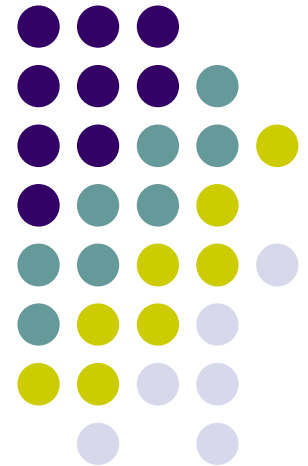
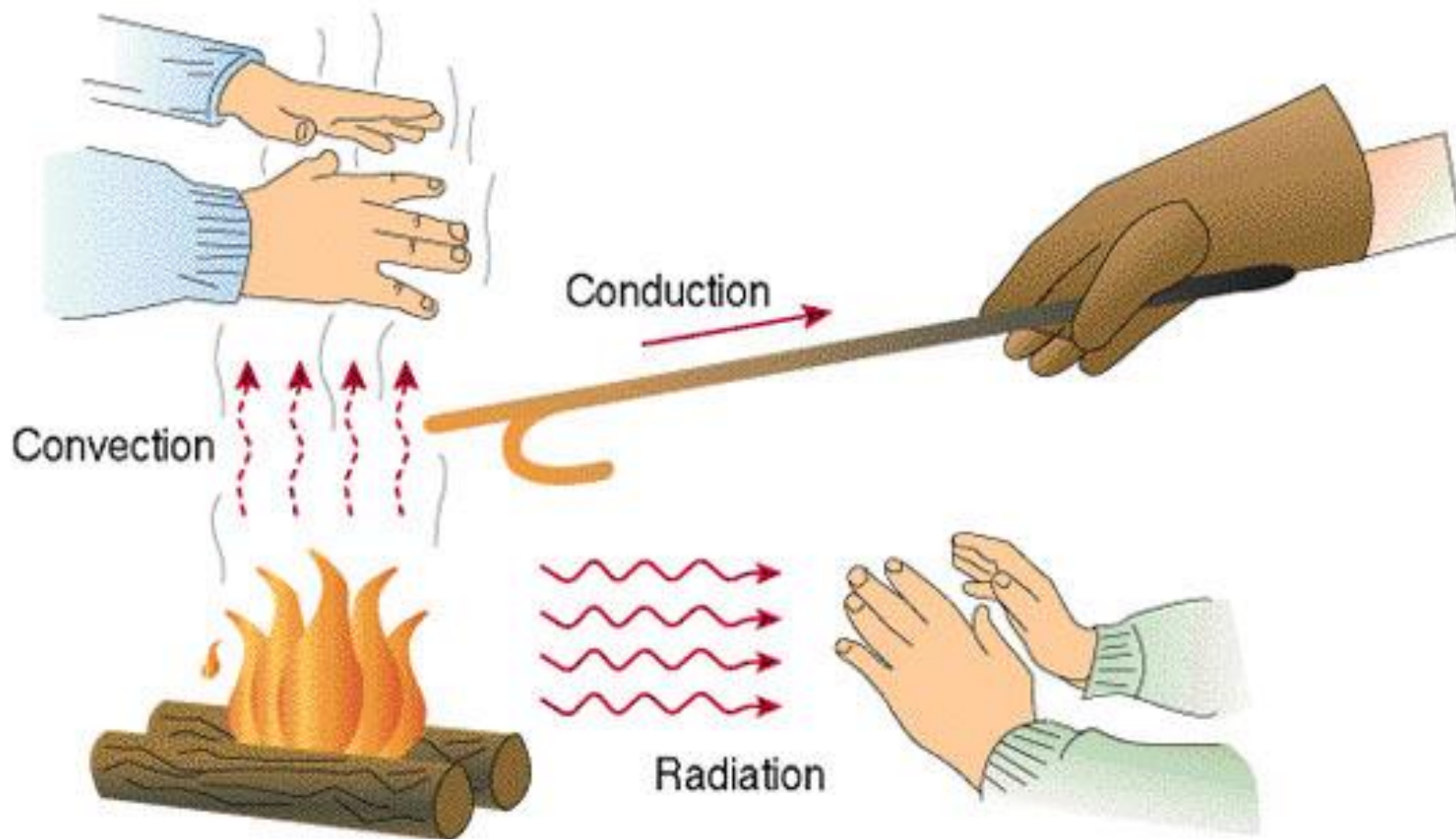


