Tekutiny v pohybu

Evoluční diferenciální rovnice

Matematický ústav AVČR, Praha

Konference vybraných vědeckých týmů AVČR, 24. března 2016

Tekutiny v pohybu

Evoluční diferenciální rovnice

Složení

- 18 výzkumných pracovníků
- 2 postdoktorandi
- 4 PhD studenti

Projekty

- 3 projekty GAČR
- ERC advanced grant MATHEF

Témata

- dynamika tekutin
- dynamika pevných látek
- matematické modely v biologii
- teorie potenciálu, prostory funkcí

Aktivity

- organizace škol a konferencí - EVEQ, Mathematical Fluid Dynamics
- pravidelné semináře

Výchova studentů

- PhD program s MFF UK Praha
- PhD program s ZÚ Plzeň
- PostDoc program

Tekutiny v každodenním životě

med

pivo

vítr

slunce

letadla

Co nás zajímá?

- předpověď počasí
- konstrukce letadel, lodí, vlaků, aut ...
- vývoj hvězd, astrofyzika
- řeky, moře, vlny tsunami
- lidské tělo, krevní oběh

A CO MATEMATIKA?

- Modelování
- Matematická analýza, existence a jednoznačnost řešení, determinismus (?)
- Numerická analýza, výpočty

A co je vlastně tekutina?

Atomy a molekuly

Tekutiny můžeme chápat jako obrovské soubory malých částic (atomy, molekuly)

Kinetické modely

Velké soubory částic v *náhodném* pohybu, známe pouze průměry

Mechanika kontinua

Fenomenologická teorie založená na *pozorovatelných veličinách* - hustota (tlak), teplota, rychlost

Modely turbulence

Založené na klasické mechanice kontinua, popisy pomocí průměrů

A potřebujeme vůbec matematiku ?

Luc Tartar
[Compensation effects in partial differential equations]

Co mě nejvíc překvapuje je chování lidí, kteří neuspěli v matematice a obhajují jazyk inženýrů, jako kdyby nevěděli, že jedna věc je věci ovládat a druhá jim rozumět

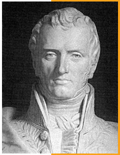
Možné zdroje nepříjemností

Komplikovaná teorie [A stojí to za tu námahu?]

- model neodráží realitu
- model není matematicky dobře definován
- numerická metoda neřeší co chceme
- počítačová implementace nedává očekávané výsledky

Navierovy-Stokesovy rovnice - Millenium Problem?

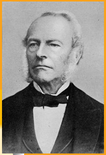
- $\mathbf{u} = \mathbf{u}(t, x)$ .... rychlost
- $\Pi = \Pi(t, x)$ .... tlak



Claude Louis Marie Henri Navier [1785-1836]

“Nestlačitelnost”

$$\mathrm{div}_x \mathbf{u} = 0$$

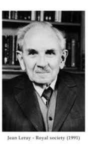


Zachování hybnosti

$$\partial_t \mathbf{u} + \mathrm{div}_x(\mathbf{u} \otimes \mathbf{u}) + \nabla_x \Pi = \Delta_x \mathbf{u}$$

George Gabriel Stokes [1819-1903]

Co tedy víme?



Jean Leray [1906-1998] Existence tzv. **slabých** řešení (3 dimenze)

Olga Aleksandrovna Ladyzhenskaya [1922-2004] Existence a jednoznačnost řešení ve 2D

Pierre-Louis Lions[*1956] Existence slabých řešení pro stlačitelné proudění

a mnoho dalších...

Další špatné zprávy?

Camillo DeLellis [*1976]

Existence

Dobrá zpráva: *Zobecněná řešení* existují
Špatná zpráva: Je jich strašně moc...

A která jsou ta pravá řešení ?

Dobrá zpráva: Většina "divokých" řešení produkuje energii
Špatná zpráva: Je pořád dost divokých řešení, která energii zachovávají

László Székelyhidi [*1977]

To nejlepší nakonec