



# Динамика флуида

---



# Флуид у кретању: Струјнице

---

- Струјница је путања
  - Различите струјнице се не секу
  - Струјница у било којој тачки се поклапа са правцем брзине флуида у тој тачки
- Ламинарни ток
  - Не јављају се вртлози, кретање је регуларно

# Ламинарни ток, пример

Ламинарни ток  
флуида око  
аутомобила у  
ваздушном  
тунелу





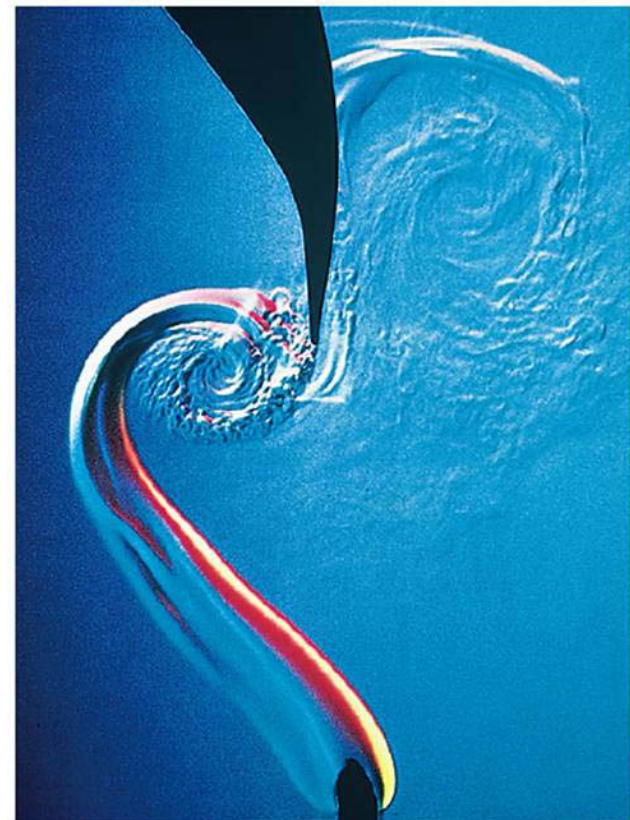
# Флуид у кретању: Турбулентни ток

---

- Ток постаје нерегуларан
  - када брзина пређе извешан лимит
  - када се јави било који услов који води ка наглој промени брзине
- Основана карактеристика турбулентног тока је вртлог

# Турбулентни ток, пример

- Ротирајуће сечиво (црна површина) формира вртлог у загрејаном ваздуху
  - На дну слике је пламен шибице
- Турбулентан ток се јавља са обе стране сечива





# Ток флуида: ВИСКОЗНОСТ

---

- Вискозност је мера унутрашњег трења у флуиду
- Унутрашње трење је повезано са силом отпора између два суседна слоја флуида који се крећу један у односу на други.



# Рејнолдсов број

---

- На довољно великој брзини, ток флуида може да пређе из ламинарног у турбулентни
  - Прелазак из ламинарног у турбулентни број је одређен Рејнолдсовим бројем,  $RN$

$$RN = \frac{\rho v d}{\eta}$$

- За мале вредности  $RN$ , ток је ламинаран
- За велике вредности  $RN$  (3000 или изнад), ток је турбулентан



# Идеални флуид

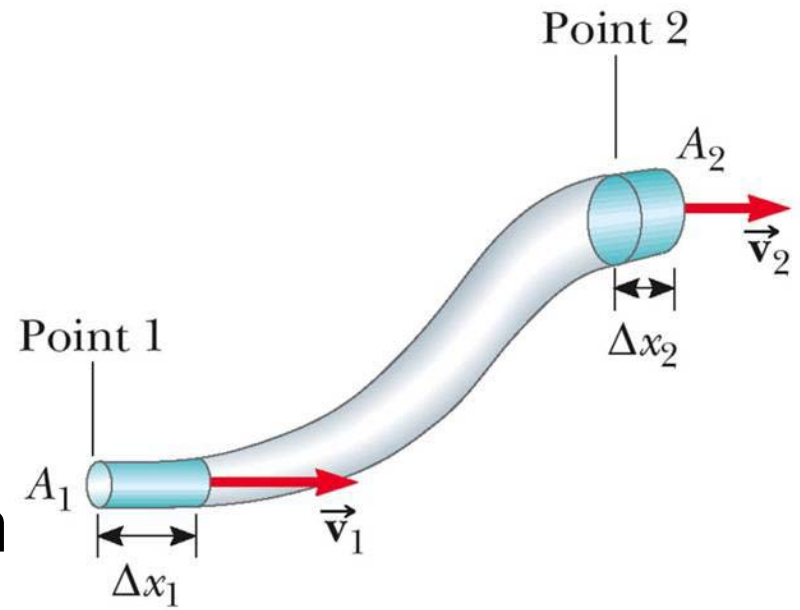
---

- Флуид је невискозан
  - Не постоји унутрашње трење између суседних слојева
- Флуид је нестишљив
  - Густина му је константна
- Кретање флуида је стационарно
  - Његова густина, брзина и притисак се не мењају са временом
- Флуид се креће без турбуленције
  - Вртлози нису присутни



