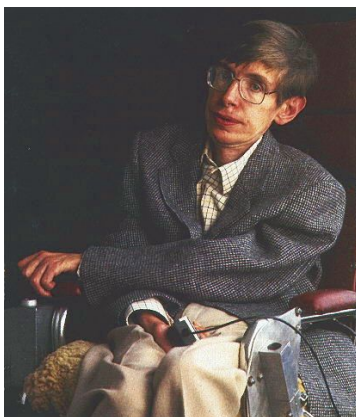


Proceedings

**Fyzikální seminář
Studenti sobě**

Katedra fyziky FJFI ČVUT
<http://www-fyzsem.fjfi.cvut.cz>

Zimní semestr roku 2000 & letní semestr 2000



Nesouhlasím s představou, že vesmír je tajemný, že o něm můžeme získat jen jakousi intuitivní představu, nikdy však nemůžeme plně postihnout jeho vlastnosti a porozumět mu.

Stephen William Hawking

Letní semestr 2000	9
<i>Elektrické křeslo</i>	10
<i>Jak odnaučit studenty pasivnímu přístupu k obecným problémům</i> ..	14
<i>James Clerk Maxwell</i>	16
<i>Millikanův experiment</i>	20
<i>Studium rentgenového spektra Cu anody</i>	22
<i>Vysokofrekvenční transformátory</i>	25
Zimní semestr 2000	29
<i>Teorie chaosu</i>	30
<i>Cesta na Mars</i>	41
<i>Foucaultovo kyvadlo</i>	44
<i>Hookův zákon</i>	48
<i>Kulturní pohledy</i>	50
<i>Co nového u Nobela</i>	55
<i>Modelování harmonických kmitů ve Fámulovi</i>	58
<i>Dopplerův efekt</i>	63
<i>Magnetická levitace a Meissnerův efekt</i>	65
<i>Určování vzdáleností kosmických objektů</i>	69
<i>Bumerang</i>	72
<i>Čajové lístky</i>	76
<i>Heterogenity, 2. termodynamický zákon a Maxwellův démon</i>	80
<i>Seznámení s holografí</i>	82
<i>Meření vzdáleností nebeských těles</i>	83
<i>Objevy planet</i>	85
<i>Rutherfordův rozptyl alfa částic na zlaté fólii</i>	87

Úvodem (na závěr tohoto běhu)

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 vněmž jde o:

- seznámení se stylem vědecké komunikace
- demonstraci experimentů, na které není vzákladní 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 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 již čtvrtém.

Poděkování patří všem zúčastněným (především však přispívajícím) studentům.

Praha 1.3.2001 Vojta Svoboda, vedoucí semináře

Program:

No	Datum			čas
I.	5.X	Úvod		
II.	12.X	Jak přednášet o fyzice	Chairman: Vojtěch Svoboda	
		Přemysl Gandera & Jan Gruber	Rady začínajícím řečníkům	25'
		Leopold Cudzik & Jan Dyrka	How to prepare a poster	25'
		Michaela Stixová & Hedvika Toncrová	Making a presentation	25'
III	19.X	Ústní prezentace I	Chairman: Přemysl Gandera	
		David Tlustý & Petr Šujan	Nucené harmonické kmitání s modely na Famulovi	50'
		Ondřej Novák	Bumerang - dynamika	25'
IV	26.X	Ústní prezentace II	Chairman: Michaela Stixová	
		Jan Novotný	A mobil padá	25'
		Pavel Stejskal	Dopplerův princip na zvukových (a možná i ultrazvukových) vlnách	50'
		Vojtěch Svoboda	Proceedings	25'
V	2.XI	Ústní prezentace III	Chairman: Ondřej Novák	
		Marek Soudný & Aleš Jakovec	Foucaultovo kyvadlo	50'
		Jakub Hubner & Petr Kopriva	Objevy planet od sira Williama Herschala až po současnost	25'
VI	9.XI	Posterová sekce	Chairman: Martin Soukenka	
VII	23.XI	Slavnostní seminář	Stephen William Hawking	
		Petr Závodský & Radoslav Petr	Vzdálenosti kosmických objektů	25'
		Lukáš Štícha	God and Stephen Hawking	20'
		Kotel: motto ANO/NE	<i>Nesouhlasím s představou, že vesmír je tajemný, že o něm můžeme získat jen jakousi intuitivní představu, nikdy však nemůžeme plně postihnout jeho vlastnosti a porozumět mu.</i>	
VIII	30.XI	Pozvaná přednáška		
		Ing. Antonín Caletka	Experimenty, demonstrace trochu jinak...	
		mimořádně v Troji v posluchárně T2 a v 15.40!		
IX	7.XII	Ústní prezentace IV	Chairman: Marie Svobodová	
		Jiří Kosla & Petr Mužiček	Rutherfordův rozptyl částic	45'
		Ondřej Kovařík	ITER - další krok na cestě k řízené termonukleární fúzi.	20'
		Jan Kumstát & Petr Nejd & Jelena Sidorenková	Lyžníci a prkynkáři	25'
X	14.XII	Ústní prezentace V	Chairman: David Tlustý	
		Martin Soukenka	Mechanika rotace dětské káči a letadlových gyroskopů	45'
		Michal Hnat & Josef Pospíšil	Vzduchová dráha +	30'
XI	21.XII	Ústní prezentace VI	Chairman: Petr Mužiček	
		David Tlustý & Petr Šujan	Jevy spojené s mechanikou tekutin	25'
		Marie Svobodová & Jelena Sidorenková	Co nového u Nobela	25'
XII	4.I	Posterová sekce II + zápočty	Chairman: Petr Závodský	
-	-	Nezařazené, leč doporučené	(k rozebrání)	
			Mathematica - jemný úvod	
			Fyzika na Olympijských hrách	
			Fyzika v Guinnessove knize rekordů	
			Fyzika s úsměvem	
			Fyzika na internetu	

Posterová sekce I

Jiří Kosla & Petr Mužiček	Víry
Martin Soukenka	Maxwellův démon
Marie Svobodová & Jelena Sidorenková	Lissajusovy obrazce
Ondřej Kovařík	Supravodivost - interakce s elektrickým a magnetickým polem
Petr Závodský & Radoslav Petr	Johannes Kepler
Jan Novotný	Čajové lístky
Přemysl Gandra & Jan Gruber	Foucaultovo kyvadlo+

Posterová sekce II

Ondřej Novák	Mikrometeority
Petr Závodský	?
Jan Gruber	Fyzika startreku
Michaela Stixová	Čas je to, co se děje, když se nic jiného neděje
Marek Soudný & Aleš Jakovec	Holografie
Ondřej Novák	Mikrometeority
Jakub Hubner & Petr Kopriva	Měření vzdalenosti ve vesmíru
Hedvika Toncrová	Magnetická levitace a Meissnerův efekt
Pavel Stejskal	Mechanika letu, aerodynamický třesk, apod.
Petr Šujan	Hookeův zákon
Ondřej Kovařík	Supravodivost - interakce s elektrickým a magnetickým polem
Lukáš Štícha	Akustika

Abstrakta

• **Ondřej Novák: Bumerang - dynamika**

Hlavní mechanické principy letu bumerangu Bernoulliho jev, moment setrvačnosti, precese. Technika hodů. Obrázky typů bumerangů. (Popř. rekordy v oblasti tohoto sportu, zmínka o historii)

Literatura:

Štoll, I.: Svět očima fyziky

Zdroje na www:

<http://pass.maths.org.uk/issue7/features/boomerangs/index.html>

<http://www.coloradoboomerangs.com/why.html>

<http://muttley.ucdavis.edu/Book/Sports/instructor/boomerang-01.html>

<http://www.gel-boomerang.com/>

<http://www.angelfire.com/nc/conally/>

• **Jan Novotný: A mobil padá**

Co se stane s mobilním telefonem, když vypadne z výšky asi 1 metru (z kapsy) + konstrukční nedostatky (např. kryt od balení. Jen teorie, zřejmě ne s pokusným modelem.)

• **Marek Soudný & Aleš Jakovec: Foucaultovo kyvadlo**

Vše o Foucaultově kyvadle

Literatura:

internet

doc. I. Štoll: Mechanika skript

M. Macháček: encyklopedie fyziky

• **Jakub Hubner & Petr Kopriva: Objevy planet od sira Williama Herschala až po současnost**

Literatura:

Hranice poznání vesmíru - Colin A. Ronan

Náš souhvězdí - Joseph Kleczek

internet a jiné

- **Petr Závodský & Radoslav Petr: Vzdálenosti kosmických objektů**
Aby dnešní člověk mohl získat poznatky o vesmíru kolem sebe, potřebuje mít představu o "skutečných" vzdálenostech mezi kosmickými objekty. Jak astronomové určují vzdálenosti planet, hvězd, galaxií...? Co je to paralaxa hvězdy, aradiolokace, astronomická jednotka, parsek, světelný rok, Hubblov vztah...?
Literatura:
Doc.RNDr. Zdeněk Pokorný, materiály pro kurzy astronomie (odst. První pohled do vesmíru - 1A-1)
Preco svietia hviezdy
Prehľad astronomie
- **Lukáš Štícha: God and Stephen Hawking**
God and Stephen Hawking - recenze na novou hru autora R. Hawdona z pera teoretického fyzika
Literatura:
web
- **Ondřej Kovařík: ITER - další krok na cestě k řízené termonukleární fúzi.**
ITER - Vývoj, výstavba a činnost prvního termonukleárního reaktoru, který produkuje více energie, než sám spotřebovává. Představuje mezník ve výrobě elektrické energie a možné řešení globální energetické krize.
Literatura:
<http://www.iter.org>
- **Jan Kumstát & Petr Nejdler & Jelena Sidorenková: Lyžníci a prkynkáři**
Historie lyží, materiály, konstrukce, biomechanika lyžování.
- **Martin Soukenka: Mechanika rotace dětské káči a letadlových gyroskopů**
Názorná demonstrace oběhu a následný matematický popis pomocí vektorového počtu.
Literatura:
Feynmanovy přednášky o fyzice
čas. Vesmír
- **Michal Hnat & Josef Pospíšil: Vzduchová dráha +**
Isaac Newton, stručně nastínění teorie základní pokusy (Newtonovy pohybové zákony, nakloněná rovina, zákon zachování hybnosti)
Literatura:
Doc. Ing. Ivan Štoll, CSc.
webové stránky
- **David Tlustý & Petr Šujan: Jevy spojené s mechanikou tekutin**
Odvození základních zákonů mechaniky tekutin, provedení pokusů (Magnusův jev, Herónův vodotrysk, experimentální důkaz hydrodynamického paradoxu a aerodynamiky). Popř. "trubice bláznů".
Literatura:
Pavel Kessner, Zdeněk Tůma: Zajímavé otázky z Fyziky
Ivan Štoll: Svět očima fyziky
- **Marie Svobodová & Jelena Sidorenková: Co nového u Nobela**
Nobelova cena - historie, udělování, laureáti 1998-200 (za fyziku)
Literatura:
Internet, literatura
- **Martin Soukenka: Maxwellův démon**
Skupina přírodovědců se ocitá na pustém ostrově se svými přístroji, ale bez potřebné elektrické energie. Možnosti využití přírodních nestejností (heterogenit) k vyřešení jejich problému. Fyzikální povaha výše uvedeného - 2. termodynamický zákon. (čas. Vesmír)
- **Marie Svobodová & Jelena Sidorenková: Lissajusovy obrazce**
Ukázky, popisy, závislost na parametrech, podmínky vzniku (s praktickou ukázkou) ..
Literatura:
literatura, internet, vlastní znalosti
- **Ondřej Kovařík: Supravodivost - interakce s elektrickým a magnetickým polem**
Supravodivost - podstata a podmínky supravodivosti, vlastnosti přenosu elektrické energie supravodivými vodiči, působení magnetického pole na supravodivý podklad, problémy spojené se supravodivostí a jejich možná řešení.
Literatura:
Vesmír
stránky www z institutu CERN a další

- **Petr Závodský & Radoslav Petr: Johannes Kepler**

Keplerovy zákony řeší jeden ze základních problémů astronomie, který se nepodarilo překonat ani takovým vědcům, jako byli Galileo nebo Koperník. Johannes Kepler sice nevysvětlil, proč se planety pohybují, to určil až Newton, ale jeho zákony byly pilířem myšlenek, které položily základ Newtonovy teorie gravitace. Kdo to byl Johannes Kepler?

Literatura:

<http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/Catalog/Files/kepler.html>

http://www.kepler.arc.nasa.gov/kepler_sites.html

<http://www.greenlion.com/newast.html>

Slovník astronomických pojmů

Preco svietia hviezdy

- **Jan Novotný: Čajové lístky**

Pohyb čajových lístčků v hrnku. Nastínění obecných případů pohybů tekutin v osově souměrných nádobách.

- **Michaela Stixová: Čas je to, co se děje, když se nic jiného neděje**

Co je to čas, metody měření času, přístroje na měření tzv. krátkých časů, způsoby měření krátkých časů, délka života mezonu a rezonancí, metody měření tzv. dlouhých časů, jak zá visí aradioaktivita na čase, jednotky a standardy času

Literatura:

Feynman, Leighton, Sands: Feynmanovy přednášky z fyziky

- **Marek Soudný & Aleš Jakovec: Holografie**

Literatura:

ing.Čestmír Hledík: Elektrotechnologie

doc. I. Štoll:

- **Ondřej Novák: Mikrometeority**

Co jsou mikrometeority (Odkud jsou, jejich velikost, o čem vypovídají). Sběrání mikrometeoritů.

Literatura:

Zdroje na www:

<http://freeweb.pdq.net/headstrong/met.htm>

<http://hp02.troja.mff.cuni.cz/urbanova/met.htm>

<http://solarviews.com/eng/edu/micromet.htm>

<http://learn.jpl.nasa.gov/micromet.htm>

<http://www.crrel.usace.army.mil/news/news-archives/micrometeorites9703/>

<http://www.engr.psu.edu/news/Publications/EPSSum98/meteor.html>

- **Hedvika Toncrová: Magnetická levitace a Meissnerův efekt**

Tato práce pojednává o magnetické levitaci a jejím využití v aplikované mechanice. V příspěvku budou zmíněny některé možnosti uložení rotoru v magnetickém poli (AMB, suaprovodivé ložisko) a základní principy a vlastnosti těchto typů ložisek.

- **Lukáš Štícha: Akustika**

I. Akustika - lidský sluch, historie, veličiny, frekvenční rozsah slyšitelnosti, mechanické kmitání, chladniho obrazce - apraktické předvedení, užití ultrazvuku v technice a lékařství.

II. Pohledy na kulturu fyziky a techniky. Historie, objevy, obrázky, výroky vědců, humor ve fyzice a o fyzice, vlastní poznámky.

Literatura:

web, ABC, skripta CBMI

Věk starý a nový

Život

Pohledy do minulosti elektrotechniky.

Letní semestr 2000

Elektrické křeslo

Hana Sedmidubská, Jana Kamanová

Kolik lidí již bylo popraveno elektrickým křeslem?

V letech 1890 - 1972 bylo v 26 členských státech U.S.A. popraveno **4 190** mužů a žen. V roce 1966 Nejvyšší soud U.S. postavil používání elektrického křesla mimo zákon. Tento stav trval až do roku 1976, kdy bylo používání elektrického křesla opět uzákoněno. V této novodobé éře elektrického křesla na něm svůj život ztratilo již **134** osob. Celkem sečteno a potvrzeno pouze na území U.S.A za obět elektrickému křeslu padlo **4 324** lidí. Jak je to v ostatních státech? TOP SECRET.

Jak je to s používáním elektrického křesla v U.S.A. dnes?

Mnoho členských států U.S.A. v současnosti k vykonání trestu smrti volí raději smrtící injekci než elektrické křeslo. Pouze ve 3 státech U.S.A. zůstává elektrické křeslo jediným prostředkem poprav. Je to Georgia, Alabama a Nebraska.

Koho napadlo zabít tímto způsobem? A jak byla tato myšlenka dovedena do svého zdárného konce?

- **ALFRED P. SOUTHWICK**

Zubař pocházející z Buffala. Poprvé navrhl to, aby se elektřina používala k popravě vězňů.

- **HAROLD BROWN**

Politik. Uskutečnil první zkuškové experimenty s elektrickým křeslem a pomohl s konstrukcí aparatury pro první skutečnou popravu elektrickým proudem.

- **CARLOS McDONALD a A.P. ROCKWELL**

se úspěšně zhostili úkolu dořešit detaily konstrukce elektrického křesla.

- **EDWIN DAVIS**

První popravčí elektrického křesla. Podílel se poté ještě na popravě zhruba 300 dalších vězňů.

Kdy bylo elektrické křeslo poprvé použito?

První člověk, který zemřel na elektrickém křesle byl **WILLIAM KEMMLER**. Stalo se tak 6.srpna 1890.

Kdo další např. zemřel v elektrickém křesle?

Boston. anarchista **SACCO** a **VANZETTI**
Atomový špion **JULIUS** a **ETHEL ROSENBERG**
Sériový vrah **TED BUNDY**
Vrah Lindbergh. dítěte **BURNO HAUPTMAN**

Jsou také ženy popravovány v elektrickém křesle?

Ano. První ženou, která zemřela v elektrickém křesle byla MARTHA PLACE. Její poprava se konala ve vězení Sing Sang 20.března 1899. Nedávno, 1997, byla další žena popravena na Floridě.

Jak pracuje /zabíjí/ elektrické křeslo?

Vlastní schématický náčrt elektrického křesla je jednoduchý. Tělo odsouzeného vězně je drátem spojeno s vysokonapěťovým elektrickým obvodem. Nejčastěji se elektrody připevňují na hlavu a ke kotníkům. Stiskem knoflíku dojde k zapnutí tohoto obvodu. Zbytek aparatury, křeslo, řemeny pouze přidržují oběť během popravu.

Kdo vlastně stiskává knoflík?

Dříve to byla starost oficiálního el. popravčího. Tento člověk většinou přišel do vězení několik hodin před popravou, zkontroloval elektrické křeslo, připoutal vězně a zmáčkl knoflík. Dnes to obvykle dělá anonymní zaměstnanec vězení. V některých státech je elektrické křeslo ovládáno dokonce 3 knoflíky, ale pouze jeden z nich zapíná obvod elektrického křesla. Tím je docíleno toho, že ani zaměstnanec vězení si není jistý tím, zda on byl skutečně popravčí.

Jaké napětí se používá k smrcení?

Nikdy neexistovaly žádné standardní protokoly, jednotlivý popravčí a jednotlivé státy měly své vlastní praktika. Jsou zde ale určité limity. Pokud je napětí příliš nízké tak se tělo uvaří, pokud je napětí příliš vysoké tak se tělo spálí. V moderním období elektrického křesla se užívá napětí zhruba 2 000 - 2 200V. K zapnutí a vypnutí obvodu elektrického křesla dochází několikrát po sobě, asi čtyřikrát až pětkrát v časových intervalech zhruba kolem 1 minuty. Tím je docíleno toho, že oběť je opravdu zabita.

Jak přesně zabíjí elektrické křeslo své oběti?

Odpověď zná jistě každý. Okamžité napětí 1 500-2 500V zastaví srdce a mozek. Oběť následně umírá na šok. Neexistuje pro to žádný vědecký důkaz. V některých případech byly oběti k smrti uvařeny nebo upáleny, většinou šlo o případy kdy byla špatně zvolena hodnota počátečního napětí anebo se projeví nedostatky připoutání vězně na elektrické křeslo či chyby v konstrukci elektrického křesla.

Proč musí být na hlavě mokrá houba?

Lidské tělo není dobrým vodičem elektřiny, tj. vykazuje vysoký odpor. Pro rychlé a čisté zabití elektrickým proudem je třeba tento odpor snížit. Za tímto účelem se na hlavu pokládá mokrá houba většinou namočená v roztoku, který zvyšuje vodivost a také proto se odsouzenému holí před popravou vlasy.

Cítí popravovaní vězni bolest?

Na tuto otázku není snadná odpověď. Většina lidí, která by byla schopna tento dotaz zodpovědět již není mezi námi. Nicméně existují i výjimky, které přežily svou vlastní smrt na elektrickém křesle. Jednou z nich je i *Willie Francis*, který popisuje bolest, jež zde zažil jedním slovem: "nevydržitelná". Všeobecně se však tvrdí to, že pokud křeslo pracuje dobře, tak jsou nervy oběti okamžitě paralyzovány a to zastaví veškeré vnímání bolesti. Jestli Vás odpověď na tuto otázku vážně zajímá, tak vězte že Vám nikdo nebrání v tom si jít vyzkoušet svou vlastní smrt v elektrickém křesle. Možná poprvé a naposled.

Co se děje s již nepoužívanými elektrickými křesly?

Staly se oblíbenou atrakcí ve vězeňských muzeích.

Historie elektrického křesla

- 8. 8. 1881 nešťastná náhoda: elektřina zabila muže
- 1882 A.P.Southwick navrhuje používat k popravám místo provazu elektřinu
- srpen 1884 noviny nazývají věšení brutálním způsobem poprav
- 13. 5. 1886 NY komise prověřuje různé způsoby poprav
- 30.7. 1888 Brown začíná s pokusy s elektřinou na zvířatech
- 7.1.1889 Southwick uveřejňuje své plány na postavení el. křesla
- 7.5.1889 uzavřena smlouva na postavení el. křesla
- 10.5.1889 Kemmer odsouzen ke smrti na el. křesle
Testování a stavění aparatur v Sing Singu a Auburnu
- 6.8.1890 Kemmer popraven v Auburnu
- 7.7.1891 4 vrahové popraveni v Sing Singu
- 1899 popravena první žena Martha Place v Sing Singu
- 1936 poprava Bruna Hauptmana
- 3.5.1946 Willie Francis přežil svou smrt na el. křesle
- 29.6.1972 Nejvyšší soud U.S. ruší trest smrti
- 2.7.1976 Nejvyšší soud U.S. trest smrti opět zavádí
- 25.5.1979 John Spenselink se stal první novodobou obětí el. křesla
- 1989 poprava Teda Bundy, masového vraha na Floridě

QVÍZ

Odpovězte si sami sobě:

- Jaké číslo z množiny čísel přirozených včetně nuly tj. N_0 nejlépe koresponduje s číslem x , které odpovídá počtu vynálezů, jež se neobrátily proti člověku samotnému?
- Existuje jakýsi Vyšší princip podle něhož lze soudit, odsoudit a vykonat trest? Kdo disponuje právem toho, aby jednal v zájmu tohoto Vyššího principu?
- Je možno vůbec rozhodovat ve jménu veškerého lidstva? Existuje něco .. cokoliv .. na češ by názorové rozdělení množiny lidstva vypadalo následovně: první podmnožina by obsahovala veškeré členy množiny lidí a druhá podmnožina by byla pouze prázdnou podmnožinou?
- Jde dokázat jednoznačnost viny? Kde končí objektivnost a začíná subjektivní vidění reality?

A nyní, prosíme, odpovězte nám:

Souhlasíte s trestem smrti?

Jak odnaučit studenty pasivnímu přístupu k obecným problémům

Jakub ČERNÝ a Ladislav KOŽÍŠEK

Idea: Na počátku jsme si stanovili úkol, na jehož základě měl být vybudován projekt tento úkol splňující. Tímto úkolem bylo odnaučit studenty pasivnímu přístupu k jim podávaným informacím. Člověk dnešní doby je zvyklý informace prohledat prostřednictvím masmédií přijímat a předložené závěry neanalyzovat. Rozhodli jsme se tento neduh částečně vyléčit šokem. Z těchto předpokladů vznikl projekt, který měl posluchače přesvědčit o funkčnosti chybného postupu pomocí použití zdánlivě sofistikovaných metod.

Popis projektu: Cílem projektu bylo zachytávání dlouhovlnného vysílání radiových vln a využití tímto získané energie k napájení dvou 10 miliampérových diod. V celém projektu bylo důležité naporem fyzikálních výpočtů a zdánlivě správných podkladů přesvědčit posluchače o proveditelnosti tohoto pokusu s naprosto nedostačující aparaturou. A přitom nepřekročit rámeček vědomostí běžného posluchače.

Předpokládaný účinek na posluchače:

1. Student vstupuje do posluchárny 103, kde je z běžné letargie vyrušen několika měděnými dráty křižujícími vchodové dveře. Několik vteřin po vstupu již student vidí, že drátu je po místnosti 103 nataženo několik desítek metrů. A že jeho konec opouští střešní ventilační prostory budovy. Student si sedá a přemítá, co že to dnes asi uvidí. Nedočkavě se ptá; s chladnou tváří je mu nastíněn problém a jako věřící v této chvíli se student již na prezentaci těší, ale ostatně jako vždy o výsledku pochybuje (nepřeje) a dává to hlasitým výskotem najevo. Nastává prezentace.
2. Napínavá prezentace začíná vysvětlením teoretického základu pokusu. Prvních několik minut student rozumí použitým veličinám, ale při jejich použití ve vzorcích a rovnicích rychle ztrácí přehled. Nepřestává se usmívat (dává najevo, že všemu rozumí). Nyní nastává ověření vypočtených hodnot pomocí měřících přístrojů. Na obvodu je naladěna stanice na frekvenci 673 kHz (tento údaj byl použit při výpočtu hodnoty kapacity kondenzátoru a cívky). Pomocí těchto hodnot je sestaven a nastaven rezonanční obvod s anténou ze zmíněného drátu. Sledujeme signál vytvořen v rezonančním obvodu. Obvod na osciloskopu, ač bez přívodu energie, skutečně vykazuje aktivitu a to na 673 kHz, taktéž názorně ukazujeme pokles energie v rezonančním obvodu po odpojení antény. To jsme předpokládali, ing. Svoboda rovněž potvrzuje rezonanci na dané frekvenci. Nyní nastupuje druhá fáze výpočtu, a to výpočet celkové energie zachycené oscilačním obvodem. Student s pocitem naprostého pochopení experimentu pozoruje prezentaci.
3. Nyní již prezentaci natolik protaženou, že již vypršel čas určený na seminář, je nutno co nejrychleji dokončit; tj. propojit celý obvod s diodami. Student již nervózně poposedává, chce jít domů, ale zároveň je zvědav, jak pokus dopadne. Dopadne dobře. Pro jistotu byla do obvodu zapojena baterie typu AA značky Varta. Přítomnost baterie je nutná, účelem pokusu totiž není zjistit jeho funkčnost, ale naučit studenty aktivně posuzovat svět kolem sebe.
4. Obvod je zapojen, diody svítí. Student není naprosto překvapen, viděl přece, jak důkladně byl celý pokus propočítán a připraven. Na postupu a přípravě neshledává

jediné chyby. Nyní je obvod rychle rozpojen a jeden z tvůrců předstupuje před studenty utvrzujíc je v samozřejmosti úspěchu pokusu a své tvrzení dokládá několika případy, které jsou zdánlivě podobné. Student je již naprosto utvrzen v názoru, že na podobném pokusu vlastně nic není, ač na začátku bujaře vykřikoval, že „to nebude fungovat“. V okamžiku, kdy studenti i náš student již opouští učebnu, je jim zdánlivě na půl žertem sdělen fakt, že celý pokus fungoval jen díky baterii. Student je v tuto chvíli zmaten, opouští učebnu a pravděpodobně by ani večer nedokázal říci, zda baterie byla skutečně připojena k obvodu, či to byl jen žert. Možná ho to přinutí k vlastním výpočtům ve snaze zjistit, zda pokus může skutečně fungovat či ne. Stane-li se to, splnili jsme účel našeho projektu. Naučili jsme totiž studenta aktivně posuzovat předkládané problémy.

James Clerk Maxwell
Největší teoretik na linii Newton-Einstein
Pavel Krejča



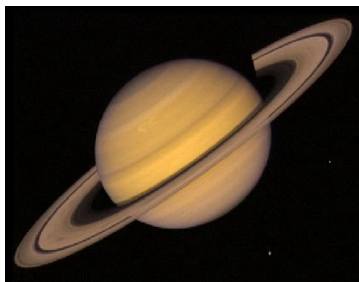
(1831-1879)

James Clerk Maxwell se narodil 13. června 1831 v Edinburghu. Když mu bylo osm, zemřela jeho matka na rakovinu a tato nemoc byla později osudná i jemu. Nejprve byl vychováván domácím učitelem, posléze nastoupil do Edinburgh Academy. Jeho zájmy o mnoho převyšovaly učební osnovy a již ve 14 letech napsal pojednání o **konstrukci křivek s více ohnisky (Λ)**.

