

Uniwersytet Warszawski

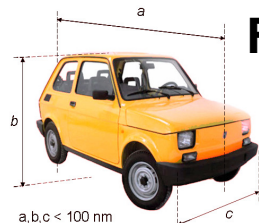
Interdyscyplinarny makrokierunek
Wydziału Fizyki i Wydziału Chemii
Uniwersytetu Warszawskiego

inżynieria nanostruktur

FIZYKA + CHEMIA

od października 2009

wkrótce więcej informacji na stronie
<http://nano.fuw.edu.pl>



Wydział Fizyki UW



Wydział Fizyki

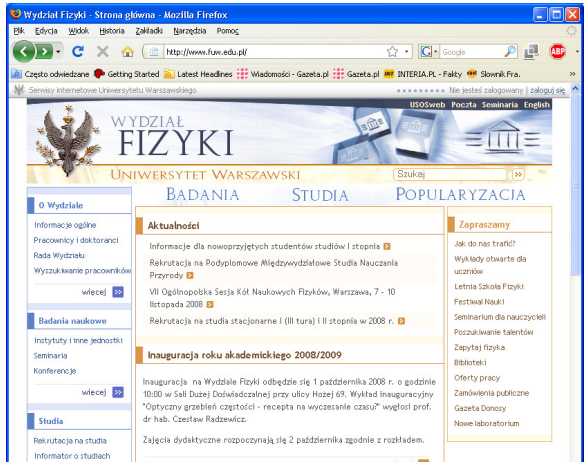
- Instytut Fizyki Doświadczalnej
- Instytut Fizyki Teoretycznej
- Instytut Geofizyki
- Katedra Metod Matematycznych Fizyki
- Astronomia

Wydział kolejny rok utrzymuje się na pierwszym miejscu na Uniwersytecie w konkurencji liczby przyznanych grantów (zarówno krajowych, jak i międzynarodowych) oraz wysokości uzyskanych funduszy na badania naukowe.

Łącznie Wydział zatrudnia 218 nauczycieli akademickich (IFD - 106 osób, IFT - 59 osób, OA - 15 osób, IG - 19 osób, KMMF - 18 osób).