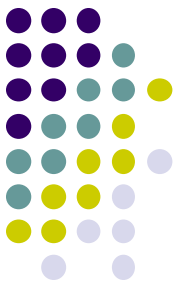
PRELAZ TOPLOTE - KONVEKCIJA



Prostiranje toplote



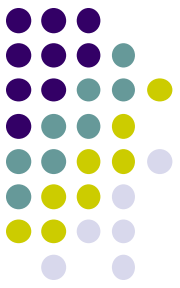
Konvekcija



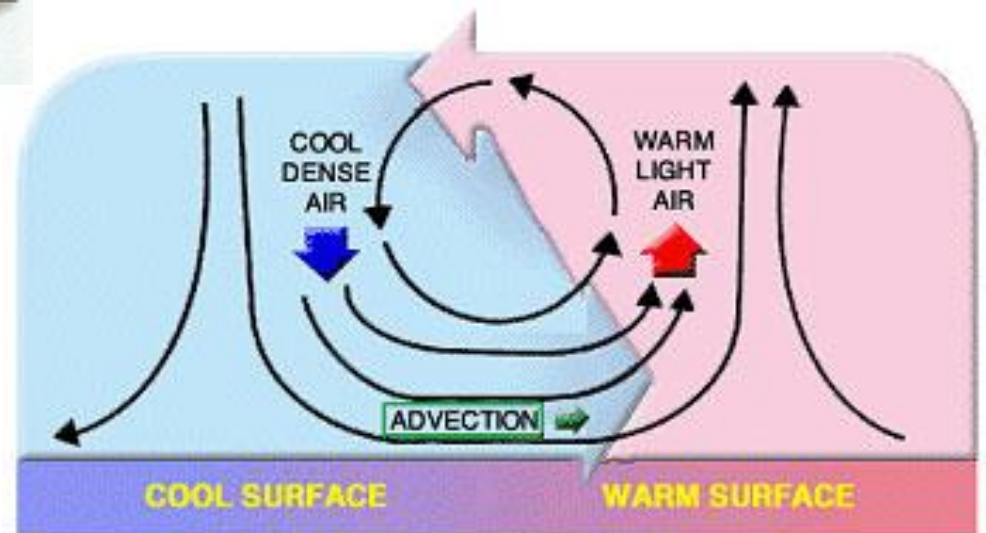
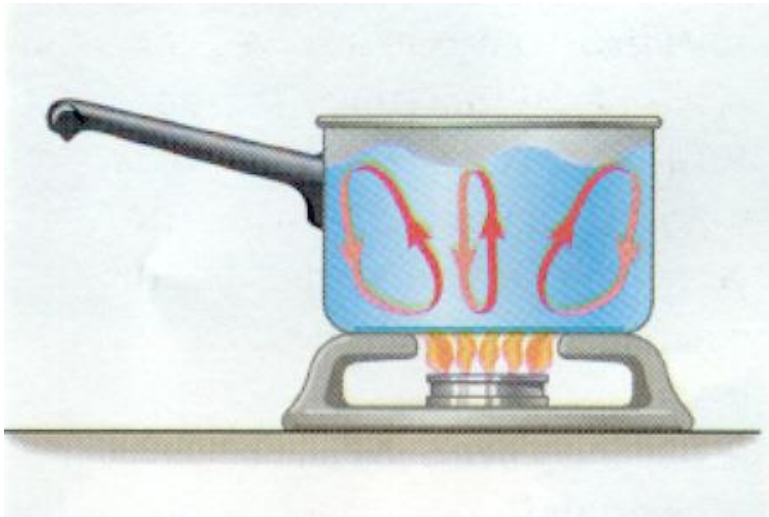
Pri konvekciji toplota se prostire kretanjem samog fluida (tečnosti ili gasa):

- kroz fluid ili
- sa fluida na čvrstu površinu ili
- sa čvrste površine na fluid.

Prostiranje toplote se odvija tako što deo fluida (delići materije) prelazi iz sredine sa jednom temperaturom u sredinu sa fluidom na drugoj temperaturi gde se meša sa njim i tom prilikom razmenjuje se unutrašnja energija mase fluida koja je na višoj temperaturi sa unutrašnjom energijom mase fluida koja je na nižoj temperaturi. Tada se masi fluida koja je na višoj temperaturi smanjuje temperatura, dok se masi tela koja je na nižoj temperaturi uvećava temperatura.

