

Obecný úvod k prezentování

Vojtěch Svoboda, katedra fyziky FJFI
svoboda@fjfi.cvut.cz

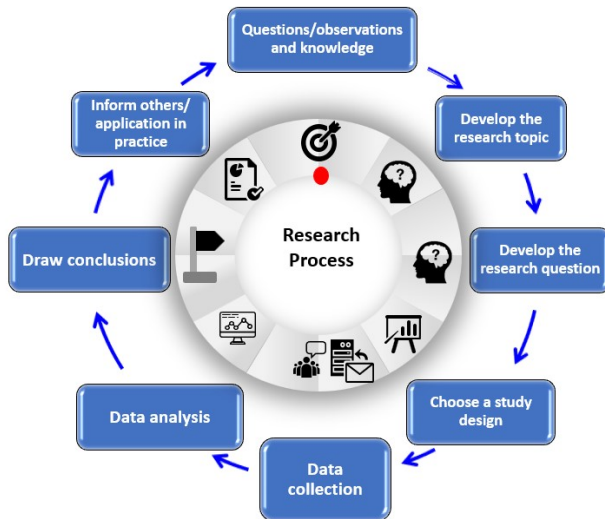
17. června 2024

Dobývání tajemství světa



Zdroj: fog@metoffice.gov.uk [1]

Vědecký proces



Open Access
ISSN 2089-4753, No of Pages 7

ARTICLE IN PRESS

Fusion Engineering and Design xxx (2016) xxx–xxx



Contents lists available at ScienceDirect

Fusion Engineering and Design

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fusengdes



Remote operation of the GOLEM tokamak for Fusion Education

O. Grover^{a,*}, J. Kocman^a, M. Odstřil^c, T. Odstřil^b, M. Matus^a, J. Stöckel^{a,b}, V. Svoboda^{a,c},
G. Vondrášek^a, J. Zará^d

^a Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering (CTU Prague), CZ-115 19, Czech Republic

^b Institute of Plasma Physics AS CR, Prague, CZ-162 25, Czech Republic

^c University of Pardubice, Pardubice 532 03, Czech Republic

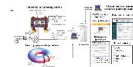
^d Faculty of Electrical Engineering (CTU Prague), CZ-190 27, Czech Republic

* Corresponding author. E-mail: ogrover@fd.cvut.cz

HIGHLIGHTS

• The remote operation of the tokamak GOLEM for educational purposes.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Received 19 June 2015
Revised in final form 26 February 2016
Accepted 7 May 2016
Available online xxx

Keywords:
Technical education
Remote participation
Education
Nuclear fusion

ABSTRACT

Practically oriented education in the field of thermonuclear fusion is highly requested. However, the high complexity of appropriate experiments makes it difficult to develop and maintain laboratories where students can take part in hands-on experiments in the field of study. One possible solution is to establish centres with specific high-temperature plasma experiments where students can visit such a laboratory and perform their experiments in situ. With the advancement of IT technologies it is naturally followed to make a step forward and connect these with modern plasma physics technologies and then allow to access more sophisticated experiments remotely. Tokamak GOLEM is a small, modern device with its infrastructure linked to web technologies allowing students to set up various discharge parameters, select their own sequence and within minutes obtain the results in the form of a discharge logbook.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

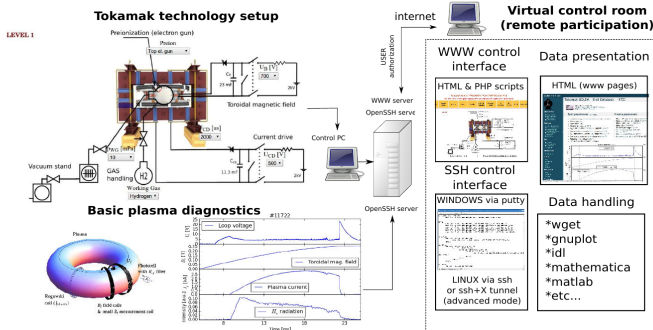
Last two decades of advancement in IT technologies offer new possibilities to control experiments remotely. There are two common applications: (i) allowing control and data access to complex scientific experiments without the need to be present on the site [1–3] and (ii) providing new educational tools in the form of simulation, relatively simple experiments for teachers and curious

students in the field of technical education, opening new strategy in teaching, see e.g. [4,5]. However, there is still a gap in development of complex, remotely operable experiments for higher education. There are approaches to provide full control of big experiments remotely for researches, like in [6], but education still suffers in this field of study.