# Једначина континуитета

- $A_1 v_1 = A_2 v_2$
- Производ попречног пресека цеви и брзине флуида је константан
  - Брзина је велика тамо где је цев уска а мала тамо где је цев широка
- $Av$  се назива *проток*





# Једначина континуитета, наставак

---

- Једначина је последица закона очувања масе
- $A v = \text{константно}$ 
  - Одражава чињеницу да је запремина флуида која улази кроз један крај цеви у датом временском интервалу једнака запремини флуида која у истом временском интервалу излази кроз други крај цеви.
    - Претпоставка је да је флуид нестишљив и да нема цурења

## Задатак: Нијагарини водопади

Сваке секунде  $5000 \text{ m}^3$  воде тече преко  $500\text{m}$  широког водопада. Вода је око  $2\text{m}$  дубока када стигне до водопада. Процени брзину воде у том тренутку.



# Бернулијева једначина

---

- Повезује притисак са брзином флуида и висином
- Бернулијева једначина је последица закона очувања енергије примењеног на идеални флуид
- Претпоставља да је флуид невискозан и некомп्रेसибилан, и да тече на нетурбулентан, стационаран начин



# Бернулијева једначина, наставак

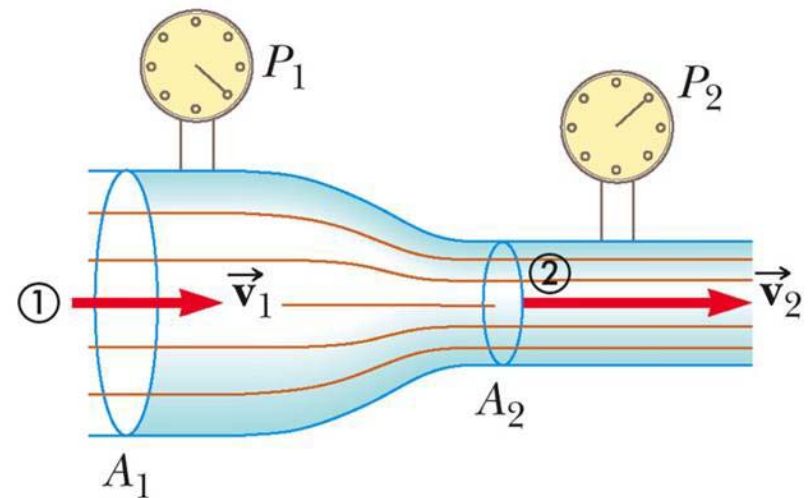
---

- Исказ да је сума притиска, кинетичке енергије по јединици запремине, и потенцијалне енергије по јединици запремине има исту вредност у свим тачкама струјнице

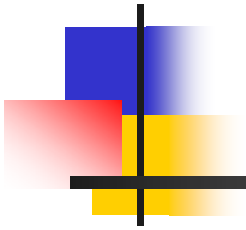
$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{константно}$$

# Примена Бернулијевог принципа: Вентуријева цев

- Показује флуид који се креће кроз хоризонталну цев
- Брзина се мења са променом дијаметра
- Може да се користи да би се измерила брзина кретања флуида
- Флуид који се креће брзо врши мањи притисак него флуид који се креће споро



