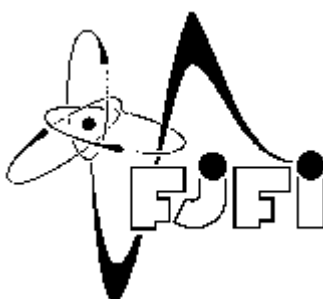




Proceedings



# ***Fyzikální seminář zima '98***



28.09.1998 – 18.12.1998

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská  
České vysoké učení technické Praha

# Úvodem

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

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

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

**Tohle všechno v aktivní a nikoli pasivní formě**

Formálně se snažíme tento seminář vést jako vědeckou konferenci se všemi náležitostmi, které k tomu patří. Proto jsem nyní rád, že můžeme poprvé vydat i tzv. proceedings k zimnímu semestru roku 1998.

Poděkování patří všem zúčastněným studentům a zvláště si dovoluji poděkovat oběma editorům tohoto sborníku, kolegům Jaromíru Kašparovi a Michalu Mlynářovi za vynikající práci, která v mnohém přesáhla moje zadání.

Praha 25.3.1999

Vojta Svoboda, vedoucí semináře



# Obsah

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod                                                                              | 2  |
| Scénář semináře                                                                   | 4  |
| Harmonogram ústních vystoupení                                                    | 5  |
| Harmonogram posterové sekce                                                       | 8  |
| Abstrakta příspěvků                                                               | 11 |
| <b>Proceedings</b>                                                                | 18 |
| Famulus                                                                           | 19 |
| Skládání kyvů                                                                     | 21 |
| Nucené kmitání, rezonance a jejich využití při destruktivních zkouškách materiálu | 23 |
| Nucené harmonické kmitý                                                           | 25 |
| HTML – Jak na to ???                                                              | 27 |
| Chaos                                                                             | 28 |
| Galileo Galilei                                                                   | 31 |
| Demonstrace praktického využití balistického kyvadla                              | 33 |
| Kosmologická konstanta                                                            | 36 |
| Maxwellovo kyvadlo                                                                | 38 |
| Jaderná elektrárna Temelín                                                        | 40 |
| Platnost Archimedova zákona ve stavu beztlíže                                     | 42 |
| Schrödingerova kočka                                                              | 44 |
| Perspektivy pilotovaných letů do vzdáleného vesmíru                               | 46 |
| Velké detekční systémy ve fyzice částic                                           | 48 |
| Kvantové počítače                                                                 | 49 |
| Odvození Newtonových zákonů ze zákonů Keplerových                                 | 52 |
| Volný pád na rotující Zemi                                                        | 56 |
| Letouny poháněné lidskou silou                                                    | 62 |
| Měření modulů pružnosti                                                           | 63 |
| LATEX                                                                             | 64 |
| Archimédes                                                                        | 72 |
| Gravitační konstanta                                                              | 76 |
| Zušlechťování energie                                                             | 77 |
| Mechanická perpetua mobile I. druhu                                               | 78 |
| Jak přednášet (nejen) o fyzice                                                    | 80 |

# Scénář

|        |                              |                                                                                                                                                |
|--------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.10.  | <b>Úvod</b>                  |                                                                                                                                                |
| 8.10.  | <b>Pozvaná přednáška I.</b>  | Pan prof. Ing. Zahradník, DrSc: věda                                                                                                           |
| 15.10. | <b>Ústní vystoupení I.</b>   | Vzduchová dráha, jak přednášet o fyzice, konzervativní silové pole, Famulus.                                                                   |
| 22.10. | <b>Ústní vystoupení II.</b>  | Blackburnovo kyvadlo, stability and equilibrium, fyzika nevázně, Latex, basebollová pálka.                                                     |
| 29.10. | <b>Ústní vystoupení III.</b> | Úlohy J.M..Marciho, nucené harmonické kmity, destruktivní zkoušky materiálů, Mathematica.                                                      |
| 5.11.  | <b>Posterová sekce I.</b>    |                                                                                                                                                |
| 12.11. | <b>Pozvaná přednáška II.</b> | P. Ing. Karel Zeithamer, CSc. ( Státní technické muzeum )                                                                                      |
| 19.11. | <b>Ústní vystoupení IV.</b>  | Coriolisova síla, Foucaltovo kyvadlo, Pearls, podivné chování částic, html-jak na to                                                           |
| 26.11. | <b>Ústní vystoupení V.</b>   | Chaos, zajímavé příklady z mechaniky, vývoj raketové techniky, historie fyziky, zajímavosti z internetu, př. Štoll 2.11.                       |
| 3.12.  | <b>Ústní vystoupení VI.</b>  | Balistické kyvadlo, rotační dynamika, kosmologická konstanta, Three physicists and one log, gravitační působení částic, zakřivený časoprostor. |
| 10.12. | <b>Ústní vystoupení VII.</b> | Maxwellovo kyvadlo, Temelín, fyzika nevázně- Feynman, Archimédův zákon, fyzické kyvadlo                                                        |
| 17.12. | <b>Posterová sekce II.</b>   | Zápočty, koledy.                                                                                                                               |

# Harmonogram ústních vystoupení

| Ústní vystoupení I. - 15.10. Chairman: Radomír Jošek |                                                                             |                                                                                         |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Čas                                                  | Kdo                                                                         | Téma                                                                                    |
| 15'                                                  | Jakubský V., Bojar O., Vondráček J.                                         | Jak přednášet o fyzice                                                                  |
| 45'                                                  | Drexler T., Ulman O., Strecker P., Bitner P., Ploc O., Vintr T., Svoboda V. | Vzduchová dráha, Newtonovy pohybové zákony                                              |
| 15'                                                  | Bauer M.                                                                    | Konzervativní silové pole, pot. energie, zákon zach. energie. Příklad Spiegel 2.14,2.16 |
| 15'                                                  | Zapletal M., Jeřábek J.                                                     | Famulus – základy                                                                       |

| Ústní vystoupení II. - 22.10. Chairman: Bauer Michal |                   |                                             |
|------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|
| Čas                                                  | Kdo               | Téma                                        |
| 20'                                                  | Koňářik D.        | Skládání kmitů-Blackburnovo kyvadlo,        |
| 15'                                                  | Pavlíková I.      | Stability and equilibrium – příklad Spiegel |
| 15'                                                  | Milisdörfer       | Fyzika nevázně-Pan Tompkins v říši divů     |
| 20'                                                  | Štěpán V.         | Typografický systém Latex                   |
| 20'                                                  | Fogl T., Gadas P. | Chvění basebollové pálky při nárazu o míček |

| Ústní vystoupení III. - 29.10. Chairman: David Koňářik |                               |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Čas                                                    | Kdo                           | Téma                                                                              |
| 15'                                                    | Jana Jirásková                | Úlohy Jana Marka Marciho-srovnání tehdejších metod řešení se současnými           |
| 20'                                                    | Skokan D., Vymětal S.         | Nucené kmitání, rezonance a jejich využití při destruktivních zkouškách materialu |
| 30'                                                    | Lubas J., Trnka J., Škrob J.. | Nucené harmonické kmity                                                           |
| 20'                                                    | Pavel Rus                     | Mathematica – seznámení                                                           |

| Ústní vystoupení IV. - 19.11. Chairman: Jana Jirásková |                                                        |                                   |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Čas                                                    | Kdo                                                    | Téma                              |
| 25'                                                    | Smotlacha J., Herzig P., Hopp J.,<br>Pour T. Jánský P. | Coriolisova síla                  |
| 20'                                                    | Pánek D., Mužík J., Klečka L.                          | Foucaultovo kyvadlo               |
| 15'                                                    | Létal V.                                               | Pearls - Physics Academy Software |
| 15'                                                    | Ostapčuk M.                                            | Podivné chování částic            |
| 15'                                                    | Moravec J., Vrba T.                                    | Html - jak na to?                 |

| Ústní vystoupení V. - 26.11. Chairman: Ondřej Bojar |                                 |                                     |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Čas                                                 | Kdo                             | Téma                                |
| 30'                                                 | Červenka P., Vacek Fr., Denk T. | Chaos                               |
| 15'                                                 | Hanzlík F.                      | Zajímavé příklady z mechaniky       |
| 15'                                                 | Šlajs B.                        | Vývoj raketové techniky             |
| 15'                                                 | Hrůza L., Keřt R., Pospíšil J.  | Historie fyziky                     |
| 10'                                                 | Rubáčková M.                    | Příklad Štoll 2.11 z jiného pohledu |
| 15'                                                 | Chmelař Z.                      | Galileo Galilei                     |

| Ústní vystoupení VI. - 3.12. Chairman: J. Mužík |                                 |                                                      |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|
| Čas                                             | Kdo                             | Téma                                                 |
| 20'                                             | Jošek R., Dvořák M., Novotný P. | Demonstrace praktického využití balistického kyvadla |
| 20'                                             | Pavlásková I., Mrkvová J.       | Rotační dynamika - pirueta krasobruslaře             |
| 15'                                             | Juránek V.                      | Kosmologická konstanta                               |
| 15'                                             | Koldínská M., Tusarová P.       | Three physicists and one log                         |
| 15'                                             | Marek O.                        | Gravitační působení částic                           |

| Ústní vystoupení VII. - 10.12. Chairman: Irena Pavlásková |                     |                                               |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| Čas                                                       | Kdo                 | Téma                                          |
| 20'                                                       | Balazi P.           | Maxwellovo kyvadlo                            |
| 15'                                                       | Mulačová J.         | Temelín                                       |
| 15'                                                       | Klimo O.            | Fyzika nevážně                                |
| 20'                                                       | Vyoral Z.           | Fyzické kyvadlo - měření gravitační konstanty |
| 15'                                                       | Bureš P. ,Ptáček J. | Platnost Archimédova zákona ve stavu beztíže  |

# Harmonogram posterové sekce

| Posterová sekce I. - 5.11 |                                                                            |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Kdo                       | Téma                                                                       |
| Jošek R.                  | Applied ballistics                                                         |
| Dvořák M.                 | Geometrie Vesmíru                                                          |
| Pavlásková I., Mrkvová J. | Historie fyziky                                                            |
| Juránek V.                | Zakřivení světla v gravitačním poli                                        |
| Hanzlík F.                | Schrödingerova kočka                                                       |
| Šlajs B.                  | Perspektivy pilotovaných letů do vzdáleného Vesmíru                        |
| Hrůza L., Keřt R.         | Moderní fyzika z časopisů                                                  |
| Vyoral Z.                 | Velké detekční systémy – urychlovače částic                                |
| Létal V.                  | Kvantové počítače                                                          |
| Pánek D.                  | Skoky na asteroidu – příklad sbírka Jex, Štoll                             |
| Klečka L.                 | Odvození Newtonova zákona z Keplerových zákonů – příklad sbírka Jex, Štoll |
| Mužík J.                  | Volný pád z věže, Coriolisova síla- příklad sbírka Jex, Štoll              |
| Smotlacha J.              | Letouny poháněné lidskou silou                                             |
| Jánský Z.                 | Historie popisu pohybu - zavedení derivací                                 |
| Ostapčuk M.               | Hvězdy a Černé díry                                                        |
| Moravec J..               | Měření mezí pružnosti                                                      |
| Novotný P.                | Výpočet periody fyzikálního kyvadla + pokus o balistickou křivku           |
| Štěpán V.                 | Alternativní výstupní formáty TeXu, obrázky                                |



| Posterová sekce II. - 17.12.        |                                                               |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Kdo                                 | Téma                                                          |
| Jakubský V., Bojar O., Vondráček J. | Pražský metronon                                              |
| Drexler T.                          | Neutrína                                                      |
| Ulman O.                            | Iontový pohon                                                 |
| Strecker P.                         | Moderní fyzika z časopisů                                     |
| Bitner P.                           | Pathfinder na Marsu (American Scientific)                     |
| Ploc O.                             | Archimedes-největší matematik, fyzik a technik nejen své doby |
| Vintr T.                            | Moderní fyzika z časopisů                                     |
| Svoboda V., Hopp J.                 | Fyzika (mechanika) na internetu                               |
| Bauer M.                            |                                                               |
| Zapletal M.                         |                                                               |
| Jeřábek J.                          |                                                               |
| Koňářík D.                          | Záporná pravděpodobnost                                       |
| Pavlíková I.                        | Gravitační konstanta                                          |
| Milisdörfer L.                      | Energetika a energetické zdroje Země                          |
| Gadas P.                            | Co je to trybologie?                                          |
| Fogl T.                             | Základní astronomické informace o černých dírách              |
| Jirásková J.                        | Perpetua Mobile 1. druhu                                      |
| Skokan D.                           |                                                               |
| Vymětal S.                          | Kinematika a dynamika tuhého tělesa – pól pohybu              |
| Lubas J.                            | Sluneční soustava – úvod                                      |
| Trnka J.                            | Hubbleův teleskop (HST)                                       |
| Škrob J.                            |                                                               |

| Posterová sekce II. - 17.12. |                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Kdo                          | Téma                                                             |
| Rus P.                       | Chaos                                                            |
| Vrba T., Polák B.            | Sluneční hodiny (fyzikální zákon) + přenosné sluneční hodiny     |
| Vacek F.                     | Deterministický chaos                                            |
| Červenka P.                  | Nucené kmity a chaos                                             |
| Denk T.                      | Příklad: červ na gumovém pásu                                    |
| Balazi P.                    | Čas                                                              |
| Mulačová J.                  | CT-čko                                                           |
| Klimo O.                     | Magnetická levitace aneb pohyb bez tření                         |
| Tusarová P.                  | Lavinovité procesy                                               |
| Koldínská M.                 | Příklad ze sbírky Jex & Štoll                                    |
| Ptáček J.                    | Pohyb tělesa s proměnnou hmotností a jeho využití v kosmonautice |
| Bureš P.                     | Několik zajímavých otázek z fyziky, perpetum mobile              |
| Pospíšil J.                  | Historie fyziky - geneze některých fyz. poznatků                 |
| Pour T.                      | Mechanika dopravní nehody                                        |
| Otčenášek Z                  | Hudební nástroje, vznik tónu, základy z hudební akustiky         |
| Marek O.                     | Nanotechnologie                                                  |
| Herzig P.                    | Neprůstřelné vesty                                               |
| Chmelař Z.                   | Šikmý vrh a balistická křivka                                    |
| Škrob J.                     | Použití vodního paprsku místo laseru                             |

## Abstracts

Neprošlo recenzí

### **Jak přednášet o fyzice.**

Základní rady, doporučení, postupy a návody, jak přednášet (nejen) o fyzice poutavě i poučně.

### **Vzduchová dráha.**

Vzduchová dráha umožňuje zkoumání pohybů za téměř nulového tření. Naším záměrem je pokusit se vyvrátit Newtonovy pohybové zákony pomocí pokusů provedených na právě takové dráze.

### **Konzervativní silové pole, pot. energie, zákon zach. energie.**

Příklad Spiegel 2.14, 2.16

Mat. aparát: Karel Rektorys a spol.: Přehled užití matematiky I.

Fyz. aparát: J. Kvasnica a kol. - Mechanika, I. Štoll: Mechanika, Internet

### **Famulus – základy.**

Seznámení se základními částmi programu Famulus, stavba programu, ukázka programování volného vrhu, možnosti užití programu.

### **Fyzika nevázně-Pan Tompkins v říši divů.**

Referát a ukázky z populárně vědecké knížky G. Gamova.

### **Typografický systém TeX (LaTeX)**

Filosofie a struktura systému TeX, LaTeX jako nadstavba TeXu,

CsTeX, ukázka programování v LaTeXu pod OS DOS, případně UNIX (Linux).

### **Chvění baseballové pálky při nárazu o míček**

Naše přednáška spojená s názornou demonstrací se bude týkat vzniku a přenosu kmitání v dřevěné baseballové pálce při nárazu na míček. Budeme se snažit odpovédět na takové otázky jako :

- Jaké druhy kmitů vznikají při výše uvedené situaci?
- Záleží vlastnosti vzniklého kmitání na místě dopadu míčku?
- Jak kmity mění své vlastnosti se vzdáleností od místa dopadu míčku?

### **Úlohy Jana Marka Marciho - srovnání tehdejších metod řešení se současnými.**

Jan Marcus Marci z Kronlandu byl v 17. století významnou osobností české vědy, třebaže se o něm na veřejnosti mnoho neví. Kromě lékařství a filosofie se věnoval též fyzice a pokoušel se řešit některé problematické kinematické úlohy Galileovskými metodami i v době, kdy ještě nebyly známy Newtonovy tři zákony mechaniky. Nabízí se tu tedy srovnání mezi metodami, které pro řešení úloh používal Marci (tyto se v podstatě zakládají na Archimédově zákonu síly) a modernějšími Newtonovými metodami pro řešení stejných úloh (jež zabírají podstatně méně času).

**Nucené kmitání, rezonance a jejich využití při destruktivních zkouškách materiálu.**  
Seznámení s některými únavovými experimentálními aparaturami, které jsou na katedře materiálů k dispozici (pulzátor a SF-Test).

**Coriolisova síla.**

Model rotující neinerciální vztažné soustavy; teoretické vypočtení C. síly a jejího působení, ověření experimentem; příklady C. síly v přírodě; co všechno dokáže C. síla.

**Podivné chování částic.**

Mach-Zehnderuv interferometr, detekování fotonu. Kvantové hlavolamy I-V.

Literatura: Vesmír 1998 březen-červenec

**Html - jak na to?**

zdroje www.\*, kde vzít místo, základní nastavení vzhledu stránky, vkládání čar, odstavce, tabulky, vkládání odkazů, obrázků.

**Vývoj raketové techniky.**

Od čínských ohňostrojů po projekt Daidalos.

**Galileo Galilei.**

Literatura:

Martin Macháček: Život, odsouzení a rehabilitace Galilea Galileiho, Čs čas. pro fyziku 43 (1993)

Gino Loria: Galileo Galilei, Orbis Praha (1943)

**Demonstrace praktického využití balistického kyvadla.**

Balistické kyvadlo je jednoduchý mechanismus používaný pro zjištění rychlosti střely. Princip činnosti je založen na zákonu zachování hybnosti a celkové energie soustavy těles. Demonstrace kyvadla bude zahrnovat:

- . vysvětlení principů funkce ideálního balistického kyvadla
- . popis problémů spojených s konstrukcí skutečného kyvadla
- . odhad výsledků
- . střelbu na kyvadlo z plynové terčové pistole TAU-7
- . porovnání vypočtených hodnot s předem zjištěnými skutečnými hodnotami rychlosti střely

Literatura:

Kvasnica a kolektiv: Mechanika, Academia, Praha, 1988

Horák, Krupka, Šindelář: Technická fyzika, SNTL, Praha, 1961

Rehák: Teorie střelby z plynových zbraní, Střelecká revue 9/1992

Kriminalistický ústav Praha – Balistická laboratoř informuje: Měření rychlosti střel, Střelecká revue 6-9/1995

Ing. Zdeněk Faktor: Balistika, Střelecká revue 7/96-4/97

doc. Ing. Ivan Štoll Csc.: Mechanika (skripta)

### **Kosmologická konstanta.**

Co je to kosmologická konstanta, vývoj názorů na její existenci.

Literatura:

Jiří Grygar: Vesmír, jaký je; Vesmírná zastavení

Martin Macháček: Encyklopedie fyziky

Igor Nevikov: Černé díry a Vesmír

Akademie-příloha LN z 10.4.98

### **Gravitační působení částic.**

Počítačová simulace snažící se o zobrazení pohybu částic (částice v gravitačním poli tvořeném soustavou částic), popř. s globálním zrychlením (simulace grav. pole Země). Možná i simulace vrhů těles ve vakuu.

### **Maxwellovo kyvadlo.**

Maxwellovo kyvadlo patří mezi klasické a ukázkové příklady na demonstráciu elementárných zákonov mechaniky. Poďme si spolu popísať pohyb tohoto telesa, teraz už aj populárnej hračky, tak ako to už dávno pred nami spravil pán Maxwell.

### **Temelín.**

- Rozhodnutí vybudovat Temelín jako důsledek vývoje energetiky ve světě i u nás
- Volba lokality pro stavbu elektrárny
- Projekt a technické parametry JET
- Technologie výroby energie v jaderné elektrárně - obecně
- Bezpečnost a ekologické aspekty
- Polemika s odpůrci dostavby Temelína

### **Fyzika nevážně.**

Richard Feynman - Snad ti nedělají starosti cizí názory

### **Měření gravitační konstanty.**

Potřebovali jste někdy zjistit tíhové zrychlení ? Určitě ano !!

Asi jste už však nevěděli, jak to provést, pominu-li fakt, že jste ani potřebné načiní neměli k dispozici.

Jedno takové měření bych tedy tady předvedl. Použiji k tomu reverzní kyvadlo, a porovnal bych zde rovněž i středoškolský a vysokoškolský přístup k problému. Zajímá -li vás tedy jak by se dalo takové poměrně přesné měření tíhového zrychlení provést, pak tedy přijďte.

### **Platnost Archimédova zákona ve stavu beztlíže.**

Literatura:

- Horák, Krupka: Fyzika - příručka pro vysoké školy technického zaměření
- Kessner, Tůma: Zajímavé otázky z fyziky

### **Applied ballistics.**

The poster will be focused upon the practical (applied) form of external ballistics. It will introduce ballistics in a simple comprehensible form, which is useful to every hunter and outdoor shooter. The difference between ballistics in laboratory and outdoors conditions shall be stressed. The author will point out the approximations used in order to simplify certain formulae, the degree of accuracy of these expressions and the boundaries, within which the formulae work.

### **Zakřivení světla v gravitačním poli**

Proč se světlo v gravitačním poli nepohybuje přímočaře, efekt gravitačních čoček.

### **Perspektivy pilotovaných letů do hlubokého vesmíru.**

Přestože je problematika meziplanetárního cestování neobyčejně složitá a její pochopení v celé šíři vyžaduje obsáhlé znalosti z mnoha oborů, pokouším se v této práci shrnout základní problémy a nastínit způsoby jejich řešení.

Zpracovány jsou tyto náměty:

- Pohyb umělých těles po Sluneční soustavě
- Raketové motory
- Vliv dynamiky letu na člověka
- Konstrukce planetoletů
- Posádka
- A co dál

### **Velké detekční systémy ve světě fyziky.**

Víte, co je to mezon, bozon, kvark, kaon, či pion, nebo vám tyto pojmy nic neříkají? Orientujete se ve světě moderní fyziky částic ? Zajímají vás nejnovější výzkumy a poznatky? Pokud jste odpověděli alespoň jednou ano, tak právě pro vás je určen můj poster. Rozeberu v ní minulost, současnost a rovněž i budoucnost fyziky částic. Popíšu taky, jak vypadá takový urychlovač částic ( tedy reaktor). Zmíním se rovněž o největším projektu současnosti, který se buduje v evropském středisku pro fyziku částic v Cernu --- o gigantickém urychlovači LHC.

### **Letouny poháněné lidskou silou.**

Literatura:

Reader's Digest Výběr - Jak se to dělá

Guinnessova kniha rekordů

+ další materiály

### **Historie popisu pohybu - zavedení derivací.**

Stručný pohled na Newtonovy myšlenky týkající se popisu pohybu

### **Hvezdy a Černe díry .**

Zivot a druhy hvezd, druhy cernych der podle vzniku, cerne díry v znamem vesmiru

Literatura:

Igor Novikov - Černe díry a vesmir

Stephen Hawking - Hledani nekonečna

Carl Sagan - Kosmos

Krisciunas Kevin & Yenne Bill - Atlas vesmiru

Internet - [www.nasa.gov/](http://www.nasa.gov/)->\*

### **Měření mezí pružnosti**

Princip měření - základní vztahy-postup výpočtu

Literatura:

Fyzikální praktikum I, skripta Mechanika

### **Alternativní výstupní formáty TeXu, obrázky**

Představení PDFTeXu, LaTeX2HTML, dvips, dviout (výstup do bitmap).

Metody včlenění grafiky do textu a prostředky, které k tomu implementace

TeXu na různých OS poskytují (prostředí picture, vkládání postscriptových souborů atd.).

### **Pražský metronom**

Princip, funkce, technika, stavba atd. pražského metronomu.

### **Pathfinder na Marsu**

Výprava na Mars byla jednou z nejzajímavějších vesmírných událostí tohoto desetiletí. Od počátku poutala pozornost svou rychlostí a nízkými náklady. Cílem bylo nalezení odpovědí na důležité otázky, mimo jiné i na tu, zda je, nebo byl na Marsu život. Viz také:

<http://mpfwww.jpl.nasa.gov/default.html>

### **Archimedes-největší matematik, fyzik a technik nejen své doby**

Archimedes - život a co o něm vyprávějí legendy a pověsti, objevy a výpočty v matematice,

Archimédův zákon, vynálezy užitkových a válečných strojů.

### **Fyzika na internetu**

www stránky se zajímavým fyzikálním obsahem (z oblasti mechaniky)

### **Energetika a energetické zdroje Země**

Využívání energetických zdrojů Země. Stručný popis jednotlivých druhů elektráren.

### **Perpetua Mobile 1. druhu**

V podstatě se jedná o mechanické přístroje, jež jsou schopny fungovat bez přísunu energie a navíc samy energii vyrábět. problém nekonečného zdroje energie zajímal lidstvo už od úsvitu věků (zabývali se jím již staří řeckové), největší rozmach však perpetua mobile zaznamenaly v době nástupu kapitalismu. Dokonce i dnes se někteří nadšenci pokoušejí takovou "samohybku" sestavit, zatím se to však nikomu nepodařilo - všechny návrhy skončily nezdarem. Pokusme se tedy zodpovědět, proč dosud navržené přístroje neuspěly a zda je skutečně nemožné perpetuum mobile 1. druhu sestavit.

### **Kinematika a dynamika tuhého tělesa - pól pohybu**

Shrnutí kinematiky a dynamiky tuhého tělesa, objasnění pojmu pól pohybu, aplikace pólu rovinného pohybu při řešení úloh z mechaniky tuhého tělesa např. pohyb těles po nakloněné rovině.

Literatura: knihovnička FO č. 31, Dr. V. Trkal: Mechanika hmotných bodů a tuhého tělesa



## **Sluneční soustava - úvod**

Literatura:

Jiří Grygar: Vesmír jaký je,  
časopis Vesmír

Vanýsek: Základy astronomie a astrofyziky

## **Chaos**

Chaos je světu stejně vlastní jako dokonalý řád

## **Sluneční hodiny**

Fyzikální základ, pohyb nebeských těles, vývoj hodin, přesnost, skutečný a ??? sluneční čas.

## **Čas**

Čo je to čas. Čas je keď... pokračovanie tejto vety by mnohým robilo nemalé problémy, ale nemuseli by sa za to hanbiť, pretože dať uspokojivú definíciu času nie je vôbec jednoduchá úloha. Komplikácie do tohoto problému vniesla najmä fyzika, pretože podľa nej je čas relatívny, v rozličných sústavách prebieha rozličnou rýchlosťou. Záleží iba na pozorovateľovi a sústave. Podľa toho by čas mal byť ako harmonika, ktorá sa rozťahuje raz pomaly, inokedy rýchlejšie a niekedy úplne stojí. Človek sa prirodzene pýta, ako si to má predstaviť a ako tomu rozumieť. Veď čas je synonymom kontinuálneho plynutia. Z akého dôvodu sa má zrýchliť, alebo spomaliť. Na to by som Vám tu chcel odpovedať a priniesť stručnú históriu skúmania času. Od Newtona cez Einsteina až po Plancka. A to všetko iba tu a nikde inde.

