

Механика флуида Б - уводни појмови

Александар Тоћић

Машински факултет Београд

Информације о предмету, професору, итд.

Милан Лечић, ред.проф.

email: mlecic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 412

web адреса: <http://fluidi.mas.bg.ac.rs>

Термини за консултације: уторак, 14-15h и четвртак 12-13h

Александар Ћоћић, ван.проф.

email: acocic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 118

Информације о предмету, професору, итд.

Милан Лечић, ред.проф.

email: mlecic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 412

web адреса: <http://fluidi.mas.bg.ac.rs>

Термини за консултације: уторак, 14-15h и четвртак 12-13h

Александар Ћоћић, ван.проф.

email: acocic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 118

-
- Редовно присуство на настави се саветује ради лакшег разумевања градива и полагања колоквијума/испита

Информације о предмету, професору, итд.

Милан Лечић, ред.проф.

email: mlecic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 412

web адреса: <http://fluidi.mas.bg.ac.rs>

Термини за консултације: уторак, 14-15h и четвртак 12-13h

Александар Ђоћић, ван.проф.

email: acocic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 118

-
- Редовно присуство на настави се саветује ради лакшег разумевања градива и полагања колоквијума/испита
 - Дискусије и питања у вези материје која се предаје на часовима су јако, јако пожељне

Информације о предмету, професору, итд.

Милан Лечић, ред.проф.

email: mlecic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 412

web адреса: <http://fluidi.mas.bg.ac.rs>

Термини за консултације: уторак, 14-15h и четвртак 12-13h

Александар Ђоћић, ван.проф.

email: acocic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 118

-
- Редовно присуство на настави се саветује ради лакшег разумевања градива и полагања колоквијума/испита
 - Дискусије и питања у вези материје која се предаје на часовима су јако, јако пожељне
 - Предиспитне обавезе: један колоквијум (35 поена); **услов за излазак на завршни испит: 10 поена освојених на колоквијуму!**

Информације о предмету, професору, итд.

Милан Лечић, ред.проф.

email: mlecic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 412

web адреса: <http://fluidi.mas.bg.ac.rs>

Термини за консултације: уторак, 14-15h и четвртак 12-13h

Александар Ђоћић, ван.проф.

email: acocic@mas.bg.ac.rs

Кабинет: 118

-
- Редовно присуство на настави се саветује ради лакшег разумевања градива и полагања колоквијума/испита
 - Дискусије и питања у вези материје која се предаје на часовима су јако, јако пожељне
 - Предиспитне обавезе: један колоквијум (35 поена); **услов за излазак на завршни испит: 10 поена освојених на колоквијуму!**
 - **завршни испит: 65 поена**

Механика флуида

- Са фундаменталног аспекта: део физике који се бави утврђивањем законитости које описују мировање и кретање флуида.
- Са инжењерског аспекта: инжењерска наука повезана са одређивањем сила и размењених енергија проузрокованих кретањем или мировањем флуида.

Механика флуида

- Са фундаметалног аспекта: део физике који се бави утврђивањем законитости које описују мировање и кретање флуида.
- Са инжењерског аспекта: инжењерска наука повезана са одређивањем сила и размењених енергија проузрокованих кретањем или мировањем флуида.

Шта се подразумева под појмом флуид?

- Стара дефинија: флуид - заједнички назив за течности и гасове.
- Модернија дефиниција: флуид је свака материја која тече (струји)!

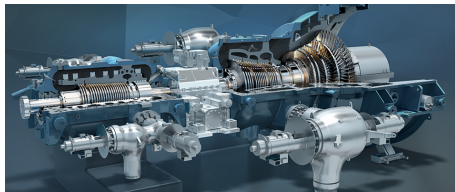
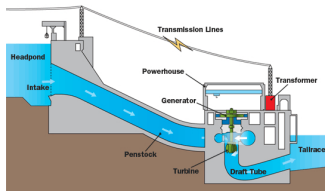
Механика флуида у инжењерству

