

## Наставна средства физике



---

---

---

---

---

---

---

---

## Класификација 3 – прилагођена обradi у оквиру предмета



- основна наставна средства
- очигледна дводимензионална и тродимензионална наставна средства
- помоћна лабораторијска опрема
- наставна средства из механике чврстих тела
- наставна средства из механике течних и гасовитих тела
- наставна средства из молекуларне физике и топлоте
- наставна средства из електростатике и електродинимике
- наставна средства из акустике
- наставна средства из оптике
- наставна средства из атомске и нуклеарне физике
- посебни уређаји и збирке

---

---

---

---

---

---

---

---

## Наставна средства из механике течних и гасовитих тела



---

---

---

---

---

---

---

---



- Апарат за демонстрацију хидростатичког притиска
- Апарата за демонстрацију хидростатичког парадокса
- Архимедово ведро. Архимедова вага. Ареометри
- Модел спојених судова. Паскалова лопта. Картезијански гњурац. Хидраулична преса

---

---

---

---

---

---

---

---



- Динамика флуида. Питоова цев. Прантлова цев. Вентуријева цев
- Демонстрација оптицања тела
- Вакуум пумпе – Бернулијев принцип
- Стаклено звоно са постољем и манометром
- Магдебуршке полулопте, фонтана у вакууму и Херонова боца
- Манометри и барометри
- Апарати за демонстрацију и проверу гасних закона

---

---

---

---

---

---

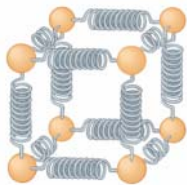
---

---

## Агрегатна стања - фазе



- чврсто стање - атоми се налазе релативно близу
- силе (привлачне и одбојне) дозвољавају атомима само да осцилују око равнотежних положаја али не и да мењају место на коме се налазе
- силе - сличне еластичним опругама које повезују атоме – истежу се и сабијају али не кидају



---

---

---

---

---

---

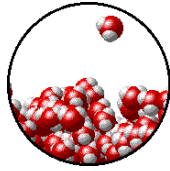
---

---

## Агрегатна стања - фазе



- течна фаза – атоми **могу** да се померају кроз течност – мењају суседе
- опире се сабијању, али могу лако да се деформишу – промене облик (течност нема отпорност на деформације увртања) - **теку**
- међумолекуларне силе су само **привлачне**
- **не дозвољавају** атомима да лако напусте течност
- **када се налазе у суду** попримају његово облик и формира се слободна површина одозго



7

---

---

---

---

---

---

---

---

## Агрегатна стања - фазе



- у гасовима - атоми удаљени једни од других
- силе које делују између њих – слабе, осим у сударима
- услед тога неотпорни на деформације смицања – **могу да теку**, али и на остале – могу да се компримују
- из отвореног суда излазе



gasovito stanje

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## Течности и гасови



- Заједничка особина – слаба отпорност на деформације смицања
- “теку”
- зато и нема трансверзалних таласа у флуидима
- Уобичајена подела
  - Статика и динамика флуида

---

---

---

---

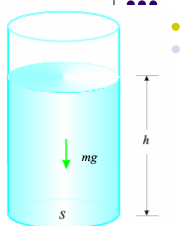
---

---

---

---

- Хидростатички притисак
  - Чињеница постојања
  - Зависност од дубине и врсте течности
  - Једнако деловање у свим правцима на истој дубини/висини