## **Magnetická levitace aneb pohyb bez tření**

Literatura:

- Pokroky matematiky, fyziky a astronomie (1996/4): Sekiguchi t: - 11. International Conference of Magnet Technology MT-11

## **Pohyb tělesa s proměnnou hmotností a jeho využití v kosmonautice**

Uvedení vzorců pro výpočet pohybu tělesa s proměnnou hmotností. Praktické využití změny hmotnosti při konstrukci raket. Možnosti pohonu raket v budoucnosti.

## **Několik zajímavých otázek z fyziky, perpetum mobile**

Několik mylných vynálezů, perpetum mobile, další zajímavé otázky či fyzikální paradoxy

## **Mechanika dopravní nehody**

Ukázání silových účinků při různých dopravních situacích s důrazem na bezpečnost.

## **Nanotechnologie**

Náčrt možného budoucího využití molekulového inženýrství v nanostrukturách v technice, medicíně aj. Prozatimní výsledky.

## **Neprůstřelné vesty**

Má v dnešní době ještě vůbec smysl obyčejný pěšák, aneb nové technologie a materiály pro ochranu pěchoty.

## Proceedings

Neprošlo recenzí

# FAMULUS

Zapletal M., Jeřábek J.

Famulus je počítačový program, který slouží k modelování zejména fyzikálních jevů, které jsou posléze zobrazovány pomocí výstupních zařízení. Základní části tohoto programu jsou

- Hlavní panel
- Typ grafu
- Program

Program- nejdůležitější díl Famula- se skládá ze tří úseků.

- Proměnné, hodnoty a konstanty
- Počáteční hodnoty
- Model

Ad 1: Zde definujeme konstanty, které se nemění v průběhu celé akce.

Ad 2: Sem zadáváme příkazy načtení hodnot a jak říká název- počáteční hodnoty.

Ad 3: Zde jsou vyjádřeny algoritmy daného procesu.

## Grafika v programu Famulus:

Vytvořený model by nám nebyl užitečný bez kvalitního zobrazení průběhů všech veličin v závislosti na jiných. K jejich nastavení se dostaneme z **hlavního menu** kliknutím na číslo příslušného grafu. Objeví se nám tabulka, kterou ukazuje obr.1.



obr.1

Tabulka obsahuje sloupec **proměnné**, jejich **označení** a **meze**.

Ve sloupci **proměnné** nastavujeme dvojici pro zobrazení (v případě obrázku 1 je nastaveno zobrazování proměnné **fi** v závislosti na proměnné **t** ).

Sloupec **označení** udává grafické parametry zobrazení závislosti předcházejících proměnných. Jejich nastavení provedeme stejně jako nastavení všech parametrů v tabulce na obrázku 1. tj. najedeme aktivním políčkem (na obr.1 to šedé) na příslušnou položku a stiskneme enter. Objeví se menu ve kterém nastavíme vše podle libosti - to v případě označení, nebo můžeme přepsat položku v ostatních případech. Za zmínku stojí nastavení **označení**, na obr.2 je již zmíněné menu.



obr. 2

Položkou **barva** nastavujeme barvu zobrazovaného objektu ten nastavíme položkou **druh** (v obr.2 nastaven na **bod**). Položky **spojovat** , **mazat** a **zvýrazňovat** jsou typu ano-ne, nastavujeme jimi zda objekty chceme spojovat/mazat/zvýrazňovat či ne. Položka **autodisp** udává, zda se bude objekt zobrazovat při každém výpočtu v modelu automaticky či pouze po provedení příkazu **DISP** v těle modelu (Používá se především chceme-li kupř. po určitém časovém intervalu dát značku na aktuální polohu - zaznamenat výchylku. Potom v prvním řádku nastavíme **autodisp** na ne a značka se zobrazí příkazem **DISP t , fi** v těle modelu).

Sloupec **meze** definuje stupnice os.

Zobrazení grafu spustíme klávesou **F9** . Chceme-li do jednoho obrázku přikreslit další grafy docílíme toho tím, že stiskneme **Alt-F9**.

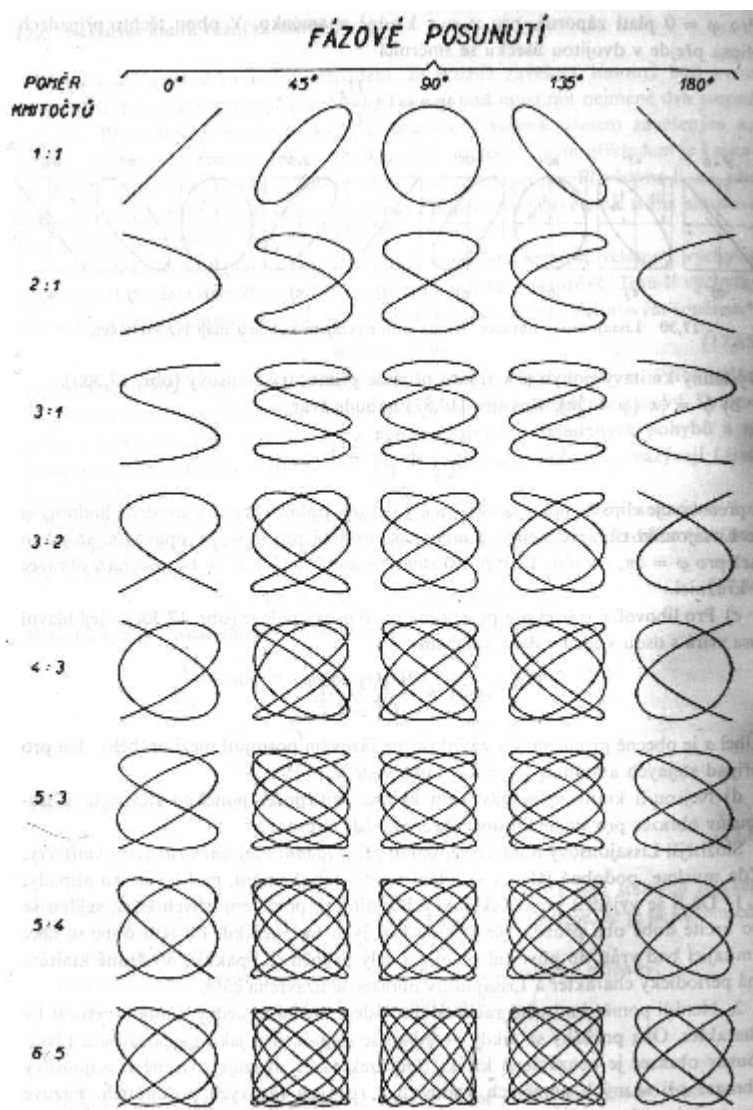
# Skládání kyvů

David Koňářík

Vidíme-li, jak se pohybuje kulička zavěšená na provázku po kružnici, tak nám to připadá naprosto přirozené a vůbec nad tím neuvažujeme. Podíváme-li se ale na ni pozorněji, můžeme si všimnout, že se vlastně kývá ve dvou na sobě kolmých směrech. Pokud ale nahradíme provázek pevným ramenem, jež může kývat pouze v jednom směru, tak nám vznikne rovinné kyvadlo. Jestliže mu umožníme kývat se ve dvou směrech, tak nám vznikne kyvadlo, které se chová, co se týče charakteru pohybu, stejně jako kulička na provázku. Zajímavých vlastností se mu dostane, zvolíme-li druhé místo ohybu, kolmé na první směr, někde v části ramene, vznikne kyvadlo kývající se v jednom směru rychleji, než ve směru na kolmém k němu. Rozkýváme-li takovéto kyvadlo, začne se pohybovat po zvláštních drahách, jež tvoří Lissajousovy obrazce dané poměrem kmitočtů jež mají jednotlivá kyvadla. Lissajousovy obrazce bývají pro různé poměry kmitočtů uváděny v různých knihách a pokud známe jeden z kmitočtů, mohou sloužit pro poměrně přesná měření a porovnávání kmitočtů. Někdy bývají uváděny i fázové posuvy mezi kmitočty jednotlivých kyvů.

Obrazce vytvořené mechanickými kyvy se využívají málo, ale dají se vytvořit pomocí osciloskopu a dvou zdrojů sinusového signálu připojených na jeho vstupy. Ve vlastním osciloskopu je lehký elektronový paprsek vychylován v rytmu vstupních signálů jeden ve vertikálním a druhý v horizontálním směru a na stínítku se nám pak zobrazí příslušný obrazec. Takovéto zapojení je možno využít po měření kmitočtu pomocí cejchovaného generátoru, jehož kmitočet známe, čímž se měření stává poměrovým a je závislé hlavně na přesnosti generátoru, maximální možný kmitočet je omezen schopnostmi osciloskopu. Využití může být např. v elektronice, kde takto můžeme měřit, porovnávat a určovat fázový posuv mezi dvěma kmitočty. Dále se dá také použít pro měření i kmitů jiných než jsou elektrické, pokud použijeme vhodného převodníku měřeného signálu na signál elektrický, lze takto porovnávat i kmitočty ze dvou od sebe různých zdrojů, např. tepelného a mechanického, které mají spolu málo společného. Praktické využití je spíše v laboratořích, protože pro normální měření je metoda zbytečně přesná a komplikovaná a existují levnější, ale méně přesné, přístroje.

Na závěr bych chtěl říci, že během svého působení na fakultě, se s touto metodou měření kmitočtu nejspíše setkáte. Matematické řešení jsem pro složitost vynechal. Přikládám i tabulku Lissajousových obrazců pro různé fázové posuvy a poměry kmitočtů. Případné dotazy pište na uvedený e-mail, budu se snažit na všechny dotazy odpovědět.



17,31 Lissajousovy obrazy. Kmity jsou navzájem kolmé a mají stejné amplitudy výchylek.

e-mail: XKONARI1@BR.FJFI.CVUT.CZ

# Nucené kmitání, rezonance a jejich využití při destruktivních zkouškách materiálu

Skokan Dalibor, Vymetal Stanislav

Jak tema pro naše vystoupení vzniklo? Když přišla nabídka pro seminář z katedry materiálu, řekli jsme si, že nahlédnout do vědecké kuchyně by mohlo být zajímavé, a tak vzniklo vystoupení, ve kterém jsme se chtěli s ostatními podělit o poznatky, jež byly pro nás nejzajímavější a zároveň alespoň populární formou přiblížit zařízení se kterým KMAT pracuje. Vzhledem k tomu, že se celé tema rozrostlo do velké fyzikální síře, náš stručný popis měl význam nastínění a přiblížení problému spojených se zkoumáním materiálu. Dovolte tedy, abychom nyní shrnuli naši přednášku do několika bodů:

## Metody zkoumání

Metody ke zkoumání fyzikálního jevu jsou v podstatě dvě: destruktivní a nedestruktivní. Obe mají své klady a zápory, obe se při zkoumání doplňují a takto získaná data tvoří široké spektrum. Destruktivní metoda se používá při simulaci teoreticky obtížných jevů, nevýhodou je nevratné poškození vzorku. Nedestruktivní metoda se používá při analýze vzorku, zkoumají se poruchy jeho stavby např. rengenováním.

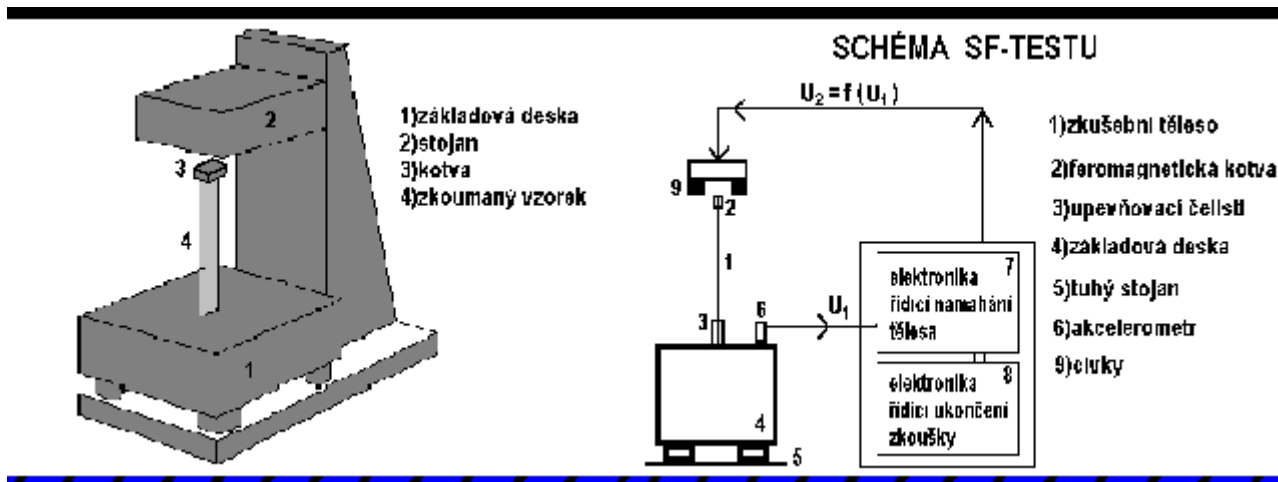
Principy fyzikálních přístrojů už se souvisí s oněmi metodami. Například přímo pro unavovou zkoušku materiálu, která zkoumá chování vzorku pod cyklickou zátěží v tlaku, tahu či ohybu byly zkonstruovány dva přístroje: servohydraulický pulzátor a SF - TEST, které jsou obsahem následujícího textu.

## Servohydraulický pulzátor a SF - TEST

Servohydraulický pulzátor je přístroj používaný pro klasickou unavovou zkoušku, která má za úkol zjistit normální napětí a modul pružnosti vzorku. Tento přístroj pracuje s poměrně velkými vzorky rádové desítky cm. V podstatě jde o hydraulický oscilátor s příkonem 7 kW, jehož utrobami protéká cca. 200 l oleje, frekvence kmitání je přitom v rozmezí 10 - 20 Hz. Nevýhodou je tedy nákladná údržba a dlouhá doba měření.

Surface fatigue test je chloubov KMAT. Jeho první prototyp vznikl před patnácti lety právě tam a jeho užití spočívá v urychlení zkoušky, která porovnává chování několika vzorků. Jeho princip spočívá v teoreticky zvládnutém kmitání vetknutého nosníku. První verzi můžete vidět na obrázku. Zkoumaný tenkovrstevný předmět kmitá v rezonanci s celou soustavou: přírůbek podklad, vzorek, akcelerometr, přitom budící síla je bezdotyková pomocí proměnného elektromagnetického pole buzeného cívkami. Záznam jevu je zachycen akcelerometrem.

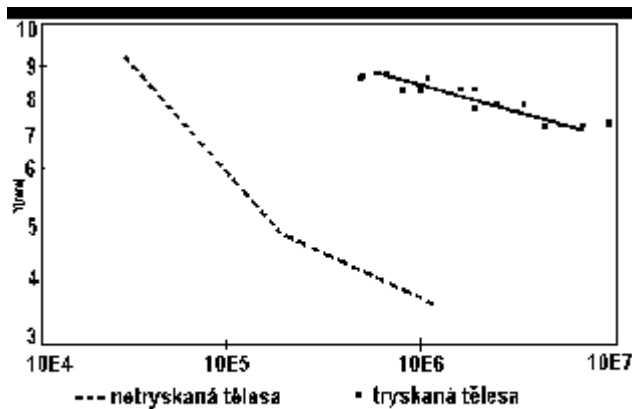
Analogové řízení přístroje a problém sumy byly největší potíže se kterými se měření potýkalo. Vyvoj SF - Testu ovšem pokračoval. Ovládání se stalo digitální, funkci senzoru, který zaznamenává zmařnou frekvence kmitání v důsledku poruchy nahradil optoclen. Ona digitalizace značně pomohla zkvalitnit měření, neboť rychlejší dodávka energie pro udržení kmitání vzorku po poruše umožnila hladší průběh záznamu a bylo možné porovnat chování vzorku v okamžiku poruchy. Vyvoj SF - TESTU pokračuje až do teď, přitom se plánuje zkvalitnění záznamu umístěním více senzoru a pevného podloží.



### SF - TEST a uprava povrchu vzorku, geometrie vzorku

Kmitání vzorku při použití SF - TESTU je v rozmezí 30 - 80 Hz, přitom právě princip kmitání vetknutého nosníku dal SF - TESTU další možnost pozorování. Při kmitání vzorku je totiž normálové napětí vzorku rozloženo tak, že směrem od osy kmitání k povrchu vzorku roste. Tedy nejen samotný materiál vzorku, ale i jeho úprava a geometrie ovlivňují chování vzorku při únavové zkoušce. Právě toho je využito v letectví a kosmonautice, kde se tenkostěnné materiály hojně používají.

Mezi úpravy povrchu vzorku se řadí tak zvané balotínování, tedy plastická povrchová deformace, tryskání např. slenýmičkami kulickými. Výsledky chování takto upraveného materiálu můžete vidět v grafu.



### výsledky únavových zkoušek

zdroj: Katedra materiálů FJFI



# Nucené harmonické kmity

Lubas J., Trnka J., Škrob J.

Na úvod bych Vám rád poděkoval, že jste se rozhodl navštívit náš proceeding, který popisuje přednášku o tlumených a netlumených harmonických kmitech. Nejdříve teoretický úvod:

Netlumené harmonické kmity jsou přímým důsledkem zákona zachování energie, proto síly které působí v netlumeném harmonickém oscilátoru jsou konzervativní. Energie se v harmonickém oscilátoru periodicky mění z kinetické na potenciální. Síla působící na částici je tedy úměrná výchylce a konstantě vyjadřující tuhost například pružiny:

$$F = -kx$$

Jelikož síla vyjadřuje nárůst energie a v tomto případě závisí na  $x$  tedy výchylce, tak potenciální energie bude integrál síly podle  $x$ .

$$U(x) = \int -kx dx = \frac{1}{2} kx^2$$

Úhlová frekvence a amplituda se dá vyjádřit u netlumených kmitů takto:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$
$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}}$$

Z toho vyplývá, že úhlová frekvence nezávisí na amplitudě a amplituda zase závisí na počátečních podmínkách. Přejdeme nyní k tlumenému harmonickému oscilátoru, kde do pohybových rovnic musíme zavést disipativní síly.

$$F = -kx - hv,$$

$h$  je konstanta vyjadřující míru disipativních sil.

Dále pro jednoduchost zavedeme dekrement útlumu:

$$\delta = \frac{h}{2m}$$

A dostáváme novou úhlovou frekvenci a pohybovou rovnici:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

$$x(t) = Ae^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

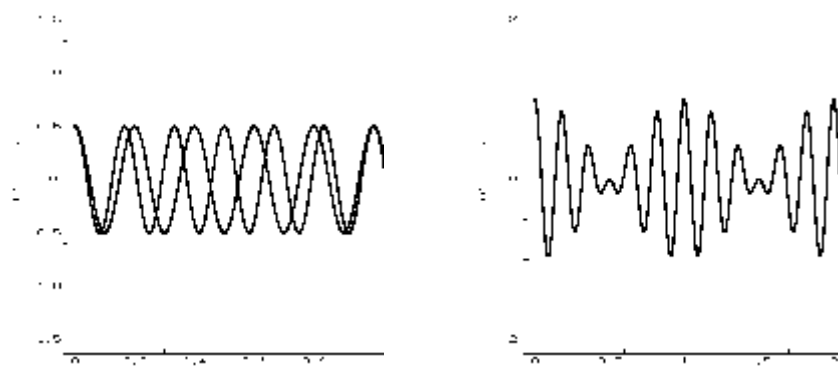
Ze kterých plyne, že perioda u málo tlumených kmitů bude také periodická, ale delší a kmity se budou tlumit exponenciálně. V případě kritického útlumu, kdy  $\omega_0 = \delta$  pohyb přestane být periodický a částice již nepřekmitne na druhou stranu osy.

Na naší přednášce jsme demonstrovali čtyři pokusy, které měli ověřit zda teorie koresponduje praxi. Nejprve jsme změřili konstantu  $k$  tak, že jsme změřili délku pružiny bez závaží a poté se závaží. Z rozdílu délky pružiny jsme vypočítali konstantu a vlastní frekvenci oscilátoru. Nastavili jsme vypočtenou frekvenci do přístroje, který dodával periodicky energii do oscilátoru. Tím pádem se náš oscilátor ocitl v rezonanci, jak jsme předpokládali.

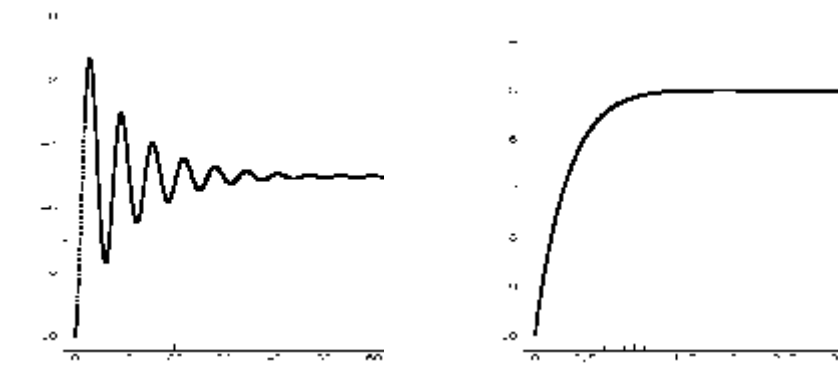
Poté jsme zkoušeli skládání dvou kmitů tzv. rázy, kdy jsme rozkmitali oscilátor jeho vlastní frekvencí a dodávali jsme do něj frekvenci lehce rozdílnou od vlastní frekvence. Oscilátor se choval podle předpokladů tak, že jeho amplituda se periodicky zvětšovala a zmenšovala. Nakonec nejzajímavější pokus byly tlumené kmity. Jako tlumič jsme použili dva magnety, mezi kterými kmitala kovová tyčinka spojená s oscilátorem. Použili jsme nejprve slabší pár magnetů, což byl případ malého útlumu a amplituda tedy klesala podle očekávání exponenciálně, poté jsme použili silnější magnety, kdy oscilátor již nepřekmitl.

Všechny pokusy vyšli podle očekávání, za což bychom chtěli poděkovat ing. Vojtovi Svobodovi, který nám odborně radil.

Tyto dva grafy zachycují složení dvou kmitů tzv. rázy. Na levém grafu je každý zvlášť a na pravém jsou složeny v jeden.



Na těchto dvou grafech tlumené harmonické kmity. Vlevo je malý útlum, vpravo je případ silného útlumu.



Kdybyste měl někdo jakýkoliv dotaz ohledně harmonických, tak se můžete obrátit na Skrob.Jan@Post.cz

Děkuji, že jste si přečetli náš proceeding.

# HTML – Jak na to ???

Moravec Jan, Vrba Tomáš

Na toto téma toho už bylo a ještě bude na internetu napsáno velmi mnoho, proto si říkám, že bude bohatě stačit pár odkazů.

Staň se WWW autorem

[www.vslib.cz/html/docs/html-guide/html.html](http://www.vslib.cz/html/docs/html-guide/html.html)

Něco málo o javě a javaskriptech

[sunsite.mff.cuni.cz/java/](http://sunsite.mff.cuni.cz/java/)

Tak tady je už slušný výběr skoro o všem

[www.regionet.cz/compnet/info/index.html](http://www.regionet.cz/compnet/info/index.html)

HaTMatiLka

[www.tlp.cz/internet/hatmatilka/](http://www.tlp.cz/internet/hatmatilka/)

A ještě drobnost nakonec: Já se naučil to málo, co už umím, jako samouk tím, že jsem koukal na stránky na Internetu a následně si prohlížel jejich zdrojový kód. Toto je podle mého názoru ten nejlepší způsob.

# Chaos

Červenka P., Vacek F., Denk T.

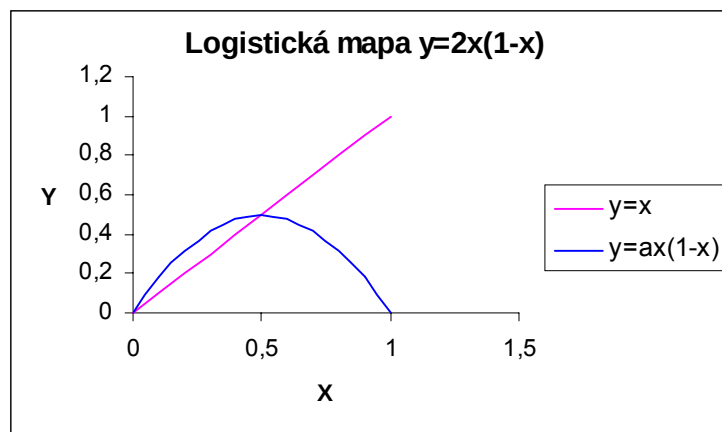
## Nejjednodušší matematické modely

Jsou charakterizovány vztahem  $g(x)=ax(1-x)$ , kde konstanta  $a$  vyjadřuje vlastnosti popisovaného systému a člen  $(1-x)$  závislost na nepostradatelných zdrojích. Vhodným příkladem je třeba rybník. Zde konstanta  $a$  vyjadřuje především reprodukční schopnost daného druhu ryb a člen  $(1-x)$  je závislost na potravě.

Tabulka 0.

| hodn.x | y=x | y=ax(1-x) |
|--------|-----|-----------|
| 0      | 0   | 0,00      |
| 0,1    | 0,1 | 0,18      |
| 0,2    | 0,2 | 0,32      |
| 0,3    | 0,3 | 0,42      |
| 0,4    | 0,4 | 0,48      |
| 0,5    | 0,5 | 0,50      |
| 0,6    | 0,6 | 0,48      |
| 0,7    | 0,7 | 0,42      |
| 0,8    | 0,8 | 0,32      |
| 0,9    | 0,9 | 0,18      |
| 1      | 1   | 0,00      |

Graf 1.



Je-li nějaký dynamický systém popsán funkcí (logistickou mapou)  $g(x)$  a na počátku se nachází ve stavu  $x$ , potom  $x$  nazveme počáteční podmínkou a  $g(x)$  novým stavem dynamického systému, do kterého po čase přejde. Tento stav je ovšem zároveň počáteční podmínkou pro další vývoj dynamického systému a po čase přejde do stavu  $g(g(x))$ . Proto zavedu

$$g^n(x)=g(g(g(\dots(g(x))\dots)))$$

n-krát

Graf 1 obsahuje dva velmi zajímavé body. Jsou to průsečíky grafu  $y=x$  a  $y=2x(1-x)$ . První z nich je v počátku a jeho zvláštností je, že pro všechny počáteční podmínky  $x$  v okolí bodu  $0$  se  $g^n(x)$  od nuly vzdaluje. Takový bod se nazývá **zdroj** (source). Druhý průsečík naproti tomu vykazuje opačné vlastnosti.  $g^n(x)$  se pro všechny počáteční podmínky v okolí bodu  $0,5$  k tomuto bodu blíží a nakonec se na něm ustálí. Takový bod se nazývá **kanál** (sink). Určování maximálních okolí zdrojů a kanálů, pro která si tyto body zachovávají své vlastnosti, je těžké a záleží vždy na dané logistické mapě.