Prof., lub dr hab. > 135
Adiunkci i wykładowcy = 80
Doktoranci = 95

<http://www.fuw.edu.pl>

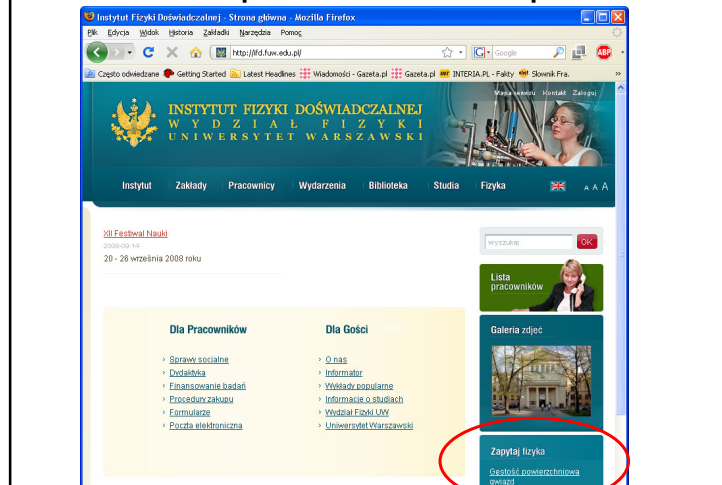


Wykłady FUW

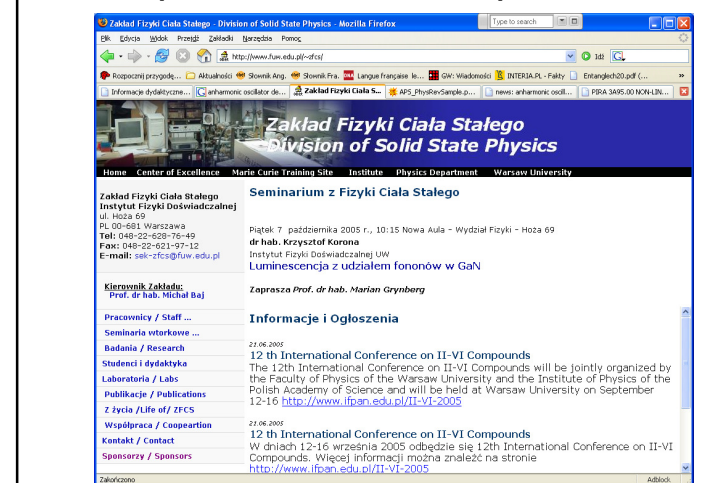


M. Grynberg	Eksperyment fizyczny w warunkach ekstremalnych (Czw. 10.15 -12.00) Seminarium fizyki ciała stałego (Pt. 10.15 -12.00)
R. Stępniewski	Podstawy fizyki półprzewodników (Wt. 10.15 -12.00)
T. Dietl, J. Majewski	Physical foundation of nanotechnology (Śr. 10.15 -12.00)
D. Wasik, T. Stacewicz	Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego (Śr.10. 15 -13.00)
Cz. Radzewicz	Wybrane zagadnienia optyki (Pt. 8.15-10.00), Optyka instrumentalna (Czw. 13.15 -15.00)
J. Baranowski	Fizyka materiałów i nanostruktur I (Czw. 12.15 -14.00) Electronic properties of solids (ang.) (Śr. 12.15-14.00)
M. Trippenbach	Mechanika kwantowa I (Śr. 12.15-14.00, Pt. 10.00-12.00)
K. Kulesza	Nauka i biznes, czyli jak robia to w Cambridge (Śr. 14.15-16.00) Politechnika Warszawska - Gmach Główny, ul. Plac Politechniki 1, sala 208

http://ifd.fuw.edu.pl



http://www.fuw.edu.pl/~zfcs/



Edukacja przez badania



Wydział Fizyki UW



Dane liczbowe o publikacjach i monografiach napisanych przez pracowników Wydziału Fizyki w roku 2007

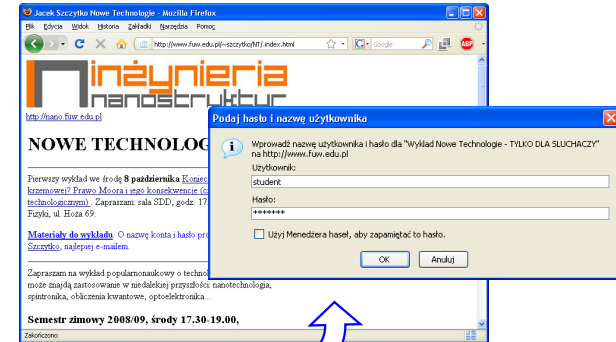
	IFD	IFT	IG	OA	KMMF	Razem
Liczba ogółem	292	125	40	42	16	515
Publikacje w czasopiśmie	267	120	40	42	16	485
-w recenzowanych wydawnictwach z listy filadelfijskiego Instytutu Informacji Naukowej	229	110	21	42	15	417
-w innych recenzowanych czasopiśmie zagr. lub polskich o zasięgu co najmniej krajowym	38	10	19	-	1	68
-w recenzowanych czasopiśmie krajowych o zasięgu lokalnym	-	-	-	-	-	-
Monografie lub podręczniki akademickie	25	5	-	-	-	30
-monografie lub podręczniki akademickie w języku angielskim	1	2	-	-	-	3
-rozdziały w monografiach lub podręcznikach akademickich w języku angielskim	19	3	-	-	-	22
-monografie lub podręczniki akademickie w języku polskim lub innym (nie angielskim)	4	-	-	-	-	4
-rozdziały w monografiach lub podręcznikach akademickich w języku polskim lub innym (nie angielskim)	-	-	-	-	-	-
-redakcje monografi lub podręczników akademickich	-	-	-	-	-	-