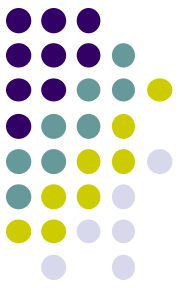


Proces konvekcije



Convection Process

Proces konvekcije



Kod tečnosti u sudu koja se zagreva kroz dno, topliji (ređi) slojevi se podižu ka vrhu, ustupajući mesto hladnijim (gušćim) slojevima koji padaju ka dnu suda. Uspostavlja se strujanje čiji je intenzitet srazmeran temperaturnoj razlici dna i vrha suda. Tokom zagrevanja se ova razlika smanjuje, pa i intenzitet mešanja, odakle je očito da ovakav proces prenosa toplote **prirodnom konvekcijom** ima ozbiljnih ograničenja. Zato se u situacijama gde je potrebno prenos toplote učiniti intenzivnijim i uopšte, podložnijim regulaciji, uvodi prinudno, mehaničko mešanje, pa se proces prenosa toplote u takvim uslovima naziva **prinudna konvekcija**.

Prirodna konvekcija



Pod prirodnom konvekcijom podrazumeva se kretanje toplote sa čvrste površine na okolni fluid (ili obrnuto) pri čemu se fluid nalazi u stanju prividnog mirovanja. To znači da kretanje fluida nije uslovljeno spoljašnjom mehaničkom silom (pumpa, ventilator ...) već samo razlikom gustina (temperatura) slojeva fluida.

U slučaju prirodne konvekcije, brzine su tako male da se sile trenja mogu zanemariti.

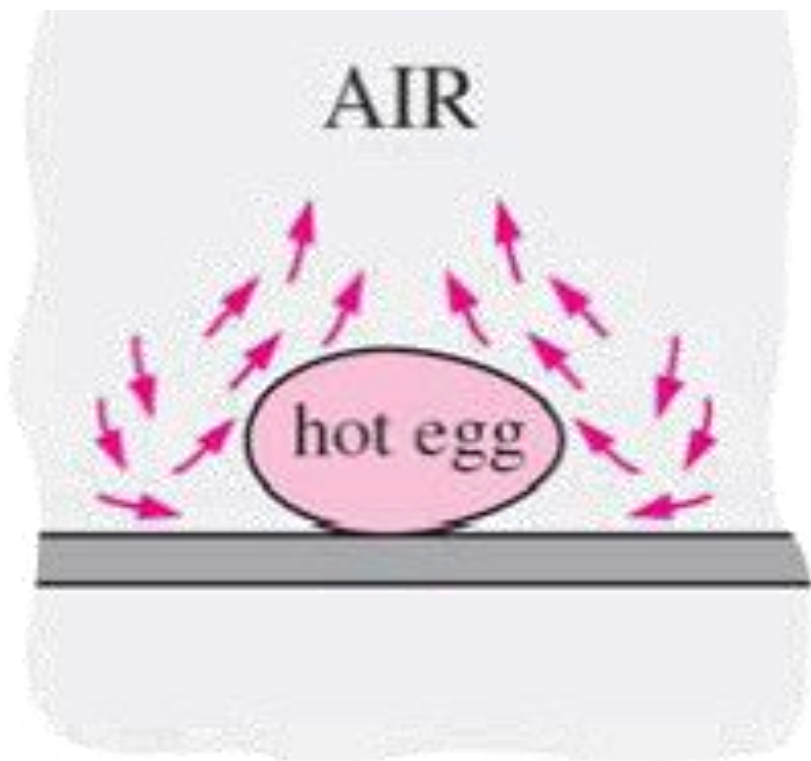
Prinudna konvekcija



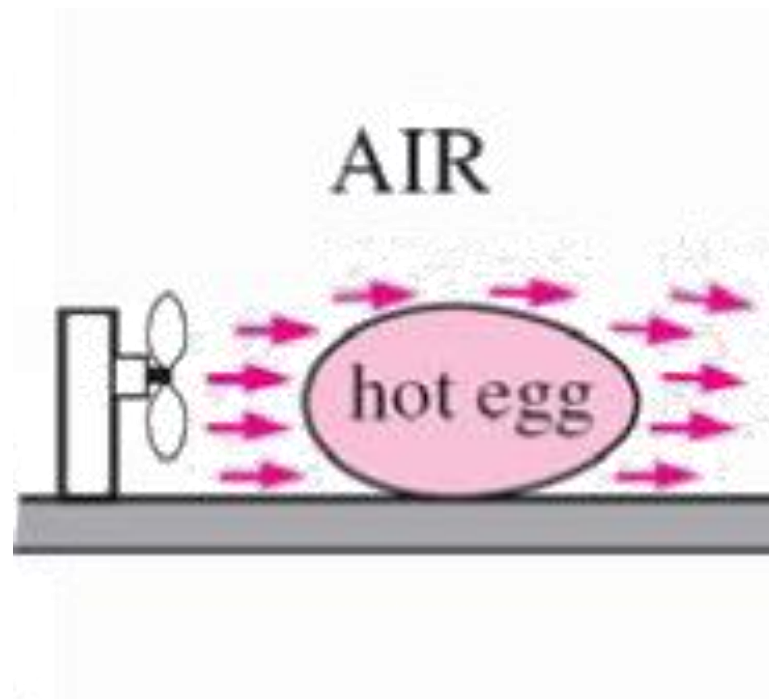
Pod prinudnom konvekcijom podrazumevamo kretanje toplote sa čvrste površine na okolni fluid (ili obrnuto) pri čemu se fluid nalazi u stanju makroskopskog kretanja. To znači da kretanje fluida nije uslovljeno samo razlikom gustina slojeva fluida već i spoljašnjom mehaničkom silom (pumpa, ventilator...).

