

Alkuperäinen

Virtausmekaniikka I B-osa (FYSS352).

Loppukokeen uusinta 21.01.2010

(Huom: Kokeessa saa olla mukana oppikirja: White, Fluid Mechanics.)

1. Yksiulotteisen x -akselin suuntaan tapahtuvan ajasta riippuvan virtauksen virtausnopeus ja tiheys ovat

$$u = \frac{2}{3} \left(\frac{x}{t} - u_0 \right), \quad \rho = \rho_0 \left(\frac{x}{3u_0 t} + \frac{2}{3} \right)^2,$$

missä $u_0 = 0.5 \text{ m/s}$ ja $\rho_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$ ovat vakioita ja t on aika.

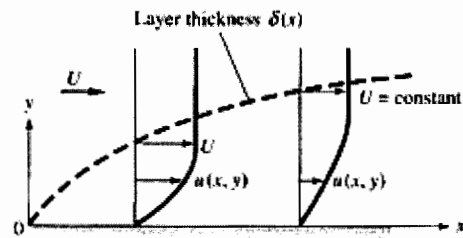
- Laske tiheyden materiaaliderivaatan $\frac{d\rho}{dt}$ arvo kun $x = 0$ ja $t = 1 \text{ s}$.
- Osoita että ko. virtauskenttä toteuttaa massan säilymislain.

2.

A reasonable approximation for the two-dimensional incompressible laminar boundary layer on the flat surface in Fig. P4.17 is

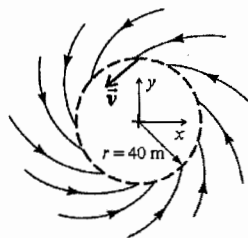
$$u = U \left(\frac{2y}{\delta} - \frac{y^2}{\delta^2} \right) \text{ for } y \leq \delta \text{ where } \delta = Cx^{1/2}, C = \text{const}$$

- Assuming a no-slip condition at the wall, find an expression for the velocity component $v(x, y)$ for $y \leq \delta$.
- Then find the maximum value of v at the station $x = 1 \text{ m}$, for the particular case of airflow, when $U = 3 \text{ m/s}$ and $\delta = 1.1 \text{ cm}$.



3. Tornadossa tapahtuvaa ilmapvirtausta kuvataan kaksikulotteisella potentiaalivirtauksella, joka muodostetaan asettamalla origoon nielu $-m$ ja vapaa vorteksi K (m ja K ovat positiivisia vakioita). Tiedetään, että tornadon ympäri laskettu sirkulaatio $\Gamma = 8500 \text{ m}^2/\text{s}$ ja että paine säteellä $r = 40 \text{ m}$ on pienempi kuin paine kaukana tornadon keskustasta (ks. kuva 2). Oletetaan kokoonpuristumaton virtaus s.e. ilman tiheys $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$.

- Laske vorteksin voimakkuus K ja nielun voimakkuus $-m$.
- Määritä ilman virtausnopeus \vec{v} pisteessä $(x, y) = (0, 40 \text{ m})$.

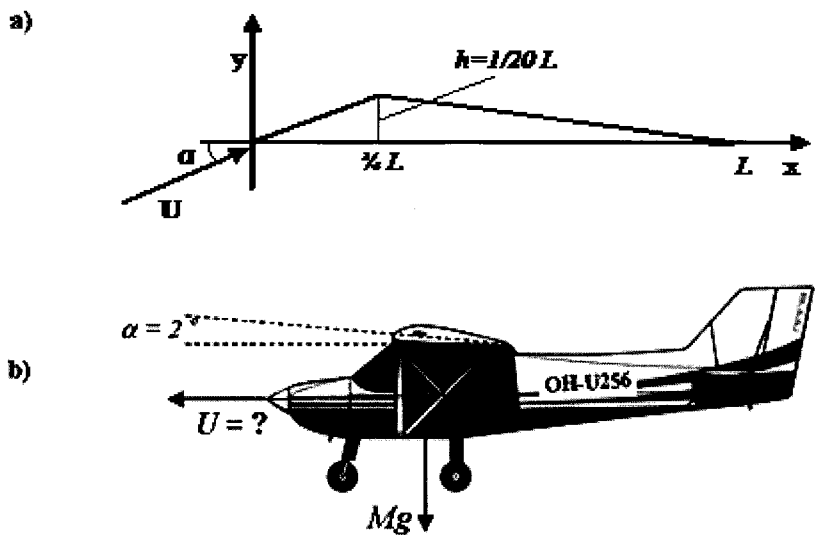


Kuva 2

4.a) Johda luennolla esitettyä ohutsiipiteoriaa (ks. liite 1) käyttäen nostovoimakerroin $C_L = C_L(\alpha)$ ohuelle siipiprofiilille, jonka keskilinja koostuu kahdesta suorasta janasta kuvan 3 a) mukaan.

b) Laske siipiprofiilin nostovoimakertoimen C_L arvo kohtauskulmalla $\alpha = 2^\circ$ kun $h = 0.1$ m ja $L = 2$ m.

c) Millä lentonopeudella U ko. lentokone, jonka kokonaismassa $M = 400$ kg ja siiven kokonaispinta-ala $A = 15$ m², pysyy tasaisessa vaakalennossa siiven kohtauskulman ollessa 2° (ks. kuva 3 b). Ilman tiheys $\rho = 1.2$ kg/m³. (Oletetaan, että, että siipi on ainoa nostovoimaa tuottava koneen osa. Siiven äärellisestä koosta aiheutuvaa nostovoiman pienenemistä ei huomioida.)



Kuva 3

0400 703877

!!!!!!!!!!!!!! LUE TEHTÄVÄT HUOLELLISESTI ... !!!!!!!!!!!!!