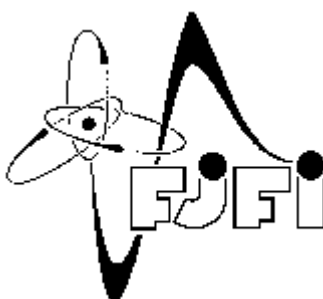




Proceedings



Fyzikální seminář léto '99



25.02.1999 – 20.05.1999

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
České vysoké učení technické Praha

Úvodem

Ve školním roce 1997/1998 vznikl na katedře fyziky nový povinně volitelný předmět Fyzikální seminář. Jeho tvar se postupně vyvíjel a v současné době je možné ho charakterizovat následovně:

Především je to výlet za hranice základní přednášky v němž jde o:

- seznámení se stylem vědecké komunikace
- demonstraci experimentů, na které není v základní přednášce čas
- pohled na stav současné fyziky, poslední objevy z různých fyzikálních časopisů
- prozkoumání historických souvislostí některých zásadních vědeckých objevů
 - pohled na některé jevy v podání počítačových modelů
 - co přináší fyzice internet?
- seznámení s aplikacemi probírané látky na různých vědeckých pracovištích
 - + možná nějaká překvapení
 - řešení některých zajímavých příkladů

Tohle všechno v aktivní a nikoli pasivní formě

Formálně se snažíme tento seminář vést jako vědeckou konferenci se všemi náležitostmi, které k tomu patří. Proceedings jsme vydali poprvé v zimním semestru 1998 a nyní jsem rád, že tradice nyní navazuje ve vydání druhém.

Poděkování patří všem zúčastněným studentům.

Praha 16.6.1999

Vojta Svoboda, vedoucí semináře



Obsah

Úvod	2
Scénář semináře	4
Harmonogram ústních vystoupení	5
Harmonogram posterové sekce	7
Abstrakta příspěvků	9
Proceedings	16
Milikanův experiment	17
Fyzikální extrémy	18
Řešení lineárních obvodů	20
Centrální mezisklad vyhořelého paliva	25
Jak zneškodnit posla	28
Supravodivost	29
Určování severu podle ručičkových hodinek	33
Hysterezní smyčka	34
Magnetohydrodynamický generátor	36
Michelsonův-Morleyův pokus	38
Elektromagnetický smog	40
Pole pohybujícího se náboje	41
Symbolicko komplexní metoda řešení obvodů se střídavým proudem	42
Určování zrychlení fotografickou metodou	44
Potřebujeme JETE aneb svět čísel	46
Zatmění slunce	53
Pokusy s vysokofrekvenčními proudy střídavými	60
PAS na ČVUT	64
Chaos přehledně	69
Využití kerrova jevu k měření rychlosti světla v laboratorních podmínkách	74
Levitron	75
Satelitní síť IRIDIUM	77
Magnetická resonance v medicíně	78
Particle accelerators	80
Mikrovlny	82
Vizualizace vektorových polí	85
Meranie magnetického poľa Zeme.	88

Scénář

25.2	Úvod	
4.3.	Pozvaná přednáška I.	pan ing František Žáček, CSc: Fúze a Tokamak
11.3.	Ústní vystoupení I.	Milikenův polus, paradox dvojčat, Michelsonův pokus, maple
18.3.	Ústní vystoupení II.	rozložení nábojů, elektrostatika, fyzikální extrémy, historické experimenty
25.3.	Ústní vystoupení III.	dif. rovnice, supravodivost, fyzikální humor
1.4.	Posterová sekce I.	
8.4.	Pozvaná přednáška II.	pan doc. ing. Ivan Štoll, CSc.: Relativita za hranice přednášky
15.4.	Ústní vystoupení IV.	magnetismus, příklad, pohyb elektronu v poli
22.4.	Ústní vystoupení V.	Měření rychlost světla, magnetický moment, služby knihoven
29.4.	Ústní vystoupení VI.	magnetické pole Země, Teslův transformátor, Symbolicko-komplexní metoda, MF rozhledy
6.5.	Ústní vystoupení VII.	mikrovlny, ELM, elektromagnetický smog
13.5.	Posterová sekce II.	Zápočty, koledy.
20.5	Exkurse	Ústav fyziky plazmatu AV ČR (CASTOR, PALS ..) & zápočty

Harmonogram ústních vystoupení

Ústní vystoupení I. - 11.3. Chairman: Jan Škrob		
Čas	Kdo	Téma
25'	Ondřej Marek, Magdalena Kettnerová	Milikenův pokus
20'	Vojtěch Juránek	Paradox dvojčat
25'	Markéta Rubáčková,	Michelsonův pokus
25'	Václav Štěpán	Maple

Ústní vystoupení II. - 18.3. Chairman: Vít Jakubský		
Čas	Kdo	Téma
20'	Jan Lochman	Studium rozložení náboje na vodivé kouli za použití numerických metod.
20'	Jiří Trnka	Fyzikální extrémy
20'	Martin Ostapčuk	Elektrostatika
30'	Svoboda Vojtěch	Historické experimenty z elektrostatiky (Maršákovo muzeum)

Ústní vystoupení III. - 25.3. Chairman: Petra Tuserová		
Čas	Kdo	Téma
25'	Michal Bauer	Zpracování dif. rovnic, derivací atd na Excel97 a Gnuplot
30'	Filip Hanzlík	Supravodivost
25'	Jakub Urban	Fyzikální humor

Ústní vystoupení IV. - 15.4. Chairman: Martin Ostapčuk		
Čas	Kdo	Téma
25'	David Koňářík	Základní experimenty z magnetismu - Currie teplota
20'	Táňa Langrová	O fyzicích převážně nevážně + Jak zabít posla
25'	Jan Smotlacha, Jaroslav Hopp, Tomáš Pour, ? Jánský	Pohyb elektronu v poli E, B

Ústní vystoupení V. - 22.4. Chairman: Tomáš Vrba		
Čas	Kdo	Téma
25'	Jan Knytl	Měření rychlosti světla
25'	Dalibor Skokan	Magnetický moment v magnetickém poli
25'	Michaela Koldínská, Petra Tuserová	Služby knihoven

Ústní vystoupení VI. - 29.4. Chairman: Bohumír Šlajs		
Čas	Kdo	Téma
25'	Pavel Bures , Peter Balazi	Zkoumání magnetického pole Země
25'	Jan Škrob, Tomáš Denk	Teslův transformátor (historie fyziky)
25'	Petr Novotný	Symbolicko komplexní metoda
25'	Tomáš Vrba	Časopis: Matematické a Fyzikální rozhledy

Ústní vystoupení VII. - 6.5. Chairman: Michaela Koldínská		
Čas	Kdo	Téma
30'	Bohumír Šlajs, Ondřej Bojar, Vít Jakubský	Mikrovlny - polarizace, ohybové jevy, Dopplerův efekt
20'	Miroslav Dvořák	Hysterezní smyčka
20'	Tomáš Milisdorfer	Elektromagnetický smog

Harmonogram posterové sekce

Posterová sekce I. - 1.4. Chairman: Ondřej Marek & Vojtěch Juránek	
Kdo	Téma
David Koňářík, Magdaléna Kettnerová	Řešení lineárních obvodů (superpozice, Theveniova a Nortonova věta)
Ondřej Bojar, Vít Jakubský	Chaos
Jaroslav Hopp	Určení severu pomocí hodinek
Jan Smotlacha	Satelitní telefonní síť IRIDIUM
Tomáš Pour	Prezentace článku o EL.MAG
Bohumil Dvořák	Magnetohydrodynamické generátory
Michaela Koldínská,	Příklad z elektřiny a magnetismu
Petra Tusarová	Spekulace o nových látkách
Tomáš Vrba	Magnetická rezonance a její využití
Tomáš Milisdorfer	Ottův slovník naučný a fyzika

Posterová sekce II. - 13.5. Chairman: Jaroslav Hopp & Petr Novotný	
Kdo	Téma
Jan Lochman	Jednoduchý magnetometr pro měření změn magnetického pole Země.
Vojtěch Juránek	Pole pohybujícího se náboje
Václav Štěpán	Levitron
Jiří Trnka	Likvidace jaderného odpadu
Ondřej Marek	Vizualizace vektorových polí
Martin Ostapčuk	Urychlovače částic
Michla Bauer	Levitace
Táňa Langrová	Detektory ionizujícího záření
Filip Hanzlík	Kvantová fyzika a normální člověk
Bittner	L. Foucault - přínosy experimentální fyziky (American Science)
Gadas	Auto na termoelektrický pohon (American Science)
Petr Novotný	Metody řešení obvodů se střídavým a stejnosměrným proudem
Jan Knytl	Jaderné zbraně
Ondřej Ploc	Zatmění Slunce
Jaroslav Hopp, Zdeněk Jánský	Určování severu podle hodinek
Dalibor Pánek	Určování zrychlení fotografickou metodou
Bohumír Šlajs	Potřebujeme JETE aneb Svět v číslech
Tomáš Pour	Využití Kerrova jevu k měření rychlosti světla v laboratorních podmínkách
Peter Balazi	Hviezdotrasenie v Magnetaroch
Jan Škrob	Nikola Tesla

Abstracts

Neprošlo recenzí

Maple

Co je Maple (co je CAS), porovnání s MATLABem. Kde a za jakých podmínek je Maple k dispozici. Možné zdroje pro studium (literatura on-line). Ukázky výpočtu.

Literatura:

On-line help, teorie probírána v předmětu PIN II, příklady vypracovány panem Nemeckem:
ftp://math.feld.cvut.cz/pub/maple/spolecny, firemní www stránka: <http://www.maplesoft.on.ca/>

Studium rozložení náboje na vodivé kouli za použití numerických metod.

Jedná se v podstatě o počítačové modelování chování náboje na vodivé kulové ploše. Použit bude program, který bude graficky znázorňovat polohy jednotlivých nábojů. Pravděpodobně bude doplněn o určování základních vzdáleností mezi body pro alespoň orientační zjištění symetrií (pokud symetrie nastanou)

Použitá literatura:

- Electricity and magnetism - Berkley physics course volume 2 (Edward M. Purcell - ruský překlad 1975)
- Basic u mikropočítací (J.+ M. Olehla & kolektiv, NADAS Praha 1988)

Jednoduchý magnetometr pro měření změn magnetického pole Země.

Bude postaven přístroj (magnetometr) ke sledování změny mag. pole případně magnetické bouře. Statistické výsledky budou chci porovnány s výsledky z některých meteorologických stanic (pokud budou k dispozici).

Použitá literatura:

- Elektrina a magnetismus - výklady teoretické (František Koláček, Praha 1904)
- Základy fyzikálních měření I (Brož a kolektiv, 1967 - SPN Praha)

Levitron

Levitron je hračka sestávající z desky a "kací" určitých vlastností. Roztočí-li se kaca bezným způsobem na desce, vznesení se nad ni a setrvá tam (rotující) až několik minut. Proč kaca nespadne? Jak to, že lze najít stabilní polohu? Jaký je teoretický podklad zmíněné závislosti? Případně ukázka levitace samotné.

Literatura:

The Laura Lee Show: Levitron FAQ (<http://www.lauralee.com/physics.htm>)

The Levitron Central: (<http://www.levitron.com/index-orig.html>)

Martin D. Simon: Spin stabilized magnetic levitation

(<http://www.physics.ucla.edu/marty/levitron/>,

<http://www.physics.ucla.edu/marty/levitron/levitaj.ps>)

J. M. McBride: The Chemical Relevance of Earnshaw's Theorem, and how the Levitron? Circumvents It (<http://koerner.chem.yale.edu/levitron.html>)

Denis Faupel und Moritz Groba: Levitron Geklonkt!

(<http://users.aol.com/gykophys/levitron/levitron.htm>)

Lindsey Brumback, Michelle Pinkston, Omar Tesdell: Levitron: A Study of the Influence of Demagnetization on a Magnetic Levitation Device

(http://www.krellinst.org/AiS/iowa/np_levitron/index.htm)

Fyzikální extrémy

- rekordy ve všech fyzikálních oblastech
 - nejvyšší a nejnižší naměřené veličiny
 - nejdokonalejší a nejpřesnější zařízení
- zdroj: Guinnessova kniha rekordů

Elektrostatika

- 1) state of Coulomb's law
- 2) measuring with 3 charges
- 3) an example

Literatura:

Ronald Blum, Duane E. Roller - Electricity, magnetism, and light

Paul A. Tipler - Physics, vol. 2

Edward M. Purcell - Electricity and magnetism

Urychlovače částic

- 1) Jak vypadají, kde jsou
- 2) Jak fungují
- 3) Ceho bylo dosaženo

Zdroj:

Internet, Science (adresy a čísla časopisu, popřípadě jiné zdroje budou upřesněny)

Supravodivost

Co je to vlastně supravodivost, její
rozdělení a co ji způsobuje.
- Využití supravodivosti.

Literatura: skripta El. a magnet.

Fuka, Havelka El. a magnet.

Gibbin Patrani po Schrodingerovi

Kvantová fyzika a normální člověk

- Co vlastně člověk díky kvantové fyzice získal.
- Nové poznatky ve fyzice.

Literatura: Gibbin Patrani po Sch. Kocce

Zkoumání magnetického pole Země

2 - metody

- pomocí statického mag. pole helmholtzových cívek, které se skládá spolu s polem magnetickým.
- pomocí rotující smyčky, a indukce napětí díky mag. poli země v ní.

Teslův transformátor

Vizuálně efektní užití vysokofrekvenčních elektromagnetických polí

Literatura:

- Tesla a jeho zásluhy o elektrotechniku a radiomechaniku, Praha 1941

- Štoll, I.: Fyzika II

- Internet

Mikrovlny

Demonstrace klasických pohybových jevů v gigantickém měřítku, pokus o demonstraci Dopplerova efektu

Určení severu pomocí hodinek

Metoda určení severu pomocí hodinek, odchylka od skutečného směru, závislost chyby měření na ročním období

Satelitní telefoní síť Iridium

VTM (cervenec '98)

-internet:<http://www.iridium.com> , <http://home.zcu.cz/~okehar/iridium.htm>

Služby knihoven

Dozvíte se jaké služby poskytují některé knihovny v Praze (technická, národní, Akademie věd, městská....) zvláštní výhody, dobu provozu, co potřebujete k tomu, aby jste se stali jejich členy, fyzikální knihy, které půjčují....

Symbolická komplexní metoda

Užití komplexních čísel při řešení obvodů střídavého proudu + příklady

Solitony

- Bůh ví co to je

Chaos

Chaos přehledně (pro začátečníky)

Elektromagnetický smog

Visí nad hlavou nebezpečí v podobě elektromagnetického smogu? Rozpory v normách. Názory na působení elektro- magnetického záření. Stínění proti elmg. vlnám.

Literatura:

Encyklopedie Larrouse,
Casopis ABC.

Ottův slovník naučný a fyzika

Jak jsou v Ottově slovníku naučném z přelomu století pojednávána některá témata týkající se fyziky.

Lit.: Ottův sl. nauc.

Metody řešení obvodů se střídavým a stejnosměrným proudem

Věty o náhradních zdrojích

Metoda uzlových napětí

Metoda smyčkových proudů

Grafické řešení - symbolická komplexní metoda

Grafické řešení ke Kirchhoffovým zákonům.

Magnetický moment v magnetickém poli

magnetický moment v magnetickém poli" v sobě skrývá experimentální overení vztahu pro výpočet "kroutícího momentu" neboli momentu síly. Budeme určovat moment síly vznikající působením homogenního magnetického pole na magnetický moment jako funkci:

- 1.intenzity magnetického pole
- 2.uhlu mezi mag. polem a mag. momentem
- 3.velikosti magnetického momentu

K získání homogenního mag. pole použijeme Helmholtzovo zapojení dvou cívek jejichž poloměr je roven jejich vzdálenosti.

Řešení lineárních obvodů (superpozice, Theveniova a Nortonova věta)

Řešení lineárních obvodů pomocí lineární superpozice, umožňuje řešit obvod s více zdroji převodem na řešení obvodu s jedním zdrojem, Theveninovy a Nortonovy poučky, jež umožňují přestřihnout libovolně složitý obvod mezi dvěma svorkami na napěťový nebo proudový zdroj s vnitřním odporem.

Měření rychlosti světla

Jak se rychlost světla měřila a měří; samo měření pak jako zlatý hřeb referátu.

Literatura : doc. Ivan Štoll : Elektrina a magnetismus

Jaderné zbraně

Stručná historie jaderných zbraní, jejich typy a jak vlastně fungují. Účinky a ochrana před těmito.

How to make your
own H-Bomb.

Zatmění Slunce

11. srpna letošního roku nastane zatmění slunce. Je to událost, kdy se ocitnou v jedné přímce tři tělesa sluneční soustavy: Země, Měsíc a Slunce. Je to událost, která se opakuje sice téměř každý rok, ale v těchto zeměpisných šířkách se bude opakovat nejdříve za sto dvacet let. Je to událost, o kterou se zajímají z vědeckých důvodů odborníci, z estetických laici.

Pohyb elektronu v poli E, B

Demonstrace zakřívání dráhy elektronů v homogenním magnetickém poli. Homogenní magnetické pole je vytvářeno mezi Helmholtzovými cívkami, mezi kterými je uzavřena skleněná trubice, ve které jsou emitovány elektrony. Pohyb elektronů je zviditelněn díky zředěnému plynu v trubici (vodíku), který při interakci s elektrony světélkuje.

Literatura : Štoll - Elektrina a magnetismus

Nikola Tesla

Život a vynálezy Nikola Tesly. Tesla jako člověk budoucí doby.

Likvidace jaderného odpadu

Definice a význam centrálního meziskladu

Postoj obyvatel

Výhody a nevýhody

Centrální mezisklad a ostatní varianty

Výběr technologie pro centrální mezisklad

Výběr lokalit pro centrální mezisklad
Vliv centrálního meziskladu na životní prostředí

Tabulky: vybrané lokality pro výstavbu centrálního meziskladu,
průměrné dávky záření různých zdrojů

Hysterezní smyčka

Popis hysterezní smyčky, její zobrazení na osciloskopu, určení koercitivní síly a remanentní magnetické indukce.

Paradox dvojčat

Paradox dvojčat je jedním z nejznámějších tzv. paradoxů speciální teorie relativity, který odporuje tzv. zdravému lidskému rozumu. Pokusil jsem se nejen popsat tento myšlenkový pokus, ale také jsem se pokusil o srovnání jak tento paradox vysvětlují různí autoři.

Literatura: M. Macháček: Encyklopedie fyziky

A. Baiser: Úvod do moderní fyziky

I.Štoll: Elektřina a magnetismus

Krupka, Horák: Fyzika

J. Krempánský: Fyzika

Tipler: Physic, vol.1

Roller: Physic, vol.1

Pole pohybujícího se náboje

Náboj, který je v klidu nebo se pohybuje rovnoměrně přímočaře je pouze idealizací. Ve skutečnosti se náboje většinou pohybují zrychleně nebo křivočaře. Jestliže ještě budeme uvažovat, že informace se mohou šířit maximálně rychlostí světla, platí pro intenzitu el.mag. pole vztahy ze kterých plyne, že urychlovaný náboj vyzařuje el.mag. záření.

Literatura: B. Sedlák, I. Štoll: Elektřina a magnetismus, Academia, Praha 1993

J. Gribbin: Pátrání po Schrodingerově kočce, Columbus, Praha 1998

Potřebujeme JETE aneb Svět v číslech

Mnohoúčelovým využíváním elektrické energie ve všech sektorech (elektrické spotřebiče, osvětlování, elektronika, výroba, topení atd.) její podíl na celkové spotřebě energie ve světě i u nás trvale roste. Přesto se najdou lidé, kteří se domnívají, že jaderná elektrárna Temelín nenajde po desítky let odběratele pro svůj obrovský výkon.

19 přehledně zpracovaných tabulek Vám umožní nahlédnout do dané problematiky a udělat si vlastní názor.

Vířivé proudy a curieho teplota

Demonstrace vířivých proudů pomocí plechu pohybujícího se ve statickém magnetickém poli vytvořeném pomocí trvalých magnetů upevněných v přípravku. Plech, který je zavěšen jako kyvadlo, se pohybuje mezi magnety a je brzděn vířivými proudy, které se v něm indukují. Ukázka změny rychlosti pohybu v závislosti na velikosti magnetické indukce a způsobu prostřihání plechu.

Dalším pokusem je volně zavěšený vodič, kterým protéká proud a je zavěšen v magnetickém poli. Předvedení závislosti výchylky na velikosti magnetického pole, na velikosti a směru protékajícího proudu.

Ukázka projevu Curieho teploty na magnetický materiál.

Hviezdotrasenie v Magnetaroch

Zaujima vas, co sposobilo znicenie detektorov gama ziarania na obeznej drahe? Viete, ze bol objaveny novy druh neutronovej hviezdy pomenovanej magnetar. Chcete sa dozvediet akym sposobom mozu vzniknut magneticke polia s intenzitou az stoviek terateslou. Staci iba ked si prezriete moj poster.

Proceedings

Neprošlo recenzí

Millikanův experiment

Ondřej Marek, Magda Kettnerová

Tento experiment z roku 1911 představuje přímý způsob stanovení elementárního náboje. Elementární náboj byl však zjišťován i jinými způsoby. Vlastně se jednalo o experimenty při nichž experimentátor vytvořil mlhovinu a sledoval např. srážení kapiček vody na zrnkách prachu či změnu objemu plynu v různých podmínkách. Takovýmto experimentátorem byl např.: Aikents, který se pokoušel změřit elementární náboj pomocí prachových zrněk či Thomson, který jako první změnil ionu e . Všichni Millikanovi předchůdci však měli něco společného, byl to jejich pohled na mlhovinu. Mlhovinu totiž chápali jako celek. Millikanův pohled na celý experiment byl odlišný. Soustředil se totiž pouze na 1 kapénku oleje, glycerinu nebo rtuť.

K pozorování pohybu kapénky Millikan sestavil aparaturu, která se skládala ze dvou vodorovně orientovaných desek kondenzátoru mezi něž jsou vstřikovány drobné olejové kapičky, mikroskopu, který je umístěn u kondenzátoru a pomocí něhož jsou kapénky pozorovatelné pouhým okem, stojan, který drží celou vakuovou komoru s kondenzátorem, rozstřikovacího zařízení, zdroje napětí, zdroje ionizujícího záření.

Experiment začíná vstříknutím kapének oleje rozprašovačem do vakuové komory (při rozstříknutí dochází ke tření a tak vzniká na částicích elektrický náboj). Elektricky nabitě částice se začnou pohybovat vlivem gravitace směrem dolů (jak můžeme sledovat pod mikroskopem). Po zapnutí zdroje napětí však můžeme sledovat, že některé kapénky se začnou pohybovat k nabitě desce kondenzátoru (směrem vzhůru). Právě tyto kapénky nás začnou zajímat a začneme měřit například jejich dráhu v konstantním čase při vypnutém a zapnutém elektrickém poli. Z naměřených výsledků sestavíme histogram. Celý pokus nejen že měří elektrický náboj, ale také dokazuje kvantování energie, což je patrné z histogramu. Naměřené hodnoty se totiž budou nápadně blížit násobkům elementárního náboje (při správném měření).

Použitá literatura:

Rudolf Faukner - Moderní fyzika

Doc. Ing. Ivan Štol, Csc. – Elektřina a magnetismus

Fyzikální extrémy

Jiří Trnka

Nejvyšší teplota

Nejvyšší teploty dosažené lidskou činností vznikají v centru výbuchu termonukleární bomby a dosahují řádově 300 - 400 mil. °C. Z kontrolovatelných teplot se udává nejvyšší efektivní laboratorní teplota v reaktoru typu tokamak Princestonské laboratoře plazmové fyziky v USA z června 1986 a to 230 mil. °C.

Nejnižší teplota

Nejnižší teplota 3×10^{-8} K nad absolutním bodem mrazu byla dosažena ve dvoustupňovém jaderném kryostatu v Espoo ve Finsku v červnu 1984.

Nejžhavější plamen

Nejžhavější plamen může vzniknout ze subnitridu uhlíku. Jeho teplota podle propočtů může při tlaku 1 atm dosáhnout 5261 K.

Nejmenší teploměr

Fredrich Sachs, biofyzik Newyorské státní univerzity v Buffalu, vyvinul ultramikroteploměr pro měření teploty jednotlivých živých buněk. špička má v průměru 1 mikron tj. 1/50 průměru lidského vlasu.

Největší barometr

Vodní barometr o výšce 12 m zkonstruoval Bert Bool, správce Barometrického muzea v Maartensdijku, Nizozemsko, kde je přístroj umístěn.

Nejvyšší tlak

Nejvyšší tlak vyvinutý v laboratoři dosáhl v gigantickém hydraulickém lisu ve tvaru broušeného diamantu v Carnegie institution's Geophysical Laboratory ve Washingtonu v červnu 1978 1700 tun na 1 cm^2 (170 GPa). Při užití nárazových metod a nárazové rychlosti až do 29000 km/h byl USA r. 1958 dosažen momentální tlak 75 miliónů atmosfér tj. 7000 GPa.

Nejvyšší vakuum

Nejvyšší vakuum v hodnotě řádově 10^{-16} Pa bylo dosaženo ve středisku IBM v New Yorku v říjnu 1976 v kryogenním zařízení s teplotou pod -200 °C.

Nejvyšší rychlost

Nejvyšší rychlost, jakou kdy byl vystřelen předmět, je 150 km/s. Touto rychlostí byl vystřelen plastický disk v Naval Research Laboratory ve Washingtonu v srpnu 1980.

Nejrychlejší odstředivka

Nejvyšší otáčivá rychlost pozemského předmětu činí 7250 km/h, byla dosažena vířením 15,2 cm dlouhé kónické tyče z uhlíkatého vlákna ve vzduchoprázdnu. Podařilo se to na Birminghamské univerzitě v Anglii v lednu 1975.

Nejdelší ozvěna

Nejdelší ozvěna v budově trvá 15 sekund. Je to ozvěna, která následuje po zabouchnutí dveří v kapli Chapel of the Mausoleum v Hamiltonu ve Velké Británii, postavené v letech 1840-55.

Nejvyšší tón

Nejvyšší tón o kmitočtu 60 GHz byl vytvořen laserovým paprskem zaměřeným na safírový krystal v Massachussets Ins. v září 1964.

Nejsilnější elektrický proud

Nejsilnější elektrický proud vyrobí zařízení Zeus Capacitor v Los Alamos Scientific Laboratory v USA. 4032 kondenzátorů zapojených v jednom okamžiku by na několik mikrosekund vyrobilo dvojnásobek proudu, který se na světě vyrábí.

Nejvyšší napětí

Nejvyšší potenciálový rozdíl, jaký kdy byl změřen v laboratoři je $32 \pm 1,5$ miliónu voltů. měření provedla National Electrostatics corporation v Oak Ridge, USA.

Nejsilnější laserový paprsek

První ozáření jiného nebeského tělesa se uskutečnilo 9. května 1962 na Massachusetts Institute of Technology v USA. Světelný paprsek, vyslaný pomocí laseru připevněného k 122centimetrovému dalekohledu, se odrazil od měsíce. Průměr osvětleného místa na Měsíci se odhaduje na 6,4 km.

Lawrence Livermore Laboratory v Kanadě má k dispozici laser Shiva, který při zkoušce 18. května 1987 byl schopen soustředit $2,6 \times 10^{13} \text{ W}$ na cíl o velikosti špendlíkové hlavičky po dobu $9,5 \times 10^{-11} \text{ s}$.

Nejsilnější světlo

Umělý zdroj nejjasnějšího světla z nepřetržitě svítících zdrojů je vysokotlaká argonová výbojka (313 kW) o síle 1200000 svíček.

Nejnižší tření

Nejnižší koeficient statického a dynamického tření pevných látek je 0,02 u polytetrafluorethylenu (PTFE) - rovná se tření vlhkého ledu na vlhkém ledě. Na Virginské univerzitě mají odstředivku, jejíž 13,6 kg těžký rotor, magneticky uložený, byl roztočen na 1000 ot/s ve vakuu 10^{-6} mm tlaku rtuťového sloupce. Za 1 den ztrácí pouze 1 ot/s.

Nejsilnější mikroskop

Řádkovací tunelový mikroskop sestavený r. 1981 výzkumnou laboratoří IBM v Curychu má schopnost zvětšit až 100 milionkrát a rozložit atom až na 0,01 průměru.

Nejmenší otvor

V listopadu 1979 byl v Oxfordu za použití elektronového mikroskopu JEM 100C a zařízení Quantel Electronics vyvrtán otvor o průměru 4×10^{-6} mm. Nalézt takový otvor znamená totéž jako nalézt špendlíkovou hlavičku v bloku sena o straně 1,93 km.

Nejcitlivější váhy

Nejpřesnější váhy na světě jsou Sartorius Model 4108, vyrobené v Goetingenu, SRN. Jsou schopny zvážit předměty až o hmotnosti 0,5 g s přesností 0,01 μg , což je o něco více než 1/60 hmotnosti tečky na konci téhle věty.

Nejjemnější řez

V červnu 1983 oznámila kalifornská laboratoř Lawrence Livermore National Laboratory, že její zařízení Large Optics Diamond Turning Machine, oceněné na 13 mil. dolarů, je schopno přerýznout lidský vlas v podélném směru na 3000 vláken.

Nejtěžší magnet

Nejtěžší magnet na světě má Spojený ústav jaderných výzkumů v Dubně u Moskvy. Měří v průměru 60m, váží 36000 tun a určen pro 10 GeV synchrociklotron.

Nejmocnější částicový urychlovač

Protonový synchrotron ve Fermi National Accelerator Laboratory v Batavii v USA, který má v průměru 2 km, je nejsilnější urychlovač na světě. V květnu 1976 zde bylo poprvé dosaženo energie 500 GeV, v říjnu 1985 se podařilo kolizi svazků protonů a antiprotonů dosáhnout koncentrované energie 1,6 TeV.