Pro  $g(x)=2x(1-x)$  platí:

- poč. podmínky:  $x$  z intervalu  $(0;0,5)$   
 $(0,5;1)$   
 $x<0$   
 $x>1$   
 $x=0$   
 $x=0,5$   
 $x=1$

$n$  je přirozené číslo

$g^n(x)$  jde k  $0,5$   
 $g(x)$  je z intervalu  $(0;0,5)$  a  $g^n(x)$  jde k  $0,5$   
 $g^n(x)$  jde k minus nekonečnu  
 $g(x)<0$  a  $g^n(x)$  jde k minus nekonečnu  
 $g^n(x)=0$   
 $g^n(x)=0,5$   
 $g^n(x)=0$

Chování je zřejmé z následující tabulky.

**Tabulka 1**

| n  | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0  | -0,1     | 0        | 0,01     | 0,5      | 0,95     | 1        |
| 1  | -0,22    | 0        | 0,0198   | 0,5      | 0,095    | 0        |
| 2  | -0,5368  | 0        | 0,038816 | 0,5      | 0,17195  | 0        |
| 3  | -1,64991 | 0        | 0,074618 | 0,5      | 0,284766 | 0        |
| 4  | -8,74421 | 0        | 0,138101 | 0,5      | 0,407349 | 0        |
| 5  | -170,411 | 0        | 0,238058 | 0,5      | 0,482832 | 0        |
| 6  | -58420,6 | 0        | 0,362773 | 0,5      | 0,49941  | 0        |
| 7  | -6,8E+09 | 0        | 0,462338 | 0,5      | 0,499999 | 0        |
| 8  | -9,3E+19 | 0        | 0,497163 | 0,5      | 0,5      | 0        |
| 9  | -1,7E+40 | 0        | 0,499984 | 0,5      | 0,5      | 0        |
| 10 | -6E+80   | 0        | 0,5      | 0,5      | 0,5      | 0        |

Pro vyšší hodnoty konstanty **a** začnou logistické mapy vykazovat stále větší chaos. Pokud je **a=3,3**, tak se objeví další zvláštnost. V grafu jsou dva body (nejsou to průsečíky), mezi kterými začne mapa **g(x)** alternovat. Stane se tak pro jakoukoliv počáteční podmínku **x** z intervalu **(0;1)** mimo **0,6969...**

$$g^n(x)=3,3x(1-x)$$

**Tabulka 2**

| n  | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ | $g^n(x)$ |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0  | 0,1      | 0,3      | 0,5      | 0,7      | 0,9      |
| 1  | 0,297    | 0,693    | 0,825    | 0,693    | 0,297    |
| 2  | 0,68901  | 0,702078 | 0,476438 | 0,702078 | 0,68901  |
| 3  | 0,707108 | 0,690242 | 0,823168 | 0,690242 | 0,707108 |
| 4  | 0,683451 | 0,705566 | 0,480356 | 0,705566 | 0,683451 |
| 5  | 0,713941 | 0,685551 | 0,823727 | 0,685551 | 0,713941 |
| 6  | 0,673957 | 0,711384 | 0,479164 | 0,711384 | 0,673957 |
| 7  | 0,725139 | 0,677546 | 0,823567 | 0,677546 | 0,725139 |
| 8  | 0,657731 | 0,720976 | 0,479504 | 0,720976 | 0,657731 |
| 9  | 0,742899 | 0,66386  | 0,823614 | 0,66386  | 0,742899 |
| 10 | 0,6303   | 0,736395 | 0,479405 | 0,736395 | 0,6303   |
| 11 | 0,768972 | 0,640588 | 0,8236   | 0,640588 | 0,768972 |
| 12 | 0,586258 | 0,759776 | 0,479433 | 0,759776 | 0,586258 |
| 13 | 0,800447 | 0,602304 | 0,823604 | 0,602304 | 0,800447 |
| 14 | 0,527115 | 0,790462 | 0,479425 | 0,790462 | 0,527115 |
| 15 | 0,822574 | 0,546586 | 0,823603 | 0,546586 | 0,822574 |
| 16 | 0,481622 | 0,817838 | 0,479428 | 0,817838 | 0,481622 |
| 17 | 0,823885 | 0,49163  | 0,823603 | 0,49163  | 0,823885 |
| 18 | 0,478824 | 0,824769 | 0,479427 | 0,824769 | 0,478824 |
| 19 | 0,82352  | 0,476933 | 0,823603 | 0,476933 | 0,82352  |
| 20 | 0,479604 | 0,823244 | 0,479427 | 0,823244 | 0,479604 |

U takových map říkáme, že mají dvou bodový kanál. Spolu s rostoucí konstantou **a** mají kanály více bodů. Abychom měli lepší představu o tom, jak se logistické mapy chovají, kreslí se tzv. **bifurkační mapy**. V takovém grafu je právě konstanta **a** nezávisle proměnnou.

Zvolíme nějakou počáteční podmínku z intervalu **(0;1)** a vynecháme velký počet (100-10000) iterací funkce  $g^n(x)$ , tím se chování ustálí a potom začneme vykreslovat hodnoty  $g^n(x)$ . Objeví se tolik bodů nad sebou, kolika bodový kanál daná mapa má. Pro dostatečně jemné krokování konstanty **a** body splynou ve spojitě čáry.

Doposud všechny uvedené funkce směřovaly k nějakému rovnovážnému stavu, přestože někdy dlouho a chaoticky. Jedním z hlavních rysů chaosu je ovšem citlivost na počáteční podmínky. Proto zde uvedu ještě jednu funkci, které tuto vlastnost demonstruje. Představte si funkci  $f(x)=3x-[3x]$  (desetinná část z  $3x$ ). Myslím, že vše vyplyne z následující tabulky.

Tabulka 3.

| n  | $f^n(x)$ | $f^n(x)$ | $f^n(x)$ |
|----|----------|----------|----------|
| 0  | 0,2499   | 0,25     | 0,2501   |
| 1  | 0,7497   | 0,75     | 0,7503   |
| 2  | 0,2491   | 0,25     | 0,2509   |
| 3  | 0,7473   | 0,75     | 0,7527   |
| 4  | 0,2419   | 0,25     | 0,2581   |
| 5  | 0,7257   | 0,75     | 0,7743   |
| 6  | 0,1771   | 0,25     | 0,3229   |
| 7  | 0,5313   | 0,75     | 0,9687   |
| 8  | 0,5939   | 0,25     | 0,9061   |
| 9  | 0,7817   | 0,75     | 0,7183   |
| 10 | 0,3451   | 0,25     | 0,1549   |
| 11 | 0,0353   | 0,75     | 0,4647   |
| 12 | 0,1059   | 0,25     | 0,3941   |

# Galileo Galilei

## Chmelař Z.

(15.2.1564 - 8.1.1642)

Galileo se narodil roku 1564 v italské Pise. Narodil se do doby církevní reformace, do období počátků moderní fyziky. Jeho objevy mají veliký přínos nejen na poli fyziky vesmíru, ale i pozemské fyziky. Následující řádky bych chtěl ale věnovat spíše astronomickým objevům a jeho boji proti církevním představám. Jeho současníky byli Pascal, Huighens, Torriceli, Boyle či o sedm let mladší Kepler. Je zajímavostí, že v den, kdy se narodil umírá Michelangelo Buonarroti a v roce, kdy umírá se narodil Isaac Newton.

Galileo pocházel ze zchudlé šlechtické rodiny. Jeho otec - matematik - si přál, aby byl jeho syn ve svém životě finančně zajištěn a proto chtěl, aby vystudoval medicínu. Galilea však zaujala teologie, jíž se začal věnovat. To se otci nelíbilo a pod záminkou oční choroby ho dostal zpět domů. Syn nakonec vyhověl otcově přání a zapsal se na medicínu, ale daleko větší zájem u něho budilo malířství. O jeho slavné budoucnosti nakonec rozhodla náhodně shlédnutá přednáška matematiky, která ho zaujala natolik, že se jí začal věnovat a zůstal jí věrný po zbytek svého života. Studia však nemohl dokončit z nedostatku financí.

Roku 1589 dostává (díky svému vlivnému příteli) místo na universitě v Pise jako přednášející matematiky. V následujících třech letech dospěl k mnoha vynálezům (např. pulzologikum - hodinky na měření tepu) a objevům. V tomto období provedl také řadu pokusů s pohybem rovnoměrně zrychleným. Výsledky shrnul až na sklonku svého života a tyto závěry znamenaly přelom mezi aristotelovskou a budoucí Newtonovou mechanikou. Právě tyto závěry pobouřily přívržence Aristotela, což vyústilo v Galileův odchod z university.

Roku 1592 získává (opět díky příteli) nové místo přednášejícího, tentokrát na universitě v Padově. Jeho přednášky byly velice oblíbené (až 2000 posluchačů). Držel se Aristotelovy mechaniky a Ptolemajovy astronomie. Avšak už v této době se přiklání k myšlenkám Kopernikova učení. Veřejně se k nim ale nehlásí.

Roku 1609 nastává převrat v jeho dosavadním životě. Galileo si sestrojil vlastní dalekohled a začal s ním pozorovat noční oblohu. Dalekohled byl sice méně kvalitnější, než dnešní divadelní kukátko, ale s dobrým zrakem jím šly pozorovat i Jupiterovy měsíce. Takový zrak neměl "naštěstí" Kepler a proto roku 1611 navrhl novou soustavu čoček, které vytvořily daleko dokonalejší dalekohled (tzv. Keplerův dalekohled). Toho Galileo využívá ke svému pozorování a v následujícím období dospěl k tolika objevům, které by dnes stačily na několik Nobelových cen. Hlavním přínosem těchto objevů byla podpora Koperníkova učení a formování náhledů na uspořádání vesmíru.

Nikdy bych nevyjmenoval všechny jeho úspěchy a proto se zde zmíním jen o těch nejvýznamějších. Pozorováním Měsíce například vyvrátil Aristotelovu představu o něm. Ten tvrdí, že Měsíc je naprosto hladká křišťálová koule. Galileo ale pozoroval měnící se délku stínů na rozhraní světlé a tmavé části planety v průběhu času a usoudil podle toho, že povrch je různorodý, podobný povrchu na Zemi. Odhadl pak i velikosti některých pohoří na 7 km. Dále vysvětlil tzv. fosforescenci tmavé části Měsíce. Ta je způsobena odraženými slunečními paprsky od Země. Je zajímavé, že tohoto objevu učinil už 100 let před ním Leonardo da Vinci, ale jeho objev byl zapomenut, jako řada jeho jiných objevů.

Pozorováním oblohy zjistil, že hvězd je daleko více, než vidíme zrakem. Odpověděl také na otázku o složení Mléčné dráhy, kdy ji rozlišil na jednotlivé hvězdy. Pozoroval jako jeden z prvních sluneční skvrny. O prvenství tohoto objevu se přel s německým fyzikem Schneiderem, strůjcem Keplerova dalekohledu.

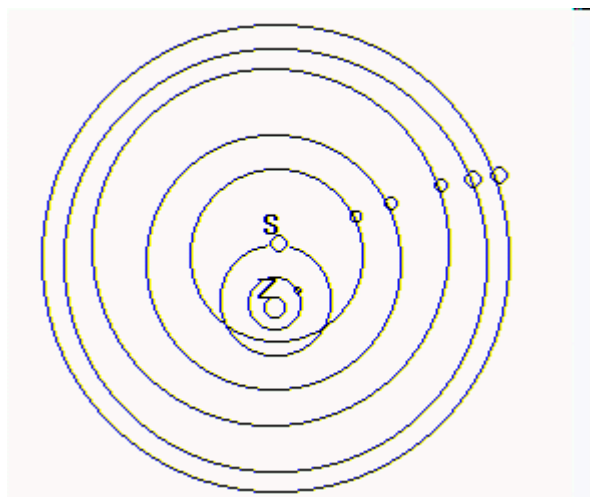
Následující dva objevy, o nichž se chci zmínit, jsou pro boj s církevními dogmaty nejvýznamější. Za prvé to bylo objevení Jupiterových měsíců. Původně se Galileo domníval, že se jedná o hvězdy, ale z dalších pozorování zjistil, že se jedná o souputníky (leží v jedné přímce, rovnoběžné s rovinou ekliptiky, pozdější nalezení čtvrtého měsíce atd.) a pojmenoval je Medicejské hvězdy. Tyto měsíce představovaly malý planetární systém, jaký učil Koperník. Nebyl to ale takový důkaz, který by distancoval Ptolemajovu představu uspořádání vesmíru. To se povedlo až při již zmiňovaném druhém objevu - objev fází Venuše. Z tohoto pozorování vyplývaly dva důsledky. Planety jsou chladná tělesa osvětlená Sluncem a podobná Zemi. To vedlo okamžitě k úvaze, že by i Země mohla být planeta. A za druhé došlo k vyvrácení Ptolemajova, neboť osvětlená část planety směřovala vždy jiným směrem, než by podle Ptolemajova uspořádání měla, zatímco Koperníkovu představu to opět potvrdilo.

Tím však věda stále nezvítězila. Církev uznávala totiž ještě jedno uspořádání, jí oblíbenější - Tychonovu soustavu. Ta se vyvrátit nedala, neboť byla úplně stejná jako Koperníková, ale viděná ze vztežného systému spojeného se Zemí (Země je středem soustavy, okolo ní obíhají Měsíc a Slunce, ostatní planety pak v této době pracoval Kepler na zákonech pohybu Marsu. Dva zákony pak zobecnil na všechny planety a přidal k nim ještě jeden (3 Keplerovy zákony) a teprve nyní byla s naprostou konečností potvrzena teorie heliocentrismu a Tychonova představa poražena.

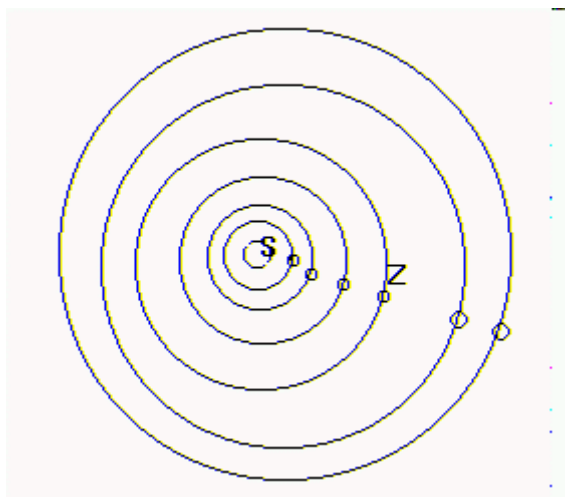
Jaké byly další osudy Galilea všichni víme. Snad přeci jen ale málo kdo ví, že byl souzen dvakrát. Poprvé v roce 1632, ale jednalo se spíše o papežovo pokárání, neboť Galilei měl velice dobré styky s římskou církví. Teprve druhé stíhání (1641) bylo takové, jak ho známe dnes. Vzniklo však z popudu papeže, který se cítil uražen Galileovým dílem zabývajícím se otázkami uspořádání vesmíru, kde, jak se papež domníval, byl napadán v dialozích, které vedly hlavní postavy, což papež špatně pochopil. Je tedy vidět, že se jednalo spíše o osobní spor a soud byl pouze záminka, jak se vědci pomstít.

Je ironií, že definitivní konec sporu Galilea s církví byl učiněn až v listopadu roku 1992.

Tychonova soustava



Kopernikova soustava



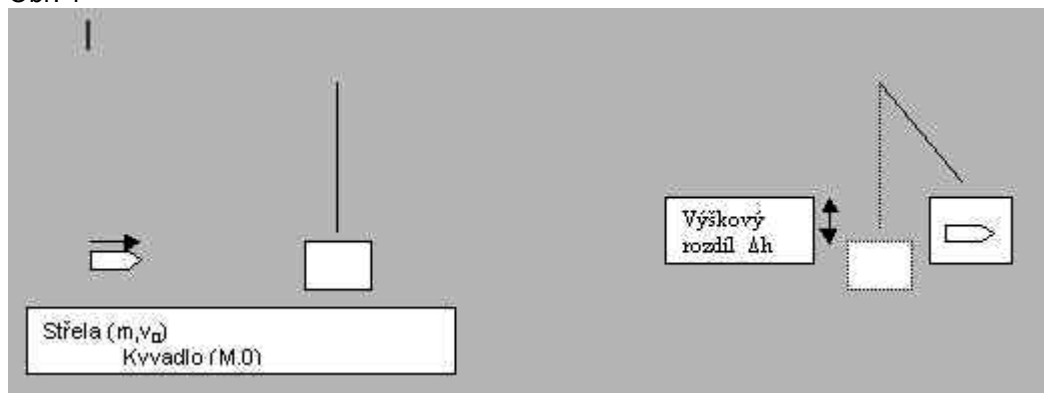


# Demonstrace praktického využití balistického kyvadla

Jošek R., Dvořák M., Novotný P.

Balistické kyvadlo je jednoduchý mechanismus používaný pro zjištění rychlosti střely. Základní postup při řešení úlohy od balistického kyvadla vychází ze zákona zachování hybnosti a zákona zachování energie. Tento postup je jednoduchý a notoricky známý, a proto bylo při demonstraci provedeno také odvození vztahů mezi rychlostí střely a výškou (úhlem) výkyvu provedeno pomocí zákona zachování hybnosti a Newtonových pohybových rovnic. Pro snadnou srozumitelnost je v tomto článku uvedena „základní“ varianta.

Obr. 1



$m$ =hmotnost střely (kg)

$v_0$ =rychlost střely těsně před nárazem (m/s)

$M$ =hmotnost kyvadla (kg)

$\Delta h$ =výškový rozdíl mezi klidovou polohou a maximálním vykývnutím kyvadla

$l$ =délka závěsu (m)

$\phi$ =úhel při max. výchylce kyvadla

Celková hybnost před srážkou

$$(1) p_1' = mv_0'$$

Celková hybnost těsně po nepružné srážce

$$(2) p_2' = (m+M)v_1'$$

Zákon zachování hybnosti

$$p_1' = p_2'$$

$$(3) (m+M)v_1' = mv_0'$$

Zákon zachování energie

$$(m+M)(v_1')^2 / 2 = (m+M)g\Delta h$$

$$(4) v_1' = (2g\Delta h)^{1/2}$$

Dosazením za  $v_1$  ze (4) do (3)

$$(5) v_0' = ((m+M)(2g\Delta h)^{1/2}) / m$$

Vzorce popisující závislost  $h$  na  $v_0$ , které uvažují odpor prostředí, jsou podstatně složitější. Jejich odvození bylo pouze nastíněno a nebylo probráno do detailu.

Základní otázky zněly:

1. Je možné realizovat funkční balistické kyvadlo?
2. Jaká bude jeho přesnost?

Abychom mohli tyto otázky zodpovědět, byla sestavena **pokusná soustava** s následujícími **parametry**:

- $m=5 \cdot 10^{-4}$  kg
- $M=0.142$  kg
- $l=0.78$  m
- $g=9.81$  ms<sup>-2</sup>
- materiál kyvadla: plastelína
- dvojitý závěs kyvadla
- pokusná zbraň : plynovka TAU-7, cal. 4.5mm
- střelivo Diabolo Match

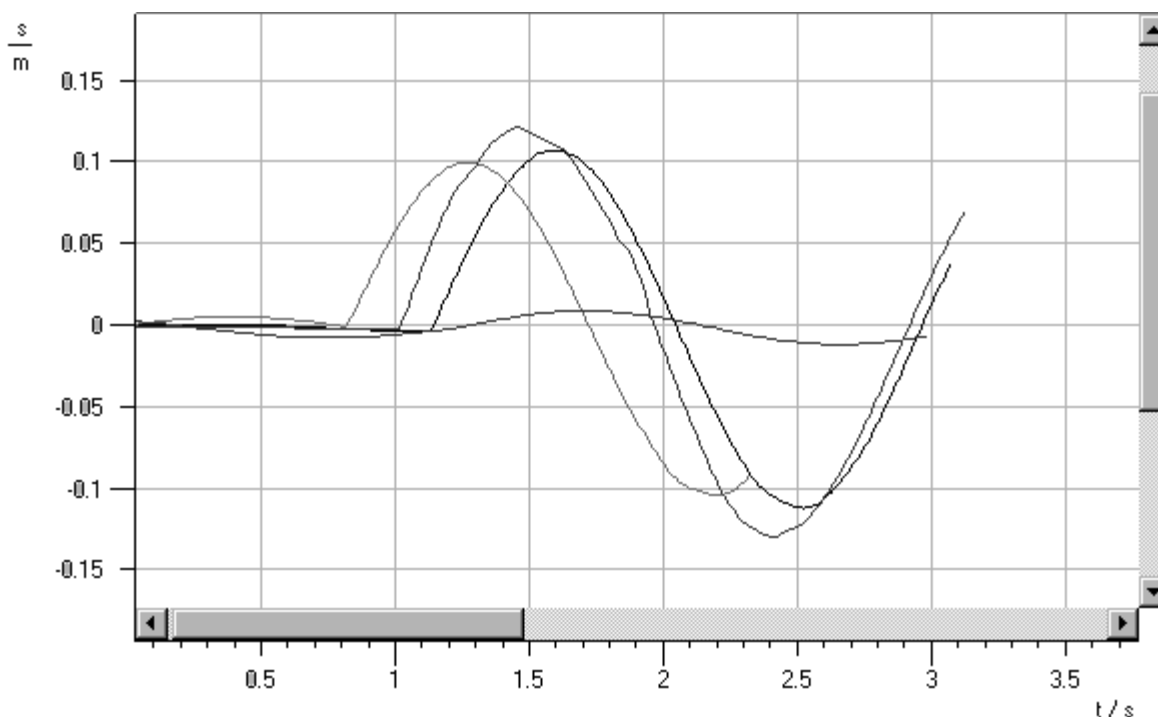
### Očekávané výsledky:

$V_0 \cong 100$  m/s (měřeno Českou zkušebnou zbraní a střeliva).

Pomocí CCD kamery umístěné kolmo k ose kyvu ve vzdálenosti asi 1.1 m byla měřena horizontální výchylka kyvadla. Z největší horizontální výchylky lze snadno spočítat úhel největší výchylky a tedy výšku, o kterou kyvadlo vystoupne.

Byly provedeny tři ostré výstřely, čtvrtý bez diabolky. Jeho pomocí byl ověřen minimální účinek výstřelových plynů na kyvadlo. Dosažené výsledky jsou zaznamenány v Grafu 1. Čtvrtému výstřelu přísluší graf s nejmenší výchylkou.

Graf 1- Horizontální výchylka kyvadla v závislosti na čase



Jelikož byly výsledky poměrně konzistentní, byl vypočten aritmetický průměr výchylky. Této průměrné výchylce odpovídá  $v_0=110\text{m/s}$ . Výsledky spočtené s použitím vzorců zahrnujících odpor vzduchu byly prakticky totožné s výsledky zanedbávajícími odpor prostředí. Zřejmě tedy došlo k systematické chybě, která ovlivnila výsledky asi o 10%. Příčinu této chyby se nepodařilo určit.

**Pozn:**

Při demonstraci balistického kyvadla byl použit k výpočtu rychlosti střely program Kyvadlo.exe. Program obsahuje matematické řešení problému pod označením matematický aparát. Program dále umožňuje provést výpočet rychlosti střely či výchylky kyvadla. Parametry kyvadla lze zadat (uloží se jako přednastavené do souboru Kyvadlo.dat). Parametry, vstupní a výstupní hodnoty jsou v základních jednotkách. Při výpočtu výchylky s odporem vzduchu je vhodné použít graficko-početní metodu.

**Závěr:**

Balistické kyvadlo dosáhlo poměrně slušné přesnosti, čímž bylo názorně předvedeno, že je skutečně možné tuto metodu měření rychlosti střel v praxi použít. Pokud bychom chtěli dosáhnout výsledků s větší vypovídací hodnotou, museli bychom provést alepoň 30-40 měření, což je při pouhém předvádění pokusu nereálné. Pro dosažení větší přesnosti by bylo nutné některé prvky ještě „doladit.“

# Kosmologická konstanta

Juránek Vojtěch

Má nějaké gravitační účinky vakuum? Co je to gravitace vakua? Jak tato otázka vznikla? Záhy po vytvoření obecné teorie relativity se Einstein pokusil vybudovat na jejím základě matematický model vesmíru. Bylo to ještě před Fridmanovými pracemi a před Hubbleovým objevem rudého posuvu spektrálních čar ve světle galaxií. Einstein byl v té době přesvědčen, že vesmír je stacionární. Aby dosáhl rovnováhy mezi gravitační silou, musel do svých rovnic zavést sílu odpudivou, která nezávisí na hmotnosti. Tato síla by pak mohla učinit vesmír stacionární. Zrychlení, které tato síla uděluje tělesům, je univerzální a nezávisí na hmotnosti tělesa, pouze na jeho vzdálenosti. Protože odpudivá síla nezávisí na hmotnosti druhého tělesa, dala by se vysvětlit tím, že po celém vesmíru je rovnoměrně rozložena neviditelná hmota, která na všechno gravitačně působí, nebo ještě lépe, že sám prostor hmotu odpuzuje. Konstanta úměrnosti, obdobná gravitační konstantě, se nazývá kosmologická konstanta a značí se řeckým písmenem  $\Lambda$ . K tomu, aby nastala rovnováha mezi gravitační silou a odpudivou silou, musí být kosmologická konstanta neobyčejně malá. V naší sluneční soustavě je odpudivá síla neměřitelná, nicméně na obrovské vzdálenosti se projevovat může.

Po objevu rudého posuvu ve spektrech galaxií a poté co Fridman vypracoval svou teorii, kde našel řešení gravitačních rovnic i bez kosmologické konstanty, došel Einstein k závěru, že se konstanta do rovnic zavádět nemá. Později to dokonce nazval největším omylem své vědecké kariéry.

Avšak tím historie kosmologické konstanty nekončí. Myšlenka na ni byla znovu oživena ve 30. letech, když bylo nutno vysvětlit nesoulad mezi odhadovaným stářím některých vesmírných objektů a stářím vesmíru, spočteným z Hubbleovy konstanty. Zavedení kosmologické konstanty do rovnic tento problém mohlo řešit. V 50. letech byla vytvořena současná teorie hvězdného vývoje a byly revidovány odhady Hubbleovy konstanty. Ukázalo se, že stáří hvězd je podle nové teorie v dobrém souladu s dobou rozpínání určenou revidovanou hodnotou Hubbleovy konstanty. Tím odpadla také nutnost zavádět kosmologickou konstantu do rovnic.

V roce 1967 došlo již k třetímu oživení myšlenky kosmologické konstanty. Tehdy byly totiž objeveny kvasary a jejich zvláštní vlastnosti. Zavedením odpudivé síly bylo možno vysvětlit např. takové vlastnosti, že zdánlivá jasnost kvasaru není závislá na jeho vzdálenosti. Nicméně poté, co se zjistilo, že byl chybný předpoklad, že absolutní jasnosti kvasarů jsou přibližně stejné, byla kosmologická konstanta z rovnic opět vypuštěna. Již potřetí...

Existence či neexistence kosmologické konstanty se již zdála být vyřešena. Avšak mezinárodní tým kosmologů učinil nedávno objev, který vysvětluje právě existenci odpudivých sil ve vesmíru. Tým došel podle časopisu Science ke svým závěrům na základě pozorování supernov třídy Ia, nacházejících se 7 až 10 miliard světelných let od Země. Výpočty ukázaly, že všech 14 explodujících objektů je od nás asi o 10 až 15 procent dále, než by mělo být (počítáno pro nejextrémnější případ, vycházející z toho, že ve vesmíru není dost hmoty na k výraznějšímu zpomalení expanze). Analýza rudého posuvu také potvrdila, že vzdálenější (a tedy starší) objekty se od nás vzdalují pomaleji. Kosmologové vysvětlují tyto skutečnosti působením antigravitační síly, která expanzi vesmíru urychluje (viz. LN z 10.4.1998). Ostatní vědci však zůstávají

skeptičtí. Podle dr. Jiřího Grygara mají informace zveřejněné mezinárodním týmem seriózní podklad, avšak z nich vyplývající závěry jsou poněkud odvážné. Situaci hodnotí citátem:

*"Nikdy nespěchej za tramvají, krásnou ženou nebo kosmologickou teorií. Za pět minut se objeví další."*

*J. Wheeler*

Literatura: Igor Novikov: Černé díry a vesmír, Mladá fronta, Praha 1989  
Akademie (příloha LN) z dne 10.4.1998

# Maxwellovo kyvadlo

Balazi P.