- водоводне мреже, нафтоводи, гасоводи



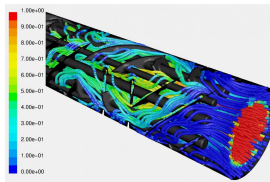
Механика флуида у инжењерству

- водоводне мреже, нафтоводи, гасоводи
- енергетика (хидроелектране, термоелектране, ветрогенератори)



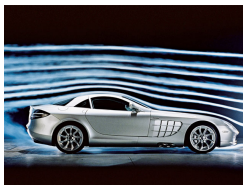
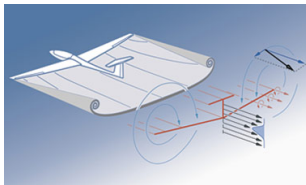
Механика флуида у инжењерству

- водоводне мреже, нафтоводи, гасоводи
- енергетика (хидроелектране, термоелектране, ветрогенератори)
- уређаји у термотехници и процесној техници



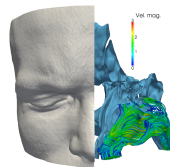
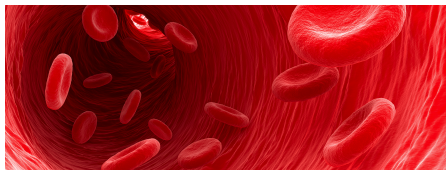
Механика флуида у инжењерству

- водоводне мреже, нафтоводи, гасоводи
- енергетика (хидроелектране, термоелектране, ветрогенератори)
- уређаји у термотехници и процесној техници
- кретање авиона, возова, бродова, аутомобила, бицикла (сва превозна средства се крећу кроз флуид)



Механика флуида у инжењерству

- водоводне мреже, нафтоводи, гасоводи
- енергетика (хидроелектране, термоелектране, ветрогенератори)
- уређаји у термотехници и процесној техници
- кретање авиона, возова, бродова, аутомобила, бицикла (сва превозна средства се крећу кроз флуид)
- биоинжењерство (биолошки системи) - струјање крви у крвним судовима, ваздуха у носној шупљини, душнику, бронхијама, итд.



Механика флуида у инжењерству

- водоводне мреже, нафтови, гасоводи
- енергетика (хидроелектране, термоелектране, ветрогенератори)
- уређаји у термотехници и процесној техници
- кретање авиона, возова, бродова, аутомобила, бицикла (сва превозна средства се крећу кроз флуид)
- биоинжењерство (биолошки системи) - струјање крви у крвним судовима, ваздуха у носној шупљини, душнику, бронхијама, итд.
- и још много тога...

Анализа кретања флуида и његове интеракције (силе, размена импулса, енергије) са чврстим контурама

Ова анализа, тј. целокупна механика флуида се заснива на примени **три основна закона механике:**

- закон о одржању масе
- закон о промени количине кретања (други Њутнов закон)
- закон о одржању енергије (први принцип термодинамике)

Анализа кретања флуида и његове интеракције (силе, размена импулса, енергије) са чврстим контурама

Ова анализа, тј. целокупна механика флуида се заснива на примени **три основна закона механике:**

- закон о одржању масе
- закон о промени количине кретања (други Њутнов закон)
- закон о одржању енергије (први принцип термодинамике)

Значајне физичке величине у механици флуида:

- физичка својства флуида као материје: вискозност, густина, стишљивост, итд.
- карактеристике струјања: брзина, убрзање, притисак, температура, смицајни напон, сила, енергија, итд.

О физичким величинама

- Сваки физички (технички) феномен се мора описати **квалитативно и квантитативно**
 - ▶ **квалитативни опис:** идентификација типа (природе) физичких величина у посматраном феномену (проблему)
 - ▶ **квантитативни опис:** нумеричка вредност физичке величине и њена јединица

О физичким величинама

- Сваки физички (технички) феномен се мора описати **квалитативно и квантитативно**
 - ▶ **квалитативни опис:** идентификација типа (природе) физичких величина у посматраном феномену (проблему)
 - ▶ **квантитативни опис:** нумеричка вредност физичке величине и њена јединица