Řešení lineárních obvodů

Magdaléna Kettnerová, David Koňářík

Lineární součástky

Za lineární součástku považujeme součástku jejíž voltampérová charakteristika je tvořena přímkou, tj. závislost proudu na napětí je přímá úměra.

Pozn. u grafu musíme brát v úvahu měřítka na osách.

Lineární obvod

Jedná se o obvod složený pouze z lineárních součástek. Jediná nelineární součástka změní obvod na nelineární.

Princip lineární superpozice

Pro usnadnění řešení obvodů s několika zdroji elektrické energie je výhodné využít principu lineární superpozice, který platí v lineárních obvodech.

Princip řešení:

Výsledné napětí působící mezi libovolnými místy obvodu nebo proud procházející kteroukoliv částí obvodu při současném působení všech zdrojů určíme jako součet napětí nebo proudů vypočtených při působení jednotlivých zdrojů samostatně.

Kuchařka:

V obvodu necháme vždy jen jeden ze zdrojů, ostatní nahradíme jejich vnitřními odpory, napět'ové zkratem a proudové přerušením, a vypočteme jeho podíl na výsledném proudu (napětí) v daném místě. Výsledný proud (napětí) získáme sečtením, s ohledem na znaménka, jednotlivých dílčích proudů (napětí).

Věty o náhradním obvodu lineárního zdroje

Řešení lineárních elektrických obvodů si můžeme usnadnit zjednodušením daného obvodu mezi zvolenými svorkami převedením celého obvodu na náhradní zdroj, napět'ový nebo proudový s jeho vnitřním odporem, který se mezi zvolenými svorkami chová jako původní obvod. Metody jsou výhodné např. u obvodu, kde se mění pouze část obvodu a zbytek zůstává stejný.

Theveninova věta

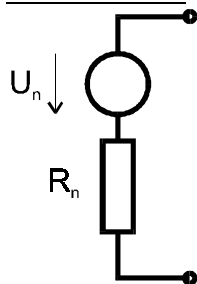
Princip řešení:

Jakýkoliv aktivní jednobran (obvod složený z lineárních pasivních součástek a z lineárních zdrojů) je možno nahradit sériovým zapojením ideálního zdroje napětí U_n a odporu R_n .

Kuchařka:

Odpor R_n určíme jako odpor mezi svorkami, když jsou všechny zdroje vyřazeny (nahradíme je jejich vnitřními odpory). Napětí zdroje U_n určíme jako napětí mezi svorkami naprázdno (není připojena žádná zátěž).

Náhradní obvod:



Nortonova věta:

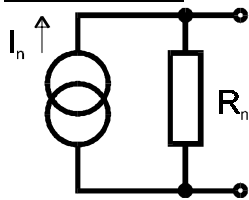
Princip řešení:

Jakýkoliv aktivní lineární jednobran lze nahradit ideálním zdrojem proudu I_n zapojeným paralelně k vnitřnímu odporu jednobranu R_n .

Kuchařka:

Odpor R_n určíme stejně jako u Theveninovy věty. Náhradní proud zdroje I_n určíme jako proud mezi svorkami, když jsou zkratovány.

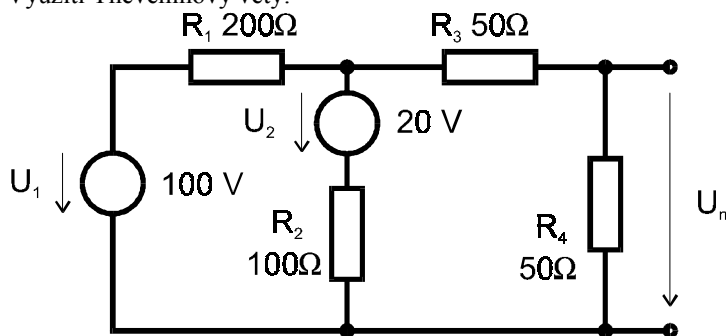
Náhradní obvod:



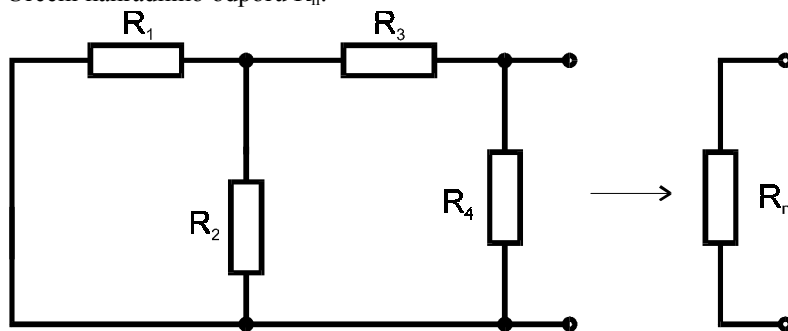
pozn. Nortonovy a Theveninovy věty lze použít k převedení proudového zdroje na napěťový a naopak. Je to výhodné při řešení obvodů, pokud se nám tímto obvod zjednoduší.

Příklad:

Využití Theveninovy věty:



Určení náhradního odporu R_n :



$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 66,67\Omega$$

$$R_{123} = R_{12} + R_3 = 116,67\Omega$$

$$\underline{\underline{R_n = \frac{R_{123} R_4}{R_{123} + R_4} = 35\Omega}}$$

Určení náhradního napětí zdroje U_n :

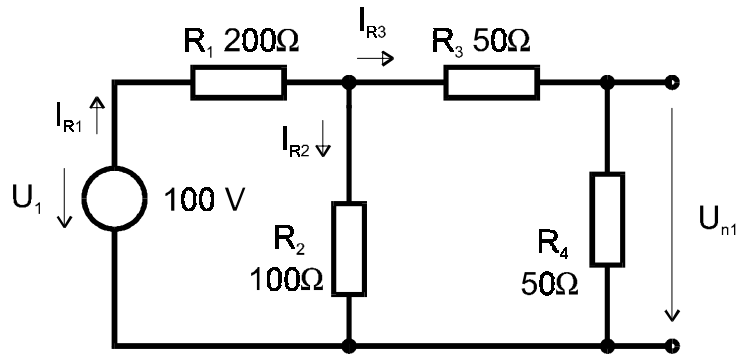
Využijeme např. metody superpozice

1)

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 100\Omega$$

$$R_{234} = \frac{R_2 R_{34}}{R_2 + R_{34}} = 50\Omega$$

$$R_{1234} = R_1 + R_{234} = 250\Omega$$

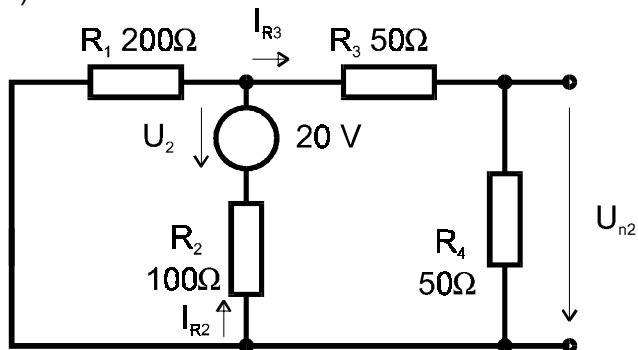


$$I_{R1} = \frac{U_1}{R_{1234}} = 0,4A$$

$$I_{R3} = I_{R4} = \frac{U_{R2}}{R_{34}} = \frac{I_{R1} R_{234}}{R_{34}} = 0,2A$$

$$U_{n1} = R_4 I_{R4} = 10V$$

2)



$$R_{34} = R_3 + R_4 = 100\Omega$$

$$R_{134} = \frac{R_1 R_{34}}{R_1 + R_{34}} = 66,67\Omega$$

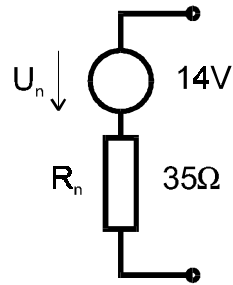
$$R_{1234} = R_2 + R_{134} = 166,67\Omega$$

$$I_{R2} = \frac{U_2}{R_{1234}} = 0,12A$$

$$I_{R4} = I_{R3} = \frac{U_{R1}}{R_{34}} = \frac{I_{R2} R_{134}}{R_{34}} = 0,08A$$

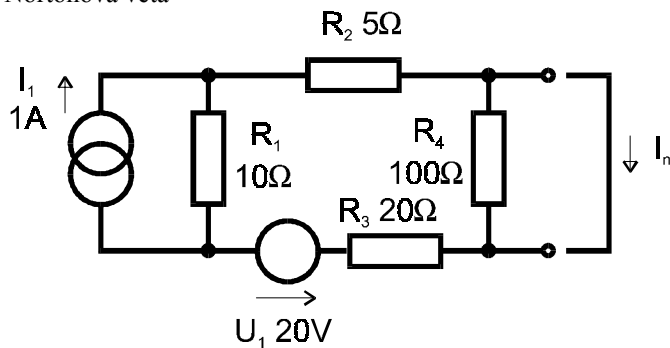
$$U_{n2} = I_{R4} R_4 = 4V$$

$$\underline{\underline{U_n = U_{n1} + U_{n2} = 14V}}$$

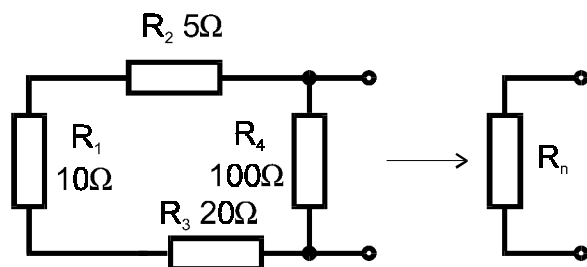


Příklad:

Nortonova věta



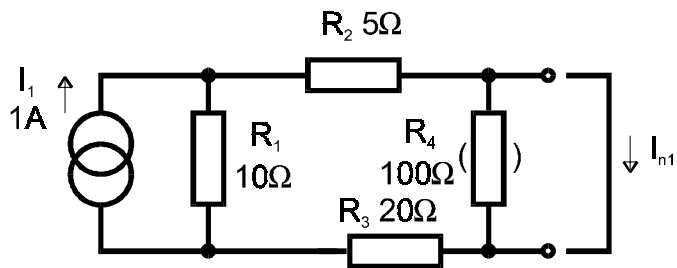
Určení náhradního odporu R_n



$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3 = 35\Omega$$

$$R_n = \frac{R_{123} R_4}{R_{123} + R_4} = 25,93\Omega$$

Určení proudu I_n
opět využijeme metody superpozice



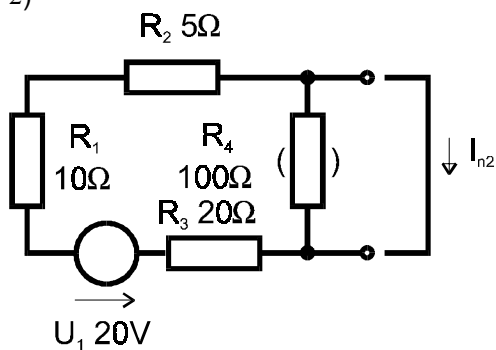
$$R_{23} = R_2 + R_3 = 25\Omega$$

$$R_{123} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 7,14\Omega$$

$$U_{R1} = R_{123} I_1 = 7,14V$$

$$I_{n1} = \frac{U_{R1}}{R_{23}} = 0,286A$$

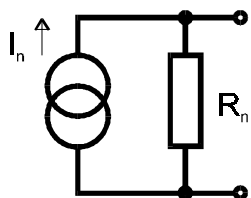
2)



$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3 = 35\Omega$$

$$I_{n2} = \frac{U_1}{R_{123}} = 0,571A$$

$$\underline{\underline{I_n = I_{n1} + I_{n2} = 0,857A}}$$



Literatura:
Mařátko, J.: Elektronika, Praha, IDEA SERVIS 1995

Centrální mezisklad vyhořelého jaderného paliva

Jiří Trnka

- není skládka jaderného odpadu
- není konečným úložištěm
- není žádnou továrnou
- nebude tajemným hrobem
- není zbytečnou stavbou

Definice a význam centrálního meziskladu

Shrneme-li uvedená fakta, dostaneme definici centrálního meziskladu jako nepříliš složité průmyslové stavby, kde bude po dobu 40 - 50 let pod nepřetržitou kontrolou skladováno vyhořelé palivo z jaderných elektráren Dukovany a Temelín. V ostrém kontrastu s touto jednoduchou definicí je rozvaha o ekonomickém a politickém významu meziskladu. Ten je odvozen od významu jaderné energetiky v České republice, jejíž chod je podmíněn nutností měnit v jaderných reaktorech palivo a palivo již použité někde skladovat. Uvědomíme-li si, že JE Dukovany vyrábí 23% spotřebovávané elektřiny v ČR a spolu JE Temelín budou pokrývat téměř 50 % naší spotřeby, můžeme zhodnotit jejich přínos pro životní prostředí a ekonomiku.

Bez skladování vyhořelého jaderného paliva a dalšího chodu jaderných elektráren by bylo nutné zastaralé a příliš velké kapacity tepelných elektráren nahradit jiným zdrojem elektřiny, kterým by se v takovém rozsahu mohl stát jedině zemní plyn. To by ovšem znamenalo postavit plynové elektrárny a dovážet obrovská množství zemního plynu. Kvůli vysokým nákladům by se výrazně zvýšila cena elektřiny a Česká republika by se také stala silně závislou na zahraničí.

Postoj obyvatel

Vydeme-li z toho, že centrální mezisklad vyhořelého jaderného paliva je stavbou nepříliš složitou, která bude pod neustálou kontrolou a jejíž význam pro celou Českou republiku je zásadní, naskytá se otázka, proč se i jen zmínka o jeho výstavbě v některém regionu setkává s tak velkým odporem obyvatel. Příčinou je spolupůsobení dvou faktorů. Prvním je nedostatek informací o tom, co to centrální mezisklad vlastně je, a z toho plynoucí představa kouřící haldy radioaktivního odpadu. Druhým faktorem je strach z radioaktivního záření. Radioaktivní záření doprovází špatná pověst jaderných zbraní a černobylské havárie, množství pověr a málo informací. Kdyby bylo toto záření viditelné, viděli bychom, že je v každém okamžiku okolo nás, že je nedílnou součástí přírody, civilizace a nás samých, a neděsilo by nás. Kdyby navíc jeho intenzita byla rozpoznatelná barevně, viděli bychom, že nejvíce radioaktivního záření dostáváme z kosmu, lékařských vyšetření, radonu v bytech a z potravin a zjistili bychom, že se ozařujeme navzájem. Každý z nás by viděl, že radioaktivní záření z meziskladu je mnohonásobně menší, než jakým jsme v každém okamžiku ozařováni z okolní přírody a umělých zdrojů. Nevýhodu neviditelnosti by mohla vyvážit snadná měřitelnost radioaktivního záření. Možnost kontroly pomocí měřicích přístrojů budou mít i obyvatelé obcí okolo centrálního meziskladu.

Výhody a nevýhody

Pochopitelnou reakcí většiny lidí, kteří si uvědomují význam centrálního meziskladu pro ČR, je finančně podpořit region, který tak důležitou stavbu akceptuje. Stejný názor zastává i ČEZ, která každoročně věnuje část svého hrubého zisku na podporu těch regionů, kde stojí její elektrárny. Podle stejného principu bude podporovat i obce v blízkosti centrálního meziskladu.

Centrální mezisklad a ostatní varianty

Meziskladování vyhořelého jaderného paliva je z technického i ekonomického hlediska nezbytnou součástí tzv. palivového cyklu, který v sobě zahrnuje veškeré zacházení, jak s čerstvým, tak s vyhořelým jaderným palivem. Na tomto místě je potřeba odpovědět na otázku, proč ČEZ z možných variant vybrala právě variantu meziskladu centrálního. V úvahu přicházela ještě výstavba meziskladů v lokalitách elektráren, dimenzovaných pouze pro jejich potřeby, přepracování vyhořelého jaderného paliva v zahraničí a čistě teoreticky meziskladování vyhořelého

jaderného paliva v zahraničí. Pravděpodobnost, že se podaří najít pro vyhořelého jaderného paliva skladovací kapacitu v zahraničí, byla od počátku mizivá, protože všechny země, využívající jadernou energii toto z politických i technických důvodů odmítají. Přepřacování vyhořelého jaderného paliva v zahraničí by bylo pro českou energetiku velmi nevýhodné. Za prvé neúměrně drahé a za druhé pouze odsouvá potřebu vybudovat skladovací kapacity v ČR, protože vysoce radioaktivní zbytky z přepracování by bylo třeba taktéž skladovat a posléze uložit na našem území. Nejvýznamnějším konkurentem varianty centrálního meziskladu by byla výstavba meziskladů pro JE Dukovany a JE Temelín v jejich areálech. Ta se zdála být velmi pravděpodobná poté, co se ukázalo, že odvoz vyhořelého jaderného paliva do Ruska je nereálný, a byl o nutné zajistit pro tuto elektrárnu skladovací kapacitu již pro rok 1995. Jinak by musela být odstavena z provozu. V takto krátkém termínu nebylo možno postavit mezisklad jinde než v areálu dukovanské elektrárny protože tato lokalita byla již dříve dokonale proměřena a vyhovuje přísným předpisům pro umístění meziskladu vyhořelého jaderného paliva. V průběhu povolenáckého řízení na výstavbu dukovanského meziskladu byla na žádost obcí z okolí JE Dukovany omezena kapacita meziskladu na 600 tun vyhořelého paliva. Tato kapacita není dostatečná pro celou dobu provozu JE Dukovany, která vyprodukuje zhruba

1500 tun vyhořelého paliva. Z těchto a dalších, zejména strategických důvodů, bylo rozhodnuto o výstavbě centrálního meziskladu, který by pojmul vyhořelé palivo z JE Dukovany a JE Temelín a měl by být uveden do provozu v roce 2005.

Výběr technologie pro centrální mezisklad

Mezisklady vyhořelého jaderného paliva, které jsou dnes ve světě provozovány, se dělí do dvou kategorií, na tzv. suché a mokré. Liší se především způsobem, jakým jsou vyhořelé palivové kazety chlazeny. U mokrých meziskladů jsou chlazeny vodou, u suchých vzduchem. Vzhledem k tomu, že suchá skladovací metoda je modernější, jednodušší a tudíž i ekonomičtější, nebylo těžké rozhodnout, že centrálního meziskladu bude meziskladem suchým.

Druhým důležitým krokem je výběr typu suchého meziskladu. Ten by měl specifikovat, jakým způsobem bude vyhořelé jaderné palivo skladováno. Na výběr je řada možností. Kazety s vyhořelým jaderným palivem mohou být skladovány ve větším množství v kovových nebo betonových kontejnerech různých parametrů a konstrukce, tyto kontejnery mohou být zastřešeny různým typem budov, nebo případně nemusejí být zastřešeny vůbec. K dispozici je i technologie, při které je každá palivová kazeta skladována zvlášť v betonových šachtách. Technologie skladování ještě nebyla vybrána. Tu určí až výběrové řízení na hlavního dodavatele stavby. Uvažuje se o dvou variantách suchého meziskladu, o variantě podzemní a nadzemní. zatím jediným meziskladem vybudovaným podzemí je švédský centrální mezisklad umístěný ve sklaní jeskyni 30 m pod povrchem. Zde jsou vyhořelé palivové kazety uloženy v bazénech s chladicí vodou, chráněny před útoky z venčí třicetimetrovým nadloží. U většiny meziskladů je vyhořelé jaderné palivo před vlivy zvenčí, např. pádem letadla, chráněno dostatečně odolnými nebo ocelovými kontejnery. Proto už není třeba tyto kontejnery umístit pod zem. Proč se tedy uvažuje i o podzemní variantě? Důvody jsou dva. Za prvé, pokud je vyhořelého jaderného paliva dokonale chráněno proti venkovním vlivům mohutnými kontejnery, je v těchto kontejnerech umístěných pod zemí chráněno ještě dokonaleji. Za druhé je tu důvod estetický. Nadzemní mezisklad by zřejmě měl formu zhruba 200 m dlouhé, 50 m široké a 20 m vysoké skladovací budovy. Ta by mohla v určitém typu krajiny působit rušivě.

Výběr lokalit pro centrální mezisklad

Výběr potencionálně vhodných lokalit pro výstavbu centrálního meziskladu byl proveden v roce 1993 společností Terplan, a.s., firmou specializovanou na územní plánování. Výběr byl učiněn na základě vyhlášky č. 4 Československé komise pro atomovou energii z roku 1979 o obecných kritériích zajištění jaderné bezpečnosti při umísťování staveb s jaderným zařízením. Vybráno bylo 12 lokalit České republiky. Se dvěma lokalitami - Dukovany a Temelín - se nepočítá. V první fázi byla vypracována mapa ČR, na které byly vyznačeny oblasti vhodné, podmíněně vhodné a nevhodné pro umístění centrálního meziskladu. Vznik této mapy si lze jednoduše představit tak, že na základě kritérií uvedených ve vyhlášce č. 4 ČSKAE vzniklo 18 dílčích map ČR s územími vhodnými nebo podmíněně vhodnými pro výstavbu centrálního meziskladu. Výsledná mapa vznikne, když těchto 18 map položíme na sebe a vyznačíme, kde se vhodná a podmíněně vhodná území všech map překrývají. Tato mapa ukazuje, že v ČR existuje velké množství území, vhodných pro výstavbu centrálního meziskladu. K hlavním požadavkům patřily dostupnost železnicí, vzdálenost od státní hranice a nízká hustota osídlení. Požadavek umístit centrální mezisklad do málo zalidněné oblasti vychází z doporučení mezinárodní agentury pro atomovou energii, ale není nikde v legislativě zakotven a není pro něj ani zvlášť pádný důvod, protože centrální mezisklad nebude mít žádný negativní vliv na okolní prostředí. Tato situace ovšem paradoxně vyvolá v lidech pocit, že je mezisklad nebezpečný,

když se umísťuje do málo osídlených oblastí. Hlavní důvod k tomu je ten, že malému počtu obyvatel v blízkosti centrálního meziskladu je možné umožnit přímo návštěvu meziskladu, seznámit je se všemi dostupnými informacemi a tím je přesvědčit u významu i bezpečnosti celého systému. U mnohaticových aglomerací toto není možné.

Potencionálně vhodné lokality vybrané v roce 1993 pro výstavbu centrálního meziskladu

lokality	okres	lokality	okres
1. Pastuchovice	Plzeň-sever	7. Nová ves	Jihlava
2. Srby	Plzeň-jih	8. Dolní cerekev	Jihlava
3. Kozčín	Klatovy	9. Sklaka	Žďár n. S.
4. Pačejov	Klatovy	10. Dětrichov n. Bystřicí	Bruntál
5. Karlovka	Tábor	11. JE Temelín	České Budějovice
6. Horní cerekev	Pelhřimov	12. JE Dukovany	Třebíč

Vliv centrálního meziskladu na životní prostředí

Vyhořelé jaderné palivo je považováno za nebezpečný odpad z toho důvodu, že obsahuje vysokoradioaktivní prvky - radionuklidy. Veškerá opatření a technologie spojené se skladováním vyhořelého jaderného paliva mají jediný cíl: zabránit průniku těchto radionuklidů do životního prostředí. Vyhořelé jaderné palivo bude skladováno v kontejnerech (s velkou pravděpodobností), jejichž těsnost je neustále monitorována. Navíc, i kdyby těsnost kontejneru byla porušena, nedojde k úniku radioaktivních látek, protože vyhořelé jaderné palivo je pevného skupenství a je uzavřeno v palivových článcích. Že by došlo k takovému mechanickému poškození kontejnerů, při kterém by se vyhořelé jaderné palivo dostalo mimo kontejner, je nemožné. Například kontejnery CASTOR vybrané pro skladování vyhořelého jaderného paliva v meziskladu JE Dukovany jsou projektovány, tak aby vydržely pád z mnohametrových výšek, mechanické namáhání i při 800 až 1200 C, pád letadla nebo ponoření do vody až do hloubky 200 m. Skladovací kontejnery jsou konstruovány tak, aby odstínily radioaktivní záření. Neodstíní sice všechno, ale vyzařované množství je skutečně zanedbatelné (viz. tabulka). Ve vzdálenosti 400 m od Dukovanského meziskladu jsme ozařováni množstvím, které je ekvivalentní sledováním barevné televize. Teplo, které se bud uvolňovat vyhořelého jaderného paliva, bude z povrchu kontejnerů odváděno přirozeným tahem vzduchu do okolí. Je to vlastně jediný "odpad", který bude mezisklad produkovat. Jeho dopad na okolí je však zanedbatelný. Nemůže v žádném případě ovlivnit klima v okolí meziskladu.

Přehled některých radioaktivních zářičů a jejich výkonů

Zdroj Dávkový příkon (nSv/rok)

přirozené zdroje

kosmické záření 200 m n.m.	350 000
záření ze zemské kůry	500 000
záření ze stavebních mat.	300 000
radonové záření	900 000

umělé zdroje

barevný televizor	20 000
záření z potravin	300 000
lékařské rentgenové vyšetření	400 000
bydlení v blízkosti JE	20 000
mezisklad vyhoř. j. paliva (Dukovany, 3 km)	0,000 012

Literatura: přírodovědecký časopis Vesmír, 11/1997
informační materiály ČEZ, JE Dukovany

JAK ZNEŠKODNIT POSLA

Langrová Táňa

Katolická církev měla v otázce ochrany před bleskem celkem jasno. Je to posel boží trestající lidstvo a proti božímu zásahu není dovoleno se bránit. Proto je milým historickým paradoxem, že první(druhý)vynálezce hromosvodu Prokop Diviš, konstruktér povětrnostního stroje v Příměticích, byl knězem. A druhého (prvního) Benjamina Franklina napadla myšlenka na hrm. právě při pozorování, kterak blesk udeřil do kostelní věže (přeskočil na drát zvonku a byl sveden do země). Předtím spolu s Gassendim, Daribardem atd. objasnil elektrickou podstatu blesku a koncem osmnáctého století vznikla první verze dnes už klasického Franklinova hromosvodu, která se rychle rozšířila.

A jak se od té doby pokročilo? První snahy o vylepšení se objevily koncem devatenáctého století, kdy se kvůli korozi začaly pozlácovat hroty na konci jímáče. Skutečné inovace ale dočkaly až ve století dvacátém s rozvojem tzv. aktivních hromosvodů, tedy hrm. s lepší konstrukcí jímáčího zařízení ESE (early streamer emission), které účinněji chrání okolní prostor před přímými údery blesku. Jímáč tohoto zařízení by měl vyslat brzký vstřícný výboj-streamer-tak, aby se setkal dříve s vůdčím výbojem-leader- a vytvořil tak vodivou dráhu pro kanál hlavního bleskového výboje.

Prvním pokusem byly tzv. radioaktivní hrm (radioaktivní izotopy vytvářejí okolo hrotu ionizovanou oblast, která měla usnadnit vznik vstřícného výboje). Do módy přišly díky ceně v šedesátých letech a popularitě se těšily do zjištění, že v bouři vinnou prostorového náboje selhávají a ze střech pozvolna mizí radioaktivní hroty. Některé státy jejich používání dokonce zakázaly. V osmdesátých letech se začalo s výrobou tzv. PDA hromosvodů (hrm se zařízením k zapálení jiskry). Špičky jejich jímáčů sbírají energii zvýšeného elektrického pole během bouřky, která napájí el. obvod v dolní části jímáče, který generuje vysokonapětové impulsy, které ionizují okolí hrotu středové jímáčí tyče. Vstřícný výboj tedy vystupuje až o desítky nanosekund dříve, ale není prokázáno, že by se i dříve dokázal spojit s dolů sestupujícím výbojem (spíše naopak-v srovnávacích testech je úspěšnější klasický Franklinův).

V budoucnosti se uvažuje o jímáčích s toroidy umístěnými koncentricky pod vrcholem jímáče (větší prostorový náboj), o novodobé verzi Divišova povstr. odpuzovačích blesku (vícebodové jímáče využívající koronu), o blescích uměle spuštěných raketami táhnoucími za sebou tenký vodič nebo o laserových hrm. (laserový paprsek by mohl pojmout vůdčí výboj během jeho sestupu k zemi a určovat dále jeho dráhu, varianta pro obzvlášť citlivá zařízení).

Toliko o technickém pokroku v ochraně před normálním bleskem (škarohlídi tvrdí, že veškeré novinky v této oblasti fungují nanejvýš stejně spolehlivě jako starý dobrý Franklinův). Kulový pro nás zůstává stále záhadou, tam nezbyvá než zkusit třeba některou lidovou metodu zažehnání nebezpečí praktikovanou předky. Nejspíš zapálení hromniček, neboť kdysi nejrozšířenější zvonění je u nás od dob Josefa II zakázáno.

SUPRAVODIVOST

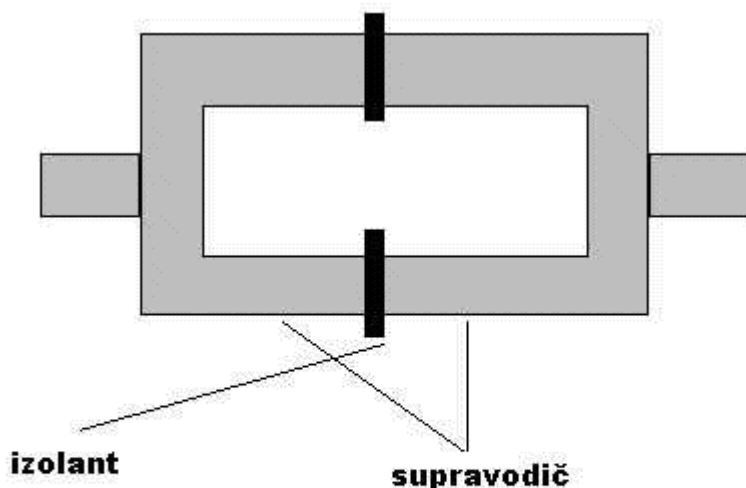
Filip Hanzlík

Supravodivost je takový stav hmotné substance, při níž materiál neklade žádný zaznamatelný odpor průchodu elektrického proudu, neuvolňuje se žádné ohmické teplo, materiál vypuzuje ze svého objemu magnetické siločáry (odpuzuje vnější magnetické pole - tzv. **Meissneruv jev**) a při průchodu proudu sám kolem sebe vytváří velmi silné magnetické pole.