V tomto pojednání Maxwell rozvíjel nauku o dvouohniskových útvarech, převzatou od **R.Descartesa** a ukázal, jak technicky konstruovat křivky, které mají více pevných ohnisek. I když tato práce se z valné většiny opírala právě o učení Descartesovo, byla rozšířena o obecnou definici elipsy jakožto množiny bodů, jejichž m -násobek vzdálenosti od jednoho pevného bodu plus n -násobek vzdálenosti k druhému pevnému bodu je konstanta. Elipsou tato křivka je, pokud $m=n=1$. Tyto poznatky Maxwell shrnul do článku „*On the description of oval curves*“, který vyšel v roce 1845.

Jeho zájem o geometrii a mechanické modely vedl v brzké době k napsání dalších prací. V 16 byl přijat na Edinburskou univerzitu, kde se začal pilně věnovat všem předmětům a publikoval další vědecká pojednání. V roce 1850 přestoupil do Cambridge, kde byly naplno využity jeho matematické schopnosti. Bylo mu nabídnuto místo vědeckého asistenta na Trinity College, kvůli nemoci svého otce však post nepřijal a vrátil se do Skotska. V roce 1856 nastoupil na univerzitu v Aberdeenu. V té době bylo vypsáno téma pro vědeckou práci, jejímž řešiteli bude udělena Adamsova cena. Tímto tématem byl pohyb **Saturnových prstenců (Λ)** a Maxwell se tomuto tématu naplno oddal.

matematicky vyřešit stabilitu uvažoval nejprve spojitý mu vyšel kolaps tohoto modelu. opět selhal. Tak se Maxwell předpokládal nespojitou se satelity musí skládat velkou rychlostí obíhají kolem výpočtu byla dokázána až se k Saturnu dostala sonda Voyager. Jak napsal jeden z Maxwellových bývalých spolužáků, „byla to

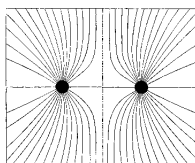


Zadaným problémem bylo těchto prstenců. Maxwell prstenec pevné látky, z výpočtů Pro prstenec kapaliny výpočet dostal k modelu prstenců, který strukturu. Maxwell vypočítal, že z množství malých tělísek, které planety. Správnost tohoto v druhé polovině 20. století, kdy

snad nejpozoruhodnější aplikace matematiky ve fyzice, jakou jsem kdy viděl“. Své výsledky Maxwell publikoval v článku „*The motion of Saturn's rings*“ v roce 1857.

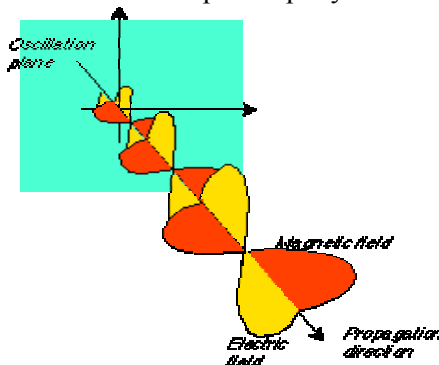
Poté Maxwell dostal místo na King's College v Londýně. Tam započalo pět nejneproduktivnějších let jeho života. Během tohoto období mu vyšly známé články o **elektromagnetickém poli (Λ)** a **práce o vjemu světla (Λ)**.

Maxwell se svou vrozenou skromností svou teorii elektromagnetického pole nazval matematickou interpretací fyzikálních představ **Michaela Faradaye**. Přejal jeho myšlenku siločar pole a začal na tomto předpokladu budovat monumentální teorii, kterou završil svými čtyřmi diferenciálními rovnicemi, obecně popisujícími prostředí, ve kterém je toto pole předpokládáno hypotetické prostředí, přesto byly jeho rovnice platné *Faraday's lines of forces*, které ukázal, že několik relativně chování elektrického a magnetického pole a jejich vzájemný vztah. Oblasti elektromagnetismu již před Maxwellem zkoumala řada vědců (mezi nimi i již zmíněný M. Faraday), nepovedlo se však tyto částečné poznatky sjednotit do jedné vyčerpávající teorie, tak jak to udělal Maxwell. Z Maxwellových rovnic, které matematicky formulovaly všechny tyto poznatky, vyplývaly i věci ještě neobjevené. Maxwell ukázal, že pole může periodicky oscilovat a nazval tyto oscilace *elektromagnetickými vlnami*.



chování elmag. pole bez závislosti na přítomnosti éteru, v němž se elmag. vlnění šíří, obecně. Ve svém pojednání „*On* publikoval již v roce 1856, Maxwell jednoduchých rovnic může vyjádřit

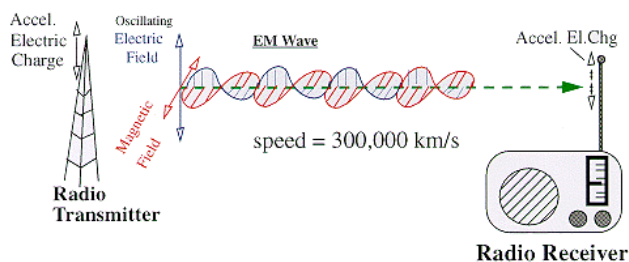
Maxwell došel k analogii mezi chováním siločar pole a pohybem neviditelného fluida obklopujícího zdroj vlnění. Vytvořil model přenášet EM vlny, kde zvláštní vířivé struktury magnetického pole byly zvláštními strukturami, které Tak Maxwell zpětně došel siločar, vyjadřujících tvar EM Všechny elektromagnetické základě vlivu zakřivení a šel ve svých představách ještě když ono fluidum změní



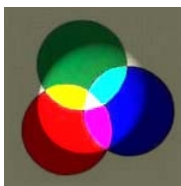
tohoto média, schopného magnetické vlny vytváří „*Víry*“, vytvářené změnami vzájemně odděleny vytvářelo pole elektrické. k potvrzení své představy pole v blízkosti zdroje. efekty pak mohl vysvětlit na orientaci siločar. Maxwell dále, odhadl, co se stane, hustotu nebo bude pružné.

Pohyb náboje by vyvolal poruchy struktury tohoto média, které by byly zdrojem EM vln. Pozdější experimenty A. Michelsona a E. Morleyho sice vyloučily existenci éteru, Maxwellovy diferenciální rovnice však zůstaly obecně platné a použitelné.

V rovnicích vystupovalo několik důležitých konstant, které se Maxwellovy podařilo změřit či alespoň odhadnout jejich význam. Tak došel k důležitému shrnutí elektromagnetismu a optiky, když konstantu, která figuruje v jeho rovnicích srovnal s již přibližně změřenou rychlostí světla. Správně vyvodil, že světlo je spec. typem elektromagnetického vlnění, a že existují i jiné elektromagnetické vlny, které se od viditelného světla liší vlnovou délkou a frekvencí. Tyto Maxwellovy teoretické závěry později ve svých známých pokusech potvrdil **Heinrich Hertz**, který dokázal vyprodukovat a zachytit tyto neviditelné vlny. Tak byl položen základ veškeré radiotechniky a bezdrátové komunikace.



Maxwellův zájem o vjem světla začal v roce 1849. Stavěl na myšlenkách **Thomase Younga** a **Hermannu Helmholtze** a jejich experimentech s vnímáním světla lidským okem. Maxwellovy pokusy byly zaměřeny na existenci Youngovu teorii o přítomnosti tří tyto základní barvy a vysvětlil receptorů. Vysvětlil také, jak těchto barev produkuje všechny těchto vlastností barev byly čistě barevného vnímání byly korunovány jedinečným úspěchem. V roce 1861 Maxwell vytvořil *první barevnou fotografii*. Pásku se vzorkem tartanu promítnul přes filtry základních barev k dosažení barevného výsledku. Tak vznikl prapředek všech barevných fotografií, barevného tisku a televize.



Maxwell navázal na své práce z Aberdeenu a na základě některých myšlenek **R. Clausia** položil základy *kinetické teorie plynů*. Předpokládal, že molekuly plynu se pohybují různými rychlostmi a navzájem kolidují s jinými molekulami a stěnami nádoby. Přejal od Clausia pojem střední volné dráhy a využil statistických metod k vyjádření intervalu rychlostí, kterými se molekuly plynu pohybují. Tak poopravil *teorii určitosti*, do té doby vžitě. *Maxwellovo rozdělení rychlostí* je dnes jedním ze základních kamenů molekulové fyziky.

Maxwell se zajímal také o tepelné vlastnosti plynů a kapalin, přisoudil částicím schopnost „skladovat“ teplo ve formě svého pohybu. Čím více tepla molekuly přijmou, tím rychleji se pohybují. S úspěchem se Maxwell také zabýval viskozitou plynů, difúzí a ostatními vlastnostmi plynů a kapalin závislými na pohybu molekul. Kinetickou teorii Maxwell tvořil nezávisle na rakouském fyzikovi **Ludwigu Boltzmannovi**, který později ve svých teoriích doplnil některé nedostatky Maxwellovy teorie. Maxwell se také pokoušel odhadnout velikost molekul a zabýval se principem centrifugy. Svou teorií Maxwell zrevidoval platnost druhého zákona termodynamiky a ze své statisticky zpracované teorie plynů odvodil, že je nějaká, byť nepatrná šance k přechodu tepla z chladnějšího do teplejšího prostředí. Tato hypotéza vedla k myšlenkové konstrukci hypotetického stroje, známého pod názvem *Maxwellův démon*. Maxwell tak druhému zákonu termodynamiky nepřisoudil absolutní platnost, jen „nejvyšší pravděpodobnost“.

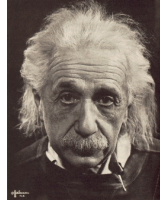
V roce 1861 byl Maxwell přijat do Královské společnosti v Londýně, kde přednesl své práce o viskozitě plynů. Zasloužil se o zřízení Národní fyzikální laboratoře, kde byly pod jeho vedením provedeny první měření důležitých konstant EM pole. V roce 1865 rezignoval na svou funkci v King's College a vrátil se do rodinného sídla v Glenlairu. Přesto každoročně navštěvoval Londýn a působil jako externí examinátor zkoušek z matematiky v Cambridgi. Většinu své energie věnoval shrnutí své teorie o elektřině a magnetismu. To vyšlo v roce 1873 pod názvem „Treatise on Electricity and Magnet-ism“. V roce 1871 byl Maxwell zvolen do čela Cavendishovy laboratoře v Cambridgi, jejíž vybavení sám navrhoval a dohlížel nad její konstrukcí.

V roce 1879 se začalo Maxwellovo zdraví prudce zhoršovat, Maxwell se vrátil do Glenlairu, aby se zotavil. Krátce před smrtí přijel do Cambridge, kde 5. listopadu 1879 zemřel. Jeho lékař později

řekl, že „neviděl nikdy nikoho přijmout smrt tak klidně“. Byl pohřben beze všech poct na malém hřbitově v Partonu.

V roce 1931, k příležitosti 100. výročí Maxwellova narození, řekl Einstein:

„Maxwellovo dílo bylo tím neplodnějším a nejdůmyslnějším, co člověk od dob Newtona udělal pro změnu pohledu na svět.“



Millikanův experiment Rudolf Klepáček, Václav Karpíšek

Millikanův experiment (z roku 1911) představuje jeden ze způsobů jakým lze změřit náboj elektronu (resp. elementární náboj). Při tomto experimentu jsou do prostoru mezi vodorovné desky kondenzátoru vstřikovány drobné kapičky oleje. a mikroskopem je pozorován jejich pohyb. Ten se díky odporu prostředí rychle ustálí, podobně jako při pádu parašutisty.

Při vstřikování oleje do komory získávají kapičky třením malé elektrické náboje (záporné). Připojíme-li na kondenzátor napětí, začnou se (pokud je katodou horní deska kondenzátoru) kapičky pohybovat v elektrickém poli kondenzátoru směrem vzhůru rychlostí v_E . Po odpojení napětí, pod vlivem gravitace, vztlaku a odporu prostředí padají vertikálně dolů, pohybem popsatelem Stokesovou silou

$$F_S = 6\pi\eta r v_g,$$

kde r je poloměr kapiček, v_g jejich rychlost a η dynamická viskozita vzduchu při daném tlaku. Změříme-li rychlost kapičky s i bez napětí, můžeme z pohybových rovnic

$$F_g = mg - m'g - 6\pi\eta r v_g = 0,$$

$$F_E = qE - mg + m'g - 6\pi\eta r v_E = 0$$

určit poloměr a náboj kapičky:

$$r = [\eta r v_g / 2 (\sigma - \rho) g]^{1/3},$$

$$q = 6\pi\eta r (v_g + v_E) / E$$

(m je hmotnost kapičky, m' hmotnost vzduch vytlačeného objemu, σ hustota oleje a ρ hustota vzduchu).

Nám se bohužel při hromadném měření na fyzikálním semináři podařilo vyvrátit skutečnost, že je elektrický náboj kvantován. Bylo to však zřejmě způsobeno velkým množstvím kapiček, které se navzájem silně ovlivňovaly (zejména horizontální drift) a také, že byl pokus prováděn za normálního tlaku, kdy docházelo k velkému tření o vzduch a prachové částice.

Zde uvádím námi naměřené a vypočítané hodnoty. Všechny údaje jsou v příslušných základních jednotkách.

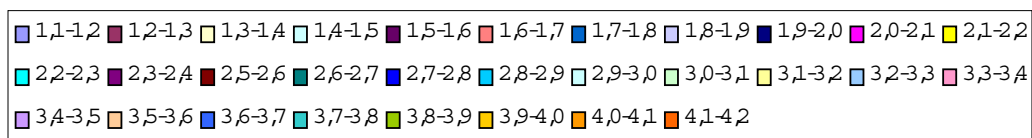
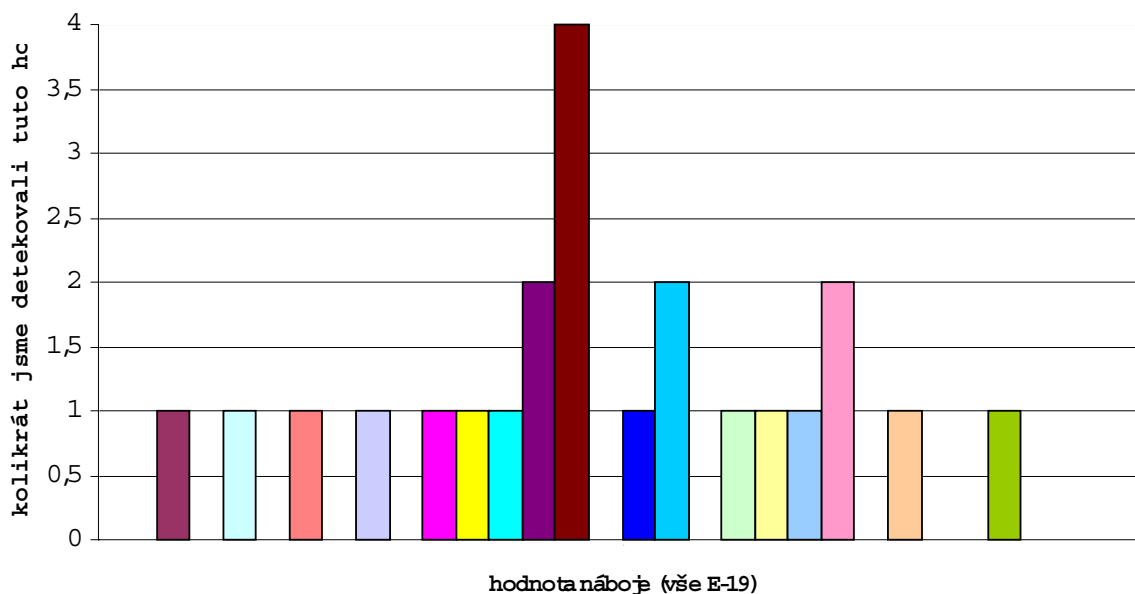
σ	ρ	η	vzdálenost desek	vzdálenost dílků	g	U	E
$8,753 \times 10^2$	1,2759	$1,81 \times 10^{-5}$	6×10^{-3}	6×10^{-5}	9,80665	6×10^2	10^5

s_g	s_E	v_g	v_E	pd_g	pd_E	r	q
$1,2 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	20	20	$1,06786 \times 10^{-6}$	$8,7439 \times 10^{-19}$
7×10^{-4}	2×10^{-4}	$6,6 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$	11	3	$7,91946 \times 10^{-7}$	$2,26963 \times 10^{-19}$
9×10^{-4}	2×10^{-4}	9×10^{-5}	$2,4 \times 10^{-5}$	15	4	$9,24793 \times 10^{-7}$	$3,59691 \times 10^{-19}$
7×10^{-4}	5×10^{-4}	$6,6 \times 10^{-5}$	$4,8 \times 10^{-5}$	11	8	$7,91946 \times 10^{-7}$	$3,08021 \times 10^{-19}$
6×10^{-4}	1×10^{-4}	6×10^{-5}	$1,2 \times 10^{-5}$	10	2	$7,55091 \times 10^{-7}$	$1,85486 \times 10^{-19}$
6×10^{-4}	4×10^{-4}	6×10^{-5}	$3,6 \times 10^{-5}$	10	6	$7,55091 \times 10^{-7}$	$2,47315 \times 10^{-19}$
7×10^{-4}	3×10^{-4}	$7,2 \times 10^{-5}$	3×10^{-5}	12	5	$8,2716 \times 10^{-7}$	$2,87852 \times 10^{-19}$
8×10^{-4}	4×10^{-4}	$7,8 \times 10^{-5}$	$3,6 \times 10^{-5}$	13	6	$8,60936 \times 10^{-7}$	$3,34854 \times 10^{-19}$
8×10^{-4}	4×10^{-4}	$7,8 \times 10^{-5}$	$3,6 \times 10^{-5}$	13	6	$8,60936 \times 10^{-7}$	$3,34854 \times 10^{-19}$
6×10^{-4}	2×10^{-4}	6×10^{-5}	$2,4 \times 10^{-5}$	10	4	$7,55091 \times 10^{-7}$	$2,164 \times 10^{-19}$

7×10^{-4}	4×10^{-4}	$6,6 \times 10^{-5}$	$3,6 \times 10^{-5}$	11	6	$7,91946 \times 10^{-7}$	$2,75598 \times 10^{-19}$
7×10^{-4}	3×10^{-4}	$6,6 \times 10^{-5}$	3×10^{-5}	11	5	$7,91946 \times 10^{-7}$	$2,5938 \times 10^{-19}$
8×10^{-4}	3×10^{-4}	$7,8 \times 10^{-5}$	3×10^{-5}	13	5	$8,60936 \times 10^{-7}$	$3,1723 \times 10^{-19}$
8×10^{-4}	6×10^{-5}	$7,8 \times 10^{-5}$	6×10^{-6}	13	1	$8,60936 \times 10^{-7}$	$2,46734 \times 10^{-19}$
6×10^{-4}	3×10^{-4}	6×10^{-5}	3×10^{-5}	10	5	$7,55091 \times 10^{-7}$	$2,31858 \times 10^{-19}$
7×10^{-4}	4×10^{-4}	$7,2 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-5}$	12	7	$8,2716 \times 10^{-7}$	$3,21717 \times 10^{-19}$
4×10^{-4}	2×10^{-4}	$4,2 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$	7	3	$6,31754 \times 10^{-7}$	$1,29324 \times 10^{-19}$
7×10^{-4}	8×10^{-4}	$6,6 \times 10^{-5}$	$7,8 \times 10^{-5}$	11	13	$7,91946 \times 10^{-7}$	$3,89079 \times 10^{-19}$
4×10^{-4}	9×10^{-4}	$4,2 \times 10^{-5}$	9×10^{-5}	7	15	$6,31754 \times 10^{-7}$	$2,84513 \times 10^{-19}$
3×10^{-4}	4×10^{-4}	3×10^{-5}	$-3,6 \times 10^{-5}$	5	-6	$5,3393 \times 10^{-7}$	$1,09299 \times 10^{-19}$
4×10^{-4}	5×10^{-4}	$3,6 \times 10^{-5}$	$4,8 \times 10^{-5}$	6	8	$5,8489 \times 10^{-7}$	$1,67623 \times 10^{-19}$
5×10^{-4}	3×10^{-4}	$5,4 \times 10^{-5}$	3×10^{-5}	9	5	$7,16342 \times 10^{-7}$	$2,05295 \times 10^{-19}$
6×10^{-4}	4×10^{-4}	6×10^{-5}	$3,6 \times 10^{-5}$	10	6	$7,55091 \times 10^{-7}$	$2,47315 \times 10^{-19}$
6×10^{-4}	3×10^{-4}	6×10^{-5}	3×10^{-5}	10	5	$7,55091 \times 10^{-7}$	$2,31858 \times 10^{-19}$
4×10^{-4}	2×10^{-4}	$4,2 \times 10^{-5}$	$2,4 \times 10^{-5}$	7	4	$6,31754 \times 10^{-7}$	$1,42256 \times 10^{-19}$

Kde s je dráha, v rychlost, r poloměr, q náboj kapičky a pd počet dílků (pro výpočet s).
Indexy g resp. E znamenají bez, resp. s napětím.

Graf závislosti počtu výskytů na hodnotě náboje



Studium rentgenového spektra Cu anody

Rudolf Klepáček, Václav Karpíšek

Úvodem:

Zajímalo nás, jakými způsoby lze studovat rentgenová spektra různých látek. S jedním z nich jsme se seznámili a nyní bychom vám o něm chtěli poreferovat.

Vznik rentgenového záření:

Dopadá-li elektron, urychlený napětím U na přiměřenou rychlost, na atom nějaké látky (interaguje s atomárními elektrony v poli jádra atomu – jde o coulombickou interakci), může dojít k tomu, že se jedinou srážkou cele změní energie dopadajícího elektronu v energii rentgenového záření (rtg. záření)

$$E = e \cdot U = v_{\max} h,$$

kde e je náboj elektronu, h je Planckova konstanta a v_{\max} je frekvence rentgenového záření.

Nositelům rentgenového záření jsou fotony. Energie E dopadajícího elektronu se však jedinou srážkou změní v jeden foton (jedno kvantum) rtg. záření jen vzácně. Nejčastěji takový letící elektron ztrácí energii postupným bržděním a proto i frekvence ν není ν_{\max} , ale rozprostírá se v celé šíři spektra od jisté minimální hodnoty do hodnoty ν_{\max} . Postupným bržděním vzniká tedy spojité spektrum frekvencí, nazývané „brzdné záření“.

Při dostatečně vysokém napětí U – anodovém napětí, které urychluje letící elektrony vzniklé emisí z katody, vybudí se po dopadu těchto elektronů na atomy anody kromě spojitého spektra („brzdného záření“) i čárové spektrum, které je charakteristické pro daný prvek. Je zcela nezávislé na tom je-li prvek v čistém stavu nebo ve sloučenině. Charakteristické záření vzniká tehdy, jestliže dojde k uvolnění elektronu z některé energetické hladiny (slupky) elektronového obalu atomu. Protože tyto energetické hladiny jsou diskrétní (energie elektronů odpovídá jen určitým hodnotám, je tedy kvantována) je vzniklé spektrum čárové. Mechanismus vzniku tohoto charakteristického spektra je pak takový:

Nechť letící elektrony emitované katodou mají dostatečně vysokou energii E aby vyzářily v atomovém obalu některý z elektronů atomu látky, z níž je anoda vyrobena.

Protože elektrony v atomovém obalu obsazují diskrétní energetické hladiny – označované v pořadí jako slupka K, slupka L, M, atd., dojde po vyzáření elektronů, např. ze slupky K, k vybuzení (excitaci) příslušného atomu. Atom se snaží dostat do základního (stabilního) stavu – zaplnit uvolněné místo. Tak některý z elektronů, usazený na vyšší energetické hladině: (např. L, M, atd.) než je ta, ze které byl elektron vyražen (např. slupka K), přechází na místo vyraženého elektronu. Při tomto přechodu však elektron vyzáří energii (fotony) danou rozdílem energií mezi jednotlivými hladinami.

Základní rozdíl mezi vznikem optických spekter a rtg. spekter je tedy v tom, že optická spektra vznikají v důsledku uvolnění elektronů v nejvyšších (valenčních) hladinách elektronového obalu atomu, zatímco rtg. spektra vznikají uvolněním elektronů v hladinách blízkých jádru (nejčastěji K, L, M).

Dopadá-li svazek monochromatického rtg. záření o vlnové délce λ na soustavu atomů uložených v atomových rovinách pod úhlem ν , pak dochází k difrakci, která je popsána Braggovou rovnicí

$$n \lambda = 2 d \sin \nu, \quad (n = 1, 2, \dots \text{ je řád maxima}),$$

kde d je vzdálenost mezi jednotlivými atomovými rovinami. Pro dané λ , d a $n=1$ je úhel ν jednoznačně určen rovnicí a naopak.

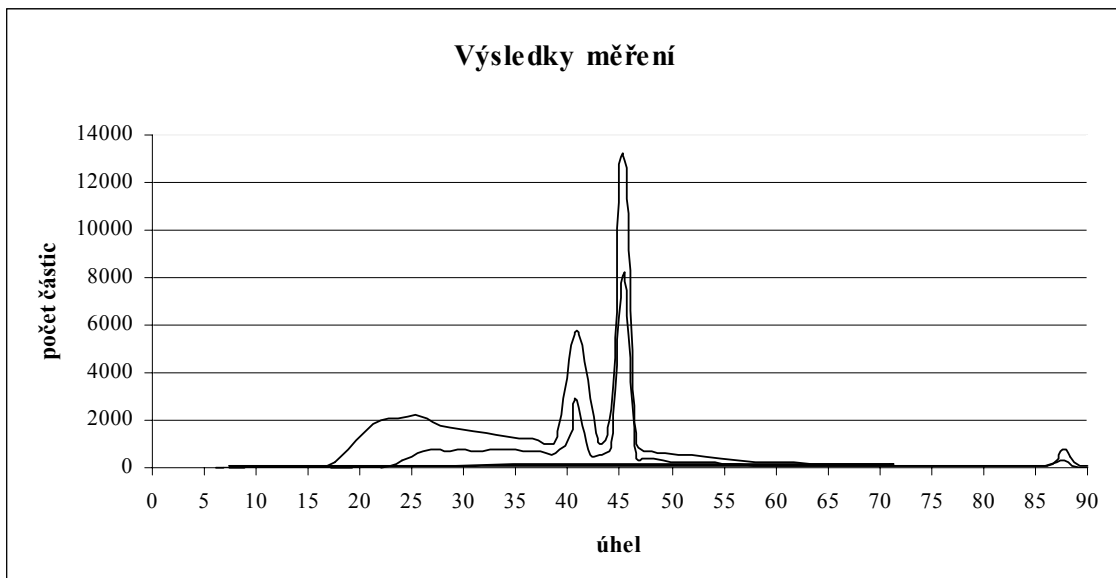
Protože vlnová délka λ souvisí s energií E vztahem

$$E = h \nu = hc / \lambda,$$

je pro $n=1$

$$E = hc / 2d \sin \nu.$$

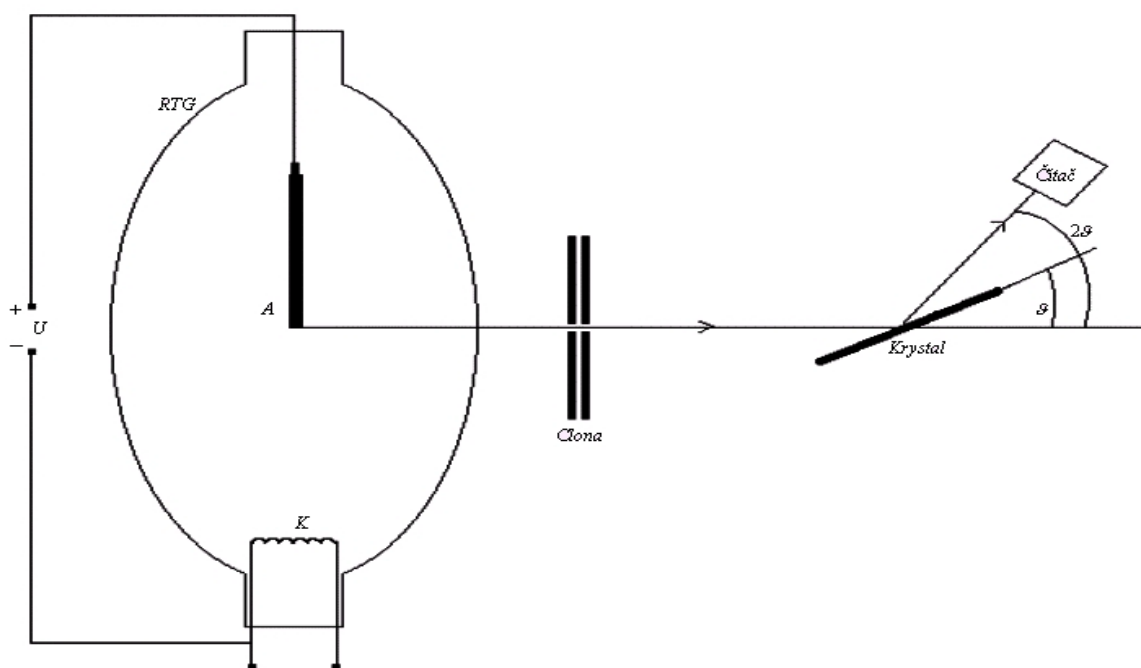
Chceme-li určit energii E příslušející čáře charakteristického spektra o vlnové délce λ a patří-li toto spektrum např. mědi, že které je vyrobena anoda rtg. lampy, pak můžeme do svazku charakteristického záření vložit krystal s vhodnou soustavou atomových rovin (např. krystal LiF) o známé hodnotě d a otáčením tohoto krystalu najít takovou polohu, kdy je splněna Braggova rovnice. To se projeví tím, že detektor Z , umístěný do směru odraženého paprsku (2ν) registruje maximální počet pulsů. Za tím účelem sestavíme graf závislosti počtu pulsů N na úhlu 2ν natočení krystalu vzhledem k dopadajícímu svazku. Odečteme-li tento úhel a známe-li závislost $E = E(\nu)$, můžeme určit energii příslušné čáry o vlnové délce λ . Tím získáváme rentgenové spektrum Cu anody.