Физичке величине (и њихове јединице): **основне** и **изведене**

О физичким величинама

- Сваки физички (технички) феномен се мора описати **квалитативно и квантитативно**
 - ▶ **квалитативни опис:** идентификација типа (природе) физичких величина у посматраном феномену (проблеми)
 - ▶ **квантитативни опис:** нумеричка вредност физичке величине и њена јединица

Физичке величине (и њихове јединице): **основне** и **изведене**

Механика флуида: четири основне физичке величине. То су:

- маса
- време
- дужина
- температура

О физичким величинама

- Сваки физички (технички) феномен се мора описати **квалитативно и квантитативно**
 - ▶ **квалитативни опис:** идентификација типа (природе) физичких величина у посматраном феномену (проблему)
 - ▶ **квантитативни опис:** нумеричка вредност физичке величине и њена јединица

Физичке величине (и њихове јединице): **основне** и **изведене**

Механика флуида: четири основне физичке величине. То су:

- маса
- време
- дужина
- температура

Све остале физичке величине се изводе из ових основних величина путем одговарајућих дефиниција или физичких закона!

Димензијске ознаке основних физичких величина

	Дим. ознака	SI систем
Маса	M	килограм (kg)
Дужина	L	метар (m)
Време	T	секунда (s)
Температура	Θ	Келвин (K)

- У механици флуида обично говоримо о MLT систему димензија!

Димензијске ознаке основних физичких величина

	Дим. ознака	SI систем
Маса	M	килограм (kg)
Дужина	L	метар (m)
Време	T	секунда (s)
Температура	Θ	Келвин (K)

- У механици флуида обично говоримо о MLT систему димензија!

$[f]$ – димензијска ознака физичке величине f

Димензијске ознаке основних физичких величина

	Дим. ознака	SI систем
Маса	M	килограм (kg)
Дужина	L	метар (m)
Време	T	секунда (s)
Температура	Θ	Келвин (K)

- У механици флуида обично говоримо о MLT систему димензија!

$[f]$ – димензијска ознака физичке величине f

- d - пречник цеви $\Rightarrow [d] = L$ (d има димензију дужине)

Димензијске ознаке основних физичких величина

	Дим. ознака	SI систем
Маса	M	килограм (kg)
Дужина	L	метар (m)
Време	T	секунда (s)
Температура	Θ	Келвин (K)

- У механици флуида обично говоримо о MLT систему димензија!

$[f]$ – димензијска ознака физичке величине f

- d - пречник цеви $\Rightarrow [d] = L$ (d има димензију дужине)
- U - брзина флуида $\Rightarrow [U] = LT^{-1}$

Димензијске ознаке неких изведених величина

	Дим. ознака	SI систем
Сила	MLT^{-2}	Њутн ($N \equiv kg\ m/s^2$)
Притисак	$ML^{-1}T^{-2}$	Паскал ($Pa \equiv N/m^2$)
Густина	ML^{-3}	kg/m^3

Димензијске ознаке неких изведених величина

	Дим. ознака	SI систем
Сила	MLT^{-2}	Њутн ($N \equiv kg\ m/s^2$)
Притисак	$ML^{-1}T^{-2}$	Паскал ($Pa \equiv N/m^2$)
Густина	ML^{-3}	kg/m^3

Постулат димензијске хомогености

Свака једначина која представља физички закон или је изведена из физичког закона мора бити **димензијски хомогена**, тј. сваки њен сабирак мора имати исту димензију!

Димензијске ознаке неких изведених величина

	Дим. ознака	SI систем
Сила	MLT^{-2}	Њутн ($N \equiv kg\ m/s^2$)
Притисак	$ML^{-1}T^{-2}$	Паскал ($Pa \equiv N/m^2$)
Густина	ML^{-3}	kg/m^3

Постулат димензијске хомогености

Свака једначина која представља физички закон или је изведена из физичког закона мора бити **димензијски хомогена**, тј. сваки њен сабирак мора имати исту димензију!