U ovom slučaju kada se strujanje fluida ostvaruje ili pomoću pumpi ili ventilatora obično možemo zanemariti sile uzgona.

Prirodna i prinudna konvekcija

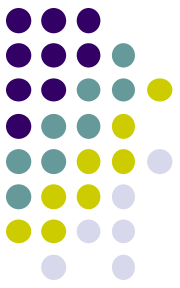


Prirodna konvekcija



Prinudna konvekcija

Toplotna prelaznost-koeficijent prelaza toplote



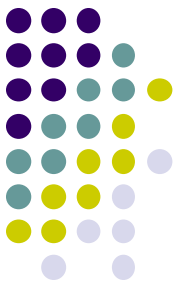
Najčešće nas interesuje ona količina toplote koja prelazi sa nekog fluida na neku čvrstu površinu (ili obrnuto). Ova toplota je data izrazom:

$$\dot{q} = \frac{Q}{\tau * A} = \frac{\dot{Q}}{A} = h * (T_z - T)$$

Ovde je T temperatura fluida, a T_z temperatura zida, dok je h [$\text{W}/\text{m}^2 \text{ K}$] toplotna prelaznost (**koeficijent prelaza toplote**) koju je definisao Newton. Često je oznaka za ovaj koeficijent α . Ovaj koeficijent najvećim delom obuhvata prostiranje toplote u fluidu prostiranjem toplote konvekcijom (kretanjem delića materije).

Prenos toplote konvekcijom, a samim tim i h (ili α) zavisi od sledećih faktora: vrste fluida, oblika i stanja površine na kojoj se razmjenjuje toplota, uslova i brzine strujanja i temperaturske razlike.

Toplotna prelaznost- koeficijent prelaza toplote



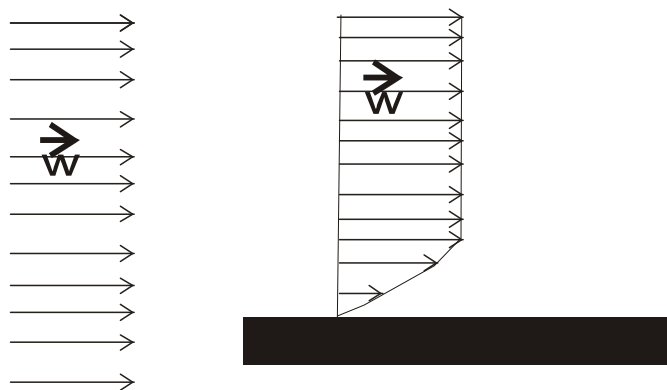
Prenos toplote konvekcijom, a samim tim i h (ili α) zavisi od sledećih faktora:

- vrste fluida,
- oblika i stanja površine na kojoj se razmjenjuje toplota,
- uslova i brzine strujanja i
- temperaturske razlike.

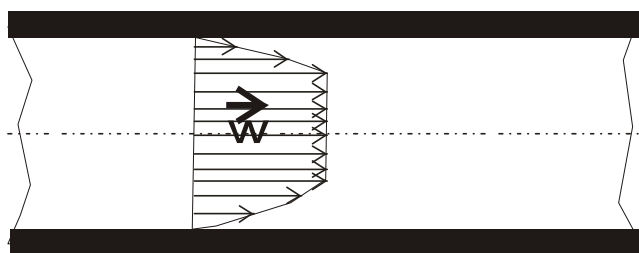
Toplotnu prelaznost (koeficijent prelaza toplote) h ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) je teško izračunati za sve slučajeve u tehnici, pa se zbog toga u većini slučajeva određuje eksperimentalno.

Karakteristični slučajevi konvektivne razmene toplote dešavaju se na površinama ravnih zidova različitog položaja, površinama zidova cevi, kugli i ostalih oblika uređaja u tehnici.