Supravodivost objevil roku 1911 holandský fyzik Kamerlingh-Onnes, když tři roky poté, co se mu podařilo zkapalnit hélium (4,2 K), zjistil u rtuti zchlazené kapalným heliem nulový elektrický odpor. Jelikož je chlazení kapalným heliem velmi nákladné, nemohla se supravodivost komerčně využívat. Fyzikům nízkých teplot trvalo pak přes šedesát let, než dosáhli u supravodičů zvýšení kritické teploty (teplota, při níž se materiál stane supravodivým) o 20° C. Převrat nastal v roce 1986 identifikací nových typu materiálu supravodivých za mnohem přijatelnějších teplot. Pokrok je významný tím, že už od 77 K lze materiály chladit kapalným dusíkem, který je mnohem výhodnější než hélium. Z tohoto důvodu se supravodičům s krit. teplotou vyšší než 77 K říká **vysokoteplotní**. V současné době byly objevené materiály které se stávají supravodivými při pokojové teplotě. O jejich stabilitě však nejsem informován (asi nic moc). Komerčně nejvyžívanějším materiálem je asi **YBaCuO**, hledají se jeho nejvhodnější modifikace. Jeho příprava je technicky nenáročná - sami si doma můžete vyrobit nějaký supravodič. Postačí vám k tomu (mimo jiné drobnosti) sklářská pec a lis.

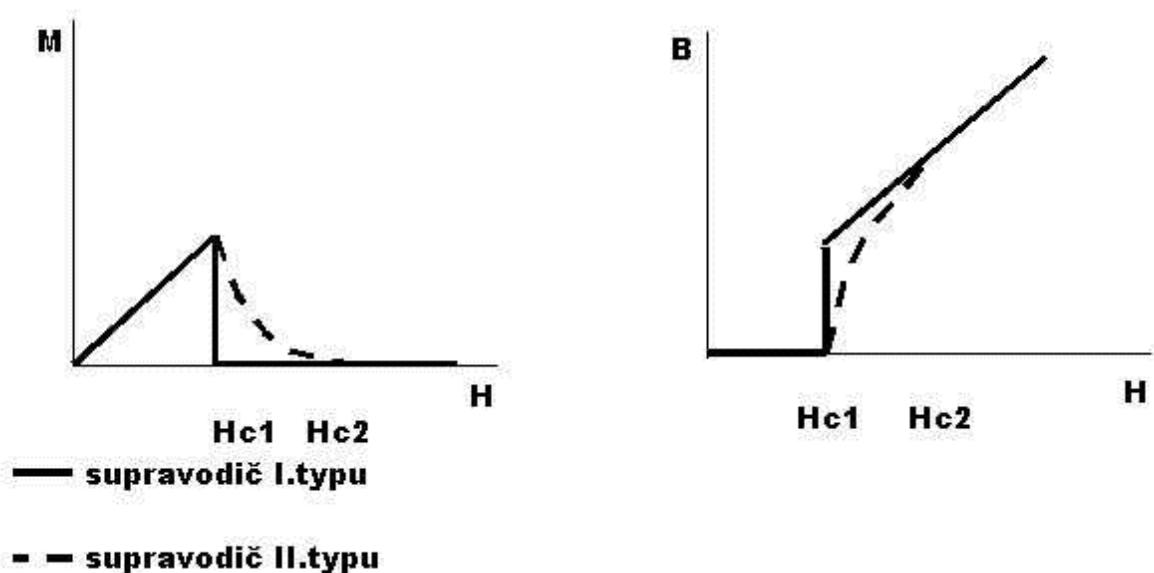
Supravodivost se podařilo úspěšně vysvětlit až s pomocí kvantové mechaniky. Toto vysvětlení podali John Bardeen, Leon Cooper a Robert Shiffer, za což v roce 1957 obdrželi Nobelovu cenu. Z kvantového hlediska je tedy supravodivost jev, který je založen na interakci elektronových párů (tzv. Cooperových párů) s atomy v krystal mřížce dané látky. Za nízké teploty vznikne v supravodivé látce mezi dvěma elektrony slabá (asi 10^{-4} eV) vazba. Tím se přestane elektron podřizovat Fermiho-Diracovu vylučovacímu principu a celá dvojice se bude chovat jako boson (což znamená, že se bude chovat jako foton). Při interakci prvního elektronu v páru vznikne energeticky výhodná situace pro interakci druhého, a tak vlastně vznikne Schrödingerova vlna, která se šíří supravodičem bez jakéhokoliv odporu. Tím je právě vysvětlen nulový elektrický odpor supravodičů.

Toho se právě využívá u tzv. Josephsonových přechodů, kde je mezi dva supravodiče vložen izolant. I když se to může zdát nemožné, přes tento izolant teče proud. A teče skrz něj jen tehdy, je-li potenciál na obou stranách nulový, kdežto u klasického vedení proudu, aby proud tek l musí být naopak rozdíl potenciálů mezi dvěma (čili napětí) body nenulový. Pokud bychom vzali dva supravodiče ve tvaru ladičky meti ně vložili dva izolanty (tím vytvoříme dvojité Josephsonův přechod) a z jedné strany pustili proud, tak na druhé straně vznikne interferenční spektrum stejně jako při pokusu s dvojštěrbínou.

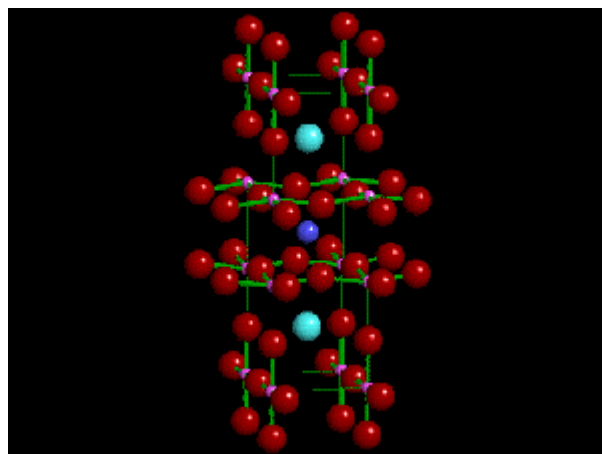


Dvojitý Josephsonův přechod

Podobná vlastnost jako supravodivost se vyskytuje také u kapalného helia. Zde se daný stav nazývá supratekutost a díky ní je možné pozorovat kvantové stavy a přechody ve větším měřítku. Např. když točíte sklenicí s vodou a pak s točením ustanete, ustane i rotace vody. Kdežto pokud uděláte to samé se supratekutým heliem, pak pokud se dostanete ze určitou hranici hybnosti, může helium bez jakékoli příčiny např. „vyšplhat“ přes okraj sklenice. Nebo kterou trubicí poteče supratekuté helium lépe. Širší nebo užší? No samozřejmě že tou užší. Ale spátky k supravodivosti. Právě díky supravodičům byla skonstruována „největší částice“, která se podřizuje kvantovým zákonům. Zasloužil se o to Terry Clark a jeho výzkumný tým. Ti vytvořili ze supravodivého materiálu prstenec o průměru 0,5 cm a průřezu stěny $1 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2$. Elektrony v takovémto prstenci se chávaly jako Schrödingerova vlna obíhající dokola prstence. Tuto vlnu bylo možné měnit elektromagnetickým polem. A právě při takovýchto změnách došlo ke změně vlastností vlny okamžitě, bez jakéhokoli zpoždění. Na změnu byla okamžitá reakce celé vlny najednou, tedy rychleji než světlo. Nyní blíže k supravodičům samotným. Supravodiče mají zvláštní vlastnost vytěšňovat ze svého objemu magnetická pole (tzv. Meissnerův jev) do okrajových oblastí. Právě díky tomuto jevu je možné, že magnet může nad supravodivým materiálem levitovat. Supravodiče se dělí na dva druhy právě podle toho jak velká magnetická pole dokáží ze svého objemu vytěšnit, na supravodiče I. a II. typu.?



Jak je vidět z grafu vlastnosti supravodičů I. typu se mění skokem, kdežto u supravodičů II. typu se supravodivost zachovává v malých objemech uvnitř supravodiče. Rozdíl mezi intenzitou magnetického pole H^{c1} a H^{c2} jsou řádově 10^6 V našem experimentu jsme používali tzv. vysokoteplotní keramické supravodiče. Vysokoteplotní znamená, že supravodivost se u nich projevuje už při teplotě okolo 90 K. Supravodiče, které jsme používali jsou sloučeniny IBaCuO. Právě vazba mezi Cu a O vniklá při výrobě, zajišťuje supravodivé vlastnosti.



My jsme měli k dispozici tabletu z tohoto materiálu, na které jsme demonstrovali Messnerův jev, kdy supravodič vytvoří k magnetu dipól a to jak k jeho severnímu, tak i k jižnímu pólu (pozor, ne k oboum najednou) a tak magnet nad supravodičem levituje. Tento jev se dá také vysvětlit tak, že supravodič „odrazí“ magnetické indukční čáry zpět, čímž se na něm vytvoří „magnetický pól“, který je stejný jako magnetický pól magnetu, což znamená, že se navzájem odpuzují. Dále jsme prováděli ještě experiment, při kterém jsme měli naměřit nulový odpor supravodiče.

Nejdříve jsme se snažili naměřit zlom v grafu $R(q)$, který je pro supravodiče charakteristický. Zlom se nám podařilo naměřit relativně brzo, ale jen jeho malou oblast. Minimální odpor, kterého jsme dosáhli byl 0,9 Ohmů, čili o supravodivosti nemůže být ani řeč. Při pozdějším přezkoušení aparatury, která nám sloužila jako zdroj konstantního proudu a interface mezi supravodičem, termistorem a počítačem, nějaké nedostatky. Bohužel než mohlo dojít k nějakému přezkoušení, bylo třeba tento proceeding odevzdat. K dalšímu přezkoušení, ale určitě dojde a pokud to bude možné snad se to i zde na internetu objeví.

S využitím supravodičů si nikdo nemusí dělat hlavu. Materiál s nulovým elektrickým odporem se vždycky hodí. V současnosti nacházejí supravodiče uplatnění v diagnostické medicíně (magn. tomografie), dopravě (Magnetically Levitated Train - tzv. „maglev“), možné je také využití v energetice (přenos, výroba, uchování energie), ve výzkumu (supravodivé urychlovače částic) nebo v mikroelektronice.

VÝROBA SUPRAVODIČE

Pro výrobu supravodiče je zapotřebí sloučeniny Y_2O_3 , $BaCO_3$, CuO . Na přípravu supravodivé tablety o průměru 1,2 cm a výšce 0,4 cm je zapotřebí alespoň tři gramů (raději více stráty při tavení jsou docela značné). Tato sloučenina se poté taví při $950^\circ C$ nejméně 12 hodin. Poté se sloučenina po $100^\circ C$ za hodinu (toto ochlazování je třeba dodržovat co nejpřesněji) až na teplotu okolo $600^\circ C$. Při této teplotě se do pece zavede slabý konstantní proud kyslíku. Teplotu je nutno udržovat co nejpřesněji, protože právě okolo $600^\circ C$ látka oxiduje a právě při tomto zabudovávání kyslíku do krystalové mřížky získává materiál supravodivé vlastnosti (způsobí to vazba mezi Cu a O). Látka se nechá oxidovat nejméně 4 hodiny. V této fázi je možno použít i proud vzduchu (oxidace se prodlouží na nejméně 10 hodin), ale výsledek se nemusí dostavit. Po oxidaci se látka ochladí po $100^\circ C$ za hodinu na $400^\circ C$ a poté se pec vypne a látka se nechá vychladnout.

Po vychladnutí se látka rozdrtí, ve formě se při tlaku asi 5 - 8 kbar slisuje, a pak se celý proces zopakuje. Opakování slouží k tomu, aby se materiál stal pevnější (po slisování se drolí) a aby došlo ke zlepšení supravodivých vlastností.

URČOVÁNÍ SEVERU POMOCÍ RUČIČKOVÝCH HODINEK

JAROSLAV HOPP, ZDENĚK JANSKÝ

Jsme-li na severní polokouli a namíříme-li malou ručičku na Slunce, pak osa úhlu beta, určeného malou ručičkou, středem ciferníku (vrchol úhlu) a dvanáctkou, určuje severojižní směr a jih je před námi. Po otočení se o 180° se bude náš pohled upírat na sever.

Měříme-li čas od poledne (tj. od doby, kdy Slunce vrcholí), pak za dobu t se Země otočí o úhel $\alpha = \Omega \cdot t$, kde Ω je úhlová rychlost rotace Země. Hodinky mají ciferník, na kterém 12 hodinám odpovídá otočení ručiček o 360° . Země se za tuto dobu otočí ale jen o 180° , tj. hodinová ručička rotuje dvakrát rychleji nežli Země kolem své osy. Představme si nyní, že jsme se podívali na hodinky, zjistili úhel beta a z něj úhel $\alpha = \beta/2$, o který se pootočila Země. Určíme, o jaký skutečný úhel γ bychom se měli otočit od Slunce, abychom došli na jih.

Největší chyby v našich zeměpisných šířkách se dopouštíme v létě přibližně v osm hodin ráno nebo ve čtyři hodiny odpoledne a její velikost bude přibližně $24,6^\circ$.

V zimě to bude ve čtyři ráno a v osm večer, což se ale, protože v daných dobách Slunce pro samou tmou nevidíme, ve skutečnosti nestane. Největší chyby se tak dopustíme při východu a západu Slunce.

Díky eliptické dráze objeví chyba, která má maximální velikost přibližně 15 minut v určení poledne podle Slunce (Slunce totiž nebude ve 12 hodin ležet přesně jižním směrem), tj. $3,75^\circ$ v určení severu. Tato chyba je největší na začátku listopadu či v polovině února.

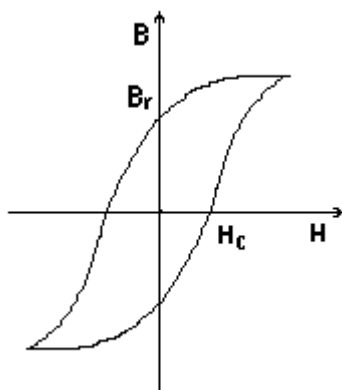
Výše uvedená metoda nebude pracovat na jižní polokouli tak, že bude určovat sever. Metodu můžeme použít s tím, že budeme zrcadlit malou ručičku vůči ose „6-12“.

Hysterezní smyčka

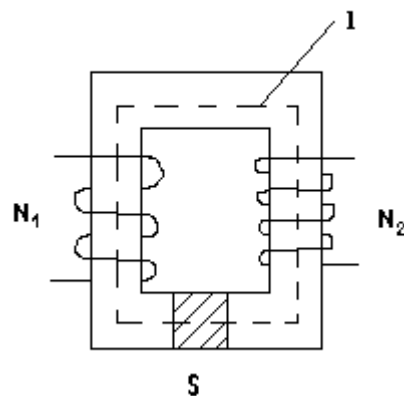
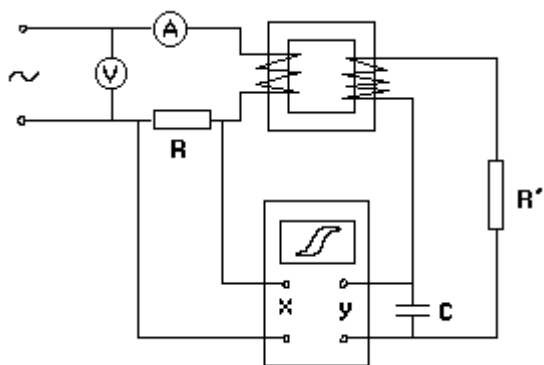
Miroslav Dvořák

Hysterezní smyčka je křivka znázorňující závislost magnetické indukce B feromagnetika na intenzitě vnějšího magnetického pole H . Na této křivce jsou dva význačné body – hodnota koercitivní síly H_c a hodnota remanentní magnetické indukce B_r . Hysterezní smyčku jsem zobrazil na osciloskopu a pokusil jsem se určit hodnoty H_c a B_r .

Hysterezní smyčka:



Prováděl jsem měření feromagnetického materiálu na uzavřeném vzorku na kterém byla nasazena magnetizační a měřicí cívka. Vše jsem zapojil podle následujícího schématu:



R rezistor $0,43 \Omega$
R' rezistor 100000Ω
C kondenzátor $1 \mu F$

$N_1 = 60$
 $N_2 = 1200$
 $l = 0,414 \text{ m}$

$$S = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Střídavé napětí činilo 14 voltů a magnetizační proud protékající magnetizační cívkou byl přibližně 2,6 ampér. Hodnoty magnetické indukce B a intenzity magnetického pole H lze určit podle vztahů

$$H = U_x \cdot \frac{N_1}{R \cdot l} \quad B = U_y \cdot \frac{R' \cdot C}{N_2 \cdot S}$$

U_x je napětí na rezistoru R přiváděné na x – ový vstup osciloskopu a U_y je napětí na y – ovém vstupu. Po spuštění se na osciloskopu vykreslí hysterezní smyčka a pomocí rastru lze odečíst příslušná napětí odpovídající hodnotám H_c a B_r .

Mnou naměřené hodnoty byly:

$$U_x = 1,1 \text{ V} \quad U_y = 3,8 \text{ V}$$

To odpovídá hodnotám:

$$H_c = 370,7 \text{ A/m} \quad B_r = 0,266 \text{ T}$$

Výsledky měření nelze zaručit s vysokou přesností, neboť se domnívám, že odečítání napětí z osciloskopu pomocí rastru není tak docela přesné.

Literatura:

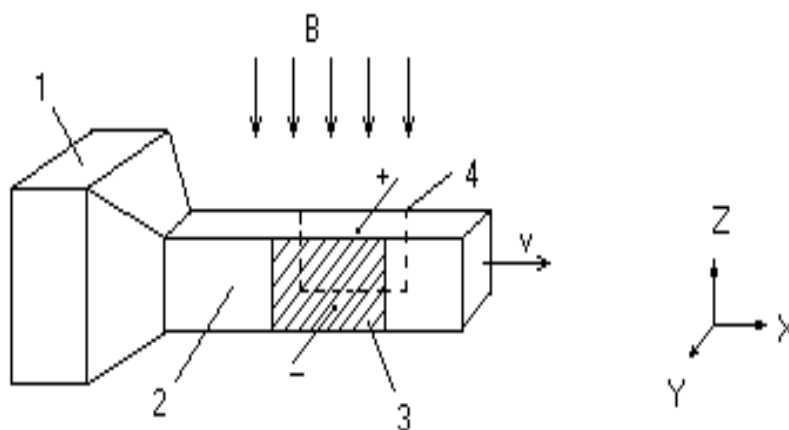
V. Haasz, M. Sedláček: Elektrická měření. Přístroje a metody

MAGNETOHYDRODYNAMICKÝ GENERÁTOR

Miroslav Dvořák

Magnetohydrodynamický generátor je zařízení pro přímou výrobu elektrické energie z energie tepelné. Jeho princip je založený na interakci rychle proudící vodivé tekutiny (plyn, kapalina, plazma) s magnetickým polem.

Schematický náčrt:



- 1 – spalovací komora
- 2 – kanál
- 3, 4 – elektrody

Existují tři druhy MHD generátorů:

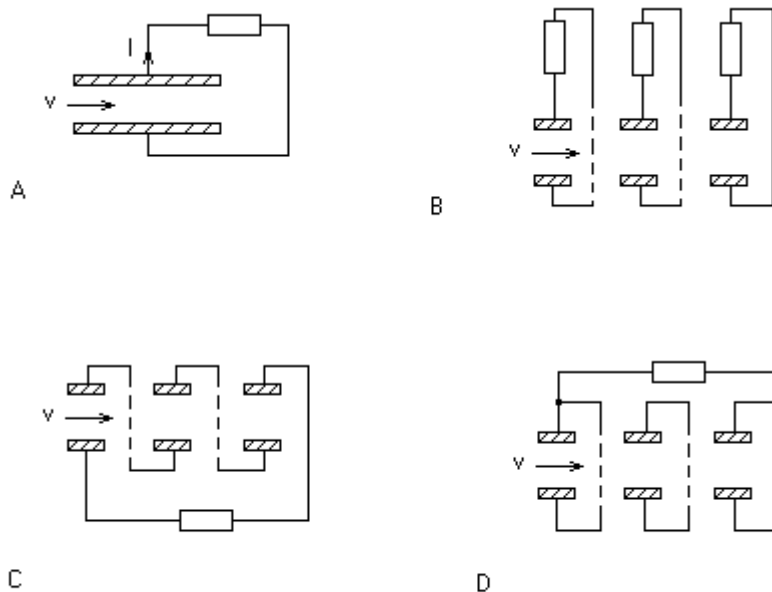
- 1 – systém s otevřeným cyklem, využívající spaliny fosilních paliv
- 2 – systém s uzavřeným cyklem, používající vzácné plyny
- 3 – systém s tekutými kovy (sodíkem a draslíkem)

Poměry v magnetohydrodynamickém generátoru se popisují na základě zobecněného Ohmova zákona

$$\mathbf{j} = \sigma[\mathbf{E} + (\mathbf{v} \times \mathbf{B})] - \sigma^* \mathbf{E}_H,$$

v němž značí: $\mathbf{j}$ vektor proudové hustoty, σ měrnou elektrickou vodivost, $\mathbf{E}$ vektor intenzity elektrického pole vytvořeného separací kladných a záporných nábojů působením magnetického pole (indukce $\mathbf{B}$), $\mathbf{E}_H \sim (\mathbf{j} \times \mathbf{B})$ je vektor intenzity el. Pole Hallova napětí.

Uspořádání elektrodových soustav



- A – spojitě elektrody
- B – Faradayův generátor s dělenými elektrodami
- C – dělené elektrody zapojené do série
- D – Hallův generátor

Pro všechna uvedená uspořádání elektrod platí, že elektrický výkon je úměrný součinu

$$\sigma v^2 B^2.$$

Literatura:

Technický naučný slovník

Michelsonův-Morleyův pokus

Markéta Rubáčková

Dříve bylo přirozené uvažovat světelné vlny jako vlnění všudypřítomného pružného prostředí, zvaného ether, a díky úspěšnému vysvětlení difrakčních a interferenčních jevů se stal pojem etheru běžný a jeho existence nepochybná. Maxwellova elektromagnetická teorie světla z roku 1864 a její experimentální potvrzení Hertzem v roce 1887 zbavilo ether většiny jeho vlastností, avšak nikdo nebyl ochoten zavrhnout základní myšlenku reprezentovanou etherem, totiž že se světlo šíří vzhledem k nějaké univerzální soustavě. Co to znamená, je možné ukázat pomocí jednoduché analogie.

Představme si řeku šířky D , která teče rychlostí v . Dva čluny startují od téhož břehu stejnou rychlostí V . Člun A přepluje řeku do místa přímo naproti výchozímu bodu a poté se vrátí, člun B pluje po proudu na vzdálenost D a rovněž se vrátí.

Člun A směřuje kolmo napříč řeku a unáší ho proud od cíle na protějším břehu. Musí proto mířit poněkud proti proudu, aby se kompenzoval vliv proudu řeky. Tato složka rychlosti proti proudu musí být rovna přesně $-v$, aby kompenzovala říční proud o rychlosti v , složka V' je pak čistou rychlostí člunu napříč řeku.

$$V^2 = V'^2 + v^2$$

takže skutečná rychlost plavby přes řeku je zde

$$V' = V \sqrt{1 - v^2/V^2}$$

Čas, potřebný k prvnímu přeplutí řeky, je tedy roven vzdálenosti D dělené rychlostí V' . Jelikož cesta zpátky trvá přesně stejně dlouho, je celková doba t_A pro cestu tam a zpět dvojnásobkem D/V' , neboli

$$(1.1) \quad t_A = \frac{2D/V}{\sqrt{1 - v^2/V^2}}$$

Situace u člunu B vypadá takto: pluje-li po proudu, rovná se jeho rychlost vůči břehu součtu vlastní rychlosti člunu V a rychlosti v říčního proudu, takže urazí vzdálenost D po proudu během doby

$$\frac{D}{V + v}$$

Na zpáteční cestě se však člun B pohybuje vzhledem ke břehu rychlostí, která je rovná rozdílu jeho vlastní rychlosti V a rychlosti v říčního proudu. Potřebuje k tomu dobu:

$$\frac{D}{V - v}$$

Celková doba je tedy součtem obou časů:

$$(1.2) \quad t_B = \frac{2D/V}{1 - v^2/V^2}$$

Poměr obou časů je:

$$t_A/t_B = \sqrt{1 - v^2/V^2}.$$

Známe-li rychlost V , společnou pro oba čluny, a měříme-li poměr t_A/t_B , můžeme určit rychlost v říčního proudu. Podobných úvah lze použít při analogickém problému průchodu světelných vln etherem. Z hlediska pozemského pozorovatele se pohybuje ether vzhledem k zeměkouli. Ke zjištění takového pohybu můžeme namísto dvou člunů

použít dvojice světelných paprsků. Jeden z těchto paprsků dopadá na zrcadlo ve směru kolmém k proudu etheru, kdežto druhý ve směru rovnoběžném s proudem etheru.

Podle rovnic (1.1) a (1.2) je rozdíl obou drah následkem etherového proudu:

$$\Delta t = t_B - t_A = \frac{2D/V}{1 - v^2/V^2} - \frac{2D/V}{\sqrt{1 - v^2/V^2}}$$

Zde v je rychlost etheru, kterou bereme jako orbitální rychlost země koule $3 \cdot 10^4$ m/s a V rychlost světla c , kde $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Tudiž:

$$v^2/V^2 = v^2/c^2 = 10^{-8},$$

Podle binomické věty pro $x^2 \ll 1$ a pro x mnohem menší než 1 stačí psát

$$(1 \pm x)^a \approx 1 \pm ax$$

S dobrou aproximací můžeme tedy psát:

$$\Delta t = (D/c) \cdot (v^2/c^2).$$

V tomto výrazu je D vzdálenost od polopropustného zrcadla ke každému ze zrcadel. Dráhový rozdíl d odpovídající časovému rozdílu Δt je

$$d = c \Delta t.$$

Přisluší-li d posunutí o n proužků, je

$$d = n\lambda,$$

kde λ je vlnová délka použitého světla. Srovnáním obou posledních výrazů pro d dostaneme, že

$$n = c \Delta t / \lambda = Dv^2 / \lambda c^2$$

Ve skutečném uspořádání pokusu dosáhli Michelson a Morley s využitím několikanásobných odrazů efektivní délky D kolem 10 m a očekávané posunutí interferenčního obrazu na každé dráze při otočení přístroje o 90° bylo 0,2 proužku. Protože se posunutí projevuje u obou drah, je velikost posunutí rovna $2n$ neboli 0,4 pruhu.

K všeobecnému překvapení nebylo zjištěno vůbec žádné posunutí.

Negativní výsledek tohoto pokusu měl dva důsledky. Předně se ukázala neudržitelnou hypotéza etheru tím, že se neprokázaly žádné jeho měřitelné vlastnosti. Zadruhé napověděl platnost nového fyzikálního principu: rychlost světla ve vakuu je vždycky konstantní bez ohledu na jakýkoli pohyb zdroje nebo pozorovatele.

Elektromagnetický smog

Lukáš Milisdörfer

Elektrické pole

V blízkosti zapnutých elektrických spotřebičů, ať už jde o holicí strojek, fén, vařič nebo žehličku, se vytváří elektrické pole, které má intenzitu 100 až 500 V/m. Přímo pod dráty vedení vysokého napětí působí u země pole - podle výšky napětí - od několika desítek V/m až po 8 kV/m.

Nejvyšší hodnotu bychom naměřili mezi stožáry do 10 m od osy vedení. Ani tato hodnota není člověku nebezpečná, ale přesto se nedoporučuje (zejména za mlhy) pohybovat se pod vedením, natož zde tábořit. Tzv. krokové napětí by člověk bez gumových bot možná pocítil.

Před bouřkou však elektrické pole sílí až na 20 kV/m, a to už (např. v rozích zábradlí a kovových okapů) pozorujeme sršení jisker - drooučkových výbojů, kterým se lidově říká Eliášovo světlo.

Magnetické pole

Zemské magnetické pole na povrchu naší planety se pohybuje od 40 do 50 μT . Magnetická indukce v blízkosti elektrických spotřebičů se pohybuje od 0,1 do 100 μT . Nejsilnější bývá v okolí transformátorů a velkých elektrických motorů. Tam už dokáže zmagnetováním zastavit i náramkové hodinky. Teprve pod vodiči 380 kV vedení (vyšší napětí než 400 kV se u nás nepoužívá) přesahuje 30 μT , přesto je slabší nežli intenzita zemského pole.

Rozpory v normách?

Všechny dosud uvedené hodnoty platí pro elektrická a magnetická pole v okolí vedení a rozvodu střídavého napětí s kmitočtem 50 Hz. Po letitých výzkumech a praktických poznatcích dospěla komise DIN k hranici 20 000 kV/m a 5 000 μT , kterou člověk snese bez potíží. Proti této výši se postavila jiná mezinárodní organizace, IRPA, která se domnívá, že člověk nesmí být trvale vystavován elektrickým polím nad 5 000 V/m a magnetické indukci 100 μT .