http://www.internet10.pl



Nowe technologie

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko/NT



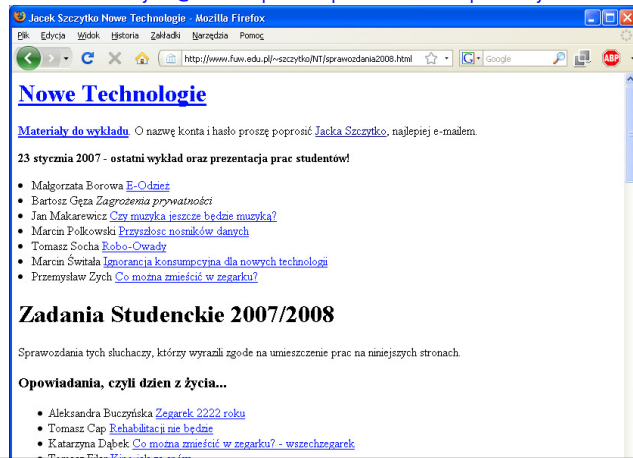
Google: Jacek Szczytko

Login: *****

Hasło: *****

Nowe technologie

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko/NT



Nowe technologie

http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko/NT

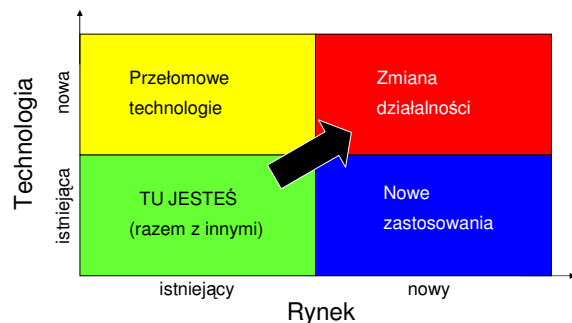


Fizyka start-up'ów

Duże ryzyko

Badania podstawowe i stosowane, start-up'y, ODR (ostatnie deski ratunku)

Nokia (1992), ale większość innych przedsięwzięć upadła, bo zmiana działalności nie była skutkiem planowania, ale błędów w zarządzaniu! (ITT, firmy „wydmuszki”)

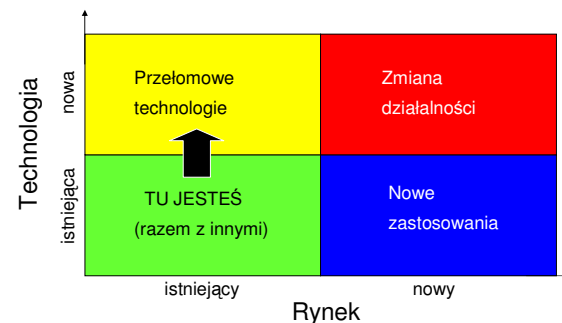


Fizyka start-up'ów

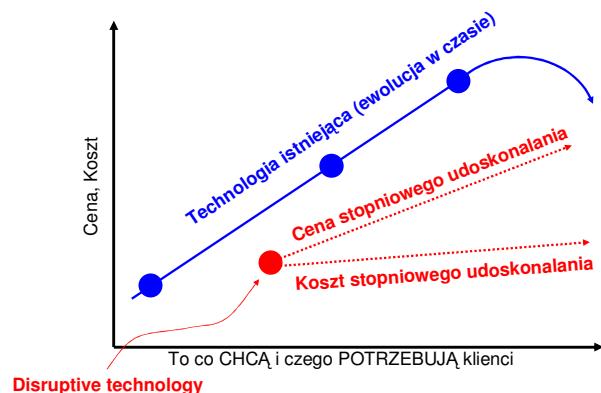
Wynalazki (z historii): elektryczność, kolej żelazna, samochód, telefon, antybiotyki, technologie półprzewodników, Internet

Wynalazki (TERAZ): Nano-tech, bio-tech, badania naukowe podstawowe i stosowane

Intel, Apple, Logitech, Medtronic, Sony (Tsushin Kogyo 1955), Philips, start-up'y (ventures)

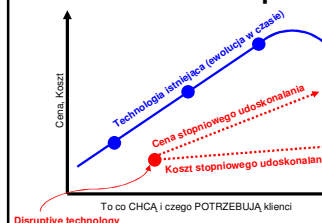


Disruptive technology



Bill George, Medtronic CEO

Disruptive technology



IBM, mainframes a klony PC

Digital Equipment i minikomputery, j.w.

General Motors '70 i '80 i samochody japońskie

Xerox '90 i drukarko-kopiarki Canon, Lexmark, HP

Polaroid, Kodak i aparaty cyfrowe

maszyny do pisania, dyski przenośne do komputera, plottery, zegarki mechaniczne, tworzywa naturalne, czekolady, wagi mechaniczne...

To, czy jakaś technologia okazała się „disruptive” („niszcząca”) najczęściej dostrzega się post-factum, niestety...

A w przyszłości (?): żarówki, ekrany CRT (i inne?), video VHS, kasety i CD...

Bill George, Medtronic CEO



The Nobel Prize in Physics 2000

“The principal applications of any sufficiently new and innovative technology always have been - and will continue to be - applications created by that technology.”