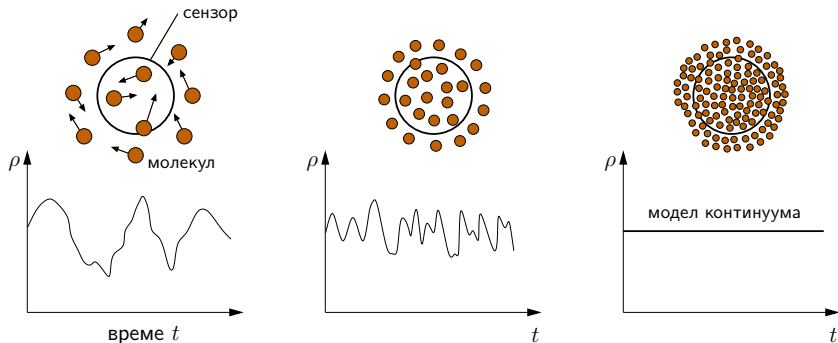
Пример: Расподела хидростатичког притиска

$$p = p_a + \rho gh \quad \Rightarrow \quad [p] = [p_a] = [\rho gh] \quad \Rightarrow \quad [p] = [p_a] = ML^{-1}T^{-2},$$

$$[\rho gh] = \underbrace{ML^{-3}}_{[\rho]} \underbrace{LT^{-2}}_{[g]} \underbrace{L}_{[h]} = ML^{-1}T^{-2}$$

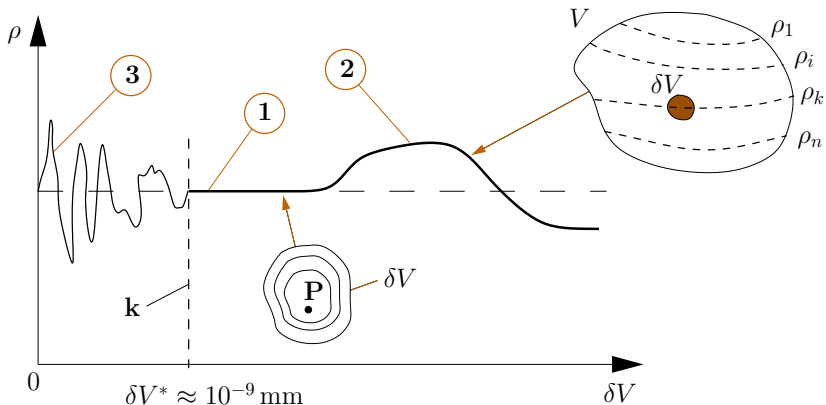
Микроскопски и макроскопски приступ

- Мисаони експеримент - мерење густине са сензорима различите величине



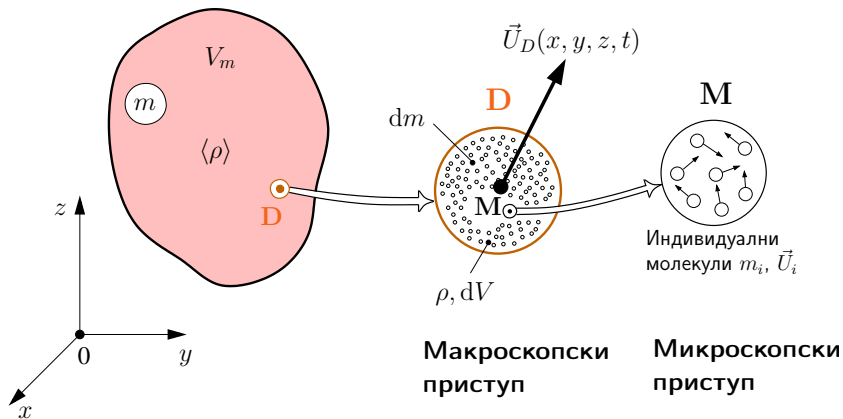
- У коцки стране 1mm: 10^{18} молекула ваздуха и 10^{21} молекула воде!

Микроскопски и макроскопски приступ



1 - локална (у тачки P) вредност густине; **2** - промена повезана са просторном макроскопском расподелом густине; **3** - промена густине као последица молекуларних флуктуација (микроскопски приступ); k - граница континуума.

Микроскопски и макроскопски приступ



Концепт континуума. D - флуидни делић ($dm = \rho dV$, материјална тачка $D(x_m, y_m, z_m, t)$), математичка (геометријска) тачка у простору $D(x, y, z)$;