K ještě větším rozdílům v názoru na škodlivost elektromagnetického pole dochází u vysokých kmitočtů, jimiž je šířena televize, rozhlas a dnes už i signál mobilních telefonů a které vyzařují tyristorové měniče proudu nebo například mikrovlnné trouby. Kmitočtům 50 Hz, jimiž "pulsuje" střídavý proud ve vodičích a běžných domácích přístrojích, odpovídá vlnová délka kolem 6 km. Televize však pracuje s vlnami dlouhými jen několik desítek metrů. Radary a mobilní telefony pracují v pásmu decimetrových a centimetrových vln a mikrovlnné trouby pracují s vlnami milimetrovými. Ty už dokáží rozkmitávat molekuly vody ve tkáni a výrazněji působit na lidské orgány. V lidském těle jsou pohlcovány, což se projeví mimo jiné i tepelnými účinky. Proto v USA a v Kanadě se v pásmu rozhlasového a televizního vysílání nedovoluje víc než 30 V/m, Finsko a Itálie připouští jen 20 V/m, a vůbec nejpřísnější hygienickou normu má naše republika. Připouští pouhé 2 V/m! Překračování je povoleno jen profesionálním pracovníkům u vysílačů.

Rozdílné názory na působení elektromagnetického záření

Nervová soustava člověka s přibližně 25 milardami nervových buněk propojených půl milionem kilometrů nervů představuje vlastně rozsáhlou elektrickou instalaci. Že na ni musí vnější elektromagnetické pole nějak působit, je víc než jasné. Avšak ani dlouholeté výzkumy tisíců osob žijících v blízkosti vedení vysokého napětí nedokázaly prokázat přímý vliv na zvýšení výskytu rakoviny a leukémie.

Pole pohybujícího se náboje

Vojtěch Juránek

Na nabitě částice většinou působí síly, které jim udělují zrychlení, dochází ke srážkám částic a nebité částice jsou urychlovány nebo bržděny. Uvažovat tedy náboj, který se nepohybuje, nebo se pohybuje rovnoměrně přímočaře je tedy velká idealizace. Uvažujme tedy dále náboj, který se pohybuje se zrychlením (ne křivočaře). Pro další úvahy bude také důležité vzít na zřetel, že informace se mohou šířit nejvýše rychlostí světla.

Jestliže se informace šíří konečnou rychlostí, je zřejmé, že změna stavu náboje se ve vzdálenosti R od náboje projeví s určitým časovým zpožděním $t = R/c$, kde c je maximální rychlost šíření signálu (informace). Necht' se náboj pohybuje rychlostí u a v čase $t = 0$ se nachází v počátku. Mějme dále libovolně zvolený bod A o polohovém vektoru $\mathbf{r}$. Je zřejmé, že účinek náboje se v bodě A nemůže projevit okamžitě. Pole v bodě A tedy odpovídá nějakému stavu náboje v předchozím okamžiku $-t$, kdy se náboj nacházel v bodě P vzdáleném $u \cdot t$. Za dobu t doletí signál rychlostí c do bodu A a náboj dosáhne počátku rychlostí u . Vyjádříme tedy intenzitu pole E jako funkci vektoru $\mathbf{R}$, který spojuje bod P a A , a ne jako funkci vektoru $\mathbf{r}$. Když dojde k nějaké změně velikosti náboje nebo jeho rychlosti, projeví se to v bodě A právě když bude náboj procházet počátkem. Pro velikost intenzity pak dostaneme vztah

$$E = \frac{Q(1 - \beta^2)(R - R\beta)}{4\pi\epsilon_0(R - R\beta)^3}.$$

kde $\beta = u/c$.

V obecném případě náboje pohybujícího se se zrychlením však již nemůžeme užít Lorentzovy transformace, která platí jen mezi inerciálními soustavami. Pro intenzitu jako funkci prostorových souřadnic a času platí vztah

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(1 - n\beta)^3} \cdot \left\{ \frac{(1 - \beta^2)(n - \beta)}{R^2} + \frac{1}{c} \frac{n \otimes [(n - \beta) \otimes \beta]}{R} \right\},$$

kde $\mathbf{n}$ je jednotkový vektor $\mathbf{R}/R$. Vidíme, že první člen na pravo odpovídá předchozímu vytahu pro rovnoměrný přímočarý pohyb. Druhý člen, který závisí na zrychlení náboje β klesá pomaleji - jako $1/R$. Tento člen vytváří tok energie elektromagnetického pole a odpovídá vyzařování elektromagnetických vln.

Vyzařování el.mag. vln způsobené bržděním nabitě částice je známo z atomové fyziky a nazývá se brzdným zářením. Využívá se například k buzení rentgenového záření dopadem urychlených částic na antikatodu. V kruhových urychlovačích nabitých částic získávají částice zase dostředivé zrychlení, které se rovněž projevuje vyzařováním tzv. synchrotronového záření. Fakt, že urychlená nabitá částice vysílá el.mag. záření byl také jedním z hlavních důvodů, proč byl opuštěn tzv. planetární model atomu. Jádru zde představovalo Slunce a elektrony planety. Přitažlivá síla mezi elektronem a jádrem byla kompenzována silou odstředivou. Avšak kdyby se elektron měl pohybovat po kružnici, byl by urychlonán a musel by vysílat el.mag. záření. Tím by postupně ztrácel energii a po spirále by padal na jádro. Atom by tedy byl nestabilní a ve velmi krátké době by zanikl. To však odporuje pozorování (i faktu, že existujeme). Planetární model atomu byl proto opuštěn a nahrazen tzv. Bohrovým modelem, který dal základ kvantové mechanice.

Literatura: B. Sedlák, I. Štoll: Elektřina a magnetismus, Academia, Praha 1993
J. Gribbin: Pátání po Schrodingerově kočce, Columbus, Praha 1998

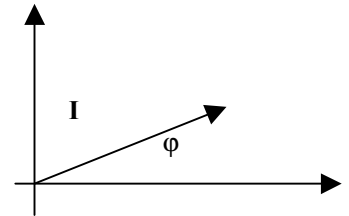
Symbolicko komplexní metoda řešení obvodů se střídavým proudem

Petr Novotný

- střídavý proud $i = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0)$ $\varphi_0 \dots$ počáteční fáze
- efektivní hodnota střídavého proudu I_{ef} : hodnota stejnosměrného proudu, který za jednu periodu na stejném odporu vykonal tutéž práci jako proud střídavý.

$$I_{\text{ef}} = I_{\max} / \sqrt{2}$$

- fázory: grafické vyjádření veličin v střídavém obvodu
 délka fázoru $\sim$ amplitudě
 úhel fázoru = počáteční fáze
 (značeny tučně)

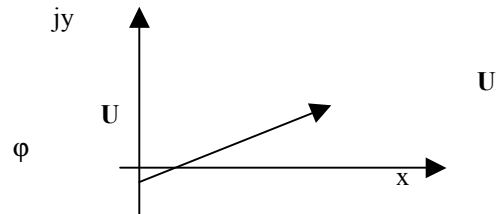


Převědeme fázory pomocí komplexních čísel do matematického vyjádření. Odpory, reaktance a admitance obvodu vyjádříme tak aby pro symboly napětí a proudu platil Ohmův zákon a Kirchhoffovy zákony. Proudy a napětí vyjadřujeme v efektivních hodnotách. Imaginární jednotku označujeme j .

Vyjdeme z fázového diagramu zakresleného do Gaussovy roviny komplexních čísel.

$$u = U_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$= U_{\text{ef}} \cdot e^{j\varphi} = U_{\text{ef}} (\cos \varphi + j \sin \varphi)$$



Veličiny:

Ipedance – zdánlivý odpor $Z = U/I$

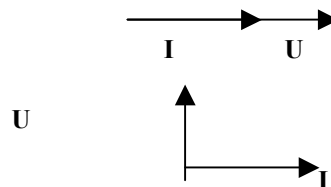
Admitance – zdánlivá vodivost $A = I/U$

Odpor

Rezistance $R = U/I = U/I = R$

Cívka

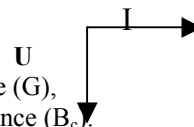
Induktance $X_L = U/I = jU/I = jX_L = j\omega L$



Kondenzátor

Kapacitance $X_C = U/I = -jU/I = -jX_C = 1/j\omega C$

K těmto veličinám existují i převrácené hodnoty rezistance – konduktance (G), induktance – indukční susceptance (B_L), kapacitance – kapacitní susceptance (B_C).



Příklady:

1. Určete impedanci sériového RCL obvodu.

$$\mathbf{Z} = \mathbf{R} + \mathbf{X}_L + \mathbf{X}_C$$

$$\mathbf{Z} = \mathbf{R} + 1/j\omega C + j\omega L$$

$$\mathbf{Z} = \mathbf{R} + j(\omega L - 1/\omega C)$$

2. Určete rezonanční frekvenci obvodu, kde je k sériovému spojení odporu R_1 a cívky L paralelně připojen odpor R_2 a kondenzátor C .

Určíme impedance jednotlivých větví:

$$\mathbf{Z}_1 = R_1 + j\omega L$$

$$\mathbf{Z}_2 = 1/j\omega C$$

$$\mathbf{Z}_3 = R_2$$

Protože jde o paralelní spojení musíme sčítat převrácené hodnoty impedanci a dostaneme výslednou admitanci:

$$\mathbf{Y} = 1/(R_1 + j\omega L) + j\omega C + 1/R_2$$

$$\mathbf{Y} = 1/R_2 + R_1/(R_1^2 + \omega^2 L^2) + j[\omega C - \omega L/(R_1^2 + \omega^2 L^2)]$$

Má-li nastat rezonance, musí být napětí s proudem ve fázi a tedy celková admitance musí být reálné číslo:

$$\omega C = \omega L/(R_1^2 + \omega^2 L^2)$$

$$\omega = \sqrt{1/LC - (R/L)^2}$$

Určování zrychlení fotografickou metodou

Dalibor Pánek

Myšlenka této metody spočívá v tom, že pravidelnými záblesky osvětlíme předmět padající volným pádem v tíhovém poli a pokusíme se nějak zjistit, jak se prodlužuje dráha, kterou tento předmět urazí za periodu záblesku, v závislosti na celkové době, po kterou předmět padá.

Jako zdroj záblesků jsem použil diskotékový stroboskop, za padající předmět jsem zvolil kuličky z různých materiálů (olovo, sklo, polystyrén) obarvené na bílo. Průběh pádu kuliček jsem zaznamenal na černobílý film citlivosti 800 ASA. Do pozadí jsem umístil černou matnou tabuli, na kterou jsem namaloval vodorovné bílé přímky ve vzdálenostech 5 cm. Na snímcích jsem chtěl pro srovnání zachytit pád dvou, popř. více kuliček najednou, proto jsem je umístil na vodorovné prkénko, které se pomocí jednoduchého zařízení podlomilo a vypustilo tak všechny kuličky zároveň.

Z několika více či méně (spíš méně) zdařilých snímků jsem určil průměrné zrychlení kuliček z jednotlivých materiálů:

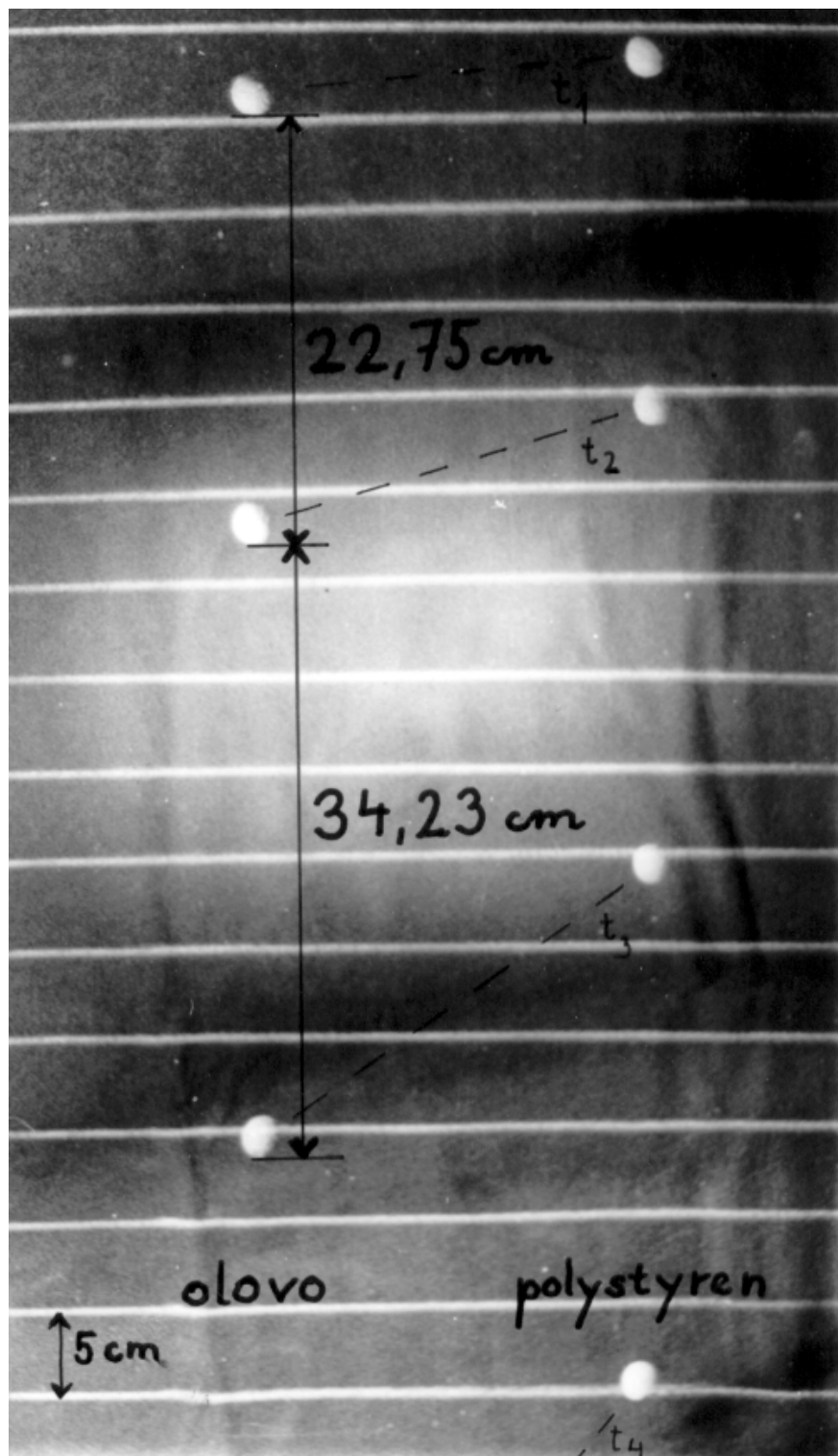
olovo: $9,728 \text{ m.s}^{-2}$
sklo: $9,421 \text{ m.s}^{-2}$
polystyrén: $4,205 \text{ m.s}^{-2}$

Výsledky vypadají nad očekávání hezky, ale to je jen klam, protože chyba měření byla značná (asi 15%). Nepřesnost měření byla způsobena např. tím, že perioda záblesků byla příliš dlouhá, takže se na snímek každá kulička vešla maximálně čtyřikrát. Tyto záblesky také nebyly dostatečně pravidelné (počítal jsem s experimentálně určenou vystředovanou hodnotou periody $T = 0,1084 \text{ s}$). Navíc jsem si při zpracování výsledků dovolil v zájmu přijatelného výsledku odhadovat vzdálenosti na snímcích na desetiny milimetrů. Nicméně výsledná hodnota tíhového zrychlení byla vždy aslepoň řádově správná (přesná hodnota je $9,80665 \text{ cm.s}^{-2}$) a při použití přesnějších přístrojů a větším zvětšení snímků by tato metoda mohla být i přesná.

Na obrázku je zachycen pád olovené a polystyrénové kuličky. Je vidět, že pro určování tíhového zrychlení je polystyrén naprosto nevhodný. Vyznačenou dráhu, kterou urazila olovená kulička jsem určil porovnáním s měřítkem v pozadí (pochopitelně) a její zrychlení jsem vypočítal takto:

$$\begin{aligned}s_1 &= 22,75 \text{ cm} & s_2 &= 34,23 \text{ cm} \\v_1 &= s_1/T = 209,87 \text{ cm.s}^{-1} & v_2 &= s_2/T = 315,78 \text{ cm.s}^{-1} \\dv &= v_2 - v_1 = 105,91 \text{ cm.s}^{-1} \\g &= dv / T = 977,03 \text{ cm.s}^{-2}.\end{aligned}$$

V případě, že by údajů bylo víc (kulička by se na snímek vešla víckrát), by byl výpočet trošičku komplikovanější.



Potřebujeme JETE aneb Svět v číslech

Bohumír Šlajs

Mnohoúčelovým využíváním elektrické energie ve všech sektorech (elektrické spotřebiče, osvětlování, elektronika, výroba, topení atd.) její podíl na celkové spotřebě energie ve světě trvale roste a dnes tvoří asi 15 % oproti 10 % v roce 1970. Spotřeba elektrické energie je rozdělená ve světě velmi nerovnoměrně a kolísá v závislosti od regionu. Krajiny OECD, které dnes tvoří asi 16 % světové populace, spotřebují přibližně 60 % světové výroby elektrické energie. Světový průměr spotřeby elektrické energie na 1 obyvatele je 2 235 kWh, ale v USA je to 12 300 kWh, v krajinách Evropské unie 5 800 kWh, v Latinské Americe jenom 1 455 kWh, v Ázii (kromě Japonska) 590 kWh a v Africe jenom 500 kWh.

Spotřeba elektrické energie do značné míry závisí na ekonomickém rozvoji země. Například zejména kvůli stagnaci výroby spotřeba v České republice v roce 1998 nerostla, ale naopak klesla o téměř dvě procenta. Pro nejbližší léta se očekává pouze její mírný nárůst.

Zde najdete:

Tab.1 : Vývoj výroby elektrické energie ve světě

Tab.2 : Podíl jednotlivých zdrojů na výrobě primární energie v roce 1995 (%)

Tab.3 : Vývoj podílu elektřiny na celkové výrobě primární energie (v %)

Tab.4 : Energetický potenciál různých zdrojů energie v přepočtu na tuny měrného

Tab.5 : Přehled výroby elektřiny spaláním 1 kg fosilních a jaderných paliv

Tab.6 : Vývoj čistého výkonu elektráren ve světě (GWe)

Tab.7 : Podíl typů elektráren na světové produkci elektrické energie v roce 1995 (%)

Tab.8 : Porovnání tepelné účinnosti při výrobě elektrické energie (%)

Tab.9 : Porovnání některých ukazatelů elektráren

Tab.10: Porovnání spotřeby paliva a produkce odpadu při provozu jaderné a uhelné Tab.11: Emise škodlivých exhalací vypouštěných ročně elektrárnami o výkonu 1 000 Tab. 12: Limity a skutečné vypustě radioaktivních odpadů z JE Dukovany

Tab.13: Parametry spalín před odsířením: (blok 200 MW elektrárny Tušimice):

Tab.14: Prognóza emisí CO₂ ve světě [Gt]

Tab.15: Světové zásoby a zdroje fosilních paliv (v závorce % ověřených zásob)

Tab.16: Ověřené zásoby fosilních paliv, jejich roční spotřeba a životnost zásob

Tab.17: Odhad nákladů na konečnou likvidaci komerčních jaderných elektráren

Tab.18 : Výroba elektřiny v JE západní a východní Evropy v roce 1996

Tab.19: Největší jaderné elektrárny ve světě v roce 1997

Tab.1 : Vývoj výroby elektrické energie ve světě

Rok	TWh	Rok	TWh
1900	5	1965	3 380
1913	54	1970	4 910
1920	122	1975	6 500
1930	270	1980	8 370
1940	465	1985	9 643
1950	959	1990	11 633
1955	1 545	1994	12 681
1960	2 300		

Tab.2 : Podíl jednotlivých zdrojů na výrobě primární energie v roce 1995 (%)

Pevná paliva	4. Vodní energie						
Kapalná paliva	5. Jaderná energie						
Plynná paliva	6. Geotermální a větrná energie						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Severní Amerika	21,81	36,16	27,8	6,23	7,72	0,27	100
Latinská Amerika	11,69	51,25	16,16	19,85	0,7	0,35	100
Západní Evropa	40,07	21,33	8,42	12,43	0,13	100	
Východní Evropa	29	22,13	39,93	5,06	3,87	0	100
Afrika	62,04	23,95	10,34	3	0,64	0,02	100
Střední východ a jižní Asie		36,2	39	20,52	4,06	0,23	100
Jihovýchodní Asie a Pacifik		30,61	48,14	17,45	3,65		0,16 100
Dálný východ		52,17	32,71	5,08	4,49	5,42	0,12 100
Svět celkem		30,73	35,17	21,73	6,51	5,71	0,14 100

Tab.3 : Vývoj podílu elektřiny na celkové výrobě primární energie (v %)

Skupina zemí	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990		
Svět celkem	15	17	22	24	26	27	28		
Země OECD	25	28	32	37	40	45	47		
Východní Evropa a bývalý SSSR				18	22	28	30	32	33
Rozvojové země		8	9	12	16	19	22	24	

Tab.4 : Energetický potenciál různých zdrojů energie v přepočtu na tuny měrného paliva (tmp)

Energetický zdroj	tmp	
1 t černého uhlí	1	
1 t ropy	1,48	
1 t lignitu	0,3 - 0,5	
1 t rašeliny	0,2 - 0,3	
1 t geotermální páry z gejzírů	0,1	
1 t vody padající z výšky 1 000 m	0,003	
Sluneční energie (Rakousko) 1 m ² . rok	0,1	
Potenciální energie 1 t těžké vody (D ₂ O)		20 000 000
při využití v termojaderném reaktoru		

Využití 1 t uranu v lehkovodním reaktoru 20 000 - 29 000

Využití 1 t paliva MOX v lehkovodním reaktoru 33 000

Využití 1 t paliva MOX v rychlém množivém reaktoru 890 000

Využití 1 t uranu v rychlém množivém reaktoru 1 800 000

1 t thoria 300 t uranu

tmp = 1 t černého uhlí o výhřevnosti 29,3 kJ/kg (7 000 kcal/kg)

palivo MOX = směs oxidů uranu a plutonia získaných při přepracování vyhořelého paliva

Tab.5 : Přehled výroby elektřiny spaláním 1 kg fosilních a jaderných paliv

1 kg dřeva	1 kWh
1 kg uhlí	3 kWh
1 kg topného oleje	4 kWh
1 kg uranu	50 000 kWh
1 kg plutonia	6 000 000 kWh

Tab.6 : Vývoj čistého výkonu elektráren ve světě (GWe)

Rok Celkem Z toho

	Tepelné	Vodní	Jaderné	Geoterm.	Větrné
1950	154,1	102,5	51,4		0,2
1960	520,8	370,0	149,6	0,9	0,3
1970	1125,4	817,4	290,7	16,6	0,7
1980	2024,2	1412,7	467,2	141,8	2,5
1985	2418,1	1607,7	555,4	250,7	4,2
1992	2846,7	1841,7	653,1	342,5	9,4
1994	2991,2	1937,5	698,3	345,6	9,8

Tab.7 : Podíl typů elektráren na světové produkci elektrické energie v roce 1995 (%)

Oblast **Typ elektrárny**

	Tepelné	Vodní	Jaderné	Geot. a větrné	Celkem	
Severní Amerika			64,70	15,47	19,16	0,67
Latinská Amerika			32,38	64,21	2,28	1,13
Západní Evropa	47,85	20,94	30,90	0,31		100
Východní Evropa		68,87	17,64	13,49	-	100
Afrika	82,76	14,12	3,01	0,11		100
Svýchod a jižní Asie		82,82	16,25	0,92	0,02	100
JV Asie a Pacifik		85,31	14,09	-	0,60	100
Dálný východ	69,49	13,65	16,49	0,38		100
Svět celkem	63,29	19,33	16,95	0,43		100
Celková výroba :			13 118 TWh			

Tab.8 : Porovnání tepelné účinnosti při výrobě elektrické energie (%)

Uhelné elektrárny

Elektrárna spalující práškové uhlí	32 - 45
Elektrárna s atmosférickým fluidním ložem	27 - 41
Elektrárna s tlakovým fluidním ložem	33 - 45
Integrovaný zplyňovací závod s plynovou elektrárnou	36 - 50

Plynové elektrárny

Paroplynová elektrárna	34 - 37
Plynová turbína s kombinovaným cyklem	45 - 60
Palivové články s kyselinou fosforečnou	36 - 45
Palivové články s roztavenými karbonáty	40 - 55
Palivové články s pevnými oxidy	45 - 60

Olejové elektrárny

Parní kotel spalující topné oleje	30 - 37
Dieselagregáty	35 - 45

Jaderné elektrárny

Těžkovodní reaktory (PHWR)	30
Tlakovodní reaktory (PWR)	29 - 34
Zdokonalené tlakovodní reaktory (APWR)	33 - 35
Varné reaktory (BWR)	32 - 35

Zdokonalené varné reaktory (ABWR)	34 - 35
Plynem chlazené reaktory (GCR, AGR)	40 - 41
Rychlé reakt. chlazené tekutým sodíkem (LMFBR)	44
Vysokoteplotní plynem chlazené reaktory (HTGR)	38 - 48

Elektrárny spalující biomasu

Elektrárny spalující dřevo	20 - 25
Elektrárny s atmosférickým fluidním ložem	23 - 28
Zplyňovací zařízení a plynová turbína	27 - 43

Sluneční elektrárny

Sluneční termální	20 - 29
Sluneční parabolická	9 - 17
Fotovoltaická (amorfní křemík)	3 - 9
Fotovoltaická (velmi tenký film)	3 - 14

Tab.9 : Porovnání některých ukazatelů elektráren

Typický výkon elektrárny

Jaderná elektrárna	400 000 - 1 400 000 kWe
Uhelná elektrárna	300 000 - 800 000 kWe
Plynová elektrárna	50 000 - 250 000 kWe
Velká vodní elektrárna	10 000 - 600 000 kWe
Malá vodní elektrárna	100 - 10 000 kWe
Vetrná elektrárna	100 - 600 kWe
Sluneční fotovoltaická elektrárna	1 - 10 kWe

Potřeba plochy k výstavbě elektrárny

Jaderná elektrárna	630 m ² /MWe
Uhelná elektrárna	2 400 - " -
Plynová elektrárna	1 500 - " -
Vodní elektrárna	265 000 - " -
Vetrná elektrárna	1 700 000 - " -
Sluneční elektrárna	100 000 - " -

Spotřeba materiálu (beton, ocel, sklo, plasty)

Jaderná elektrárna	90 kg/MWh.r
Uhelná elektrárna	50 - " -
Plynová elektrárna	50 - " -
Vodní elektrárna	535 - " -
Vetrná elektrárna	255 - " -
Sluneční elektrárna	355 - " -

Doba potřebná k úhradě energie spotřebované při výstavbě

Jaderná elektrárna	2,2 měsíce
Uhelná elektrárna	3,4 měsíce
Plynová elektrárna	3,4 měsíce
Vodní elektrárna	2-3 měsíce
Vetrná elektrárna	8-16 měsíců
Sluneční elektrárna	80-240 měsíců

Měrné investiční náklady

Jaderná elektrárna	2 700 DM/kWe
Uhelná elektrárna	2 000
Plynová elektrárna	6 000-12 000
Vodní elektrárna	4 000
Vetrná elektrárna	20 000

Náklady na výrobu elektrické energie		
Jaderná elektrárna	0,1 DM/kWe	
Uhelná elektrárna	0,15	
Plynová elektrárna	0,13-0,27	
Vodní elektrárna	0,3	
Vetřná elektrárna		1,8-3,0

Tab.10: Porovnání spotřeby paliva a produkce odpadu při provozu jaderné a uhelné elektrárny o stejném výkonu (1 000 Mwe)

Jaderná	Uhelná	
Spotřeba paliva za rok (t)	35	2 000 000*
Potřeba kyslíku při spalování (t)	0	6 200 000
Emise NOx (t)	40	28 000
Emise CO2 (t)	0	6 600 000
Emise SO2 (t)	zanedb.	57 000
Ostatní plyny (t)		2 000
Pevné odpady (t)		415 000
Vysoce aktivní odpady (t)		10
Středně aktivní odpady (t)		400
Nízko aktivní odpady (t)		600

černé uhlí. V případě hnědého uhlí se spotřebuje 4-6 mil.tun.

Pozn.: Uhelná elektrárna bez čistících zařízení

Tab.11: Emise škodlivých exhalací vypouštěných ročně elektrárnami o výkonu 1 000 MWe

elektrárna	Oxid uhličitý	Oxidy síry	Oxidy dusíku
uhelná 1600	70	25	
plynová	920	0	15
olejová 1300	32	14	
spalující dřevo	1320	1	7
jaderná *	50	3	1

** Jaderná elektrárna při svém provozu nevypouští žádné škodlivé plyny. Hodnoty zde uvedené se týkají výstavby.*

Tab. 12: Limity a skutečné vypustě radioaktivních odpadů z JE Dukovany

Limit	Skutečnost						
	1985	1988	1990	1992			
Vypustě do vodotečí : tritium	22 TBq	8,5	13	20	19,3		
Vypustě do ovzduší : vzácné plyny	4 100 TBq			0,25	1,3	0,1	1,12
Vypustě do vodotečí : korozní	2 GBq	12	295	186	99,8		
a štěpné produkty							
Vypustě do ovzduší : radiojody	440 GBq			90	930	10	65
Vypustě do ovzduší : aerosoly	180 GBq		31	40	99	212	

V jednotkách Bq je udávána aktivita. Jeden becquerel je vlastně reciproká sekunda [s-1], ale používá se definice, že Bq je jeden rozpad za sekundu.