V prednáške som rozobral matematický model pohybu Maxwellovho kyvadla a následne som porovnal teoreticky vypočítané hodnoty z experimentálnym meraním. Teraz by som sa chcel vrátiť k niektorým hlavným bodom mojej prednášky.

Reálne kyvadlo (one je to vlastne obyčajné jojo) malo tvar zložený z dvoch guľových vrchlíkov, a bolo spojené valcom. Musel som vypočítať moment zotrvačnosti celého telesa a potom cez zákon zachovania energií (na jednej strane rovnice bola kinetická energia v najnižšom bode dráhy plus energia otáčavého pohybu, ktorá je rovná potenciálnej energii v najnižšom bode dráhy). Takýmto spôsobom som dostal teoretickú hodnotu pre moje kyvadlo, ktorá činila 1,407 m/s.

Toto jojo malo takéto parametre :

$$m = 0,03 \text{ kg}$$

$$h = 0,8 \text{ m (výška z ktorej sme púšťali)}$$

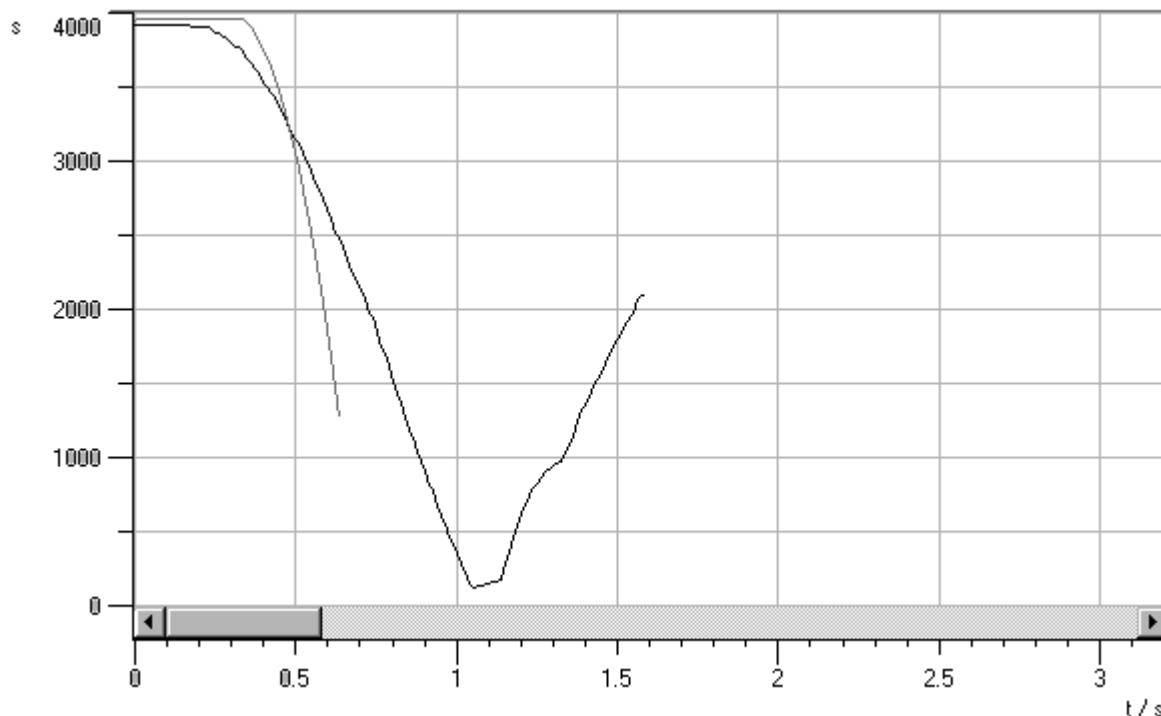
$$r = 0,01 \text{ m (polomer valca)}$$

$$R = 0,02 \text{ m}$$

$$v = 0,01 \text{ m (parametre vrchlíka)}$$

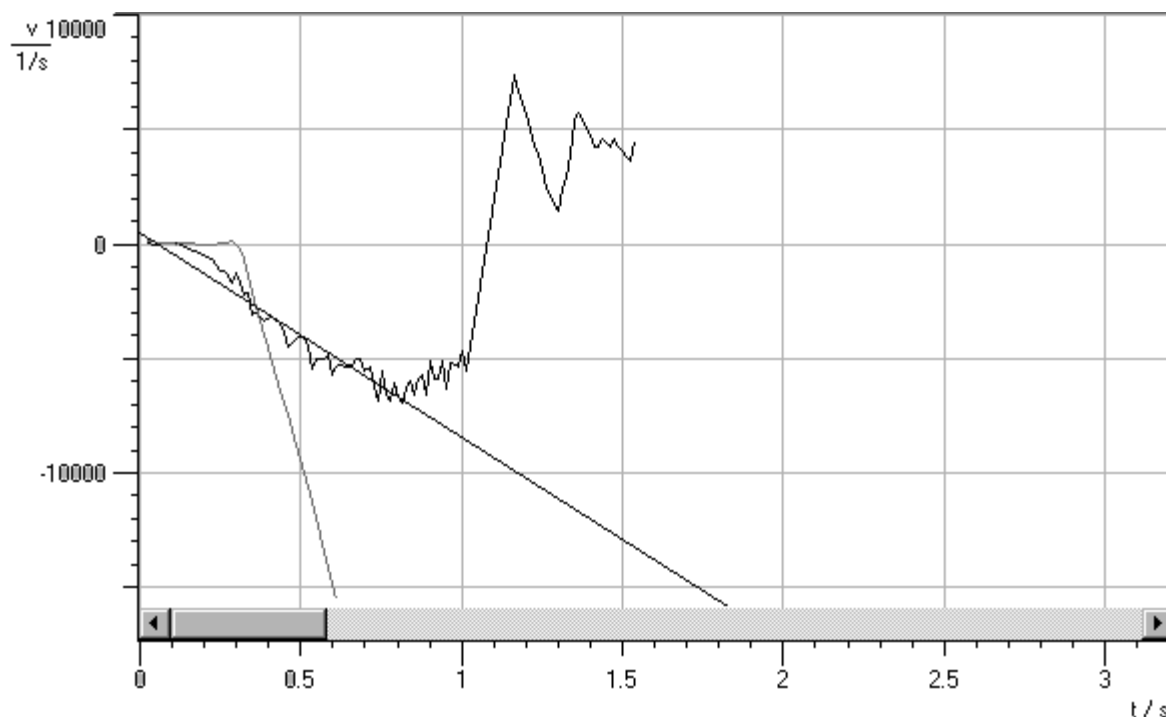
To by bolo v stručnosti asi všetko k teoretickému výpočtu. Teraz je na rade praktická časť. V grafoch ktoré sú priložené je možno vidieť časovú závislosť dráhy (graf č. 1) a závislosť rýchlosti (graf č. 2)

Graf č.1



Na grafe č. 1 je pekne vidieť ako sa menila výchylka v čase. Jednotky sú v sekundách a pixeloch. Tie budem musieť premeniť na metre, k tomuto vzťahu sa vrátim neskôršie. Vidím že pohyb prebiehal iba po určitý čas, ktorého zaznamenanie bude dôležité pre ďalší výpočet. Ďalej vidíme, že graf je určitým spôsobom "roztrasený" čo bolo spôsobené nehomogénnym materiálom, z ktorého je jojo vyrobené. Dochádzalo k roznyh osciláciám ktoré zapríčinili, že sila ktorou bol napínaný záves nebola konštantná a tým pádom dochádzalo aj k roznyh malým výchylkám. Tá "pekná" krivka je voľný pád. Túto sme potrebovali, pretože poznáme matematické vyjadrenie voľného pádu, z ktorého neskôršie odvodíme prevodový vzťah medzi metrami a pixelmi. Takže teraz už ľahko odčítame z grafu 1 čas po ktorý prebiehal dej (pohyb joja aj jeho voľný pád). Teraz prejdeme ku grafu č. 2.

Graf č.2



Tu najdeme extrémny ktoré zodpovedajú nami zisteným časovým okamihom kedy sa jojo začalo pohybovať a kedy dosiahlo svoju najnižšiu polohu. Tu zo známeho vzorca pre voľný pád zistíme rýchlosť  $v$  v m/s v zodpovedajúcom čase. No a pomer rýchlosti nameranej v najnižšom bode dráhy (je nutné poznamenať, že graf je posunutý a treba ho posunúť do bodu zo súradnicami 0,0) a rýchlosti voľného pádu vypočítanej v zodpovedajúcom čase od začiatku pohybu je nami hľadaný pomer. Platí :  $1 \text{ m/s} = 4383,23 \text{ p/s}$

Ďalej treba povedať, že uvedený pomer platí iba pre určitú vzdialenosť joja od snímacej kamery. Pri inej vzdialenosti sa zmení aj pomer. Ďalej už jednoducho odčítame z grafu namerané hodnoty pre pohyb joja a po prevedení zistíme, že nami vypočítaná rýchlosť sa líši od experimentu iba o 8 stotín.

# Jaderná elektrárna Temelín

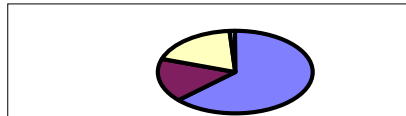
Mulačová Jarmila

1. Struktura výroby energie ve světě a u nás- perspektivy
2. Volba umístění jaderné elektrárny v Temelíně
3. Stavba a technické parametry JET
4. Bezpečnostní a ekologická hlediska

1. Světová roční produkce elektrické energie : asi 13200 Twh. Produkují elektrárny:

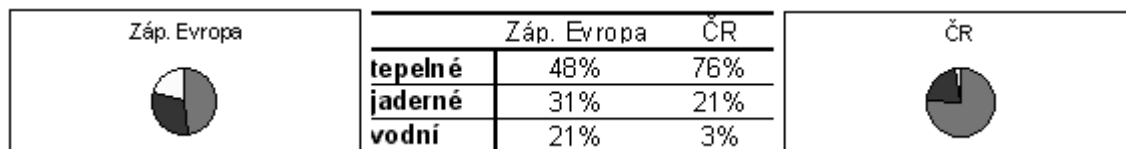
Obr. 1.

|                      |      |
|----------------------|------|
| tepelné              | 63 % |
| jaderné              | 17 % |
| vodní                | 19 % |
| geotermální a větrné | 1 %  |



(podíl ostatních zdrojů na výrobě pro spotřebitelskou síť je zanedbatelný). Struktura světové výroby energie je do značné míry ovlivněna velkými hydroelektrárnami v jižní Americe. Pro srovnání:

Obr. 2



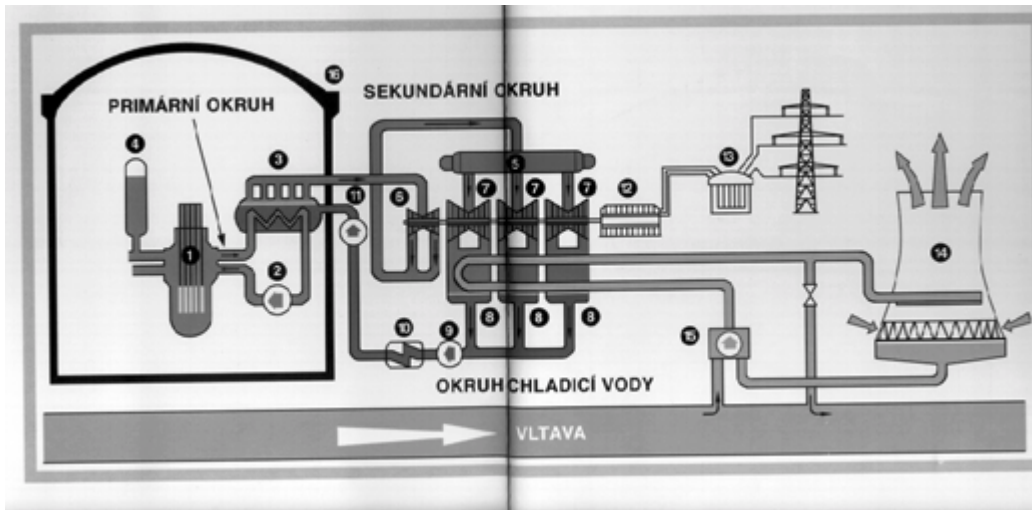
Vzhledem ke špatným podmínkám pro výstavbu vodních elektráren u nás je (kromě hledání alternativních obnovitelných zdrojů) nejekologičtějším i nejekonomičtějším řešením dostavba temelínské elektrárny. Úprava poměru produkce energie se tím perspektivně změní na: jaderné – 45%; tepelné – 45%; ostatní – 10%.

2. Volba lokality se řídila přísnými bezpečnostními předpisy MAAE a technologickými i ekonomickými požadavky:
  - zdroj vody
  - geologie lokality
  - optimalizace elektrizační soustavy
  - ekologické dopady, využitelnost odpadního tepla



3.

Obr 3. - JET podle (upraveného) projektu: 2 bloky, každý:



Tlakovodní reaktor třetí generace VVER 1000, vyrábějící tepelný výkon 3000 MW, což zajistí prostřednictvím 4 parogenerátorů pohon turboalternátoru o elektrickém výkonu 1000 MW.

Každý reaktor s primárním okruhem je obklopen masivní hermetickou ochrannou obálkou – kontejnmentem (Ø 45m, výš. 38m)

Tlaková nádoba reaktoru (Ø 4,5 m, výška 10,9 m, tl. stěny 193 mm).

Hmotnost reaktoru bez chladiva: 800 t, počet palivových kazet: 163, proutků v kazetě: 312, regulačních tyčí: 61.

Obohacení paliva: 5% U235, vsázka UO<sub>2</sub> : 92 t.

Parogenerátor vyrobí 1470 t páry za hodinu, tlak 6,3 Mpa, teplota 279°C.

Chladicí věže: výška 155 m, Ø v koruně 83 m, tloušťka pláště od 18 cm, rotační hyperboloid.

4.

#### BEZPEČNOSTNÍ HLEDISKA

5 úrovní ochrany reaktoru

Výběr lokality

Diagnostická a informační zařízení

Mnohonásobný havarijní systém

Profesionalita obsluhy

#### EKOLOGICKÁ HLEDISKA

Odpady při provozu

Vyhořelé palivo

Vliv tepla na klima lokality

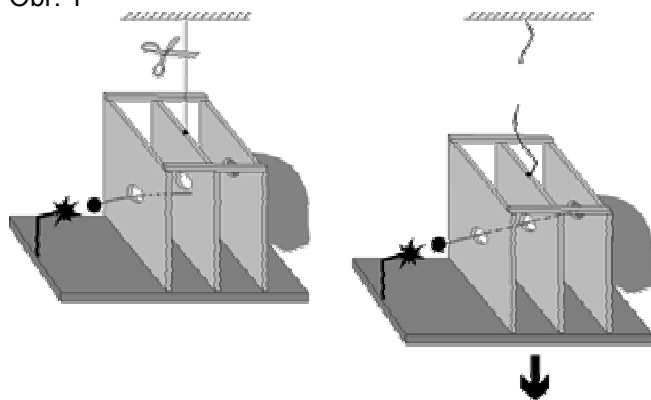
Radioaktivita

# Platnost Archimedova zákona ve stavu beztíže

Bureš P., Ptáček J.

Jak získáme pole s nulovou gravitací: Užijeme principu ekvivalence, kdy je hmotnost gravitační a setrvačná při vhodné volbě jednotek. V Newtonově gravitačním zákoně se setrvačná hmotnost pokráčí s gravitační hmotností tělesa (pro volný pád:  $m_s d^2y/dt^2 = m_g g$ ), všechna tělesa se budou pohybovat po stejných trajektoriích. Proto v malé volně gravitující kleci (např. padající láhev) se budou chovat jako ve stavu bez tíže a naopak v urychlované kleci se chovají jako v tíhovém poli. Jde o tzv. Lokální inerciální systém. Nejlépe se toto dá pochopit například na tzv. Harold – Waagově experimentu. Představme si propojené rovnoběžné desky s otvory na přímce. K první desce je připojeno zařízení vrhající kuličku. Je-li zařízení v klidu, neprojde kulička až nakonec otvorů díky tíhovému poli, působící na kuličku. Přestřihneme-li závěs a zařízení začne padat volným pádem, projde kulička až na konec.

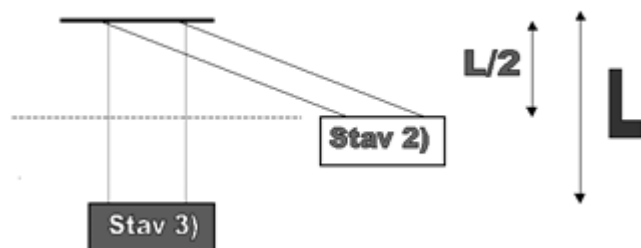
Obr. 1



Použili jsme však trochu konstrukčně odlišné zařízení. Naši soustavu jsme umístili na kyvadlo 4- závěsy tak, aby byla nestále rovnoběžně se zemí. Tak jsme získali 3 stavy soustavy-

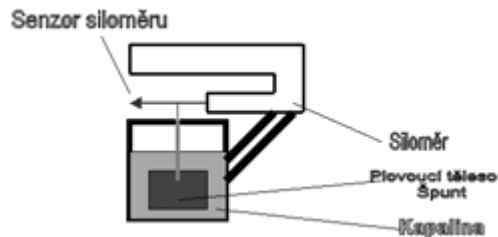
- 1) soustava je v klidu a tělesa v soustavě se nacházejí v tíhovém poli s tíhovým zrychlením  $g$ .
- 2) soustava je spuštěna a pohybuje se s tíhovým zrychlením  $g$  vzhledem k zemi. V počáteční fázi kmitu se tělesa v soustavě nacházejí v tíhovém poli s tíhovým zrychlením  $\rightarrow 0$ .
- 3) soustava prochází nejnižším bodem, opisuje kruhový pohyb s dostředivým zrychlením  $2g$ , proto se tělesa v soustavě budou nacházet v poli s tíhovým zrychlením  $3g$ .

Obr. 2



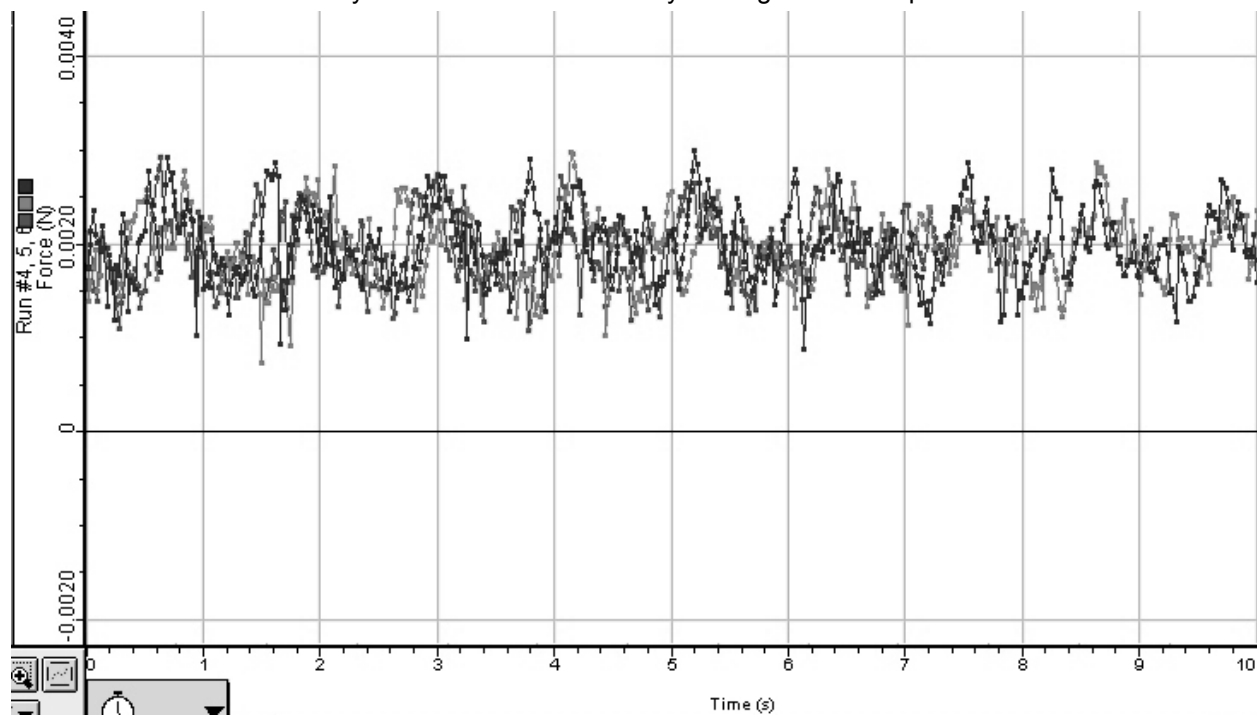
V těchto rozličných stavech soustavy jsme měřili vztlakovou sílu, působící na plovoucí těleso v kapalině. Jako plovoucí kapalinu jsme použili slanou vodu s hustotou  $\rho$ . Korkový špunt s objemem  $V$ , hmotností  $m$ . Vztlakovou sílu jsme snímali siloměrem.

Obr. 3



Tuto soustavu jsme nechali několikrát kývnout a měřili jsme vztlakovou sílu. Splnily se předpoklady, že Archimédův zákon platí a ve stavu beztíže, a to tak, že vztlaková síla je nulová, jelikož těleso je nadnášeno silou o stejné velikosti, jako tíha kapaliny o stejném objemu, jako je ponořená část kapaliny.

Obr. 4 – Průběh vztlakové síly v závislosti na tíhovém zrychlení gravitačního pole



Pozn: Lokální maxima odpovídají stavu soustavy s tíhovým zrychlením  $3g$ .

# Schrödingerova kočka

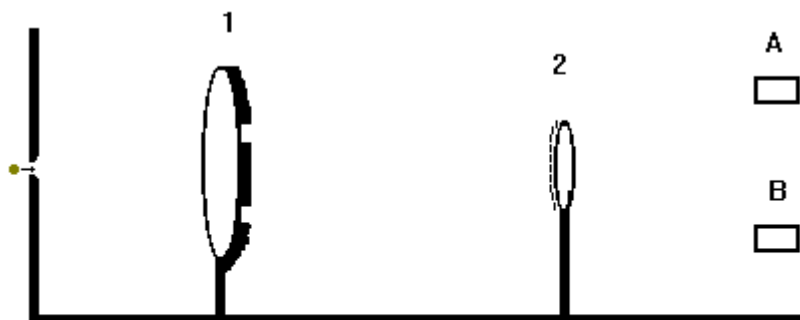
Hanzlík F.

Poprvé bylo o slavném kočičím paradoxu pojednáno ve vědeckém článku v roce 1935 v časopise Die Naturwissenschaften. Sám Einstein jej považoval za nejhezčí způsob jak vyjádřit, že vlnová teorie není úplným popisem skutečnosti. V současnosti bývá Kočičí paradox zmiňován ve spojení s EPR argumentem, avšak na rozdíl od něho se Kočičí paradox nepodařilo vyřešit k obecné spokojenosti.

Základní představa tohoto myšlenkového experimentu je v podstatě velmi jednoduchá. Podle původního Schrödingerova návrhu postačí, představíme-li si krabici, která obsahuje radioaktivní látku, detektor zaznamenávající přítomnost radioaktivních částic (např. Geigerův počítač), skleněnou láhev s jedovatým plynem (např. kyanovodík) a konečně živou kočku. Aparatura v krabici je sestavena tak, aby byla právě padesáti procentní šance, že detektor zaznamená částici. Pokud se tak stane, láhev s plynem se rozbije a kočka uhynie, pokud ne, kočka zůstává na živu. Radioaktivní rozpad ale nelze předpovědět ani statisticky, je zcela náhodný. A tak pokud chceme zjistit výsledek pokusu, musíme krabici otevřít a podívat se dovnitř. Podle kodaňské interpretace, jevy se stejnou pravděpodobností vytvoří superpozici stavů, a tak dokud se do krabice nepodíváme je v ní radioaktivní vzorek, který se rozpadl i nerozpadl, láhev s plynem, která je i není rozbitá a kočka, která je i není živá a je i není mrtvá a až v okamžiku, kdy se do krabice podíváme se stane jeden stav skutečností. Docela zajímavá představa, že ano. Představit si např. elektron, který je i není tady a je i není jinde, to je jedna věc. Ale něco takového jako kočka, to už je na představu trochu složitější. Schrödinger tento příklad vymyslel právě proto, aby dokázal, že ve striktní kodaňské interpretaci je chyba. Vždyť je naprosto jasné, že kočka nemůže být současně živá i mrtvá. I když, je to snad jasnější než, že elektron nemůže být současně jak částicí tak i vlnou? A zde je kámen úrazu, zdravý rozum. Protože jediné co víme o kvantovém světě spolehlivě je, že nemáme věřit zdravému rozumu. Máme věřit jen tomu co lze pozorovat, nebo zachytit přístroji. Z toho nám vyplývá, že pokud odmítneme kodaňskou interpretaci (a s ní i živou - mrtvou kočku), můžeme se dostat k docela zajímavým závěrům.

Jeden z nich je například pohled pana Johna Wheelera. Jeho pokus se nazývá "pokus s odloženou volbou" a je snad tím nejparadoxnějším, co kdy bylo ve spojení s kvantovou teorií vytvořeno.

Obr. 1



1 - spojka    2 - rozptylka  
A,B - detektory

Jakmile první štěrbínou projde jeden foton, pozorovatel se rozhodne, zda nechá čočku č.2 zakrytou (a tudíž uvidí difrakční obrazec) nebo ji odkryje a zjistí, kterou štěrbínou foton prošel, čili skutečnost závisí na tom co pozorujeme a jak to pozorujeme. A odtud lze dojít až k tomu, že vesmír dostal svou "skutečnost" (tedy i historii a současnost) až v té chvíli, kdy ho začali pozorovat inteligentní pozorovatelé, a tito pozorovatelé určují i jeho další vývoj.

Další z možný závěrů je teorie pana Hugha Everetta. Everett vzal rovnice kvantové mechaniky a striktně se jich držel. Tak se dostal k docela zajímavému závěru. Skutečné budou obě události, ale vesmír se jako součást superprostoru a superčasu rozštěpí na dva. V jednom je kočka živá, v druhém zemřela. Tento systém je nezávislý na pozorovateli, jde jen o to, že v každém vesmíru pozorovatel naměří jen jeden z možných výsledků.

Na závěr už snad jen citát, který pronesl pan Schrodinger poté co zjistil, že zavedení vlnové teorie do kvantového světa není žádným zjednodušením, ba naopak.