$$P = \frac{mg}{S}$$

$$m = \rho V, \quad m = \rho Sh,$$

$$P = \frac{(\rho Sh)g}{S} \quad \boxed{P = \rho gh}$$

---

---

---

---

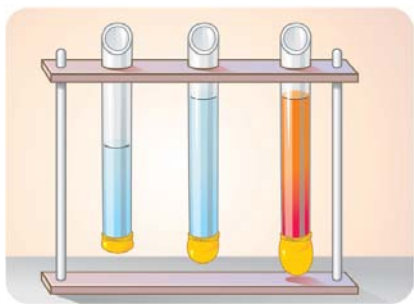
---

---

---

---

### Апарат за демонстрацију хидростатичког притиска




---

---

---

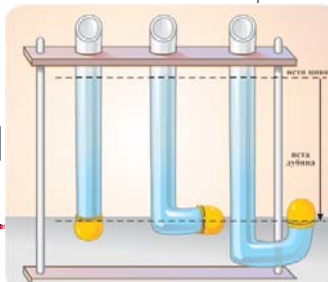
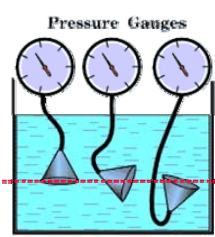
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

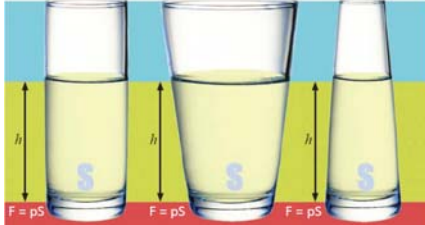
---

---

---

## Хидростатички парадокс

- Различите количине течности у судовима једнаких површина дна изазивају исти притисак



---

---

---

---

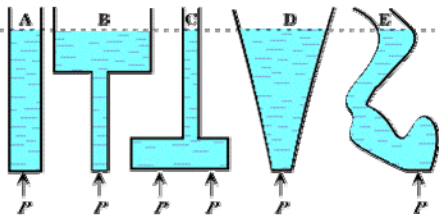
---

---

---

---

## Апарата за демонстрацију хидростатичког парадокса



---

---

---

---

---

---

---

---

- Блез Паскал (1623-1662)
- Паскалова ваза
- Открио га и објаснио SIMON STEVIN [1548 - 1620]

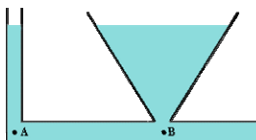


Figure 1

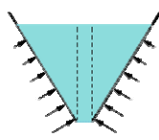


Figure 2

---

---

---

---

---

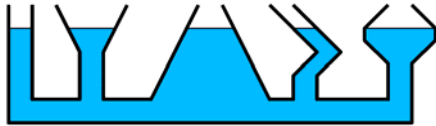
---

---

---

## Модел спојених судова.

- Hydrostatic paradox.mov




---

---

---

---

---

---

---

---

## Паскалово “буре”

- Илустрација да притисак не зависи од масе већ само од густине и висине




---

---

---

---

---

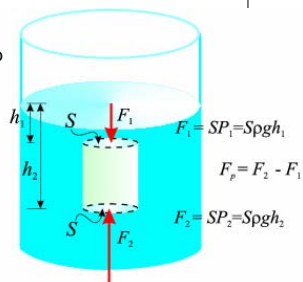
---

---

---

## Архимедов принцип

- разлог-порастан притисак са дужином
- сила која делује на доњи део предмета је већа од оне која делује на горњи – резултујућа сила делује на горе
- **сила потиска**
- уколико је већа од тежине тела – издиже тело на површину воде
- ако је мања од тежине – тело тоне
- колики је интензитет ове силе?



Физика 2009

18

---

---

---

---

---

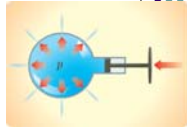
---

---

---

## Паскалова лопта

- Преношење притиска на све стране без губитака




---

---

---

---

---

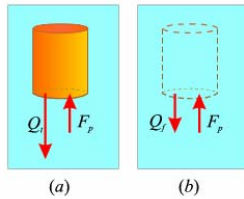
---

---

---

## Архимедов принцип

- колики је интензитет силе потиска?
- Када тело извадимо из флуида простор које је оно заузимало сада заузме флуид
- његова тежина је компензована околним флуидом, па је сила потиска једнака тежини флуида који је дошао на место тела.
- **Архимедов принцип: Сила потиска којом флуид делује на тело које се налази у њему је једнака тежини флуида који је био на том месту које тело сада заузима.**



$$F_p = Q_f$$

Физика 2009

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## Архимедов принцип - густина

- средња густина тела одређује да ли ће тело да плива или тоне
- уколико је мања од густине флуида – пливаће
- ако је већа тонуће
- ако плива колико дубоко ће да утоне?