Herbert Krömer

“Główne zastosowanie każdej nowej i innowacyjnej technologii zawsze było – i nadal będzie – zastosowaniem stworzonym przez tę technologię”

http://en.wikipedia.org/wiki/Herbert_Kroemer

Disruptive technology

„Disruptive technology” wydaje się na początku „trywialna” i nie jest w kręgu zainteresowań doświadczonych użytkowników (minikomputery, aparaty cyfrowe, operacje na otwartym sercu)

Innowacje „disruptive” nie mogą konkurować z funduszami na doświadczone technologie (lampy elektronowe i tranzystory, mainframe)

Obecni klienci i obecne rynki mogą nie być gotowi na innowacje, nowe rynki muszą zostać stworzone (telefony GSM, pampersy, aparaty cyfrowe)

Niektóre organizacje nie chcą akceptować innowacji o niskim marginesie zysków (Xerox, IBM, Intel)

Wynalazcy nie umieją na podstawie dostępnych danych udowodnić, że „Disruptive technologies” będą zyskowne (Jobs, Wozniak i Apple)

Organizacje nie chcą rezygnować z udoskonalania istniejących sprawdzonych technologii na rzecz technologii niesprawdzonych (Xerox, Intel)

Innowacje „disruptive” nie pasują do modelu prowadzenia biznesu (Xerox, IBM)

Bill George, Medtronic CEO

Nanotechnologia na co dzień

Motoryzacja (Hummer H2 sport utility truck)	Budownictwo Samoczyszczący się beton	Elektronika Wyświetlacze OLED iPod Nano
Ubrania (Nano-Tex)	AGD Samoczyszcząca się lodówka Samsung Nano SilverSeal	Kosmetyki

www.sts.utexas.edu/projects/nanomaterials/

Biel, Biel i jeszcze raz biel!

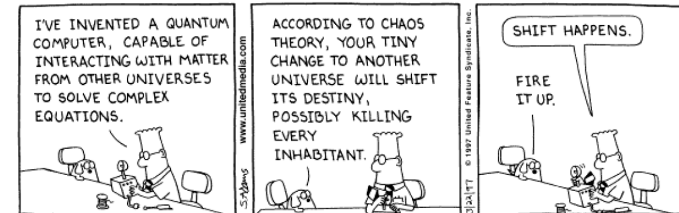


Quantum Computer I (QC)

1. Bity, P-bity, Q-bity
2. Bramki Qbitowe
3. Kwantowe procedury
4. Poważny problem

5. Jak zbudować taki komputer?

D:WAVE
The Quantum Computing Company™

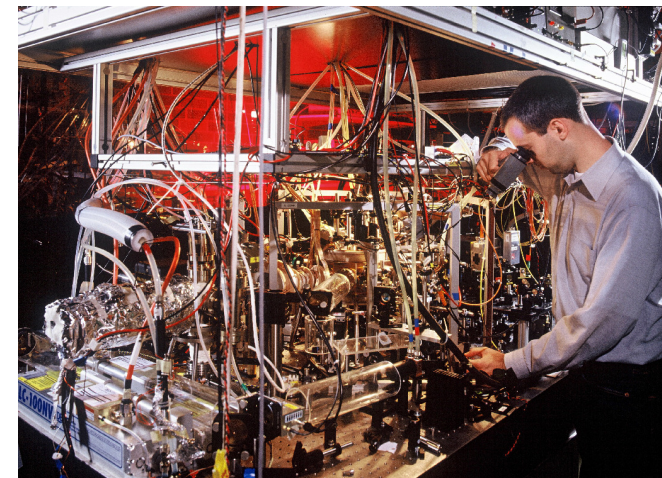


Copyright © 1997 United Feature Syndicate, Inc.
Redistribution in whole or in part prohibited

Kwantowa teleportacja



Maszyna do teleportacji



University of Innsbruck

Nowe technologie

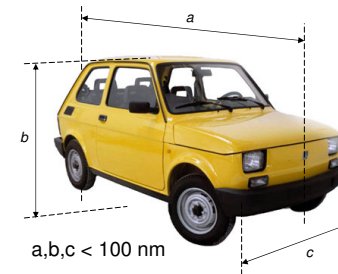
Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl <http://www.fuw.edu.pl/~szczytko/NT>

1. Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje (czyli o postępie technologicznym)
2. Kwanty, stany, pasma (czyli mechanika kwantowa dla początkujących).
3. Miniaturyzujemy I (czyli nano jest trendy)
4. Miniaturyzujemy II (czyli studnie, druty, kropki).
5. Miniaturyzujemy III (o nanorurkach).
6. Miniaturyzujemy IV (o nanomaszynach).
7. Komputery kwantowe I (czyli o przyszłych informatykach)
8. Komputery kwantowe II (czyli o przyszłych komputerach)
9. Kwantowa kryptografia i teleportacja I (czyli o splątaniu kwantowym).
10. Kwantowa kryptografia i teleportacja II (czyli o kodach i kluczach).
11. Optoelektronika (czyli o manipulowaniu światłem).
12. W smutnym kolorze blue (czyli o niebieskim laserze i białych diodach).
13. Spintronika stosowana. Dlaczego elektrony kręcą? (czyli o spinie)
14. Kolorowe obrazy (czyli o wyświetlaczach).
15. Czy komputer może myśleć?
16. Prezentacja prac studentów

SDD, WF Hoża 69
Środy 17:30-19:00
Popularnonaukowy!

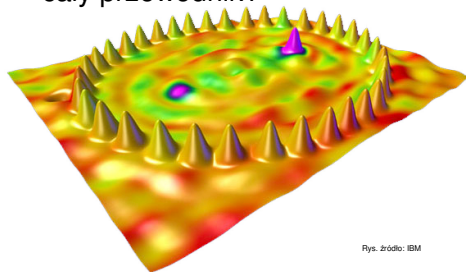
Dialog z przyrodą musi być prowadzony w języku matematyki, w przeciwnym razie przyroda nie odpowiada na nasze pytania.
Michał Heller

Nanotechnologia (I)



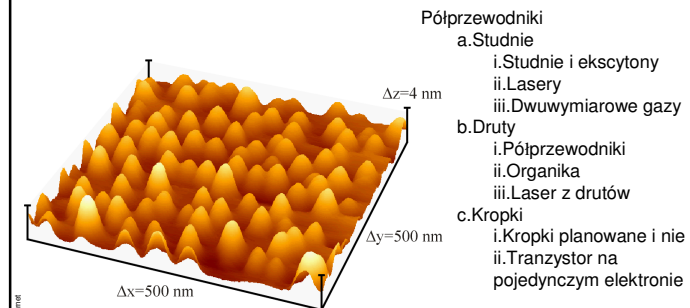
Kwanty, stany, pasma mechanika kwantowa dla początkujących

1. Trochę historii
2. Świat klasyczny i kwantowy
3. Czy dwa półprzewodniki dają cały przewodnik?



Rys. źródło: IBM

Nanotechnologia (II)



- Półprzewodniki
- a. Studnie
 - i. Studnie i ekscytyny
 - ii. Lasery
 - iii. Dwuwymiarowe gazy
 - b. Druty
 - i. Półprzewodniki
 - ii. Organika
 - iii. Laser z drutów
 - c. Kropki
 - i. Kropki planowane i nie
 - ii. Transystor na pojedynczym elektronie

Rys. źródło: Intel

Nanotechnologia (III)



1. Miniaturyzujemy III i IV.
 - a. Nanorurki
 - i. Węgiel i nie tylko
 - ii. Pokręcone zasady
 - b. Nanomaszyny
 - c. nano+bio
 - d. molekuły

Spintronika



Kwantowa kryptografia i teleportacja. Splątanie kwantowe

- a. Poplątane stany.
 - i. Eksperyment EPR.
 - ii. Eksperyment Bella
- b. Star-Trec, czyli teleportujcie mnie!
 - i. Co właściwie teleportujemy
 - ii. Ile kosztuje ubezpieczenie
- c. Kryptografia kwantowa
 - i. Czy są szyfry nie do złamania
 - ii. Klucze duże i małe
 - iii. Alice i Bob w świecie kwantów
 - iv. Ewa chce posłuchać



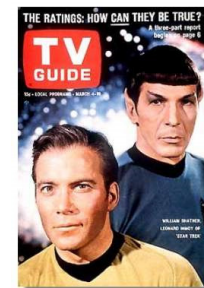
Dialog z przyrodą musi być prowadzony w języku matematyki, w przeciwnym razie przyroda nie odpowiada na nasze pytania.