The GOLEM tokamak (see e.g. [7]) which has been operated for more than 40 years in the Kurchatov Institute near Moscow and in the Institute of Plasma Physics in Prague as a scientific facility, recently became an educational device for domestic as well as foreign students, via remote participation/handling. The re-installed tokamak (R-0.4m, $\alpha=0.085$ m) operates currently at a modest

* Corresponding author.
E-mail address: ogrover@fd.cvut.cz (O. Grover).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2016.05.008>
0039-2766/2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

The global schematic overview of the GOLEM experiment





Difrakce elektronů v krystalech, zobrazení atomů



T. Sýkora¹, M. Lanc², J. Krist³

¹ Gymnázium Českápolka, Českápolka 373, 190 00 Praha 9
tomas.sykora@gmail.cz

² Gymnázium Olšavka Březná a SOB Tst, Hradská 255, 288 90 Tst, aris.haf@centrum.cz

³ Mendelovo gymnázium Opava, Komenského 5, 746 01 Opava 1
SOZ@seznam.cz

Difrakci elektronů v transmisním elektronovém mikroskopu jsme určovali typy krystalových mřížek.

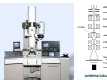
HISTORIE

- 1865 – W. C. Roentgen – objev RTG záření
- 1895 – A. Einstein – kvantitativní jev elektromagnetické záření se v některých případech chová jako částice – foton
- 1902 – W. von Laue – 1. RTG difrakční experiment
- 1914 – W. H. Bragg – W. L. Bragg – zákon difrakce
- 1924 – L. de Broglie – vlnový charakter částic
- 1927 – C. J. Davisson – L. H. Germer – ověření de Broglieho hypotézy
- 1927 – H. Busch – magnetická částka
- 1938 – E. Ruska – elektronový mikroskop

TRANSMISNÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPE

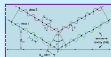
Transmisní (prosviřující) elektronová mikroskopie (TEM) umožňuje zobrazit mikroskopicky viditelné materiálu v mřížce až několika mikrometrů až po atomární rozlišení pomocí elektronové difrakce velmi tenkých krystalové mřížky a pomocí je mikroskopicky viditelných kvantitativně měřit prvky (včetně rozložení) analyzu chemického složení.

TEM JEOL 3000FX
($E = 200 \text{ kV}$, $\lambda = 2,508 \times 10^{-12} \text{ m}$)



Difrakce a prosviřování ve vzorku Fe (200 kV, 300 000 $\times$)

BRAGGŮV ZÁKON DIFRAKCE



Krystalové roviny o vzdálenosti d_{hkl} difragují magnetické záření o vlnové délce λ pod úhlem θ , o pozadí řád interference (reflexy).

$$\text{Magnetický: } 2d_{hkl} \sin \theta = n\lambda$$

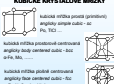
$$\text{Pro správné: } \sin \theta = \frac{1}{2} \frac{d_{hkl}}{\lambda}$$

Geometrické vztahy:



Vzorkem o velikosti asi 100 nm difraguje elektronové záření 200 kV ($\lambda = 2,508 \times 10^{-12} \text{ m}$) jako krystalová mřížka. TEM může difragovat až 2 500 $\times$ větší než difrakční jevy pro běžnou optickou mikroskopii.

KUBICKÉ KRISTALOVÉ MŘÍŽKY



INDEXOVÁNÍ DIFRAKTOGRAMŮ MONOKRYSTALŮ A₂

Materiál (a₀) lze identifikovat, vyzkoušením difrakčních úhlů a porovnáním se standardními difraktoGRAMY pro daný materiál. Kubické polokř. difraktoGRAMY



INDEXOVÁNÍ KROUŽKOVÝCH DIFRAKTOGRAMŮ POLYKRISTALŮ S VELIKÝMI ZRNKY (> 10 nm)

Velikost polokř. a polokř. krystalů, vyzkoušením porovnání úhlů pro měřené vlnové úhly d_{hkl} v kubické mřížce

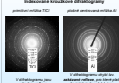
$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

Kde a je velikost elementární buňky krystalové mřížky a h, k, l jsou Millerovy indexy krystalových rovin.

Millerovy indexy krystalových rovin

Prost. mřížka vzniká spojením souřadnic rovin, souřadnic x, y, z v mřížce. Millerovy indexy h, k, l jsou vzájemnými převraty souřadnic rovin, souřadnic x, y, z v mřížce. Millerovy indexy h, k, l jsou vzájemnými převraty souřadnic rovin, souřadnic x, y, z v mřížce.