Tab.13: **Parametry spalin před odsířením: (blok 200 MW elektrárny Tušimice):**

Celkové množství spalin: 1 milión t/h

SO₂: 4,5 t/h

NO_x: 0,4 t/h

popílek: 20 t/h.

Tab.14: **Prognóza emisí CO₂ ve světě [Gt]**

Země	Rok			
	1990	2000	2010	
Severní Amerika		1488	1663	1859
Západní Evropa	972	1089	1206	
Východní Evropa		1297	1048	1293
(včetně bývalého SSSR)				
Ázie (mimo Číny) a Oceánie		1012	1546	2241
Čína	655	889	1191	
Latinská Amerika		258	329	465
Afrika	195	263	351	
Svět	5877	6827	8606	

Tab.15: **Světové zásoby a zdroje fosilních paliv (v závorce % ověřených zásob)**

černé uhlí: 9,3 bilionů t.m.p. (8 %)

hnědé uhlí: 3,8 bilionů t.m.p. (6 %)

ropa: 0,5 bilionů t.m.p. (40 %)

zemní plyn: 0,4 bilionů t.m.p. (38 %)

(ekvivalent t.m.p. je tuna měrného paliva, tj. 1 t uhlí s výhřevností 29,3 GJ)

Tab.16: **Ověřené zásoby fosilních paliv, jejich roční spotřeba a životnost zásob**

	Uhlí	Ropa	Zemní plyn	
Ověřené zásoby (Mt)	532 451		137 898	131 326
Spotřeba (1991 v Mt)	2 143	3 081	1 730	
Životnost zásob (roky)	248	45	76	

Tab.17: **Odhad nákladů na konečnou likvidaci komerčních jaderných elektráren**

Typ reaktoru Země Výkon (MWe) Náklady (mil.USD)
(1990)

PWR	Belgie	1 390	207
PWR	Finsko	2 x 440	237
BWR	Finsko	2 x 735	198
PWR	Francie	1 390	208
PWR	Japonsko	1 160	225
BWR	Japonsko	1 100	234
CANDU	Kanada	600	238
PWR	Německo	1 200	218

PWR	Nizozemí	1 300	320
PWR	Španělsko	950	268
PWR	Švédsko	920	130
BWR	Švédsko	780	152
PWR	USA	1 175	120
PWR	V.Británie	1 155	418
Průměr :		216	

Tab.18 : **Výroba elektřiny v JE západní a východní Evropy v roce 1996**

Výroba (TWh)		Podíl JE (%)
Francie	378,2	77,4
Belgie	41,4	57,2
Švédsko	71,4	52,4
Švýcarsko	23,7	44,5
Španělsko	53,8	32,0
Německo	152,8	30,3
Finsko	18,7	28,1
V.Británie	85,9	26,0
Nizozem.	3,9	4,8
Litva	12,7	83,4
Slovensko	11,3	44,5
Ukrajina	79,6	43,8
Bulharsko	18,1	42,2
Maďarsko	14,2	40,8
Slovinsko	4,4	37,9
Arménie	2,1	36,7
ČR	12,9	20,0
Rusko	108,8	13,1
Rumunsko	0,9	1,8
Kazachstán	0,09	0,15

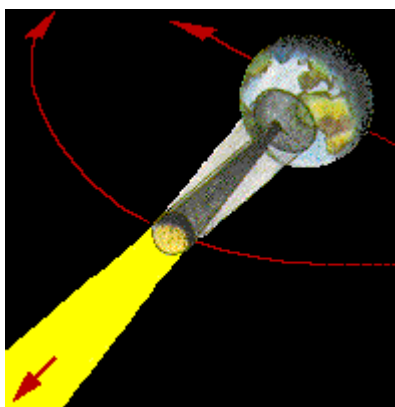
Tab.19: **Největší jaderné elektrárny ve světě v roce 1997**

Pořadí	Název elektrárny	Stát	Počet reaktorů	Hrubý výkon
1.	Fukušima	Japonsko	10	9 096
2.	Bruce	Kanada	8	7 280
3.	Záporožská	Ukrajina	6	6 000
4.	Gravelines	Francie	6	5 706
5.	Paluel	Francie	4	5 528
6.	Kašiwazaki	Japonsko	5	5 500
7.	Cattenom	Francie	4	5 448
8.	Ohi	Japonsko	4	4 710
9.	Pickering	Kanada	8	4 328
11.	Balakovská	Rusko	4	4 000
12.	Kurská	Rusko	4	4 000
13.	Sosnovyj bor	Rusko	4	4 000

Zatmění Slunce

Ondřej Ploc

Podmínky pro vznik zatmění Slunce:



Zatmění Slunce je astronomický úkaz, který můžeme pozorovat tehdy, je-li sluneční kotouč zakryt Měsícem. Na Zemi dopadne stín ve tvaru kužele, který do prostoru vrhá Měsíc. Protože při slunečním zatmění je Měsíc v konjunkci se Sluncem, může nastat zatmění Slunce pouze za novu.

Kužel, ohraničený tečnami Slunce a Měsíce vymezuje oblast plného stínu, kde je Slunce zakryto Měsícem úplně a kde můžeme pozorovat **úplné zatmění** Slunce. Na zemském povrchu má měsíční plný stín průměr nejvýše 270 km a vlivem oběhu Měsíce a rotace Země se posunuje k východu rychlostí zhruba 1 km/s. Dráha stínu Měsíce po zemském povrchu se nazývá pás totality, ve kterém je zatmění pozorovatelné jako úplné. Z výrazně širšího pásu území, lemujícího pás totality je možné pozorovat částečné zatmění Slunce. Jestliže je Měsíc dál od Země, měsíční kotouč nezakryje Slunce zcela, měsíční stín pak nedosáhne až k Zemi a vzniká **prstencové zatmění** Slunce, při němž se Slunce



jeví pozemským pozorovatelům jako zářící prstенец. Každé úplné a prstencové zatmění je současně pro jiná místa zemského povrchu zatměním částečným. Naopak však neplatí, že každé částečné zatmění Slunce je doprovázeno úplným nebo prstencovým zatměním, pozorovatelným ze zemského povrchu. Jak dlouho zatmění trvá? Vzhledem k velmi rychlému pohybu měsíčního stínu po povrchu Země je úkaz úplného a prstencového zatmění pro určité místo

na Zemi časově velmi omezen a úplné nebo prstencové zatmění může trvat nejdéle 7 minut 35 sekund. Naprostá většina zatmění však trvá kratší dobu, 1 až 4 minuty. Částečná zatmění trvají mnohem déle, nejvýše však asi 2,5 hodiny.

Jak často může nastat úplné zatmění Slunce?

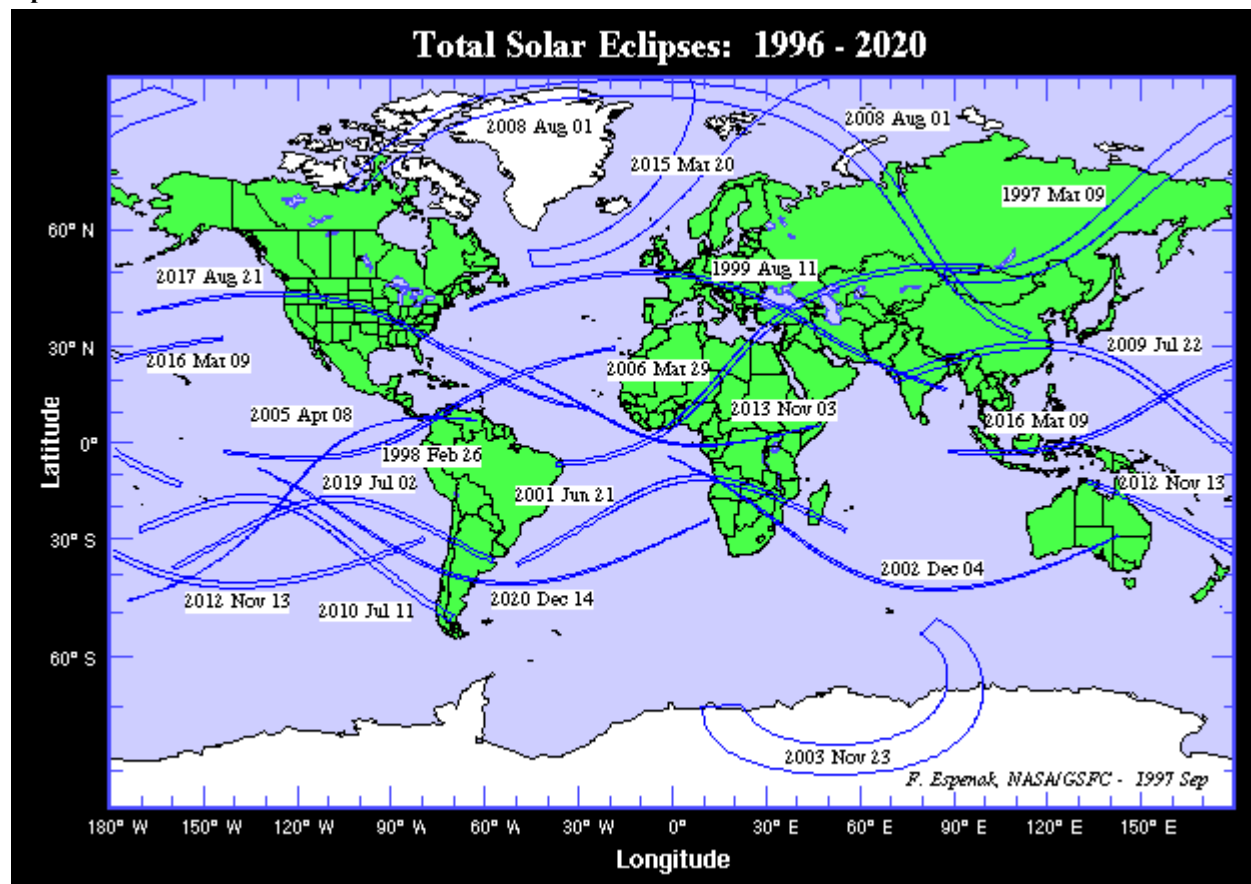
Jedno úplné zatmění Slunce připadá na 1 až 2 roky. Na libovolném konkrétním

místě na Zemi je ale pozorovatelné pouze zřídka, v průměru asi za 360 let.

Úplná zatmění Slunce viditelná do roku 2005:

- 11. srpna 1999 - severní Francie, jižní Německo, Rakousko, Maďarsko, Rumunsko, severovýchodní Bulharsko, Turecko, severovýchodní Sýrie, Irák, Írán, Pákistán, Indie
- 21. června 2001 - jižní Atlantik a Afrika
- 4. prosince 2002 - jižní Afrika, Indický oceán, Austrálie
- 23. listopadu 2003 - Antarktida
- 8. dubna 2005 - jihovýchodní Tichomoří

Úplná zatmění Slunce na našem území:

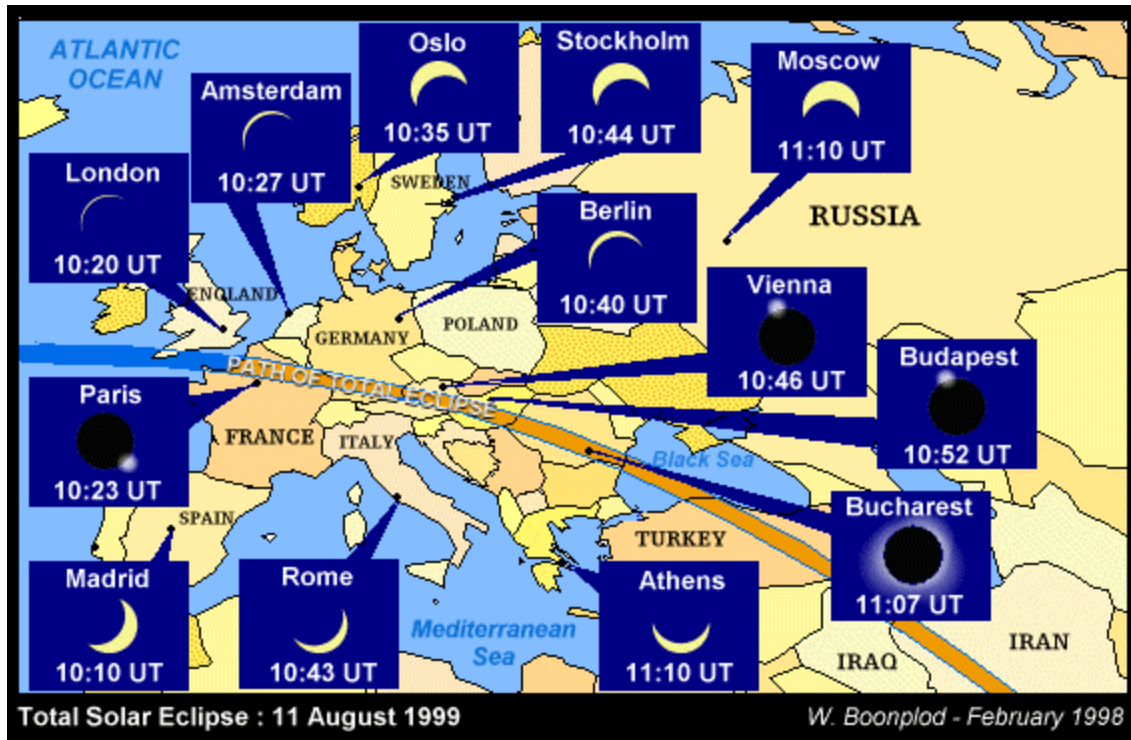


Na území Čech v historické době byla až dosud viditelná pouze tři úplná zatmění Slunce. První doložené úplné zatmění u nás proběhlo v roce 878 za vlády knížete Svatopluka. Další úplné zatmění Slunce bylo vidět v našich zemích v roce 1415. Zatím poslední viditelné úplné zatmění Slunce v Čechách nastalo 12. května 1706. Další úplné zatmění Slunce pozorovatelné z našeho území nastane až 7. října 2135.

Vyznam pozorovani zatmeni tkvi predevsim v zpresnovani vzajemne polohy obou teles. Koncem 17. stoleti upozornil **E. Halley** na zaklade porovnani starych pozorovani zatmeni na moznost *zrychlovani mesicniho pohybu*. Pozdejsi vypocty skutecne ukazaly existenci takoveho zrychlovani, a to asi o 11" za stoleti. Prvni ponekud podrobnejsi liceni zatmeni Slunce mame z roku 1836. Toto prstencove zatmeni pozoroval **Baily** a objevil ukaz po nim nazvaný *Bailyho perly*. Jsou to male zbytky slunečního kotouče vykrojené nepravidelným měsíčním okrajem a značne zvetsene iradiaci. I pres veliky zajem o pozorovani zatmeni byla pozorovani korony a protuberanci pricitana az do roku 1860 atmosfere Mesice. Pri zatmeni roku 1870 poprve **Youngovi** podarilo pozorovat tzv. *bleskove spektrum* sluneční korony.

Ve 20. století se stalo pozorování úplného zatmění Slunce základem pro potvrzení Einsteinovy *teorie relativity*. **Einstein** ve své teorii předpokládá, že se světelný paprsek uchyluje gravitačním působením tělesa, v jehož blízkosti se nachází. Proměření hvízd na fotografiích úplného zatmění Slunce z roku 1919, které byly pořízeny během expedice do Brazílie a v Principe v Africe, ukázalo odchylku paprsku mezi 1.65" až 2.06". Teorie předpokládala odchylku paprsku 1.75", což byla vynikající shoda. Dnes, v době kosmických sond, však již význam takových pozorování klesá.

Úplné zatmění 11. srpna 1999



Jak pozorovat Slunce

Pozorování Slunce pouhým okem

Jedna se o nejjednodušší a zároveň nepravem opomíjenou metodu pozorování. Tato pozorování, dlouhodobě prováděna, mají speciální účel, který tkví v porovnání se starověkými záznamy o pozorování slunečních skvrn. Zda se totiž, že maximum relativního počtu skvrn se neshoduje s maximum výskytu velkých skvrn, které jsou vidět pouhým okem. Stejně tak je třeba zjistit, jak velké skvrny je ještě v průměru možné pozorovat neozbrojeným okem.

Protokoly o pozorování Slunce pouhým okem

Pro tato pozorování je vhodné používat dva druhy protokolu, jeden na záznamy negativních pozorování (z nějž musí být zřejmé, zda skvrny nebyly spatřeny či zda bylo špatné počasí a Slunce nebylo možno pozorovat) a druhý na zakreslení spatřených skvrn. Protokol by měl obsahovat následující položky:

Pozorovatel - jméno a příjmení pozorovatele

Adresa stanice - jméno pozorovací stanice, případně i adresa

Pozorovací místo - místo, kde jste pozorování konali

Datum - den, měsíc a rok pozorování

Cas - čas pozorování s přesností na 5 minut

Filtr - alespoň základní popis filtru, který používáte (např. zčernalý film, mlha, pozorování u obzoru, ...)

Intenzita - pozorovatelnost slunečních skvrn (skvrny jsou vidět: 1 - velmi slabě, 2 - dobře, 3 - velmi dobře)

Pozorovací podmínky - uveďte dle stupnice (1 - jasno i při obzoru, 2 - jasno a při obzoru zkal, 3 - slabá oblačnost, 4 - Slunce pozorováno mezi mraky, 5 - velká oblačnost, 6 - Slunce nelze pozorovat)

Poznámky - uveďte podrobnosti k pozorování, je-li to nezbytné

Zakreslování Slunce

Nejjednodušším postupem při zakreslování je *metoda prime projekce*. Pro toto promítání používáme dalekohled s průměrem objektivu nejméně 5 cm a ohniskovou vzdáleností nejméně 80 cm. Dalekohled musí mít kvalitní hodinový stroj, aby během kresby nedocházelo ke zkreslení. Vzhledem k tomu, že se úhlový průměr Slunce během roku mění, je nutné vybavit kreslicí desku posuvem. Pro vlastní kresbu používáme formulář s průměrem 25 nebo 12,5 cm. Kresbu slunečních skvrn provádíme měkou tužkou, nejlepe tvrdosti HB, a zakreslení fakulových polí děláme tužkou červenou.

Při zakreslování postupujeme následovně. Nejprve si vyznačíme na kresbě čaru denního pohybu. Při pozorování si nastavíme vhodnou skvrnu na tuto čaru a orientaci formuláře zabezpečíme, aby se skvrna při vypnutém hodinovém stroji pohybovala po této čarě ve směru východ-západ. Při zachování orientace formuláře, zapneme hodinový stroj a případně provedeme vhodné nastavení obrazu do předkresleného kruhu. Následně zakreslíme detaily ve sluneční fotosféře. Nejsme-li si jisti, zda se jedná o útvar na Slunci, či o nerovnost nebo vadu papíru, pomůžeme si proužkem kvalitního papíru, kterým kmitáme v inkriminovaném místě. Je-li útvar na Slunci, pak zachováva svoji polohu, v opačném případě se hybe spolu s papírem. Samotná kresba by neměla trvat déle než 10 minut.

Protokoly o pozorování Slunce projekční metodou

Formulář pro toto pozorování by měl obsahovat položky zde vyjmenované. K výpočtu některých veličin je potřeba užívat složitější vzorce. Abychom tento úkol usnadnili, napsali jsme jednoduchý program, s jehož pomocí můžete komfortním způsobem tyto veličiny získat. Máte-li o něj zájem, klikněte [zde](#) pro další podrobnosti.

Pozorovatel - jméno a příjmení pozorovatele

Adresa stanice - jméno pozorovací stanice a její adresa

Datum - den, měsíc a rok pozorování

Cas - čas pozorování v UT (světovém case)

Parametry dalekohledu - typ přístroje, průměr objektivu, ohnisková vzdálenost objektivu a okularu, zvětšení

Hodnota g - počet skupin skvrn, skupiny vždy viditelné na kresbě označte a přiřaďte jim poradové číslo

Hodnota f - počet všech skvrn, je vhodné připsat ke každé skupině počet skvrn v ní a tyto počty nakonec sečíst

Hodnota R - relativní číslo slunečních skvrn, vypočteme ze vztahu $R=10 \cdot g+f$

Pozorovací podmínky - uveďte dle stupnice (1 - podmínky velmi nepříznivé, 2 - podmínky nepříznivé, 3 - podmínky průměrné, 4 - podmínky dobré, 5- podmínky velmi dobré)

Poznámky - uveďte podrobnosti k pozorování, je-li to nezbytné

Fotografování Slunce

Jedná se o nejpresnější metodu dokumentace sluneční činnosti. Fotografování Slunce je záležitostí specifickou, vždy záleží na jevu, který chceme na fotografii zachytit. Při fotografování Slunce pouze pomocí teleobjektivu, což je výhodné při dokumentaci slunečního zatmění, musíme mít na paměti, že je nezbytné používat velmi krátké časy a velké clony, které na většinu nyní vyráběných fotoaparátů chybí. Zvláště při několikanásobné expozici téhož snímku se osvědčilo použití clony 44. V tomto případě je také vhodnější použití černobílého materiálu, neboť při opakované expozici strácí barva na verohodnosti. Fotografujeme-li přes dalekohled, je výhodné používat fotoaparát s vestaveným expozimetrem, s jehož pomocí si udeláme ramcovou představu o jasnosti obrazu. Nezapomínejme však, že při fotografování slunečních skvrn je vhodné obraz mírně nadexponovat. Použití drátové spouště a jemnozrného fotomateriálu je nutnou samozřejmostí.

Zakladni informace o Slunci

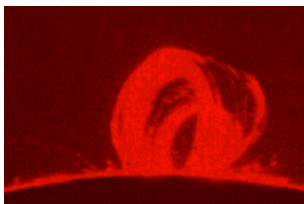


Slunce je beznou hvězdou, jakých jsou v Galaxii řádově miliardy, nicméně pro obyvatele Země je hvězdou životně důležitou. Slunce má tvar koule o poloměru 696 000 km a hmotnost $1,99 \cdot 10^{30}$ kg. Viditelný povrch má teplotu 5780 stupňů Kelvina. V důsledku této vysoké teploty vyzařuje každý čtvereční metr povrchu do prostoru 63 000 kJ za sekundu, celkový zářivý výkon Slunce činí $3,83 \cdot 10^{26}$ Wattů. Ze Země se Slunce jeví jako kotouč o přibližném průměru 32 minut a zaujímá tak zhruba jednu stotisícinu celé oblohy. Planeta

Země zachytí pouhou dvoumiliardtinu výkonu Slunce, což však zcela stačí k udržení života na Zemi. Převážná část slunečního záření je vyzařována v oboru viditelného záření (tj. od 390 nm do 760 nm) s maximem v 550 nm. Slunce je složeno z vodíku a helia s malou příměsí těžších prvků. V povrchových vrstvách připadá na 1000 atomů vodíku asi 85 atomů helia, jeden atom uhlíku, dusíku či kyslíku a pouze 0,1 atomů těžších prvků. Přibližně vyjádřeno v hmotnostních procentech: 73 % H, 25 % He a kolem 2 % ostatních prvků.

Poloměr	$6,959 \cdot 10^8$ m
Hmotnost	$1,989 \cdot 10^{30}$ kg
Celkový zářivý výkon	$3,83 \cdot 10^{26}$ W
Efektivní povrchová teplota	5780 K
Siderická oběhová doba (vůči hvězdám)	25,4 dny = $2,19 \cdot 10^6$ s
Synodická oběhová doba (vůči Zemi)	27,3 dny = $2,36 \cdot 10^6$ s
Střední vzdálenost od Země (1AU)	$1,495 \cdot 10^{11}$ m
Střední zdanlivý poloměr	15' 59,6"
Sluneční konstanta (hustota toku energie ve vzdálenosti 1AU)	1360 W/m ²

Stavba Slunce

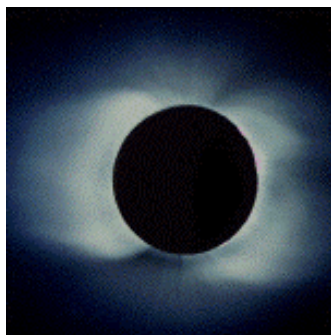


Slunce je koule zářivých ionizovaných plynů udržovaných pohromadě gravitací. Nitro slunce není přístupno přímému pozorování, studujeme je proto nepřímě z projevu sluneční činnosti za pomoci [fyzikálních modelů](#). Z nich vyplývá, že hustota i teplota slunečního materiálu rostou směrem ke středu, kde nabývají své největší hodnoty. Hustota látky v jádru slunce je 150 000 kg/metr krychlový (tj. 150 tun na metr krychlový) přičemž

průměrná hustota Slunce je 141 000 kg na metr krychlový. Centrální teplota dosahuje 15 milionů stupňů Kelvina, průměrná teplota Slunce je zhruba poloviční. Díky své vysoké teplotě je ve Slunci většina atomů ionizována. Zdrojem energie Slunce jsou [termojaderné reakce](#), které probíhají v jádře, kde je teplota nejvyšší. Energeticky nejvýznamnější jsou ty reakce, při nichž se čtyři jádra vodíku postupně sloučí v jedno jádro helia. Ve Slunci se každou sekundu přemění 600 milionů tun vodíku na helium, přičemž se uvolní energie $4 \cdot 10^{26}$ J. Termonukleární „hoření“ v nitru Slunce probíhá relativně pomalu: proton čeká na úspěšnou srážku s druhým protonem, při které se vytvoří jádro deuteria (těžkého vodíku), v průměru 10 miliard let. Nitro Slunce tak připomíná dokonale řízený [termonukleární reaktor](#) pracující po léta v režimu velmi blízko k úplnému vyhasnutí. Za celou dobu svého života (tj. 4,7 miliardy let) Slunce vyčerpalo jen

5 % svých zásob vodíku. Teplo vznikající v centrálních oblastech se na povrch přenáší zejména zářením, v chladnějších podpovrchových vrstvách pak konvekcí. Konvektivní vrstva, která dosahuje až k povrchu, je zřejmě zodpovědná za projevy sluneční činnosti a existenci vnějších částí sluneční atmosféry.

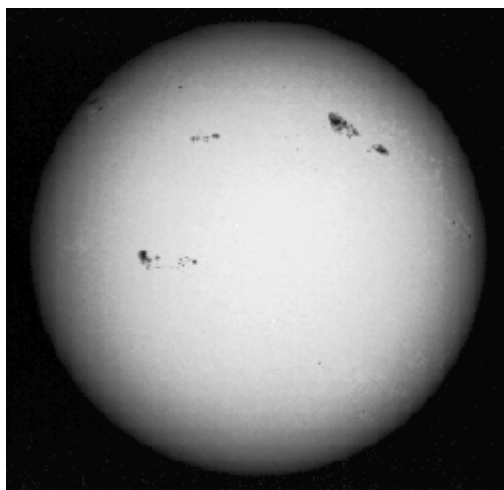
Atmosféra Slunce



Atmosféra je ta část Slunce, odkud k nám přichází sluneční záření. Nejvíce (99 %) ho vysílá nejspodnější vrstva, zvaná [fotosféra](#), která pro nás představuje onen „povrch“ Slunce. V jejím světle rozloženém do spektra pozorujeme na jasném (emisním) pozadí množství temných (absorpčních) [spektrálních čar](#) příslušejících zejména kovům, někdy i jednoduchým molekulám. Povrch Slunce není stejnorodý, ale vykazuje zrnitou strukturu - *granulaci*. Nejsvětlejší body jsou zřejmě vrcholky konvektivních proudů, o několik set stupňů teplejší než sousední povrch. Nad fotosferou leží [chromosféra](#), jež je řidší a teplejší než fotosféra, k záření Slunce však

přispívá jen 0,1 %. Lze ji sledovat pomocí tzv. *koronografu*, které napodobují [zatmění Slunce](#), nebo přístroje se speciálními filtry. Vnější část sluneční atmosféry - řídká a velmi horká (až 1 milion stupňů Kelvina) [korona](#) - je nestabilní, rozpíná se a v oblasti Země přechází v tzv. sluneční vítr. [Sluneční vítr](#) je trvalým proudem ionizovaných částic, o hustotě řádově desítek milionů iontů na metr krychlový, vanoucí od Slunce rychlostí kolem 500 km/s.

Fotosféra



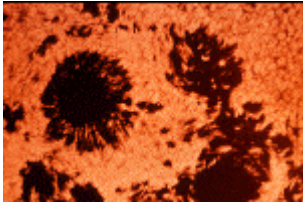
Tloušťka fotosféry je řádově $2 \cdot 10^2$ km. Typickým jevem na fotosféře, která je reprezentována viditelným povrchem Slunce, je okrajové ztemnění. Ve středu kotouče, kde paprsky vycházející z fotosféry k pozorovateli jsou kolmé na fotosféru, vidíme do větších hloubek než poblíž slunečního okraje, odkud k pozorovateli přichází záření z vyšších vrstev. Vyšší vrstvy jsou chladnější, a tudíž intenzita záření z jednotkové plochy je menší. Okrajové ztemnění je tedy důsledkem rozvrstvení teploty.

První důkladný popis slunečního spektra fotosféry pochází od *Fraunhofera* a v současné době existují atlasy těchto čar, včetně čar vznikajících v atmosféře Země, tzv. telurických čar.

Viditelný povrch fotosféry není zcela homogenní a vykazuje jistou zrnitou strukturu - *granulaci*. Zdanlivý úhlový rozměr

je kolem 1", skutečný je pak od 700 až po 1000 km. V podstatě jde o jednotlivé výstupní proudy horkých plynů v konvektivní vrstvičce poblíž povrchu Slunce. Doba života jednotlivých granuli se řádově pohybuje kolem minut. Rozdíl teploty mezi granuli a okolním prostorem je přibližně několik set stupňů. Rychlost výstupu proudu je 5 až 10 km/s. Významným jevem na povrchu fotosféry jsou sluneční skvrny.

