value of the Newtonian gravitational constant, G , despite precision measurements extending back two centuries [1,2]. We note in particular the value from Michaelis *et al.* [3] of the PTB (Braunschweig) that differed from the 1986 CODATA value by $(0.6 \pm 0.008)\%$. There is still no explanation for this large discrepancy, although we present here one possible effect that could have led to an error of this magnitude. A number of recent papers [2,4] give values rather closer to the CODATA value, particularly the paper by Gundlach and Merkowitz that gives a result with the very low uncertainty of 14 parts per million (ppm). We report here a new determination of G , which has a standard uncertainty of 41 ppm. Our

aluminum-alloy disk suspended from the torsion strip inside a vacuum chamber.

The torsion strip is made from Cu-1.8%Be dispersion-hardened alloy of thickness $t = 30 \mu\text{m}$, width $b = 2.5 \text{ mm}$, and length $L = 160 \text{ mm}$. It is loaded to 800 MPa, about 80% of its yield strength. The torsion constant, c , is given by $c = bt^3F/3L + Mgb^2/12L$, where F is the static force applied to the end of the strip, M is the local gravitational second (gravitation: elastic) term, which is leading to a high n and very small zero

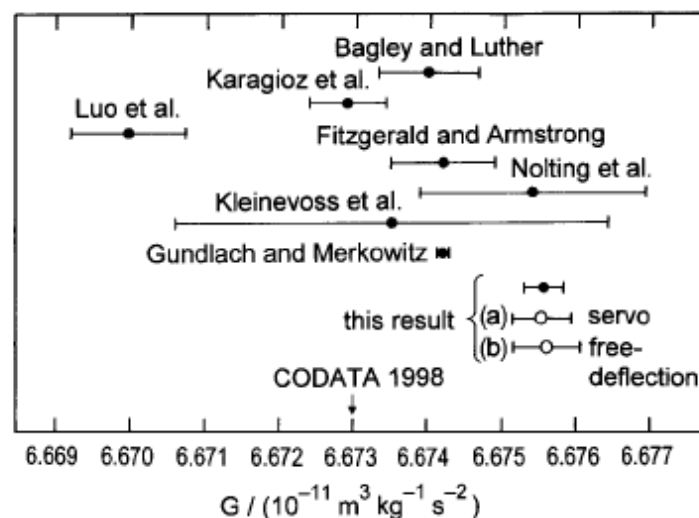


FIG. 3. The present result compared with measurements of G published since 1997 [13].

Measuring the Spring Constant of a Single Polymer Chain

H. Jensenius and G. Zocchi

Center for Chaos and Turbulence Studies, Niels Bohr Institute, Blegdamsvej 17, 2100 Copenhagen Ø, Denmark

(Received 8 July 1997)

We present a measurement of the mechanical properties of single polystyrene molecules of size $R \approx 50$ nm. Using a micromechanical technique, we show directly that the polymer chain behaves like a spring, and we measure the spring constant. We examine both cross-linked and non-cross-linked polystyrene. The former forms a stiffer spring, and the value of the spring constant is in agreement with theory, while in the latter case the measured value is larger than expected. [S0031-9007(97)04848-5]