*„Celé se mi to nelíbí a lituji, že jsem s tím vůbec kdy měl něco společného.“*

*Schrödinger*

# Perspektivy pilotovaných letů do vzdáleného vesmíru

Šlajs B.

Přestože je problematika meziplanetárního cestování neobyčejně složitá a její pochopení v celé šíři vyžaduje obsáhlé znalosti z mnoha oborů, pokouším se v této práci shrnout základní problémy a nastínit způsoby jejich řešení.

Zpracovány jsou tyto náměty:

**Pohyb umělých těles po Sluneční soustavě**

**Raketové motory**

**Vliv dynamiky letu na člověka**

**Konstrukce planetoletů**

**Posádka**

**A co dál**

Pohyby těles ve Sluneční soustavě jsou řízeny především zákony klasické mechaniky. Aby těleso opustilo sféru gravitačního vlivu Země, musí vyvinout rychlost minimálně 11,2 km/s, přitom může částečně využít rychlosti, s níž se Země pohybuje kolem Slunce. Vhodné je startovat v určitých časových obdobích, která jsou nazývána startovacími okny, kdy jsou nároky na počáteční rychlost sondy minimální. To platí zvláště v současné době, kdy chemické motory nedovolují udělit raketám větší rychlost. Jsou však vyvíjeny tzv. motory fyzikální, jež by umožnily zkrátit dobu letu na méně než jednu třetinu ( např. pro trasu Země-Mars-Země z původních 973 na 297 dní ).

Částí, která nejvíce ovlivňuje konstrukci rakety a scénář letu je raketový motor. K jeho základním vlastnostem patří výtoková rychlost plynů (m/s) a tah (N). Výtoková rychlost je dána konstrukcí motoru a vlastnostmi paliva ( či pracovní látky ), tah motoru je roven součinu výtokové rychlosti a vteřinové spotřeby paliva.

Chemické motory mají sice dostatečný tah ( řádově MN ) i poměrně lehkou konstrukci, ale výtoková rychlost ( kolem 3 m/s ) je příliš malá pro účely efektivního cestování po Sluneční soustavě.

Vyvíjené fyzikální motory však mají mít výtokovou rychlost až 300 km/s, což umožní: zmenšit poměr hmotnosti paliva a hmotnosti užitečného zatížení, zvýšit konečnou rychlost rakety danou vztahem

$$v = w \cdot \ln (m_s/m_k) , \text{ kde}$$

w je výtoková rychlost plynů,  $m_s$  startovní a  $m_k$  konečná hmotnost rakety. Nejperspektivnější se zdají být motory plazmové, u nichž je pracovní látka ve formě iontů urychlována silným magnetickým polem.

V souvislosti s plánovanými lety je třeba se zabývat vlivem dynamiky letu na zdravotní stav posádky. Vzhledem k tomu, že je člověk adaptován na pozemskou tíži, uvažuje se o trvalé gravitaci stejné velikosti panující v kosmických lodích. Ta by byla způsobena nepřetržitým tahem motorů. Je však možné, přihlédneme-li k dosavadním obtížím při konstrukci takových motorů, aby posádka strávila až rok v nulové gravitaci.

Meziplanetární loď v sobě jistě sloučí všechny vymoženosti kosmické i jiné techniky. Základem pohonných a energetických systémů bude pravděpodobně výkonný jaderný reaktor, jehož užití si vyžádá dokonalé stínění obytných prostor. To musí zároveň zajistit ochranu posádky před kosmickým zářením.

Pokud bude vyvinut dostatečně silný fyzikální raketový motor, nebude nutné, aby byly palubní systémy plně soběstačné (tedy nebude třeba uzavřeného ekologického cyklu vody, kyslíku a potravin). V opačném případě (nebo při plánování delších cest např. k vnějším planetám) se však bez takového systému pravděpodobně neobejdeme. Bude též vhodné zajistit dostatečný obytný prostor pro každého ze členů posádky, uvažuje se o 16 – 19 m<sup>3</sup>.

Výběr samotné posádky bude poměrně složitý a bude jej ovlivňovat řada faktorů jako délka a cíle letu, nosnost kosmické lodi apod. Pro průzkum Marsu se obvykle počítá s monosexuální sedmičlennou posádkou tvořenou dvěma piloty, palubním inženýrem, doktorem, biologem, geologem a fyzikem. Bude však nutné, aby se členové pilotního a vědeckého týmu vzájemně zastupovali, a aby spolupracovali jak při řízení letu, tak při provádění výzkumu.

Přestože na posádce číhají četná nebezpečí a obtíže, jako zdravotní komplikace, úrazy, technické závady, deprese a další, shodují se odborníci na tom, že dobře připravení a vycvičení lidé by měli absolvovat cestu na jinou planetu a zpět se zdarem.

Je tedy zřejmé, že se člověk k planetám vydat může, avšak pravděpodobně až v době, kdy bude vyzkoušen fyzikální způsob pohonu kosmických lodí.

# Velké detekční systémy ve fyzice částic

Vyoral Zdeněk

Asi nejbouřlivěji se rozvíjející se partií fyziky je v současné době fyzika částic. Současná fyzika částic se orientuje na doplnění některých parametrů a neúplností standardního modelu - ten spolu s kvantovou chromodynamikou vytváří dobrou představu o vývoji vesmíru a jeho stavbě.

V praxi se však jedná o hledání těžkých částic, jejichž klidové energie se pohybují v řádu GeV a jejichž rozměry v řádech  $10^{-18}$  -  $10^{-19}$  metru - ( jen pro srovnání poloměr atomu je asi 1 angstrém - tj.  $10^{-10}$  metru ). Z tohoto důvodu se staví stále větší a větší urychlovače částic, schopné dosáhnout v místě interakce energií v řádech několika TeV.

V současné době byla již postavena řada urychlovačů, připomeňme alespoň :

- urychlovač TEVATRON ve Fermiho národní laboratoři v USA ( srážky proton - antiproton o energii 1,8 TeV)
- urychlovač HERA v Hamburku ( srážky elektron - positron  $E = 820$  GeV)
- a urychlovač LEP v Cernu (srážky elektron - positron  $E = 180$  GeV)

Na témže místě se však v současnosti staví gigantický urychlovač LHC ( srážky proton - proton  $E = 14$  TeV a srážky urychlených jader olova  $E = 1150$  TeV).

V těchto urychlovačích lze navodit extrémní tlaky a teploty, které ve vesmíru panovaly nedlouho po jeho vzniku - a tak alespoň malinko poodhalit roušku tajemství. S gigantickým urychlovačem LHC by se to možná mohlo podařit. Pomocí tohoto urychlovače můžeme dokonce navodit stavy v nichž se vesmír nacházel pouhých  $10^{-43}$  vteřiny po svém vzniku a posunout tak pouhé dohady do vědecké roviny. To je však ještě stále hudba velmi vzdálené budoucnosti.

Uvidíme, zda se to podaří !?



# Kvantové počítače

## Létal V.

- I. Vývoj a současné potíže klasických počítačů.
- II. Vlastnosti kvantových počítačů a odlišnosti od klasických počítačů.
- III. Využití kvantových počítačů.
- IV. Fyzická realizace nosiče qubitu.
- V. Co brání rozšíření kvantových počítačů?

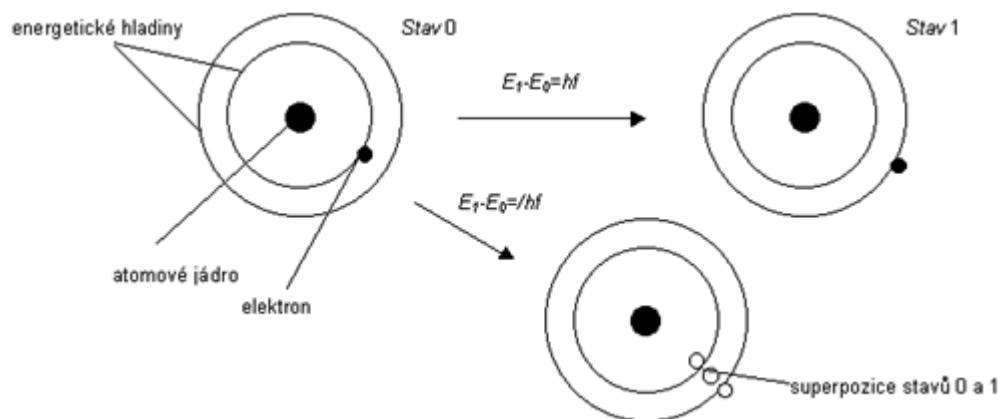
- I. Vývoj a současné potíže klasických počítačů.

Snad žádná oblast vědy neprodělala v průběhu půlstoletí tak závratný vývoj jako oblast počítačových technologií. Stačí, když uvážíme, že každé dva roky dochází k dvojnásobnému zrychlení a zároveň miniaturizaci. Nasnadě je otázka, jestli existuje vůbec nějaká hranice tohoto vývoje. Domnívám se, že žádný z prognostiků by neměl tolik odvahy, aby na tuto otázku odpověděl kladně. Jisté však je, že klasické počítače se za určitou dobu při pokračující miniaturizaci dostanou až na úroveň mikrosvěta. Co to bude znamenat? Jak víme, při popisu jevů na úrovni atomů a molekul ustupují zákony makrosvěta do pozadí a uplatňují se zákony kvantové. Právě těchto zákonů využívají kvantové počítače.

- II. Vlastnosti kvantových počítačů a odlišnosti od klasických počítačů.

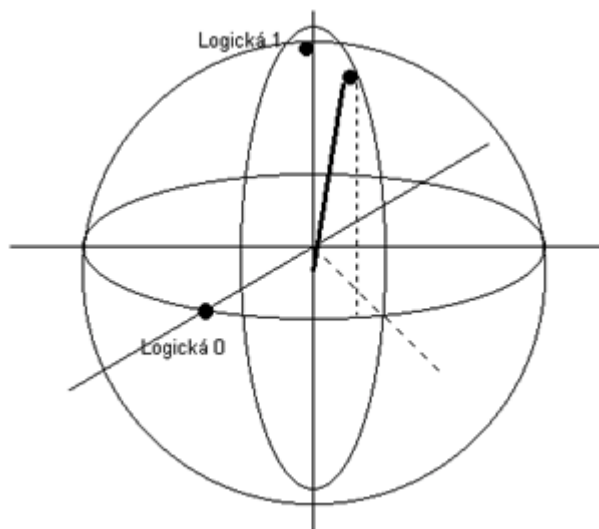
Principiální rozdíl mezi klasickými a kvantovými počítači je v rozdílu realizace informačních elementů. Informace se totiž v kvantových počítačích nerealizují pomocí bitů, jakožto dvouhodnotových proměnných (0 a 1), ale pomocí tzv. kvantových bitů neboli qubitů. Základní rozdíl bitu a qubitu spočívá v tom, že qubit je libovolnou „lineární kombinací“ základních stavů neboli jejich superpozicí. Superpozice vyplývají z kvantových zákonů a je to určité složení základních energetických stavů elektronů v atomovém obalu. Částice se totiž nemusí vyskytovat pouze v základních stavech, ale může být libovolně superponována z těchto stavů. Nemá pak smysl mluvit o vlastní energii částice, lze pouze zjistit pravděpodobnost, s jakou se bude při měření nacházet v daných základních energetických stavech, ze kterých je superponována.

Obr. 1



Qubit si lze také představit jako bod na povrchu koule, který je zadán ve sférických souřadnicích pomocí úhlů  $\theta$  a  $\phi$ .

Obr. 2



superpozice  $\alpha + \beta$  :

$$\alpha = \sin(\theta)$$

$$\beta = \cos(\phi)$$

bitu odpovídá :  $\phi=0$ ,  $\theta=90$

$\alpha=0$ ,  $\beta=1$  (klasická 0 a 1)

### III. Využití kvantových počítačů

Mohlo by se zdát, že kvantové počítače jsou pouze důsledkem miniaturizace. Důvod, proč se uvažuje o kvantových počítačích je však docela jiný. Ukazuje se, že kvantové počítače dokážou řešit určité problémy pomocí daleko rychlejších algoritmů než počítače klasické. Tento fakt vyplývá ze samotné podstaty qubitu.

#### **Některé úlohy, které dokáže řešit kvantový počítač efektivněji než klasický :**

tabulka čísel : Máme rozsáhlou tabulku čísel (řádově  $10^6$ ) a pro každé číslo máme provést určitou, časově velice náročnou operaci. Pokud by úlohu řešil klasický počítač, musel by operaci provést pro každé číslo zvlášť. Pokud bychom však použili kvantový počítač a na vstup bychom předložili lineární kombinaci všech prvků, pak by kvantový počítač provedl jednu operaci a jako výsledek bychom obdrželi opět lineární kombinaci, „zákódovanou“ stejným pravidlem, jaké jsme použili na začátku.

Faktorizace : Máme dvě velká prvočísla (řádově 1000 platných míst) a tyto dvě vynásobíme. Počítač má za úkol určit, která dvě prvočísla to byla.

pozn : této neschopnosti klasických počítačů se využívá v armádě a bankovníctví v tzv. veřejných šifrách, kdy pouze člověk znalý příslušného prvočísla může dekodovat veřejně přístupnou informaci

#### IV. Fyzická realizace nosiče qubitu

V souvislosti s kv. počítači se uvažuje o tzv. “uvězněných studených iontech” (angl. cold trapped ions) vázaných v lineární mřížce, jež konají kvantově oscilační pohyb. Pomocí laserového chlazení je iontům odebírána kmitavá energie, takže se mohou vyskytovat pouze v základních stavech. Dále lze pomocí řízeného laserového paprsku měnit stav qubitů (převod do jiných energetických stavů). Při dodané energii menší nebo větší energii potřebné k přechodu do jiného energetického stavu dojde k uvolnění zvukového kvanta (fononu), což zprostředkuje přenos informace k dalšímu iontu.

#### V. Co brání rozšíření kvantových počítačů?

- energii (informaci) částice lze určit pouze probabilisticky : lze řešit vícenásobným opakováním měření
- nemožnost určení mezivýsledků : při měření se ztrácí superponovaná energie částice, která tak přejde do jednoho z kvantových stavů
- nemožnost dokonalé izolace kvantového systému od rušivých vlivů okolí : je to největší problém (u klasických počítačů existuje rušení také, v podobě elektromagnetického , ale 0 od 1 dělí 5V, u kvantových počítačů je to nepatrná energie). Tento problém by se dal řešit pomocí principu redundance (informace se přenáší v nadbytečném počtu qubitů).

xletal1@br.fjfi.cvut.cz

# Odvození Newtonových zákonů ze zákonů Keplerových

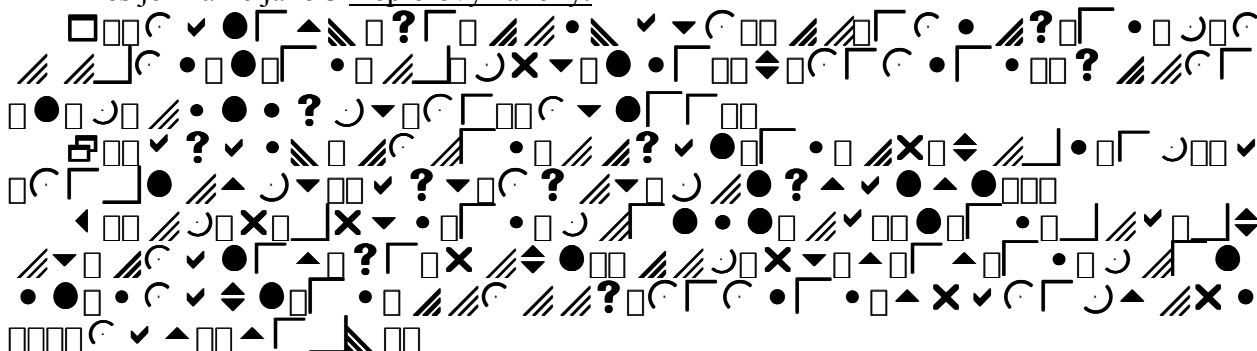
Klečka Libor

Isaac Newton byl první, kdo kdysi pochopil, že síla, která způsobuje pád těles na zem, také udržuje planety na jejich oběžných trajektoriích kolem Slunce. V roce 1687 Newton ve své knize *Principia* dokázal, že planety obíhají kolem Slunce, protože existuje síla s velkým dosahem (přitažlivost), která je přitahuje ke Slunci. Newton také dokázal, že velikost této síly závisí na hmotnostech obou těles a vzájemné vzdálenosti.

Newton si prý uvědomil velkou důležitost gravitace v roce 1666, když ve své zahradě uviděl, jak jablko spadlo ze stromu. Napadlo ho, že síla, která způsobila, že jablko spadlo ze stromu na zem není omezena na určitou vzdálenost od Země, ale že tato síla určitě působí mnohem dále, než si lidé myslí. Došel k názoru, že jestli působí třeba i k Měsíci, určitě ovlivní i jeho pohyb.

Newton byl přesvědčen, že gravitační síla klesá se čtvercem vzdálenosti. Tuto myšlenku ale bylo zapotřebí experimentálně ověřit. K tomu Newton použil výsledky německého matematika a astronoma Johanna Keplera. Ten na základě studia oběžné trajektorie Marsu sestavil zákony pohybu planet.

Dnes je známe jako 3 Keplerovy zákony:



$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Isaac Newton poté podal teoretické vysvětlení Keplerových objevů. Vyjdeme ze znalosti zákona pro dostředivou sílu.

$$F_g = F_d = m_p \frac{v^2}{r} = m_p \omega^2 r = \frac{4\pi^2 m_p r}{T^2}$$

Nyní vyjdeme z druhého Keplerova zákona, který je vlastně zákonem zachování momentu hybnosti, a vypočteme obsah elipsy.

$$S = wT = \frac{l}{2m_p} T = \pi ab \quad , \text{ kde } \underline{w} \text{ je plošná rychlost a}$$

$$a = \frac{p}{1 - e^2} = \frac{\alpha}{2|E|}$$

$$b = \frac{p}{\sqrt{1 - e^2}} = \frac{l}{\sqrt{2m|E|}} = \frac{l\sqrt{a}}{\sqrt{m\alpha}}$$

Do vzorce pro obsah elipsy dosadíme za vedlejší poloosu **b** a vyjádříme periodu **T**.

$$T = \frac{2\pi abm_p}{l} = \frac{2\pi al\sqrt{a}m_p}{\sqrt{m_p}\sqrt{\alpha}l} = \frac{2\pi\sqrt{a^3}\sqrt{m_p}}{\sqrt{\alpha}}$$

Nyní uvažujeme, že hmotnost Slunce je zdaleka větší než hmotnost obíhající planety, tu si pak můžeme dovolit zanedbat a Slunce budeme považovat za nehybné. Poté můžeme dosadit za  $\alpha$ , kde  $\alpha = \kappa M_s$ . Celou rovnici poté umocníme a dostáváme vztah pro  $T^2$ .

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{\kappa M_s} a^3, \text{ kde } \frac{4\pi^2}{\kappa M_s} \text{ uvažujeme jako koeficient společný pro všechny}$$

planety. Z tohoto vztahu bychom lehce mohli odvodit 3. Keplerův zákon. Pouze bychom museli porovnávat tento vztah pro dvě různé planety. My ale za  $T^2$  dosadíme do původního vzorce pro odstředivou sílu.

$$F_g = \frac{4\pi^2 m_p r \kappa M_s}{4\pi^2 a^3} \Rightarrow F_g = \kappa \frac{m_p M_s r}{a^3}$$

V prvním Keplerově zákoně se praví, že se planety pohybují po elipsách, které ale mají malou výstřednost. Trajektorie planet se tedy velmi podobají kružnicím. Nyní si dovolíme určité zjednodušení celého problému a budeme považovat trajektorii planety za kružnici. Jelikož víme, že hlavní poloosa  $a$  vlastně odpovídá průměrnému poloměru elipsy, dovolíme si za ni dosadit do rovnice poloměr kruhové dráhy  $r$ . Dostáváme tedy vztah:

$$F_g = \kappa \frac{m_p M_s}{r^2}$$

Odtud obecně pro jakákoli dvě tělesa dostaneme známý vztah pro gravitační sílu:

$$F_g = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

**Síla klesá se čtvercem vzdálenosti!!!**

Abychom znali gravitační zákon v úplnosti musíme ještě určit gravitační konstantu  $\kappa$ . Je zapotřebí změřit sílu, kterou Země přitahuje známá tělesa na svém povrchu a známe-li  $R_z, M_z$  a  $g$ , dostaneme gravitační konstantu ze vztahu:

$$\kappa M_z = g R_z^2$$

Nejtěžší bylo určit hmotnost Země. To se poprvé povedlo poměrně přesně až anglickému fyzikovi Henrymu Cavendishovi v roce 1797, který k pokusu použil **torzní váhy**.

Při popisu v polárních souřadnicích vyjdeme z prvních dvou zákonů.

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi}$$

$$w = \frac{1}{2} r^2 \dot{\varphi} = B = konst. \Rightarrow A = 2B = r^2 \dot{\varphi} = konst$$

Pro složky zrychlení dostáváme:

$$a_{\varphi} = 2\dot{r}\dot{\varphi} + r\ddot{\varphi} = \frac{1}{r} \frac{d}{dt} (r^2 \dot{\varphi}) = \frac{1}{r} \frac{d}{dt} A = 0$$


---

$$a_r = \ddot{r} - r\dot{\varphi}^2$$


---

Zrychlení planety má tedy pouze složku  $\underline{a}_r$  na spojnici planety a Slunce, kterou teď určíme.

$$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow dt = \frac{d\varphi}{\dot{\varphi}}$$

$$\dot{r} = \frac{dr}{d\varphi} \dot{\varphi} = \frac{dr}{d\varphi} \frac{A}{r^2} = -A \frac{d}{d\varphi} \left( \frac{1}{r} \right)$$

Nyní vyjdeme ze vztahu  $r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi}$  a dosadíme.

$$\dot{r} = -A \frac{d}{d\varphi} \left( \frac{1 + e \cos \varphi}{p} \right) = -\frac{A}{p} \frac{d}{d\varphi} (1 + e \cos \varphi) = \frac{Ae \sin \varphi}{p}$$

$$\ddot{r} = \frac{d^2 r}{dt^2} = \frac{Ae}{p} \dot{\varphi} \cos \varphi = \frac{Ae}{p} \frac{A}{r^2} \cos \varphi = \frac{A^2 e}{pr^2} \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{\frac{p}{r} - 1}{e} = \frac{p - r}{er}$$

$$\ddot{r} = \frac{A^2 e}{r^2 p} \frac{p - r}{er} = \frac{A^2}{r^2} \frac{p - r}{rp} = \frac{A^2}{r} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{p} \right)$$

$$a_r = \ddot{r} - r\dot{\varphi}^2 = \frac{A^2}{r^2} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{p} \right) - r \frac{A^2}{r^4} = \frac{A^2}{r^2} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{p} - \frac{1}{r} \right) = -\frac{A^2}{r^2 p}$$

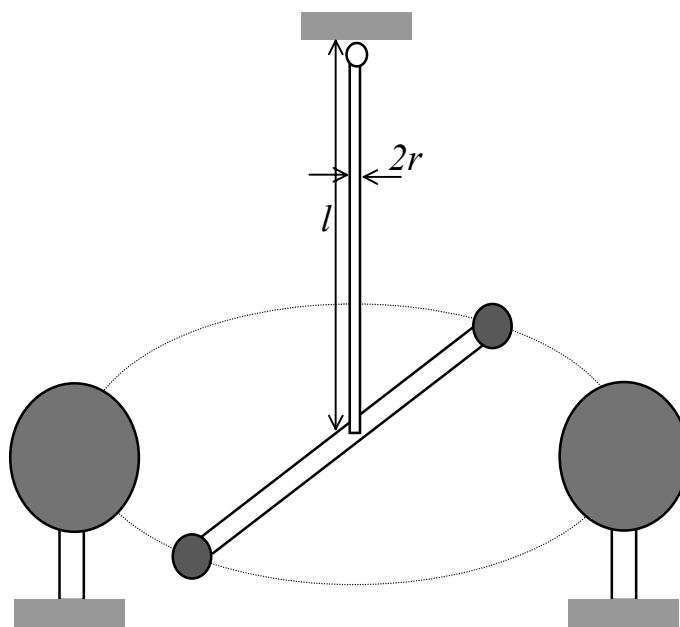
Zrychlení  $\underline{a}_r$  odpovídá centrální přitažlivé (záporně vzaté) síle ,  
která klesá se čtvercem vzdálenosti od Slunce ,  
 což odpovídá  
Newtonovu gravitačnímu zákonu!!!

### Torzní váhy

Torzní váhy vynalezl Ch. A. Coulomb při ověřování elektrostatických sil mezi dvěma nabitými kuličkami na vzdálenosti. Představují nejcitlivější přístroj k mechanickému měření sil. Silový moment  $N$  potřebný ke zkroucení dlouhého tenkého vlákna o úhel  $\varphi$  je úměrný čtvrté mocnině poloměru vlákna  $r$  a nepřímo úměrný délce vlákna  $l$ . Zmenšíme-li poloměr vlákna desetkrát, postačí ke zkroucení o týž úhel desettisíckrát menší síla.

$$N = \frac{\pi}{2} G \frac{r^4}{l} \varphi \quad , \text{kde } G \text{ je modul smyku materiálu vlákna}$$

Obr. 1



# Volný pád na rotující Zemi

Mužík Jan

Tycho de Brahe argumentoval proti rotaci Země tím, že na rotující Zemi by kámen puštěný z vysoké věže nemohl spadnout kolmo k jejímu úpatí.

Dnes samozřejmě víme, že Země skutečně rotuje, a protože Brahova argumentace byla logicky správná, budeme tedy hledat, jak se těleso, volně puštěné z výšky  $h$ , odchýlí od úpatí věže, proč se vlastně od úpatí odchyluje (jaké síly ho k tomu 'nutí' a proč de Brahe argumentoval něčím, co tedy v podstatě existuje).

Nejprve si musíme uvědomit, že rotace Země je dnes již nepopiratelný fakt. V našem běžném životě však vše automaticky spojujeme s 'pevnou' Zemí a její rotace si nejsme v podstatě vědomi. Budeme-li chtít i nadále používat tuto soustavu (spojenou s pevnou Zemí), musíme počítat s tím, že ve své podstatě je to tedy soustava *neinerciální* (pohybuje se se zrychlením a existují v ní tzv. setrvačné nepravé síly).

Zvolíme-li počátek soustavy souřadnic ve středu Země a osy pevně spojíme s rotující Zemí, z teorie potom vyplyne tato pohybová rovnice na povrchu Země:

$$m\vec{a}' = m\vec{a}_g - m\vec{A} - m\vec{E} \times \vec{r} - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) - 2m\vec{\omega} \times \vec{v}'$$

První člen na pravé straně představuje jedinou uvažovanou pravou sílu (gravitační působení Země).

Druhý člen vyjadřuje setrvačnou sílu způsobenou nerovnoměrností translačního pohybu Země na její dráze. Nerovnoměrnost je dána druhým Keplerovým zákonem, činí cca 1° za den, a proto ji můžeme zanedbat.

Třetí člen vyjadřuje Eulerovu sílu, která by se projevila při zpomalování nebo zrychlování zemské rotace. Tyto změny jsou však zcela zanedbatelné.

Čtvrtý člen je síla odstředivá, míří kolmo od zemské osy. Tato síla se vektorově sčítá se silou gravitační na sílu tíhovou.

Poslední síla vystupující na pravé straně je síla Coriolisova.