- однос запремине тела утонулог у флуид и укупне запремине тела
- запремина потопљеног дела је једнака запремини истиснутог флуида –

$$\kappa = \frac{V_{pot}}{V_t} = \frac{V_f}{V_t} \quad \frac{V_f}{V_t} = \frac{m_f/\rho_f}{m_t/\bar{\rho}_t}$$

- маса истиснутог флуида је једнака маси тела **зашто?**

$$\kappa = \frac{\bar{\rho}_t}{\rho_f}$$

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Архимедово ведро

- Archimedes Principle.mov

## Ареометри

- Interface Floating.mov



---

---

---

---

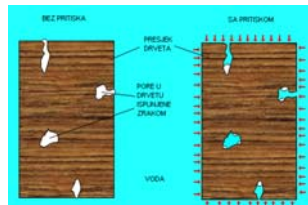
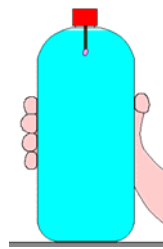
---

---

---

---

## Картезијански гњурац



---

---

---

---

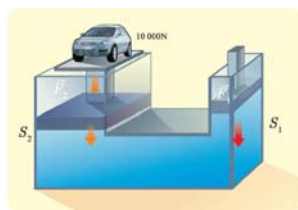
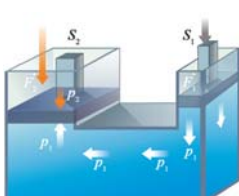
---

---

---

---

## Хидраулична преса



---

---

---

---

---

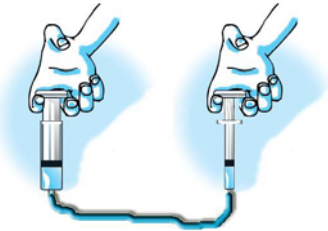
---

---

---



## Хидраулична преса



---

---

---

---

---

---

---

---

- Магдебуршке полулопте, фонтана у вакууму и Херонова боца
- Манометри и барометри



---

---

---

---

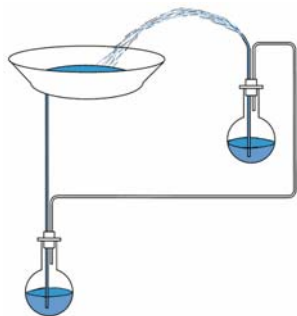
---

---

---

---

## Херонова фонтана/боца



---

---

---

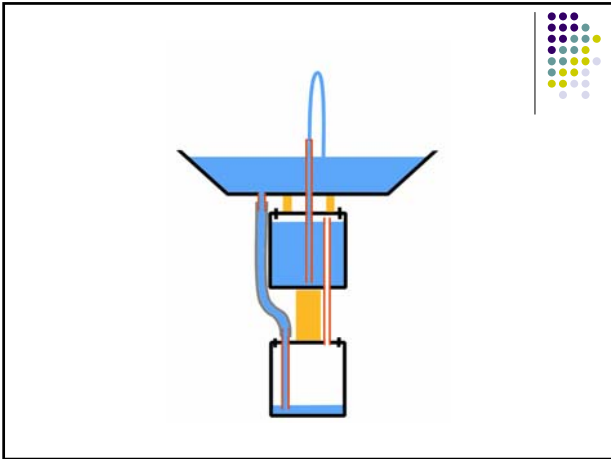
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

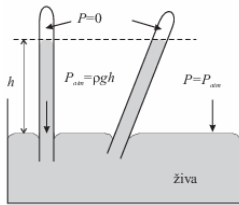
---

---

---

### Мерење атмосферског притиска

- Евангелиста Торичели, 1643.
- Јавни доказ, Ото фон Герике, Магдебург, 1657.