PACS numbers: 61.41.+e

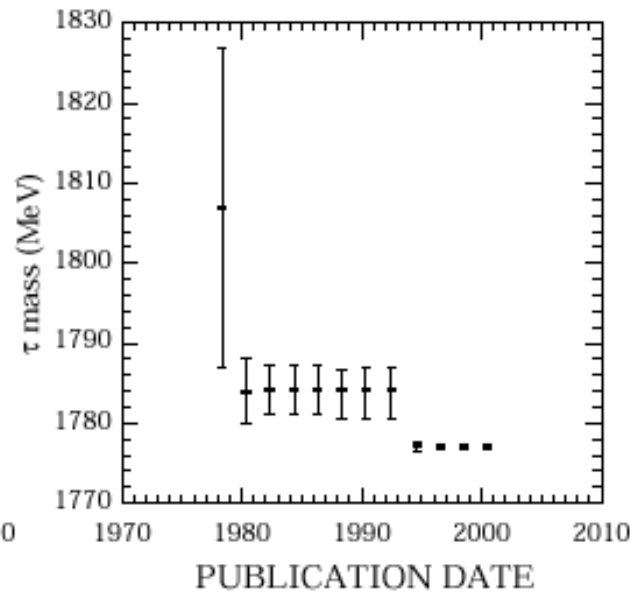
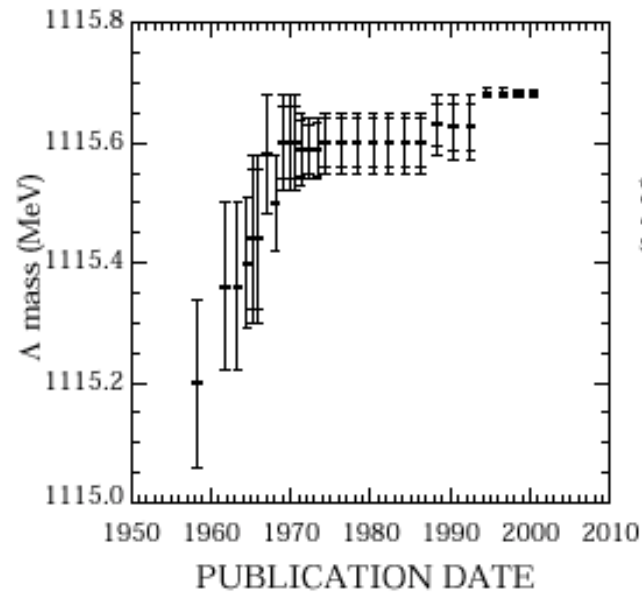
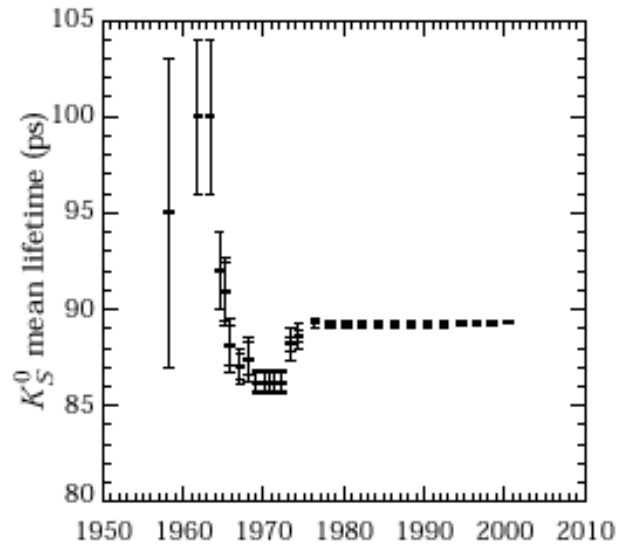
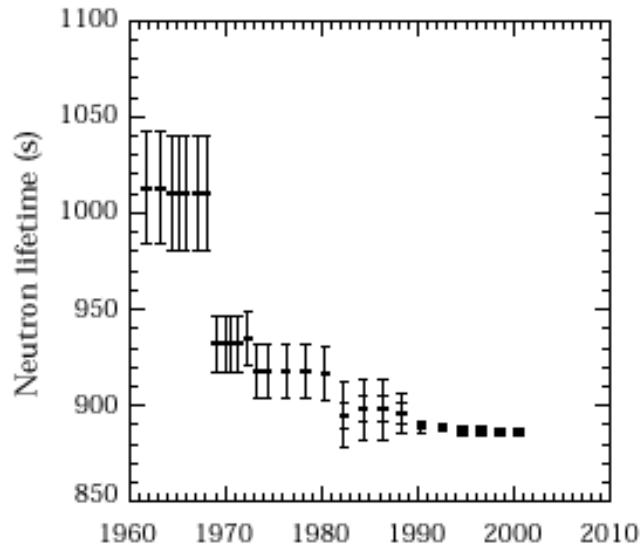
The center of mass of a molecule in solution performs a random walk. But can the intramolecular degrees of freedom also realize a random walk? A long, flexible polymer molecule does just that, with some complications. The walk is self-avoiding, which means that interactions between monomers far apart along the chain are important; this gives rise to an excluded volume per monomer which depends on the quality of the solvent, and so on. The statistics of polymer conformation is, therefore, far from trivial, but many important results can be established in terms of simple scaling arguments [1]. The dynamics is more difficult, and the mechanism of such effects as the drag reduction caused by polymers in solution is still being debated [2]. Experimentally, a direct way to probe the relaxation modes of polymer chains is in principle provided by dynamic light scattering, which measures a time dependent correlation function. Such experiments are, however, not

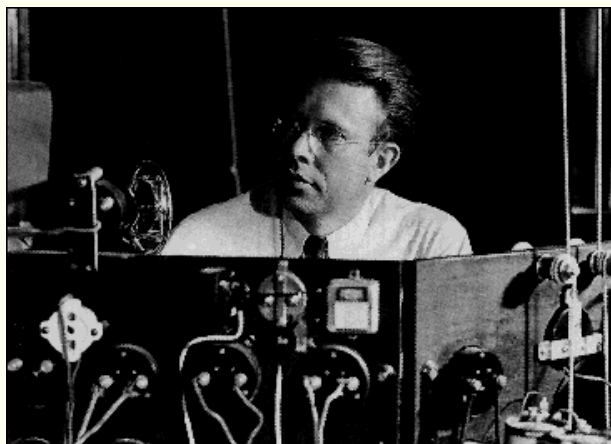
present a direct measurement of the spring constant K of a single polystyrene coil of size $R \approx 50$ nm.

Our technique is mechanical, and works as follows. A micron size sphere in water is tethered to a solid surface (glass plate) by a polymer chain. The sphere, thus, performs a confined Brownian motion. The potential which confines the sphere is determined by measuring the probability distribution of the excursions of the sphere away from its average distance from the plate. We find that the potential is a parabola, so the molecule linking the sphere to the surface behaves like a spring, and we can measure the spring constant.

While particles tethered to surfaces by polymer chains have been studied before [10–12], the length of the tether was in those cases 1 to 2 orders of magnitude larger; here we probe the mechanical properties at the usual molecular scale of nanometers. We now describe our measurements,