Sluneční činnost



Sluneční činnost je souhrnný název pro řadu nestálých jevů, které můžeme pozorovat v atmosféře Slunce. Nejznámější jsou [sluneční skvrny](#) - oblasti nižší teploty (4 200 K) ve *fotosféře*, kruhového nebo nepravidelného tvaru. Průměr skvrn se pohybuje od několika set kilometrů až po 200 000 km. Skvrny mohou na slunečním povrchu existovat několik hodin, dny výjimečně přetrvávají i několik měsíců. Jejich jádro - *umbra* - je obklopeno polostínou - *penumbrou*. [Chromosferické erupce](#) jsou náhle zjasnění trvající rády minuty. Erupce jsou zdrojem krátkovlnného, optického, radiového i kosmického záření a proudů nabitých částic. [Protuberance](#) jsou poměrně hustá a chladná oblaka podpiřaná v koróně silným magnetickým polem. Na okraji Slunce jsou pozorovatelné jako jasné útvary nad chromosférou, promítají-li se na sluneční kotouč, mají charakter temných vláken, zvaných též *filamenty*. Projevy sluneční aktivity jsou obvykle vázány na tzv. *aktivní oblasti* - oblasti se zvýšeným magnetickým polem, jejichž životní doba činí dny až měsíce. Vznik aktivní oblasti je doprovázen vytvořením *fakulového* a *flokulového pole* (zjasnění ve fotosféře a chromosféře), ve kterém se později může objevit a rozvinout [skupina slunečních skvrn](#). V období maxima rozvoje skvrn vznikají též *chromosferické erupce* a *protuberance*. Po zániku skvrn zůstává *flokulové pole* a klidné *protuberance*. Po čase zmizí i tyto jevy a na místě aktivní oblasti pozorujeme již jen klidnou sluneční atmosféru. [Sluneční činnost se periodicky mění](#), a to nejvýrazněji v jedenáctileté periodě, existuje též dváadvacetiletý cyklus a s největší pravděpodobností i cykly delších period. Některé druhy sluneční činnosti se výrazně projevují na Zemi: např. ultrafialové a rentgenové záření působí na ionosféru, proudy nabitých částic ovlivňují zemské magnetické pole. Neprimo se může zvýšení sluneční činnosti projevit i v biosféře, např. zrychlením růstu dřevin či zhoršením průběhu některých onemocnění.

Vznik a vývoj Slunce

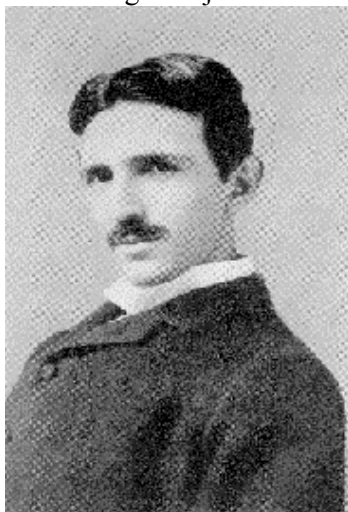


Slunce je hvězdou spektrální třídy G2 V o absolutní magnitudě +4,84. Leží takřka v rovině Galaxie, 9 kpc od jejího středu. Ve srovnání s hvězdami v okolí je spíše nadprůměrně hmotnou hvězdou (jen 7 % hvězd v okolí Slunce je hmotnějších). Slunce vzniklo před 4,7 miliardami let z oblaku mezihvězdné látky; bezprostředním popudem k počátečnímu zhroucení oblaku byl zřejmě výbuch blízké supernovy. Po přibližně 50 miliónech let se Slunce smrštilo natolik, že v jeho nitru začaly probíhat [termojaderné reakce](#), při nichž se mění vodík na helium. Slunce tak nastoupilo nejdříve etapu svého života - etapu *hvězdy hlavní posloupnosti*, ve které stráví 85 % svého života - 9 miliard let. Na počátku této fáze bylo Slunce menší než dnes (přibližně o 10 %) a také méně zářilo (zhruba o 30 %). Na konci fáze *hvězdy hlavní posloupnosti* dosáhne poloměr Slunce 1,4 násobku a jeho výkon se oproti dnesku zdvojnásobí. Další vývoj Slunce bude rychlý - po vyčerpání zásob vodíku v centru se zapálí vodík v tenké vrstvičce obalující vyhořelé heliové jádro. Vnitřek hvězdy se smrští, zatímco vnější vrstvy se rozeprou - Slunce se stane *červeným obrem* o poloměru desítkrát až stokrát větším, než je dnes. Později se v heliovém jádru zapálí reakce, při nichž se jádra helia spojují v jádra uhlíku a kyslíku. Z ridounkého obalu zmitaného prudkými konvektivními pohyby bude do prostoru prostřednictvím [slunečního větru](#) vyvrhováno velké množství látky. Nakonec se odváne celý obal a zůstane jen uhlíko-kyslíkové jádro o hmotnosti 0,6 hmotnosti současného Slunce, obaleno tenkou vodíkovou atmosférou. Zbytky hvězdy zbaveny přísunu čerstvého jaderného materiálu začne postupně chladnout - stane se degenerovaným *bílým trpaslíkem* a konečně chladným *černým trpaslíkem* bez zdroje energie.

Pokusy s vysokofrekvenčními proudy střídavými

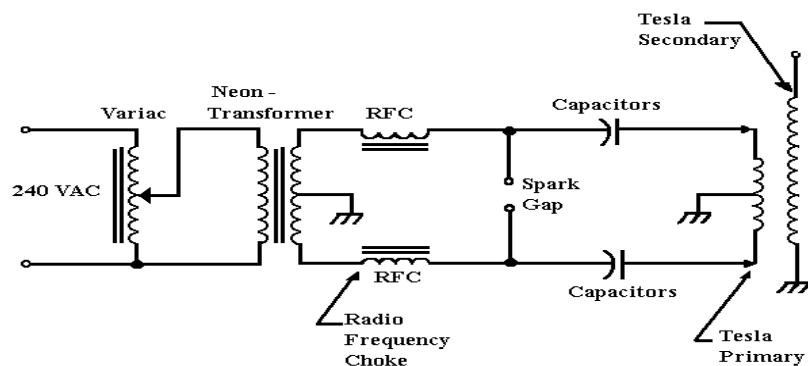
Jan Škrob, Tomáš Denk

Na naší přednášce jsme se zabývali obvody LRC a účinky vysoko frekvenčního proudu. Naším úkolem bylo dokázat frekvenční povahu proudu v obvodě LRC, vyzkoušet teslovu cívku a účinky vysokofrekvenčního proudu, které teslova cívka generuje.



Nikola Tesla se narodil 10. července 1853 v Dalmácii v tehdejším Rakousku-Uhersku. Studoval polytechniku ve Štýrském Hradci, ale studium dokončil z finančních důvodů v Praze, kde dostal stipendium na německé univerzitě. Několik let po studiích pracoval v Evropě, a poté odjel do Ameriky, kde strávil zbytek života. Jeho největším počinem byl vynález motoru na střídavý proud a jeho studie v oboru střídavých proudů. Do té doby se používal proud stejnosměrný, který má řadu nevýhod. Díky Teslovi se začalo v rozvodech používat střídavé napětí místo stejnosměrného, které propagoval Edison z důvodů však čistě ekonomických, protože Edisonovy firmy vyráběly zařízení jen pro stejnosměrné napětí a přechod na střídavé napětí by způsobil jejich krach. Tesla si nechal během svého života patentovat více než 700 vynálezů, zemřel v roce 1943 opuštěn v hotelu v New Yorku.

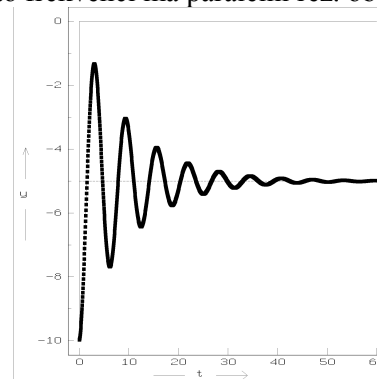
Teslova cívka je rezonanční LRC obvod, který vytváří frekvence okolo jednoho mega hertze a napětí několika milionů voltů. Obvod který je na obrázku pod textem je napájen běžným síťovým střídavým napětím, které je transformováno neonovým transformátorem na několik tisíc voltů. Za transformátor je připojen oscilátor (RFC), který vytvoří napěťové skoky vypnuto-zapnuto, za oscilátorem je zapojen rezonanční obvod s jedním jiskřištěm (spark gap) přes které se obvod vybíjí. V primární cívce je pak zasunuta sekundární cívka na které se indukují vysoké napětí. Z konce sekundární cívky pak vystupují velké jiskry až několik metrů dlouhé. Napětí takto generované není člověku nebezpečné a člověk může fungovat jako vodič, skrz který může toto napětí téci při takovém proudu, který dokáže rozsvítit i 100 watovou žárovku. Proud teče jen po povrchu těla člověka, což způsobuje vysoká frekvence.



Obr. teslový cívký

Teorie:

Na svorky paralelního LRC obvodu jsme přiložili střídavé, zatím nízkofrekvenční napětí obdélníkového průběhu. Cívka a kondenzátor mají opačné vlastnosti a proto dochází k jevům ne první pohled nelogickým. U cívky se předbíhá napětí před proudem, u kondenzátoru se předbíhá proud před napětím (v ideálním případě je to u obou součástek o 90°). Taky imaginární složka rezistence (reaktance) se chová u každé součástky jinak. Pro kondenzátor se reaktance se stoupající frekvencí snižuje, zatímco u cívky se zvyšuje. Pro určitou frekvenci budou obě reaktance stejné a taková frekvence je rezonanční frekvence daného obvodu. Jelikož obdélníkové pulsy obsahují velké množství vyšších harmonických (čím strmější jsou hrany, tím více harmonických frekvencí je obsaženo), najde se tam i frekvence, která je přinejmenším velmi blízká rezonanční frekvenci obvodu. Pro tuto frekvenci má paralelní rez. obvod



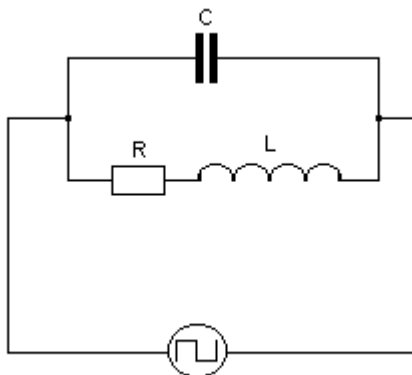
maximální impedanci a chová se jinak než pro jiné frekvence.

Po náběžné nebo sestupné hraně LRC obvod ještě chvíli kmitá na své rezonanční frekvenci a toho využíváme. Výsledný proud má potom charakter střídavého proudu právě s rezonanční frekvencí. Ta se dá jednoduše spočítat podle vztahu

$$f_r = (2\pi\sqrt{LC})^{-1}$$

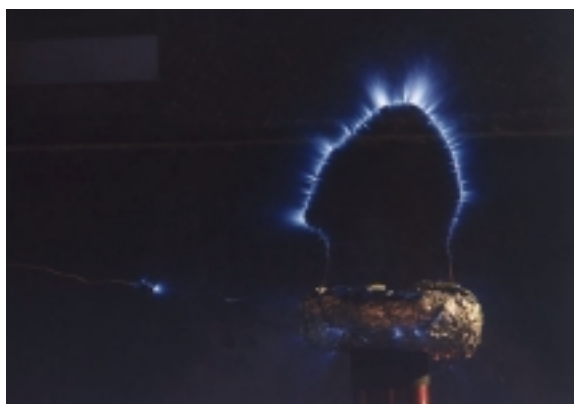
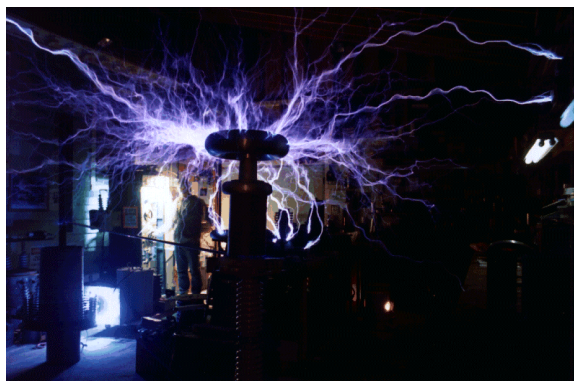
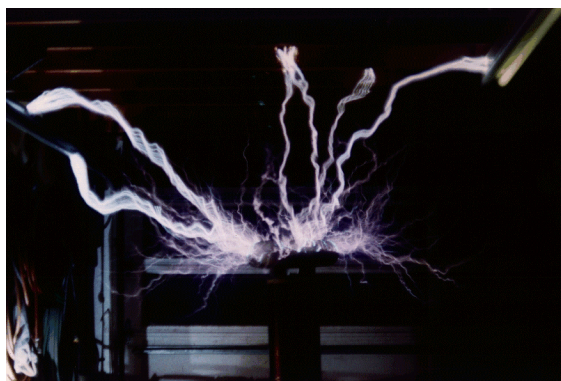
Takto získané VF napětí už jen transformujeme na vyšší - řádově miliony a vykazuje vlastnosti, na které přišel pan Tesla.

Průběh pokusu: Nejdříve jsme sestrojili rezonanční obvod LRC viz. obr. a ověřili jsme si teoretické vztahy. Změřili jsme jednotlivé parametry ze kterých jsme vypočetli předpokládanou frekvenci. Poté jsme obvod zapojili a odečetli z osciloskopu reálnou frekvenci, kterou jsme dokázali předpovědět s 5% odchylkou.



Obr. obvodu LRC

Po tomto rozehrání jsme změřili parametry jednotlivých částí teslovy cívky (rezonanční obvod) a určili její frekvenci na 500kHz. Jako zdroj jsme použili dvacet čtyři seriově zapojených olověných článků, dohromady o napětí dvacet šest voltů. Místo neonového transformátoru jsme použili Rumkorfův induktor. Náš oscilační obvod byl asi sedmdesát let starý a skládal se z jedné leydské láhve (kapacita), jiskřiště a cívky o čtrnácti závitech do které byla volně zasunuta sekundární cívka, na které se tvořily jiskry. Maximální doskok jiskry, který jsme dosáhli byl asi deset centimetrů, což bylo dáno malým výkonem obvodu. Tesla sám používal šest leydských lahví a příkon až dva kilowatty. Bohužel jsme většinu v literatuře popisovaných pokusů nemohli provést, zčásti proto, že nikdo z nás se nechtěl nechat použít jako vodič, a také proto, že náš obvod měl malý výkon. Například jsme nemohli pozorovat auru kolem vodiče. Konce sekundární cívky se dají spojit a kolem takového vodiče vzniká nafialovělá aura viz. druhé dva obrázky.





Obr. mohutného výboje teslovy cívky

Na závěr bychom chtěli říci, že jsme nedosáhli očekávaných výsledků, ale přesto doufáme, že jsme ve Vás vzbudili trochu zvědavosti, pro ty kteří by chtěli vědět trochu více nebo si dokonce chtěli postavit doma vlastní teslovu cívku, se můžou obrátit buď přímo na nás: skrobik@seznam.cz nebo na na tyto stránky: www.eskimo.com/~billb/tesla/tesla.html
www.mall-usa.com/BPCS/tesla.html
home.navisoft.com/hom/tesla.htm

PAS na ČVUT

Václav Štěpán¹

Úvod

Tento text vznikl jako proceedings k mému ústnímu vystoupení na Fyzikálním semináři 2, kdy jsem si jako téma vybral Maple. Proč právě Maple? Svého času mne napadlo, jak že by bylo občas příjemné, kontrolovat si postup výpočtů některých příkladů na počítači (od čeho je to počítač, ne?). Hledal jsem systém, v němž bych mohl počítat matice, úlohy z Matematické analýzy a Mechaniky a případně v němž by se přijatelně zpracovávaly grafy a výsledky z Fyzikálního praktika. Navíc jsem chtěl, abych na něm mohl pracovat doma (Linux 2.0.0 na i486/16 MB) a nemusel jej krást (z tohoto pohledu jsou také hodnoceny všechny programy o nichž se zmíním). A co mi vyhovovalo nejvíce, byl Maple. Pokusím se stručně, leč subjektivně shrnout, které systémy mi cestou přišly pod ruku a jak na mne zapůsobily.

Jiné formáty dokumentu

Tento dokument je k dispozici i v následujících formátech:

- TeX DVI -- [proceed.dvi](#)
- PostScript -- [proceed.ps](#)
- Adobe Acrobat PDF -- [proceed.pdf](#)

Čemu se říká PAS (mimo jiné)

PAS nebo CAS (Computer Algebra Systems) jsou programy pro matematické výpočty, simulace procesů či třeba vyhodnocování velkých kvant dat. Nebývají příliš uživatelsky příjemné, jsou drahé a obvykle požadují lepší počítač než jednoduchý tabulkový procesor.⁴ Obvykle ovšem umí provádět jak *symbolické*², tak *numerické*³ výpočty.

Stručný přehled

Famulus

Jediný z programů české provenience -- byl vyvinut na MFF UK. Jednoduchý, malý, hardwarově nenáročný.⁵ Existuje k němu spousta knihoven pro řešení a hlavně simulace problémů z mechaniky, optiky atd.. Nejspíš je nainstalován někde novellském serveru v Břehové (ale nenašel jsem ho), rozhodně si lze stáhnout instalačky z disku KF (\KF\PGM\Famulus), případně (ty aktuální) přímo z MFF, viz [1].

Maple

Velmi dobrý program pro symbolické výpočty, je dostupný pro většinu operačních systémů, má přijatelné hardwarové nároky (shrnutý vS tabulce níže) a co je nejlepší, pro studijní účely je zdarma (multilicence ČVUT). Kde je dostupný:

1.

Stanice SGI (newton, euler...) a Linux (snehurka, karkulka, popełka...) v Troji (Maple V Release 5)

2.

Server linux.fjfi.cvut.cz (Maple V Release 5) -- jediný server, který vám dovolí připojení,

aniž by jste na něm měli vlastní konto. Nejprve se odněkud připojíte přes telnet, např.:

```
DOS: tn3270 linux.fjfi.cvut.cz
Win: telnet linux.fjfi.cvut.cz
...
Username: host
Password: flavius
```

poté buď můžete pracovat s řádkovým rozhraním (spustíte příkazem `maple`), nebo, je-li na stanici, kde pracujete, nainstalován X-server, třeba X-Win32, můžete zkusit probojovat se k X-Maple (tj. okenní verze). Pokud již X-servery nainstalovány jsou (nová učebna v Břehové), někde na tabuli najdete papír s podrobnostmi.

3.

Server `br.fjfi.cvut.cz` (Release 3) -- starší verze pro DOS, má pouze řádkové rozhraní, na druhé straně ale běhá i na počítačích ve staré učebně v Břehové (toho času 486/33 atp.) použitelně rychle. Program je nainstalován opět na disku KF, tj. na některém z disků bude adresář `PGM/MAPLEV3/BIN`, tam by měla být dávka a hlavní binárky. Pokud jsem si mohl všimnout, Release 3 postrádá ochranu proti kopírování.

Multilicence ČVUT

Na Maple Release 4 a 5 zakoupilo ČVUT licenci pro neomezený počet kopií (Campus Wide License). To znamená, že kdokoliv na ČVUT studující či pracující má možnost si Maple legálně a bez dalšího poplatku nainstalovat a používat (pro studijní účely). Jak na to? Podíváte se na na páně Němečkovu stránku o PAS [\[4\]](#), tam najdete registrační formulář a další pokyny.

HW/SW nároky:

	OS	disk	paměť
Rel. 3	Windows 3.1	?	?
	DOS	13 MB	2 MB
Rel. 4	Linux (2.00+)	23-35 MB	12 MB
	Win32s/95/NT	18-35 MB	8 MB
	OS/2 Warp	18-30 MB	8 MB
	MacOS 7.0+	14-21 MB	4 MB
Rel. 5	Linux (2.00+)	24 MB	16 MB
	Win32s/95/NT	32 MB	8 MB
	MacOS 7.1+	30-35 MB	12 MB

Dokumentace k programu

- Návoděda programu -- velmi dobře zpracována (byť v angličtině).
- Předmět PIN II (p. Šňor (KFE FJFI)) -- za semestr se naučíte základní věci, myslím, že to má cenu tehdy, hodláte-li pracovat víc než jen jednou za čtrnáct dní na cvičení.
- Studijní materiály FEL ČVUT -- volně ke stažení na páně Němečkově stránce [\[4\]](#) Pokud vám ovšem nevadí číst anglicky, přišel mi "introduction" programu samého zhruba stejně obsažný a lépe zpracovaný. Případně u pana Němečka (viz [\[3\]](#)) najdete i seznam publikací o Maplu dostupných vůbec.
- Příklady a kurzy v adresáři `share` -- např.: `/usr/local/maple/share/...`
- Knihovna aplikací na domovské stránce Maple, viz. [\[6\]](#).

Matlab

Původně systém pro výpočty s maticemi (*MATrix LABoratory*), dnes systém, v němž můžete dělat cokoliv od symbolických výpočtů⁶ po zpracování dat z počítačového tomografu.⁷ Systém tvoří relativně malé jádro (binárka) a mraky skriptů (malých, jeden pro jeden příkaz/funkci). Skvělé na tom je, že nejen, že do skriptů můžete nahlédnout a podívat se, jak je ta která věc implementována, ale můžete díky tomu i jednoduše přidávat skripty vlastní a rozšiřovat systém dle libosti.

Dokumentace

Dalším kladem jsou mraky dokumentace -- několik knih v PDF⁸, spousta HTML, a to vše můžete prohledávat a prohledávat a prohledávat.....a kdyby vám to bylo málo, tak se můžete podívat na síť [5] a tam najdete další tony papírů,⁹ knihovny řešených příkladů atd..

Mathematica

Tak tady, tady je mezera. Minulý semestr o ní povídal kolega, ale ježto archiv semináře nefunguje, nevím který. Rozhodně se můžete zkusit podívat na stránku pana Němečka (viz [4]), nebo přímo na stránky výrobce (Wolfram Research, viz [7]) na ČVUT na ni multilicenci nemá, tedy jsem se o ni dále nezajímal.

IDL

Systém na simulace procesů. Umí spoustu věcí, které jsem nikdy nepotřeboval, pokud vím, tak studentská verze neexistuje a kromě toho je systém nepěkně náročný. Ale kdyby vás někdy popadla touha vytvořit si virtuální čističku odpadních vod...

Používá ho Katedra fyzikální elektroniky (KFE v Troji, p. Liska, p. Sinor atd.).

Fortran

Programovací jazyk s překladači¹⁰ pro většinu OS (UNIX, Microsoft Cokoliv atd.), existuje k němu velmi mnoho knihoven pro řešení všemožných fyzikálních a matematických problémů. Pokud vím, tak opravdu musíte napsat program, ten přeložíte překladačem a teprve poté proběhnou výpočty. Což na jedné straně urychlí výpočty (nejde o interpretovaný jazyk), na druhé straně to není příliš uživatelsky příjemné.

Jazyk je používán přinejmenším na KFE v Troji, překladač je součástí většiny Linuxových distribucí.

Závěr

Shrnuto? Maple V Release 3 je dobrá chytrá kalkulačka. Release 5 považuji za skvělý nástroj na symbolické výpočty, grafy a pro přípravu vzorců a grafů nabitých dokumentů pro TEX. Hodláte-li opravdu zpracovávat nějaká reálná data, Matlabem budete nadšeni. Pokud máte chuť na více objektivní a fundované hodnocení, doporučuji [2]. Shledal jsem, že mít nějaký PAS při studiu k ruce věru není nepříjemné. Na druhé straně ovšem -- za dobu, kterou strávíte formulací problému pro program, jej obvykle stihnete na papíře vyřešit dvakrát.

Literatura

1

Kolektiv KTF a KEVF MFF UK.

Domovská stránka systému Famulus.

on-line: <http://otokar.troja.mff.cuni.cz/Famulus>, 26. 1. 1999.

2

Richard Liska, Ladislav Drska, Jiri Limpouch, Milan Sinor, Michael Wester, and Franz Winkler.

COMPUTER ALGEBRA, Algorithms, Systems and Applications, 26. 1. 1999.

3

RNDR. Aleš Němeček.

domácí stránka.

on-line: <http://math.feld.cvut.cz/nemecek>, 26. 1. 1999.

4

RNDR. Aleš Němeček.

Počítačové algebraické systémy.

on-line: <http://math.feld.cvut.cz/nemecek/pas.html>, 26. 1. 1999.

5

The Mathworks Inc.

domácí stránka.

on-line: <http://www.mathworks.com>, 26. 1. 1999.

6

Waterloo Maple Inc.

domácí stránka.

on-line: <http://www.maplesoft.com>, 26. 1. 1999.

7

Wolfram Research Inc.

domácí stránka.

on-line: <http://www.wolfram.com>, 26. 1. 1999.

O tomto dokumentu ...

PAS na ČVUT

This document was generated using the [LaTeX2HTML](#) translator Version 98.1p1 release (March 2nd, 1998)
Copyright © 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, [Nikos Drakos](#), Computer Based Learning Unit, University of Leeds.

The command line arguments were:

`latex2html -no_navigation -split 0 proceed.tex.`

The translation was initiated by Vaclav Stepan on 1999-03-30

Footnotes

... Štěpán¹

w@linux.fjfi.cvut.cz

...symbolické²

Třeba počítat s odmocninou, diferenciálem atd., aniž byste museli výsledek okamžitě převést do číselné podoby.

...numerické³

Umí pracovat s proměnnými, násobit, dělit, občas i v komplexním oboru atd..

... procesor.⁴

Tabulkové procesory se obvykle mezi PAS neřadí

... nenáročný.⁵

Současná verze (3.5) vyžaduje procesor 80286 a vystačí si se základní pamětí.

... výpočtů⁶

Zde nutno podotknout, že pro symbolické výpočty je používáno jádro Maplu, tedy Matlab samotný je neumí.

... tomografu.⁷

Někde v dokumentaci najdete 3-D řezy lebkou.

... v PDF⁸

Přečtete pomocí Acrobat Readeru -- volně šiřitelný, existuje i jako plug-in pro Netscape.

... papírů,⁹

Věru obrazně řečeno.

... s překladači¹⁰

Přinejmenším některé jsou zdarma.

Chaos přehledně

Ondřej Bojar

Co je to chaos?

Svět popsaný jednoduchými zákony ještě nemusí být jednoduchý, jak je patrné z obrázků fraktálů. Tento fenomén - když z jednoduchých rovnic dostáváme složité výsledky - se nazývá chaos.

Teorie chaosu tedy *není teorií o nepořádku*. Nepopírá determinismus, netvrdí, že uspořádané systémy jsou nereálné. Neznevažuje vědecké experimenty ani neříká, že modelování složitých soustav je k ničemu.

Myšlenka chaosu se opírá o následující tvrzení:

1. Malé změny v systému mohou způsobit velké fluktuace.
2. Nelze přesně určit stav nějakého systému (polohy a rychlosti jednotlivých atomů ap.)
3. Naopak je jednoduché popsat chování systému jako celku.

Chaotické iterace

Zdrojem řady chaotických zábav jsou různé funkce a posloupnosti, které jsou těmito funkcemi zadány:

$\cos(\cos(\cos(\dots\cos(\cos(\text{seed}))\dots)))$

velmi rychle konverguje k 0,7390851332 rad pro seed mezi 0 a 1

$\tan(\tan(\dots))$

v radiánech vykazuje *intermittenci* - na první pohled konverguje, ačkoli stále roste, byť o velmi malé hodnoty

ve stupních naopak trvale klesá

$x^2 - 1$

chová se periodicky, nejprve bude konvergovat k 0 nebo k 1 a jakmile k tomu dojde, začne pravidelně střídat hodnoty 0 a -1 (neboť $0^2 - 1 = -1$ a $(-1)^2 - 1 = 0$)

Domnívám se, že jde částečně o podvod. Při výpočtu hodnot členů posloupnosti jsme vždy omezeni přesností digitálního zápisu reálných čísel. A známý příklad (z ústní prezentace v minulém semestru) hovořil o Lorenzovi a systému simulujícím počasí - a o počtu desetinných, jež rozhodl o zcela jiném chování celého systému. Vlastně je snadné ukázat chaotický podvod. Podívejte se nějakým zkreslujícím přístrojem (třeba počítačem) na nějakou periodickou funkci - v našem příkladu $x \cdot (\sin(x) + 1)$ a zvětšujte a zvětšujte při mizerném rozlišení. Za chvíli uvidíte rádobý fraktál. Chaos je asi trochu alchymie.

Co je to fraktál?

Fraktál je geometrická konstrukce, která je sama sobě podobná při různých zvětšeních.