Nyní můžeme tedy napsat pohybovou rovnici pro zrychlení na povrchu Země ve tvaru: ( $\mathbf{v}$  - rychlost vůči rotující Zemi,  $\boldsymbol{\omega}$  - úhlová rychlost rotace Země)

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{g} + 2\vec{v} \times \vec{\omega}$$

Prostudujeme tedy nyní vliv Coriolisovy síly na volný pád na rotující Zemi. Soustavu souřadnic přitom zvolíme ve vybraném místě zemského povrchu o zeměpisné šířce  $\varphi$ , osu  $z$  svisle vzhůru, osu  $x$  na východ a osu  $y$  na sever.

Vektory tedy budou:

$$\vec{g} = (0, 0, -g), \quad \vec{\omega} = (0, \omega \cos \varphi, \omega \sin \varphi)$$

A pohybovou rovnici můžeme rozepsat:

$$\mathbf{a} = (0, 0, -g) + 2(v_y \omega_z - v_z \omega_y, v_z \omega_x - v_x \omega_z, v_x \omega_y - v_y \omega_x)$$

$$\mathbf{a} = (0, 0, -g) + 2(\dot{y} \omega \sin \varphi - \dot{z} \omega \cos \varphi, \dot{z} \omega - \dot{x} \omega \sin \varphi, \dot{x} \omega \cos \varphi - \dot{y} \omega)$$

$$\mathbf{a} = (2\dot{y} \omega \sin \varphi - 2\dot{z} \omega \cos \varphi, -2\dot{x} \omega \sin \varphi, 2\dot{x} \omega \cos \varphi - g)$$



$$\begin{aligned}\dot{x} &= 2y\omega \sin \varphi - 2z\omega \cos \varphi \\ \dot{y} &= -2x\omega \sin \varphi \\ \dot{z} &= 2x\omega \cos \varphi - g\end{aligned}$$

Rovnice integrujeme na:

$$\begin{aligned}x &= 2y\omega \sin \varphi - 2z\omega \cos \varphi + C1 \\ y &= -2x\omega \sin \varphi + C2 \\ z &= 2x\omega \cos \varphi - gt + C3\end{aligned}$$

Při počátečních podmínkách:  $t = 0, x = y = 0, z = h, \dot{x} = \dot{y} = \dot{z} = 0$

$$\begin{aligned}\Rightarrow C1 &= 2h\omega \cos \varphi \\ C2 &= 0 \\ C3 &= 0\end{aligned}$$

Rovnice pro  $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$  dosadíme do rovnic pro  $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ :

$$\begin{aligned}\ddot{x} &= -4x\omega^2 \sin^2 \varphi - 4z\omega^2 \cos^2 \varphi + 2\omega \cos \varphi g \\ \ddot{y} &= -4y\omega^2 \sin^2 \varphi + 4z\omega^2 \sin \varphi \cos \varphi - 4h\omega^2 \sin \varphi \cos \varphi \\ \ddot{z} &= 4y\omega^2 \sin \varphi \cos \varphi - 4z\omega^2 \cos^2 \varphi + 4h\omega^2 \cos^2 \varphi - g\end{aligned}$$

Jelikož je  $\omega = 7,27 \cdot 10^{-5}$  dosti malé, můžeme členy druhého řádu obsahující  $\omega^2$  zanedbat. V tomto přiblížení dostáváme v soulase s počátečními podmínkami:

$$\begin{aligned}1.) \text{ integrací: } \quad \dot{x} &= 2\omega \cos \varphi (1/2)gt^2 = \omega \cos \varphi gt^2 + C \quad (C=0) \\ x &= g\omega \cos \varphi (1/3)t^3 = \\ y &= 0 \\ \dot{z} &= -gt + C \quad (C=0) \\ z &= -(1/2)gt^2 + C \quad (C=h)\end{aligned}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = \frac{1}{3}g\omega \cos \varphi t^3 \\ y = 0 \\ z = h - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

Odtud je zřejmé, že padající těleso bude (na severní polokouli) vlivem Coriolisovy síly uchylováno směrem na východ.

Vyloučíme-li z pohybových rovnic pro  $x$  a  $z$  čas, dostaneme rovnici trajektorie volného pádu.

$$z = h - \frac{1}{2}g \left( \frac{3}{g\omega \cos \varphi} \right)^{\frac{2}{3}} x^{\frac{2}{3}}$$

Pro  $z = 0$  dostaneme odchylku dopadu tělesa od paty kolmice:

$$x_d = \left( \frac{2h}{g} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{g\omega \cos \varphi}{3}$$

Toto je semikubická (Neilova) parabola. (Graf 1)

Máme tedy první přibližný, i když pro pozemské možnosti dostatečně přesný výsledek.

Zkusme nyní integrovat rovnice  $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ , aniž bychom členy  $\omega^2$  zanedbávali. Dostaneme tím zcela přesné výsledky.

2.) integr.

$$\begin{aligned} x^* &= -4x\omega^2 \sin^2 \varphi t - 4x\omega^2 \cos^2 \varphi t + 2\omega \cos \varphi g(1/2)t^2 + C1 \\ x &= -2x\omega^2 \sin^2 \varphi t^2 - 2x\omega^2 \cos^2 \varphi t^2 + \omega \cos \varphi g(1/3)t^3 + C2 \\ C1 &= 0 \quad C2 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{3} g \omega \cos \varphi t^3 - 2x\omega^2 t^2 (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) \\ x(1+2\omega^2 t^2) &= (1/3) g \omega \cos \varphi t^3 \\ x &= \frac{\omega \cos \varphi g t^3}{3(1+2\omega^2 t^2)} \end{aligned} \quad R1$$

$$\begin{aligned} y^* &= -4y\omega^2 \sin^2 \varphi t + 2z\omega^2 \sin(2\varphi)t - 2h\omega^2 \sin(2\varphi)t + C3 \\ y &= -2y\omega^2 \sin^2 \varphi t^2 + z\omega^2 \sin(2\varphi)t^2 - h\omega^2 \sin(2\varphi)t^2 + C4 \\ C3 &= 0 \quad C4 = 0 \\ y(1+2\omega^2 \sin^2 \varphi t^2) &= \omega^2 \sin(2\varphi)t^2 (z-h) \\ y &= \frac{\omega^2 \sin(2\varphi)t^2 (z-h)}{1+2\omega^2 \sin^2 \varphi t^2} \end{aligned} \quad R2$$

$$\begin{aligned} z^* &= 2y\omega^2 \sin(2\varphi)t - 4z\omega^2 \cos^2 \varphi t + 4h\omega^2 \cos^2 \varphi t - gt + C5 \\ z &= y\omega^2 \sin(2\varphi)t^2 - 2z\omega^2 \cos^2 \varphi t^2 + 2h\omega^2 \cos^2 \varphi t^2 - (1/2)gt^2 + C6 \\ C5 &= 0 \quad C6 = h \\ z(1+2\omega^2 \cos^2 \varphi t^2) &= y\omega^2 \sin(2\varphi)t^2 + 2h\omega^2 \cos^2 \varphi t^2 + h - (1/2)gt^2 \\ z &= \frac{y\omega^2 \sin(2\varphi)t^2 + 2h\omega^2 \cos^2 \varphi t^2 + h - \frac{1}{2}gt^2}{1+2\omega^2 \cos^2 \varphi t^2} \end{aligned} \quad R3$$

Dostáváme soustavu tří rovnic (R1, R2, R3) závislých na parametru  $t$ , čas bychom mohli vyjádřit a dosadit, dostali bychom rovnici prostorové trajektorie, ale tuto operaci se mi nepodařilo ‘slušně’ provést.

Namodeloval jsem tedy alespoň příslušné průběhy v programu Famulus (viz. Grafy).

Už z rovnic můžeme vyčíst, že těleso bude, v souhlase s předchozím výpočtem, uchylováno do kladné části osy  $x$  (tj. na východ).

Je ovšem možné také vidět, že těleso bude též uchylováno do záporné části osy  $y$  (tj. na jih). Jak moc není zřejmé, ale díky namodelování vidíme, že tato výchylka je velice malá, v skutku zanedbatelná. Pád k ose  $y$  je též po semikubické (Neilově) parabole (viz graf).

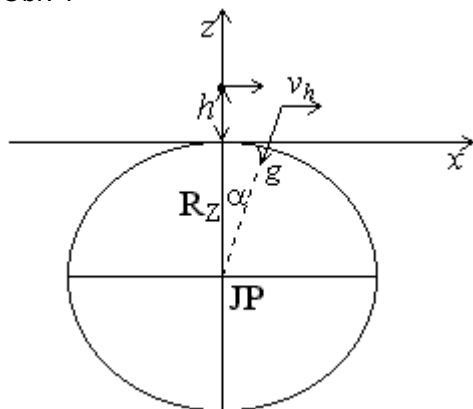
Posledním z grafů je křivka mezi osami  $x$  a  $y$ . Je to v podstatě pohled na rovinu dopadu, kdy osa  $z$  jde jako by k nám.

Takto jsme tedy získali odchylky pomocí počítání setrvačných (konkr. Coriolisovy) sil v neinerciální rotující soustavě pevně spojené se Zemí.

Tentýž výsledek bychom museli dostat při výpočtu v inerciální soustavě v níž Země rotuje. Pak by se Coriolisova síla neuplatnila, ale museli bychom vzít v úvahu, že dokud je těleso ve výšce  $h$  nad Zemí, pohybuje se tečnou rychlostí  $v_h = (R_Z + h)\omega$ , zatímco úpatí pod touto výškou jen  $v_0 = R_Z\omega$ . Jde tedy o vodorovný vrh nad pohybující se základnou.

Jakmile těleso z výšky  $h$  pustíme, začne na ně působit vodorovná složka tíhové síly, která jeho pohyb ve směru osy  $x$  dále ovlivňuje. Protože  $h \ll R_Z$  můžeme přibližně psát pro zrychlení ve směru osy  $x$ :

Obr. 1



$$a_x = -g \sin \alpha = -g \frac{x}{R_Z} = -g \frac{R_Z \omega t}{R_Z} - g \omega t$$

Integrací dostaneme rychlost:

$$v_x = v_h - \frac{1}{2} g \omega t^2 = (R + h) \omega - \frac{1}{2} g \omega t^2$$

Další integrací dráhu:

$$x = (R + h) \omega t - \frac{1}{6} g \omega t^3$$

Dosadíme-li za  $t$  dobu volného pádu  $t_D = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  a odečteme vzdálenost  $R_Z \omega t_D$ , o níž se posune úpatí věže, dostaneme opět odchylku:

$$\Delta x = (R_Z + h) \omega t_D - \frac{1}{6} g \omega t_D^3 - R_Z \omega t_D = \frac{1}{3} \omega g \left( \frac{2h}{g} \right)^{\frac{3}{2}}$$

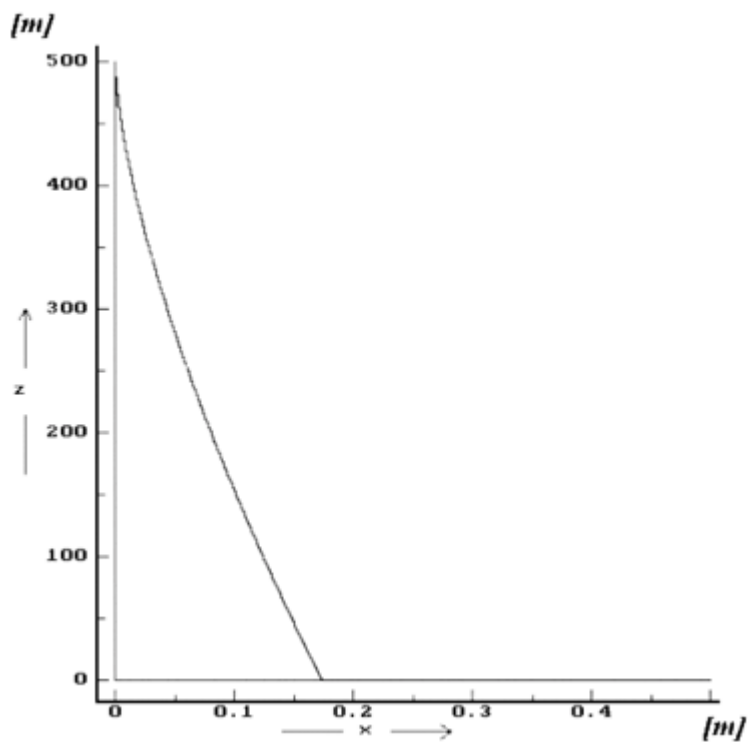
Pokud by pokus probíhal v zeměpisné šířce  $\varphi$ , nahradili bychom vždy úhlovou rychlost  $\omega$  její projekcí  $\omega \cos \varphi$ .

Zjistili jsme tedy, že při volném pádu na rotující zemi se volně puštěné těleso opravdu odchyluje, tato odchylka je však dosti malá, a proto v praxi prakticky nepozorovatelná. Proto tedy asi Tycho de Brahe argumentoval něčím, co ve své podstatě existuje.

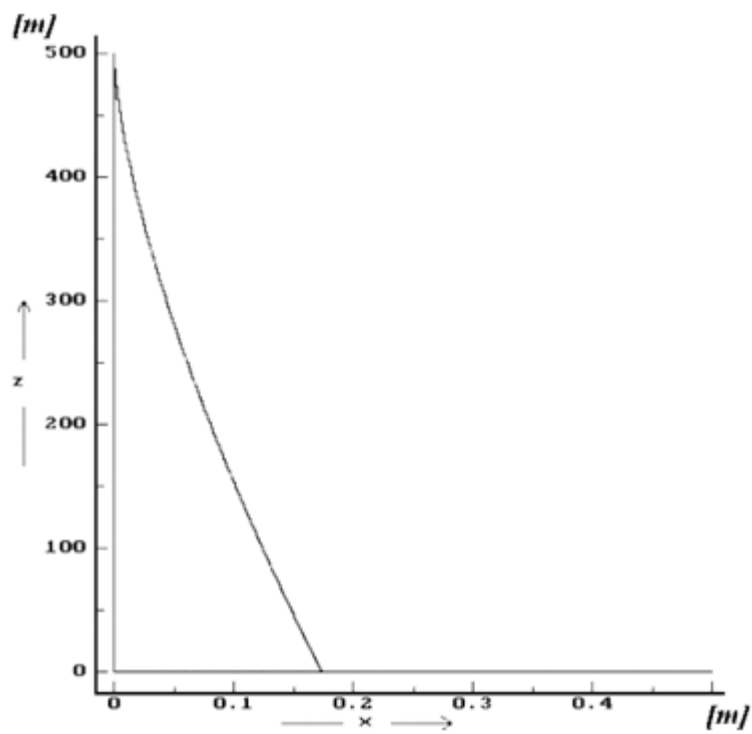
Tuto odchylku můžeme vysvětlit buďto v neinerciální soustavě pomocí Coriolisovy síly, a nebo v inerciální soustavě pomocí faktu, že při stejné úhlové rychlosti  $\omega$  je na větším poloměru větší obvodová rychlost.

Obrázky:

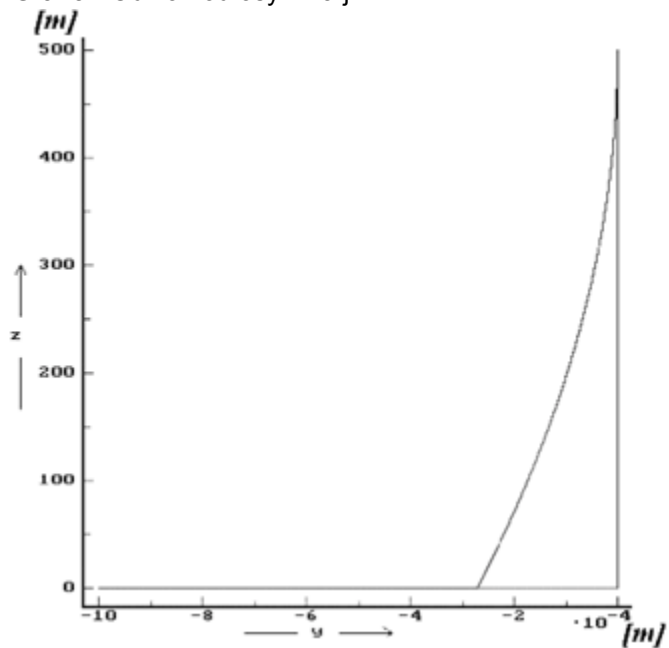
Graf 1 - Odklon od paty kolmice při volném pádu z výšky 500 m na  $45^\circ$  severní šířky.



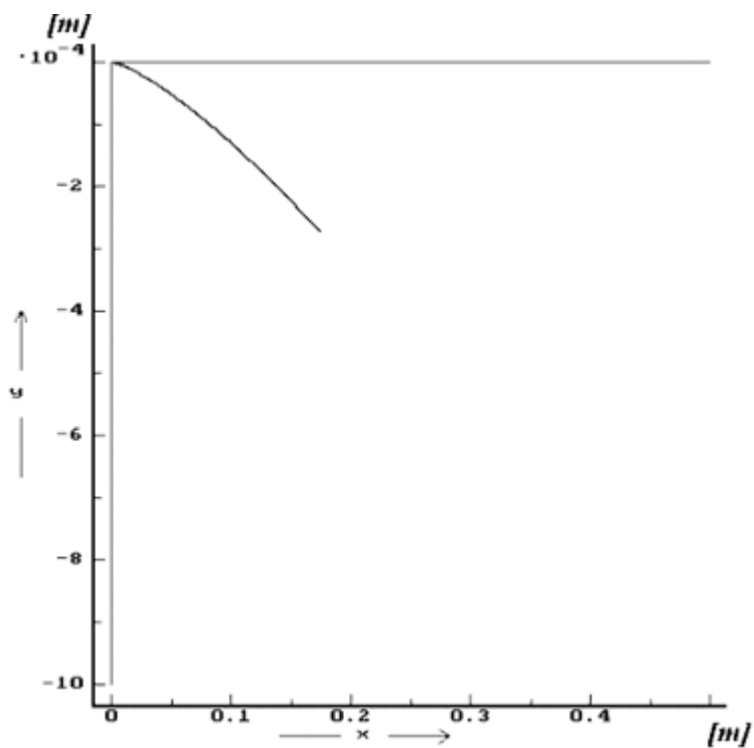
Graf 2 - Odklon od paty kolmice při volném pádu z výšky 500 m na  $45^\circ$  severní šířky.  
(vypočteno z přesného vzorečku) Odklon od osy  $z$  na východ.



Graf 3 - Odklon od osy z na jih.



Graf 4 – Odklon od osy x na jih



(MUZIK@KM1.FJFI.CVUT.CZ)

# Letouny poháněné lidskou silou

## Smotlacha J.

Uskutečnit let zajištěný pouze silou lidských svalů je myšlenka stará již tisíce let. Snad nejznámější bájí, která se tímto problémem zabývá, je pověst o Daidalovi a Ikarovi, ve které otec a syn prchli z krétského labyrintu krále Mínoa na křídlech z ptačích per. Neposlušný Ikaros, který nedbaje otcových rad letěl příliš blízko slunci, však cestou zahynul. Daidalovi se pak podařilo dosáhnout ostrova Théry (dnešní Santorín), vzdáleného 120 kilometrů od Kréty.

Touto bájí se inspiroval Massachusettský technologický institut, který si ve svém Daidalově projektu vytyčil za cíl překonat uvedenou trasu podobným způsobem. K vyvrcholení jeho snah došlo po několikaletém úsilí 23. dubna 1988 zapomocí letounu "Daedalus". Tento letoun trasu překonal asi za 4 hodiny (tedy průměrnou rychlostí asi 30km/h).

Tomuto úspěchu předcházelo několik menších v uplynulých letech. Snad historicky první takový let se uskutečnil v roce 1977 v kalifornském Shafteru. Letoun zvaný "Gossamer Condor" obletěl dráhu asi 2 kilometrů za 7,5 minuty a získal tak pro svého konstruktéra Paula MacCreadyho cenu 50 000 liber, kterou v roce 1949 vypsál britský průmyslník Henry Kremer. V roce 1979 překonal tentýž letoun ve zdokonaleném provedení za necelé 3 hodiny kanál La Manche.

Princip letounu silně připomíná létající kolo Jana Tleskače ze Stínadel. V obou případech je totiž pohon zajištěn vrtulí roztáčenou řetězovými převody, které jsou uváděny v pohyb nožním svalstvem. Dříve než si vysvětlíme princip vrtule, je nutné si něco povědět o křídle.

Na obrázku vidíme jeho profil, kde "N" znamená náběhová a "O" odtoková hrana. Je-li letoun uveden do pohybu, těsně nad křídlem dojde k většímu zhuštění proudnic vzduchu a tím ke snížení tlaku. Tlak pod křídlem se naopak zvýší, čímž vznikne tzv. vztlak, který letoun začne nadnášet. Převýší-li vztlak tíhovou silou, letoun vzlétne.

Vrtule, která má stejný profil, pracuje na obdobném principu, na rozdíl od křídla však zajišťuje pohyb vpřed. Rychlost letounu tedy závisí na rychlosti otáčivého pohybu vrtule.

Výkonnost nožního svalstva člověka však nedovoluje dosahovat příliš vysokých rychlostí, jak vyplývá z výše uvedeného. Z toho důvodu je nutné letoun konstruovat z co nejlehčích materiálů. Ještě vyššího vztlaku lze dosáhnout větším rozpětím křídla. "Gossamer Condor" byl postaven z hliníkových trubek a vyztužen strunami od piana. Dále byla použita vlnitá lepenka a speciální plastové materiály. Díky tomu letoun při délce 9 metrů a rozpětí 29 metrů vážil pouhých 32 kilogramů. "Daedalus", který byl stejně těžký, byl vyroben z uhlíkových a syntetických vláken a jeho rozpětí dosahovalo 34 metrů, což je podstatně víc než rozpětí nadzvukového Concordu.

Ani při takovéto konstrukci však není řízení takového letounu jednoduché. Např. výkon potřebný pro přímý let je roven asi 220W, což se blíží maximálnímu výkonu, který je člověk schopen podávat po dobu několika minut (lze ho přirovnat k výkonu, který člověk vydává, když každou sekundu zvedá do výše jednoho metru čínku važící 22kg). Z toho důvodu mohou letoun řídit jen tělesně vysoce zdatní jedinci. "Gossamer Condor" byl řízen vášnivým cyklistou Bryanem Allenem a "Daedala" řídil Kanellos Kanellopoulos, čtrnáctinásobný cyklistický mistr Řecka, který se na let rovný ekvivalentu 2 maratónů připravoval několik měsíců.

Z toho vidíme, že na sériovou výrobu takových letounů si bude muset lidstvo ještě řadu let počkat.

# Měření modulů pružnosti

Moravec Jan

Pružné vlastnosti homogenního izotropního tělesa při malých deformacích plně určují dvě nezávislé materiálové konstanty (Youngův modul  $E$  a Poissonovo číslo  $\mu$  nebo Youngův modul a modul pružnosti ve smyku).

## Hookův zákon:

Máme válec o průřezu  $S$  a délce  $l$ . Jedna podstava je upevněná, ve směru podélné osy působí síla  $F$ , která vyvolá prodloužení délky  $dl$ . Toto popisuje Hookův zákon:

$$\frac{F}{S} = E \frac{dl}{l}$$

Při protahování v jednom směru dochází logicky ke zkracování v ostatních směrech podle:

$$\frac{da}{a} = \frac{db}{b} = \mu \frac{dl}{l}, \quad \text{respektive} \quad \frac{dr}{r} = \mu \frac{dl}{l}, \quad \mu \in \left(0, \frac{1}{2}\right)$$

## Smyk:

Mějme krychli o hraně  $l$ . Jedna podstava je upevněná a v druhé (rovnoběžné s první) působí síla  $F$  rovnoběžně s podstavami. Ta posune horní podstavu o nějaké malé  $dl$ . Úhel, mezi původní polohou stěny krychle a tou novou polohou je roven úhlu smyku  $\gamma$ . Deformaci popisuje vztah:

$$\frac{F}{S} = G \frac{d}{l}, \quad \text{pro } \tan \gamma \doteq \gamma \rightarrow \frac{F}{S} = G \gamma$$

## Vztah mezi jednotlivými konstantami:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

## Použitá literatura:

Fyzikální praktikum I.

VI 1989

kolektiv KF FJFI ČVUT

# LATEX

Štěpán Václav

## Úvod

Svého času tu kapitola "Úvod" nebyla a tohle byl můj text k povídání na Fyzikálním semináři 1. Povídání téma tak úplně nevyčerpalo, v nejlepším případě snad lehce natuklo. Myslím, že by sneslo pár doplnění. Co čtete, je pouze lehce přepracovaný<sup>1</sup> text mé přednášky. Nemá to být učebnice L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xu, těch je dost, jen přestručný úvod, který bych rád, aby vás nasměroval dál.

Budete-li mít jakékoliv připomínky či otázky k obsahu či formě, napište mi na [jstepan@mbox.cesnet.cz](mailto:jstepan@mbox.cesnet.cz). Díky.

## Poznámka:

Tato stránka vznikla překladem z L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xu 2e pomocí L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2HTML. Chcete-li můžete si stáhnout zdrojáky (+DVI soubor) pro Linux (tj. v iso-8859-2 kódování) -- [il2.tgz](#), případně samotné DVIčko [il2.dvi](#), nebo zdrojáky a DVI soubor pro emT<sub>E</sub>X(v cp852) -- [dos.arj](#) (či jenom DVIčko [dos.dvi](#)) a konečně také to, co právě čtete, totiž překlad zdrojových textů do HTML (v iso-8859-2) a to buď v tgz -- [html.tgz](#) nebo pro DOS -- [html.arj](#).

## Historie

Koncem osmdesátých let, během práce na *The Art of Computer Programming* [Knu69] dospěl Donald E. Knuth k názoru, že stávající prostředky sazby jsou pro jeho účely nedostačující. Vývoj trval skoro deset let, až do roku 1984, kdy Knuth prohlásil, že systém je dokonalý a dalšího vývoje není třeba. Jediné změny, kterých T<sub>E</sub>X od té doby doznal jsou opravy chyb. Ježto množina příkazů, které je T<sub>E</sub>X sám sto interpretovat, je poměrně omezená (300 tzv. primitivů<sup>2</sup>), a práce výhradně s nimi pro normálního člověka příliš náročná, začaly vznikat balíky maker<sup>3</sup> -- plainT<sub>E</sub>X, v roce 1985 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, později další. Když je balík dost velkej a používanej, říká se mu *formát*. Můžete potkat:

### plainT<sub>E</sub>X

-- základní, nejjednodušší nadstavba, neměnná.

### L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

-- rozsáhlý balík umožňující kvalitní sazbu takřka čehokoliv za pomoci přídatných maker -- stylů, přičemž je poměrně uživatelsky příjemný. Postupně se vyvíjel -- dnes lze potkat verze 2.09 a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2e.

### AMST<sub>E</sub>X

-- styl původně určený pro psaní příspěvků do časopisu *American Mathematical Society*, velmi rozšířený mezi matematiky, nadstavba plainT<sub>E</sub>Xu. V tom budou ty písemky.



## Kříženci

-- LAMST<sub>TeX</sub>, AMSL<sup>A</sup>TeX, snaží se spojit výhody obou formátů.