Przykłady błędów pomiarów

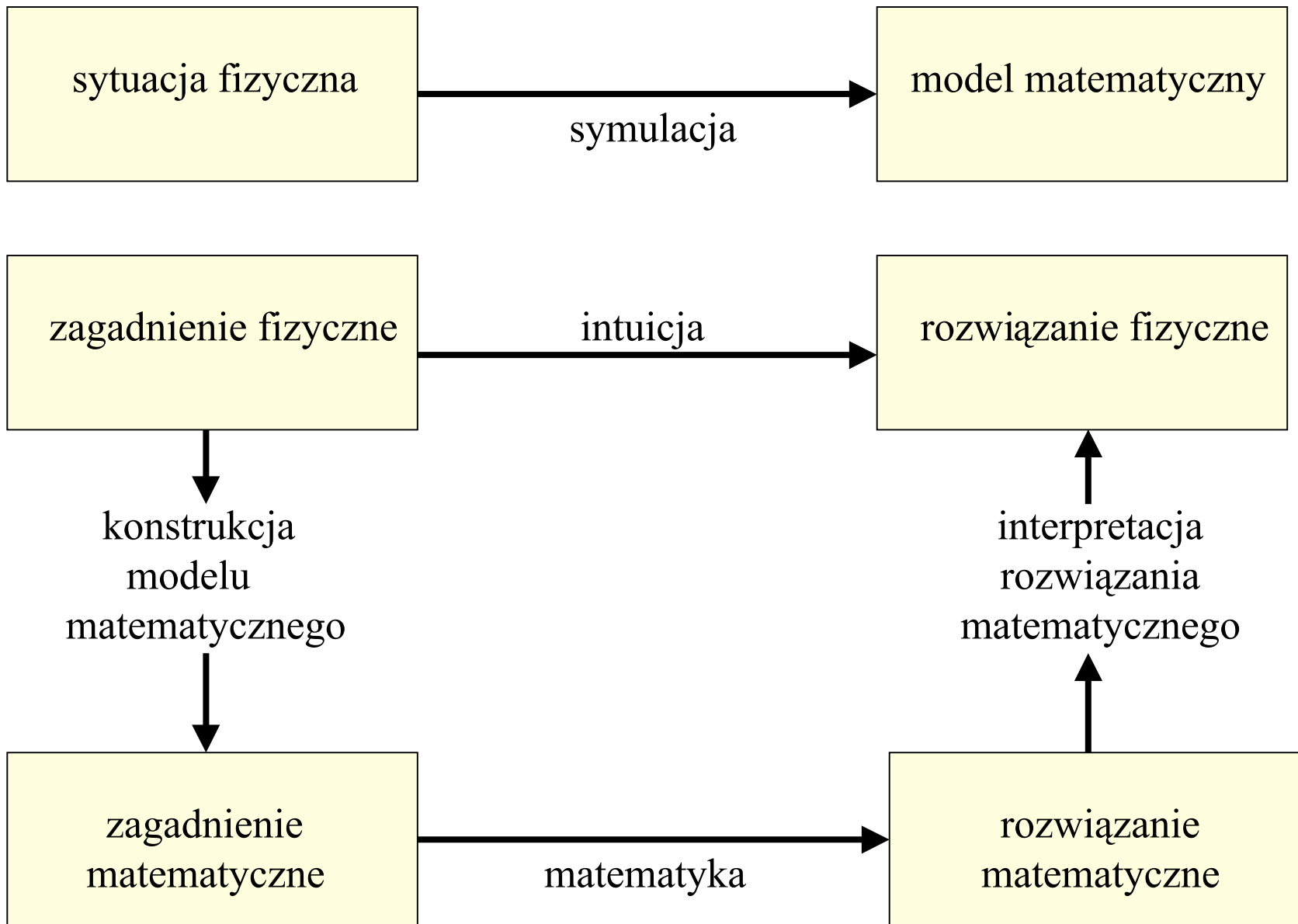




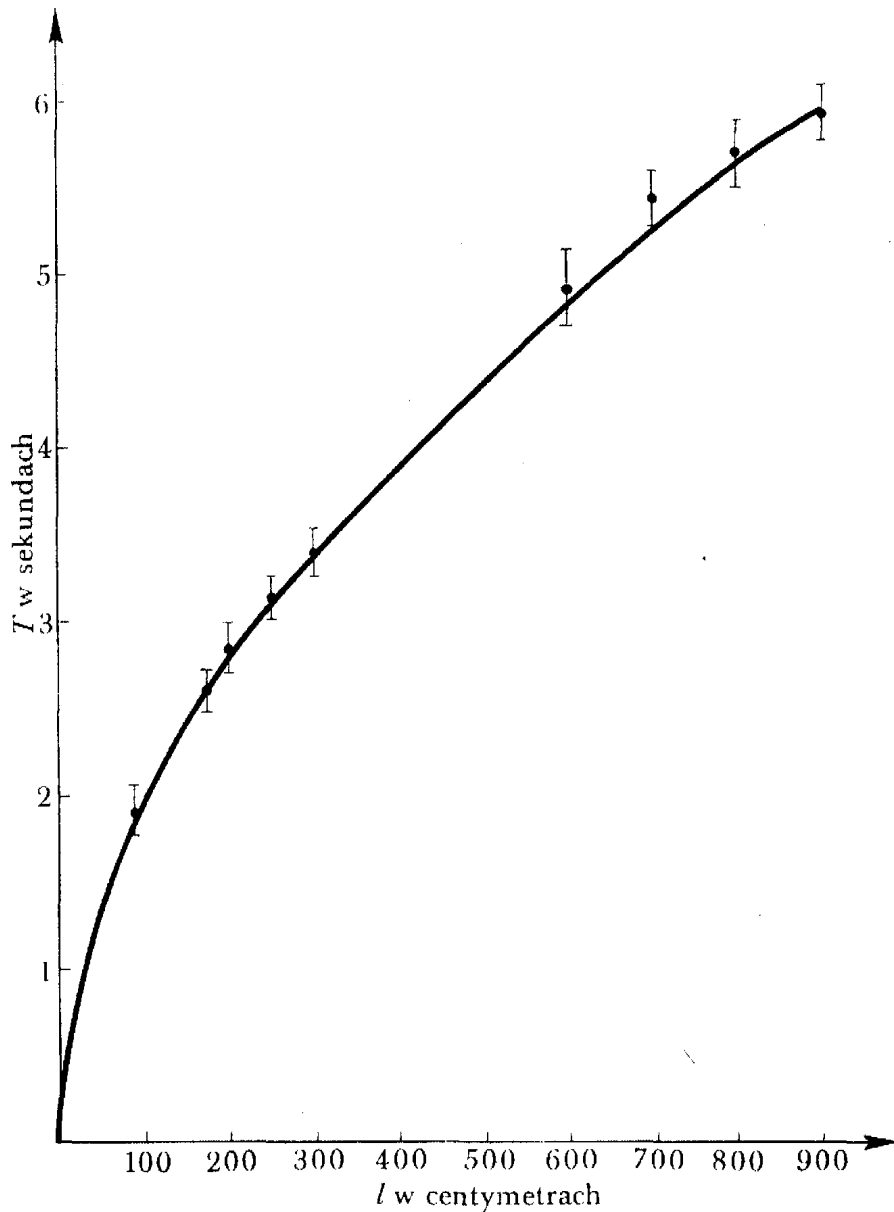
„W każdym wysoce precyzyjnym układzie doświadczalnym występuje początkowo szereg trudności aparaturowych, które prowadzą do uzyskiwania wyników liczbowych znacznie odbiegających od przyjętej wartości wielkości fizycznej podlegającej pomiarom. W związku z tym badacz poszukuje źródła lub źródeł błędów i szuka ich tak długo, aż uzyska wynik bliski wartości przyjętej za obowiązującą. Wówczas zaprzestaje poszukiwań !