Michał Heller

Kwantowa kryptografia i teleportacja. Splątanie kwantowe

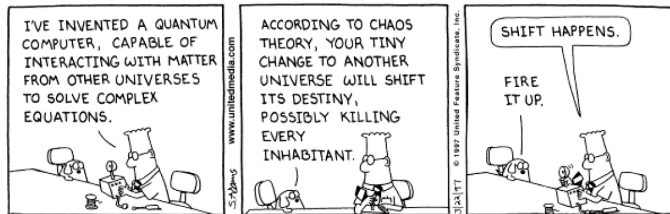
Jacek Szczytko, Wydział Fizyki UW

- a. Poplątane stany.
 - i. Eksperyment EPR.
 - ii. Eksperyment Bella
- b. Star-Trec, czyli teleportujcie mnie!
 - i. Co właściwie teleportujemy
 - ii. Ile kosztuje ubezpieczenie
- c. Kryptografia kwantowa
 - i. Czy są szyfry nie do złamania
 - ii. Klucze duże i małe
 - iii. Alice i Bob w świecie kwantów
 - iv. Ewa chce posłuchać



Quantum Computer I (QC)

1. Komputery kwantowe
 - a. Logika bramek
 - b. Kwantowe algorytmy
 - c. Jak zbudować taki komputer?



Copyright © 1997 United Feature Syndicate, Inc.
Redistribution in whole or in part prohibited

Quantum Computer II (QC)

1. Komputery kwantowe
 - a. Logika bramek
 - b. Kwantowe algorytmy
 - c. Jak zbudować taki komputer?

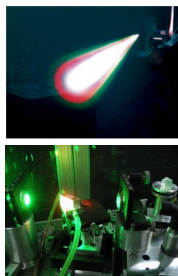
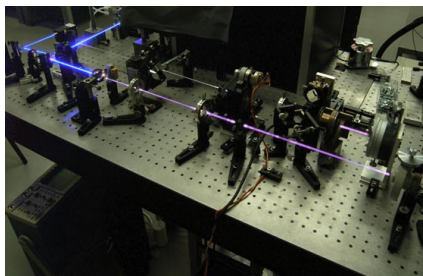
HARDWARE



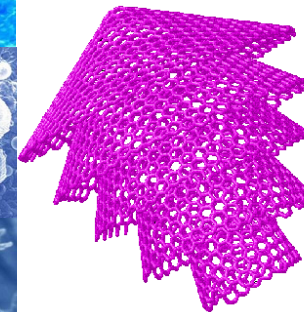
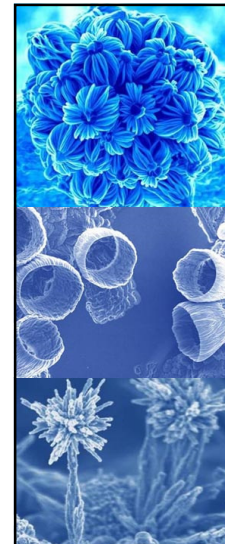
Świat Nauki 08.1998



Dr Piotr Wasylczyk
Nieliniowo, adaptacyjnie
i femtosekundowo,
czyli ekstremalnie w optyce.



Wesołych Świąt Bożego Narodzenia!



<http://www.nanopictoday.org/2003Pics/NanoXmasTree.htm>
http://www.nanotech-now.com/Art_Gallery/qhim-swi-cho.htm

W smutnym kolorze blue



Juliette Binoche

TopGaN

Top GaN

<http://www.topgan.fr/pl/>



Medium-to high power **laser diodes** and **laser modules** for your advanced application in blue-violet-UV spectral range.

TopGaN is a new manufacturer of blue/violet/UV laser diodes constructed using unique and proprietary technology developed in Unipress, the Institute of Polish Academy of Sciences. The main current products are: pulse current laser diodes and laser modules for applications in spectroscopy, medicine, underwater communication and many others.

The best price for blue laser diode module on the market!

Additionally, we offer:

- custom made epitaxial wafers of (AlGaIn)N for optoelectronics and electronics
- free standing GaN substrates and seeds
- high-pressure treatment of materials.

New offer of TopGaN:
One inch wafers of high quality, free standing GaN crystals made by HVPE are available now!

Copyright (C) 2003 TopGaN | design by LL

Optoelektronika

Kryształy fotoniczne

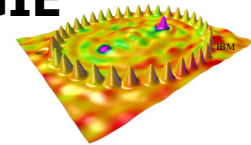


Źródło: www.gazeta.pl 17-11-2005

NOWE TECHNOLOGIE

Środy 17:30-19:00

Sala Duża Doświadczalna



NanoTechnologia

10⁻⁹
0,000 000 001

Nauka
Inżynieria
Technologia

a, b, c < 100 nm

WYDZIAŁ FIZYKI
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Nanotechnologia w kulturze

TERMINATOR 3
RISE OF MACHINES
THE WAR BEGINS JULY 2

Nanotechnologia w kulturze

STANISŁAW LEM
LOKALTERMIN
ROMAN

WIZJA LOKALNA

泰平ヨンの現場検証
スタンisław・レム / 著 見 野 敏

Dlaczego XXI w?