Pomůcky:

Rentgenová aparatura PHYWE, krystal LiF, X-Y zapisovač, čítač impulsů „Ekotronika“, osobní počítač.

Schéma aparatury



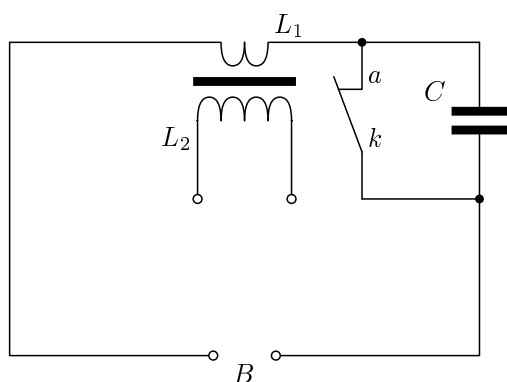
Vysokofrekvenční transformátory

Jarmila Mulačová

Ruhmkorffův induktor

je v principu transformátor používaný k transformaci stejnosměrného napětí nahoru. Aby mohlo docházet k transformaci, musí se měnit magnetické pole cívek transformátoru. Toho se docílí periodickým přerušováním stejnosměrného proudu v primární cívce.

Induktor se skládá ze dvou válcových solenoidů navinutých na společném železném jádře. Primární vinutí vnitřního solenoidu L_1 je tvořeno malým počtem závitů silného drátu.



Sekundární L_2 má velmi značný počet závitů co nejtenčího drátu.

Primár je napájen stejnosměrným zdrojem B (např. akumulátorem). Aby v jádře cívek vznikalo proměnné magnetické pole, proud v primární cívce se periodicky přerušuje vhodným automatickým přerušovačem. Nejjednodušším takovým zařízením je *Wagnerovo kladívko*, skládající se z pružiny se železnou záložkou k a kontaktu a .

Začne-li procházet proud, jádro se zmagnetuje a přitáhne k sobě pružinu. Tím se přeruší obvod mezi pružinou k a kontaktem a . Následně zanikne proud v cívce a tím magnetické pole a kontaktem $k - a$ se zase sepne.

Aby nevznikala při přerušení kontaktu jiskra, je mezi k a a připojen kondenzátor C . Při přerušení je tento kondenzátor nabíjen z baterie, a proto nevzniká jiskra.

Proud přerušovaný mechanickým přerušovačem nemá sinusový průběh. Protože napětí indukované na sekundáru je úměrné rychlosti změny proudu v čase, dosahuje v okamžiku přerušování mnohem větších hodnot než v okamžiku spojení.

Ponechá-li se v sekundárním okruhu jiskrová mezera, nestačí napětí při zapínání k přeskoku jiskry, takže sekundárem bude procházet proud jen při přerušování primárního okruhu a bude mít stále stejnou polaritu.

Ruhmkorffova induktor se využívá zejména k získání vysokého stejnosměrného napětí nízkého výkonu.

Nikola Tesla (1856–1943)

Narodil se 10. července 1856 v chorvatské vesnici Smiljano v Lince. Jeho otec chtěl, aby se Nikola stal knězem, ale ten se rozhodl studovat techniku. Během studií vyšší reálky Tesla onemocněl cholerou. Nemoc měla těžký průběh, ale obětavostí matky se z ní přece jen dostal. A právě když mu bylo nejhůř a když se o něj rodiče nejvíce

báli, vymohl si na otci slib, že bude smět studovat techniku, kterou studoval také v Praze.

V roce 1884 odešel do Spojených států a dva roky pracoval v Edisonově podniku, později se osamostatnil. Již v roce 1887 získal sedm patentů v oblasti využití střídavého proudu, o kterém správně předpokládal, že má větší budoucnost než dosud dominující proud stejnosměrný. V této otázce se postavil i proti takové autoritě, jakou byl Edison. Teslovým velkým vítězstvím byla soutěž na stavbu elektrárny u Niagarských vodopádů v roce 1890, kde se prosadil jeho systém střídavého proudu.

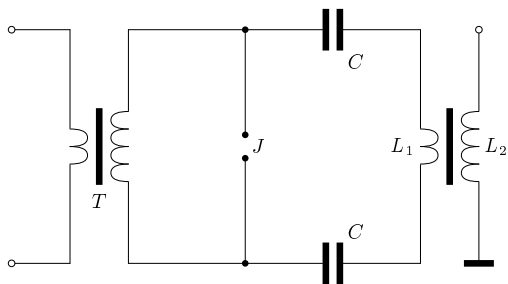
Deset let před Marconim a Popovem prováděl první pokusy s bezdrátovou telegrafii, ale prvenství mu bylo přiznáno až v roce 1943. Po tříleté přestávce, kdy nemohl realizovat své pokusy, protože požár zničil veškeré zařízení, začal v roce 1898 provádět pokusy s bezdrátovým řízením člunu bez lidské posádky.

Tesla byl jednou z nejvýznamnějších postav elektrotechniky. Za svůj život získal více než 110 patentů a dožil se velkého uznání. Poslední patent mu byl přiznán 3. ledna 1922. Práce z tohoto období mu finančně zajistily život ve stáří. Na sklonku svého života bydlel v hotelu New Yorker osamocen a zapomenut. Zranění po automobilové nehodě mu nedovolilo opouštět hotelový pokoj. Nestěžoval si, osamocen prožíval svůj život, zcela zaujat jen svými velkými myšlenkami. Tvořivou prací se zabýval až do smrti. Zemřel sám 7. ledna 1943 v hotelu New Yorker v New Yorku.

Teslův vysokofrekvenční transformátor

je uspořádání sloužící k získání vysokofrekvenčních kmitů vysokého napětí. Princip: sám transformátor je tvořen cívkami L_1 a L_2 . Primár L_1 je tvořen jen několika závitů,

sekundár L_2 má velmi mnoho závitů a na jednom konci je uzemněn.



Primární obvod je kmitavý obvod tvořený cívkou L_1 , jedním nebo (častěji) dvěma stejnými kondenzátory, ke kterým je paralelně připojeno jiskřiště J a je připojen k vysokofrekvenčnímu transformátoru T (tím může být např. sekundár induktoru). Kondenzátory se nabíjejí, dokud nenastane v jiskřišti J

výboj (má charakter tlumených kmitů vysoké frekvence). Díky vysokému transformačnímu poměru vznikají v L_2 vysokofrekvenční proudy velmi vysokého napětí a malé proudové hustoty. Např. při parametrech $C = 1 \text{ nF}$, $L_1 = 10^{-6} \text{ H}$ (asi 5 závitů) je frekvence L-C obvodu $f = 5 \cdot 10^6 \text{ Hz}$.

Historické provedení Teslovo. Jako kondenzátory byly použity baterie Leydenských lahví. Jako vysokofrekvenční transformátor v primárním obvodu byl použit induktor s Wehneltoým přerušovačem, který dával na sekundáru napětí přibližně 100 kV.

Jiskřiště tvořily zinkové kotouče o průměru 6 cm a tloušťce 6 mm namontované na skleněných trubicích zasazených do ebonitové desky. Krabice chránila pozorovatele před oslnivým výbojovým světlem. Primár měl osm závitů navinutých na

porcelánových izolátorech, sekundár byl navinut na papírovém válci z tenoučkého drátu a byl téměř dva metry dlouhý.

Využití. Vysokofrekvenčního transformátoru využíval Tesla při svých proslulých pokusech:

- výbojová trubice bez elektrod svítí ještě ve vzdálenosti několika metrů od transformátoru
- výboje dávají jasné světlo využitelné k osvětlení
- vysokofrekvenčního elektromagnetického vlnění lze využít k radiokomunikaci
- fyziologické účinky vysokofrekvenčního proudu jsou jiné než u nízkofrekvenčního

Skin efekt

Při průtoku proudu nízké frekvence prostupují ionty stěnami buněk a poškozují je. Prochází-li však tělem proud vysoké frekvence, ionty kmitají uvnitř buněk, takže nepoškozují stěny a neohrožují tedy vnitřní orgány.

Vysvětlení: každé „proudové vlákno“ (myšlená proudová čára) je obklopeno magnetickým polem. Mění-li proudy velikost a polaritu, mění se také směr magnetických indukčních čar; kolem těchto indukčních čar vznikají *Focaultovy proudy*. Na povrchu vodiče mají stejný směr jako protékající proud, uvnitř opačný. Hustota proudu ve vodiči není u střídavého proudu v celém průřezu stejná – v ose vodiče je zeslabena.

Čím je vyšší frekvence, tím je tento efekt výraznější, v případě velmi vysokých frekvencí teče proud prakticky jen povrchem vodiče. Toho se často využívá ve vysokofrekvenční technice – místo masivních vodičů se používá jen tenkých pokovení vrstvy laku.

Děkuji za pomoc s provedením experimentu Dr. Zimbulovi a Dr. Ján-skému a za řízení experimentu vedoucímu semináře ing. Svobodovi.

Omlouvám se proděkanovi Doc. Gocemu Chadzitaskosovi za ohrožování jeho života v průběhu experimentu.

Zimní semestr 2000

Teorie chaosu

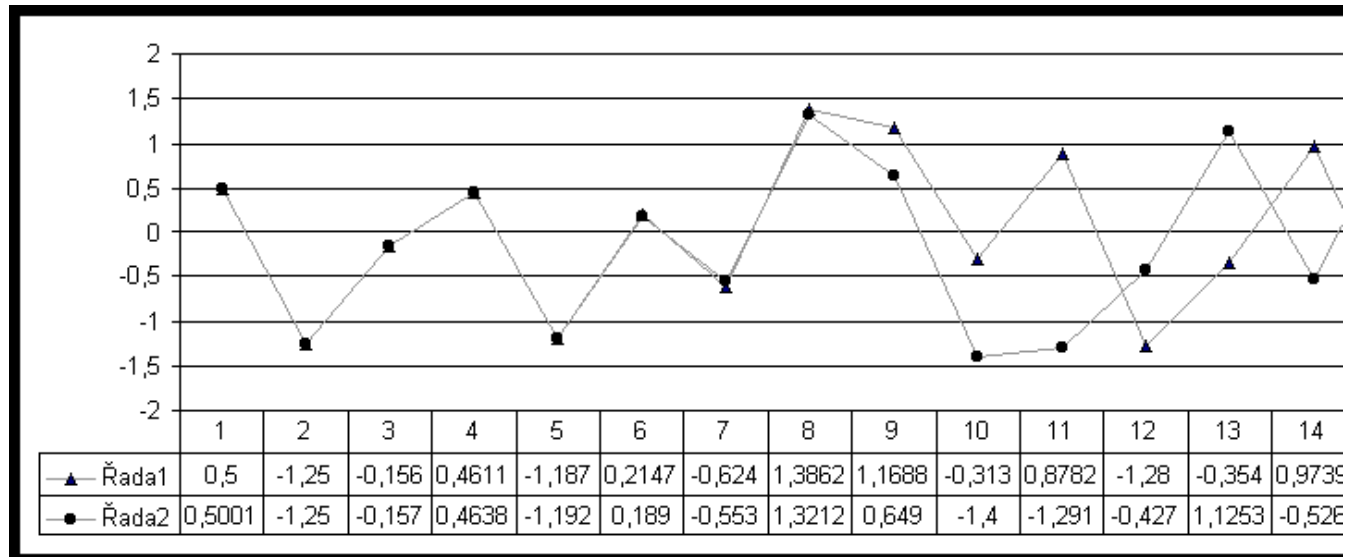
Adam Sádovský

Matematický popis

Systémy, které se zdánlivě chovají chaoticky, ale které se dají z počátečních podmínek vždy stejně reprodukovat jsou deterministicky chaotické. Lze to demonstrovat na příkladu výpočtu s rekurzivní funkcí:

$$x_{n+1} = 2 \cdot x_n^3 - 3 \cdot x_n$$

Graf 1:



V grafu 1 jsou zakresleny dvě řady posloupností s různými počátečními podmínkami (0,5 a 0,5001). V několika prvních iteracích jsou rozdíly výsledků nepatrné, ale po 8 iteracích se obě řady chovají jako naprosto nezávislé. Iterací se rozumí počet průchodů rekurzivní funkcí.

Stavový prostor

Je obecný prostor do kterého lze zakreslit chování nějakého systému. Na osy se vynášejí kromě důležitých hodnot popisujících systém také hodnoty, kterých systém nabývá. Speciálním příkladem je fázový prostor. Dráha bodu v takovém prostoru se nazývá trajektorie. Trajektorie těchto bodů mohou být různé (viz. dále).

Trajektorie bodů

Na grafu 2.-8. jsou znázorněny trajektorie bodů ve 2. rozměrném stavovém prostoru. Trajektorie je výsledkem komplexní funkce:

$$z = z^2 + c$$

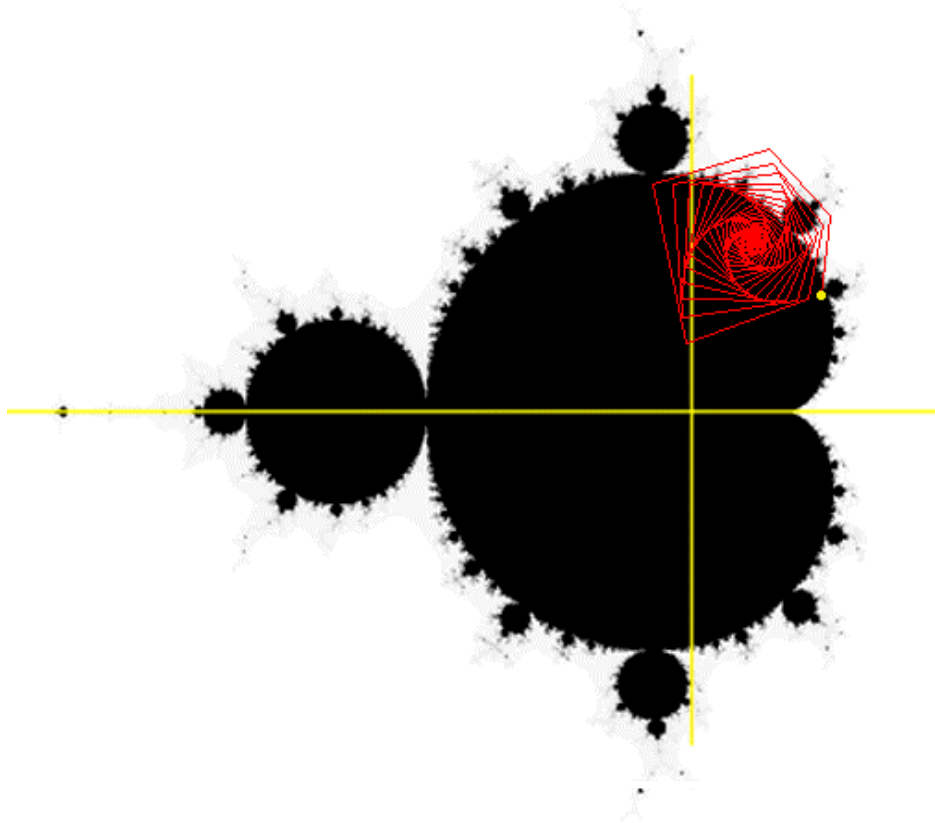
Vzorec 1:

$$z_n = z_{n-1}^2 + c$$

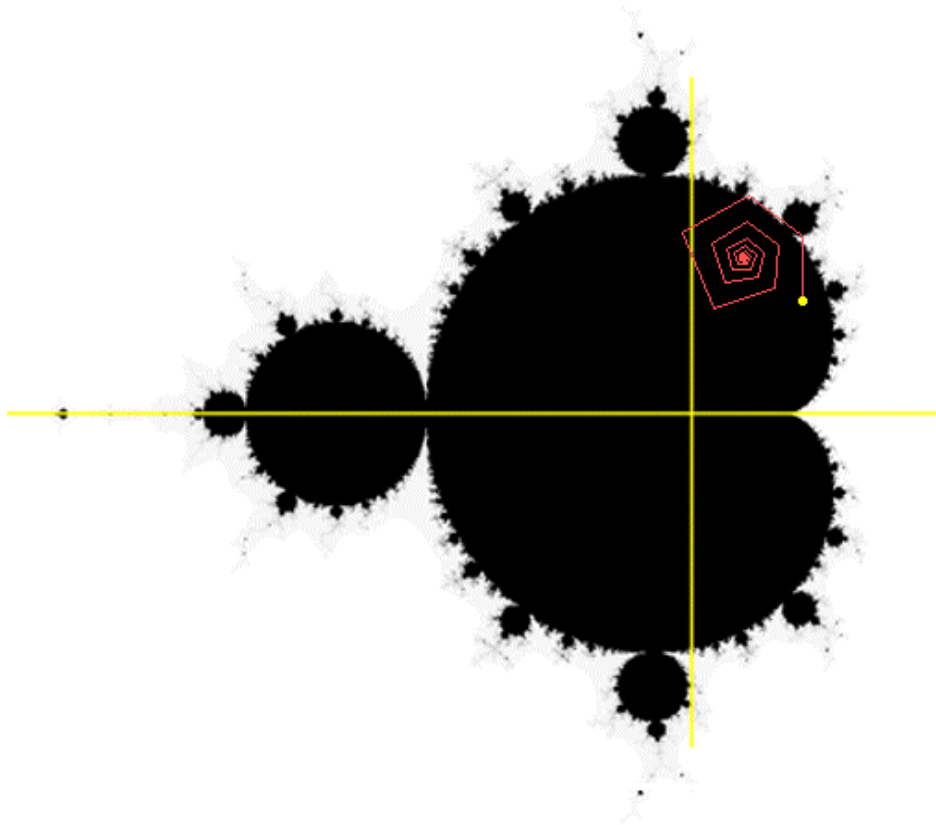
Jde o rekurzivní funkci jejíž výsledek je opět parametrem pro výpočet funkce. Lze ji napsat i jako vzorec 1.

Z toho je patrné, že pro výpočet je potřeba znát vstupní hodnotu z_0 a parametr c . Hodnoty z a c jsou komplexní. Hodnota c je konstantní a je možné ji zvolit jakkoliv. V našem případě je $c = z_0$. Hodnoty z_0 jsou brány z Gausovy roviny. Jejich poloha je v grafu označena žlutým puntíkem. Z tohoto bodu probíhá výpočet trajektorie. Sousední body posloupnosti jsou spojeny úsečkou. V pozadí je pro názornost zobrazena mandelbrotova množina. Z grafů je patrné, že pro body, které leží uvnitř množiny se generují dva druhy trajektorie. Jedna, která konverguje k jednomu bodu (graf 2 a 3). Druhá, která sice nekonverguje do jednoho bodu, ale neopustí určitou vzdálenost (graf 4). Při výběru bodu z okraje množiny je patrné, že trajektorie se začíná chovat chaoticky (graf 5 a 6). A pro body za okrajem množiny se trajektorie začne rozevírat (graf 7 a 8). Pokud spočítáme počet iterací do chvíle, kdy trajektorie opustí určitou vzdálenost (například 2) můžeme je zakreslit třeba pomocí barvy. Pak vzniká fraktál. (Viz program pro výpočet mandelbrotovy množiny.)

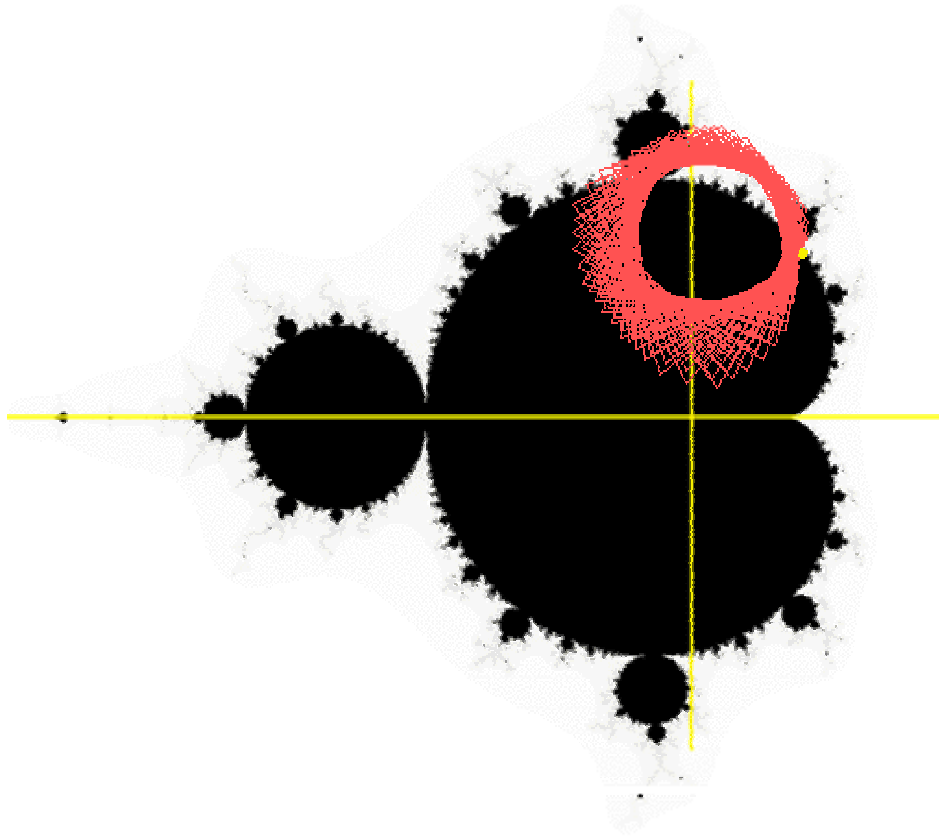
Graf 2:



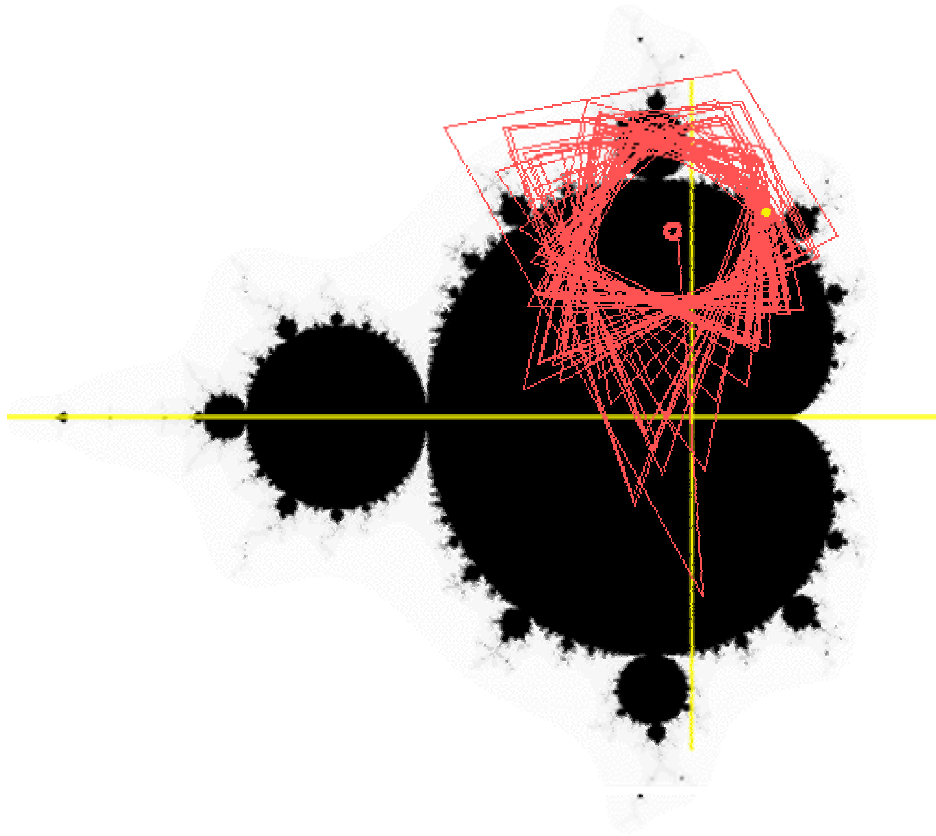
Graf 3:



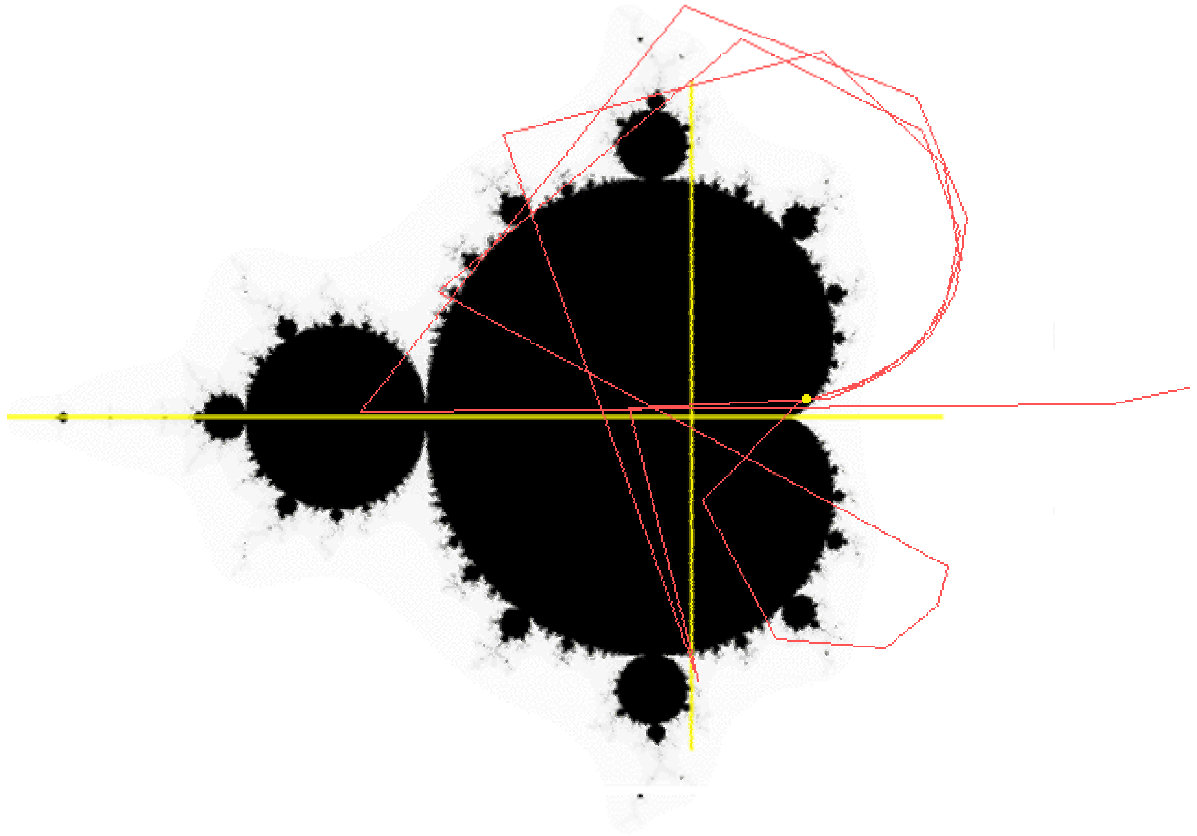
Graf 4:



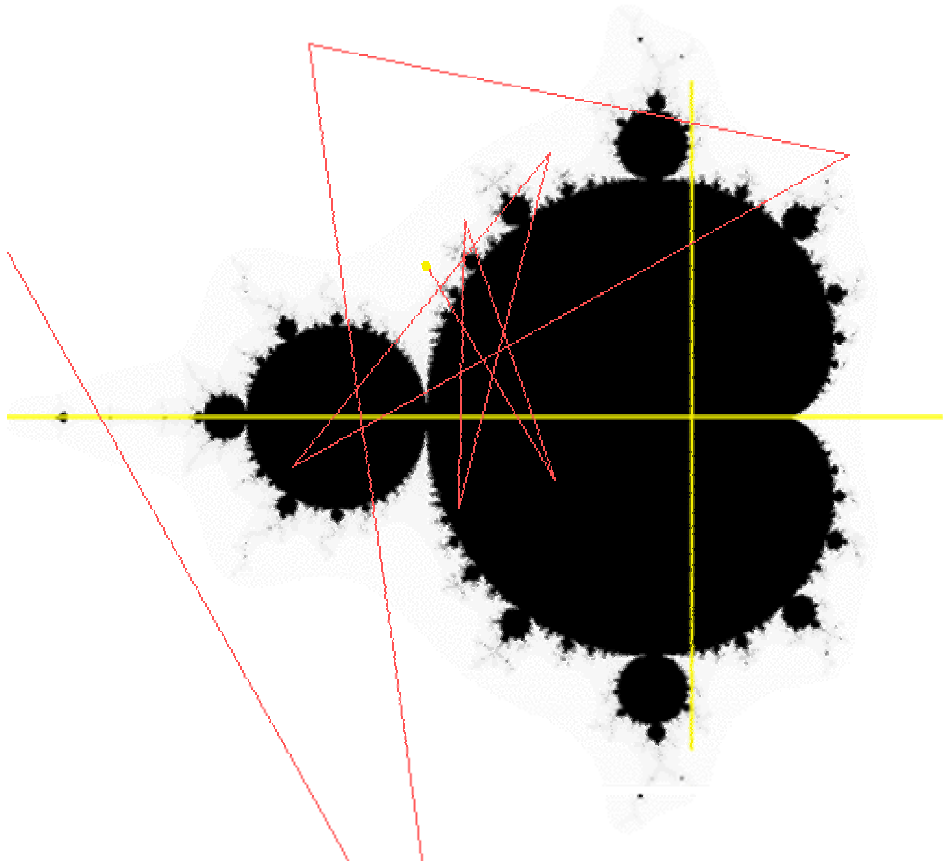
Graf 5:



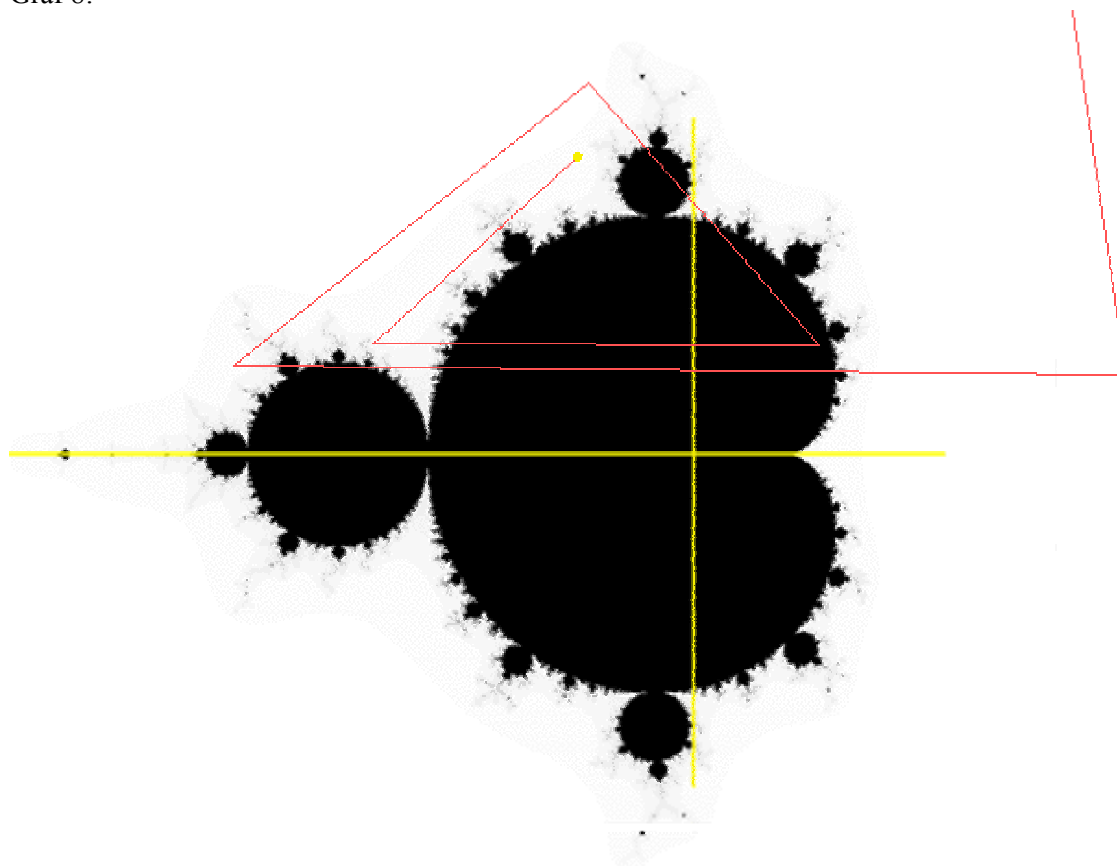
Graf 6:



Graf 7:

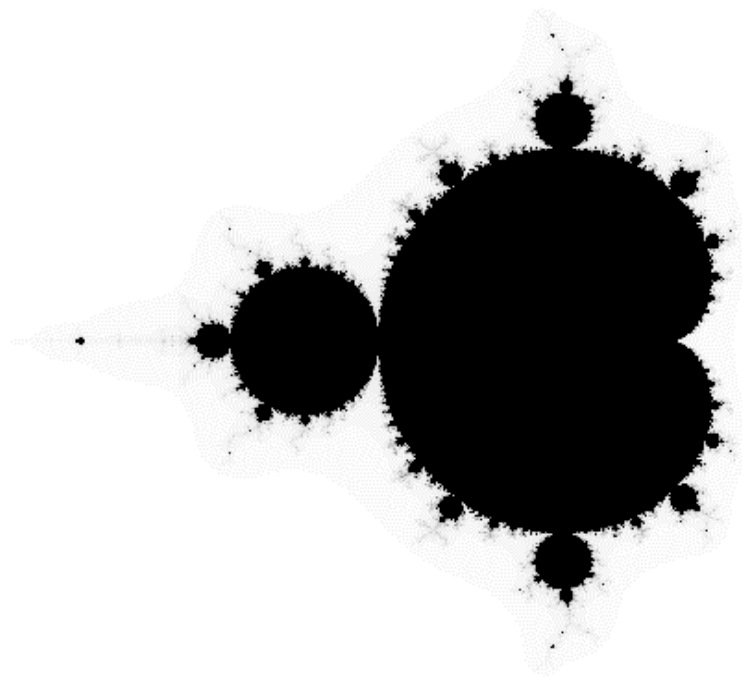


Graf 8:



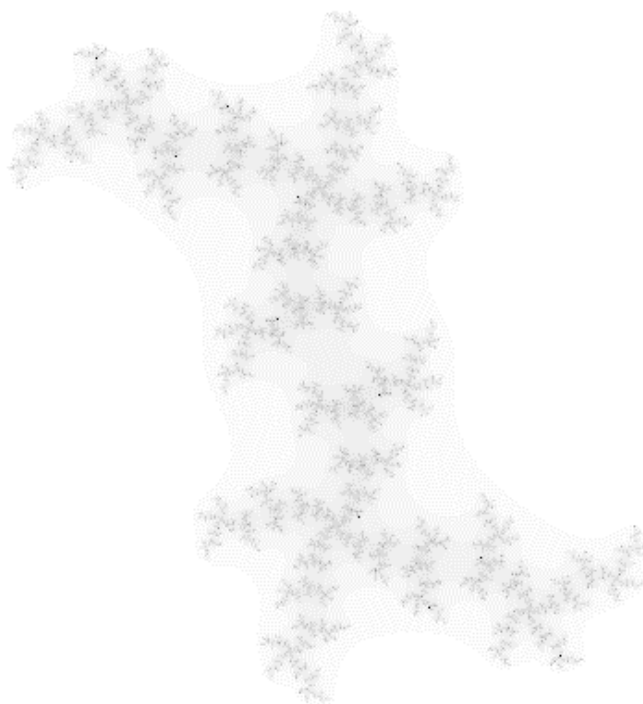
Na obrázku 1. je množina bodů jejichž trajektorie byly přitaženy atraktorem. V tomto případě se zjišťuje kolik interakcí bylo nutno provést, než bod opustil vzdálenost 2 od počátku. Pokud k tomu je nutno nekonečno interakcí je zakreslen bod černě. Této množině se říká Mandelbrotova. Množina Juliova (obrázek 2) je definována obdobně, ale parametr c ve vzorci 1 je konstantní pro všechny body, zatímco v mandelbrotově množině je parametr c roven z_0 a tudíž je pro každý bod množiny jiný. Atraktor je množina bodů ve stavovém prostoru odpovídající ustálenému stavu systému.

Obrázek 1:



Fraktály mohou vznikat také pomocí donekonečna se opakujících transformací původního objektu. Jako je otočení, posunutí a změna měřítka. Jsou to obrazce vzniklé vlastně přímo z definice fraktálu. Fraktály vykazují tzv. sobě podobnost nebo sobě příbuznost. A je možné jejich části stále zvětšovat. Znamená to, že nikdy není možné narazit na část fraktálu, která by se již z ničeho neskládala. Pak ovšem nastává otázka, jak například změřit délku hranic států (které svou členitostí připomínají fraktál) nebo pobřeží, když žádná z částí se neskládá například z přímky, ale z dále a dále členěných fraktálů. Pro fraktály je možné definovat Hausdorffovu dimenzi.

Obrázek 2:



Efekt motýlího křídla

Chaotické systémy mají tu vlastnost, že jejich chování ovlivňují hlavně vstupní podmínky (viz. začátek). Jestli že je například atmosféra a počasí pokládáno za chaotický systém může vzniknout zajímavý efekt tak zvaného motýlího křídla. Například, že nepatrná odchylka na počátku systému (mávnutí motýlího křídla) může mít dalekosáhlé důsledky na jeho konci (například na druhé straně planety). Člověka může napadnout jak se chaos může vyrovnat s obecnými zákony, jako dynamická rovnováha. Vždyť chaos jde přímo proti takové rovnováze. Je to pravděpodobně způsobeno mezními hodnotami reálného světa, kde všechny extrémně se zvyšující děje jsou těmito mezemi bržděny.

[Program pro výpočet mandelbrotovy množiny v jazyku C.](#)

[Program pro výpočet mandelbrotovy množiny v jazyku Pascal.](#)

Literatura:

Chip 10/99, 11/99, 12/99, 1/99 - Když rozkvetou fraktály. - Ivan Zelinka.

Softwarové novinky 8/1995 - Fraktály a jejich vlastnosti. - Doc.Ing.Pavel Slavík, Csc, RNDr. Viktor Seige.

Cesta na Mars

Jan Dyrka

Pilotovaná výprava na Mars je podle mnoha názorů dalším krokem ve výzkumu vesmíru a širokou odbornou i laickou veřejností jedno z nejočekávanějších dobrodružství 21. století. Přesto ne všichni s takovými vesmírnými aktivitami souhlasí, pro někoho je to jen mrhání penězi, které by se daly využít k daleko prospěšnějším účelům. Jenže i samotné prosté naplnění toho dávného snu všech lidských bytostí zjistit, co je za hranicemi Země, mělo pro lidstvo nedozírné následky. Když člověk spatřil z vesmíru naši planetu, navždy to změnilo chápání naší existence. Jednou z nejdůležitějších otázek naší doby se stala možnost existence života mimo naši planetu, tedy někde ve vesmíru, a právě cesta na Mars by nám mohla poskytnout odpověď na tuto otázku.

Prvním krokem k výzkumu vesmíru byly výpravy na oběžné dráze kolem Země. Neocenitelná data později přinesla také ruská kosmická stanice MIR a mise amerických raketoplánů. Dalším stupněm se staly lety na Měsíc. Opět zaznamenaly obrovský vědecký přínos a zároveň poskytly základní představy o tom, co čeká astronauty na dlouhých cestách v temném a mrazivém vesmíru při dalším zkoumání Sluneční soustavy. Ačkoliv se na orbitě kolem Země staví kosmická stanice ISS a jsou rozpracovány rozsáhlé plány na podrobný průzkum Měsíce včetně zřízení stálé základny, pozornost odborníků již dlouho poutá planeta Mars. Lidská expedice na tuto planetu je dalším logickým krokem v systematickém průzkumu našeho nejbližšího kosmického okolí, protože automatické sondy zatím nenahradí práci člověka a pro minimalizaci rizik a nedostatku zkušeností spojených s cestou a pobytem lidí v neznámém prostředí je více než vhodné zvolit co nejbližší cíl letu a tím také nejméně komplikací a nejkratší dobu trvání celé mise. Z těchto hledisek jsou jedinými kandidáty na takovou cestu Mars a ještě Venuše. Avšak zatímco na Marsu panují v porovnání s naším prostředím poměrně snesitelné podmínky, Venuše je velice nevlídná a životu, jak jej známe, nepřátelská planeta. Pro Mars pak hovoří ještě jeden důležitý faktor. Podle dat z řady automatických sond je to jeden z největších kandidátů na možný výskyt nepozemského života v celé naší sluneční soustavě. Nelze pochybovat o tom, že i přes případný neúspěch při hledání živých organismů by taková výprava znamenala neocenitelný vědecký přínos a získání celé řady zkušeností pro další vesmírné lety.

K Marsu bylo od počátku vzniku vesmírné techniky na raném počátku šedesátých let vysláno mnoho průzkumných sond. Nejvýznamnějšími byly: série amerických sond Mariner, dále sondy Viking I. a II., které neúspěšně pátraly po známkách života na povrchu planety, projekt Mars Global Surveyor a jako zatím poslední Pathfinder a jeho slavná mobilní jednotka Sojourner. Důležitým ruským projektem bylo několik průzkumných sond Mars. Naneštěstí v posledních několika letech zřejmě pro technické závady nedosáhly svého cíle všechny americké i ruské sondy zaměřené již na specifický výzkum planety. Přesto se podařilo nashromáždit velké množství údajů o této rudé planetě. Tento název pochází od jasně červené barvy jejího povrchu tvořeného prachem, pískem a kameny. Zabarvení je způsobeno velkým obsahem oxidů železa v těchto materiálech. Po povrchu jsou patrné stopy po sopečné a tektonické činnosti, dopadech meteoritů a s největší pravděpodobností také po kdysi dávno tekoucí vodě. Na obou pólech planety se v souvislosti s oběhem planety kolem Slunce periodicky zvětšují a zmenšují polární čepičky tvořené převážně pevným oxidem uhličitým a ledem. Atmosféra je řídká a skládá se hlavně z oxidu uhličitého a oxidu uhelnatého, byla však zjištěna stopová množství vodní páry a kyslíku. Teplota se pohybuje od -157 do $+25$ stupňů Celsia, záleží na dané oblasti planety a na období marsovského roku, který trvá přibližně 687 dní. Den na Marsu je jen o málo delší než na Zemi – 24 hodin 37 minut a 23 vteřin, střední vzdálenost planety od Slunce je 228 miliónů

kilometrů, rovníkový průměr činí asi 6794 kilometrů. I přes řídkou atmosféru jsou na Marsu poměrně častým zjevem písečné nebo prachové bouře, které mohou trvat mnoho dní, pokrývají i rozsáhlé oblasti a zcela zahalují povrch planety. Neopomenutelnými objekty jsou dva marsovy měsíčky – Phobos a Deimos. Jejich zvláštní tvary (ze všeho nejvíc připomínají bramboru) a oběžné dráhy naznačují, že to jsou nejspíše asteroidy zachycené gravitačním polem planety.

Z uvedených údajů vyplývá, že pro člověka nejsou podmínky na Marsu úplně ideální, ale jsou například lepší než na Měsíci (pomineme-li vzdálenost obou těles od Země). Přesto před první lidskou expedicí zbývá ještě zjistit a především upřesnit mnoho věcí. Jednou z nejdůležitějších je podrobné zmapování povrchu s cílem nalézt optimální místo pro přistání. Zde je nutno brát ohled na nejrůznější kritéria: četnost písečných bouří, které by mohly vážně ohrozit celou výpravu a přerušit spojení se Zemí, geologicky zajímavé terény, místa s největší pravděpodobností nálezů důkazů cizího života. Bylo by rovněž vhodné zjistit co nejvíce o již zmiňovaných bouřích a také o prostoru mezi Marsem a Zemí, kde bude asi největším nebezpečím sluneční radiace. Takové úkoly jsou vhodné pro automatické sondy. Ty ale nemohou startovat kdykoliv. Je třeba vyčkat na tzv. startovací okno, tedy na příhodnou polohu obou planet, aby se mnohem pomalejší sondy přiblížily k planetě po takové trajektorii, která by umožnila navedení na oběžnou dráhu nebo sestup na povrch. To samé omezení čeká také vesmírnou loď s lidskou posádkou, celá výprava proto vyžaduje precizní časový plán, který je základem úspěchu. Jenže startovací okno pro cestu na Mars se otevírá přibližně jednou za dva roky – celá výprava se tedy bude plánovat minimálně několik let dopředu.

Na této misi bude mnoho nových věcí, které bude člověk dělat poprvé. Z takového neznáma pak plynou možné potíže, ohrožení lodi a především života astronautů. Přitom možné selhání by zbrzdilo vývoj minimálně o několik let, tak jako se to stalo u raketoplánu Challenger. Je proto nutné naprosto všechny nápady, teorie i přístroje důkladně testovat, aby se minimalizovalo takové riziko. To si ovšem žádá svůj čas a finanční prostředky. I přes úspěšné zkoušky a množství nashromážděných dat to bude nebezpečná cesta do neznáma, protože s podobným projektem nemáme žádné zkušenosti. Lety na Měsíc se v tomto směru dají přirovnat k cestě na zápraží. Vědci se snaží vybavit posádku co nejlépe. Plánuje se proto využití nových materiálů prověřených dosavadními vesmírnými misemi, přičemž stále probíhá vývoj co nejlépe a nejodolnějších materiálů a zároveň probíhá miniaturizace pro maximálně efektivní využití prostoru a užitečné hmotnosti budoucí vesmírné lodi. V několika různých střediscích na světě se zkoumá možnost využití umělé inteligence schopné spolupracovat a případně komunikovat s člověkem. Probíhají testy na několika potenciálně využitelných technologiích: nová generace pohonu pro vesmírná plavidla - jaderný pohon, zkoumá se možnost využití efektu plachetnice pro nákladní vesmírné lodi - plachtou by byla obrovská tenká fólie a větrem proud slunečních částic, pozornost se soustředí také na spolehlivý recyklační systém, který by umožnil opakované využití vody a obnovu vzduchu. Velkým problémem je ochrana lidí a zásob před sluneční radiací, která znamená přímé ohrožení života po opuštění magnetického pole Země, potíže mohou být také s pevností trupu proti proražení meteority, ovšem pravděpodobnost takového střetu je velmi malá.

Vzhledem ke stádiu vývoje projektu neexistují ještě konečné plány, nicméně základní fáze jsou již pravděpodobně pevně stanoveny. Expedice bude rozdělena do tří etap. Nejdříve se k Marsu vydá zřejmě pomalá zásobovací loď, která na povrch dopraví strojní, životně nedůležité vybavení. Poté vystartuje návratový modul, který taktéž přistane na povrchu. V případě, že nedojde k revolučnímu objevu v oblasti pohonných systémů - bude se stále využívat tzv. chemického pohonu - tento modul z látek dovezených ze Země za pomoci plynů z atmosféry a oxidů z povrchu planety jednoduchými

chemickými reakcemi vyrobí palivo na zpáteční cestu. Tímto způsobem by se měla výrazně snížit jeho hmotnost při cestě na Mars, což zjednoduší jeho let a bezpečné přistání na povrchu a navíc dojde ke značným finančním úsporám. Teprve po úspěšném zakončení výroby paliva se na cestu vydá loď s lidskou posádkou a se zásobami. Asi všechny lodě budou při startu ze Země tak velké, že se do vesmíru budou vynášet postupně a sestaví se až na oběžné dráze kolem Země, protože pro plánované konstrukce neexistuje tak mohutný raketový nosič. Popravdě, nejde tady ani tak o konstrukci jako spíše o váhu paliva.

Samotný let bude trvat asi 200 – 300 dní, záleží na rychlosti, jakou bude loď schopna vyvinout, ovšem větší rychlost znamená více paliva, to znamená větší hmotnost a to je oblast, ve které se v současné době velmi rychle dosáhne mezí. Posádka může na Marsu zůstat buď 40 dní nebo více než jeden a půl roku - mezi těmito dobami není vhodná návratová trajektorie. Cesta zpět pak bude trvat asi stejně dlouho. Je zřejmé, že použít více menších lodí je výhodnější, už jenom pro přistávací manévr na Marsu. Také selhání celé velké lodi by bylo mnohem větší ztrátou. Navíc astronauti budou startovat jen v tom případě, že automaty zařídí všechny potřebné operace, jedná se především o výrobu paliva na zpáteční cestu a ověření funkčnosti všech dopravených zařízení.

I přes všechny technické vymoženosti a jištění všech důležitých systémů s sebou tato výprava ponese značná rizika. Na ruské stanici MIR se zjistilo, že při dlouhých pobytech ve stavu beztlíže dochází ke změnám v lidském organismu (vyplavování vápníku z kostí, ochabování svalů). Proto se pro snížení zdravotního rizika uvažuje o umělé gravitaci na palubě vesmírné lodi. Toho se dosáhne rotací pravděpodobně pouze obytné části lodi. Mnohem závažnější mohou být psychické problémy posádky, která bude vystavena silnému stresu z neznáma, odloučení od lidí (především od rodiny) a z důležitosti mise. Také budou vědět, že v případě havárie jim nikdo nemůže pomoci. Spojení se Zemí nebude možné přímo, ale s dlouhými prodlevami - to může také značně přispět k pocitu samoty. Loď bude vystavena náhlým erupcím sluneční radiace a posádka se bude muset uchýlit do malého bezpečného stíněného úkrytu, kde bude muset setrvat třeba i několik dní.

To jsou jen nejdůležitější problémy, se kterými se astronauti budou muset vypořádat, zbývá vyřešit ještě mnoho dalších, zdá se však, že před rokem 2050 lidé přistanou na povrchu Marsu a opět tak navždy změni dějiny lidstva. Bude to stejně památný okamžik, jako když Neil Armstrong vstoupil na měsíční povrch a prohlásil: "It's one small step for man, but a giant leap for mankind."

Zdroje: A.C. Clarke: Sněhy Olympu

Internet – www.nasa.gov

Televizní dokumenty

Foucaultovo kyvadlo

Přemysl Gandera, Jan Gruber

Tento text se zabývá Foucaultovým kyvadlem. Vysvětluje **co to Foucaultovo kyvadlo je, k čemu slouží a jak ho lze zkonstruovat.**

Dále si zde můžete přečíst stručný výtah naší **návštěvy ing. Caletky** z matematicko-fyzikální fakulty. Je zde také uvedena stručná **historie pokusů o konstrukci** Foucaultova kyvadla na FJFI a **popis našeho vlastního pokusu.**

Co je to Foucaultovo kyvadlo

Foucaultovo kyvadlo je jistý typ kyvadla. Konstrukčně se však nijak výrazně neliší od kyvadla obecného, v podstatě se dá říci, že jakékoli dobře zkonstruované kyvadlo jistých parametrů se na rotujícím tělese chová jako kyvadlo Foucaultovo. Foucaultovo kyvadlo musí mít především malé tlumení (tj. vydrží kývat dlouho) a vysokou odolnost vůči šumu (vzdušné proudy, chvění, atd.) Bývá proto často realizováno jako dlouhé a s těžkým závěsem. Závaží je symetrické aby se předešlo nepravidelnostem při obtékání vzduchem. Lano bývá tenké a nemělo by se kroutit, natahovat, pružit, atd.

Rovina kyvu Foucaultova kyvadla se pomalu stáčí v důsledku rotace Země. Jde tedy o to, omezit dostatečně rušivé síly, které by s tímto pomalým stáčením interferují.

A k čemu slouží

Jevu stáčení roviny Foucaultova kyvadla se využívá právě pro demonstraci toho, že se naše Země otáčí. V důsledku této rotace působí na každé pohybující se těleso tzv. Coriolisova síla. Jev stáčení kyvadla lze vysvětlit také tak, že kyvadlo ve skutečnosti rovinu kyvu zachovává, ale Země se pod ním otáčí. Foucaultovo kyvadlo tedy zachovává rovinu kyvu vzhledem ke stálícím (a s přijatelnou přesností lze říci, že vzhledem ke Slunci).

Stáčení je pomalé, prostým okem v podstatě nepozorovatelné. Jednou z variant demonstrace je mít k dispozici kvalitní Foucaultovo kyvadlo, to rozkývat a nechat kývat dlouho (třeba několik hodin). Stáčení roviny kyvu je pak zřetelné. Na pólech činí toto stáčení 360° za 24 hodin (což odpovídá 15° za hodinu).

V jiných zeměpisných šířkách je pomalejší a činí $(360 * \sin \omega)^\circ$ za den. Kde ω je zeměpisná šířka. V Praze je to přibližně $11,5^\circ$ za hodinu, což je téměř 1° za pět minut. Na rovníku k jevu nedochází. Na severní polokouli se rovina kyvu stáčí po směru hodinových ručiček (pozorováno z místa závěsu), na jižní polokouli je tomu obráceně. Další možností demonstrace je rozkývat kyvadlo směrem na Slunce a to bude s dostatečnou přesností tento směr zachovávat. I zde je nutné kvalitní kyvadlo a delší čas pro zřetelný efekt.

Pro demonstraci v kratším čase, popř. s méně kvalitním kyvadlem je nutné přesněji měřit stáčení roviny kyvu. Toho lze docílit například rozkýváním kyvadla v rovině dané předem narýsovanou přímkou na podlaze. Odchylka je pak snáze pozorovatelná. Vhodné pro tuto situaci je pokud je závaží zakončeno hrotem, který je blízko podlaze.

Konstrukce Foucaultova kyvadla

Je více možností, jak realizovat Foucaultovo kyvadlo. Jednou z nich je (jak již uvedeno výše) kyvadlo s dlouhým, pevným lankem a těžkým závažím. Originální Foucaultovo kyvadlo bylo zavěšeno na řetěze, měřilo 67 metru a mělo hmotnost 40 kg. Styl zavěšení nesmí bránit stáčení roviny kyvu (nebo ji naopak podporovat). Nepřípustné je například zavěšení do V. Nejvhodnějším tvarem závaží je koule pro svou symetrii. Při nesymetrických tvarech dochází k nerovnoměrnému obtékání vzduchu, jehož důsledkem je vždy nějaká rušivá síla.

