

Přenos hybnosti tepla a hmoty

Kontrolní otázky k přednáškám (prof. Rieger)

1) Odvoďte bilanci obecné fyzikální veličiny (základní rovnici přenosu) v integrálním tvaru.

2) Z bilance obecné fyzikální veličiny (základní rovnice přenosu) v integrálním tvaru

$$\frac{d}{dt} \int_V P dV = - \int_S \vec{n} \cdot \vec{u} P dS - \int_S \vec{n} \cdot \pi dS + \int_V \dot{P}^{(g)} dV$$

odvoďte její diferenciální tvar pro pevný kontrolní objem. Vysvětlete fyzikální význam jejích jednotlivých členů.

3) Z bilance obecné fyzikální veličiny (základní rovnice přenosu) v diferenciálním tvaru pro pevný kontrolní objem

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{u} P) + \nabla \cdot \pi - \dot{P}^{(g)} = 0$$

odvoďte její diferenciální tvar pro materiální kontrolní objem. Vysvětlete fyzikální význam jejích jednotlivých členů.

4) Dosazením do bilancí obecné fyzikální veličiny

$$\frac{d}{dt} \int_V P dV = - \int_S \vec{n} \cdot \vec{u} P dS - \int_S \vec{n} \cdot \pi dS + \int_V \dot{P}^{(g)} dV$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{u} P) + \nabla \cdot \pi - \dot{P}^{(g)} = 0$$

odvoďte rovnici kontinuity.

5) Dosazením do integrální bilance obecné fyzikální veličiny

$$\frac{d}{dt} \int_V P dV = - \int_S \vec{n} \cdot \vec{u} P dS - \int_S \vec{n} \cdot \pi dS + \int_V \dot{P}^{(g)} dV$$

odvoďte integrální bilanci hybnosti.

6) Dosazením do diferenciální bilance obecné fyzikální veličiny

$$\frac{DP}{Dt} + (\nabla \cdot \vec{u}) P + \nabla \cdot \pi - \dot{P}^{(g)} = 0$$

odvoďte diferenciální bilanci hybnosti.

7) Z integrální bilance obecné fyzikální veličiny

$$\frac{d}{dt} \int_V P dV = - \int_S \vec{n} \cdot \vec{u} P dS - \int_S \vec{n} \cdot \pi dS + \int_V \dot{P}^{(g)} dV$$

odvoďte integrální bilanci momentu hybnosti.

8) Jaký je vztah mezi gradientem rychlosti a tenzory rychlosti deformace a vířivosti.

9) Upravte mocninový model v obecném tvaru

$$\eta = K \left| \sqrt{2II} \right|^{n-1}$$

pro případ proudění s jedinou složkou rychlosti $u_z(y)$.

10) Upravte binghamský model v obecném tvaru

$$\eta = \mu_p + \frac{\tau_0}{\left| \sqrt{2II} \right|} \quad \text{pro} \quad \frac{1}{2} \left(\frac{\vec{\tau}}{\tau} : \frac{\vec{\tau}}{\tau} \right) > \tau_0^2$$

pro případ proudění s jedinou složkou rychlosti $u_z(y)$.

11) Napište konstitutivní rovnici pro newtonské a čistě viskozni kapaliny. Čím se liší?

12) Dosazením Newtonova zákona do Cauchyho rovnice odvoďte Navier-Stokesovu rovnici a vysvětlete fyzikální význam jednotlivých členů.

13) Na případu odporu při obtékání tělesa vysvětlete metodu inspekční analýzy.

14) Napište Stokesovu a Eulerovu rovnici. Vysvětlete pojem mezní vrstvy.

15) Vysvětlete postup odvození Bernoulliho rovnice integrací Eulerovy rovnice.

16) Čím lze charakterizovat turbulentní proudění. Jak lze popsat rychlostní profil?

17) Vysvětlete fyzikální význam distribučních funkcí a napište jaké mezi nimi platí vzájemné vztahy.

18) Napište Fourier-Kirchhoffovu rovnici, vysvětlete fyzikální význam jejich členů, uveďte základní typy okrajových podmínek.

19) Napište Fourierovu rovnici a proveďte její řešení pro stacionární vedení tepla rovinnou stěnou.

20) Napište Fourierovu rovnici a proveďte její řešení pro stacionární vedení tepla válcovou stěnou.

21) Vícerozměrné případy vedení tepla, tvarový součinitel. Vedení tepla s vnitřním zdrojem.

22) Nestacionární vedení tepla. Odvození kritériální rovnice pro bezrozměrnou teplotu inspekční analýzou Fourierovy rovnice.

23) Nestacionární vedení tepla při zanedbatelném vnitřním tepelném odporu (malá hodnota Bi).

24) Nestacionární vedení tepla v poloprostoru. Nestacionární vedení tepla v tělesech.

25) Nucená konvekce při obtékání těles. Odvození kritériální rovnice pro Nusseltovo číslo inspekční analýzou.

26) Nucená konvekce při proudění v trubkách. Tvary kritériálních závislostí při okrajových podmínkách 1. a 2. druhu.

27) Analogie mezi přenosem hybnosti a tepla.

28) Přirozená konvekce. Odvození kritériální rovnice pro Nusseltovo číslo inspekční analýzou a její typický tvar.

29) Režimy varu a kondenzace. Odvození součinitele přestupu tepla při filmové kondenzaci na svislé stěně.

30) Základní pojmy ze sálání. Zjednodušení obecné rovnice

$$\frac{q_k}{\varepsilon_k} = \sigma^{(s)} \sum_{i=1}^n (T_k^4 - T_i^4) F_{k-i} + \sum_{i=1}^n (1 - \varepsilon_i) \frac{q_i}{\varepsilon_i} F_{k-i}$$

pro případ přenosu tepla v uzavřené soustavě dvou šedých těles.

31) Dosazením do diferenciální bilance obecné fyzikální veličiny

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{u}P) + \nabla \cdot \pi - \dot{P}^{(g)} = 0$$

odvoďte bilanci složky A.

32) Dosazením do diferenciální bilance obecné fyzikální veličiny

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{u}P) + \nabla \cdot \pi - \dot{P}^{(g)} = 0$$

odvoďte základní rovnici přenosu hmoty.

33) Odvoďte vztah pro hustotu toku složky při stacionární obousměrné ekvimolární difúzi.

34) Odvoďte vztah pro hustotu toku složky při stacionární jednosměrné difúzi.

35) Odvoďte vztah mezi součiniteli prostupu a přestupu hmoty.