---

---

---

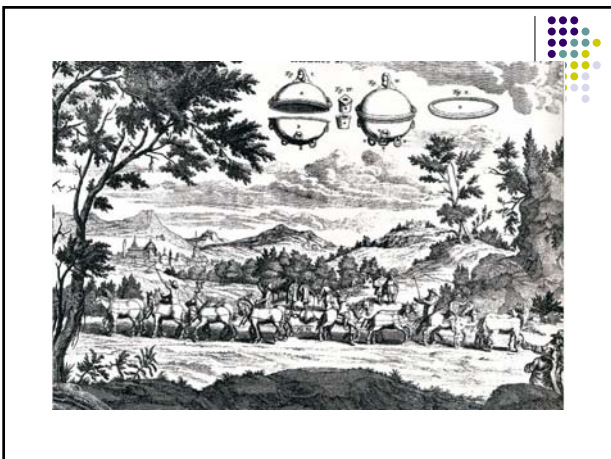
---

---

---

---

---




---

---

---

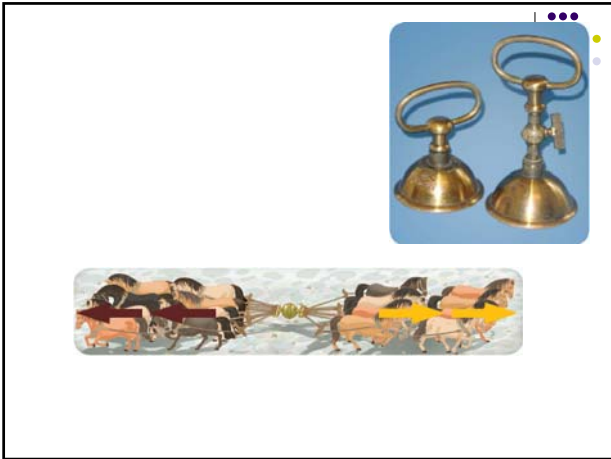
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### Мерење притиска - анероид

- користе чињеницу да се притисак кроз флуиде преноси без губитака
- инструменти могу да буду “довољно” удаљени од система у коме мере притисак

Анероид – притисак ствара силу која се преводи у показивање казаљке, ...

---

---

---

---

---

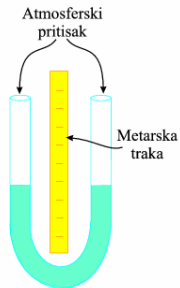
---

---

---

## Мерење притиска - манометар

- флуиди стварају притисак услед тежине  $P = \rho gh$
- У цев – манометар
- притисак са обе стране цеви мора да се уравни – иначе флуид тече.



34

---

---

---

---

---

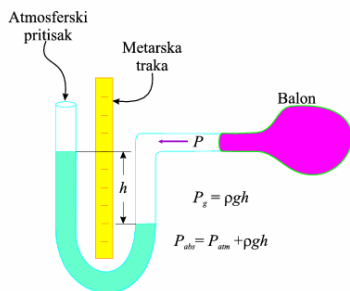
---

---

---

## Мерење притиска - манометар

- притисак у систему већи од атмосферског



35

---

---

---

---

---

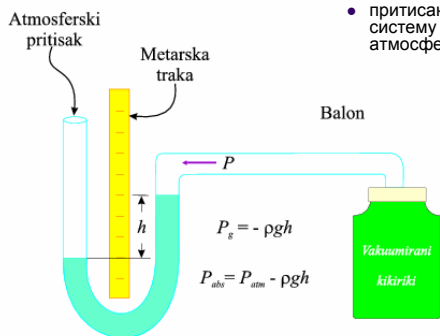
---

---

---

## Мерење притиска - манометар

- притисак у систему мањи од атмосферског



36

---

---

---

---

---

---

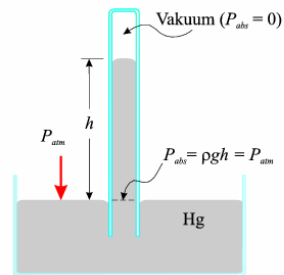
---

---

## Мерење притиска - барометар

- инструмент за мерење ваздушног притиска
- не мери калибрисани притисак већ баш атмосферски
- притисак живиног стуба у равнотежава атмосферски