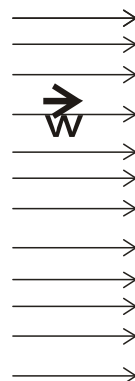
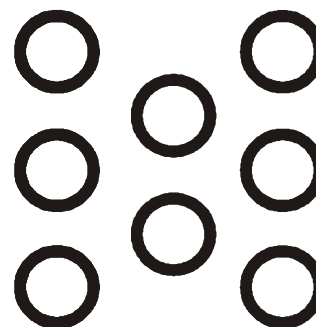
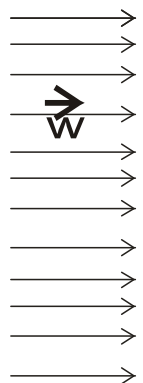
Karakteristični slučajevi konvektivne razmene toplote



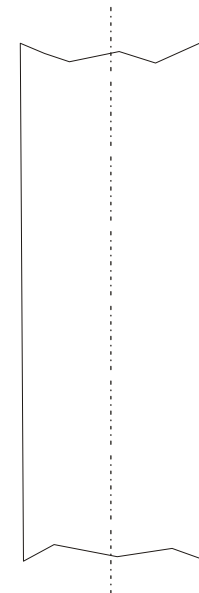
Nastrujavanje na ravnu ploču



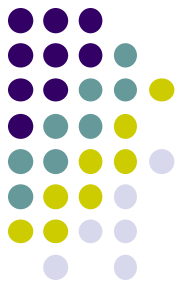
Strujanje u pravoj cevi



Nastrujavanje cevi



Poprečno opstrujavanje cilindra



Uticaj brzine strujanja na koeficijent prelaza toplote

Uticaj brzine strujanja na koeficijent prelaza toplote - α procenjuje se obzirom na vrstu strujanja, koje može biti:

1. Laminarno (kod strujanja u cevima $Re < 2.300$),
2. Prelaz iz laminarnog u turbulentno (kod strujanja u cevima $Re = 2.300$ do 10.000)
3. Turbulentno (kod strujanja u cevima gde je $Re > 10.000$).

Re – Rejnoldsov broj

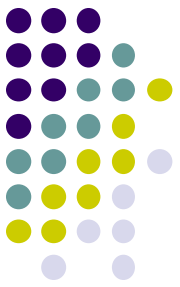
$$Re = \frac{w * d_h}{\nu}$$

w - brzina strujanja (m/s),

ν - kinematska viskoznost fluida (m^2/s)

d_h - hidraulički prečnik (m) $d_h = 4A/O$

Uticaj vrste fluida na koeficijent prelaza toplote



Ovaj uticaj na koeficijent prelaza toplote α se ocenjuje na osnovu **Prandtl-ovog broja** fluida (Pr):

$$Pr = \eta * \frac{c_p}{\lambda} = \frac{\nu}{a}$$

η - dinamička viskoznost fluida (kg /m s),

c_p - specifična toplota fluida kada je $p=\text{const}$ (J/kgK),

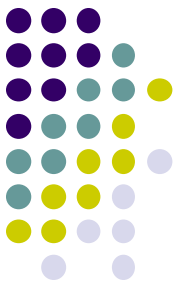
λ - koeficijent provođenja toplote fluida (W/mK),

ρ - gustina fluida (kg/m³),

a - temperaturna provodljivost fluida (m²/s),

ν – kinematska viskoznost (m²/s) .

Uticaj oblika i stanja površine i vrste fluida na koeficijent prelaza toplote



Ovaj uticaj na koeficijent prelaza toplote α se ocenjuje na osnovu **Grashoff-ovog broja** (Gr):

$$Gr = \frac{\beta \Delta T g d_h^3}{\nu^2}$$

$\beta=1/273,15$ 1/K koeficijent termičkih napona,

d_h - hidraulički prečnik (m),

ΔT - temperaturska razlika (K),

$g=9,81$ m²/s koeficijent ubrzanja zemljine teže,

ν - kinematska viskoznost fluida (m²/s).

Uticaj sile uzgona fluida usled razlika temperatura na koeficijent prelaza toplote



Ovaj uticaj na h [W/m² K] uzima se u obzir pomoću **Nusselt-ovog broja** fluida (Nu):

$$Nu = \frac{h * d_h}{\lambda}$$

d_h - hidraulički prečnik (m),

h – koeficijent prelaza toplote (W/m²K)

λ - koeficijent provodjenja toplote fluida (W/mK).