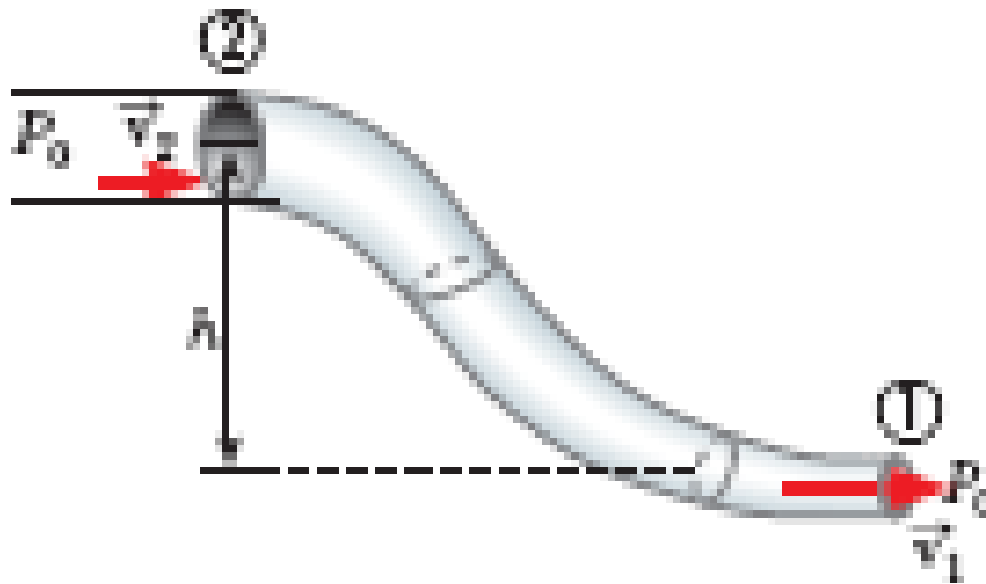
## Задатак: Водени танк



Велики танк је испуњен водом, и површина воде је у додиру са ваздухом. 5m испод површине воде постоји мали отвор у танку из којег цури вода. Нађи којом брзином истиче вода из отвора.

# Задатак: Проток воде кроз цев

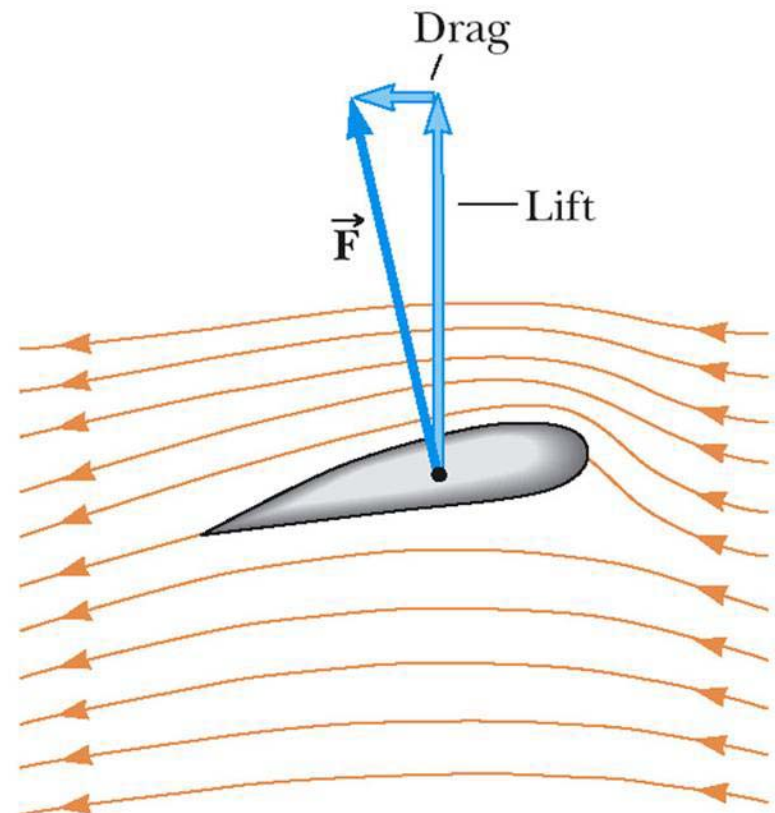
Велика цев површине попречног пресека  $1,5\text{m}^2$  опада  $10\text{m}$  и сужава се на површину  $0,5\text{m}^2$  (види слику). Ако је притисак у тачки 2 једнак атмосферском притиску, и ако је отвор цеви (тачка 1) у додиру са ваздухом, наћи брзину воде када напушта цев.





# Примена – крило авиона

- Брзина ваздуха изнад крила је већа него брзина ваздуха испод крила
- Притисак ваздуха изнад крила је мањи него притисак ваздуха испод крила
- То узрокује резултантну силу усмерену нагоре



## Кратак задатак

Видите два балона испуњена хелијумом како лебде један поред другог (балони су причвршћени канапима за сто). Суседне површине балона су раздвојене за 2cm. Шта ће се десити ако дунете у процеп између балона

- a) Балони ће се приближити један другом
- b) Балони ће се одвојити један од другог
- c) Ништа се неће променити.