$$P_{atm} = \rho gh$$



37

---

---

---

---

---

---

---

---

- Апарати за демонстрацију и проверу гасних закона




---

---

---

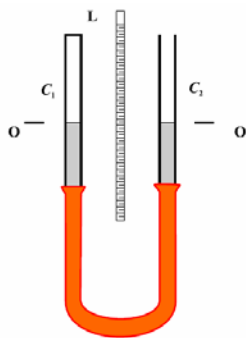
---

---

---

---

---



Slika 6.2: Jednostavan uređaj za proveru Bojl-Mariotog zakona.

---

---

---

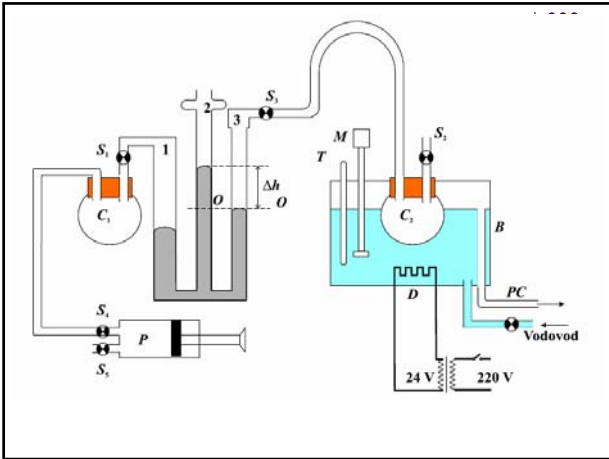
---

---

---

---

---




---



---



---



---



---



---



---

## Облик слободне површине течности



- Ортогонална на резултујућу силу – екипотенцијална површ
- Rotating Water.mov
- Питање из клипа: да ли ће понашање лоптице зависити од места на које је стављена?

---



---



---



---



---



---



---




---



---



---



---



---



---



---




---

---

---

---

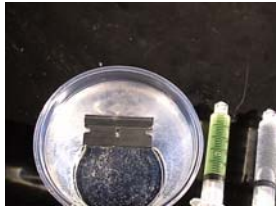
---

---

---

---

- Промена површинског напона
- Додавање сурфактаната ( SURFace ACTive agENTS )
- Течни детерцент




---

---

---

---

---

---

---

---

- Површински напон ствара притисак унутар мехурова.
- да ли тај притисак зависи од величине мехура?
- услед тежње да слободна површина буде што мања, сабија гас унутар мехура и повећава му притисак
- дечији балон: када га надувамо и пустимо, испушта ваздух и креће се убрзано, највеће убрзање доживљава када се сакупи на најмању могућу величину => притисак је највећи када је површина најмања
- Калибрисани притисак унутар мехура је

$$P = \frac{4\gamma}{r},$$




---

---

---

---

---

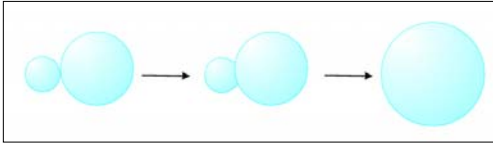
---

---

---

- Последица: кад се сударе мехури, ваздух из мањег уђе у већи и формира се још већи

$$P = \frac{4\gamma}{r},$$




---

---

---

---

---

---

---

---

## Адхезија. Капиларне појаве

- Зашто вода лако клизи низ опрана и воскирана кола а низ неопрана и невоскирана теже?
- Одговор:
  - адхезионе силе између воска и воде су мање него између воде и боје
  - то доводи до различитих вредности угла




