

MTF052 STRÖMNINGSMEKANIK

Tentamen fredagen den 24 augusti 2012, 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 27 aug 2012

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

Tentaresultat: Meddelas senast måndag 10 september 2012

Granskning: Tisdag 11 september 2012, kl 11.45-12.45
Onsdag 12 september 2012, kl 09.00-11.00

Lärare under tentamen: Abdallah Abou-Taouk, 076-27 42 717

Göteborg den 20 augusti 2012

Alf-Erik Almstedt, tel 772 1407



Teoriuppgifter

- T1. Visa att om skjuvspänningen är proportionell mot deformationshastigheten $\frac{\delta\theta}{\delta t}$ så är den även proportionell mot hastighetsgradienten $\frac{dv_x}{dy}$. (2p)

- T2. Härled kontinuitetsekvationen på integralform för en fix kontrollvolym genom att utgå från Reynolds transportteorem

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

Förklara även vad kontinuitetsekvationen betyder fysikaliskt. (4p)

- T3. Beskriv hur det går till att mäta hastigheten med en venturimeter samt härled den ekvation du behöver använda för att bestämma hastigheten. (4p)

- T4. Förenkla följande ekvationssystem för inkompressibel strömning med konstant temperatur. Teckna spänningstensor med hjälp av Newtons ansats. Vilka obekanta storheter kan nu beräknas och hur många ekvationer har man till sitt förfogande?

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0$$

$$\rho \frac{d\mathbf{V}}{dt} = \rho \mathbf{g} - \nabla p + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}_{ij}$$

$$\rho \frac{d\hat{u}}{dt} + p(\nabla \cdot \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k\nabla T) + \Phi \quad (5p)$$

- T5. Ange randvillkoren för hastighet och temperatur på en fast väggyta. (2p)

- T6. Beskriv vad som händer med hastighetsfältet i inloppssträckan vid rörströmning. (3p)

- T7. Förklara begreppet Reynolds dekomposition samt varför man gärna vill tidsmedelvärdera ekvationerna vid turbulent strömning. Förklara också "The closure problem" (problemet att sluta ekvationssystemet) som då uppstår. (3p)

- T8. Hur anges storleken eller styrkan på en fluktuerande komponent i turbulent strömning? Definiera och förklara varför. (2p)

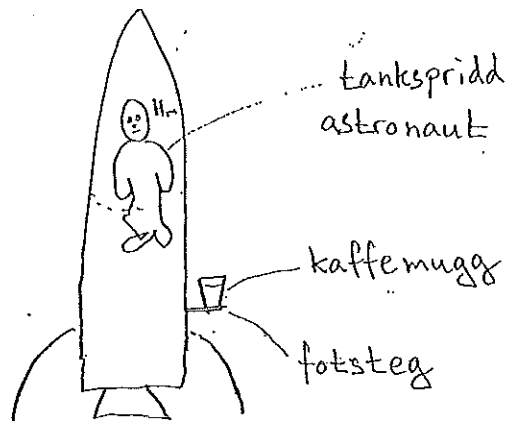
T9. Visa hur hastighetsprofilen, dess första- och andraderivata samt tryckgradienten förändras i ett gränsskikt utefter en krökt yta vid avlösning. (4p)

T10. Varför är golfbollar "dimplade" och inte släta? (2p)

T11. 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. En tankspridd astronaut glömmet sin kaffemugg på fotsteget till sin raket. Beräkna trycket i kaffet i botten av muggen



- i startögonblicket om muggen accelereras rakt upp tillsammans med raketerna med accelerationen $7g$
- om muggen ramlar av fotsteget i startögonblicket och precis börjar falla (antag att muggen inte välter utan faller upprättstående)
- om muggen har fallit så länge att den uppnått konstant fallhastighet (luftmotstånd och tyngdkraft balanserar varandra).

Kaffets höjd i muggen är 5 cm och omgivningens tryck är 100 kPa . (10p)

P2. För att undersöka luftmotståndet på en bil som kör i 100 km/h görs ett modellförsök med $1/5$ skalmodell i en vattentunnel. Försöket utförs så att man har dynamisk likformighet och visar ett strömningsmotstånd på $4,5\text{ kN}$. Vad kommer luftmotståndet på bilen att bli? Temperaturen är 20°C . (10p)

- P3. Genom en rak vattenledning, vars inlopp ligger 12,5 m över utloppet, rinner $240 \text{ m}^3/\text{tim}$ vatten. Rörlängden är 60 m, rörets innerdiameter 110 mm och trycket vid in- resp utlopp uppmättes till 420 kPa resp 110 kPa. Flödet skall minskas till $200 \text{ m}^3/\text{tim}$ genom att sätta in en lämplig ventil. Hur stor skall ventilens engångsförlustkoefficient K vara vid i övrigt oförändrade förhållanden?

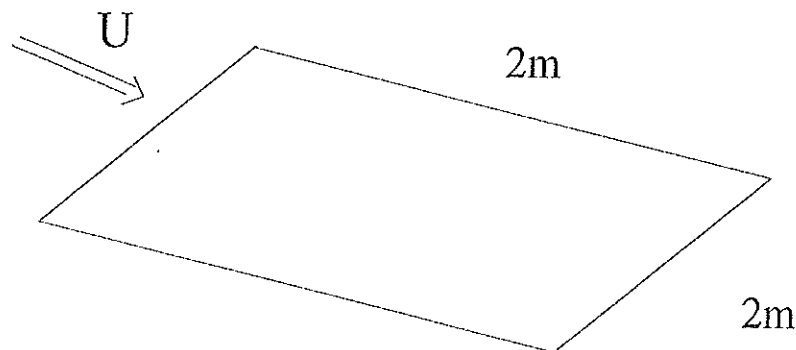
(10p)

- P4. Vid ett försök i en vindtunnel användes en plan platta med mått enligt figuren. Plattan ska nu användas i en vattentunnel vid samma anströmningshastighet, vilket medför att friktionskraften på plattan kommer att öka. För att kunna dimensionera upphängningsanordningen av plattan i vattentunneln vill man bestämma den totala friktionskraften som verkar på plattan. I båda försöken mäter man hastigheten i punkten $x = 2 \text{ m}$ och $y = 0.5 \text{ mm}$. Beräkna hastigheten i denna punkt för de båda fallen. Beräkna även friktionskraften på plattan för båda fallen.

$$U = 3 \text{ m/s}$$

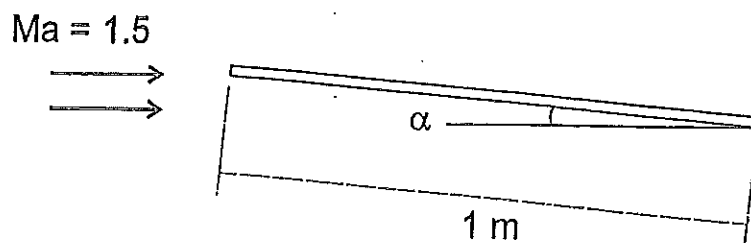
$$T = 20^\circ \text{ C}$$

$$p = 1 \text{ bar}$$



(10p)

- P5. En prototyp till ett överljudsflygplan väger 6000 kg och har platta vingar enligt figuren nedan. Hur lång total vingbredd (spannvidd) behövs för att flyga på konstant höjd med anfallsvinkeln $\alpha = 2^\circ$ vid $Ma = 1,5$? Vingarnas korda är 1,0 m och lufttrycket är 26400 Pa.



(10p)