Existuje také možnost sestavit Foucaultovo kyvadlo netlumené. Tím odpadají nároky na délku a hmotnost. Ztráty energie lze kompenzovat třeba pomocí elektromagnetu, který je umístěn v nulové poloze pod kyvadlem a zapne se vždy na chvíli, když se kyvadlo nachází v krajní poloze. Napájení elektromagnetu je pak realizováno přes vodivý drát, na kterém kyvadlo visí, a kovový kroužek obepínající drát a mající takový průměr, aby se jej drát dotkl v krajní poloze kyvadla.

Optimální by samozřejmě bylo realizovat Foucaultovo kyvadlo ve vzduchoprázdnu.

Historie pokusů na FJFI

Pro demonstrační účely není samozřejmě nutné konstruovat kyvadlo s maximální možnou přesností. Takový postup by zabral příliš mnoho času. I když je samozřejmě možné zkonstruovat kyvadlo z jehož pomocí lze určovat zeměpisnou šířku z přesností větší než jeden stupeň. Veškeré pokusy o realizaci Foucaultova kyvadla na FJFI byly s kyvadlem tlumeným (tj. bez elektromagnetu) a všechny se odehrály v budově na Břehové ulici v posluchárně č. 103.

O demonstraci Foucaultova kyvadla na FJFI se pokoušeli již D. Pánek, J. Mužík a L. Klečka. A to v rámci fyzikálního semináře zima 98. Demonstrace se nezdařila, jelikož kyvadlo se příliš rychle utlumovalo. Pravděpodobným důvodem byl způsob uchycení lanka na stropě posluchárny.

Další pokus proběhl 18.11. 1999 rovněž v rámci fyzikálního semináře (zima 99). Experimentátory byli Tomáš Fidler, Ladislav Kožíšek a Pavel Tvaroh. Použili cardanův závěs. Rovněž tento pokus byl neúspěšný, jelikož kyvadlo začalo po čase opisovat elipsy. Pravděpodobným důvodem byla nedostatečná stabilizace kyvadla před spuštěním.

Návštěva ing. Caletky

Inženýr Caletka je člověk, který má bohaté zkušenosti s realizací a demonstrací Foucaultova kyvadla na matematicko-fyzikální fakultě. Organizátor a garant fyzikálního semináře ing. Svoboda nás odkázal na paní doktorku Havránková, která nám domluvila schůzku z doc. Havránkem. Pár dní nato jsme se vydali do prosklené budovy kateder v Tróji. Doc. Havránek sídlí až v 6. Patře a již on nám poskytl cenné informace. Pak nás zavedl za ing. Caletkou. A ing. Caletka nakonec až ke skutečnému, fungujícímu Foucaultovu kyvadlu. Získali jsme tak mnoho inspirace a dozvěděli se mnoho užitečného.

Pan inženýr Caletka nejprve zaznamenával stáčení roviny kyvu pomocí začouzené destičky, do které kreslil hrot kyvadla. Jeho novější řešení spočívá v tom, že se do provrtané koule umístí laserové ukazovátko, které svítí v ose kyvadla. Pomocí jeho stopy (světýlka) lze pak zaznamenat i drobné boční kmity a torzní kmity. Obojí je nutné co nejvíce utlumit. A především lze z cesty laserové stopy velice dobře vidět stáčení roviny kyvu.

Pod kyvadlem je totiž umístěna stupnice s rozbíhajícími se čarami po 1° . Na 40 cm jde o odchylku 7 mm. Stupnici je ovšem třeba před spuštěním kyvadla vycentrovat tak, aby její počátek ležel v místě, kam dopadá světýlko s laserového ukazovátka a její hlavní osa ležela v rovině kyvu.

Kyvadlo zde má hmotnost pouhých 3,8 kg a je z mosazi. Závěs je ocelový drát dlouhý 10 metrů o průměru 0,6 mm. Jeho uchycení u stropu posluchárny je realizováno malým svěráčkem. Na druhém konci je zavěšeno závaží (již zmíněná navrtaná koule) a to pomocí háčku. Pod háčkem se nachází čtverhranná trubička pro laser. Tato je pak navařena na závaží. Samotné závaží má kolem sebe obruč, na které je pohyblivý háček. Vlastní vypouštění kyvadla ing. Caletky vypadalo následovně. Po přijatelném ustálení torzních kmitů (rotace závaží) se v této poloze zaklesl háček do smyčky z nití, kterou se kyvadlo vytáhlo cca 50 cm z rovnovážné polohy. Samozřejmě tak, aby se to dělo v ose určené stupnicí. Druhý konec nití se uchytl na křížovou svorku na laboratorním stojanu (patričně zatíženém). A to tak, aby tato nit svírala pravý úhel s drátem závěsu. Nyní přišla chvíle na utlumení bočních kmitů. To realizoval ing. Caletka přiložením kousku křídla (umístěné na plošince, která byla uchycena na jiném laboratorním stojanu). Křídla efektivně absorbovala energii bočních kmitů. Přepálením nití se pak kyvadlo uvedlo do pohybu. Překvapilo nás, jak přesně odpovídá stáčení roviny kyvu vypočteným hodnotám. Během 10 minut došlo ke stočení o dva stupně a kousek, zatímco by to mělo být dva stupně bez kousku. (velikost tohoto „kousku“ činila zhruba desetinu stupně). Pan inženýr Caletka se nám pochlubil, že dosáhl i přesnosti na tři desetinná místa. Viděli jsme také na vlastní oči, kolika věcmi a nesymetriemi je kyvadlo ovlivňováno.

Náš pokus

Dva dny po návštěvě pana inženýra Caletky jsme v rámci fyzikálního semináře zima 2000 učinili vlastní pokus o realizaci Foucaultova kyvadla. Přemek sehnal parašutistické oplétané lanko o průřezu 0,6 mm a nosnosti 50 kg. Inženýr Svoboda poskytl závaží, svěráček, laserové ukazovátka, stojan, provázek a také svou obětavost při balancování po střeše posluchárny 103 a stabilním uchycení lanka do svěráčku. Taktéž nás zavedl do dílny, kde nám pan Němec pomohl s navrtáním závaží a instalací úchyťového očka.

Příprava na realizaci probíhala poněkud narychlo. Laserové ukazovátka se nám nepodařilo uspokojivě připevnit (neuspokojivě se to podařilo pomocí žvýkačky ochotně poskytnuté Leopoldem Cudzikiem). Obruč jsme zprvu nahradili gumou, ale poté jsme kolem závaží udělali smyčku ze samotného provázku. K uchycení provázku jsme na druhé straně použili věšák zaklíněný mezi sedačky. Dlouho jsme čekali na nulovou polohu torzních kmitů a pak konečně pomocí provázku závaží vytáhli správným směrem. Stabilizace bočních kmitů se povedla.

Bylo 2. listopadu 2000, 16:35.

Nastal okamžik vypuštění. Přemek přepálil provázek vlastním zapalovačem a já jsem začal na zemi opatrně křídou kreslit průměty kyvadla. To abychom měli představu o počáteční rovině kyvu. Bylo to, pravda, poněkud improvizované a značně nepřesné řešení. Pokus o narýsování spojnice těchto průmětů jsem raději neriskoval, nechtěl jsem interferovat s kyvadlem. Kyvadlo se kývalo. Sice se trochu tlumilo, ale pro naše účely to bylo přijatelné. Především nezačalo opisovat elipsy, nezačalo se kroutit, točit, atp. Rovina kyvu se vůči značkám na zemi stáčela tak, jak měla. Po deseti minutách to již bylo jasně patrné. Po dvaceti ještě více. Museli jsme tlumit potlesk, aby vzdušné proudy neovlivnily kyvadlo. Před zastavením kyvadla jsem se pokusil znovu odhadnout místa průmětu kyvadla na zem. Kyvadlo jsme s Přemkem zastavili společně. Po 35 minutách.

Spočítal jsem pak odchylku ze značek na zemi. Činila zhruba 9° . A měla činit něco málo přes 6° . Byl to tedy historicky první úspěšný pokus na FJFI.

A co dál?

Náš pokus byl proveden narychlo, takže se možná pokusíme o další pokusy. O pokusy přesnější, delší a propracovanější. O jejich výsledcích vás zde případně budeme informovat.

Hookův zákon

Petr Šujan

V tomto článku se budeme věnovat studiu elastických vlastností látek pevného skupenství. Aby naše úvahy nebyly z matematického hlediska příliš složité, omezíme se na malé deformace a budeme předpokládat lineární závislost složek deformace na složkách napětí a naopak. Příslušná teorie se nazývá klasická anebo též lineární teorii pružnosti.

Vztah mezi složkami napětí a složkami deformace zjišťujeme experimentálně. Zákon o úměrnosti mezi napětím a deformací poprvé vyslovil v roce 1676 Robert Hooke; o něco později a nezávisle na Hookovi dospěl ke stejné závislosti Mariotte.

Nyní si všimneme blíže experimentálních výsledků. Budeme uvažovat jednoduchý případ, že jde o namáhání pevné látky tahem. I když nejen vlastní průběh, ale i charakter tahového diagramu je pro různé látky velmi rozdílný, je vhodné zavést jisté pojmy, se kterými se při fyzikálním studiu mechanických vlastností látek i v technické praxi často setkáváme.

Uvažujme tyč ze zkoumané látky, konstantního kruhového nebo obdélníkového příčného průřezu o ploše q , namáhanou v tahu proměnnou silou Z ; přitom předpokládáme, že síla Z je rovnoměrně rozložena po celém příčném průřezu tyče. Na nezatížené tyči je značkami vyznačena měřená délka l tyče. Působení síly Z vyvolá prodloužení tyče a zmenšení jejího příčného průřezu (zejména při velkých deformacích). Jestliže se působením síly Z zvětší délka tyče o Δl , je relativní prodloužení e (tj. deformace ve směru délky tyče) definováno vztahem

$$e = \Delta l / l.$$

Grafické znázornění závislosti napětí $\sigma = Z / q$ na e nazýváme diagramem zkoušky v tahu (diagram $\sigma - e$ anebo tahový diagram).

První část tahového diagramu od počátku O do bodu A je přímková, takže napětí v této části křivky je přímo úměrné relativnímu prodloužení. Napětí odpovídající bodu A (v němž končí přímková část křivky) nazýváme *mezí úměrnosti* pro daný materiál. Je zřejmé, že Hookův zákon platí jenom v úseku OA křivky, tj. do meze úměrnosti. Zvětšujeme-li napětí za mez úměrnosti, odchyluje se křivka od přímkového průběhu, takže relativní prodloužení roste rychleji, než by mělo podle Hookova zákona. V bodě B nastává velké prodloužení při konstantním napětí (někdy i při jistém snížení napětí dojde ještě k relativnímu prodloužení). Tento jev nazýváme *kluzem* (někdy *tečením*) a napětí příslušné bodu B *mezí kluzu* v tahu (*mezí průtažnosti*). K dalšímu zvětšení relativního prodloužení může dojít jen při zvětšení napětí nad mez kluzu, čemuž odpovídá vzestupná část křivky (za bodem B) až do bodu C , nejvyššímu bodu křivky. Toto chování nazýváme *zpevněním materiálu* a napětí příslušné bodu C *mezí pevnosti*. V poslední části křivky (CD)

napětí v tyči klesá, namáhaný vzorek se v jednom místě zaškrcuje (jeho příčný průřez se v tomto místě rychle zmenšuje), takže skutečné napětí dále stoupá (viz čárkovaná křivka), i když v ostatních částech tyče klesá. V zúženém místě se tyč nakonec přetrhne. Zjištění tohoto slabého místa, má velký technický význam a většinou souvisí s mikroskopickými nehomogenitami materiálu.

Důležité je též chování materiálu při odlehčení, tj. přestane-li působit síla Z . Jestliže prodloužení vyvolané silou Z úplně vymizí, pak mluvíme o *deformaci elastické*. Někdy též mluvíme o elastickém stavu materiálu. Největší napětí, při kterém jsou deformace ještě elastické, nazýváme *mezí pružnosti*. Ta leží zpravidla výše než mez úměrnosti, ale u některých druhů oceli s mezí úměrnosti splývá. Odlehčíme-li tyč, která byla namáhána napětím větším, než je mez pružnosti, část prodloužení vymizí a zbývající část prodloužení je povahy trvalé. Tuto část deformace nazýváme *plastickou* a příslušnému stavu materiálu říkáme *plastický*. Tvárné materiály vůbec nemají elastické vlastnosti a chovají se, jak i jejich pojmenování naznačuje, *plasticky*.

U skutečných pevných látek je každá, třeba i malá deformace částicně plastickou, takže po odstranění, třeba i malého napětí v tyči zůstává určité trvalé prodloužení tyče.

Pro napětí menší než mez úměrnosti platí Hookův zákon přímé úměrnosti mezi napětím a relativním prodloužením e , tj.

$$\sigma = Ee$$

kde E je konstanta zvaná Youngův modul pružnosti (modul pružnosti vtahu). Tento experimentálně zjištěný zákon platí ve speciálním jednorozměrném případě, v němž pro jednoduchost předpokládáme, že se daný materiál deformuje jen v tom směru, ve kterém působí napětí.

Připomeňme ještě, že pro technickou praxi mají zásadní význam případy, kdy působením velkých napětí vznikají plastické deformace, dochází k porušení kontinuity, soudržnosti tělesa a k lomu. Těmito problémy se zabývá teorie plasticity, teorie dislokací a lomová mechanika.

Literatura :

Kvasnica a kol. : Mechanika

Miroslav Brdička, Ladislav Samek, Bruno Sopko : Mechanika kontinua

Ivan Štoll : Mechanika

POHLEDY NA KULTURU FYZIKY A TECHNIKY

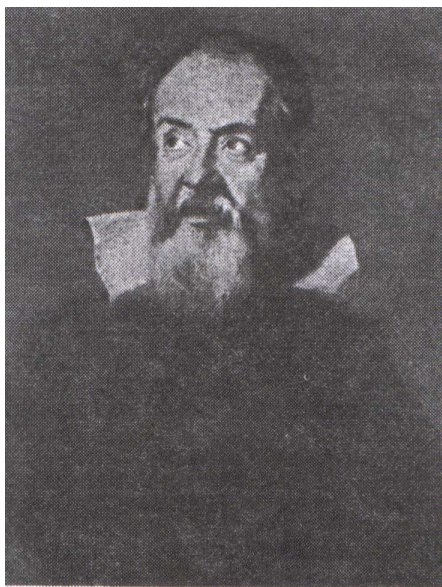
Lukáš Šticha

Literatura: Věk starý a nový (1987)
Život (1987)
Pohledy do minulosti elektrotechniky (1999)
Encyklopedické listy

Následující listy nejsou referátem o žádném zajímavém fyzikálním jevu ani jeho výzkumu – jsou jen pokusem o jakousi „fyzikální rekreaci“ na konci (a začátku) tisíciletí.

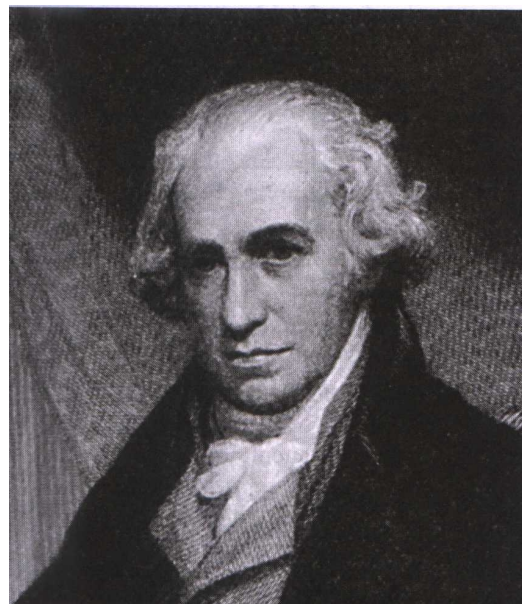
Nobelova cena pro klasickou fyziku

Historie Nobelovy ceny není nikterak dlouhá; uděluje se teprve od roku 1901 (už mnohem dříve však vznikla jiná ocenění pro vědce, např. Rumfordova medaile). Díky tomu najdeme mezi laureáty Nobelovy ceny vědce zabývající se moderní, řekl bych obrazně „nehmatatelnou“ fyzikou – teorií částic a elektromagnetického pole, kvantovou fyzikou atd. Ale už velmi dlouho předtím, než se Nobelovka začala udělovat, učinili mnozí vědci a technici objevy, za něž by tuto cenu jistě získali. A byly to právě objevy inspirované klasickou fyzikou, jež umožnily cestu dalšímu zkoumání a objevům, které této klasické fyzice později odňaly její univerzální platnost. Neboť platnost je relativní.

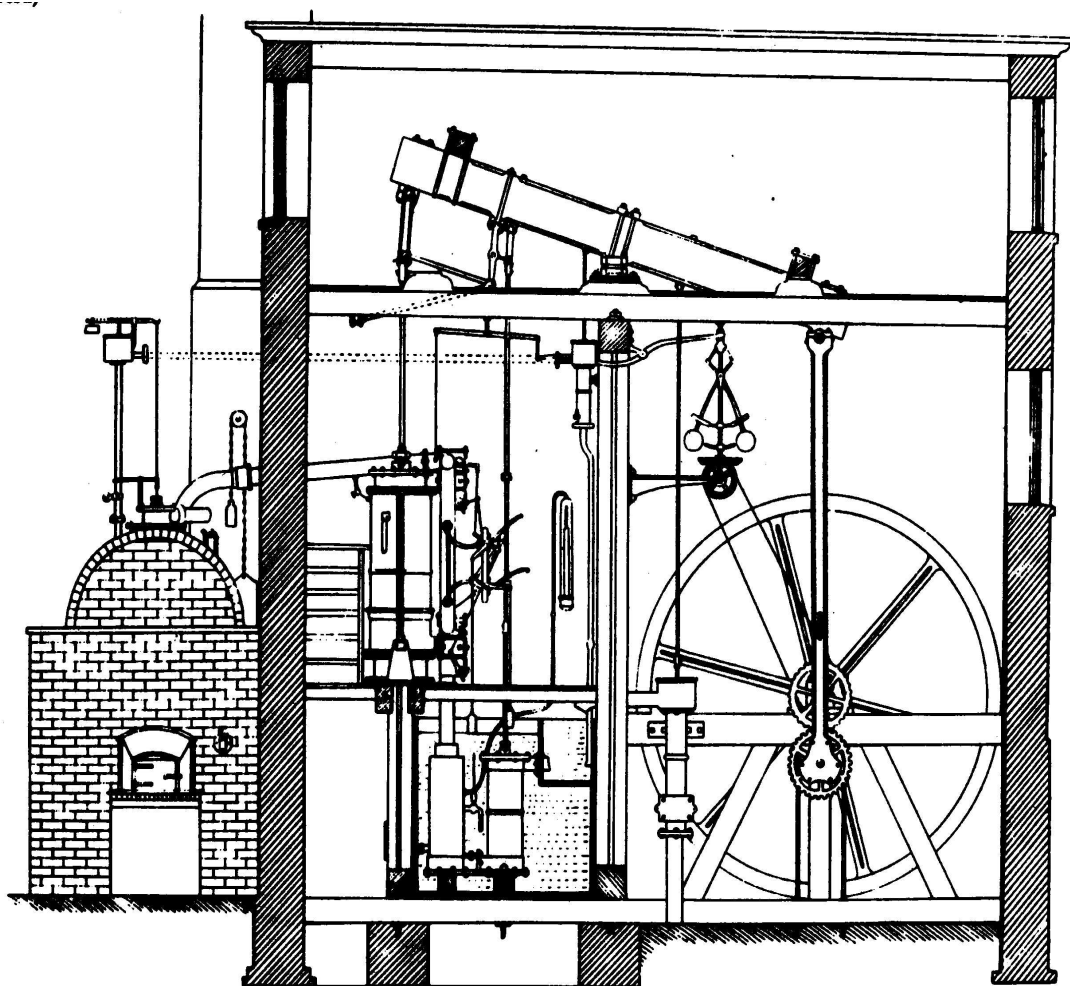
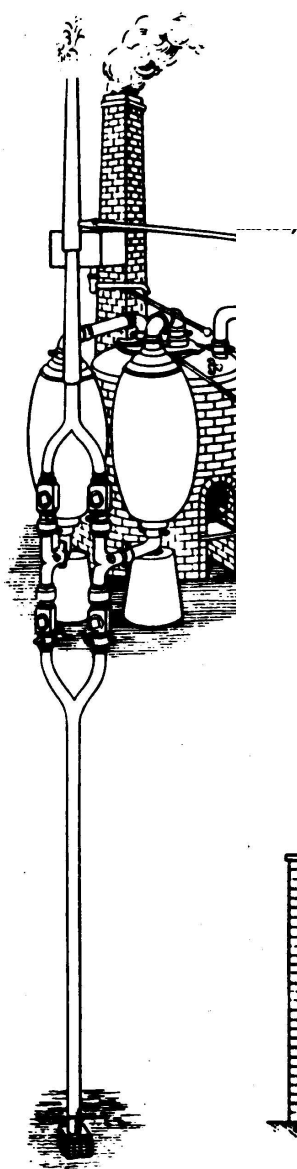


Připomínka „starého dobrého“ parního stroje

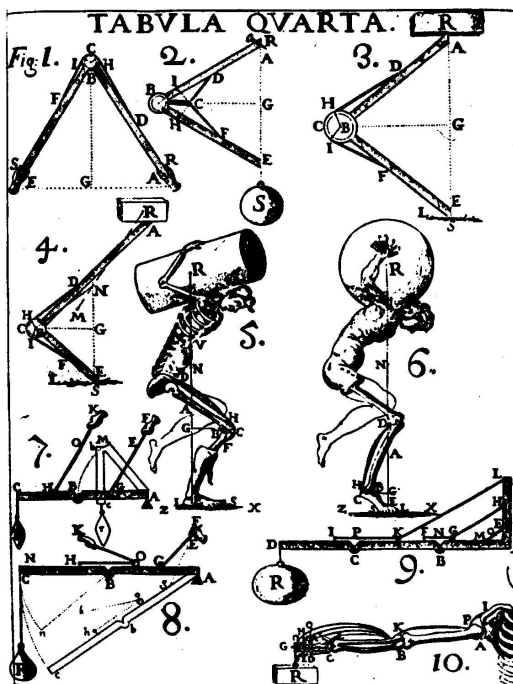
Přelom 17. a 18. stol. :
předchůdce parního stroje, tzv
„ohňový stroj k čerpání vody“
zkonstruovaný Angličanem
Thomasem Saverym (1650 – 1715)



James Watt (1736 – 1819)



Poznatky tehdy nové galileovské mechaniky začaly brzy pronikat i do fyziologie. Tak vzniká v 17. stol. **iatrofyzika**. Jedním z hlavních představitelů byl Ital Giovanni Alfonso Borelli (1608 - 1676), autor díla o pohybu živočichů, který vysvětloval na základě pák a jiných jednoduchých strojů



Výroky vědců

Nepředpokládejte, že jsem býval hluboký myslitel nebo předčasně zralý člověk. Byl jsem vždy člověkem s velmi živou fantazií, schopný věřit v Pohádky tisíce a jedné noci jako v Encyklopedii.

Michael Faraday

Když Faraday poprvé zveřejnil svůj pozoruhodný objev, že změnou magnetického toku vzniká elektromotorická síla, položili mu otázku: „Na co je to dobré? Jaký užitek by to mohlo mít?“ Faraday tehdy odpověděl: „Jaký užitek je z právě narozeného dítěte?“

A nyní se zamyslete nad tím, k jakým ohromně praktickým aplikacím vedl jeho objev. Moderní elektrotechnika má svůj počátek ve Faradayových objevech. Neužitečně novorozeně vyrostlo v zázrak a způsobilo změnu světa, jakou si hrdý otec ani nemohl představit.

Richard P. Feynman

Cesty, jimiž lidský rozum dospěl k pravdě, jsou hodné většího obdivu než dosažený cíl.

Johannes Kepler

Moje největší úsilí o pokrok ve vědě, které jsem vytrvale vynakládal 55 let, je charakterizováno jediným slovem – neúspěch. O elektrické a magnetické síle, o vztahu mezi éterem, elektřinou a hmotou nebo o chemické afinitě nevím nic víc, než jsem věděl a snažil se učit své studenty přírodní filozofie před 50 lety v prvním semestru své profesury ...

William Thomson, lord Kelvin of Largs
(při 50-tém výročí své profesury)

Nejvyšším soudcem každé fyzikální teorie je pokus

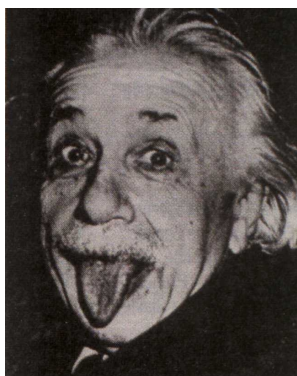
Lev Davidovič Landau

Nejvybranější a nejoriginálnější duchové, muži jako Kepler, Newton, Leibnitz a Faraday, byli inspirováni vírou v realitu vnějšího světa a ve vládu vyššího smyslu v něm a za ním.

Max Planck (Philosophie der Physik)

Jediným cílem vědy je čest lidského ducha a z tohoto pohledu mají problémy teorie čísel stejnou cenu jako otázky systému světa.

Carl Gustav Jacob Jacobi (německý matematik)



Humor ve fyzice

a o fyzice



classes - lasses - asses**O W.Thomsonovi**

Profesor Thomson chtěl jednoho dne zrušit přednášku, tak napsal na tabuli vzkaz studentům: „Professor Thomson will not meet his classes today“ (Profesor Thomson nebude dnes přednášet). Jeden ze studentů smazal písmeno c ve slově classes, takže vzkaz potom říkal, že profesor Thomson se dnes nesetká se svými milenkami. Následujícího dne, když přišel Thomson do posluchárny, přečetl si „upravený“ vzkaz, smazal první písmeno ve slově lasses a odešel. Nápís nyní sděloval, že se profesor Thomson dnes nesetká se svými osly (asses).

ženám o fyzikální vědě

Místo - Malá alkovna s tmavými záclonami,
v místnosti je jediný pracovník

Námět - Thomsonův zrcátkový galvanoměr

Světlo lampy dopadá na zčernalé zdi holé,
úzkými štěrbinami tryská jeho třpyt,
paprsek se dlouze zachvěl v kartónové škále dole,
slabě tlumený je jeho kmit.

Proud dává stopě světla svit,

Proud dává stopě světla život, chvění, klid

Hle, jak záhadný, jak prostý je a jemný,

A jak poklidnou tůň náhle zčeří

ten klouzající svit! V něm ukryt vlákna stín je temný,
jenž přesné stupně škály měří.

Magnet má rytmus, tančí zpět a nazpět zase,

Magnet má rytmus. Nejdražší, co tobě zdá se?

Ach lásko, klameš mě i sebe,

Když chybně odečítáš jemné škály dělení.

Tvé oči jsou Ti dány, aby zrcadlily nebe
a nikoliv pro přesná měření.

Světelný paprsek zakmitne, když kontakt spíná,

kontakt je rozpojen, magnet se tlumí, paprsek uhasíná.

CO NOVÉHO U NOBELA?

Marie Svobodová, Jelena Sidorenková

Alfred Bernhard Nobel (1833-1896)

švédský vynálezce, chemik, přes 350 patentů (1866 dynamit), úspěšný podnikatel, psal básně a dramata, předek – O.Rudbeck technický genius 17.století.

Testament 1895 (vyřízení se protáhlo do 1900 – neochota dědiců a institucí)

- ⇒ Nobelova nadace 1900 (schválil švédský král).
- ⇒ z pozůstalosti – fond (úroky – na 5(6) dílů)

Nobelovy ceny – od 1901:

- fyzika (Švédská akademie věd)
- chemie (----- II -----)
- fyziologie a medicína (Karolínský institut Stockholm)
- literatura (Akademie Stockholm)
- mír (výbor volený norským parlamentem)
- od 1968 ekonomie (Švédská akademie věd)

NC se udělují ve Stockholmu a Oslu 10.12. (+Nobel).

