



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Institutionen för Energivetenskaper

MMVF01
Termodynamik och strömningslära

FORMELSAMLING

till

D. F. Young, B. R. Munson, T. H. Okiishi & W. W. Huebsch,
A Brief Introduction to Fluid Mechanics,
John Wiley & Sons, Inc.

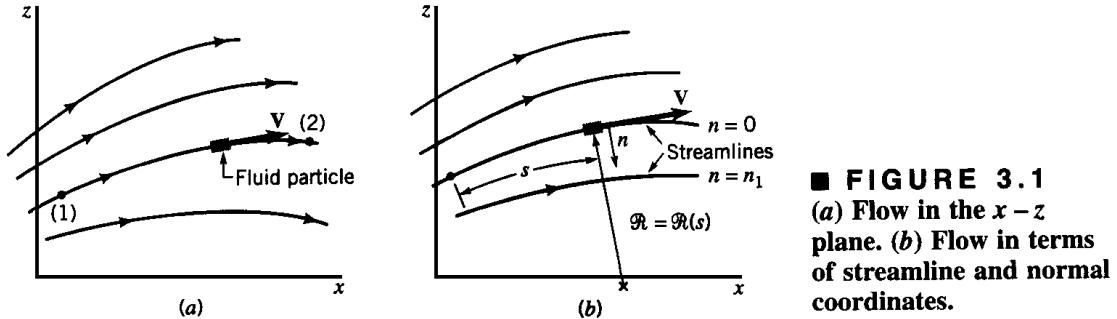
Sammanställd av

Christoffer Norberg

juni 2011

Kapitel 3 — Bernoullis ekvation

Betrakta, enligt figuren nedan, en fluidpartikel som följer en strömlinje i två-dimensionell, stationär, och friktionsfri strömning (endast tryck- och gravitationskrafter).



$$\text{Hastighetsvektor: } V_s = V = \frac{ds}{dt}, \quad V_n = 0$$

$$\text{Accelerationsvektor: } a_s = V \frac{\partial V}{\partial s}, \quad a_n = \frac{V^2}{R}$$

$$dp + \rho d(V^2/2) + \rho g dz = 0 \quad (\text{längs strömlinjen})$$

Inkompressibel strömning \Rightarrow

$$p + \rho V^2/2 + \rho g z = \text{konst.} \quad (\text{längs strömlinjen})$$

p = statiskt tryck (faktiskt tryck); $\rho V^2/2$ = dynamiskt tryck;
 $\rho g z$ = γz = höjdtryck.

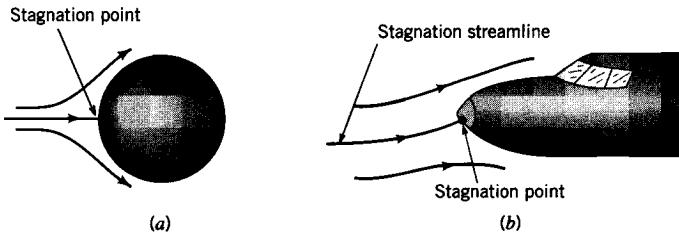


FIGURE 3.5
Stagnation points on bodies in flowing fluids.

$$\frac{dp}{dn} + \frac{\rho V^2}{R} + \rho g \frac{dz}{dn} = 0 \quad (\text{tvärs strömlinjen})$$

Inkompressibel strömning \Rightarrow

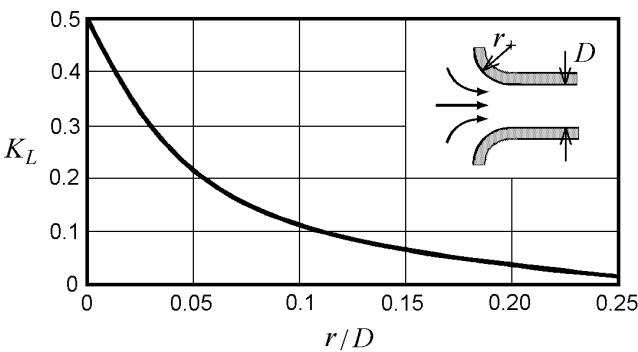
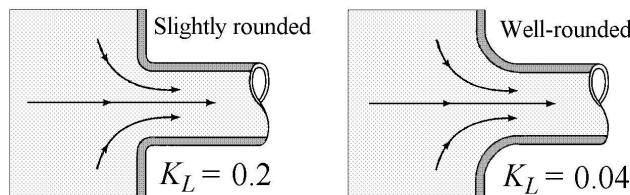
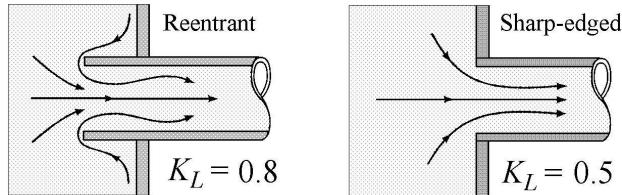
$$p + \rho \int \frac{V^2}{R} dn + \rho g z = \text{konst.} \quad (\text{tvärs strömlinjen})$$

- Ekvivalent yträhet ϵ (nya rör, typiska värden):