---

---

---

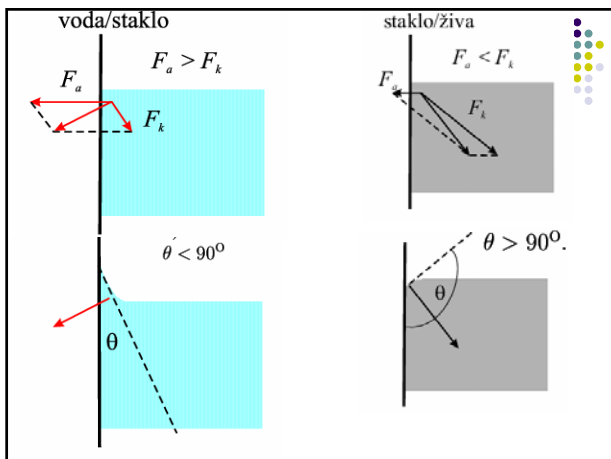
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

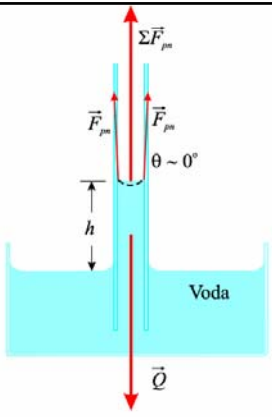


- висина на коју се подиже (спушта) течност је одређена једнакошћу тежине стуба и силе површинског напона.
- укупна сила површинског напона која делује на слободну површину у капилари

$$\sum \vec{F}_{pm} = \gamma L = 2\pi r \gamma$$

- тежина

$$Q = mg = \rho V = \rho \pi r^2 hg,$$

$$h = \frac{2\gamma}{\rho g r}$$


Slika 6.27: Kapilara od stakla u vodi

---

---

---

---

---

---

---

---

### Анализа изараза за висину стуба у капилари



$$h = \frac{2\gamma}{\rho g r}$$

Slika 6.28: Cevi raznih poprečnih preseka.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Динамика флуида

---

---

---

---

---

---

---

---



- Динамика флуида. Питоова цев. Прантлова цев. Вентуријева цев
- Демонстрација оптицања тела
- Вакуум пумпе – Бернулијев принцип
- Стаклено звоно са постољем и манометром

---

---

---

---

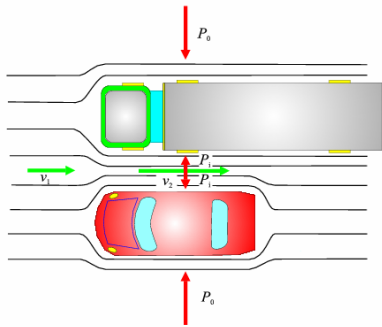
---

---

---

---

### Бернулијева једначина



- флуид када тече кроз тесан канал се убрзава
- расте брзина – расте и кинетичка енергија
- промена енергије значи да се и врши рад
- Рад врши сила, ...
- ефекти – при претицању, завеса у туш кабини, ...

53

---

---

---

---

---

---

---

---

### Бернулијева једначина



- за нестишљиви флуид без унутрашњег трења (идеални флуид), је константна сума

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constant.}$$

- P – апсолутни притисак

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2.$$

54

---

---

---

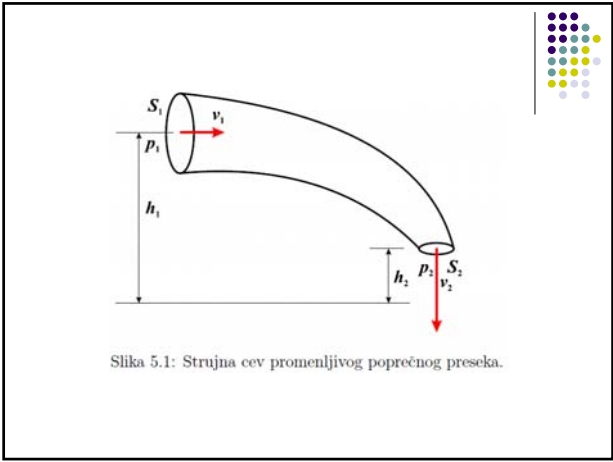
---

---

---

---

---



Slika 5.1: Strujna cev promenljivog poprečnog preseka.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Бернулијева једначина