## Sl<sub>i</sub>TeX

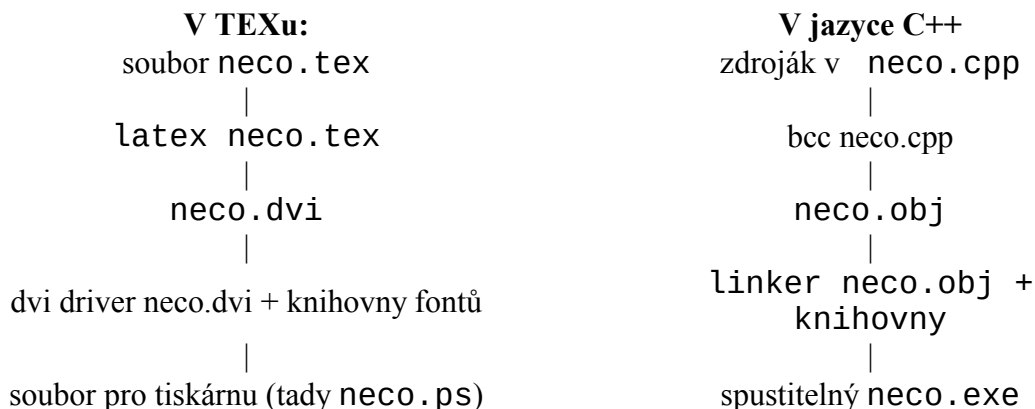
-- nadstavba plainTeXu pro přípravu fólií pro zpětný projektor.

## Vlastnosti

- Volně šířitelný -- včetně zdrojových textů
- Velmi stabilní -- patnáct let ladění má svoje výhody
- Skvělá dokumentace -- dostupné zdrojové texty, dostatek literatury v tištěné i elektronické podobě.
- Nezávislost na HW a OS -- běží na čemkoliv od Amigy po CRAY (vybaveném překladačem jazyka C nebo PASCAL), přičemž dokumenty i písma jsou zcela přenositelná.
- Nejlepší sazba matematických výrazů (resp. nevím o programu, který by to dovedl lépe).
- Stálost -- formát plain je neměnný a L<sup>A</sup>TeX zpětně kompatibilní -- jakýkoliv text napsaný kdykoliv od 1984 lze (a bude možno) přeložit dnes i za dvacet let.
- Spousta nadstaveb -- pro sazbu not (MusicTeX), chemických vzorců (ChemTeX) atd.. Lze stáhnout z archivu [CTA].
- Široký výběr písem -- lze používat jak Knuthovy fonty, či cokoliv generované METAFONtem, tj. .pk, tak i písma Adobe Type 1, PostScriptové fonty atd..
- Alternativní výstupní formáty -- HTML, Adobe PDF, RTF.
- Dokonalá přesnost sazby -- schopen sázet až s přesností vlnové délky světla.
- Důsledek -- velké rozšíření v univerzitním prostředí, spousta nakladatelství přijímá v něm sázené texty.<sup>4</sup>

## Zpracování, aneb .tex → .hp

Programovali jste kdy v C++? Zpracování je analogické:



Přiznávám, analogie lehce kulhá -- bcc to přeloží rovnou. K jednotlivým pojmům:

## **.tex**

zdrojový text napsaný v libovolném editoru, syntaxe viz dále.

## **.dvi**

"device independent" soubor. Plod překladu T<sub>E</sub>Xem, zde je určeno jaký text se má kam na stránku umístit a jaký soubor písma se má použít. Nejsou zde ovšem údaje, jak to které písmeno vypadá.

## **dvi driver**

program, který z .dvi souboru udělá soubor pro výstupní zařízení (tiskárnu, fax, PostScript soubor, BMP soubor atd). Může rovnou tisknout, může to někam ukládat, může to předat jinému programu k dalšímu zpracování.

## **latex**

jméno překladače L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xu. Pod UNIXem se většinou jmenuje cs<sub>l</sub>atex, pod DOSem se cosi<sup>5</sup> zavolá z menu, netřeba se starat.

## **Syntaxe jazyka (L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2.09)**

Programovali jste kdy v C++? T<sub>E</sub>X je v některých ohledech velmi podobný. Rozeznává malá a velká písmena. Výrazy začínající zpětným lomítkem jsou klíčová slova, přičemž parametry se buď oddělí mezerou (v T<sub>E</sub>Xu), nebo uzavrou do hranatých či složených závorek (L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X).

`\jmeno_prikazu[nepovinné parametry]{povinný 1}{povinný 2}`

Stejně jako v C je možno blok příkazů uzavřít do složených závorek, např chceme-li napsat slovo tučně, poslouží nám k určení rozsahu působnosti přepínače.

|                           |       |                            |
|---------------------------|-------|----------------------------|
| <code>{\bf Tlusty}</code> | Pepík | <b>Tlusty</b> Pepík        |
| <code>\bf Tlusty</code>   | Pepík | <b>Tlusty</b> <b>Pepík</b> |

Více mezer je interpretováno jako jedna, odstavce se oddělují prázdným řádkem.

Prostředí je část textu uzavřená mezi `\begin{prostředí}` a `\end{prostředí}`, v zásadě jakás "základní jednotka". Prostředí lze libovolně<sup>6</sup> vnořovat, většinou každé začíná na další řádce. Komentáře se píší za procenta.

## Struktura vstupního dokumentu

### Hlavička

Zde lze určit nejobecnější vlastnosti, společné pro celý dokument -- styl, základní velikost písma, číslování stránek atd.. Většinu vlastností lze předefinovat i během dokumentu.

Jedinou povinnou částí zde je příkaz `\documentstyle[volby]{styl}`. Přičemž styl označuje typ publikace (article, report, book atd.), volby písmo, velikost stránky atd.. Příklad: `\documentstyle[czech,a4,12pt]{report}`

Což odpovídá zhruba: "Následuje dokument v češtině, tisknout se bude na papír o velikosti A4 a bude to zpráva (tj. titul bude na zvláštní stránce atd.).".

### Tělo textu

Vlastní text, uzavřený v prostředí `document`. Shrnutí -- chcete-li přeložit český dokument L<sup>A</sup>TEXem, musí obsahovat alespoň:

```
\documentstyle[czech]{article}
\begin{document}
  % komentář --- nějaký nezajímavý nepovinný text
  Tohle bude vidět.
\end{document}
```

### Alternativní výstupní formáty

S rozvojem Internetu se objevila potřeba publikovat dokumenty psané v TEXu on-line. Jenže DVI soubory se k tomu nehodí. I vznikl pdfTEX, TEX, jehož výstupem je nikoliv DVI, ale Adobe PDF soubor. I vznikl L<sup>A</sup>TEX2HTML, program, který umí převést soubor z L<sup>A</sup>TeXu do HTML<sup>7</sup>. Obě je to k dispozici pod UNIXem. Třeba v Troji na Sněžurce<sup>8</sup>.

### Implementace pod různými OS

Ježto zdrojáky TEXu jsou v jazyce C, lze vytvořit TEX (samotný "překladač") pro takřka libovolný systém. Dopracovat ale takovou instalaci do použitelné podoby (navíc aby uměla pracovat s češtinou) je spousta práce. Pro běžné OS je už udělána, tj. máte-li UNIX, OS2, DOS nebo Windows 3.x (možná i Amigu), stačí si odněkud ze sítě stáhnout příslušnou verzi, nastavit a můžete pracovat.

Zkusím krátce zmínit nejznámější (mně) instalace:

#### emTeX

-- klon použitelný pod DOSem a OS2, má dvi drivery pro výstup na tiskárny, pro preview na obrazovce, program pro kreslení jednoduchých obrázků atd..

## CSTeX

-- počestěný emTeX, má menu systém (tj. nevoláte programy přímo z řádku, ale zvolíte si, co se má udělat šipkami z okýnek na obrazovce), pro členy CSTUGu je k dispozici korektor překlepů. Velmi kompaktní a uživatelsky příjemná instalace, máte-li DOS, to nejlepší, co můžete sehnat. Je k dispozici (zdarma (nečekaně)) na síti na <http://www.cstug.cz>, nebo si můžete dojít přímo do kanceláře CSTUGu, kde vám za režijní cenu prodají přímo diskety. Na disku zabere něco mezi sedmi (absolutní minimum) a třiceti MB, podle toho, na jakou tiskárnu chcete tisknout atd..

## Web2C

-- velmi propracovaná instalace pro UNIX obecně -- stáhnete si zdrojové soubory, přeložíte a na většině UNIXů, tj. třeba na Linuxu získáte provozuschopný systém. Existuje počestění (CSTeX), v poslední verzi navíc najdete pdfTeX a pár nových rozšíření (TeX, který umí pracovat s UNICODE atd. (projekty OMEGA, e-TeX)). Více informací získáte třeba na <http://www.linux.cz>.

## teTeX

Web2C upravený pro RedHat Linux, distribuován v RPM balíčcích hotový, připravený ke spuštění. V české distribuci RedHat 5.1 se rovnou nainstaluje i počestění (a funguje). O RedHatu viz <http://www.redhat.com>, českou verzi můžete koupit v knihkupectví v metru na Dejvické za 120 Kč (CD + instalační příručka), nebo viz <http://www.linux.cz>, kde ji lze stáhnout.

## Co dál?

Předpokládejme, že chcete zkusit napsat svůj první dokument. Dobrá. Půjdeme někam, kde je TEX (můžeme si také napsat zdroják doma a pak si ho vzít někam jinam na překlad). Třeba do Břehovky, Troji, nebo do Trojanky (pro jednoduchost -- do Břehovky na KDAIZ). Přilogujeme se. Jsme na disku H: nebo v adresáři G:\WORK (tj. máme právo zápisu do stávajícího adresáře)? Napíšeme `latex`. Spustí se systém menu, budeme otázeni na dvě jména souborů. Vyplníme první pole, druhé se vyplní samo (proč dvě pole, to je na delší povídání). Jméno se zadává bez přípony, tj. řekněme třeba `neco`. Naskočí menu. Tři důležité položky jsou `edit` (měň vstupní soubor), `LaTeX` zpracuj soubor a `View`, tj. prohlédni, co z toho vzešlo (spustí dvi driver pro obrazovku). Dáme `edit`, napíšeme soubor (příkladem viz ukázkou výše). Chceme ho uložit? Dozajista. Stiskneme F10 a jsme zase tam, kde jsme byli (doufejme). Všimněte si, zvýrazněná už není položka `edit`, ale `LaTeX`, tedy očekává se, že zkusíme dokument přeložit. Zkusme. Výstup by měl vypadat nějak takhle:

```

This is emTeX, Version 3.14 [3c-beta5] (no format preloaded)
**&csLATEX neco.tex
(neco.tex
LaTeX Version 2.09 <25 March 1992>
(c:\tex\texinput\article.sty
Standard Document Style `article' <14 Jan 92>.
(c:\tex\texinput\art10.sty)) (c:\tex\texinput\czech.sty
Document Style Option `czech' Version 1.141, April 26, 1993.
Czech hyphenation used. \frenchspacing is set on.)
No file neco.aux.
[1] (neco.aux) )
Output written on neco.dvi (1 page, 240 bytes).
Transcript written on neco.log.

```

Vidíme, že se spustil T<sub>E</sub>X, natáhl formát L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, styl `czech.sty` a byla vygenerována jedna stránka. Vyšlo vám něco jiného a T<sub>E</sub>X po vás něco chtěl? Někde v tom, co jste napsali byla asi chyba. Mimo jiné ji můžete ignorovat (Enter) nebo si otevřít vstupní soubor a opravit ji (e), nebo překlad úplně ukončit (x).

Opět se (snad) objevilo menu, tentokrát se zvýrazněnou položkou **View**. Prohlédněme si výsledek (ven se dostanete klávesou q, zoom měníte plusem a minusem, fungují i šipky). Jsme-li spokojeni, můžeme text vytisknout. Šipkou doprava přejdeme do vedlejšího menu (**Print**). Můžeme si dokument prohlédnout při rozlišení tiskárny (**Preview**), vytisknout, nebo vytisknout do souboru (nezměníme-li, bude mít jméno našeho souboru a příponu dle typu tiskárny (hp pro laserovou, lq pro 24-ti jehličkovou atd.)). Ovladač se optá, přejeme-li si pro výstup něco změnit (nejdůležitější volby vypíše na obrazovku). Stiskneme Enter. Mělo by se objevit něco v duchu:

```

' TeX output 1998.10.29:1248 '
Loading font csr10 scaled 1000
Loading page pointers... 1 input page, 1 output page.
[1]

```

Tedy -- driver vytiskl jednu stránku.

Tak. První soubor máme (snad úspěšně za sebou), zbývá jen trochu doladit obsah, přidat nějaké ty rovnice, tabulky, obrázky... Je toho spousta a já už o tom psát nebudu.

### **...a potom**

Chcete-li se T<sub>E</sub>Xem je trochu vážně zabývat, budete potřebovat knihy. Ne, bez nich to nejde. Je to děsná pruda a metoda pokus/omyl je zde velmi velmi neefektivní. U C<sub>S</sub>T<sub>E</sub>Xu je přiložena knížka [Sýk93] (ve formě zdrojových souborů). V Břehovce je v adresáři `f:\appl\tex\doc\uvodlat`. Překopírujte si adresář někam k sobě, skočte do něj a spusťte `latex`. Jako jméno zadejte `ltxstruc`, nechte DVAKRÁT proběhnout překlad (aby se inicializovaly i křížové odkazy atd.) a můžete prohlížet, tisknout, cokoliv. Třeba sedíte-li na KDAIZU u tiskárny, mělo by projít **Print/Print-Matrix**.

Máte-li někde jinde přístup na laserovou tiskárnu (ale není tam TEX) lze vytvořit soubor pro tiskárnu ( `Print/Make .hp file`). Ten si zkopírujte. Na cílovém počítači (máte-li disketu v mechanice A:) ho vytisknete třeba: `copy a:neco.hp lpt1 /b`. Ten switch je důležitý (třeba WinNT jinak výstup zmršej). Kromě toho vyšly na FELu skripta ([Bíl94]), měli by je mít v Dejvicích ve Studentském domě.

Skvělou knihou, chcete-li získat obecný přehled, je Olšákova kniha [Olš95], možná ji zase budou mít tam, možná na Dejvické v knihkupectví v podchodu metra, nevím. Něco podobného jako [Bíl94] je [Ryb95], s tím rozdílem, že knížka je podrobnější a je věnována novější verzi L<sup>A</sup>TeXu (L<sup>A</sup>TeX 2e -- je třeba v Troji na SGI a Linuxech). Spoustu věcí najdete i na Internetu. Existuje třeba manuál k L<sup>A</sup>TeXu v HTML podobě -- můžete se podívat na jeho místní kopii, velmi zajímavá je domovská stránka Československého sdružení uživatelů TEXu (CSTUG) <http://www.cstug.cz>.

Kam se dál stojí za to podívat:

Server TUG (TeX Users Group)

Server německé TUG

Comprehensive TeX archive network (CTAN)

TeX pro LINUX

RedHat Linux

<http://www.tug.org>

<http://www.dante.de>

<ftp://ftp.muni.cz>

<http://www.linux.cz>

<http://www.redhat.com>

## Bibliography

### Bíl94

Alena Balvínová Martin Bílý.

*Textové informační systémy, sázecí systém L<sup>A</sup>TEX.*

Ediční středisko ČVUT, Praha 1994.

### CTA

CTAN.

Comprehensive TeX archive network.

<ftp://ftp.muni.cz>.

### Doo93

Michael Doob.

*Jemný úvod do TEXu.*

CSTUG, Praha 1993.

### Knu69

Donald E. Knuth.

*The Art of Computer Programming*, volume 1.

Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1969.

## Olš95

Petr Olšák.  
*Typografický systém TEX.*  
Československé sdružení uživatelů TEXu, Praha 1995.

## Ryb95

Jiří Rybička.  
*L<sup>A</sup>TEXpro začátečníky.*  
KONVOJ, Brno 1995.

## Sýk93

Pavel Sýkora.  
L<sup>A</sup>TEX -- stručný popis.  
Příloha balíku CSTEK, 1993.

## Contents

- Úvod
- Historie
  - Vlastnosti
- Zpracování, aneb .tex -> .hp
- Syntaxe jazyka (L<sup>A</sup>TEX 2.09)
- Struktura vstupního dokumentu
  - Hlavička
  - Tělo textu
- Alternativní výstupní formáty
- Implementace pod různými OS
- Co dál?
- ...a potom
- Bibliography
- Contents

## About this document ...

### L<sup>A</sup>TEX

This document was generated using the LaTeX2HTML translator Version 98.1p1 release (March 2nd, 1998)

Copyright © 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, Nikos Drakos, Computer Based Learning Unit, University of Leeds.

The command line arguments were:

```
latex2html -ascii_mode -verbosity 3 -no_images -no_navigation -  
html_version 3.2, latin2 predn.tex.
```

The translation was initiated by Vaclav Stepan on 1998-10-29

# Archimédes

## Ploc O.

Archimédes patří spolu s Newtonem a Guassem mezi tři nejvýznamnější matematiky všech dob. V době, kdy žil, což bylo asi v letech 287 - 212 př.n.l., byl znám jako „mudrc“, „mistr“ či „velký geometr“, přesto tehdy nebyl plně doceněn. Význam jeho života a přínos pro vědu můžeme ocenit až nyní.

Byl synem astronoma Phidia a historicky je doložen i rok jeho násilné smrti. Celý život až na studia v Euklidově škole v Alexandrii prožil v Syrakusách, řecké námořní kolonii na Sicílii. Brzy se stal skutečným mistrem ve znalostech tehdejší matematiky a začal se zabývat novými problémy, při jejichž řešení prý zapomínal i jíst. Neměl možnost používat tabuli či papír, tak k nákresům svých geometrických obrazců užíval všechno možné: od písku a prachu na zemi, přes popel z ohně až po malování náčrtků v olivovém oleji, který zůstal po koupeli na jeho těle. To vysvětluje malé množství jeho myšlenek, které zůstaly zachovány. Vše, co se dochovalo, jsou jeho dopisy, tzv. poselství Eratosthenovi, Kononovi a Dosifeovi. Zkonstruoval řadu mechanických obranných prostředků, které udivovaly svou údernou silou a možnostmi celý tehdejší svět, jenž byl právě dějištěm punských válek Římanů s Kartágem, pro Archimeda však velký význam neměly. Nebyl na ně natolik hrdý, aby mu stálo zato zmínit se o nich ve svých poselstvech velkým matematikům, proto jak vypadala konstrukce těchto strojů se můžeme jen domnívat.

Do údobí Archimédova života spadá přesun těžiště řecké kultury a vzdělanosti z oblasti filozofie (6. až 4. století př.n.l.) do oblasti přírodních věd, a to především do matematiky, mechaniky a astronomie. Archimédes navázal za svého života úzký kontakt s tehdejším střediskem vzdělanosti - Alexandrii, především s matematikem Kononem a Eratosthenem. K jeho slávě velkou měrou přispělo jeho přátelství s Hieronem, tehdejším králem Syrakus, a Gelonem, Hieronovým synem. Historické prameny se shodují v tom, že byl výjimečným člověkem, jemuž nebylo zatěžko rozřešit „zda je Země připevněna ke své ose, nebo zda se otáčí“, „proč voda rozlita po celém povrchu Země přilne k jejímu povrchu“, „proč má Měsíc různé fáze“, „jakému zákonu podléhá příliv a odliv“. Rovněž známé je i jeho úspěšné řešení problému zda Hieronovu korunu vyrobili zlatníci z ryzího zlata nebo jen ze slitiny zlata a stříbra.

Podle údajů, které dnes máme k dispozici, usuzujeme, že svá díla napsal až po dosažení 40. roku věku, podle obsahu jednotlivých prací rozdělujeme jeho činnost do čtyř období:

- I. Období inženýrské činnosti - zavedení pojmu těžiště a určení polohy těžiště pro nejjednodušší rovinné obrazce
- II. Období určování obsahů rovinných geometrických obrazců a objemů geometrických těles.
- III. Období řešení úloh matematické fyziky.
- IV. Období aritmeticko-astronomických prací.



Do prvních dvou období jeho činnosti zařazujeme následující díla:

- a) Kvadratura paraboly,
- b) 0 kouli a válci,
- c) 0 spirálách,
- d) 0 konoidech a aféroidech.

Díla jsou psána formou dopisů Dosifeovi.

Ke třetímu období patří jeho práce:

- e) 0 rovnováže rovinných útvarů,
- f) 0 mechanických větách (uvedeno jako dopis Eratosthenovi),
- g) 0 plovoucích tělesech.

K poslednímu období patří práce:

- h) Měření kruhu,
- i) 0 počtu písečných zrn.

Archimédova díla se zachovala jen v arabských a jiných prepisech a překladech. Pravděpodobně byl autorem i dalších prací, např. 0 kruhu, 0 trojúhelníků, Katoptrika (odraz světla), 0 sedmiúhelníku v kruhu, 0 poloprávdelných mnohoúhelníků atd.

V prvních čtyřech dílech a) až d) rozvinul Archimédes Eudoxovu metodu výpočtu obsahu nepravidelného obrazce vepisováním pravidelných mnohoúhelníků se stále větším počtem stran. Uvažoval o vepsaných i opsaných mnohoúhelnících a na základě svých úvah určil metodou mechanické kvadratury hodnoty součtů (dnes určitých integrálů) při výpočtu povrchu koule nebo při výpočtu plochy ohraničené spirálou. Stejnou metodou určil i objemy úsečí rotačního paraboloidu, elipsoidu a hyperboloidu. V jeho dílech se již objevují některé základní myšlenky později vytvořeného diferenciálního počtu.

Díla, která Archimédes vytvořil ve třetím období svého života, jsou z hlediska fyziky nejcennější. Vrátil se v nich k fyzikálním problémům, které řešil pomocí matematiky, především úměrami. Vypracoval teorii páky, vypočítal polohu těžiště pro rotační plochy a z ní stanovil podmínky pro stabilní rovnovážnou polohu rotačního paraboloidu plovoucího na kapalině.

V posledním období svého života řešil problémy jak popsat geometrické veličiny užitím čísel. Vytvořil také systém pro zapisování velkých čísel. V díle 0 počtu písečných zrn došel podle dnešních značení k číslu 1063, což byl počet písečných zrn, která podle něho vyplňovala celý tehdy známý vesmír.

Je zřejmé, že Archimédes byl velký vědec, proto vysvětlit všechny jeho myšlenky v jedné práci je nemožné. Jeho důvtipný styl si však můžeme demonstrovat alespoň na jedné ukázce z jeho díla:

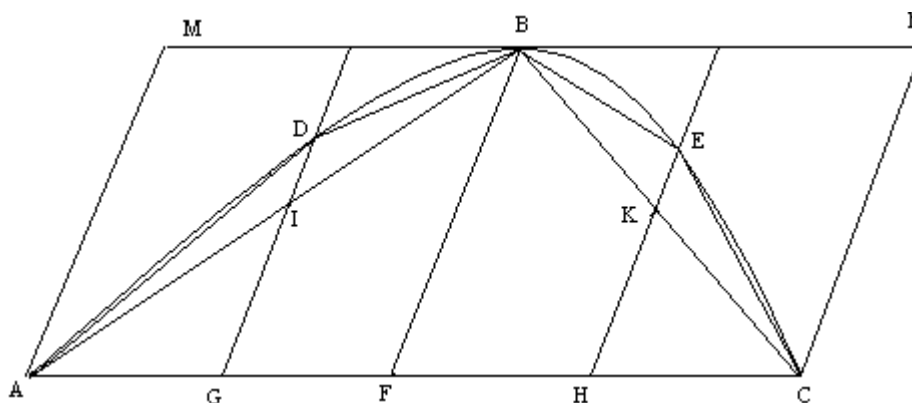
### **Kvadratura paraboly**

V Poselství Eratosthenovi o mechanických větách Archimédes poprvé uvádí svůj poznatek o velikosti obsahu úseče paraboly, který objevil pomocí mechaniky, a to, že každá úseč paraboly vytváří čtyři třetiny trojúhelníku s touž základnou a stejnou výškou. Před větou, která obsahuje geometrický důkaz tohoto tvrzení, jsou věty, které stručně vysvětlím.

I. *Trojúhelník, který má s úsečí paraboly společnou základnu a stejnou výšku, je větší než polovina úseče.*

Trojúhelník je polovinou rovnoběžníku AMNC tvořeného tečnou v bodě B a základnou AC s ní rovnoběžnou; AM, CN jsou rovnoběžné s průměrem BF paraboly. Tvrzení věty je zřejmé z toho, že úseč je menší než rovnoběžník AMNC.

Tento poznatek lze přenést na trojúhelníky a úseče ADB, BEC sestrojené pomocí průměrů ID, KE rovnoběžných s FB.



II. *Trojúhelník ABC je osmkrát větší než každý z trojúhelníků ADB, BEC.*

Trojúhelník ABC je prvním útvarem vepsaným do úseče ABC; druhým je sjednocení trojúhelníků ABC, ADB, BEC; třetí se získá připojením dalších trojúhelníků se základnami AD, DB, BE, EC atd. Pro obsahy těchto útvarů platí:

III. *Vezmeme-li jakýkoliv počet ploch tvořících spojitou proporci v poměru 4:1, přičemž největší se rovná trojúhelníku vepsanému do úseče, pak všechny tyto plochy dohromady budou menší než úseč.*

Archimédes důvtipně vytvořil geometrickou řadu s kvocientem  $1/4$ , o jejímž částečném součtu odvodil větu:

IV. *Je-li  $S = a + a/4 + \dots + a/4^n$ , pak  $S + 1/3 \cdot a/4^n = 4/3 \cdot a$ , kde  $S$  je součet obsahů všech vepsovaných trojúhelníků,  $a$  je obsah trojúhelníku ABC a  $n$  je počet všech sčítanců.*

To platí pro jakékoliv konečné přirozené  $n$  včetně 0. Dále Archimédes užívá Euduxovy exhaustivní metody uvedené v 10. knize Eukleidových Základů a dospívá k výsledku, ke kterému bychom došli užitím limity. Poroste-li totiž  $n$  do nekonečna, bude

$$S = a \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^n \left(\frac{1}{4}\right)^k$$

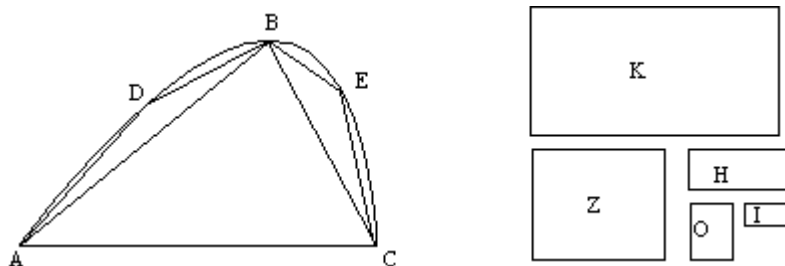
a po vyřešení této jednoduché limity posloupnosti nám vyjde, že  $S = 4/3 \cdot a$ .

V. *Každá úseč sevřená mezi přímkou a parabolou tvoří čtyři třetiny trojúhelníku, který má společnou základnu a stejnou výšku.*

K důkazu věty použiji Archimédova textu v dopise Eratosthenovi:

Nechť  $ADBEC$  je úseč sevřená mezi přímkou a parabolou,  $ABC$  je trojúhelník mající s úsečí společnou základnu a stejnou výšku. Nechť plocha  $K$  tvoří čtyři třetiny trojúhelníku  $ABC$ . Je třeba dokázat, že tato plocha se rovná úseči  $ADBEC$ , což nejlépe půjde sporem. Když se nerovná, bude buďto větší nebo menší.