GORI

LO

No-na-no?!!

To Nano!!!

Nano! Nano!

Nano! Nano!

Nano! Nano!

Nano! Nano!

Nano! Nano!

2000

cdn...

mili

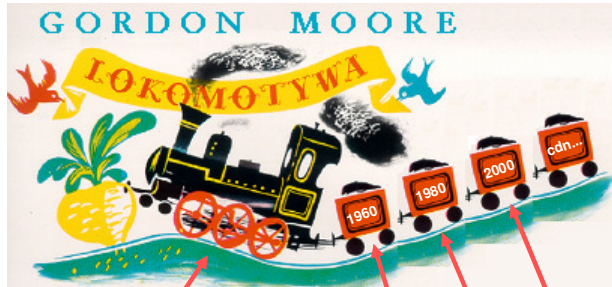
miko

nano

Parowóz dziejów

Czy jest na sali lekarz?

Dlaczego XXI w?



Parowóz dziejów

Przez ostatnie 40 lat na badania technologii krzemowej wydano bilion (ang. trillion) 10^{12} USD

mili

mikro

nano

Nanotechnologia

Intel Quad-Core Penryn series (2008)

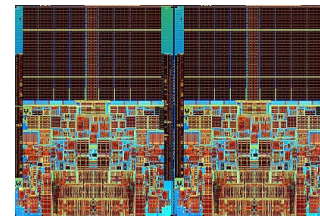
800 000 000 tranzystorów

technologia 45 nm

Zegar max 3,33 GHz

9 warstw

Moc ok. 65 W



AMD Phenom X4 QUAD-Core (2008)

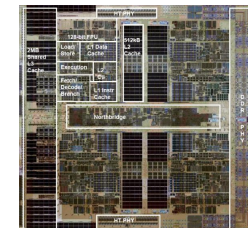
450 000 000 tranzystorów

technologia 65 nm.

Zegar max 2,6 GHz

11 warstw

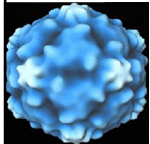
Moc 95 W - 140 W



Nanotechnologia

Rozmiary

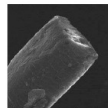
Wirus Ebola 600 nm



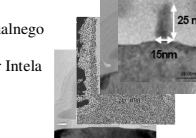
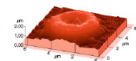
Rhinowirus 30 nm

10^{-4} m
 10^{-5} m
 10^{-6} m
 10^{-7} m
 10^{-8} m
 10^{-9} m
 10^{-10} m

Średnica ludzkiego włosa
100 000 nm



Średnica krwinki czerwonej



Średnica DNA, nanorurek
2nm

Dł. fali światła widzialnego

Najnowszy tranzystor Intela

90 nm 65 nm 45 nm 32 nm 22 nm 16 nm 14 nm 11 nm 10 nm 7 nm 5 nm 4 nm 3 nm 2 nm 1 nm

Promień Bohra
0.01 nm



Hot image from Patters in Nature site at LSU, blood cell from anatomy webpage at Maricopa.edu
Ebola <http://www.brethrusell.com/personal/ebola.html>

Dlaczego XXI w?

GORDON MOORE



Parowóz dziejów

Przez ostatnie 40 lat na badania technologii krzemowej wydano bilion (ang. trillion) 10^{12} USD

nano

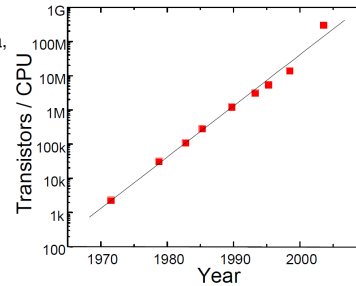
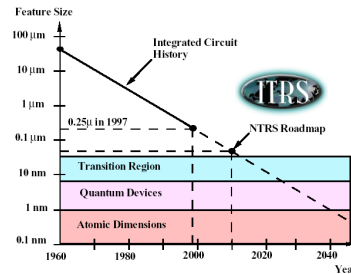
mikro

mili

TRENDY: Pierwsze Prawo Moore'a

Ilość komponentów (tranzystory, połączenia, izolacje itd.) w IC podwaja się co około 18 miesięcy.

