

**MTF052 STRÖMNINGSMEKANIK**

**Tentamen fredagen den 19 augusti 2011, 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 22 augusti 2011

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

**Tentaresultat:** Meddelas senast onsdag 7 september 2011

**Granskning:** Torsdag 8 september 2011, kl 10.00-12.00  
Fredag 9 september 2011, kl 11.45-12.45

Göteborg den 15 augusti 2011

Alf-Erik Almstedt, tel 772 1407

**TILLÄMPAD MEKANIK**  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg

Besök: Hörsalsvägen 7 B, 4 tr  
Telefon: 031-772 37 87  
E-post: ullt@chalmers.se  
Webb: www.chalmers.se/am

Chalmers tekniska högskola AB  
Organisationsnummer 556479-5598



## Teoriuppgifter

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

T2. Visa hur volymflödet  $Q$  och massflödet  $\dot{m}$  genom en kontrollvolym yta kan tecknas generellt. Hur lyder sambandet mellan  $Q$  och  $\dot{m}$  om densiteten  $\rho$  är konstant? (2p)

T3. Skriv om kontrollvolymformuleringen av kontinuitetsekvationen

$$\int_{CV} \frac{\partial \rho}{\partial t} dV + \int_{CS} \rho(\mathbf{V} \cdot \mathbf{n}) dA = 0$$

för

a) endimensionella in- och utlopp

b) stationära förhållanden

c) inkompressibel strömning och instationära förhållanden (3p)

T4. Härled kontinuitetsekvationen på differentialform utgående från kontrollvolymformuleringen,

$$\int_{CV} \frac{\partial \rho}{\partial t} dV + \sum_i (\rho_i A_i V_i)_{out} - \sum_i (\rho_i A_i V_i)_m = 0$$

genom att låta kontrollvolymen gå mot noll. (7p)

T5. Förklara de ingående termerna i energiekvationen

$$\rho c_p \frac{dT}{dt} = k \nabla^2 T + \Phi \quad (3p)$$

T6. Formulera Reynolds likformighetslag. (2p)

T7. Vad menas med inloppssträcka vid rörströmning? (2p)

T8. Hastighetsprofilen vid fullt utbildad laminär rörströmning kan skrivas som  $u = u_{\max} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$ .

Visa att medelhastigheten vid fullt utbildad laminär rörströmning är lika med halva maxhastigheten. (3p)

T9. Härled kontinuitetsekvationen för det tidsmedelvärderade hastighetsfältet för inkompressibel strömning, utgående från den allmänna formen

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0. \quad (3p)$$

T10. Ange i kurvform hur motståndskoefficienten  $C_D$  för en vinkelrätt anströmmad cylinder beror av Reynolds tal. Beskriv och förklara olika delar av kurvan. (3p)

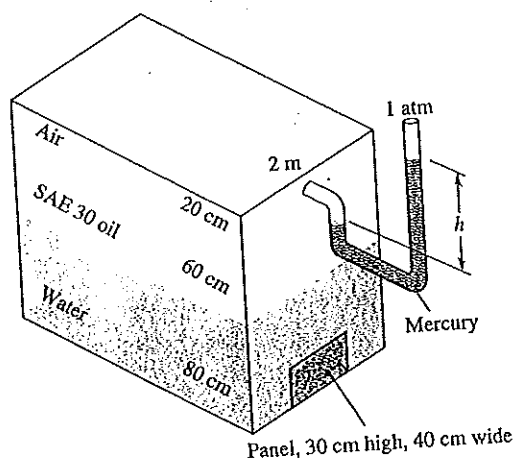
T11. Varför är golfbollar "dimplade" och inte släta? (2p)

T12. Förklara med hjälp av en figur hur trycket och hastigheten varierar för olika mottryck i ett konvergent munstycke, vid utströmning från en stor behållare med trycket  $p_0$ . Vad gäller för massflödet vid olika mottryck? (3p)

### Problem

P1. I en sluten tanks ena vägg finns en 30 cm hög och 40 cm bred platta, se figur. Den utåtriktade hydrostatiska nettokraften på denna platta är 8 450 N.