- последица ЗОЕ
- други и трећи сабирак

$$\frac{1}{2}\rho v^2 = \frac{mv^2/2}{V} = \frac{E_k}{V},$$

$$\rho gh = \frac{mgh}{V} = \frac{E_p}{V},$$

56

---

---

---

---

---

---

---

---

### Бернулијева једначина за статичне флуиде

- брзине једнаке нули

$$P_1 + \rho gh_1 = P_2 + \rho gh_2.$$

$$h_2 = 0,$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh_1.$$

- ово је једначина за промену притиска са дужином флуида
- динамика флуида садржи у себи и статистику

57

---

---

---

---

---

---

---

---

## Бернулијев принцип



$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2.$$

- флуид стално на истој висини - дубини

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2.$$

- ако је брзина  $v_1$  већа од  $v_2$ , онда мора притисак  $P_2$  да буде већи од притиска  $P_1$  – Бернулијев принцип.

58

---

---

---

---

---

---

---

---

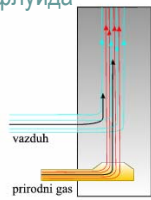
---

---

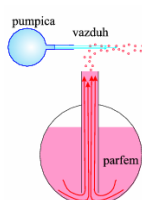
## Примена Бернулијевог принципа



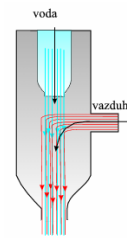
- увлачење једног флуида у брзу струју другог флуида



Бунзенов пламеник. природни гас велике брзине увлачи ваздух и прави смешу добру за паљење



пумпица извлачи капи парфема



аспиратор за сукцију вишка течности – брза струја воде ствара "негативан" притисак

59

---

---

---

---

---

---

---

---

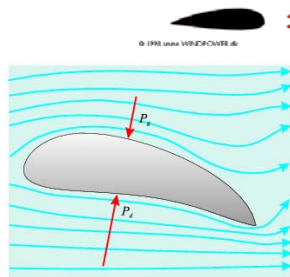
---

---

## Бернулијев принцип



- једрилице - горњи део крила је дужи па ваздух мора да струји брже преко њега – тамо је притисак нижи него са доње стране где је брзина струјања мања – јавља се узгон



60

---

---

---

---

---

---

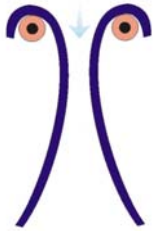
---

---

---

---

# Бернулијев принцип



---

---

---

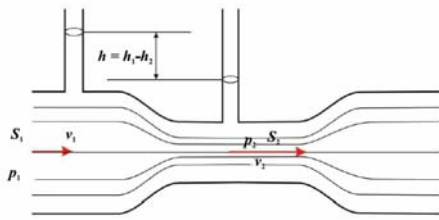
---

---

---

---

---



Slika 5.2: Skica Venturijeve cevi

---

---

---

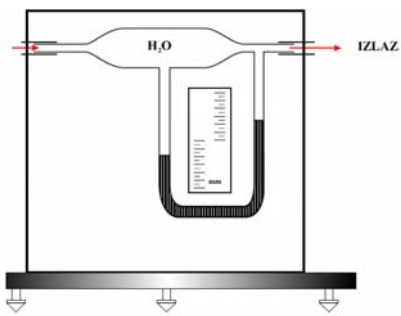
---

---

---

---

---



Slika 5.3: Jedna praktična realizacija Venturijeve cevi

---

---

---

---

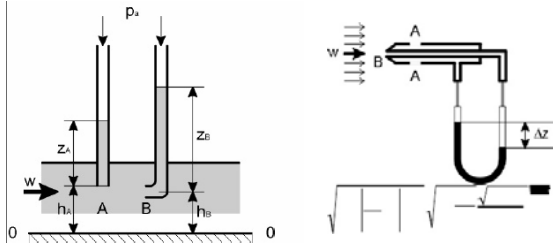
---

---

---

---

# Питоова и Пито-Прантлова цев



---

---

---

---

---

---

---

---