W ten sposób można wyjaśnić dużą zgodność wielu różnych wyników oraz dopuścić możliwość, że wszystkie te wyniki obarczone są nieoczekiwane dużym błędem systematycznym.”
Ernest Lawrence (1939)

Modele matematyczne w fizyce

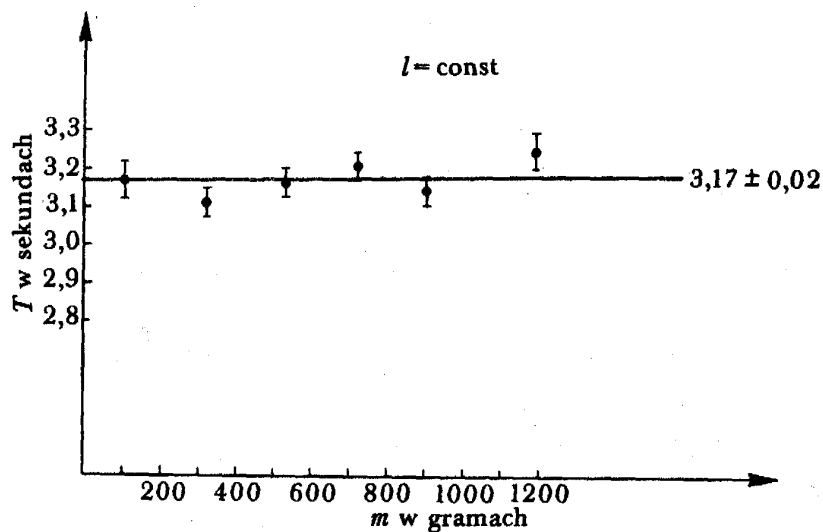
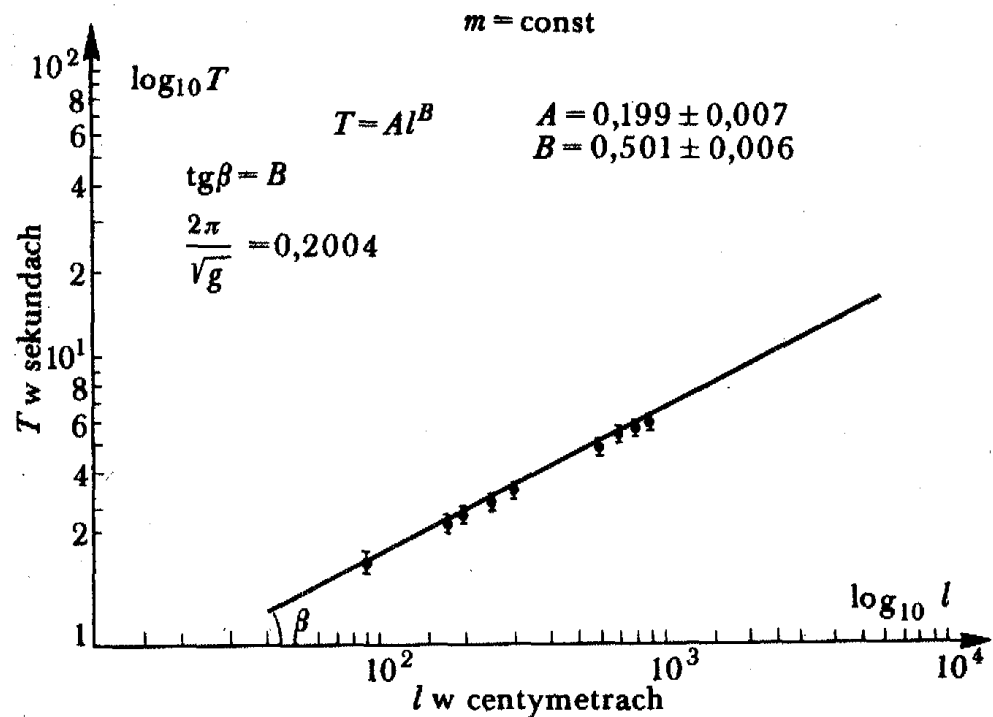
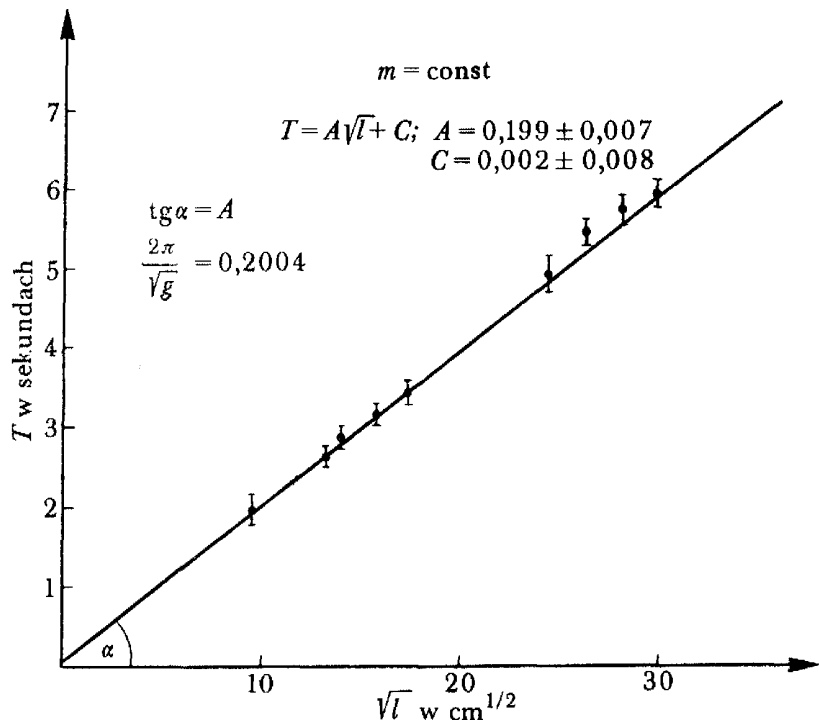