NC = zlatá medaile, diplom, finanční částka (závisí na výsledcích hospodaření fondu (jednou cenou lze ocenit 2 práce, teamy max. 3-členné)

Nobelova cena za fyziku

Významní laureáti:

– Roentgen, Lorentz, manželé Curieovi, J.J.Thomson, Becquerel, Planck, Bohr, Einstein, de Broglie, Schroedinger, Fermi, Feynman...

Zajímavosti:

- Einstein: NC za fotoelektrický jev, protože si nechtěli trhnout ostudu, kdyby objev vztahu $E=mc^2$ byla blbost (do té doby neověřen).
- Ernst Ruska (NC 1986 za fundamentální práci v elektronové optice (elektronový mikroskop) čekal na ocenění více než 50 let. Dočkal se a dva roky nato zemřel.

Žebříček států podle udělených cen:

Nejvíce – USA: 73, Anglie a Německo: po 20, Francie: 11.

Nejméně – Indie, Irsko, Pákistán, Kanada: po 1.

Pozn.: Česká republika nic!

Nobelova cena za fyziku

1998

- Profesor Robert B. Laughlin, Stanford University, California, USA
- Profesor Horst L. Störmer, Columbia University, New York a Lucent Technologies' Bell Labs, New Jersey, USA,
- Profesor Daniel C. Tsui, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA.

Tito tři výzkumníci obdrželi Nobelovu cenu za odhalení, že elektrony srážející se dohromady v silných magnetických polích mohou tvořit nové druhy "částic" s náboji, které jsou zlomky elektronového náboje.

Citace:

"pro jejich objev nového tvaru kvantovaných látek s excitacemi se zlomkovými náboji."

1999

- Profesor Gerardus 't Hooft, University of Utrecht, Utrecht, Nizozemí
- Profesor Emeritus Martinus J. G. Veltman, University of Michigan, USA, žijící v Bilthoven, Nizozemí.

Tito dva výzkumníci obdrželi Nobelovu cenu za položení fyzikální teorie částic na pevný matematický základ. Zvláště prokázali, jak teorie může být používána pro přesná počítání fyzikálních množství. Experimenty v katalyzátorových laboratořích v Evropě a USA nedávno potvrdily mnoho vypočtených výsledků.

Citace:

"za objasnění kvantové struktury elektroslabých vzájemných působeníh ve fyzice."

2000

- Zhores I. Alferov
A.F. Ioffe Physico-Technical Institute, St. Petersburg, Rusko
- Herbert Kroemer
University of California at Santa Barbara, California, USA,

Citace:

"za vyvinutí heterostrukturálního polovodiče užívaného ve vysokorychlostní elektronice a optoelektronice"

- Jack S. Kilby
Texas Instruments, Dallas, Texas, USA

Citace:

"pro jeho podíl na vynálezu integrovaného obvodu"

□ Moderní informační technologie

V dnešní lidské společnosti stále narůstá množství informací, které se posílají z našich počítačů optickými vlnami internetu a z našich mobilních telefonů radiovlnami do satelitů obíhající kolem naší planety.

Dva jednoduché, ale zato základní požadavky jsou kladeny na moderní informační systém, který má být prakticky použitelný. A to: musí být rychlý natolik, že kvanta informací se musí přenést za krátkou dobu a uživatelské přístroje k tomu určené musí být velmi malých rozměrů, aby se vešly do kanceláří, bytů, kufříků či kapes.

Svým vynálezem letošní laureáti NC za fyziku položili stálý základ pro moderní informační technologii. **Zhores I. Alferov** a **Herbert Kroemer** vynalezli a vyvinuli pevný opto- a mikroelektronické komponenty založené na vrstvě polovodičové struktury, označené jako heterostrukturální polovodič. Pevné tranzistory postavené použitím heterostrukturální technologií jsou užívány v např. rádiové družici a základní stanici mobilních telefonů. Laserová dioda, postavená na stejné technologii vede tok informací v internetových kabelech. Jsou jimi také opatřené CD přehrávače, čtecí zařízení a laserové hroty. Heterostrukturální technologií jsou zkonstruované diody emitující světelné záření pro užití v automobilech: brzdová světla, v semaforech a jako další výstražná světla. Elektrické hodinky mohou v budoucnu být nahrazeny těmito diodami.

Jack S. Kilby je odměněn za svůj podíl na vynálezu a rozvoji integrovaného obvodu, zvaném CHIP. Díky tomuto vynálezu se stala mikroelektronika základem všech moderních technologií. Příkladem jsou výkonné počítače a procesory, který shromažďují a zpracovávají data a řídí všechno od praček a automobilů až po výzkumné vesmírné sondy a lékařské diagnostické vybavení jako počítačové tomografy a snímače magnetické rezonance.

Microchip také vedl k tomu, že naše lidské prostředí je zaplaveno malými elektronickými přístroji, jako např. elektronickými hodinkami, videohrami, mini-kalkulačkami a osobními počítači.

Futuristická vize

Vědeckých prací hodných Nobelovy ceny je dnes nespočet. Nelze ocenit všechny. Vývoj fyziky a technologií se odráží v oceňování prací z jednotlivých oblastí. Charakteristickým rysem současného výzkumu je teamová práce ve špičkově vybavených laboratořích a zaměření na progresivní obory (informační technologie, biofyzika, ...).

Jak se stát nositelem Nobelovy ceny?

Vystudovat perspektivní obor, vetřít se do špičkové laboratoře v zemi, kde je tento obor podporován - např. USA, Německu nebo i Švýcarsku, věnovat se cele práci, nejíst, nespát, nerandit a... čekat.

Možná se dočkáte i vy!!!

Modelování harmonických kmitů ve Famulovi:

David Tlustý

1. Netlumené kmity

2. Tlumené kmity

1. Modelování netlumených kmitů pomocí Eulerovy metody:

V programu famulus jsem nejdříve vytvořil model:

```
Netlumené harmonické kmity : kulička na pružině
-----
(Modelování pohybu lineárního harmonického oscilátoru)

- - - - - proměnné, konstanty, procedury a funkce - -
- - - - -

m = 1      !... hmotnost kuličky
k = 1      !... tuhost pružiny
dt = 0.02  !... časový krok

- - - - - počáteční hodnoty - - - - -
- - - - -

! -pomocné veličiny
t = 0
x = 1      !... počáteční hodnota souřadnice
v = 0      !... počáteční rychlost

- - - - - model - - - - -
- - - - -

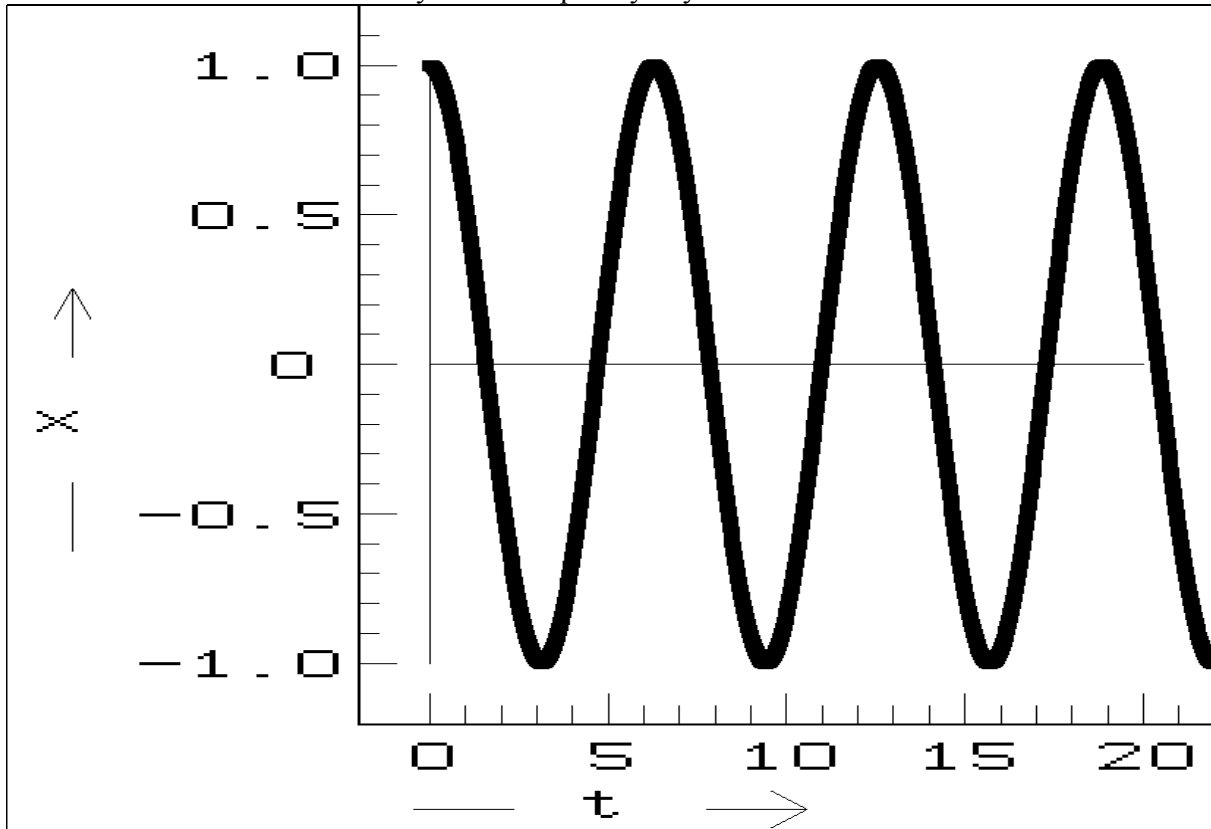
F = -k*x   ! ... síla, jakou pružina působí na kuličku
a = F/m    ! ... výpočet zrychlení z 2.Newtonova zákona
v = v + a*dt ! ... změna rychlosti za čas dt
x = x + v*dt ! ... změna souřadnice
t = t + dt

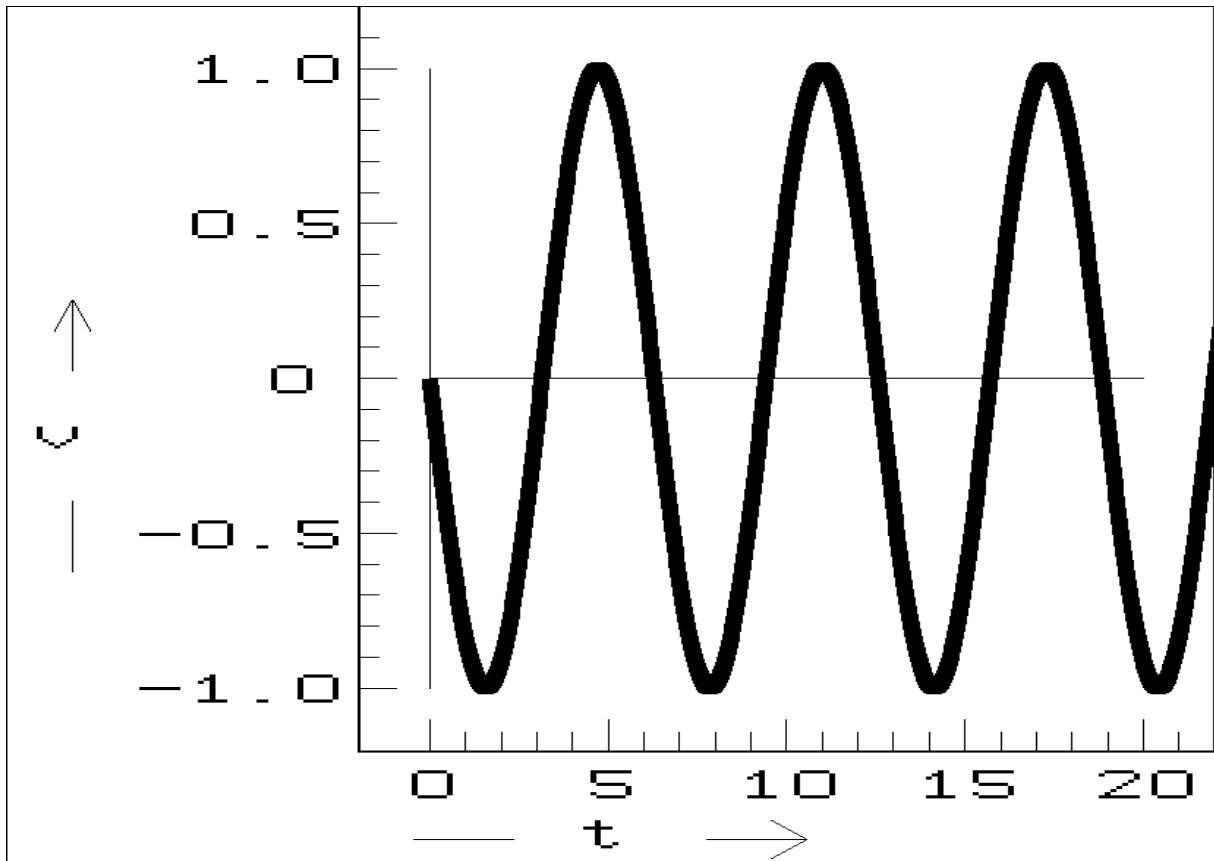
!-----
```

Kuličku vychýlíme z rovnovážné polohy, v tom okamžiku na ni začne působit síla F , která má záporné znaménko kvůli tomu, že působí proti směru pohybu. V sekci model je nekonečný cyklus, který začne probíhat. Při

prvním průchodu načte počáteční hodnoty a poté už při zvětšování t o dt bude pracovat s pozměněnými hodnotami. Celý algoritmus je vlastně Eulerova metoda pro numerickou analýzu harmonického kmitavého pohybu. Pokud budeme řešit diferenciální rovnici $a = -(k/m)*x$ dostaneme pro harmonický kmitavý pohyb známý vztah $x = A*\sin(\omega*t+F)$ na základě kterého dokážeme nakreslit graf. Ale pokud nechám spustit program výpočtu podle všeho uvedeného modelu, zjistím, že graf je totožný se sinusoidou! Je to vlastně numerické ověření správnosti řešení $x = A*\sin(\omega*t+F)$ rovnice $a=-(k/m)*x$.

Grafy závislosti polohy a rychlosti na čase





Vidíme, že průběhy rychlostí a poloh jsou vůči sobě posunuty o $\pi/2$, což také odpovídá, pokud zderivujeme výše uvedenou rovnici $x=A*\sin(\omega*t+\phi)$.

2. Modelování tlumených kmitů:

Zde budeme uvažovat o síle, která nám tlumí kmitání, tj. snižuje amplitudu a je logicky závislá na rychlosti kmitání.

Tlumené harmonické, kmity

 (Odporová síla lineárně závislá na rychlosti,
 koeficient tlumení zadáván z klávesnice)

- - - - - proměnné, konstanty, procedury a funkce - - - - -
 - - - - -

dt = 0.02 !... časový krok

- - - - - počáteční hodnoty - - - - -
 - - - - -

m = 1
 k = 1
 b = 0.3 ! ... koeficient tlumení

```

! -pomocné, veličiny
t = 0
x = 1      !... počáteční hodnota souřadnice

v = 0      !... počáteční rychlost
! -- načtení hodnot z klávesnice
WRITELN "Zadejte koeficient úměrnosti odporové síly v závislosti
na rychlosti
(v N/m*s) "
READ b:5:2
WRITELN "b =",b:5:2

```

```

- - - - - model - - - - -
- - - - -

```

```

F = -k*x - b*v
a = F/m
v = v + a*dt
x = x + v*dt
t = t + dt

```

```

-----
-----

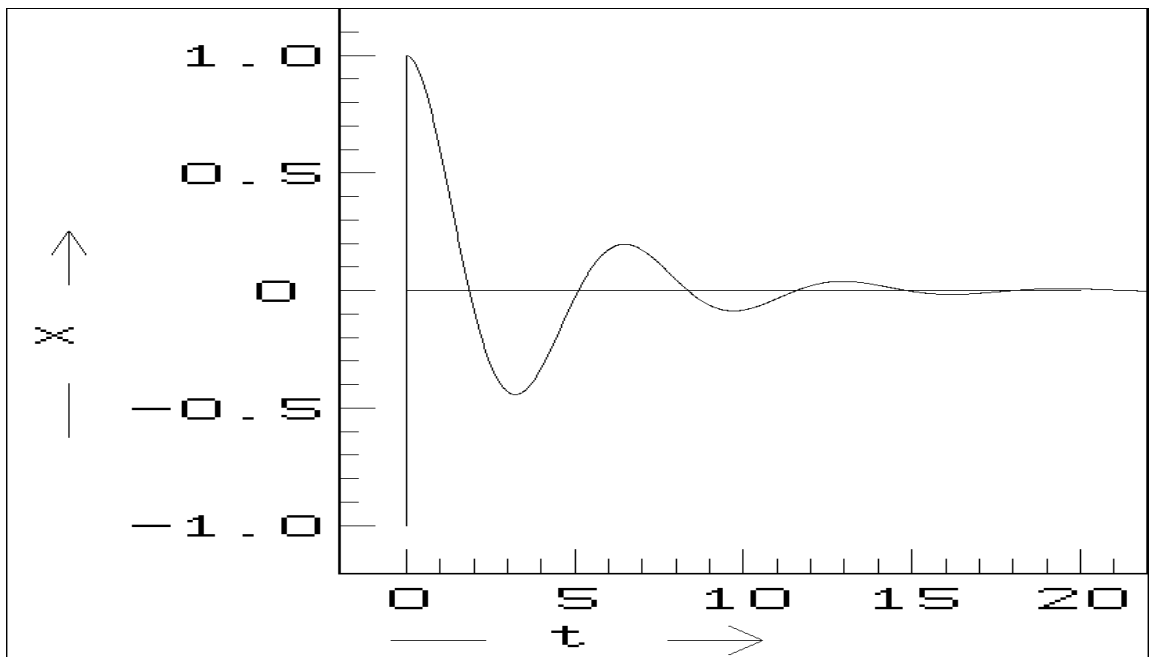
```

V podstatě vše je stejné jako v předchozí kapitole. Jediný rozdíl je $F = -kx - bv$. Řešení lineární diferenciální rovnice zde nebudu uvádět, jenom řeknu, že z řešení vyplývá, že amplituda kmitání se bude snižovat podle exponenciální funkce $e^{-dek \cdot t}$ kde dek je veličina dekrement útlumu. Je to konstanta, která stejně jako b udává míru tlumení. Mezi b a dek platí vztah $b = dek / 2 \cdot m$

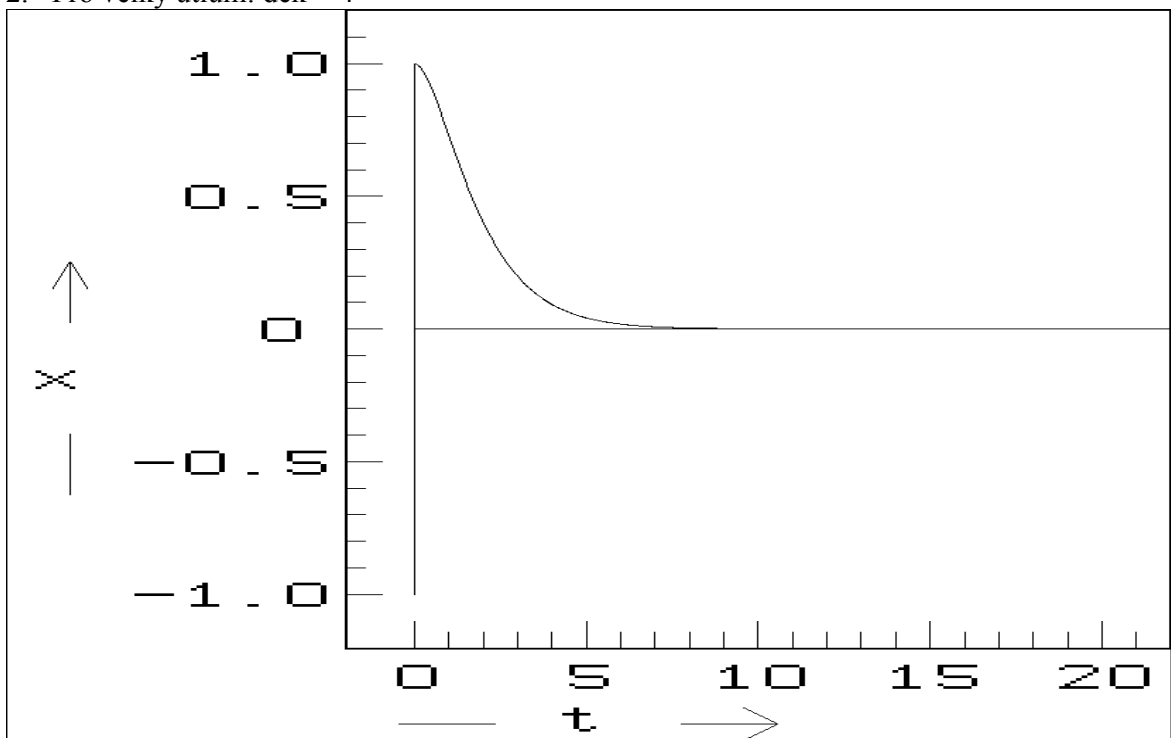
Pro určitou hodnotu dek již oscilátor po vychýlení ani nepřekmitne na druhou stranu. Takovéto hodnotě dek se říká kritický útlum. Pro větší dek je situace stejná a nazýváme to velký útlum. Pro hodnoty menší než kritický útlum je po určité době vykonáván harmonický kmitavý pohyb.

Ukážeme si grafy závislosti polohy na čase

1. pro malý útlum: dek = 1



2. Pro velký útlum: $\text{dek} = 4$



Summary:

Ukázal jsem pomocí jednoduchého modelovacího programu chování tlumených a netlumených harmonických kmitů pomocí jednoduché numerické metody. Touto metodou je možno ověřovat správnost řešení pohybové rovnice pro tlumený i netlumený kmit, jejíž řešení rozhodně není snadná záležitost.

Dopplerův efekt

Pavel Stejskal 2000

Následující strany by vám měly stručně popsat jednu z možností, jak ověřit Dopplerův jev i to, že vlnová délka zvukové vlny zůstává konstantní při jakékoliv její rychlosti.

Dopplerův efekt vysvětluje, proč se mění frekvence vlnění přímo úměrně rychlosti vlnění. Je jedno, zda se jedná o vlnění elektromagnetické, či o vlnění

mechanické. Dopplerův jev na zvukových vlnách je dán vztahem: $f_0 = f \left(1 - \frac{v}{c} \right)$, kde:

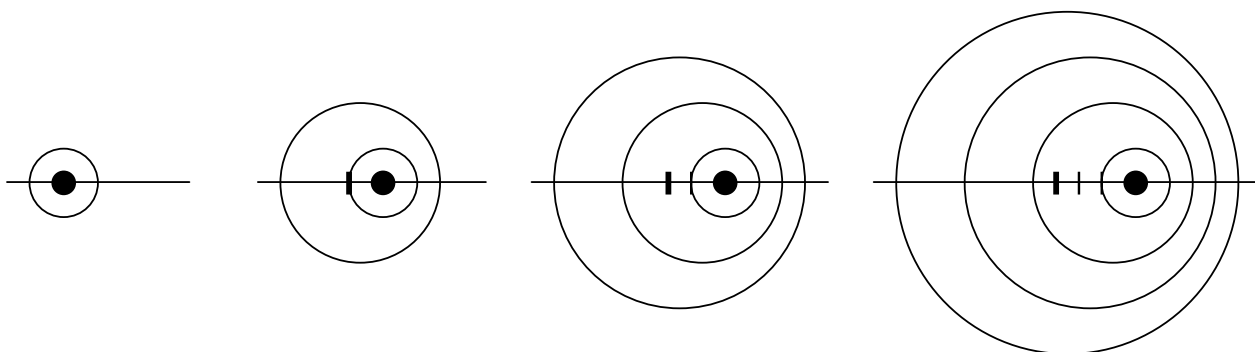
f_0 - je vlastní frekvence kmitání

f - je naměřená frekvence

v - je rychlost, jakou se pohybuje zdroj vysílání

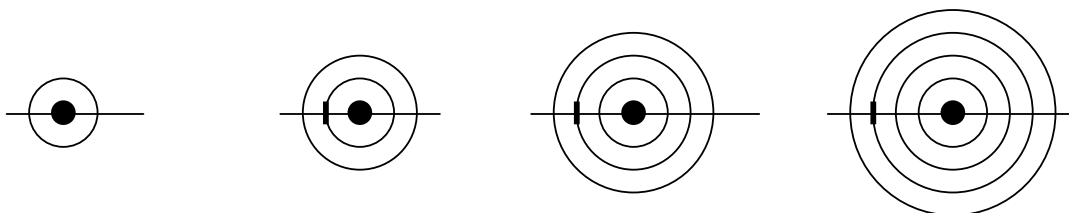
c - je rychlost šíření zvuku

Jsou zde však dvě důležité odlišnosti. Jak vyplývá z teorie relativity, světlo se šíří ve všech vztažných soustavách stejnou rychlostí. Z toho plyne, že rychlost zůstává konstantní. Musí se tedy měnit vlnová délka a frekvence.



Těleso se pohybuje rychlostí světla a vyzařuje světelné záření. Jak je patrné, mění se vlnová délka. Ve směru pohybu jsou vlny zhuštěny a v opačném směru jsou řidší.

U zvukových vln se mění rychlost šíření zvuku (přičítá se/odečítá se k ní i rychlost pohybu). Konstantní je tedy vlnová délka.



K vlastnímu měření jsme použili vzduchovou dráhu (pro minimalizaci smykového tření) na níž se volně pohyboval držák s reproduktorem. Ten vydával sinusový signál o frekvenci 5000 Hz. Rychlost soustavy (držák, reproduktor) jsme měřili optickou branou. Na konci vzduchové dráhy byl mikrofon, který snímal zvuk vydávaný reproduktorem. Signál byl zpracováván na počítači.

Princip měření byl v tom, že jsme uvedli do pohybu reproduktor, který vydával signál. Jeho rychlost jsme měřili optickou branou a výslednou frekvenci snímali mikrofonem. Provedli jsme asi sedm měření a výsledky zpracovali. Zaznamenávali jsme rozdíl frekvencí a rychlost pohybu soustavy (rozdíl konečné rychlosti zvuku a klidové rychlosti zvuku). Tuto závislost jsme vynesli do grafu. Grafem byla přímka, jejíž směrnice byla vlnová délka zvuku o frekvenci 5000 Hz. Potom jsme zpětně vypočítali rychlost pohybu, ta se téměř shodovala. Ověřili jsme tedy, že vlnová délka zůstává zachována a vztah pro Dopplerův jev platí.

Nepřesnost měření lze minimalizovat zvýšením přesnosti přístroje na měření frekvence zvuku vycházejícího z reproduktoru a měřením zvuku o vyšších kmitočtech (ultrazvuk). Škála rychlosti byla dostačující, dosáhli jsme rychlosti větší než 2 m/s. Zvětšování rychlosti se nedoporučuje, mohou se vyskytnout problémy s brzděním soustavy. Soustava by se musela zpevnit, aby vydržela takový náraz.

Pro získání frekvenčního rozdílu odpovídajícího nejmenšímu harmonickému intervalu (malé tercii), bychom museli soustavě udělit rychlost kolem 70 m/s, což je takřka nemožné. Abychom dostali interval oktávy, soustava by se musela pohybovat rychlostí zvuku.

Naše měření a všechny úvahy po něm vycházejí z toho, že jsme uvažovali přibližování zdroje. Pro vzdalování platí skoro to samé, až na frekvenční rozdíly. Při vzdalování zdroje rychlostí zvuku a vyšší, by k nám nedoletěl žádný signál. Úvahy o tom, co bychom naměřili, kdyby se zdroj vzdaloval rychlostí nepatrně menší, než je rychlost zvuku, zde neuvádím.

MAGNETICKÁ LEVITACE A MEISSNERŮV EFEKT

Hedvika Toncrová

Prakticky v každém technickém systému můžeme nalézt pohybující se prvky, vykonávající posuvný, rotační nebo obecný pohyb. Vzájemný pohyb těchto prvků je obvykle spojen s třením v místě uložení, což způsobuje nežádoucí jevy (zvýšení teploty, opotřebení apod.). Myšlenka levitace má původ ve snaze o odstranění těchto jevů a následném zvýšení výkonu. V následujícím příspěvku jsem se pokusila rozebrat, kam zatím snahy v tomto perspektivním oboru dospěly.