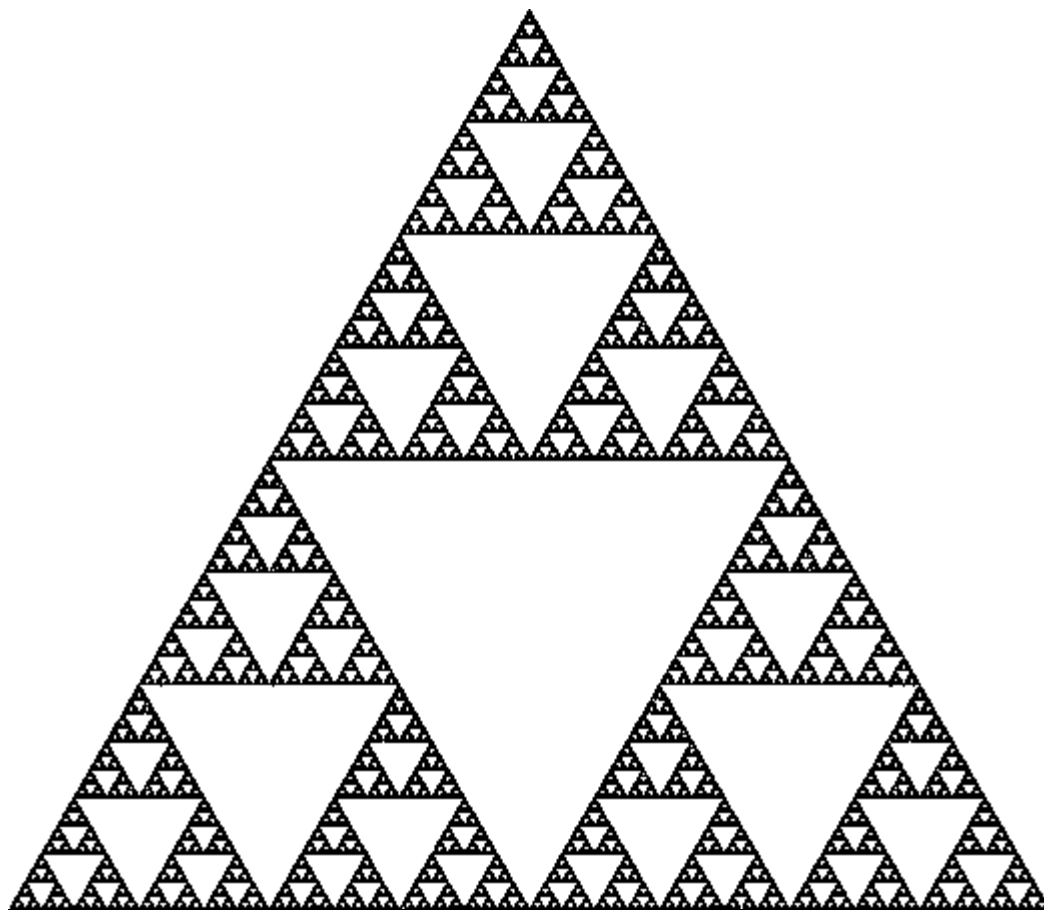
Fraktál bude vypadat skoro stejně, ať na něj budete hledět z jakékoli blízkosti.

Kanonickým příkladem fraktálu je:

Sierpinského trojúhelník



Konstrukce je jednoduchá:



Výsledek efektní:

Konstrukce i snadno programovatelná:

Postup, který zde uvádíme je čitelným přepisem z obecnější teorie "Iterated Function System" Michaela Barnsleyho, v níž se uvažují jednoduché transformace (matice, matice a zase matice) a pravděpodobnostní počet.

Inicializace: Zvol tři body v rovině (řijeme jim rohy)
Libovolně zvol počáteční bod (řijeme mu kukátko), nejlépe uvnitř plánovaného trojúhelníka, ale podmínkou to není.

Hlavní cyklus: Náhodně zvol jeden ze tří rohů.
Z kukátka ved' myšlenou úsečku do zvoleného rohu.

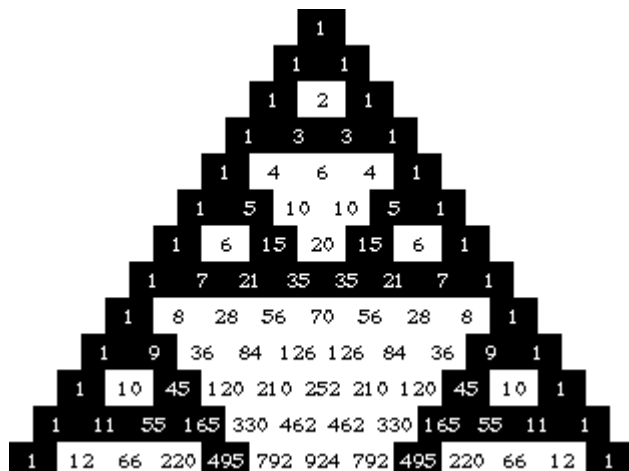
Ve středu této úsečky nakresli bod (je to bod Sierpinského trojúhelníka).
Přesuň kukátko do tohoto bodu.

Opakuj do nekonečna.

Zkuste si sami tohle napsat na své grafické kalkulačce, uvidíte, jak je snadné oslnovat lidi obyčejnou kalkulačkou.

Pascalův trojúhelník

Vyčerněte si v Pascalově trojúhelníku lichá čísla...



...asi není, co dodávat.

Cantorova množina

Cantorova děravá množina je jiným pěkným příkladem fraktálu:



Úsečku rozděl na tři části.

Prostřední třetinu zahod'.

Zbylé dvě třetiny rozděl na třetiny, prostřední (devítiny) zahod'.

Opakuj do nekonečna.

Von Kochova křivka

Von Kochova křivka je známý fraktál, který ukazuje, že třeba délka pobřeží Anglie je nekonečná.

Obrázek najdete na [odkazovaných stránkách](#).

Začni rovnostranným trojúhelníkem.

V prostřední třetině každé strany přilep rovnostranný trojúhelník.

Opakuj do nekonečna.

Tento útvar má konečnou plochu, ale nekonečný obvod.

V případě zmíněné Anglie si stačí představit, že pobřeží budeme měřit pořád přesněji a přesněji, začnete třeba se zálivy, pak zátoky, pak obemknete jednotlivé skály, pak i kameny, kamínky, zrníčka písku, molekuly, atomy, elektrony...

Mandelbrotova množina

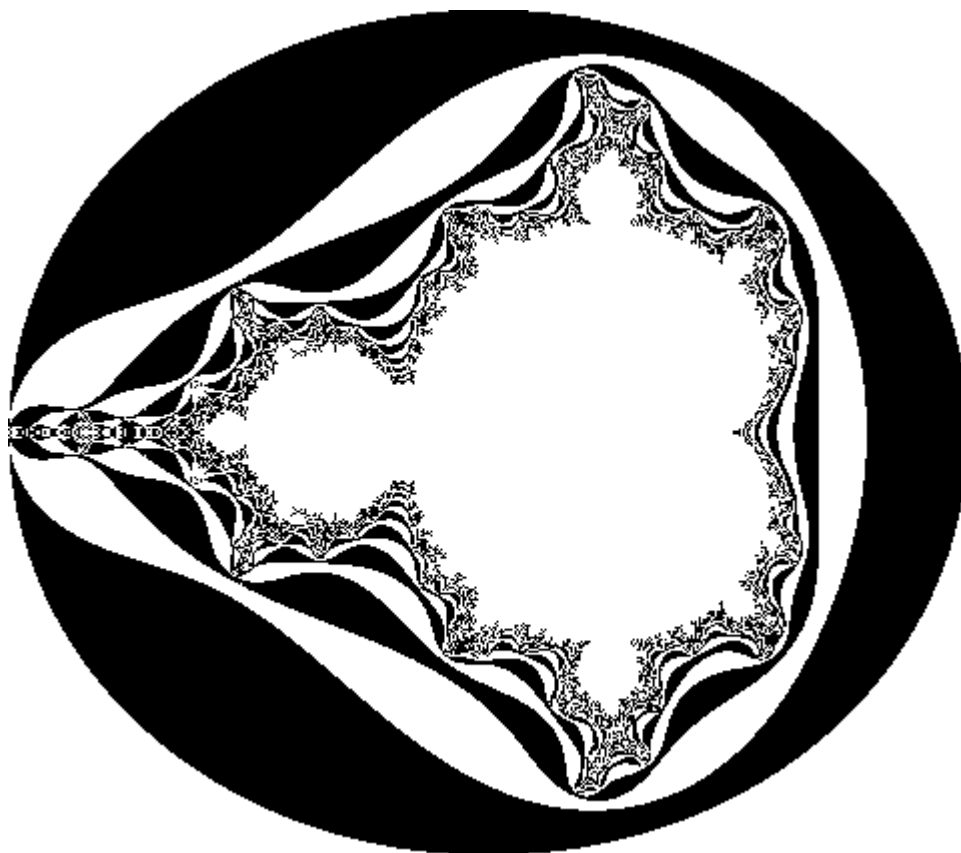
Nejznámějším fraktálem je bezpochyby Mandelbrotova hruška objevená roku 1979.

Pověsný obrázek vzniká na komplexní rovině, zkoumáme-li pro dané komplexní číslo c chování posloupnosti s počátečním $n_0 = 0$:

$$n_{n+1} = n^2 + c$$

Můžeme se například dohodnout, že body komplexní roviny s c takovým, že daná posloupnost rychle konverguje k nekonečnu, vykreslíme bíle na znamení, že leží mimo fraktál. Ostatní body vykreslíme černě.

Nebo můžeme přidat barvy - odlišit body, jejichž posloupnosti jsou nekonečně malé, poměrně malé, poměrně velké, nekonečně velké...



ch.

Chaos v praxi

Chaos je jako každá jiná teorie ukryt v pozadí celé řady různých vědních oborů. Přináší pro ně především nový a zajímavý pohled - něco odlišného od klasických newtonovských představ - a kromě jiného i např. nové směry v zobrazování vědeckých údajů (místo běžných funkčních závislostí lze interpretovat křivky ve fázovém prostoru ap.)

Přímé praktické aplikace:

- Modelování biologických systémů (růst populace, epidemie, arytmiický pacemaker)
- Modelování dalších systémů (obchody na burze, kapající kohoutek)
- Grafické aplikace (Fractal Design Painter, filmové efekty - realistické mraky, skály, stíny)
- Fraktálová komprese obrazu (zatím ve vývoji, slibuje kompresní poměr 1:600, protože složitý obrazec popíše jednoduchou rovnicí, z níž lze všechno vypočítat)
- Velmi zajímavá cesta, která přivede zvědavce ke krásám matematiky

Literatura a odkazy, barevné obrázky ap.

Making Order Out of Chaos, začíná pěkně historií, přes teorii k obrázkům a programům.

<http://hyperion.advanced.org/12170/>

Studentská stránka o chaosu, k pochopení netřeba matematiky

<http://www.students.uiuc.edu/~ag-ho/chaos/chaos.html>

Přehled anglické bibliografie, s užitečnými komentáři

<http://www.students.uiuc.edu/~ag-ho/chaos/books.html>

Altavista

Zadejte +chaos fractal a různá další slova

Využití kerrova jevu k měření rychlosti světla v laboratorních podmínkách

Tomáš Pour

Jako Kerrův efekt se označuje jev, při němž v látkách, vlivem elektrického pole, vzniká umělá anizotropie (címž tedy i dvojlom). Tento druh anizotropie objevil r. 1875 Kerr. V kapalinách lze pozorovat Kerrův efekt, umístíme-li květu, v níž jsou umístěny desky kondenzátoru (Kerrův clánek), mezi nikoly N1 a N2.

V Kerrově clánku je kapalina, která když nabijeme kondenzátor, nabývá vlastností jednoosého krystalu, jehož optická osa míří ve směru El. pole. a proto, když se je mezi elektrodami kondenzátoru potenciálový rozdíl, světlo prochází nikoly. Kerrův efekt se vysvětluje orientacním účinkem vnějšího El. pole na anisotropní molekuly kapaliny. Pole může mít orientací účinek buď proto, že molekuly mají stálý dipolový moment nebo proto, že tento moment nabudou ve vnějším El. poli. !!! Doba, během které se molekuly stáčí v El. poli orientovat, nepřevyšuje 10 na -9 sekundy !!! Za stejný časový interval se stáčí molekuly opět desorientovat při přerušení El. pole, čímž dvojlom zmizí. Malá hodnota časového intervalu, během něhož vzniká nebo mizí dvojlom

v elektrickém poli, se dá využít k měření rychlosti světla v laboratorních podmínkách. Schéma aparatury je podobné jako u Fizeauova pokusu (metoda ozubeného kola), kde se ale místo ozubeného kola použije dvou Kerrových clánek umístěných mezi nikoly, ke kterým se připojí zdroj střídavého napětí o určitém kmitočtu. Světlo tedy projde soustavou Kerrův clánek, zrcadlo, kde se odrazí a přichází na druhý Kerrův clánek. Jestliže za dobu, během níž světlo projde od prvního Kerrova clánku k druhému, klesne napětí na nulu, způsobí poslední nikol v dráze paprsku vyhasnutí světla. Kdyby se použilo střídavé napětí řádu desítek Mhz, mohl by si toto měření provést kdokoli doma. Technický slovník naučný uvádí jako vhodné médium do Kerrova clánku Nitrobenzen, který je ovšem prudce jedovatý, ale má velmi vysoký index lomu.

Levitron

Václav Štěpán¹

Úvod:

Podle Earnshawova teorému nemůže být rovnováha soustavy nabitých částic stabilní. Mějme tedy dva magnety. Je možné umístit jeden z nich na magnetický polštář druhého tak, aby onen nesklouzl? Podle zmíněného teorému zjevně nikoliv. Jenže...

Historie:

V roce 1983 si Roy Harrigan nechal patentovat Levitation Device, sestávající z čtvercové desky permanentního magnetu a káči, taktéž permanentního magnetu, která za určitých podmínek nad deskou levitovala. O deset let později kontaktoval Billa Hones z firmy Fascinations, aby se s ním dohodl na komerční spolupráci. Hones ji zakrátko přerušil a podle vlastního patentu začal vyrábět hračku pro obchod -- Harrigana zcela vyřadil. Levitron se začal vyrábět ve velkém a velmi dobře prodávat. Před několika měsíci Fascinations výrobu ukončili.

Princip:

Levitron se skládá z čtvercové základny a káči. Obě tvoří permanentní magnety. Střed desky základny není magnetizován.²

Roztočím-li vprostřed pomocné desky položené na magnetu základny káču a desku pomalu zdvihnu do zhruba tří centimetrů,³ káča povyskočí do volného prostoru nad deskou a zůstane viset v prostoru po dobu až dvou minut. Bod, kde bude káča stabilní, musí zjevně splňovat následující požadavky:

1.

gravitační síla působící na káču musí být právě vyrovnávána odpudivými účinky magnetu základny,

2.

Potenciální energie káči musí mít v onom bodě lokální minimum.

Jinak řečeno, představíme-li si, jak vypadá pole nad prstencovým magnetem a umístíme-li káču v ose prstence, do správné výšky, vidíme, že bude-li káča správně těžká a pole obou magnetů správně silná, bude káča pevně sedět v jakémsi kalichu pole a ani nepropadne k základně ani nesklouzne stranou.

Podrobnější a zřejmě i korektnější vysvětlení najdete v článcích [SHR29] a [McB99].

O popření Earnshawova teorému nejde -- horizontální stabilita je zajišťována precesním pohybem káči, tj. káča díky rotaci dynamicky reaguje na změnu polohy a nejde tedy o soustavu ve smyslu Earnshawově.

Bibliography

Ber99

Michael V. Berry.

Frequently asked questions about the Levitron.

The Laura Lee Show, <http://www.lauralee.com/physics.htm>, 22. 4. 1999.

Den99

Denis Faupel a Moritz Groba.

Levitron geklonkt.

<http://users.aol.com/gykophys/levitron/levitron.htm>, 13. 5. 1999.

McB99

J. M. McBride.

A Toy Story, The Chemical Relevance of Earnshaw's Theorem and How the Levitron Circumvents It.

<http://koerner.chem.yale.edu/levitron.html>, 23. 4. 1999.

SHR29

Martin D. Simon, Lee O. Heflinger, and S. L. Ridgway.

Spin stabilized magnetic levitation.

Americal Journal of Physics, MS 8229.

<http://www.physics.ucla.edu/marty/levitron/>.

SATELITNÍ TELEFONNÍ SÍŤ IRIDIUM

Jan Smotlacha

Satelitní systémy minulých let:

INMARSAT - nejvyžívanější

- vysoký výkon osobních stanic - průměrná cena 20 tisíc dolarů, minutový tarif 15 dolarů

SYSTÉM IRIDIUM:

a) celková charakteristika

- autor projektu: Bary Bartiger (společnost Motorola)
- série malých družic (výška 750 km) + pozemní segment (řídící centrála a 20 spojovacích středisek)
- plánovaný počet družic: 77 - protonové číslo iridia (tento počet byl zredukován na 66)
- cena projektu: 4 mld. dolarů
- rok dokončení: 1998

b) popis družic

- váha: 690 kg (1/10 hmotnosti družic Inmarsatu)
- rozměry: 1,2 x 2,3 m nebo (s vysunutými panely) 4,6 x 4,6 m
plocha panelu - 8 m čtverečních
- příkon: 1200 W
- životnost: 6 let
- výrobní cena: 40 miliónů dolarů
- rakety použité pro vynesení na oběžnou dráhu: Delta II, Proton, Long March 2C

c) uzívané kmitočty:

- 19,4 - 19,6 GHz (spojení spojovací stanice - družice, nikoliv obráceně!)
- 29,1 - 29,3 GHz (spojení družice - spojovací stanice)
- 23,18 - 23,38 GHz (mezisatelitní spojení)
- 1616 - 1626,5 MHz (spojení kapesní stanice - družice)

d) osobní stanice:

- velikost běžného mobilního telefonu (hmotnost 400 gramů)
- výkon: 0,5 W
- informační tok: 2,4 kb/s
- hovorné: pro začátek 3 dolary za minutu (nutno hradit počáteční investice)

e) vyhlídky do budoucna:

- kapesní stanice s hlasovou volbou, větším displejem pro přenos faxových zpráv apod.
- 12 miliónu uživatelů v roce 2002
- aj.

Magnetická resonance v medicíně

Tomáš Vrba

Úvod

Jednou z diagnostických metod používaných v dnešním lékařství je magnetická resonance (MR). Tato metoda využívá magnetických a v medicíně hlavně paramagnetických vlastností jader atomu.

Historie

1. **1938** I.I Rabi a kolektiv - první experimentální pokusy (*stříbro*), prokázání jaderného spinu.
2. **1946** F. Bloch & E. M Purcell - první úspěšné pokusy s nukleární magnetickou rezonancí pevných i kapalných vzorku. (po šesti letech Nobelova cena)
3. **1972** R. Damadian - poprvé navrhuje MR jako tomografickou zobrazovací metodu (*US patent*).
4. **1973** P.C. Lauterbur - první rez pomocí MR (*řez dvou trubic s vodou*).
5. **1974** J.M. Hutchinson & P.C. Lauterbur - první rez živým organismem (*laboratorní myš*).
6. **1976** P. Mansfield & A.A. Maudsley - první obraz lidské končetiny (*prst*) pomocí MR.
7. **1977** R. Damadian - publikuje první obraz lidského hrudníku.

Základní principy MR

Každá látka je složená z atomu a ty se skládají z jádra (*obsahuje protony a neutrony*), a atomového obalu kde se pohybují elektrony. MR využívá jaderných vlastností atomu látek, ale ne všechny látky jsou vhodné. Prvky které je možno použít, mají lichý počet protonů v jádře. Nejčastěji se jedná o tyto prvky ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{23}Na , ^{31}P (*pro medicínské využití je velmi výhodný vodík, protože lidské tělo jej obsahuje cca 60 %*). Zmíněné atomy vykazují nenulový magnetický moment jenž je tvořen součtem spinu všech nukleonu jádra. U prvku se sudým počtem nukleonu se spinové momenty vzájemně vruší a magnetický jaderný moment je nulový.

Bez působení vnějšího magnetického pole jsou ale magnetické momenty protonů, a tedy i jader orientovány různě a tkáň se navenek chová nemagneticky. Při vložení tkáně do vnějšího magnetického se však uspořádají ve směru siločar magnetického pole, a to paralelně (*souhlasně s magnetickým polem*) nebo antiparalelně (*otočené o 180 stupňů*). Antiparalelní orientace je však více energeticky náročná, tudíž v tomto směru je orientováno méně protonů. Rozdíl paralelních a antiparalelních protonů je sice velice malý, pouze o 6 protonů na 1000000 (*tento poměr je pro teplotu 300 K a intenzitu magnetického pole 1 T*), ale pro diagnostické účely postačující

Protony kromě rotačního (*spinového*) pohybu vykonávají ve vnějším magnetickém poli precesní pohyb, což je rotační pohyb okolo pomyslné osy, již lze ztotožnit se siločarou magnetického pole. Pro názornost by se dané dva pohyby (precesní a spinový) daly přirovnat ke kuželovému setrvačníku, kde rotace okolo osy kužele je pohyb spinový a jeho plynulé naklánění od kolmého směru aniž by se převrhl je pohyb precesní. Frekvence precesního pohybu (tzv. Larmorova frekvence) závisí na magnetických vlastnostech daného atomu a přímo úměrně na intenzitě magnetického pole. Matematickým vyjádřením této závislosti je Larmorova rovnice.

Přístrojové vybavení

Primární vinutí

- Vzhledem k potřebě magnetické intenzity okolo 1-2 T, jsou permanentní magnety s maximální indukčností 0,3 T neschopny dosáhnout požadovaných hodnot, a proto se v dnešní době nepoužívají.
- Supravodivé magnety (0,5-1,5 T) jejichž vlastnosti přinášejí výrazné zlepšení rozlišovací schopnosti, ale na druhé straně problémy a obrovskými náklady na jejich chlazení (*na 4 K*) jsou stále spíše vzácností.
- Odporové (*cívkové*) magnety jsou nejpoužívanějšími, ale také potřebují chladit.

Ostatní cívky

- volumové cívky : *vysílají elektromagnetické pulsy, které excitují protony*
- vyrovnávací cívky : *slouží k vyrovnávání nehomogenit magnetického pole*
- gradienční cívky: *slouží ke změně magnetického pole v jistém směru*
- specializované cívky : *hlavová páteřní atd. (slouží k vyšetření daných orgánů)*

Ostatní části

- počítač na zpracování a ukládání dat (*výpočet Fourierových transformací*)
- kontrolní systém
- příslušenství (*laserová kamera, obslužný terminál, monitor atd...*)

Výhody a nevýhody

Výhody

- nedestruktiví vyšetření tkání
- absence ionizujícího záření oproti RG
- možnost křivočarých řezů

Nevýhody

- nemožnost vyšetřovat pacienty se feromagnetickými implantáty (starší endoprotézy, kardiostimulátory atd..)
- nemožnost vyšetřovat pacienty se srdeční aritmii

Knižní odkazy

- Moderní metody generace a zpracování signálů nukleární magnetické rezonance - Miroslav Kasal - 1998.
- Moderní diagnostické metody III. díl - Magnetická rezonance - Jan Žižka.
- Radiodiagnostika - Zdeněk Chudáček.- 1995.



Řez mozkem při použití kontrastní látky

Sagitární řez páteřním kanálem

Transverzální řez v oblasti jater

Transverzální řez v oblasti jater (jinou metodou)

Particle accelerators

Martin Ostapčuk

It is an electrical device which accelerates charged atomic or subatomic particles to high energies. The particles may be charged either positively or negatively. If subatomic, the particles are usually electrons or protons and, if atomic, are charged ions of various elements and their isotopes throughout the entire periodic table of the elements.

Accelerators that produce various subatomic particles at high intensity have many practical applications in industry and medicine as well as in basic research. Electrostatic generators, pulse transformer sets, cyclotrons, and electron linear accelerators are used to produce high levels of various kinds of radiation that in turn can be used to polymerize plastics, provide bacterial sterilization without heating, and manufacture radioisotopes which are utilized in industry and medicine for direct treatment of some illnesses as well as research. They can also be used to provide high-intensity beams of x-rays with extreme penetrating power that can be used for cancer therapy, as well as for radiographic determination of flaws and structural problems in heavy industrial steel castings and other types of structures.

Particle accelerators fall into two general classes - electrostatic accelerators that provide a steady direct current potential, and varieties of accelerators that employ various combinations of time-varying electric and magnetic fields.

Electrostatic accelerators in the simplest form either accelerate the charged particles from the source of high voltage to ground potential or from ground potential to the source of high voltage. The maximum energy available from this kind of accelerator is limited by the ability of the voltage generator to provide some maximum high voltage.

Time-varying field accelerators, in contrast to the high-voltage-type accelerator which accelerates particles in a continuous stream through a continuously maintained potential, must necessarily accelerate particles in small discrete groups or bunches.

An accelerator that varies only in electric field and does not use any magnetic guide or turning field is customarily referred to as a linear accelerator or linac. In the simplest version of this kind of accelerator, the electrodes that are used to attract and accelerate the particles are connected to a radio-frequency (rf) power supply or oscillator in such a way that alternate electrodes are of opposite polarity. In this way each successive gap between adjacent electrodes is alternately accelerating and decelerating. If these acceleration gaps are appropriately spaced to accommodate the increasing velocity of the accelerated particles, the frequency can be adjusted so that the particles bunches are always experiencing an accelerating electric field as they cross each successive gap. In this way modest voltages can be used to accelerate bunches of particles indefinitely, limited only by the physical length of the accelerator construction. Some of the larger linacs are over a mile in length.

As accelerators are carried to a higher and higher energy, a linac eventually reaches some practical construction limit because of length. This problem of extreme length can be circumvented conveniently by accelerating the particles in a circular path maintained by either static or time-varying magnetic fields. Accelerators utilizing steady magnetic fields as guide paths are usually referred to as cyclotrons or synchrocyclotrons, and are arranged to provide a steady magnetic field over relatively large areas that allow the particles to travel in a circular orbit of gradually increasing diameter as they increase in energy.

Practical limitations of magnet construction have kept the size of circular proton accelerators with static magnetic fields to the vicinity of 100 to 1000 MeV. For even higher energies, up to 400 GeV per nucleon in the maximum-size proton accelerator in operation, it is necessary to vary the magnetic field as well as the electric field in time. In this way the magnetic field can be of a minimal practical size, which is still quite extensive for a 400-GeV accelerator. This circular magnetic containment region or "race track" is injected with relatively low-energy particles that can coast around the magnetic ring when it is at minimum field strength. The magnetic field is then gradually increased to stay in step with the higher magnetic rigidity of the particles as they are gradually accelerated with a time-varying electric field.

Collective accelerators is a completely different kind of accelerator, which development has been undertaken in several countries. The idea is to accelerate a cloud or bunch of electrons containing one or a few protons or heavier atoms within the electrostatic well established by the cloud structure so that the electrical forces providing the containment are sufficiently strong to drag the heavy particles along.

The particles are usually stored in a [Storage ring](#), before (or after) they go into (out of) the accelerator.

You can see more details about [Synchrotron](#) and about [Electron ring accelerator](#).

Particle detectors They are devices used to detect and measure radiations characteristically emitted in nuclear processes, including gamma- or x-rays, lightweight charged particles (electrons or protons), nuclear constituents (neutrons, protons, and heavier ions), and subnuclear constituents such as mesons.

A convenient way to classify radiation detectors is according to their mode of use:

- 1) For detailed observation of individual photons or particles, a pulse detector is used to convert each such event (that is photon or particle) into an electrical signal.
- 2) To measure the average rate of events, a mean current detector, such as an ion chamber, is often used.
- 3) Position-sensitive detectors are used to provide information on the location of particles or photons in the plane of the detector.
- 4) Track-imaging detectors image the whole three-dimensional structure of a particle's track.
- 5) The time when a particle passes through a detector or a photon interacts in it is measured by a timing detector. Such information is used to determine the velocity of particles and when observing the time relationship between events in more than one detector.

The ionization produced by a charged particle is the effect most commonly employed in a particle detector. In the basic type of gas ionization detector, an electric field applied between two electrodes separates and collects the electrons and positive ions produced in the gas by the radiation to be measured. Track-imaging detectors rely on a secondary effect of the ionization along a particle's track to reveal its structure.

In semiconductor detectors, a solid replaces the gas. The "insulating" region (depletion layer) of a reverse-biased pn junction in a semiconductor is employed. This type is for example a **Junction detector**.

In addition to producing free electrons and ions, the passage of a charged particle through matter temporarily raises electrons in the material into excited states. When these electrons fall back into their normal state, light may be emitted and detected as in the scintillation detector.

Neutral particles, such as neutrons, cannot be detected directly by ionization. Consequently, they must be converted into charged particles by a suitable process and then observed by detecting the ionization caused by these particles. Although ionization detectors dominate the field, a number of detector types based on other radiation-induced effects are used. Notable examples are:

- 1) Transition radiation detectors, which depend on the x-rays and light emitted when a particle passes through the interface between two media of different refractive indices.
- 2) Track detectors, in which the damage caused by charged particles in plastic films and in minerals is revealed by etching procedures.
- 3) Thermo- and radiophotoluminescent detectors, which rely on the latent effects of radiation in creating traps in a material or in creating trapped charge.
- 4) Cerenkov detectors, which depend on measurement of the light produced by passage of a particle whose velocity is greater than the velocity of light in the detector medium.

All this text was used from The Encyclopedia of Technics and Physics. This book can be borrowed in **Statni technicka knihovna CR.**

The pictures used in the Poster Section were from **Fermi laboratories** and from **CERN.**

Mikrovlny

[Ondřej Bojar](#) , [Vít Jakubský](#) , [Bohumír Šlajs](#)

Demonstrace 1: Určení vlnové délky mikrovln

Příslušný model pro Famulus najdete [zde](#). Ukazuje, jak se postupná vlna šíří od zdroje směrem vpravo, odráží se od odrazné plochy na pravé straně. Odražená a přímá vlna se pak skládají ve vznikající stojaté vlnění. Jak je vidět a lze i snadno odvodit ze součtových vzorců pro goniometrické funkce, má vznikající stojaté vlnění stejnou vlnovou délku jako původní vlna.