Indexování kružkových difraktoGRAMY

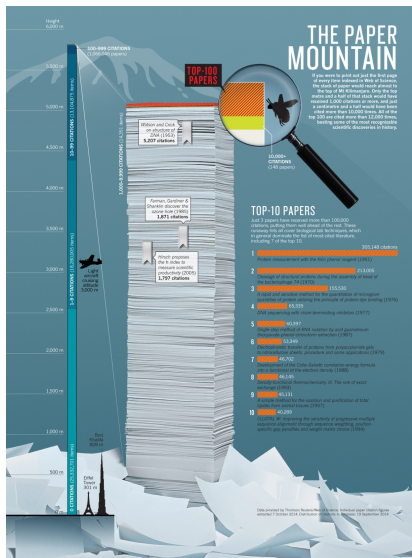


Závěr: Měli jsme možnost prohlédnout si 200 kV transmisní elektronový mikroskop, který katalizuje materiálu FETI ČVUT využil na MFF UK. Kromě nových poznatků vhodných pro demonstraci difrakce elektronů jsme na mikroskopu pozorovali i vlastní vlny nanodifracce Ag. Fotodokumentace z těchto pozorování bychom mohli využít k demonstraci (vyvolání) negativní mřížky částic, a proto jsme i neměli v tomto příspěvku využít. Samotný jev se ne zdá být typický pro kubické krystalové mřížky, indexování krystalových rovin. Braggovým zákonem difrakce a současně TEM pro zobrazování krystalových rovin a atomové struktury materiálů.

Reference: [1] KARLÍK, M. Pohled na stromy: vysokorozlišení elektronová mikroskopie, Sborník vědeckých článků 72 (5): 41, 1995, 215-222.
[2] KARLÍK, M. Transmisní elektronová mikroskopie: pohled do nitra materiálu, Čs. čas. fyz. 58, 2005, 457-464.

Poznámky: Prost. mřížka vzniká spojením souřadnic rovin, souřadnic x, y, z v mřížce. Millerovy indexy h, k, l jsou vzájemnými převraty souřadnic rovin, souřadnic x, y, z v mřížce. Millerovy indexy h, k, l jsou vzájemnými převraty souřadnic rovin, souřadnic x, y, z v mřížce.

Papírová hora @ [3, Noorden et.al, Nature 2014]



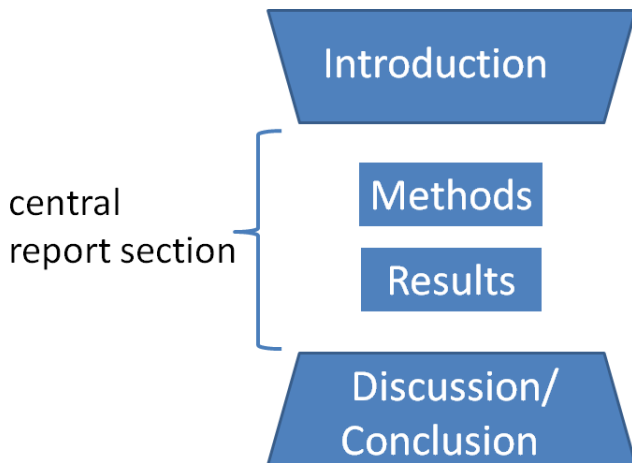
- Analyzováno ≈ 58 Mčlánků (1900+).
- Laťka: #1: 305 000 citací.
- 0 citací: 25.3 Mčlánků.
- 1-9 citací: 18.3 Mčlánků.
- 10-99 citací: 13.1 Mčlánků.
- 100-999 citací: 1.1 Mčlánků.
- 1000-9999 citací: 14.3 kčlánků.
- 10000+ citací: 148 článků.
- Současně ≈ 2.5 Mčlánků/ročně.

Vyprávíte příběh



Zdroj: detektiv pochodeň@pixabay [4]

1 obecný pohled (IMRaD - vinná sklenice)



7 obecných kroků

Poselství: do JEDNÉ věty zformulujte hlavní vzkaz.

Úvod: napište pár krátkých vět, definujících váš problém.

- Co je v dané problematice známo.
- Jaké jsou vaše cíle.
- Jaká je vaše metoda.

Výsledky: identifikujte jen to nejdůležitější a vypusťte vše co jen můžete.

Závěr: napište v strohých, čistých formulacích. Pokuste se odpovědět na cíle, stanovené v úvodu.

Přitáhněte pozornost: věnujte jedné své stěžejní myšlence dominantní místo. Grafu, schématu, či fotografii.

Skladba: uspořádejte vše okolo výše zmíněné dominantní partie. Nezapomeňte na literaturu a poděkování.

Prohlédněte si to z odstupu ... a předělejte to. Požádejte kolegy, aby vám to kriticky zkoukli.

Reference I



[metoffice.gov.uk](https://www.metoffice.gov.uk).

What is the difference between mist and fog and haze?
[Online; accessed 1-June-2018].



[Faith Alele and Bunmi Malau-Aduli](#).

An introduction to research methods for undergraduate health
profession students, 2023.
[Online; accessed 1-June-2018].



[Richard Van Noorden, Brendan Maher, and Regina Nuzzo](#).

The top 100 papers.
Nature, 514:550–3, 10 2014.



[pixabay](#).

Detektiv pohodeň.
[Online; accessed 1-June-2018].

Reference II



Wikipedia.

Imrad — wikipedia, the free encyclopedia, 2017.
[Online; accessed 19-June-2017].



Seri Rudolph.

Preparing an effective poster, 2004.
[Online; accessed 19-June-2017].