Beräkna kvicksilverpelarens höjd,  $h$ . Temperaturen på alla fluider är 20°C. Luftrycket i behållaren får anses konstant.



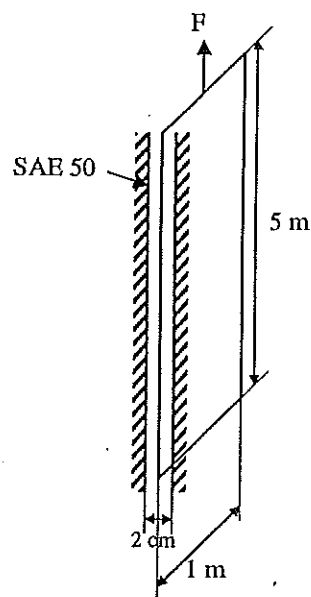
(10p)

- P2. En plan tunn plåt skall dras upp ur ett vertikalt hålrum som innehåller SAE50-olja av 20°C. Vid vilken hastighet blir den erforderliga kraften 850 N?

Bortse från änd- och kanteffekter samt starteffekter. Skillnaden i statiskt tryck, och plåtens egen tyngd (dock ej tyngdkraftens inverkan på oljan) får också försummas. Plåtens längd och bredd är 5 m resp 1 m och dess tjocklek är försumbar. Hålrummets vidd är 2 cm, se figur.

Man kan dessutom anta att det finns lika mycket olja på båda sidor om plåten, dvs. plåten är centralt placerad i hålrummet.

Ledning: Från kraften kan skjuvspänningen bestämmas vilket underlättar bestämmandet av integrationskonstanter om det nu av en händelse skulle bli några sådana.



(10p)

- P3. En kylvattenledning har längden 320 m och diametern 400 mm. Genom ledningen, vilken kan betraktas som rak, strömmar 1100 m<sup>3</sup>/tim. Trycket vid inloppet är 150 kPa och vid utloppet 120 kPa. Utloppet ligger 4.5 m under inloppet. Man måste öka kylvattenmängden med 40% och överväger att byta ut ledningen mot en grövre. Kan detta undvikas genom att enbart öka inloppstrycket i den befintliga ledningen till 170 kPa? Svaret skall motiveras. (10p)

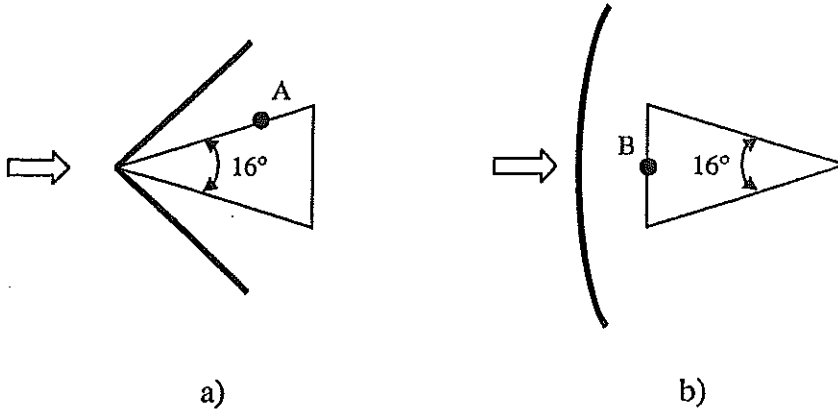
- P4. En tunn plan platta anströmmas parallellt med luft av 20°C varvid den ostörda strömningen har hastigheten 50 m/s. På vilken höjd över plattan är hastigheten 42 m/s

- a) 5 cm från framkanten  
b) 2.5 m från framkanten

(10p)

P5. Luft strömmar vid  $Ma = 3$  och trycket 70 kPa mot en kilformad modell av en månlandare. Kilens toppvinkel är  $16^\circ$  (se Fig nedan).

- a) Om den spetsiga änden är riktad framåt, vad blir trycket i punkten A?
- b) Om den trubbiga änden istället är riktad framåt, vad blir trycket i B?



(10p)