

Turbolenza Fluidodinamica e Van Gogh

Jacopo Tissino

Liceo Scientifico "M. Grigoletti"

29 giugno 2016

1 La turbolenza nei quadri di Van Gogh

2 La turbolenza

■ Le equazioni di Navier-Stokes

Notte Stellata

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes



Bassi numeri di Reynolds

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes

Cose (immagini, s'intende)

Alti numeri di Reynolds

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes

Altre cose

Ipotesi

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes

- Densità del fluido costante (*incompruibilità*);
- forza viscosa linermente dipendente da differenze di velocità (fluido newtoniano);
- flusso isotropico;
- assenza di forze esterne.

Le equazioni in forma standard

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot (\nabla \mathbf{v}) = -\frac{\nabla p}{\rho} + \nu \nabla^2 \mathbf{v} \quad (1a)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0 \quad (1b)$$

Significato:

- Termini a sinistra: derivata materiale;
- termini a destra: forze sul fluido: gradiente di pressione e viscosità per il laplaciano della velocità (differenza fra la velocità in un punto e nei suoi dintorni);
- seconda equazione: conservazione della massa per un fluido incompressibile.

Derivata materiale

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes

È la somma dell'accelerazione *locale* (zero se il regime non cambia nel tempo) e di quella dovuta alla *convezione*, ovvero quella dovuta dallo spostamento di particelle di fluido ad una parte diversa del flusso.

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} \frac{dt}{dt} + \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial z} \frac{dz}{dt} = \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot (\nabla \mathbf{v}) \quad (2)$$

(Immagine pompa pompiere)

Le equazioni adimensionalizzate

Turbolenza
Fluidodinamica
e Van Gogh

Jacopo
Tissino

La turbolenza
nei quadri di
Van Gogh

La turbolenza
Le equazioni di
Navier-Stokes

dove

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot (\nabla \mathbf{v}) = -\nabla p + \frac{1}{\text{Re}} \nabla^2 \mathbf{v} \quad (3)$$

$$\text{Re} = \frac{\rho v L}{\mu} \quad (4)$$