V roce 1842 S.Earnshaw formuloval tvrzení [1], podle něhož není možné docílit stabilní levitace libovolnou kombinací pevných magnetů a el. nábojů. Jak známo, existuje několik cest, jak „obejít“ předpoklady, které vedly k výše uvedenému tvrzení. Odhlédneme-li od kvantových efektů v mikroskopických měřících jsou to:

- 1) **Využití zpětné vazby**: detekování polohy a následné přizpůsobení parametrů mag. pole:
 - aktivní magnetická ložiska,
 - Maglev
- 2) **Oscilující pole**: oscilující magnetické pole způsobí indukování střídavého proudu ve vodiči [2].
- 3) **Diamagnetismus**: využívají se vlastnosti diamagnetické vlastnosti některých látek. Např. levitace supravodičů (viz.dále), levitace živých organismů.
- 4) **Rotace**: při respektování některých omezení na geometrii objektu, magnetu a rychlost rotace může otáčející se objekt levitovat nad permanentním magnetem tzv. levitron [3,4,7].
- 5) **Diamagnetická stabilizace**: permanentní magnet levituje v magnetickém poli jiného magnetu je stabilizován pomocí diamagnetické látky (bismut, grafit apod.)

SUPRAVODIVOST

Podle způsobu vedení elektrického proudu lze rozdělit látky do několika skupin:

- ⊗ izolanty
- ⊗ polovodiče
- ⊗ vodiče (převážně kovy)
- ⊗ **supravodiče**

Supravodič je charakterizován dvěma vlastnostmi: 1) má nulový elektrický odpor (tj. je ideálním vodičem). A 2) Vykazuje tzv. Meissnerův efekt: dva přední světoví vědci Walther Meissner a R.Ochsenfeld v roce 1933 zjistili, že supravodič vytlačuje zcela magnetické pole mimo svůj objem (tj. je ideálním diamagnetikem). Konkrétně k tomu dochází proto, že vnější magnetické pole indukuje na povrchu supravodivé proudy, které

vytvoří magnetické pole stejné velikosti jako vnější pole, ale opačného znaménka. Tomu odpovídá hodnota magnetické susceptibility $c = -1$. Magnetická indukce uvnitř supravodiče je rovna nule. Dostatečně silné magnetické pole však rozruší supravodivý stav a převede supravodič do normálního stavu. Intenzita tohoto pole závisí na teplotě podle vztahu $H_{cm}(T) = H_{cm}(0) \cdot [1 - (T/T_c)^2]$ kde $H_{cm}(0)$ je kritické pole při teplotě 0 K.

LEVITACE

Výše popsané materiály jsou tzv. supravodiče I. druhu. Tyto materiály nedovolují proniknutí magnetického pole do supravodiče až do hodnoty $H_{cm}(T)$. Pak magnetické pole pronikne do supravodiče a supravodivost se zruší. Jinak se chovají supravodiče II. druhu. U těchto supravodičů počínaje intenzitou H_{c1} proniká částečně magnetické pole do supravodiče (nevykazují tedy úplný Meissnerův efekt). Se zvyšováním intenzity H magnetizace M klesá, až při hodnotě H_{c2} (tzv. horní kritické pole) supravodivost zaniká. Ve skutečnosti při $H > H_{c2}$ se supravodivost udrží v tenké povrchové vrstvě a zanikne při tzv. třetím kritickém poli $H_{c3} = 1,69 H_{c2}$. Dochází pak k tomu, že magnet umístěný nad supravodičem je nejen odpuzován, ale zároveň udržován ve stabilní poloze v určité vzdálenosti od supravodiče. Takto může být magnet udržován i zavěšen pod supravodičem. Levitující magnet se může točit bez tření, zpomalovaný pouze odporem vzduchu. Ve vakuu by se točil nekonečně dlouho.

O tom jestli těleso bude levitovat v magnetickém poli \mathbf{B} rozhoduje rovnováha mezi silou tíhovou \mathbf{F}_G a silou magnetickou \mathbf{F}_M :

$$F_M = \frac{1}{\mu} \nabla B^2$$

$$F_G = m g = V \rho g$$

$$F_M = F_G$$

$$\frac{1}{2\mu_0\mu} \nabla B^2 = \rho g$$

→ $B^2 > 2 \mu_0 \mu \rho g$

Permeabilita vakua: $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$

Magnetická indukce: $B = \mu_0 \mu H$

Gravitační zrychlení: $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

Magnetická susceptibilita c : bezrozměrná materiálová konstanta úměrnosti mezi magnetizací M a intenzitou mag. pole H . Diamagnetickým látkám odpovídají hodnoty 10^{-5} , látkám paramagnetickým 10^{-3} , pro supravodiče je hodnota rovna -1 .

AKTIVNÍ MAGNETICKÁ LOŽISKA

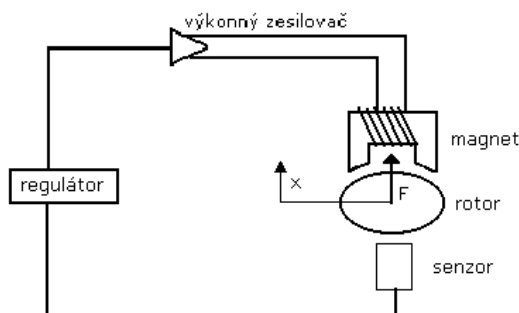
Princip aktivního magnetického ložiska (AMB) je zřejmý z obrázku. Rotor je držen v požadované poloze silou elektromagnetu, senzor snímá jeho aktuální polohu. Regulátor reaguje na odchylku polohy a prostřednictvím výkonných zesilovačů mění proud v cívce elektromagnetu.

Výhody AMB jsou zhruba tyto:

Rotor je uložen bez mechanického kontaktu s ložiskem, což umožňuje dosahovat vysokých obvodových rychlostí s minimálními ztrátami. S tím souvisí i vysoká životnost ložiska díky nepřítomnosti mechanického opotřebení.

Díky neexistenci mechanického kontaktu není třeba do ložiska dodávat mazivo, a je možné je použít např. pro zařízení pracující ve sterilním prostředí, přečerpávání agresivních látek, aplikace ve vakuu apod.

V literatuře [5] jsou uvedeny některé další možnosti řízení napětí, magnetického toku a jejich výhody a nevýhody.



ZÁVĚR

V příspěvku byly stručně zmíněny možnosti levitace živých i neživých objektů. Převážně jsem se zaměřila na postupy využívající vlastnosti elektromagnetů (viz. Aktivní mag. ložiska) a dále vlastnosti supravodičů. Supravodičům, a hlavně Meissnerovu efektu jsem se věnovala nejpodrobněji, protože je považuji za nejefektivnější a v praxi nejlépe využitelné.

Podle mého názoru má levitace široké možnosti využití – například v aplikované mechanice (viz výše). Dalším nadějným projektem se zdají být tzv. Maglevy, levitrony (viz. výše)...

Závěrem bych chtěla ještě poznamenat, že i v ČR probíhá výzkum zabývající se levitací – např. na Katedře konstruování strojů na Západočeské univerzitě v Plzni bylo vybudováno experimentální pracoviště s AMB. Toto pracoviště není ojedinělé a doufám, že i ČR významně zasáhne do celosvětové snahy, týkající se zdokonalení těchto technologií.

LITERATURA

- 1 *Earnshaw S.*: On the nature of the molecular forces which regulate the constitution of the luminiferous ether.
- 2 *Jayawant B. V.* : Electromagnetic Levitation and Suspension System. Edward Arnold, London, 1981.
- 3 *Berry M.V.* : Of flying frogs and levitrons, Eur.J.Phys.
- 4 *Simon M.D.*: Spin stabilised magnetic levitation, Am. Journal of Physics,65. Str 286,292.
- 5 *Siegwart R, and Traxler A.*: Active magnetic Bearings – -Basics, Properties and Applications, MECOS Traxler AG, Zurich, 1997.
- 6 *Odehnal M.*: Supravodivost a jiné kvantové jevy, Academia, Praha, 1992.
- 7 <http://www.physics.ucla.edu/~msimon>
- 8 <http://www.sci.kun.nl/hfml/levitate.html>
- 9 <http://www.physnet.uni-hamburg.de/home/reimer/htc/pt2.html>

Určování vzdáleností kosmických objektů

Petr Závodský, Radoslav Peter

Pro srozuměnou:

Planeta: Těleso udržované pohromadě gravitací, jež obíhá po stabilní trajektorii kolem hvězdy. Planeta nikdy neměla a nemá podstatné zdroje energie.

Hvězda: Objekt s vlastním zdrojem energie, soubor asi 10^{55} až 10^{59} atomů udržovaných pospolu gravitací.

Galaxie: gravitačně vázaná soustava 10^8 až 10^{13} hvězd a mezihvězdného plynu a prachu. Galaxii, v níž se nacházíme, píšeme s velkým G, zatímco obdobné cizí soustav s malým g. Rozlišujeme také Galaxii a Mléčnou dráhu: **Mléčná dráha** je pás na hvězdné obloze, kde je plošná hustota hvězd mnohem větší než v jiných oblastech hvězdné oblohy, takže hvězdy slývají při pohledu pouhýma očima v jediný "mlhavý závoj".

Přímá měření:

Blízké okolí Země - Sluneční soustava

- **pozemní triangulace** - ze dvou míst na Zemi současně měříme směry, v nichž se objekt nachází. Z rozdílů směrů - tedy paralaxy - můžeme při znalosti délky základny vypočítat vzdálenost objektu.
- **radiolokace** - z doby mezi vysláním a příjmem rádiového impulsu můžeme při znalosti rychlosti šíření světla (záření) zjistit poměrně přesně vzdálenost objektu, od něhož se rádiové záření odrazilo.

Za základní jednotku vzdálenosti ve Sluneční soustavě lze s výhodou použít střední vzdálenost Země od Slunce - přesněji astronomickou jednotku (AU - z anglického astronomical unit).

1 AU = 1,495 9787 x 10 m

hodnota pro zapamatování: 1 AU = 150 miliónů km

Blízké hvězdy

- **měřením paralaxy** - za základnu zvolíme poloměr přibližně kruhové trajektorie Země kolem Slunce. Paralaxy i těch nejbližších hvězd jsou, vzhledem k obrovským vzdálenostem, neobyčejně malé. Např. paralaxa po Slunci nejbližší hvězdy - Proxima Centauri, činí jen 0,75". Proto se také podařilo zjistit paralaxu nějaké hvězdy až v roce 1838 (po dlouhém období neúspěšných pokusů).
 - První úspěšná měření paralaxy:
 - Fridrich W. Bessel (1838) - 61 Cygni
 - Fridrich G.W. Struve (1838) - α Lyrae
 - Thomas Henderson (1839) - α Centauri

Základní délkovou jednotkou v astronomii je parsek. Definujeme jej jako vzdálenost, ze které je vidět úsečka o délce 1 AU (postavena kolmo k zornému paprsku) pod úhlem 1". Jinak řečeno: paralaxa objektu vzdáleného 1 pc je rovna 1".

Převodní vztah mezi jednotkami parsek a metr:

$$1 \text{ pc} = 206\,265 \text{ AU} = 3,1 \times 10^4 \text{ m}$$

Mnohdy je i parsek malou jednotkou, proto se v astronomii setkáváme i s násobnými jednotkami: kiloparsek (kpc), megaparsek (Mpc), gigaparsek (Gpc).

Mezi paralaxou vyjádřenou v úhlových vteřinách a vzdáleností r vyjádřenou v parsecích platí převodní vztah:

$$\pi = 1/r$$

Často se setkáme s délkovou jednotkou světelný rok. Světelný rok je vzdálenost, kterou světlo šířící se ve vakuu urazí za jeden rok. Běžně používanou zkratkou pro světelný rok je ly (z anglického light year). Převodní vztahy mezi parsekem a světelným rokem:

$$1 \text{ ly} = 0,307 \text{ pc}$$

$$\text{hodnota pro zapamatování: } 1 \text{ ly} = 1/3 \text{ pc}$$

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ ly}$$

$$\text{hodnota pro zapamatování: } 1 \text{ pc} = 10^{16} \text{ m}$$

Nepřímá měření:

Přímá měření vzdáleností jsou možná jen u blízkých hvězd. U vzdálenějších objektů jsme odkázáni na uvážlivé odhady vzdáleností. Východisko: jasnost (přesněji osvětlení způsobené hvězdami) jako míra vzdálenosti. Jsou-li hvězdy dále, jeví se nám méně jasné než ty, které jsou blíže k nám.

Dva možné zdroje chyb:

- mlčky předpokládáme, že všechny hvězdy jsou stejné. Přestože toto pro všechny hvězdy neplatí, často se tento předpoklad používá pro určité skupiny hvězd.
- existuje zeslabování (extinkce) světla hvězd - v některých směrech velmi intenzivní. Příklad: pozorovatel v noci na okraji města za dobré viditelnosti x v mlze / lze x nelze určit směr, kde leží střed města. Analogie: Mléčná dráha tvoří víceméně souvislý pruh a obepíná nás ze všech směrů - buďto jsme ve středu ploché Galaxie, nebo existuje zeslabování v mezihvězdném prostoru tak velké, že nejsme schopni rozpoznat, ve kterém směru je nakupeno nejvíce hvězd (= střed Galaxie). O zeslabování světla mj. svědčí "díry" v Mléčné dráze)

Svět Galaxií:

Ja natolik rozlehlý, že zde vůbec nepřichází v úvahu přímé měření paralaxy. Pro odhad vzdáleností lze předpokládat, že všechny galaxie jsou stejné. Potom úhlový rozměr či jasnost galaxie může být mírou vzdálenosti. Avšak stejně jako u hvězd, ani u galaxií tento předpoklad není zcela na místě.

Naštěstí roku 1929 zjistil **Edwin Hubble** (vyslovuj edvin habl), že mezi vzdáleností r a rychlostí vzdalování v objektů platí lineární vztah:

$$v = H \cdot r$$

kd H je tzv. Hubblova konstanta (odhad 50-100 km/s/Mpc). Tento vztah se dnes označuje jako Hubblův vztah. Platí však jen v galaktických a větších měřítkách. Je to příklad zcela nepozemského určování vzdáleností.

(Bylo použito následujících zdrojů:
materiály pro kurz astronomie probíhající na Hv. a pl. Mikuláše Koperníka v Brně, Říše hvězd
1/1993 - Doc.Dr. Zdeněk Pokorný)

Bumerang

Ondřej Novák

Jednou z fascinujících záhad, se kterou se můžeme setkat, je to tajemství bumerangu, proč se vrací zpět. V tomto tajemství je ukryto několik zajímavých fyzikálních zákonů z mechaniky.

Co je bumerang?

Bumerang je známý především jako zbraň australských domorodců. Dá se říci, že to jsou šikovně spojená křídla do tvaru V nebo do vrtule o třech či čtyřech listech.



Obr. 1 Tvary bumerangů

Historie

Nejstarší nálezy jsou z Jižní Austrálie přibližně 10 000 let staré. Podobné nástroje byly nalezeny v Egyptě, Jižní Americe dokonce i v Evropě v Polsku . V těchto dobách byl využíván především pro lov. Pro lov se používaly bumerangy, které se nevracely, až s postupem času se vyvinuly bumerangy, které se vracely. Těch se dnes využívá pro rekreaci a hry.

Technika hodů

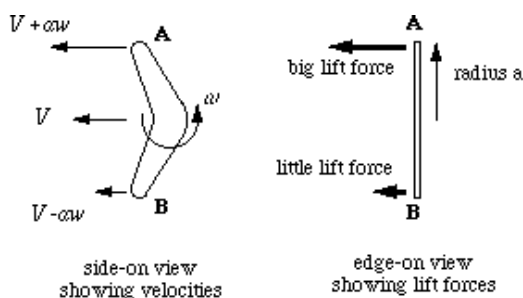
Hod se provádí v téměř svislém směru. Zaoblená strana musí směřovat k hlavě. Hodíme ho před sebe pod úhlem v rozmezí $0^\circ - 30^\circ$. Přitom se mu snažíme udělit co největší rotaci. Podaří-li se nakombinovat jednotlivé aspekty hodů se silou a směrem větru, poletí bumerang přibližně po kruhové dráze a vrátí se k nám. Dalším aspektem ovšem je, jestli máme bumerang, který je schopen se k nám vrátit. Je třeba mít bumerang správné orientace rukou. Bumerangy jsou tedy pro praváky a pro leváky. Chytání může být někdy docela problematické. Teorie praví, že by se měl chytat sklapnutím rukou. Samozřejmě je třeba být velmi obezřetný.

Menší rozpětí ramen bumerangu způsobí jeho rychlejší rotaci a kratší dráhu letu a opačně.

Fyzikální principy

Při letu se uplatňuje několik zajímavých fyzikálních zákonů. Hydrodynamický paradox, stabilita rotace, gyroskopický efekt (precesní pohyb). Dále se uplatňuje setrvačnost, moment síly, Newtonovy pohybové zákony.

Hydrodynamický paradox



Obr. 2 Rychlost vzduchu kolem jednotlivých křídel

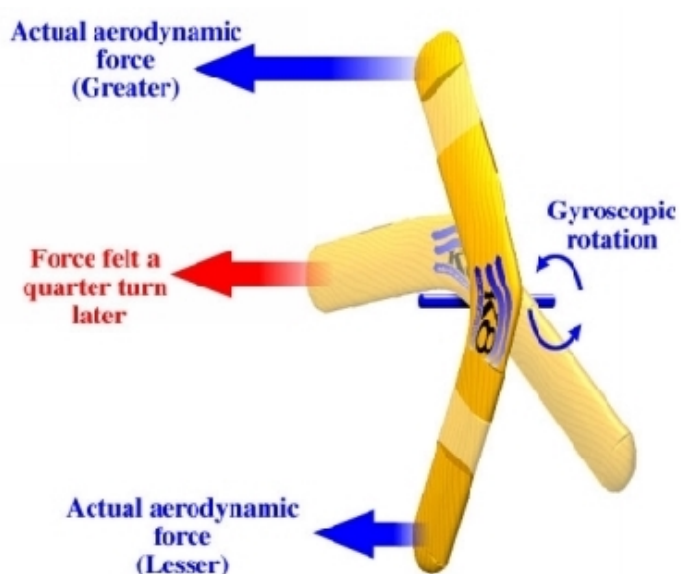
Z Bernoulliovy rovnice vyplývá, že při zvětšení rychlosti proudící tekutiny se zmenšuje její tlak.

Rameno bumerangu má obdobný profil jako křídlo letadla. Vzduch proudící nad vrchní zaoblenou stranou proudí rychleji, než pod rovnou spodní stranou. Tlak nad křídlem je tedy menší než pod křídlem a tím vzniká vztlačová síla. V případě na místě rotujícího bumerangu (pro praváky) by síla působila doleva. Protože se k rotačnímu pohybu při hodě přidává ještě rychlost vpřed, je rychlost vzduchu okolo jednotlivých ramen různá. A tedy na horní rameno působí větší síla než na spodní. Teď byste mohli dojít k názoru, že působením tohoto momentu síly se bumerang převrátí. O tom, proč tomu tak není, bude zmínka později.

Stabilita rotace

Stabilita rotace je nám nejvíce známa u rotujících setrvačníků. To, že setrvačníky si zachovávají stabilní osu rotace, vyplývá z prvního Newtonova zákona. Jednotlivé body se nemohou pohybovat dále po přímce a tak se snaží alespoň zachovat rovinu rotace. Míra stability rotace je dána velikostí momentu setrvačnosti kolem určité osy. Bumerang má největší moment setrvačnosti právě kolem osy rotace. Proto se nijak nevrčí, nezvrhává. Tuto stabilitu můžete pozorovat také u disku a u frisbee.

Gyroskopický efekt



Obr. 3 Gyroskopický efekt

Proč se k nám bumerang vrátí přibližně po kruhové dráze? Na bumerang působí zmíněný moment síly. Díky němu a díky rotaci bumerangu začne bumerang vykonávat precesní pohyb. Ten je příčinou kruhové trajektorie.

Bumerang rotuje kolem jedné osy. Vztlaková síla se ho "snaží" otočit okolo osy, která je kolmá k ose rotace. Ale bumerang se začne otáčet okolo třetí osy, kolmé k oběma předchozím. Laicky se dá říci, že síla působí opožděně o čtvrt kruhu.

Závěr

Přestože jsem popsal zákony, uplatňující se při letu bumerangu, stále však zůstává několik méně vysvětlených jevů, které můžeme pozorovat poté, kdy ho vypustíme do vzduchu. Např. proč se z původního téměř svislého směru položí do vodorovného.

Rekordy

801 po sobě jsoucích hodů bez upuštění.

Doba ve vzduchu 2 min 59,94 s.

Metthiev Weber chytil za pět minut 73 bumerangů, které si sám hodil.

Prameny

Štoll, Ivan: Svět očima fyziky

100+1 21/2000 str. 29

Internetové adresy

<http://pass.maths.org.uk/issue7/features/boomerangs/index.html>

<http://muttley.ucdavis.edu/Book/Sports/instructor/boomerang-01.html>

<http://www.coloradoboomerangs.com/why.html>

<http://www.bumerang.de/>

<http://jnboomerangs.com/>

<http://www.btinternet.com/~fulton/main.htm>

<http://www.newscientist.com/>

<http://www.gel-boomerang.com/>

<http://www.angelfire.com/nc/conally/>

Čajové lístky

Jan Novotný¹

¹ České Vysoké Učení Technické, Fakulta Jaderná a Fyzikálně Inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

Abstrakt: Práce se zabývá pohybem čajových lístečků v šálku čaje. Pohyb viskózní kapaliny na hraničních plochách je modelován pomocí teorie Ekmanovy vrstvy. Model pro dvě nekonečné rotující planparalelní desky je zobecněn pro válcovou nádobu obsahující dno. Jsou diskutovány vedlejší efekty ovlivňující tvar hladiny a proudění uvnitř, např. Taylor-Proudmannova teorie.

Úvod

Práce je rozdělena do tří částí, zabývajících se různými fyzikálními modely.

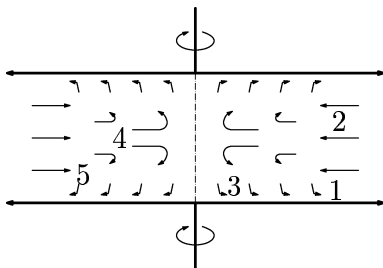
- I. První část teoreticky vysvětluje proudění mezi dvěma nekonečnými rotujícími disky při jejich zrychlování a zpomalování.
- II. Druhá část popisuje speciální případ, kdy máme nádobu zcela naplněnou vodou, a speciální aplikaci výše zmíněné teorie pro tento případ.
- III. Poslední část se zabývá nádobou, která je úplně naplněna vodou, a rovněž je použita teorie pro tento případ.

I.

Mějme dvě paralelní nekonečné desky, mezi kterými je kapalina. Celý systém rotuje určitou rychlostí jako pevné těleso (včetně kapaliny). Náhle rychlost rotace vzroste o určitou hodnotu. Celý systém se bude opět chtít dostat do stavu, kdy rotuje jako pevné těleso. Dojde k přeuspořádání kapaliny. Tomuto jevu se říká spin-up. Problém řešili např. Greenspan a Howard (1963).

Prvopočáteční změna rychlosti způsobí vznik *smykové vrstvy* (tzv. *Rayleighovy*) u každého disku. Tato vrstva způsobí jakési zhuštění kvůli viskozitě.

Během několika otoček kapaliny vzniká kvazistabilní *Ekmanova vrstva* z vírové difuze. *Ekmanova vrstva* je charakterizována vně směřujícím radiálním odtokem, zapříčiněným odstředivými silami. Tento odtok je kompenzován malým přítokem zevnitř. Kvůli výskytu druhého disku tento vertikální tok do hraniční vrstvy může být udržován pouze malým přítokem, který je radiální a směřuje dovnitř. Jinými slovy, kvůli zachování hmoty je sbíhání kapaliny do *Ekmanovy vrstvy* kompenzováno radiálním prouděním do centra (obr. 1)



- (1) *Ekmanova vrstva*,
- (2) dostředivý radiální přítok, nový moment rotace,
- (3) odtok způsobený „nasáváním“ *Ekmanovy vrstvy*,
- (4) vnitřní nepřilnavý tok, starý moment rotace,
- (5) stěny viskózního proudění, pomaluje se zmenšuje oblast nepřilnavosti proudů

obr. 1

vírová difuze:

Vírová difuze je způsobena rozdílnými úhlovými rychlostmi v kapalině. Největší je u stěn. To znamená, že i gradient rychlosti proudící kapaliny je u stěn nejvyšší a šíření rostoucí úhlové rychlosti jde od stěn a při určitých podmínkách dojde k vytváření vírů.

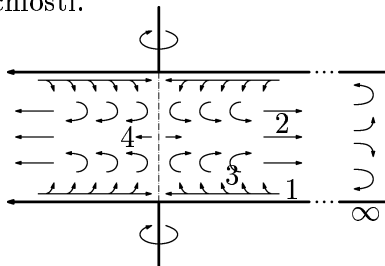
Jedná se o množství energie přenášené mezi sousedními vrstvami pomocí vírů. Je to podobný jev, jaký nastává při přenosu tepla ve vařící kapalině od horkého dna.

Dalo by se říci, že vnitřní tok je téměř *nepřilnavý*, není ovlivněn brzděním o disky. Úhlový moment hybnosti prstence tekutiny, pohybujícího se dovnitř, aby nahradil tekutinu vstupující do *Ekmanovy vrstvy*, se zachovává a vnitřek pomalu přijímá větší úhlovou rychlost. *Ekmanova vrstva* působí jako odtokový kanál pro tekutinu s malým momentem hybnosti tekoucí z centra, tato tekutina je nahrazena tekutinou s větším momentem rotace, tekoucí z míst o větším poloměru. Jakmile podmínky v centru dosáhnou hodnot příslušných konečnému stavu, *Ekmanova vrstva* zaniká.

Při počátečním impulsu zvětšení rychlosti vznikly setrvačností oscilace s dvojnásobnou frekvencí úhlové rychlosti tekutiny v nádobě, ale s velmi malou amplitudou. Tato oscilace by se dala připodobit ke zvuku. Je to šíření mechanické energie v nádobě právě prostřednictvím kmitů. Tyto oscilace brzy zanikají působením viskozity kapaliny. Kromě toho už zaniká i výše zmíněný nepřilnavý tok, neboť viskózní hraniční vrstvy pronikly difuzním postupem do centra. Tedy přechodný pobyt tekutiny se skládá ze tří fází:

- (1) vznik viskózních hraničních vrstev,
- (2) spin-up a přenos hmoty,
- (3) doznívání a zánik předchozích efektů.

Nyní ještě zbývá říci, jak tomu bude při zpomalování rotace. Úvahou se dá přijít na to, že budou probíhat děje opačné k předešlému (obr. 2). Při náhlém zmenšení rychlosti rotace okamžitě vznikne *Rayleighova smyková vrstva* a následně kvazistabilní *Ekmanova vrstva*. Ta bude nyní sloužit jako přítokový kanál, neboť tekutina z centra bude odstředivými silami odváděna radiálně ven. To bude kompenzováno právě přítokem zbrzděné tekutiny prostřednictvím *Ekmanovy vrstvy*. Bude docházet k výměně kapaliny s větším momentem hybnosti s kapalinou s menším momentem hybnosti, až dojde k úplnému přerozdělení a kapalina bude opět rotovat jako pevné těleso s novou, menší úhlovou rychlostí.

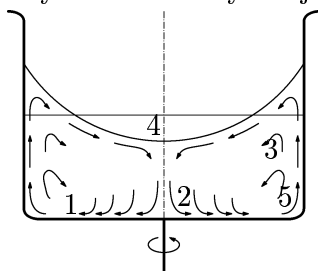


obr. 2

- (1) *Ekmanova hraniční vrstva*,
- (2) odstředivý odtok kapaliny se starým momentem hybnosti,
- (3) přítok *Ekmanovou vrstvou* nové kapaliny s novým momentem hybnosti,
- (4) postup zpomalování kapaliny

II.