Przykład: badanie zależności okresu wahadła od jego długości



Pomiary wykonane w I Pracowni
Fizycznej Wydziału Fizyki UW

Przykład: badanie zależności okresu wahadła od jego długości



Model opisowy

ruch wahadła

intuicja

$$T [s] = 2,0 \left[\frac{s}{\sqrt{m}} \right] \sqrt{l[m]}$$

Szukanie zależności
funkcyjnej

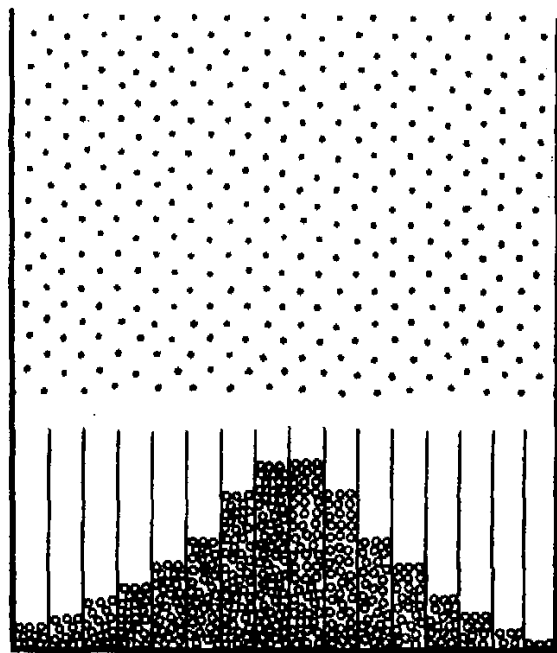
$$T = f(l)$$

dopasowanie
krzywej

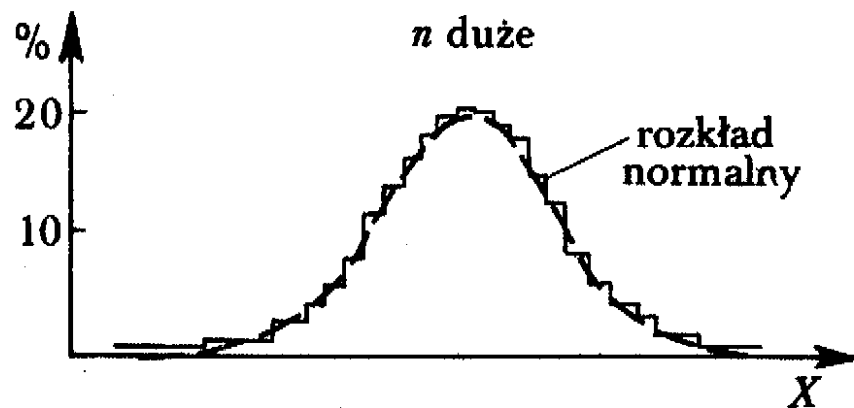
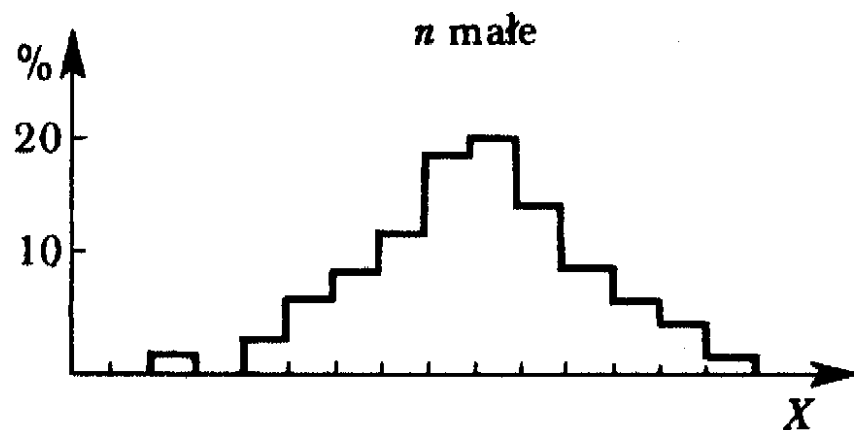
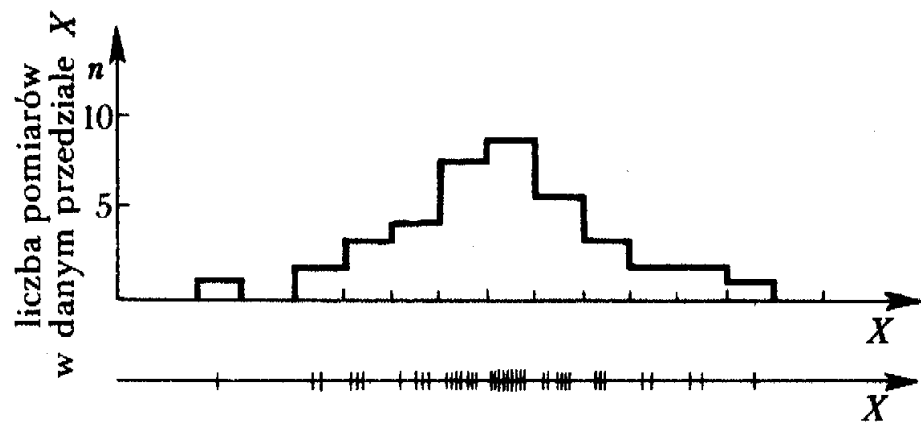
$$T = k \sqrt{l}$$

