

MTF052 STRÖMNINGSMEKANIK

Tentamen fredagen den 22 oktober 2010, kl 8:30-13:30, M-huset
(OBS! 5-timmarstenta)

Hjälpmedel: **Teoridelen:**
Inga hjälpmedel tillåtna

OBS! Före tentamen skall hjälpmedlen lämnas på en av vakten anvisad plats. Lösningarna på teoriuppgifterna inlämnas vid godtycklig tidpunkt, varefter hjälpmedlen får användas vid lösandet av problemen.

Problemdelen:

Tillåtna hjälpmedel är läroboken ("Fluid Mechanics", Frank M. White), Data och Diagram, matematiska tabeller, räknedosa, av institutionen utgivna formelsamlingar och material, föreläsninganteckningar - dock **ej** lösta exempel.

Lösningar: Anslås på institutionens anslagstavla måndag 25 oktober 2010

Betygsgränser: Maximal poängsumma är 85 p. Betyg 3 \geq 34p, 4 \geq 51p, 5 \geq 68p

Tentaresultat: Meddelas senast fredag 12 november 2010

Granskning: Måndag 15 november 2010, kl 11.30-12.30
Tisdag 16 november 2010, kl 11.30-12.30

Göteborg den 19 oktober 2010

Alf-Erik Almstedt, tel 772 1407





Teoriuppgifter

T1. Definiera Reynolds tal och visa att det är dimensionslöst. (2p)

T2. Hur kan flytkraften på en kropp i en fluid tecknas? Visa detta. (3p)

T3. Härled kontinuitetsekvationen på integralform för en fix kontrollvolym genom att utgå från Reynolds transportteorem

$$\frac{d}{dt}(B_{\text{sys}}) = \frac{d}{dt} \left(\int_{\text{cv}} \beta \rho dV \right) + \int_{\text{cs}} \beta \rho (\mathbf{V}_r \cdot \mathbf{n}) dA$$

Förklara även vad kontinuitetsekvationen betyder fysikaliskt. (4p)

T4. Beskriv hur det går till att mäta hastigheten med en venturimeter samt härled den ekvation du behöver använda för att bestämma hastigheten. (4p)

T5. Navier-Stokes ekvation i x-riktningen ser ut som följer:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = g_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left\{ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right\}$$

Förklara de ingående termerna. Under vilka förutsättningar gäller Navier-Stokes ekvation? (6p)

T6. Varför vill man uttrycka fysikaliska ekvationer på dimensionslös form? (2p)

T7. Beskriv vad som händer med hastighetsfältet i inloppssträckan vid rörströmning. (3p)

T8. För ett laminärt gränsskikt på en plan platta är

$$c_f = \frac{0.664}{\sqrt{\text{Re}_x}}$$

Bestäm det totala friktionsmotståndet, D , för en sida av plattan. Denna kraft uttrycks ofta m.h.a. en dimensionslös motståndskoefficient, C_D . Bestäm C_D uttryckt m.h.a. Re_L , d.v.s med hjälp av Reynoldstalet i plattans bakkant. (4p)

T9. Ange i kurvform hur motståndskoefficienten C_D för en vinkelrätt anströmmad cylinder beror av Reynolds tal. Beskriv och förklara olika delar av kurvan. (3p)

T10. Förklara med hjälp av en figur hur trycket och hastigheten varierar för olika mottryck i ett konvergent-divergent munstycke (Laval-dysa), vid utströmning från en stor behållare med trycket p_0 . Vad gäller för massflödet vid olika mottryck? (4p)

Problem

- P1. I en horisontell, friktionsfri rörkrök sker en diameternskning från 7 cm till 4 cm. Vattenflödet genom röret är 3 kg/s och trycket i det grövre röret är 150 kPa. Bestäm den totala kraften på flänsarna orsakad av strömningen. (Bortse alltså från tyngdkraften.)

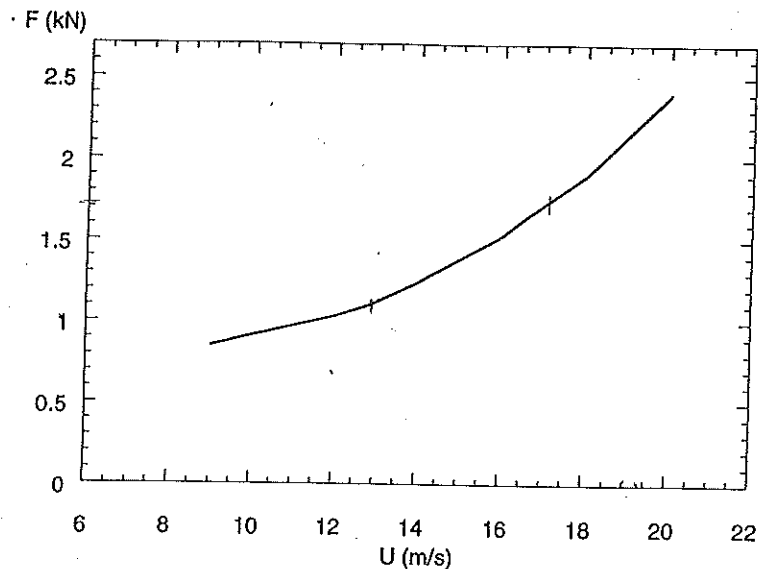
Omgivningstrycket är 100 kPa och temperaturen på vattnet är 20°C .



(10p)

- P2. Vid utveckling av en ny bilmodell vill man undersöka strömningsmotståndet på bilen. Man använder då 1/10 skalmodell som testas i en vattentunnel. I figuren nedan visas resultatet, som strömningsmotståndet på modellen i kN som funktion av vattnets hastighet i m/s.

Beräkna ökningen i effekt, p.g.a. det ökade luftmotståndet, som måste tillföras bilen då den körs i 90 km/h istället för i 70 km/h. Både luftens och vattnets temperatur är 20°C.



(10p)

P3. För att tömma ett akvarium använder man en hävert bestående av en 8,5 m lång plastslang med innerdiametern 8,0 mm. Slangen leds från akvariet till en brunn i badrummet och avståndet mellan vattenytan i akvariet och slangens utlopp är 0,90 m. Slangens inlopp ligger 0,10 m under vattenytan i akvariet. Vattentemperaturen är 20°C. Slangens skrovlighet ε är 0,001 mm.

Bestäm vattenflödet per minut i slangen.

(10p)

P4. En plan platta anblåses tangentiellt med luft av normaltillstånd. På avståndet 1 m från framkanten uppmäter man väggskjuvspänningen $\tau_w = 8,2 \cdot 10^{-3}$ Pa.
a) Beräkna anblåsningshastigheten och
b) lufthastigheten på avståndet 1 mm från väggen i denna position.

Vid ett senare tillfälle anblåses plattan med hastigheten 45 m/s. Beräkna för detta fall

c) Väggsjuvspänningen på avståndet 1 m från plattans framkant samt
d) lufthastigheten på avståndet 1 mm från plattan i denna position.

(10p)

P5 Ett pitotrör är placerat i överljudsströmning av luft i en vindkanal, där mätsträckan har konstant tvärsnitt. Vid pitotröret uppmättes stagnationstrycket 260 kPa och stagnationstemperaturen 340 °C. Vid ett hål i tunnelns vägg, uppströms om den raka friliggande frontstöten, mäts ett tryck av 35 kPa. Vad är machtalet och strömningshastigheten före frontstöten?

Tips: Börja med att gissa ett machtal före stöten.

(10p)