1. Nechť úseč  $ADBEC$  je větší než plocha  $K$ . Tehdy jsem vepsal trojúhelníky  $ADB$ ,  $BEC$  jak bylo výše řečeno, do úsečí zbylých po stranách, vepsal jsem další trojúhelníky mající s těmito úsečemi společné základny a výšky, a potom do takto získaných úsečí stále vpisuji dvojice trojúhelníků, které s nimi mají společné základny a výšky; potom zbývající úseče se jednou stanou menšími než ten rozdíl, o který je úseč  $ADBEC$  větší než plocha  $K$ , takže vepsaný mnohoúhelník bude větší než plocha  $K$ , ale to není možné. Skutečně, máme plochy tvořící spojitou proporci v poměru  $4:1$ , a to jmenovitě první je trojúhelník  $ABC$ , čtyřikrát větší než oba trojúhelníky  $ADB$  a  $BEC$  dohromady, dále tyto trojúhelníky jsou čtyřikrát větší než trojúhelníky vepsané do dalších úsečí a tak stále dále; je jasné, že všechny tyto plochy dohromady budou menší než čtyři třetiny největší plochy (trojúhelníku  $ABC$ ), přitom  $K$  tvoří čtyři třetiny největší plochy. To znamená, že úseč nebude větší než plocha  $K$ .



2. Nechť nyní, je-li to možné, bude úseč menší než  $K$ . Vezměme plochu  $Z$  rovnou trojúhelníku  $ABC$ , potom plochu  $H$  rovnou čtvrtině  $Z$ , dále  $O$  rovnou čtvrtině  $H$  a takto budeme brát stále ve spojitě proporci až do doby, kdy se poslední plocha ukáže být menší než ten rozdíl, o který je plocha  $K$  větší než úseč  $ADBEC$ . Nechť tato menší plocha je  $I$ ; tehdy plochy  $Z$ ,  $H$ ,  $O$ ,  $I$  dohromady spolu s třetinou  $I$  tvoří čtyři třetiny  $Z$  (podle věty IV.). Ale  $K$  také tvoří čtyři třetiny  $Z$ ; to znamená, že  $K$  bude rovna plochám  $Z$ ,  $H$ ,  $O$ ,  $I$  vzatým spolu s třetinou  $I$ . Protože plocha  $K$  je větší než plochy  $Z$ ,  $H$ ,  $O$ ,  $I$  o veličinu menší než  $I$ , ale úseč  $ADBEC$  je větší o veličinu větší než  $I$ , je jasné, že plochy  $Z$ ,  $H$ ,  $O$ ,  $I$  budou větší než úseč. To je nemožné, protože je dokázáno (věta III.), že když se vezme libovolný počet ploch tvořících spojitou proporci v poměru  $4:1$ , přičemž největší se rovná trojúhelníku vepsanému do úseče, pak všechny tyto plochy dohromady budou menší než úseč; to znamená, že úseč  $ADBEC$  není menší než plocha  $K$ . Ale je také dokázáno, že nebude ani větší; to znamená, že se bude rovnat ploše  $K$ . Ale plocha  $K$  tvoří čtyři třetiny trojúhelníku  $ABC$ ; to znamená, že úseč  $ADBEC$  se rovná čtyřem třetinám trojúhelníku  $ABC$ .

Tento jeho důkaz není nic jiného nežli praktické užití Eudoxovy metody. Vyšetřovanou míru  $S$  (obsah úseče  $ADBEC$ ) aproximuje dvěma posloupnostmi  $a_n$ ,  $b_n$  s kladnými členy tak, že pro každé přirozené  $n$  platí  $a_n < S < b_n$ ; hodnotu  $K$  (z dnešního hlediska jde o společnou limitu uvedených posloupností) bere z odhadu a rovnost  $S=K$  dokazuje tím, že od předpokladů  $S < K$ ,  $S > K$  dojde ke sporům (zpravidla k důsledkům, že pro některé  $n$  platí  $b_n < K$  či  $a_n > K$ ).

# Gravitační konstanta

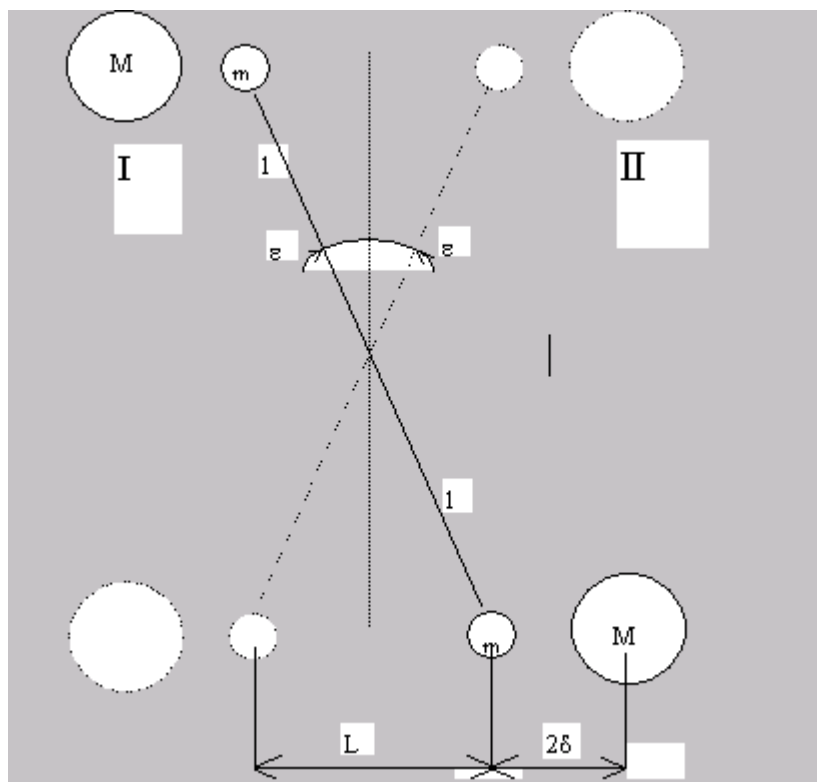
Pavlíková Irena

S poznáním a přesným měřením základních fyzikálních konstant se setkáváme v různých fyzikálních oborech. Gravitační konstanta  $G$  (nazývaná též Newtonova gravitační konstanta) vystupuje ve vzorci pro velikost gravitační síly  $F$ , je možno ji využít při výpočtech hmotností planet a Slunce, nachází uplatnění v astrofyzikálních a kosmologických teoriích.

Určit pokud možno přesně číselnou hodnotu konstanty  $G$  je dosti obtížné, již Newton ovšem upozornil na to, že bychom se mohli pokusit změřit gravitační působení tělesa s velkou hmotností, jakým je mohutná osamělá hora. Podobným způsobem lze odhadnout velikost konstanty měřením změny gravitačního zrychlení kyvadlem při výstupu na hory či při sestupu do hloubky Země.

Bylo zřejmé, že k přesnějšímu určení gravitační konstanty je nutné vypracovat metodu používající jen tělesa „laboratorních“ rozměrů. Jako první řešil tento úkol Cavendish (1797). Měřil přitažlivou sílu mezi dvěma koulemi pomocí torzních vah v uspořádání naznačeném na obrázku.

Obr. 1



Za modifikaci torzní metody lze pokládat uspořádání Wilsingovo, v němž jsou dvě koule upevněny na koncích fyzického kyvadla. Nejpresnější hodnoty gravitační konstanty  $G$  nyní poskytuje dynamická metoda pomocí torzních vah, jehož vodorovná osa prochází těsně nad jeho těžištěm (tzv. diferenciální kyvadlo). Rovněž tuto metodu zlepšovali četní autoři, nejnovější výsledky získali Luther a Towler (1981 -  $G = 6,6726(5) \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

# Zušlechťování energie

Milisdörfer L.

**Prvotní zdroje energie**, z kterých čerpá naše energetika, jsou: hnědé a černé uhlí (podílejí se více než 60%), dovážená ropa (asi 20%), dovážený zemní plyn (asi 12%), elektřina z vodních elektráren a elektřina z jaderných elektráren, jejichž palivem je upravený a obohacený uran. V "surové" podobě, v jaké se pevná, kapalná a plynná paliva těží, se ke spotřebě ani jedno přímo nehodí. Nezbyvá než někdy i složitými a ekologicky závadnými procesy je přeměňovat vzušlechtěnou spotřební energii, kterou je upravené a tříděné uhlí, brikety a koks, kapalná paliva (benzín, nafta, topné oleje, propan-butan), teplo z tepláren a vytopen. Nejprogresivnější formou zušlechtěné energie je elektrický proud. Z místa těžby a hrubé úpravy se pevná, kapalná a plynná paliva dostávají ke spotřebiteli nákladnou přepravou se složitými manipulacemi, což je provázeno nevyhnutelnými ztrátami. Technologii potřebných přeměn zjednodušeně ukazuje schéma 1.

**Uhelné, vodní a jaderné elektrárny** pracují do společné elektroenergetické sítě, napojené navíc do obrovské energetické soustavy bývalých východoevropských států, která se nyní propojuje se sítí západoevropskou a umožňuje tak hospodárné vyrovnávání spotřeby v průběhu dne i ročních období.

Na 100% celkové spotřeby všech energií v roce 1994 se u nás podílela tuhá paliva 27%, rozváděné teplo 26%, zemní plyn 18%, kapalná paliva 16% a elektrický proud 13%. Výhledově by se měl podíl tuhých paliv snižovat zejména ve prospěch vyššího podílu elektrické energie, protože zdroje zemního plynu a ropy se rychle vyčerpávají, hledá se náhrada jednak ve zvýšení podílu "jaderné" elektřiny, jednak v hospodárnějším, a zejména čistším využitím uhlí. Poslední úkol může být splněn zejména nově vyvíjenými způsoby zplyňování nebo dokonce zkapalňování uhlí. Je možné, že vzniknou uhelné "rafinérie", které budou produkovat hydrogenací vzniklý syntetický benzín a motorová paliva. Zplyňovací komplexy, možná i s využitím jaderného tepla, naopak z uhlí vyrobí syntetický zemní plyn s takovou výhřevností, že ho bude možné do plošné plynovodní sítě postupně dodávat jako náhradu za plyn přírodní.

# Mechanická perpetua mobile I. druhu

Jirásková J.

Perpetuum mobile je, podle fyzikální definice, stroj, který byl-li jednou uveden do pohybu, sám od sebe v něm neustále setrvává, popřípadě je schopen konat při svém pohybu užitečnou práci. Podle přírodních zákonů však nelze takto fungující stroj postavit.

Perpetua mobile dělíme na P.m. I. druhu, kterými se v následujícím posteru budeme výhradně zabývat, a P.m. II. druhu (pracující na základě cyklické přeměny tepla a práce). Dále můžeme P.m. dělit na tzv. pravá a nepravá, nebo podle využitého principu na P.m. mechanická, kapalinová, elektromagnetická a ostatní.

Nepravé Perpetuum mobile se od pravého liší tím, že čerpá nějaký druh energie na základě příslušného fyzikálního principu. Jedná se v podstatě o zdánlivý věčný pohyb, který ustane, jestliže se příslušný zdroj energie vyčerpá nebo jej prostě přerušíme. Příkladem mohou být stroje fungující na základě změny barometrického tlaku, malého rozdílu teplot nebo předávání elektrického náboje.

Perpetuum mobile se zrodilo ve starověké Indii, kdy se první návrhy na tento stroj objevily ve spisech indického učenice Bháskary. Zmiňují se o něm též staří Arabové. Jak Indický, tak Arabský koncept vycházejí z ideje věčného kruhového pohybu. Do Evropy se Perpetuum mobile dostalo pravděpodobně právě z Arábie, v tehdejší době mu však nebylo věnováno příliš pozornosti (za původce myšlenky sestrojení samohybného stroje je v Evropě pokládán francouzský architekt Villard z Honnecourtu).

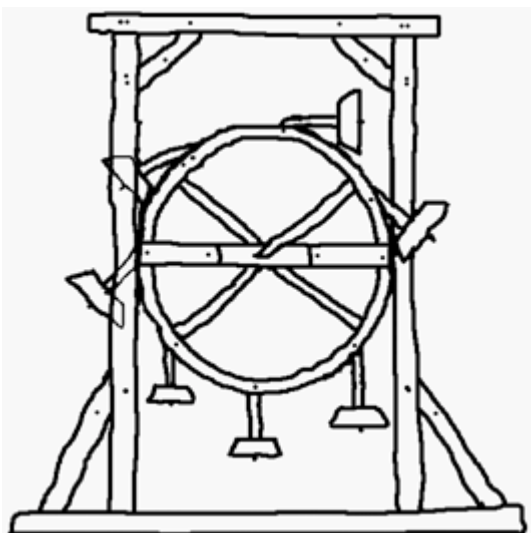
Velký rozkvět Perpetua mobile nastal v období renesance, kdy se obnovil zájem o tradice antického Řecka a též o antickou mechaniku (sami staří Řekové se však Perpetuem mobile nezaobírali; správně předpokládali, že věčný kruhový pohyb je neuskutečnitelný). Věčný pohyb byl v této době středem pozornosti alchymistů, Perpetuum mobile bylo též předmětem sporů mezi církví a vědeckými kruhy (první patřili mezi zastánce, druhí mezi odpůrce). Zájem o P.m. přetrvává prakticky až do doby, kdy byl vynalezen parní stroj. Definitivní konec éry Perpetua mobile nastal v roce 1842, kdy Julius Robert Mayer, lékař a fyzik, objevil zákon zachování energie.

Mezi nadšenci a naivkami marně se pokoušejícími o sestrojení Perpetua mobile se občas objevili i podvodníci, jejichž složité a mechanicky propracované stroje obsahovaly dovedně skrytý mechanismus. Své výtvary potom tito „vynálezci“ vydávali za pravé Perpetuum mobile, aby si tak zajistili slávu a peníze. Oběťmi těchto povodů se stávali většinou majetní a vlivní lidé, především feudálové a vysocí státní úředníci.

Přestože důkaz o neseestrojitelnosti Perpetua mobile byl podán před více než sto lety, stále se ještě najdou jedinci, kteří vynakládají spoustu času a finančních prostředků v honbě za fantómem věčného pohybu. Patří mezi ně většinou lidé nevzdělaní, nedůvěřující základním zákonům fyziky, ale též nadšenci zabývající se nepravým Perpetuem mobile. Patentní úřady jsou dnes a denně zahlcovány množstvím nákrešů a návrhů různých variant Perpetuí mobile, jakýkoliv praktický důkaz však pokaždé skončil nezdarem.

A tak jediné místo, kde se dnes můžete setkat s pravým Perpetuem mobile, je na stránkách vědeckofantastické literatury.

Obr. 1



Kresba nejstaršího perpeua mobile v Evropě (kolem r. 1235) pochází z náčrtníku Villarda z Honnecourtu.

**Použitá literatura:** Stanislav Michal – Perpetuum mobile včera a dnes  
(Vyd. SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1981)

# Jak přednášet (nejen) o fyzice

Bojar Ondřej, Jakubský Vít, Vondráček Jakub

Tato stránka tvoří tzv. *proceeding* k stejnojmenné ústní prezentaci v rámci Fyzikálního semináře I. na FJFI ČVUT. Snad zde najdete užitečné rady, jak přednášet (nejen) o fyzice. Pokusím se udělat na stránce nemoderovanou volnou diskusi, nebojte se přispívat. Nicméně v důsledku toho možná poroste tahle stránka vysoko nad hlavu jejího původního autora.

## To Do

- Pozorování a užitečné poznámky k dalším přednáškám (**od všech účastníků FyzSem**)
- Webový formulář pro předch. bod (Ondra), než se tak stane, příspívejte poštou!

## Původní osnova přednášky

1. Příprava přehledné přednášky (Ondřej Bojar)
2. Co byste měli dělat během přednášky (Vít Jakubský)
3. Co byste měli dělat po přednášce (Jakub Vondráček)

## Další (možná užitečné) odkazy

- Ondřej Bojar: Rady, jak odvádět špatnou práci.
- Jan Čáp: Psychologie výchovy a vyučování, Karolinum, Praha 1993, ISBN 80-7066-534-3

## Příprava přehledné přednášky

### Klíč k přehledné a poutavé přednášce:

- Získat a udržet zájem posluchačů.
- Přednášet myšlenky poutavě a odpovídající rychlostí.
- Vybudovat zřetelnou a logickou strukturu přednášky.

### Připravujte ve třech částech:

1. Vymezení tématu
2. Sestavení přednášky
3. "Doleštění" detailů

Alespoň dvakrát se tak ke své přednášce vrátíte a prohlédnete si ji zvenku.

### 1. Vymezení tématu:

- Zajistěte si dostatek času na přípravu.
- Odhadněte posluchače, přednášejte pro ně odpovídajícím způsobem.
- Určete si přesné hranice tématu a označte si ústřední téma, bod.



## 2. Sestavení přednášky:

- Přesvědčte o myšlence sami sebe dřív, než se to pokusíte udělat s publikem.
- Určete si klíčové body vaší přednášky a seřadte je do logického sledu.
- Zvolte klíčové materiály, ostatní odstraňte.
- Pečlivě zvažte, jaké přílohy přednášky (promítané folie, rozesílané listy ap.) jsou nezbytné a jak by na nich měla být informace podána, aby byla snadno srozumitelná. Zařadte přílohy do sledu informací, jež podáváte ústně.
- Projděte si znovu své poznámky:
  - Nezahlcujete posluchače informacemi?
  - Směřuje vaše přednáška logicky i dramaticky k ústřednímu bodu?
- Naučte se strukturu vaší přednášky nazpaměť, předneste ji i bez použití poznámek.
- Přednášku udělejte **spíš kratší než delší**, změřte si její skutečný čas!

## 3. "Doleštění" detailů:

- Ujistěte se, že máte dobrý úvod, abyste získali co nejdříve pozornost posluchačů.
- Zkuste si přednesení ústředního bodu.
- Zvažte, zda nemůžete zlepšit některé body převedením na řečnické otázky.
- Napište si stručné, jasné a čitelné poznámky.
- Dokončete strukturu přednášky. Dokončete přípravu příloh přednášky.
- Poznámky si sepište na číslované kartičky nebo listy:
  - Představte se hned na začátku.
  - Ke každému bodu si napište i minimální informace, které chcete přednést.
  - Ujistěte se, že v poznámkách máte pokyny k použití příloh. Nacvičte si jejich uvedení.
- Zkontrolujte, že neselže technika. Naučte se ji obsluhovat.
- Prohlédněte si místnost, ověřte datum a čas přednášky.

## Co dělat v průběhu přednášky

(Vít Jakubský)

- Jasně a stručně definujte pojmy, méně důležité věci ozřejměte co nejdříve, včas se také zmiňte o sporných bodech.
- Všimněte si reakcí posluchačů, přizpůsobte jim v rámci možností způsob výkladu. Upozorněte je na přechody mezi jednotlivými strukturami přednášky.
- Při použití vizuálních pomůcek stůjte poblíž a ukazujte na nich důležité věci, nezapomeňte je po použití odstranit, aby později nerozptylovaly posluchače.
- Základní zprávu nebo myšlenku řádně ozřejměte a pozastavte se u ní.
- Na konci proveďte malou rekapitulaci.

## Co dělat po přednášce?!?

(Jakub Vondráček)

### Odpovězte na otázky, které předvídáte

- Ušetříte si tím čas, námahu i problémy

### Poslouchajte pozorně otázky

- Nechte tazatele dokončit otázku
  - Získáte tím čas
  - Ušetříte si nepříjemnosti
- Případně zrekapitulujte otázku
  - Ostatní musí slyšet, na co odpovídáte
- Nikdy neignorujte otázky

### Odpovídejte jasně a stručně

- Opět ušetříte čas
- Používejte vhodný humor
- Nestyd'te se přiznat svou neznalost
- Odkazujte na literaturu, přednášky a jiné zdroje

### Bud'te objektivní k svému hodnocení

- Nevylévejte si své emoce
- Nechovejte se agresivně
- Přijímejte klidně kritiku

### Připoměňte hlavní body vaší přednášky

- Prezentujte hlavní body a literaturu

### Neprotažujte zbytečně přednášku!!!!

- Bud'te ohleduplní k ostatním přednášejícím i k posluchačům

## Jak odvádět špatnou práci

V tomhle dokumentu se dočtete postřehy všeho druhu, které jsem nabyt během svého působení leckde, většina rad se však zatím vztahuje pouze k spolupráci v užším kolektivu, pracovní skupině řekněme. Titulek této stránky (volený čistě z důvodů stylistických a propagačních) mne však zavazuje psát rady v záporu. Pokud se tedy chcete chovat správně, *nesmíte zapomenout* doporučení znovu negovat!

Možná vás při čtení napadne, že popisovaný negativní rys některý z vašich kolegů má. V takovém případě je vhodné na něj nejlépe jmenovitě veřejně upozornit, protože teprve pak si opravdu své chyby uvědomí. [ ;-) ] [Radši si zkuste představit, že to není váš kolega, ale vaše zrcadlo. (Ale dál už to bude bez výkladu! :-)]

Doufám, že vám následující řádky pomohou zpříjemnit vašemu okolí život.

Úvodem ještě přidám jednu citaci z moc pěkné knížky, kterou jsem dostal letos k Vánocům. Jejím autorem je Anthony de Mello a útlá knížka se jmenuje Minutová moudrost. Pokud si chcete něco hezkého (i když docela náročného) přečíst, určitě se ji poskuste sehnat.

### **Proměna**

Žákovi, který si věčně stěžoval na druhé,  
Mistr řekl: "Jestli ti jde o klid duše, usiluj o  
změnu sebe sama a ne druhých lidí. Snazší  
je chránit si nohy pantoflemi, než po celé  
zemi natahovat koberec."

### **Na jednání, prezentaci ap. se nijak nepřipravujte**

Musíte si uvědomit, že plýtvání papírem je krajně neekologické a psát na druhou stranu potištěných papírů, které jinak vyhazujete, je zase pod vaši úroveň. Nedělejte si proto žádné přípravné poznámky, neplývejte čas uspořádáváním myšlenek (jež beztak postrádáte). Až si vezmete slovo (sám vám ho nikdo nedá), prostě vyklopte, nač si zrovna vzpomenete. Oni se v tom ostatní už vyznají, jsou přece stejně chytří jako vy.

### **Žádnou myšlenku si nenechte na později nebo úplně pro sebe**

Ostatní přece musí vědět, jaké nové verze je vaše oblíbená hra! Co na tom, že zrovna řeší, kolik peněz si může organizace dovolit utratit za reklamní kampaň nebo organizační výdaje. Aby si vaši kolegové ale nemysleli, že jste duchem nepřítomen, nadhod'te občas nějakou myšlenku, která se k činnosti vašeho společného podniku vztahuje. Třeba do debaty o tom, kdo požádá o nějaký sponzorský dar, vložte konstruktivní námitku, že pozvánky bude stačit rozeslat až o týden později. Už předem si můžete být jisti, že se vašeho návrhu někdo další chytí a diskuse přejde k *důležitějšímu* bodu jednání.

Totéž pravidlo platí samozřejmě i o vašich reakcích na projevy ostatních! Nebudete přece mrhat čas svůj i svých kolegů, když vaše jediná poznámka dokonale zničí celý další obsah dlouhého monologu, a mluvčí jej díky vám nebude muset dokončovat.

### **Nenechte se přerušit**

Možná se na první pohled zdá, že je tato rada poněkud v rozporu s tou předcházející. Neopomenutelný rozdíl je tady ovšem v roli, kterou vy osobně hrajete. I když vám bude dlouho celé posluchačstvo zdůrazňovat, že projev protahujete, nesmíte se nechat vyrušit! Vždyť jak oni mohou tušit, že závěrečná pointa prostě *bude stát za to!*

### **Neutopte své spolupracovníky v informacích**

Je společensky *nevhodné* obtěžovat své nejbližší kolegy nevyžádanými informacemi (spamming). Ve vaší blízkosti tráví většinu svého času, a vědí tedy o všech pohnutkách ve vaší mysli, není proto třeba jim cokoli zdůrazňovat, vyjasňovat ap. Zvlášť v kolektivu je podobné přetěžování informacemi nebezpečné. Lze jím zabít i několik hodin denně, protože se příspěvky ve skupině lidí nebezpečně kumulují. A zvlášť Internet je médium, které už svou povahou podobné přesycení informací podporuje. Nemařte tedy strojový čas rozesíláním stručných, nicneříkajících sdělení typu: "Dnes nemůžu přijít." nebo "Včera jsem rozeslal všem pozvánku na ten večírek, který jsi chtěl organizovat za týden."

Dělejte prostě svou práci nebo i práci, za kterou je zodpovědný někdo jiný (bude vám dodatečně vděčný, až se dozví, jak pěkně jste to za něj vyřešili), a nesnažte se ostatním říct, co vlastně děláte.

Stejná rada platí ale i o informacích vyžádaných! Pokud vám třeba někdo řekne, že sbírá všechny informace o sponzorech, a poprosí vás, abyste mu podobné informace předával, jakmile na nějaké náhodou narazíte, nemusíte se tím vůbec nijak zatěžovat. Je-li ten člověk za sběr informací zodpovědný, však on se vás zeptá znovu, když bude mít dojem, že mu něco tajíte. No a pokud se vás nezeptá, tak jste vlastně ušetřil práci sobě i jemu.

### **Nehoňte se**

Život se nemá uspěchat. Nehoňte se tedy, i když už zase jdete pozdě. Skoro tam radši nechodte vůbec, aby vás hned u dveří nečastovali nejapnými poznámkami o dochvilnosti.

### **Nenechte ani jeden skvělý nápad čekat na realizaci**

Jakmile vás napadne něco dobrého, vrhněte se vší silou do toho (a třeba i nechte rozdělané práce). Ostatní určitě ocení vaši kreativitu a rychlý úsudek, že *tohle prostě bude něco!* Nemá smysl odkládat myšlenky k ledu. Nové myšlenky je třeba rychle realizovat, protože se znáte a víte, že vás za pět dní napadnou další skvělé nápady a na tenhle byste už nevzpomněli. Pokud vám však rozpracovaný bude ležet na stole, až se pustíte do něčeho nového, bude se vám přece stále připomínat a další den si na něj *určitě* najdete čas.

### **Bojujte na všech frontách**

Je znakem omezenosti, pokud se věnujete jen několika málo věcem. Moderní člověk pracuje pětadvacet hodin denně, vede čtyři dobročinné spolky, řídí televizní vysílání a současně je moderuje, natáčí, stříhá... Ne kolik řečí umíš, ale *kolik zaměstnání máš*, tolikrát jsi člověkem! Do čelního boje se však nedostane každý, fronty jsou v takhle přelidněném světě úzké. Musíte se tedy o své místo na slunci drát! Jakmile se naskytne možnost něco podniknout, pusťte se do toho. Berte všechny funkce, které se ve vašem okolí naskytnou, raději, než aby projekt přišel nazmar, protože se do něj nikdo nepustí. Jenom praví hrdinové se vrhají do nadlidských úkolů, ale v současnosti je nadčlověk už málo! Staňte se nadnadčlověkem, multiprocesorovým hrdinou! Možná budeme mít prvních několik měsíců dojem, že kvalita vaší práce nedosahuje své bývalé úrovně. V takových chvílích neopodstatněně deprese si však vždycky připomeňte, *kolik* toho děláte. Ostatní přece musí pochopit, že takhle vytižený člověk nemůže dělat věci pořádně...