Material (Sv.)	Material (Eng.)	ϵ [mm]
Glas	Glass	0.0 (slätt)
Plast (PVC), draget	Drawn tubing	0.0015
Mässing, draget	Brass, drawn	0.002
Rostfritt stål	Stainless steel	0.002
Gummi	Rubber	0.010
Kommersiellt stål	Commercial steel	0.046
Smidesjärn	Wrought iron	0.046
Bleckplåt, slät	Tinplate, smooth	0.07
Galvaniserat järn	Galvanized iron	0.15
Trä, hyvlat	Wood, planed	0.18–0.9
Gjutjärn	Cast iron	0.26
Betong, glatt	Concrete, smooth	0.3–0.8
Betong, skrovlig	Concrete, rough	1.2–3.0
Nitat stål	Riveted steel	0.9–9.0

- Engångsförluster (eng. minor losses)

$$\Delta p_{f,\text{minor}} = K_L \frac{\rho V^2}{2} = \rho g h_{L,\text{minor}} \Rightarrow h_{L,\text{minor}} = K_L \frac{V^2}{2g} \quad (8.20)$$



Rörsystem: $\Delta p_f = \Delta p_{f,\text{major}} + \Delta p_{f,\text{minor}} = \frac{\rho}{2} \left[\sum_i \left(f \frac{\ell}{D} \right)_i V_i^2 + \sum_j (K_L)_j V_j^2 \right]$

ORDLISTA

English	svenska	avsnitt
absolute pressure	absoluttryck (relativt vakuum)	1.5, 2.5
adverse pressure gradient	ogynnsam tryckgradient	9.2.6
average velocity	medelhastighet	5.1.1, 8.2
basic dimension	primär dimension	7.1
boundary layer	gränsskikt	9.2
bulk modulus	bulkmodul (tryckmodul)	1.7.1
buoyant force, buoyancy	flytkraft	2.11.1
continuity equation	kontinuitetsekvationen	3.6.2, 5.1, 6.2.1
control volume	kontrollvolym, öppet system	4.3
Couette flow	Couetteströmning	6.9.2
crude oil	råolja	1.6, 8.5
density	densitet	1.4.1
discharge coefficient	genomströmningskoefficient	8.6
displacement thickness	förträningstjocklek	9.2.1
drag	strömningsmotstånd	9.1.1
drag coefficient	motståndskoefficient	7.9.2, 9.1.1
dynamic (absolute) viscosity	dynamisk viskositet	1.6
dynamic pressure	dynamiskt tryck	3.5
elbow	rörböj, rörkrök	8.4.2
entrance region	inloppssträcka	8.1.2
friction factor	friktionsfaktor	8.4.1
frontal area	frontarea	9.1.1
gage pressure	övertryck (relativt omgivande tryck)	1.5, 2.5
head loss	höjdförlust	5.3.3
heat transfer rate	värmeflöde	5.3.1
hydraulic diameter	hydraulisk diameter	8.4.3
irrotational flow	rotationsfri strömning	6.1.3, 6.4.3
kinematic viscosity	kinematisk viskositet	1.6
laminar flow	laminär strömning	4.1.3, 8.1.1
linear momentum equation	impulssatsen	5.2.1/2
loss coefficient	engångsförlustkoefficient	8.4.2
Mach number	machtal (Machs tal)	3.8, 7.6
mass flowrate	massflöde	5.1.1
material (substantial) derivative	materiell derivata	4.2.1, 6.1.1
major loss	höjd- eller tryckförlust p.g.a. väggfriktion	8.4.1
minor loss	engångsförlust	8.4
moment-of-momentum equation	impulsmomentsatsen	5.2.3/4
momentum thickness	impulsförlusttjocklek	9.2.1
nozzle meter	strypläns	3.6.3, 8.6
orifice meter	strybricka	3.6.3, 8.6
pathline	partikelbana	4.1.4
pipe flow	rörströmning	8.1
Pitot-static tube	Prandtlrör	3.5
planform area	planarea	9.1.1
Poiseuille flow	Poiseuilleströmning	6.9.3

pressure coefficient	tryckkoefficient	9.3.2
pressure drag, form drag	formmotstånd	9.3.2
pump head	pumphöjd	5.3.3
rate of shearing strain	skjuvtöjningshastighet	6.1.3
repeating variables	repeterande variabler	7.3
Reynolds number	Reynolds tal	7.6
separation	avlösning	9.1.2/6
shaft power	axeleffekt	5.2.4
shaft torque	vridmoment	5.2.4
siphon	sughävert (hävert)	3.6.2
specific gravity	relativ densitet	1.4.3
specific volume	volymitet	1.4.1
specific weight	tyngd per volymsenhet	1.4.2
speed of sound	ljudhastighet	1.7.3
sluice gate	slussport	3.6.3, 10.6.4
steady flow	stationär strömning	4.1.3
streakline	stråklinje	4.1.4
streamline	strömlinje	4.1.4
surface tension	ytspänning	1.9
system	slutet system	4.3
turbulent flow	turbulent strömning	4.1.3, 8.1.1
vacuum pressure	undertryck (relativt omgivande tryck)	2.5
valve	ventil	8.4.2
vapor pressure	ångtryck	1.8
velocity head	hastighetshöjd	3.4
Venturi meter	venturimeter	3.6.3, 8.6
volume flow rate	volymflöde	5.1.1
volumetric dilatation rate	volymsdilatation	6.1.2
vorticity	vorticitet	6.1.3
wall shear stress	väggskjuvspänning	8.2.1