Rozmiar liniowy komponentów również zmniejsza się wykładniczo w czasie.



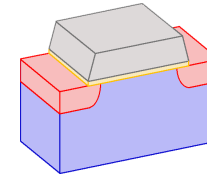
Te trendy nie mogą być kontynuowane w nieskończoność.

- Co zastąpi technologię Si?
- Z czego będzie wynikała ta zmiana technologii?

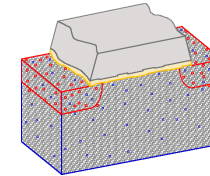
EKONOMIA

Źródło: Intel

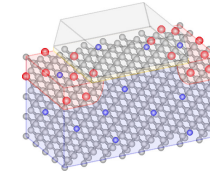
Granice miniaturyzacji?



Myslimy, że tranzystor jest zbudowany tak.



25 nm MOSFET
Produkcja od 2008



4.2 nm MOSFET
Produkcja ???

Asen Asenov, Glasgow
David Williams Hitachi-Cambridge

IEEE Trans Electron Dev 50(9), 1837 (2003)

Nanotechnologie

JAK?

- Top-down, czyli (nano)technologia
- Bottom-up, czyli samoorganizacja

CO?

- Studnie, druty, kropki
- Nanorurki i nanomaszyny

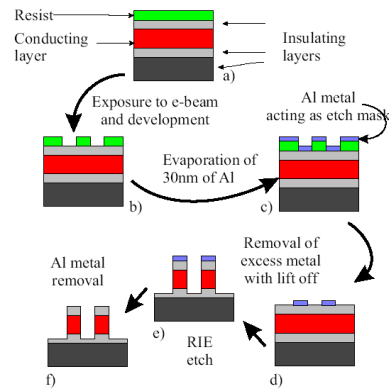
↓ Top-down



Vincent Laforet/The New York Times

How do we make information processing circuits now?

1. Silicon technology predominates
2. Current circuits $\sim 10^9 - 10^{10}$ transistors
3. Wafers - 300mm, $\sim 10^3$ chips
4. Photolithography, deposition, etching etc
5. Typically ~ 20 mask steps, 150 - 200 process steps

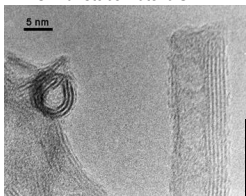


↑ Bottom-up

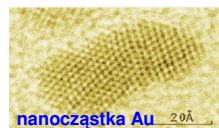
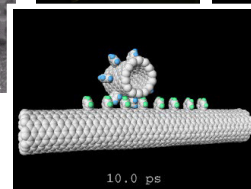
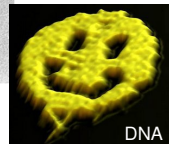
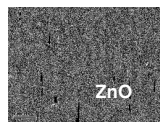
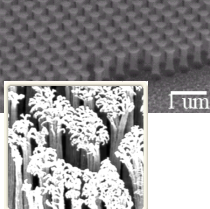


Nanorurki, nanowasy i kropki

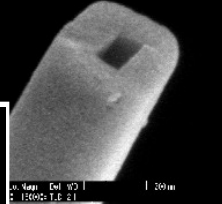
TiO₂ nanotube materials



Wysokość włókna 2 mm, średnica 200 nm
1 cm² $\sim 10^8$ włókien może utrzymać ciężar 1 kg

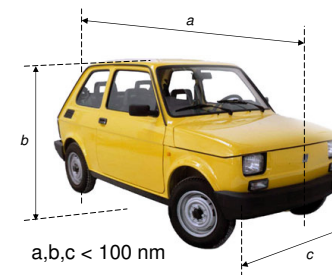


Nanorurka Si



www.ee.leeds.ac.uk/nanosc/modules1.php

W następnym tygodniu:
Nanotechnologia (I)



Uniwersytet Warszawski

Interdyscyplinarny makrokierunek
Wydziału Fizyki i Wydziału Chemii
Uniwersytetu Warszawskiego

WYDZIAŁ FIZYKI
UNIWERSYTET WARSZAWSKI
WCh
Wydział Chemii
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

inżynieria
nanostruktur

FIZYKA + CHEMIA

od października 2009

wkrótce więcej informacji na stronie
<http://nano.fuw.edu.pl>