Stojaté vlnění poslouží k určení vlnové délky

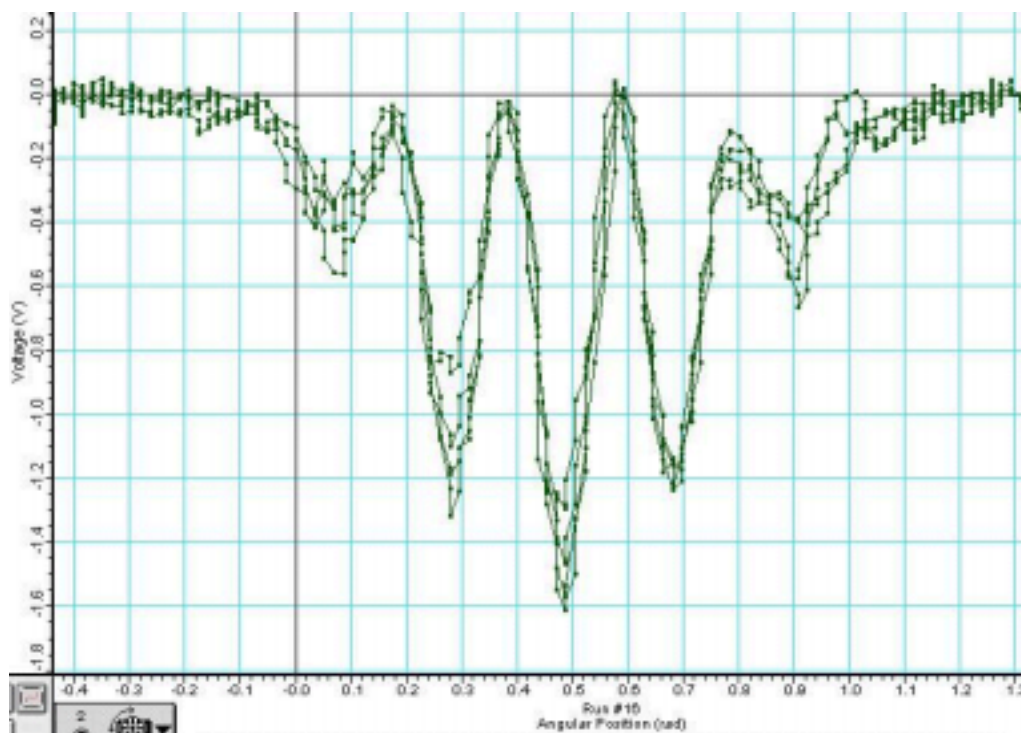
Bylo dosaženo obvyklé přesnosti experimentu: naměřená vlnová délka 2,9 cm, výrobcem deklarovaná 3,2 cm.

Demonstrace 2: Interference

Psychologický efekt s naprosto otřesným výsledkem z prvního experimentu a naprosto jasným interferenčním obrazcem při druhém experimentu se zdařil. Dokonce i měření dosáhlo přesnosti v laboratorních podmínkách nepoznané, odchýlení na třetím desetinném místě.

Při délce ramene 72 cm, vzdálenosti 17 cm mezi koherentními zářiči o vlnové délce 3 cm byla úhlová vzdálenost nultého a prvního maxima 0,174 rad. Podle vzorce má vyjít 0,177 rad.

Následující graf ukazuje výsledky laboratorních měření. Je v něm vynesena závislost



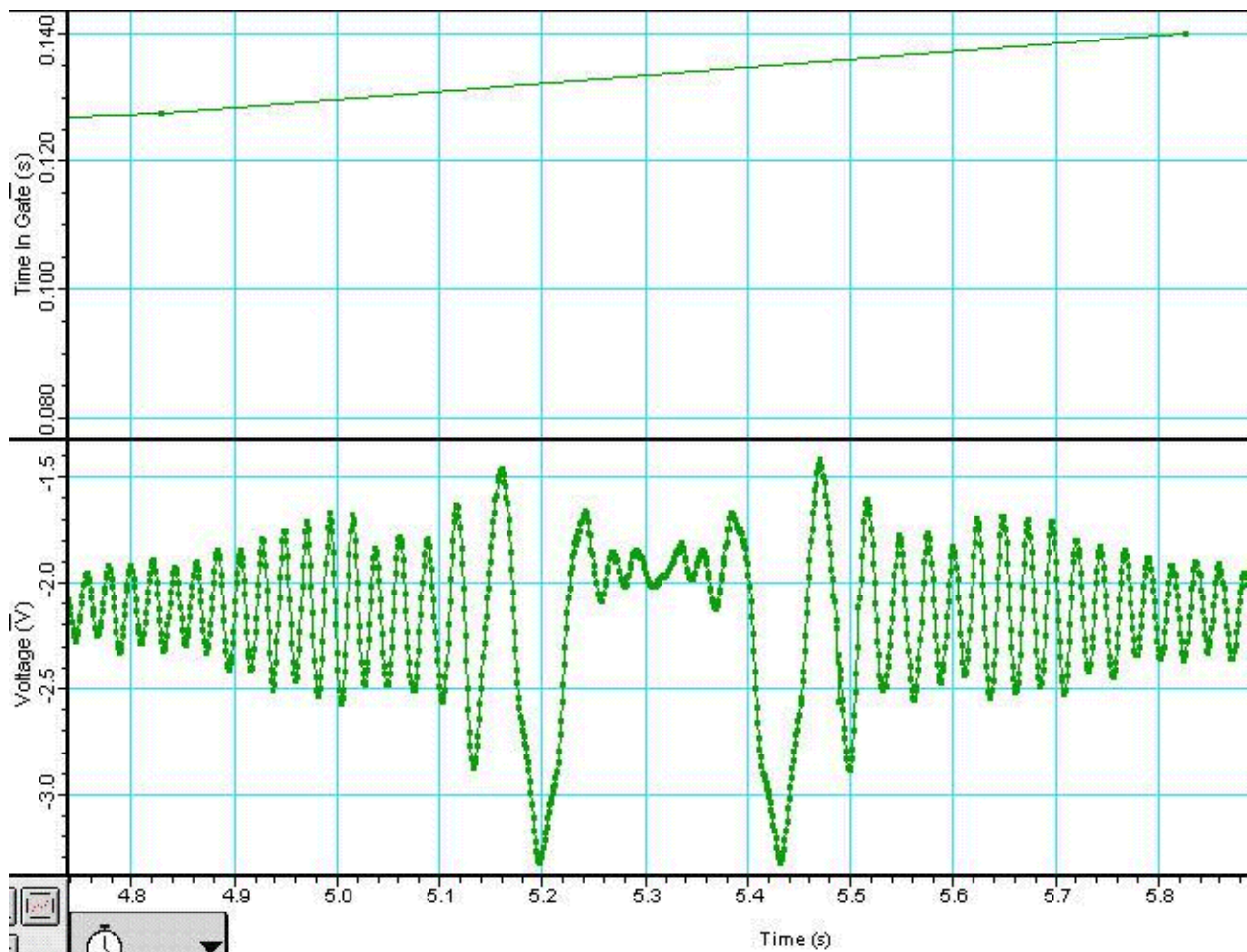
intenzity elektrického pole na úhlu vychýlení od osy dvojštěrbiny. Vzdálenost mezi nultým a prvním maximem lze snadno přechít.

Demonstrace 3: Prokázání Dopplerova jevu

Základem experimentu byl zdroj mikrovln s detekční anténou. Jako pohybující se odrazná plocha posloužil voziček pohybující se na vzduchové dráze. Fakt, že se pohyboval s proměnným směrem rychlosti (v důsledku pružného nárazu na konci dráhy) nemá vliv na změnu frekvence odraženého záření, protože obě situace jsou symetrické.

K změření rychlosti nám posloužila optická brána, která byla spolu s výstupem antény (detektoru) připojena na počítač.

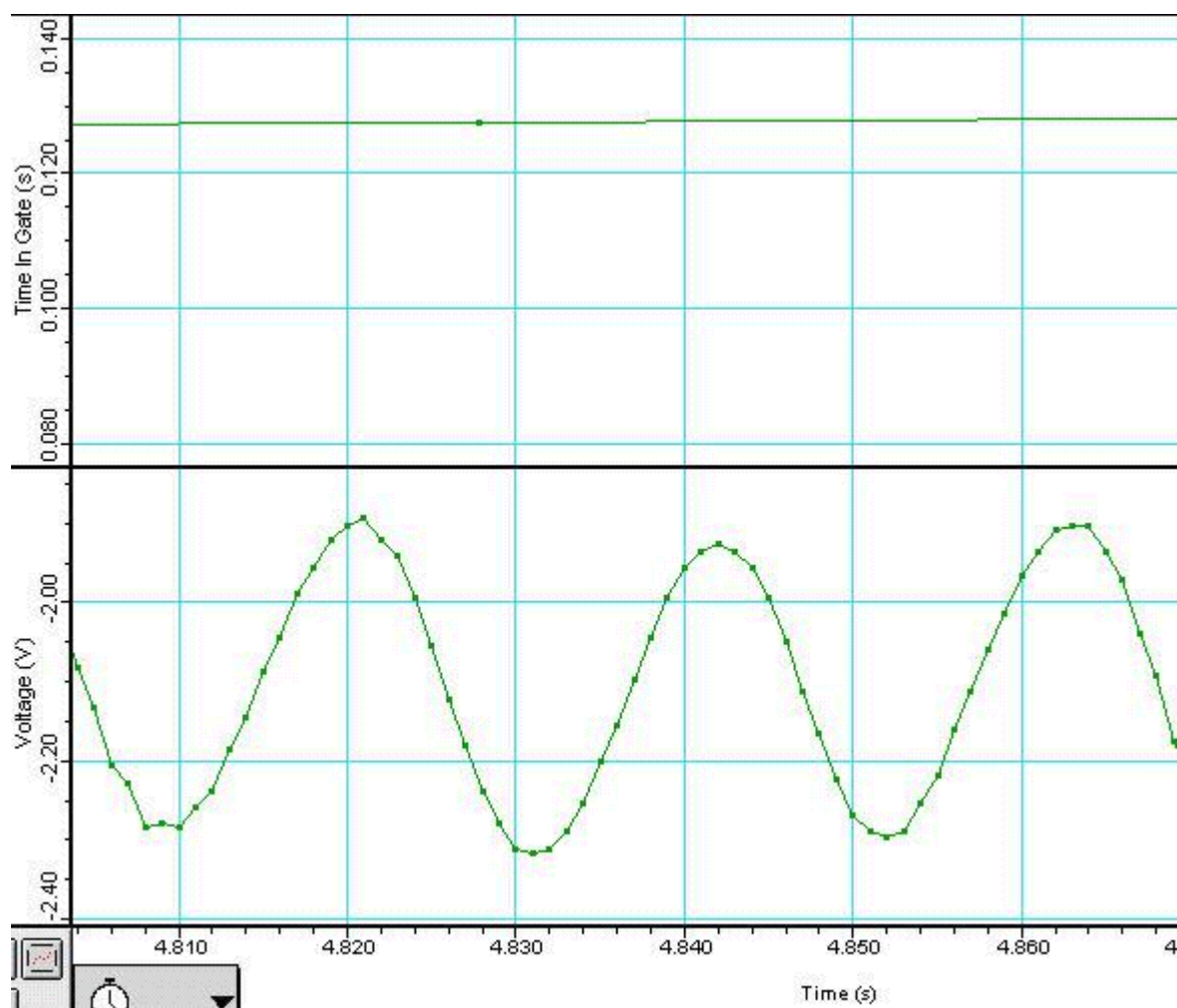
Výsledkem byl graf závislosti napětí amplitudy obalové křivky na rychlosti.



Dva body na horním grafu ukazují velikost rychlosti vozičku při průchodu optickou bránou tam a po odrazu zpět. Spodní graf je pak měřená obalová křivka amplitudy elektromagnetického pole.

Údaje o rychlosti byly pouze bodové (měřeno jen při průchodu vozičku bránou), proto se

vlnová délka amplitudy musela měřit v okolí tohoto okamžiku.

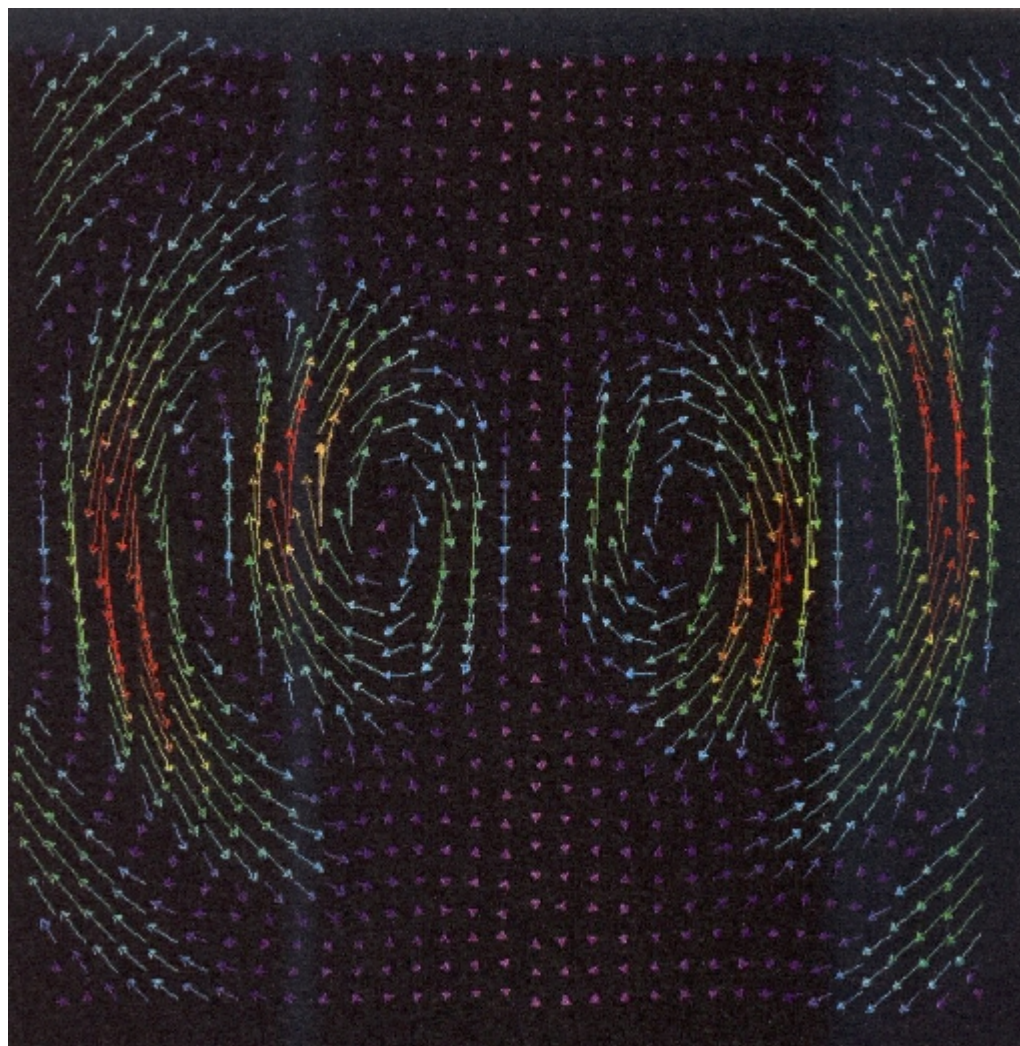


Graf je přiblížením záznamu prvního průchodu vozíčku optickou branou. Měří se vlnová délka stojatého vlnění mezi vozíčkem a zářičem, průběh jehož amplitudy je vynesena v dolním grafu.

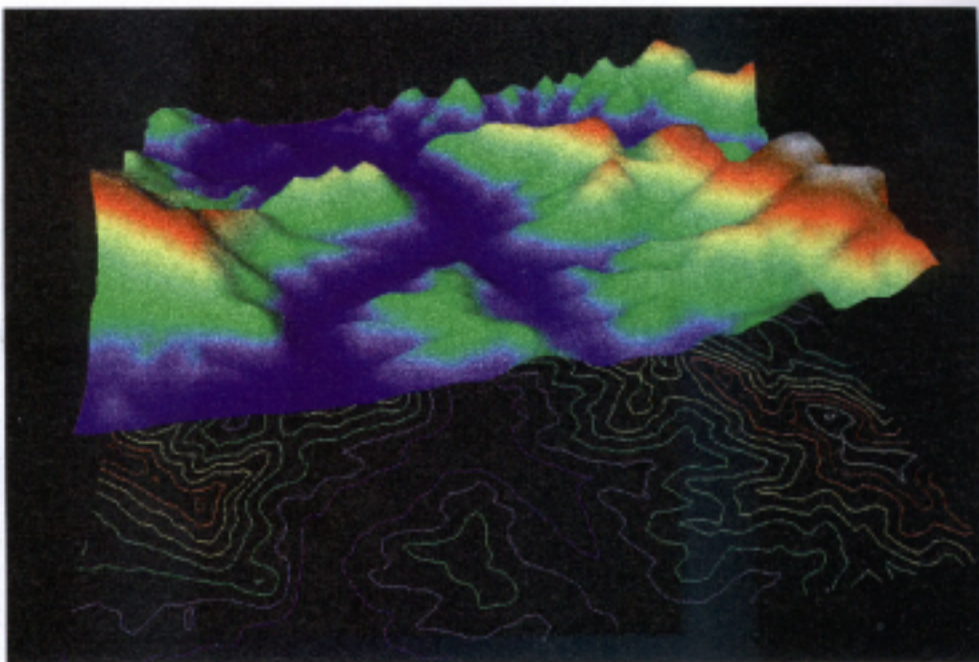
Naměřené hodnoty se lišily od vypočítaných o cca 3 procenta.

Vizualizace vektorových polí

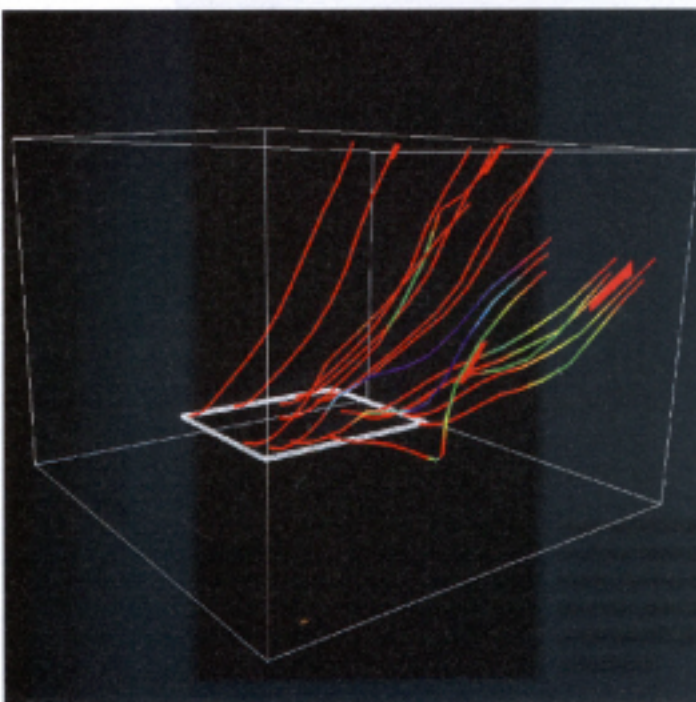
Ondřej Marek



Dvourozmerne zobrazení trojrozměrného vektorového pole (elektrického pole okolo dipolu) - Vytvoreno systemem NAG Explorer v3.0 z demonštracnich dat 01.jpg - pomoci šipek znázorňujících navíc orientaci vektoru

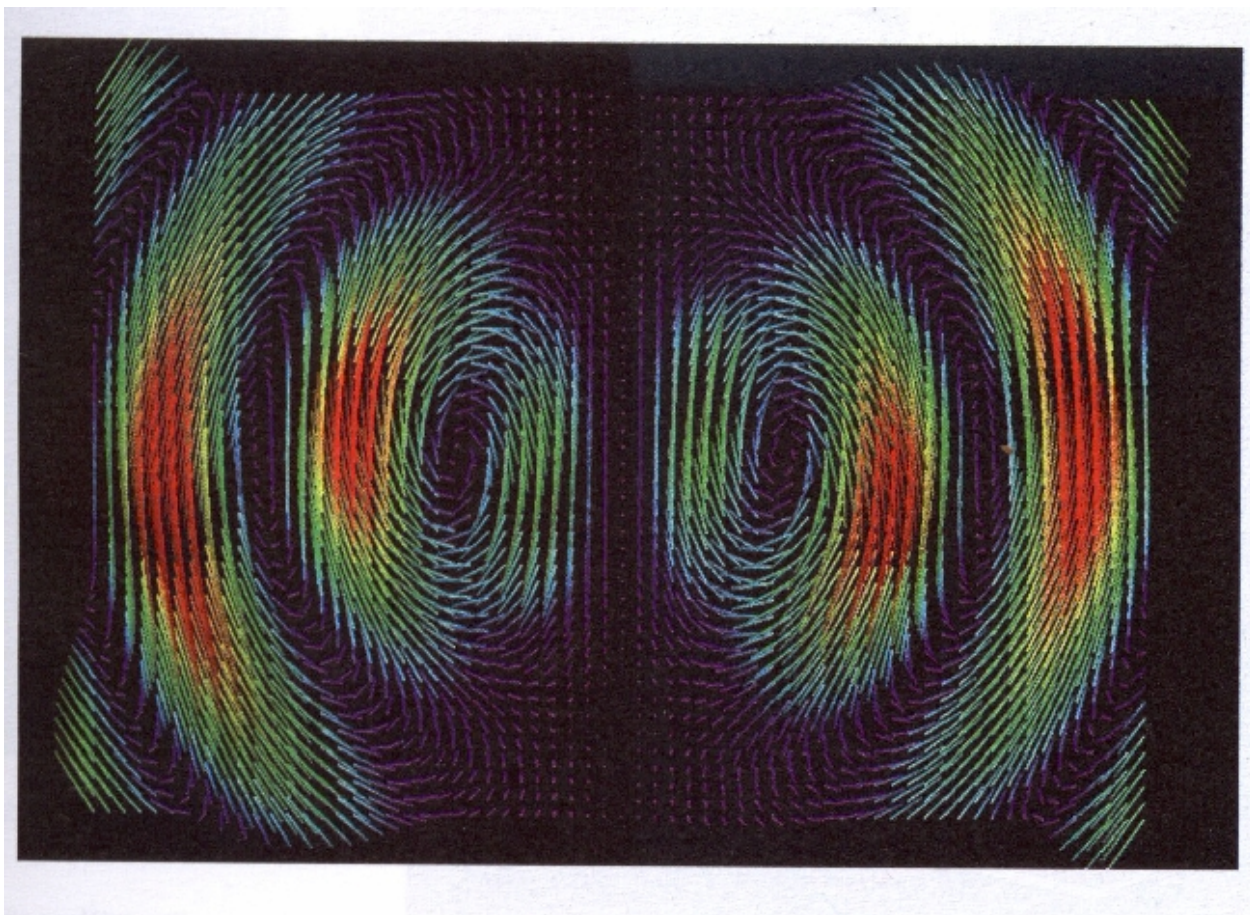


Zobrazení dvourozměrných skalárních dat (výškové mapy) ve formě prostorového reliéfu, jehož výška a barva jsou úměrné skalárním hodnotám, a zobrazení ve formě barevných izočar (Vytvořeno systémem NAG Explorer v 3.0)

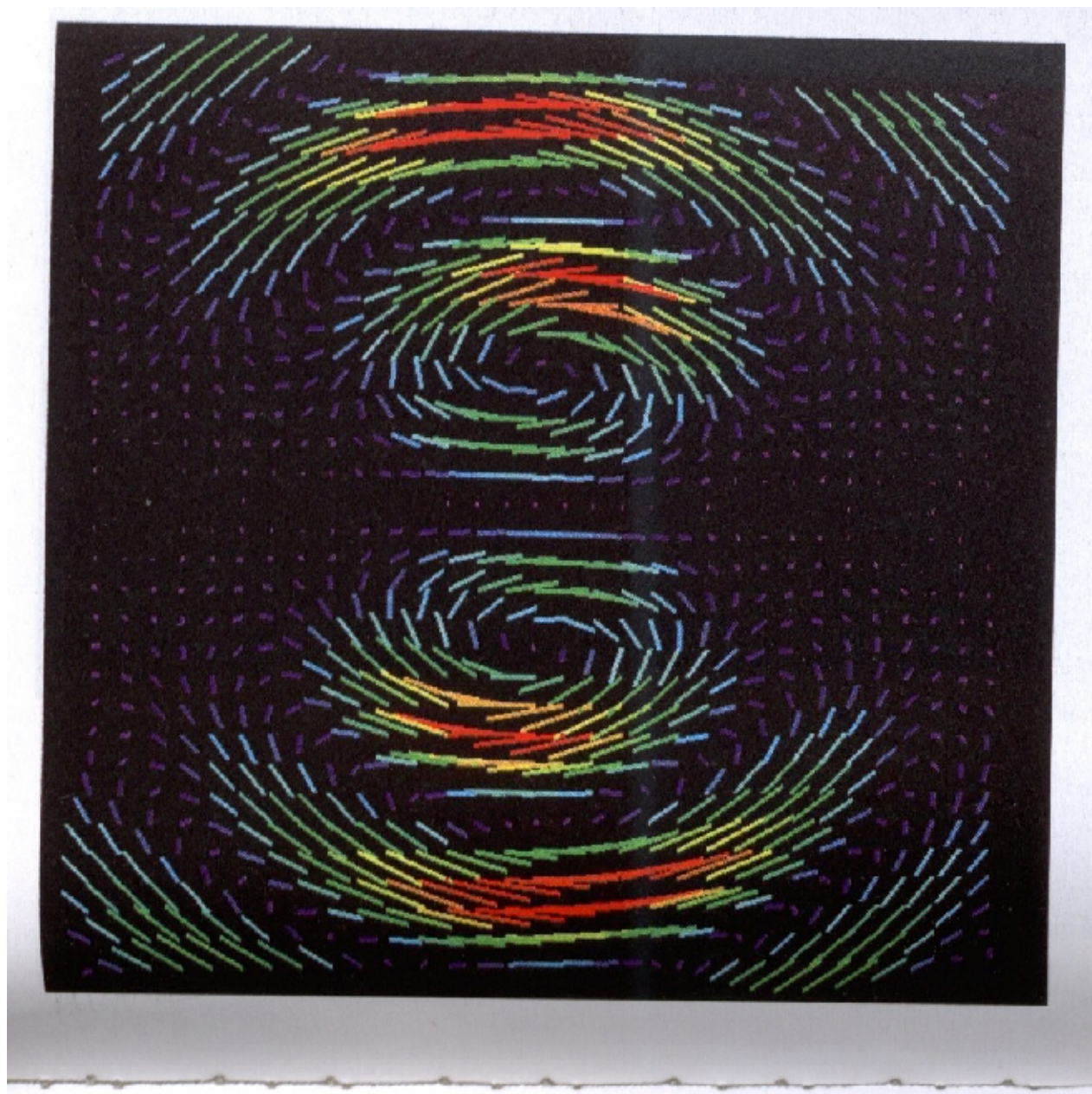


Vizualizace vektorových dat (sráža bouřky) pomocí streamlines je odvozena z tlaku vzduchu, k uložení ve druhém, skalárním o (vytvořeno systémem NAG Explorer z demonstračních dat)

03.jpg - nahore: zobrazení dvourozměrných skalárních dat (výškové mapy) ve formě prostorového reliéfu dole: zobrazení směru a síly větru za bouřky pomocí streamlines



04.jpg zobrazeni pomoci stop ztencujících se ve smeru vektoru



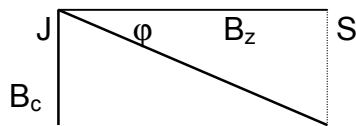
05.jpg zobrazení pomoci čar obarvených podle velikosti vektoru

Meranie magnetického poľa Zeme.

Pavel BUREŠ, Peter BALÁŽI

Na meranie magnetickeho poľa Země sme použili dve metódy. Ich podrobný popis vid' nižšie.

Prvá metóda spočívala v tom, že sme skladali známe magnetické pole s neznámym zemským a následne určili vektor intezinty magnetického poľa. Postupovali sme nasledovne. Pomocou kompasu sme určili severo-južný smer vektoru intenzity magnetického poľa Zeme. Následne sme orientovali sústavu Helmholtzových cievok, ktorá nám slúžila ako generátor známeho magnetického poľa, tak že vektor intenzity magnetického poľa cievok bol kolmý bol kolmý na severo-južný smer. Ďalej sme do obvodu pripojili ampérmeter a zdroj napätia s meniteľným napätím. Na cievky sme privádzali malé prúdy, rádovo v miliampéroch. To spôsobilo vznik magnetického poľa na cievkach, ktoré však bolo dostatočne malé na to, aby bolo možno odčítať výchylku kompasu, ktorý bol umiestnený v centre cievok. To je práve vyššie spomínané skladanie vektorov magnetického poľa Zeme a cievok. Vid' obrázok:



My sme pri rôznych hodnotách prúdu mereli výchylku kompasu, teda uhol ϕ , a ďalej sme pomocou goniometrickej funkcie $\cotg$ určili neznámu intenzitu poľa Zeme B_z . Ako sme už smomenuli, intenzitu poľa cievok sme poznali; určili sme ju jednoduchým výpočtom z modifikovaného vzorca pre pole kruhovej slučky.

Druha metoda:

K mereni magnetickeho pole vyuzijeme indukovani proudu v smyccе, rotujici v magnetickem poli země. Z cehoz vyplывa, ze pole, prochazejici smyckou se nam při konstantnim otaceni bude harmonicky menit podle funkce $\sin$, cimz se ve smyccе indukuje proud.

Pokud toto ucinime ve všech trech osach, muzeme dostat vsechny složky vektoru B . Bohuzel při pouziti smycky o polomeru 20cm a otaceni $T=1s$ muzeme ocekavat indukovany proud o velikostech miliontiny amper, coz je v nesich podminkach velmi tezko meritelne, cimz se tato metoda stava znacne neperspektivni.