interpretacja
rozwiązania

Błędy przypadkowe pomiarów

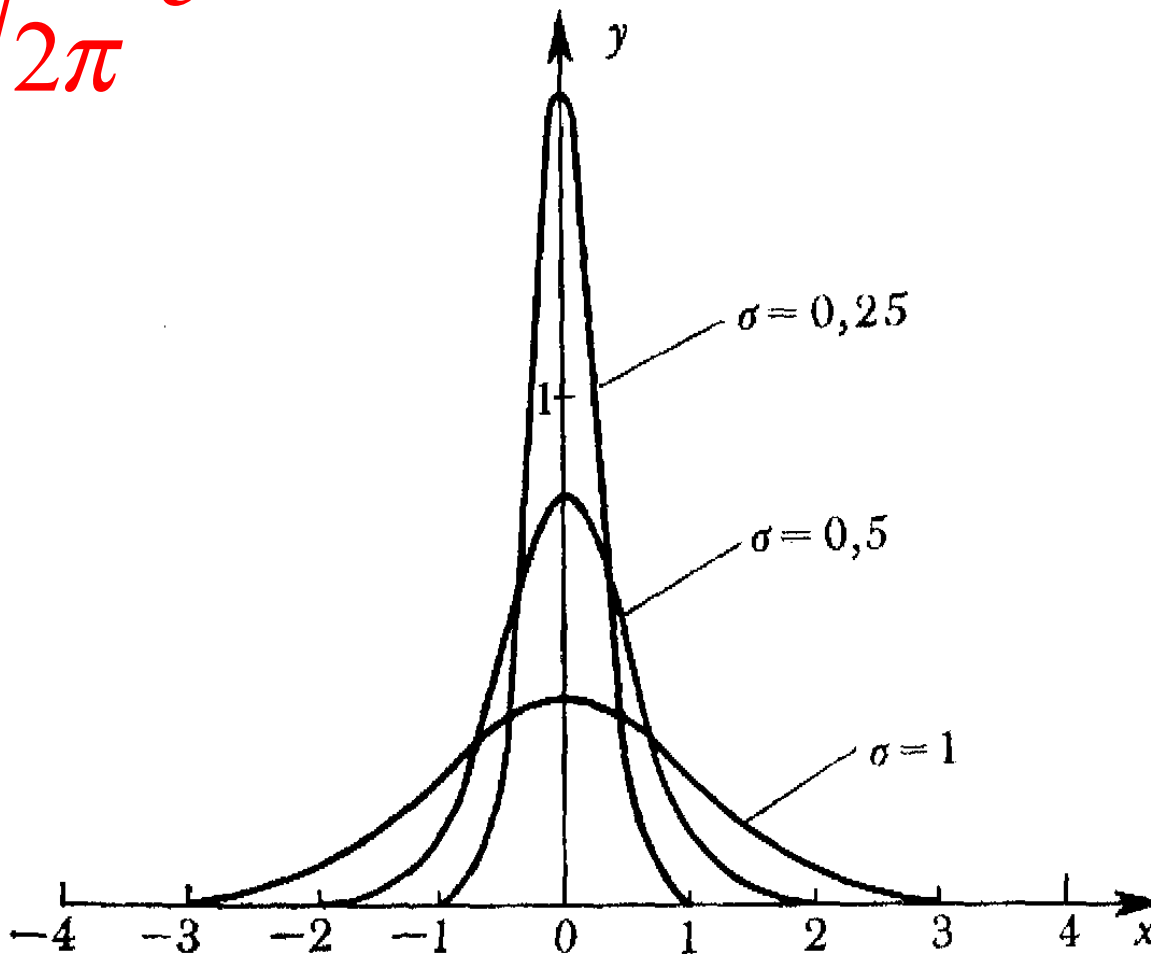


Deska Galtona

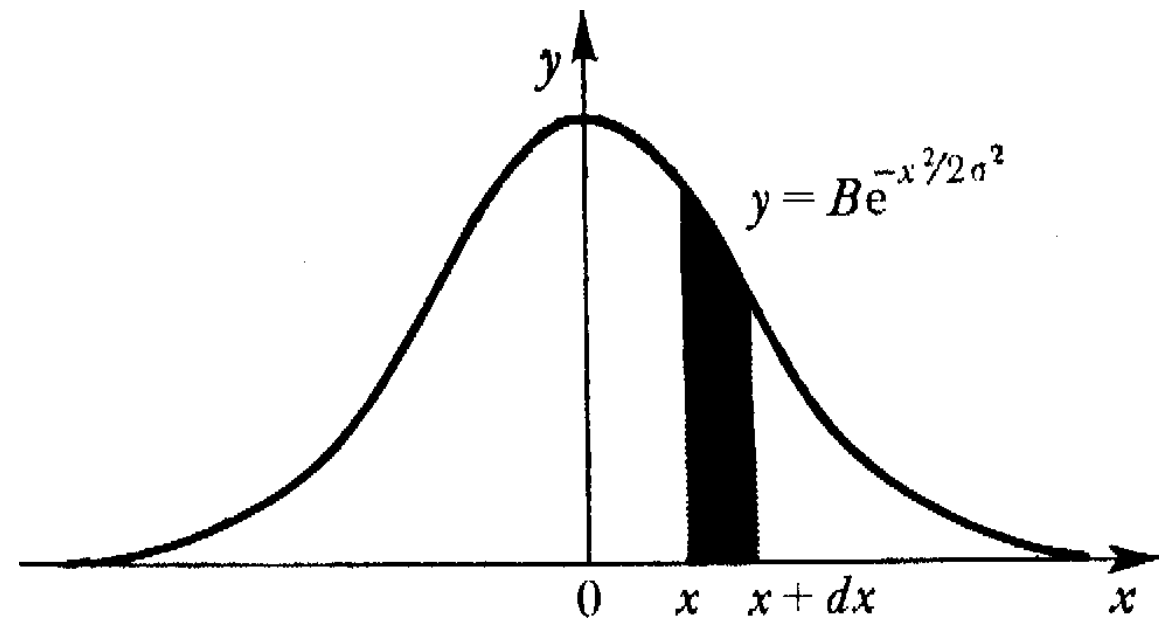


Rozkład normalny

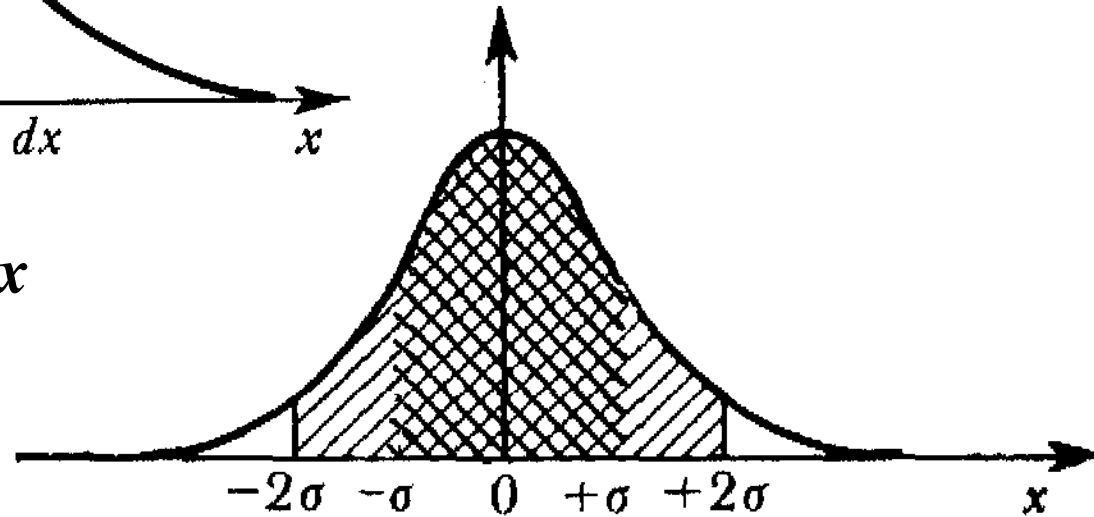
$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$