Mějme osově symetrickou nádobu napůl naplněnou vodou. Je v klidu. Nyní ji roztočme. Má úhlovou rychlost ω (obr. 3). Opět dojde k přeuspořádávání kapaliny uvnitř. *Ekmanova vrstva* vzniká jen u dolní stěny (dna) nádoby. Zpočátku zde vzniká proudění, jak je patrné na obr. 3. Je zde rovněž vyobrazeno těleso lehčí než kapalina. To sklouzne po hladině k ose rotace (rovněž je strhnuto proudy). Dále je zde těleso těžší než kapalina. To je odstředivou silou a odstředivými proudy hnáno od osy. Stejně hustá tělesa jako kapalina jsou unášena proudy uvnitř.



obr. 3

- (1) *Ekmanova vrstva*,
- (2) odtokové proudy,
- (3) přítokové proudy,
- (4) těleso lehčí než kapalina,
- (5) těleso těžší než kapalina

Nyní ke tvaru hladiny: Obecně musí pro tvar hladinových ploch platit:

$$K_x dx + K_y dy + K_z dz = 0, \quad (2)$$

kde \vec{K} je vektor intenzity hmotových sil¹

$K_x = \omega^2 x$ — odstředivé zrychlení,

$K_y = -g$ — tíhové zrychlení, působí v záporném směru.

Zintegrujeme-li rovnici (2), dostaneme:

$$y = \frac{1}{g} \left(\frac{\omega^2}{2} x^2 - C \right) \leftarrow \text{parabola v obecném tvaru,} \quad (3)$$

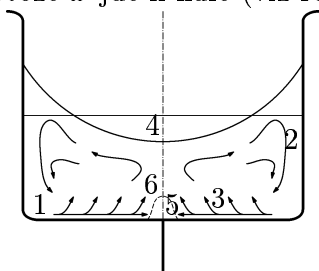
C — integrační konstanta,

ω — úhlová rychlost rotující kapaliny.

Nyní nás ještě může zajímat tlak v nádobě v závislosti na poloze místa. Podobně odvodíme:

$$p = \rho \left(\left| \frac{\omega^2}{2} x^2 - gy \right| + C \right). \quad (4)$$

Zpomalování rotace je uvedeno na obr. 4. Těleso lehčí než kapalina zpočátku zůstává u osy, neboť je v „dolíku“ potenciální tíhové energie (jeho „grafem“ je tvar hladiny). Tvar hladiny se pomalu mění z úzké paraboly na parabolu širokou, která po určitém čase není téměř rozeznatelná od roviny, protože ω jde k nule (viz rovnici (3)). Kapalina je brzděna odspodu od osy otáčení.



obr. 4

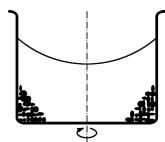
- (1) Ekmanova vrstva,
- (2) přítokové proudy,
- (3) odtokové proudy a jejich brzdění u stěny,
- (4) těleso lehčí než kapalina,
- (5) těleso těžší než kapalina,
- (6) postup brzdění

Experimenty

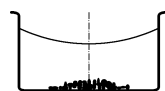
Čaj

Závěry jsou podobné těm, ke kterým dospěl Svatoň (2000). Při roztočení se čaj hromadí od středu ke stěnám (obr. 6a), při brzdění směřuje ke středu (obr. 6b). Výše zmíněný postup brzdění vysvětluje i to, že u dna vzniká pomalu se zvětšující kruh čaje, který se nepohybuje a na který se postupně nabalují další vrstvy (obr. 6c).

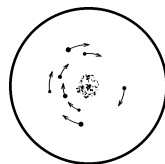
Měla-li nádoba nerovné dno (obr. 6d), pak proudy musí překonat právě tento potenciálový tíhový „kopeček“ (jehož grafem je tvar dna), aby se lístečky mohly hromadit u středu.



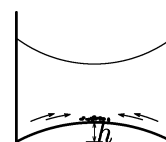
obr. 6a



obr. 6b



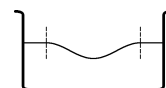
obr. 6c



obr. 6d

Olej

Na hladinu jsem vylil oranžový lampenol. Vytvořil na hladině barevné víčko (obr. 7b). Hladina měla rovněž tvar paraboly, ale zdeformované části při stěnách byly nižší \implies jejich šíře závisela na viskozitě látky, jež je na hladině.

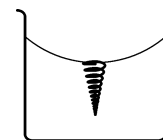


obr. 7b

¹ Jedná se o vektor síly, která působí na těleso, dělený hmotností tělesa, viz. Hladký (1982)

Zkoumání tvaru hladiny

Při míchání byl patrný vznik centrálního sousého víru (obr. 7a). Ten po chvíli zmizel. Hladina měla tvar paraboly při stěnách rovněž mírně zdeformované — viz Svatoň (2000). Prakticky se mi však nepodařilo pozorovat nepohyblivé elementy u stěn, pokaždé se trochu pohybovaly. Teoreticky je tam ovšem rovněž předpokládám.



obr. 7a

Cukr

Když jsem dal do stejné pokusné sklenice cukr, pak byly závěry stejné. Cukr je těžší než čajové lístky, a proto tolik „neběhal“ po dně, ale spořádaně se posouval ke středu (nebo od něj, v závislosti na roztáčení nebo zpomalování). Rovněž brzdění (obr. 6c) bylo rychlejší než u čajových lístků. Měřil jsem čas zastavení rotace v závislosti na obsažených tělesech vevnitř sklenice, vždy byla do sklenice nasypána 1 vrchovatá lžička materiálu. Výsledný čas byl průměrován ze 2 měřeních hodnot. Přibližná frekvence rotace $f \doteq 3$ Hz.

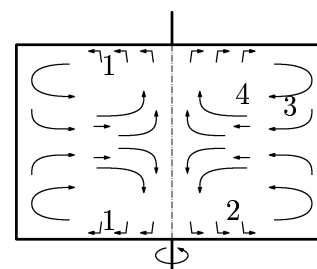
tělíska	čas zastavení
čajové lístky	100 s
cukr krupice	8 s
písek	12 s

Pudr

Při tomto experimentu jsem hladinu posypal pudrem. Ten vytvořil slupku, téměř nepohyblivou. Zdeformovaný pás byl ještě širší. Pod touto slupkou byl patrný pohyb tekutiny, která se pohybovala rychleji než slupka. Zde se dá teoreticky předpokládat vznik další *Ekmanovy vrstvy*.

III.

Pohyb tekutiny ve sklenici plné vody (obr. 10). Zde bychom mohli použít vysvětlení z I. části. Tekutina stržena *Ekmanovou vrstvou* se „odráží“ od vertikálních stěn. Zde (a v *Ekmanově vrstvě*) nabývá nový moment hybnosti a následně je nasávána do centra, kde nahrazuje tekutinu se starým momentem hybnosti.



obr. 10

Experimenty

Při roztáčení sklenice se čaj hromadil u stěn vně. Důvody jsou podle teorie výše uvedené zřejmé. Při zpomalování se čaj hromadil ve středu. Bylo-li dno vypouklé, proudy s čajem musely překonávat tíhový potenciálový „kopeček“, což se projevilo na jeho tvaru .

Literatura:

- sborník 1998* Aktuální problémy mechaniky tekutin; AV ČR
Brdička M. 1959 Mechanika kontinua; NČSAV Praha
Doc. Ing. Fleischner Petra kol. 1987 Sbírka řešených příkladů z mechaniky tekutin; Brno
Ing. Hladký Jan CSc. 1982 Mechanika tekutin v příkladech
Prof. RNDr. Horský J. DrSc., RNDr. Novotný J. 1984 Mechanika kontinua, SPN Praha
Greenspan H. P. 1968 The theory of rotating fluids; Cambridge
Greenspan H. P., Howard L. N. 1963 On a time dependent motion of a rotating fluid. J,Fluid Mech. 22; p.385-404
Habuda Pavol osobní komunikace
Krsek Martin osobní komunikace
Obeid Ahmed 1979 Kandidátská disertační práce
Proudman J. 1956 On the motion of solids in liquids possessing vorticity; Proc. Roy. Soc.; A92-408-424
Svatoň Tomáš 2000 Čajové lístky M&M 4/6

Heterogenity, 2. termodynamický zákon a Maxwellův démon

Martin Soukenka

V případě, že není k dispozici energetický zdroj, jehož přítomnost je nutnou podmínkou pro funkci v podstatě všech fyzikálních přístrojů, je nezbytné přítomnost energetického zdroje nějakým způsobem obejít. Přítomnost energetického zdroje přitom znamená nejen fungující elektrárnu, nebo skladiště baterií, ale např. tekoucí řeku, na které je možné vybudovat větrnou elektrárnu, a podobně. V případě, že není k dispozici žádná tekoucí voda, nefouká vítr, nebo je neustále zatažené (a tak není možno využít slunečních kolektorů), teplota vody v řece, země i vzduchu je všude úplně stejná, nikde není nic hořlavého, zdá se, že možnost využití energetického je nulová, neboť energetický zdroj není prostě k dispozici.

Energetický zdroj není ovšem baterie či sluneční záření, ale může to být jakákoli nestejnost či různost (dutina, zvýšená koncentrace něčeho, vyšší teplota v nějakém místě apod.), cizím slovem heterogenita. Tekoucí řeka (tedy zdroj energie) vzniká díky nestejně výšce hladiny vody, vítr je vyvoláván nestejnou teplotou atmosféry v různých místech. Dutiny s nižším obsahem vzduchu jsou rovněž heterogenity, z nichž lze získávat energii, a to naprosto jednoduchým způsobem. Do krystalu uděláme ozvor, do nějž umístíme miniaturní turbínu. Vzduch proudící do dutiny zvenku pak bude turbínu roztáčet a produkovat tak jistou energii. Kde se tato energie bere? Vzduch, který samovolně proudí do dutiny, roztáčí kolo turbíny, a tím se poněkud ochlazuje. Získaná energie je tedy vlastně na úkor tepelné energie okolí.

Pokud je k dispozici takových dutinek obrovské množství, lze v principu vyrobit významné množství energie. Podstatné je, že vzduch zaplní dutinu samovolně. Všimněme si, že klíčová přítomnost heterogenity samotné – je úplně jedno, zda bude vzduch v dutině řidší, nebo hustší než vzduch v okolí (to by pak poháněl turbínu vzduch řinoucí se z dutiny ven). Dále si všimněme, že přítomnost „energetického zdroje“ nijak nesouvisí s nějakým množstvím energie – čím více prázdných dutinek bude k dispozici, tím více energie lze získat, ale v „absolutním množství“ je k dispozici vlastně méně energie (prázdná dutinka má menší energii než dutinka zaplněná vzduchem).

Největší heterogenitou je horké Slunce a chladná Země. Tepelná energie Slunce by nám byla k ničemu, pokud bychom žili přímo na něm. (nutno dodat, že jde o poněkud zjednodušené tvrzení, protože i na Slunci jsou obrovské tepelné heterogenity). Tato heterogenita produkuje další heterogenity, jako je nestejná hladina vody, energie uschovaná ve složitých biochemických strukturách vzniklých díky slunečnímu záření apod.

Výroba energie je umožněna tím, že se vzduch samovolně hrne dovníř. V důsledku toho se však tento prostor vyplní vzduchem a dutina – heterogenita – zaniká. To je zcela zásadní a obecně platná pravda: heterogenity mají tendenci samovolně zanikat (díky této tendenci se žene vzduch do prázdné dutiny), což je na jednu stranu výhodné (pokud této tendence správně využijeme a získáme energii), na druhou stranu tak o heterogenity (a tedy energetické zdroje) stále přicházíme. Heterogenity totiž nemohou (bez vlivu jiných heterogenit) samovolně vznikat. Tato skutečnost je neustále potvrzována každodenní zkušeností – nikdy nebyla pozorována sebemenší výjimka. Tato skutečnost se formuluje v rámci termodynamiky a nazývá se druhý termodynamický zákon. Nejlépe si jej lze představit jako zákon, který zakazuje samovolné vznikání jakékoli heterogenity bez působení nějaké jiné heterogenity. Například je zakázáno, aby teplo samovolně přecházelo z chladnějšího tělesa na těleso teplejší.

Druhý termodynamický zákon je klíčový zákon termodynamiky a vůbec celé makroskopické fyziky. Zásadním problémem však zůstává jeho pochopení na mikroskopické úrovni. Na mikroskopické úrovni, to znamená na úrovni molekul či atomů, jsou totiž pouze a jenom heterogenity – mezi atomy a molekulami je prázdné, tj. jakési mikroskopické „dutiny“. Tyto heterogenity však samovolně nezanikají – atomy se „neslévají“ v nějaké homogenní kontinuum. Nemohou tedy být tyto heterogenity na mikroskopické úrovni využity stejně jako popsána dutina v krystalu?

Přestavme si například nějakou mikroskopickou turbínu, kterou umístíme do prázdného prostoru mezi molekulami. Tento prázdný prostor bude samovolně „zaplněn“, tj. do prostoru turbíny časem vletne molekula a předá jí část své kinetické (tj. tepelné) energie. Bude-li pak takových turbín mnoho a budou-li pracovat dostatečně dlouho, mohou získávat zajímavé množství energie. Uvědomme si, že turbíny by tak získávaly energii pouze z tepelného pohybu molekul, což je stejná situace, jako kdyby se samovolně začala ohřívat káva v šálku na stole tím, že by přebírala energii molekul okolního vzduchu (takže by se trochu ochladilo v místnosti). To je však v rozporu s druhým termodynamickým zákonem. Jinak řečeno, mikroskopické heterogenity (tj. „dutiny“ mezi molekulami či atomy) nemohou být využity stejným způsobem, jakým lze využít makroskopické heterogenity (např. dutiny v krystalu). Proč tomu tak je?

Úvaha o mikroturbínách může být snadno zpochybněna, protože takové zařízení by muselo být samo mikroskopické (aby se mezi atomy vešlo), a tak by se muselo chovat jako samotné atomy. Dostalo by se do neuspořádaného tepelného pohybu a nemohlo by někam uspořádaně předávat energii. Lze ovšem vynalézt rafinovanější způsob využití mikroskopických heterogenit. Kdyby existovalo cosi malého, coby bezpracně vkládáním přepážky zabránilo pohybu molekul jedním směrem, a tudíž by tak došlo k vyčerpání molekul vzduchu z jedinou již zaplněné dutinky, heterogenity – „díry“ mezi molekulami by tak opět „vznikly“. Tato hypotetická úvaha otevírá významnou otázku: Není možné skutečně „vyrobit“ makroskopickou heterogenitu?

Odpověď na tuto otázku se snaží fyzika nalézt více než 200 let. V různých obdobích se soudí, že to skutečně lze, tj. bezpracně „vsunovat přepážky“, aby následně se zjistilo, že to bezpracně možné není. V novější době se hledala odpověď v souvislosti s vývojem počítačů použitím různých teorií informace. Ukázalo se, že ani informace potřebná pro správné stanovení směru, kdy je třeba přepážku vsunout, není zadarmo. Otevírá se tak další filozofická rovina fyziky, jejíž definitivní zodpovězení by významnou měrou přispělo k pokroku fyziky a přírodních věd vůbec.

Literatura:

1. Vesmír 79, květen 2000, časopis
2. Fenmanovy přednášky z fyziky, Alfa 1986

Seznámení s holografií

Marek Soudný a Aleš Jakovec

Holografie je úplné prostorové zobrazování předmětů. Holografie je založena na vlnové podstatě světla. Za vznikem této fyzikální disciplíny stojí zejména Thomas Young a později i Dennis Gabor.

V roce 1801 provedl Thomas Young následující pokus: Do tmavé místnosti vpustil sluneční paprsek, kterému do cesty postavil tmavé stínítko, v němž byly dva malé otvory a za něj bílé stínítko. Na tomto bílém stínítku se objevila světlá stopa slunečního paprsku a po obou stranách dva tmavé proužky.

Další pokus provedl Young s lihovým kahanem. A to tak, že do plamene vložil nepatrné množství kuchyňské soli, aby tak získal jasně žluté světlo. Na bílém stínítku pak pozoroval střídající se světlé a tmavé pruhy. Tím dokázal, že složením dvou světelných paprsků může vzniknout i tma.

Young nazval popsany jev INTERFERENCE. Potom světlo, které je schopné interference označujeme jako koherentní světlo. Koherentní paprsky mají také stejnou počáteční fázi kmitů. Dva koherentní paprsky získal Young právě použitím tmavého stínítka s dvojicí malých otvorů umístěných ve velmi malé vzdálenosti.

Objev holografie je připisován Dennisu Gaborovi a jeho pokusu z roku 1947. Pro svůj pokus využil Gabor vlastností elektronového mikroskopu a dalších optických prostředků. Navrhl neobvyklý způsob fotografování:

Osvítil fotografovaný předmět tak, aby došlo k interferenci od něj odraženého paprsku s paprskem z opěrného zdroje světla. Na fotografické desce potom zobrazoval množství světlých a tmavých pruhů a skvrn. A když posléze na tuto fotografickou desku namířil světelný paprsek stejné vlnové délky a pod stejným úhlem dopadu jako při záznamu hologramu, objevil se na fotografické desce dokonalý prostorový obraz.

Dnešní základní typy hologramů
Hologramy se dělí podle zapsané informace na:

Dvourozměrný hologram, běžné označení 2D hologram:
Tento typ hologramu se jeví jako dvourozměrný obrázek s plochami vybarvenými čtyřmi základními barvami a paletou jejich vzájemných přechodů. Při změně úhlu pohledu se mění jeho barevnost, nebo lze pozorovat změnu grafického obrysu, nebo struktury.

Trojrozměrný hologram, běžné označení 3D hologram:
Tento typ hologramu se nám jeví jako plně prostorový. Přitom nejde o oklamání zraku, neboli fikci, ale světlo vycházející z hologramu je totožné s tím, které bychom pozorovali při pohledu na trojrozměrný objekt. Tento hologram je méně zářivý a k pozorování plně trojrozměrného vjemu je zapotřebí bodového nasvícení.

Měření vzdáleností nebeských těles

Jakub Hubner a Petr Kopřiva

Jakmile byl znám průměr Země, mohli astronomové začít počítat vzdálenost nebeských těles včetně měsíce používali k tomu jednoduché metody trigonometrické paralaxy. Díváme-li se na měsíc ze dvou vzdálených míst na zemském povrchu, jejichž vzdálenost známe, vidíme Měsíc proti různému hvězdnému pozadí. Po změření úhlu mezi hvězdami v pozadí jednoduchou trigonometrií lehce spočítáme vzdálenost Měsíce od Země. Pro měření vzdálenosti ostatních blízkých planet bylo nejslibnější metodou změřit dobu přechodu Venuše přes sluneční kotouč na dvou místech na opačných koncích zeměkoule. Vzdálenost mezi oněmi dvěma místy se odrazí začátkem přechodu Venuše v poněkud odlišném čase a z těchto odlišných časů můžeme vypočítat úhel zvaný paralaxa a z něho vzdálenost k Venuši. Vzdálenost ostatních planet pak lze spočítat dosazením hodnoty pro Venuši do keplerových pohybových rovnic pro pohyb planet. Dříve se vydávali nákladné expedice na výpravy do jižních moří aby zde změřily přechod Venuše (k měření se používalo přístroje zvaného teodolit). Pro blízké objekty stačilo pro výpočet jako základna průměr Země, pro blízké hvězdy se používá jako základna velká osa zemské dráhy okolo Slunce. Donedávna byla mez paralaxické metody asi 100 světelných let, ale před několika lety se tato mez značně rozšířila, byla totiž vypuštěna družice Hipparchos, která dokáže změřit polohy hvězd přesněji než dalekohledy na Zemi, jejichž údaje jsou méně přesné díky atmosférickému vlnění. Přesnost této družice je 0,002 obloukové vteřiny, tedy 30 000krát větší než přesnost dobrého lidského oka, což umožňuje měřit objekty vzdálené i 1 000 světelných let.

Modernější způsoby měření

Moderní technika laserové a radarové techniky umožňuje měřit vzdálenosti blízkých objektů z velmi vysokou přesností. Vzdálenost Měsíce lze měřit pomocí laseru a zrcadel nechaných na měsíci při výpravách Apolla na několik centimetrů. Radarové i laserové impulsy se dají zaměřit na zkoumaný objekt a protože známe rychlost těchto impulsů lehce spočítáme s časem od vypuštění po návrat odražených impulsů vzdálenost sledovaného objektu (rychlost impulsů je přibližně 300 000 km/s).

Jednotky délky v astronomii

Astr. jednotka	AU	-střední vzdálenost Země-Slunce
Světelný rok	l.y	
Parsek	pc	-vzdálenost, z níž je vidět 1 AU pod úhlem 1 vteřiny

$$1 \text{ AU} = 149\,597\,870 \text{ km}$$

$$1 \text{ l.y.} = 9,460 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ l.y.}$$

Vzdálenosti nejbližších hvězd	
Hvězda	Vzdálenost od Slunce(l.y.)
Proxima Centauri	4,24
Alfa Centauri	4,3
Barnardova Hvězda	6
Wolf 359	7,7
Lalande 21185	8,1
Sírius	8,7
Luyten 726-8	8,7
Ross 154	9,6
Ross 248	10,3
Epsilon Eridani	10,8
Ross 128	11
Luyten 789-6	11
61 Cygni	11,1
Prokylon	11,3

Objevy planet

Jakub Hübner a Petr Kopřiva

Od sira Williama Herschela po současnost

1. Planety naší sluneční soustavy

- okolo roku 1600 – objev dalekohledu, nové možnosti astronomie.

1781-1. nová planeta

Tímto objevem se proslavil anglický astronom W. Herschel. Z mnoha návrhů na pojmenování (př. „Herschel“), se nakonec prosadilo jméno Uran.

POZN. Překvapující matematická hříčka – Titius-Bodeův zákon

Přičteme-li k řadě čísel 0 3 6 12 24 48 ... číslo 4, a poté porovnáme se vzdálenostmi planet od Slunce (v AU), zjistíme zajímavou shodu:

Řada: 4 7 10 16 28 52 100 196 388 772

Vzdálenosti: 0,39 0,72 1 1,52 - 5,2 9,54 19,18 30,06 39,75

Objev Uranu tak podnítl hledání ve vzdálenosti 2,8 AU, ve které bylo nalezeno pásmo planetek.

1846-„Triumf nebeské mechaniky“

Z nepravidelností pohybu Uranu byla určena trajektorie nové planety. Tuto úlohu 3 těles vyřešili nezávisle na sobě U. Leverrier a J. Adams. Dle výpočtů objevil planetu Neptun astronom Galle.

1930-nová planeta(?)

U Neptunu byly zjištěny též nepravidelnosti oběhu. Výpočtům se věnoval P. Lovell. Několik let po jeho smrti našel v roce 1930 C. Tombough planetu Pluto. Později se ukázalo, že Pluto neodpovídá výpočtům (je příliš malý- mnoho odborníků jej dnes pokládá za planetku), a proto byl jeho objev spíše náhoda.

2. Planety mimo sluneční soustavu

Typy planet:

Terestrické - malé s velkou hustotou

Joviální – velké, hmotné, malá hustota

Přítomnost planet se projevuje změnami radiální rychlosti hvězdy (Těžiště hvězdy pak není zcela totožné s těžištěm soustavy – hvězda okolo něj „obíhá“). Změny radiální rychlosti se určí z kolísání vlnové délky záření hvězdy.

Takto lze prokázat přítomnost pouze joviálních planet, neboť hmotnost terestrických je zanedbatelná. Některé z těchto planet jsou velmi neobvyklé, jejich dráhy jsou značně excentrické, popř. obíhají velmi blízko své hvězdy (př. 51 Pegasi).

Mezi „normální“ patří např. planety hvězdy Lalande 21185 s dobou oběhu 30(6) let, hmotností 1,6(0,9)x hm. Jupiteru a vzdáleností 10(2,5) AU od své hvězdy.

Objevy posledních let

David Latham povoláním astrofyzik objevil potenciální planetu kolem hvězdy **HD114762**, zprávu o nálezů zaslal svým přátelům 1. Dubna roku 1988. Nejdříve to považovali za apríloví žertík a i po zjištění opaku mnoho odborníků nemohlo uvěřit, že to co David Latham objevil je opravdu planeta, dokonce větší než náš Jupiter. Pochybnosti přetrvávali až do roku 1996.

Důležitější objev a za opravdu prokazatelný objev je považován nález planety v blízkosti hvězdy **51 Pegasus** (přibližně velikost našeho slunce). Nález byl zveřejněn v říjnu roku 1995 a zásluhu na něm nesli dva profesoři s ženevské univerzity Didier Queloz a Michael Mayor. Svůj objev podložili 18 měsíčním měření na spektrografu Elodie ve Francouzské observatoři. Planeta má přibližně poloviční hmotnost našeho Jupitera a od svého slunce je vzdálena 0,05 AU, perioda oběhu je 4,2293 dní a přibližná teplota na povrchu je 1200 K.

Další způsob hledání planet je zjišťování změny periodicity radiových pulsů vysílaných pulsary. Tímto způsobem profesor astronomie Alexander Wolszczam objevil 1. planetu mimo naši sluneční soustavu v roce 1991 a existenci potvrdil roku 1994. Svá měření prováděl na dosud největším radio teleskopu, který se nachází v Portoriku. Vyhodnotil příchozí signály, které přicházeli od pulsaru s označením **PSR-B1257 +12**, který se nachází ve souhvězdí panny asi 7 trilionů km od země. Měření zjistil, že se u pulsaru nenachází jen jedna planeta, ale dokonce tři, dvě o velikosti srovnatelnou s naší zemí a jedna o velikosti našeho měsíce.

Rutherfordův rozptyl alfa částic na zlaté folii

Vypracoval: Petr Mužiček a Jiří Kosla

Rutherford začal předpoklady, podle nichž částice alfa i jádro, s nímž integruje, jsou natolik malé, že je lze považovat za bodové hmoty a náboje. Také, že mezi částicemi alfa a jádrem nepůsobí žádné jiné síly kromě odpuzivé elektrostatické síly a také je jádro ve srovnání s částicí alfa masivní, že se během jejich interakce nepohybuje. Jelikož je elektrostatická síla úměrná $1/r^2$, kde r je okamžitá vzdálenost mezi částicí alfa a jádrem, tvoří dráha částice alfa hyperbolu s jádrem ve vnějším ohnisku. Záměrná vzdálenost b je minimální vzdálenost, na kterou by se částice alfa přiblížila k jádru, kdyby mezi nimi neexistovaly žádné síly, a úhel rozptylu ϑ je úhel mezi asymptotickým směrem příletu částice a asymptotickým směrem, v němž odlétá. Úhel rozptylu ϑ souvisí se záměrnou vzdáleností b vztahem $\cotg(1/2\vartheta) = 2\pi\epsilon_0 m v^2 b / Ze^2$ (lze též pro $T = 1/2 m v^2$). Účinný průřez interakce, který značíme σ ($\sigma = \pi b^2$), je plocha, na kterou dopadají částice alfa, které jsou rozptýlené o úhel ϑ . Nyní vezměme v úvahu fólii o síle t , jež obsahuje n atomů v jednotkovém objemu. Počet terčových jader na jednotkovou plochu je nt a svazek částic alfa dopadající na plochu A se tudíž střetává s ntA jádry.

$$f = ntA\sigma / A \Rightarrow f = \pi nt (Ze^2 / 4\pi\epsilon_0 T)^2 \cotg(1/2\vartheta).$$

Ve výše uvedeném výpočtu se předpokládalo, že fólie je dostatečně tenká, aby se účinné průřezy sousedních jader nepřekrývaly, a že celá odchylka částice alfa je výsledkem jediného střetnutí s jádrem.

Při skutečném pokusu měří detektor částice alfa, rozptýlené v úhlu od ϑ do $\vartheta + d\vartheta$. Zlomek dopadajících částic alfa, jež jsou takto rozptýleny, se dostane diferencováním podle ϑ . Jestliže během pokusu narazí na fólii celkem N_i částic alfa, bude počet částic rozptýlených o úhel ϑ v rozmezí $d\vartheta$ roven $N_i df$. Ve skutečnosti, měřená veličina je:

$$N(\vartheta) = N_i nt Z^2 e^4 / (8\pi\epsilon_0)^2 r^2 T^2 \sin^4(1/2\vartheta),$$

což je Rutherfordův vzorec pro rozptyl.

