

# Cvičení 10, Turbulence

19. prosince 2022

## Příklad 1.

Při zamíchání čaje se čajové lístky na dně přesunou do středu hrnku. Proč? Co se stane s lístkem plavajícím na hladině? Co by se stalo s lístkem, jestliže bychom místo míchání lžičkou položili hrnek na otočný stůl a zatočili se stolem?

## Příklad 2.

Rovnice pro geostrofickou rovnováhu se třením je možné zapsat ve tvaru

$$\mathbf{f} \times \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho_0} \nabla p + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \boldsymbol{\tau}}{\partial z}$$

kde  $\mathbf{f} = (f, -f)$  a  $\boldsymbol{\tau}$  je vektor napětí. Uvažujeme tzv. Boussinesquovu aproximaci, ve které se hustota dělí na konstantní hustotu  $\rho_0$  a malou perturbaci.

Nad tropickým oceánem dochází ke vzniku atmosferických cyklonálních bouří. Vypočítejte, jaký má efekt tato bouře na vznik Ekmanovy mezní vrstvy v nekonečně hlubokém oceánu.

Napětí vzduchu dané cyklonální bouří může být popsáno jako

$$\boldsymbol{\tau} = -A \exp^{-(r/\lambda)^2} (y, x, 0),$$

kde  $r^2 = x^2 + y^2$  a  $A$  a  $\lambda$  jsou konstanty. Na proudění uvnitř oceánu dále působí napětí spojené s turbulencí uvnitř oceánu  $\boldsymbol{\tau}_t = \rho_0 K \partial_z \mathbf{u}$ , kde  $K$  je konstanta. Při výpočtu předpokládejte, že proudění se dá rozdělit na homogenní geostrofickou složku  $(\bar{u}, \bar{v}, 0)$  a perturbaci odpovídající Ekmanově vrstvě.

## Příklad 3.

Rovnici pro vývoj potenciální teploty je možné psát ve tvaru

$$\partial_t \theta + \mathbf{u} \cdot \nabla \theta = \nu \Delta \theta - \nabla \cdot \mathbf{Q}.$$

První člen na pravé straně představuje molekulární přenos tepla, druhý člen na pravé straně představuje další neadiabatické toky, např. Sluneční záření. Napište Reynoldsův průměr této rovnice. Určete, jak se mění rozptyl teploty  $\theta'^2$ .