Interpretacja rozkładu normalnego błędów pomiarów



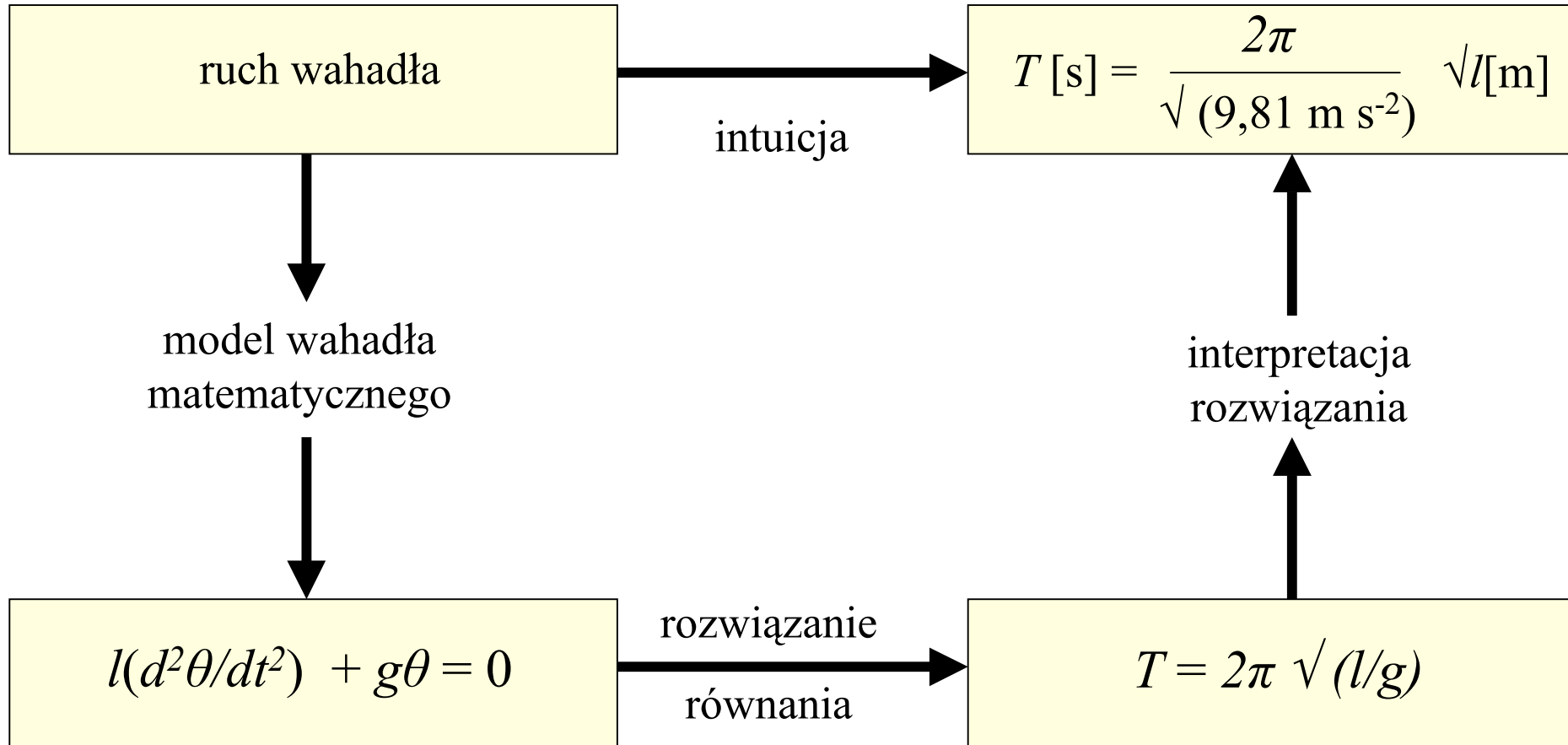
$$P(x + dx, x) = y dx$$

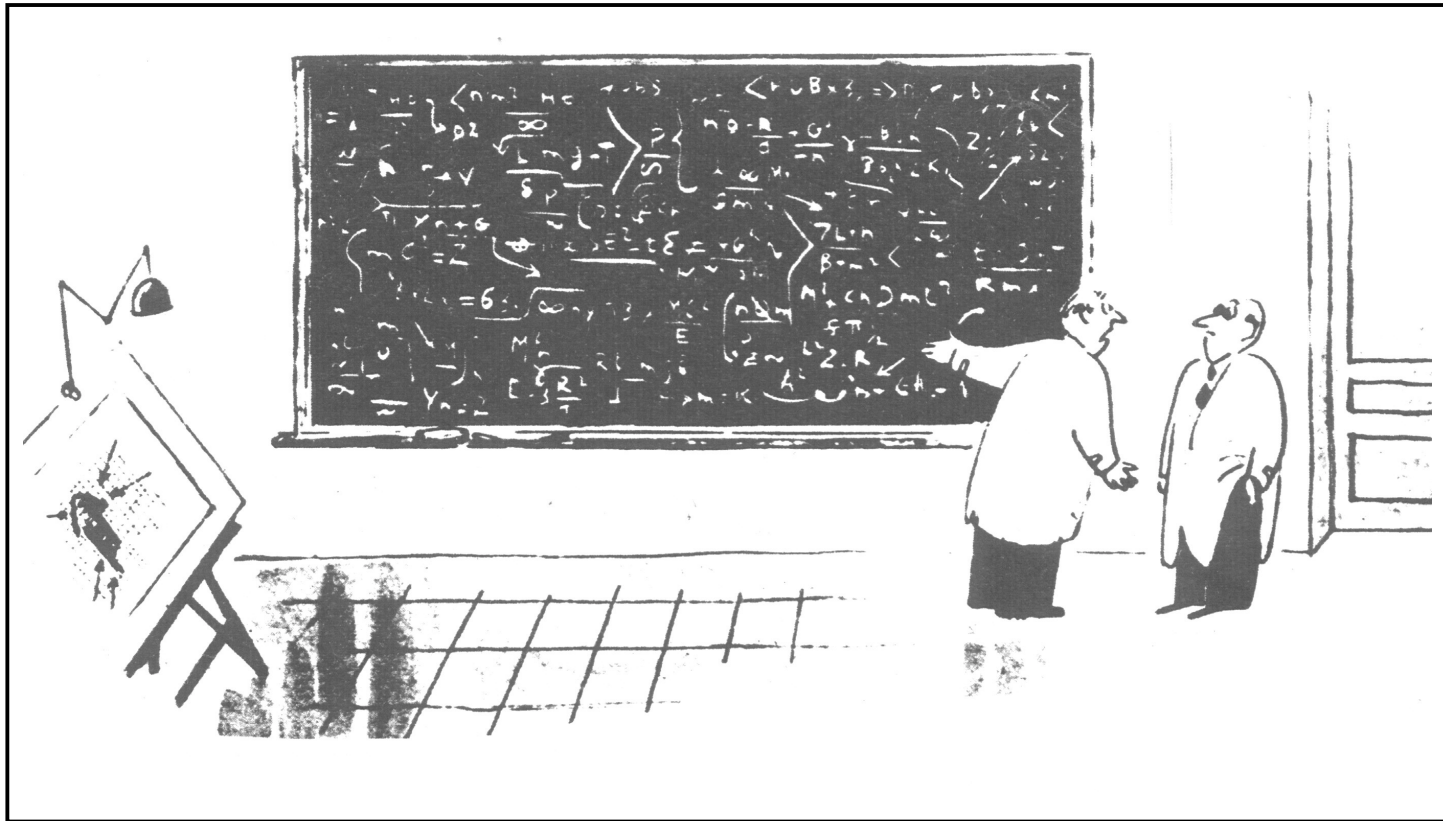


68,3 %

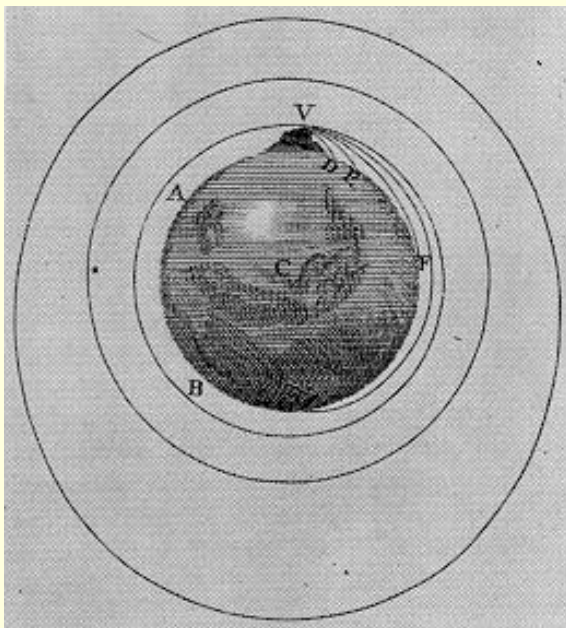
95,4 %

Model przyczynowy





Znalazłem wreszcie rozwiązanie! Żebym sobie jeszcze tylko przypomniał o co tu chodziło



Eksperyment myślowy Newtona,
w którym zarysowana jest idea
sztucznych satelitów Ziemi
(*System of the world*)

KLASYCZNA

KWANTOWA

**RELATYWI-
STYCZNA**
**NIERELATY-
WISTYCZNA**

FIZYKA

$(1/c) \approx 1/(3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})$

$(1/c) \rightarrow 0$

$\hbar \rightarrow 0$

$\hbar \approx 1 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

