

RAYLEIGH-BÉNARDKONVEKTION

SA104X/SA105X - Kandidatexamensarbete på grundnivå vid Mekanikinstitutionen

Skribenter:

Izabelle Back

Robert Tordelöv

Tommy Nilsson

Handledare:

Philipp Schlatter

Sammanfattning

Betrakta en fluid som värms underifrån. Uppvärmningen leder till en uppåtriktad konvektiv kraft som motverkas av viskösa krafter i fluiden. Om de konvektiva krafterna är tillräckligt stora i förhållande till de viskösa krafterna försätts fluiden i ett instabilt tillstånd vilket leder till att en liten störning ger upphov till en strömning. Denna strömning karaktäriseras av ett mönster av så kallade konvektionsceller. Fenomenet kallas Rayleigh-Bénardkonvektion. Exempel på detta kan ses i en kastrull med olja som värms underifrån. Dock bidrar även oljans ytspänning till bildningen av celler i detta exempel men bidraget blir mindre viktigt när fluidsiktets tjocklek ökas.

I föreliggande rapport betraktas ett strömningsfält mellan två plattor där den termiska konvektionen är den drivande kraften. Eftersom fluiden då inte har någon fri yta elimineras ytspänningens inverkan. Gränsen mellan stabilitet och instabilitet undersöks både teoretiskt, med hjälp av förenklingar av Navier-Stokes ekvationer, och genom en simulering i en DNS-kod i programmet SIMSON. Simuleringen möjliggör också att formen på konvektionscellerna kan ses.

Resultat presenteras i stabilitetsdiagram som beskriver hur stabilitetsgränsen påverkas av en störnings våglängd, kopplat till vågtalet K , och det dimensionslösa Rayleigh talet, Ra . Den kritiska instabilitetsgränsen för dessa två parametrar visar sig vara $Ra = 1708$ då $K = 3, 12$.

I övrigt diskuteras likheten i resultaten från den förenklade teorin och den något mer verklighetstroga simuleringen.

Om Luftmotståndet

Mekanik

Handledare: Gunnar Maxe & Hanno Essén

I detta arbete utreder vi luftmotståndets inverkan på en partikel som är så liten/har den geometriska formen att strömningsmekaniska fenomen kan bortses ifrån. Ett övergripande mål är att läsaren efter att ha tagit sig igenom denna uppsats skall inse att luftmotstånd inte är försumbart, i motstats till vad många läroböcker i mekanik och fysik vill ge intryck av.

Vi börjar med att härleda det vi kallar för standardmotståndet, dvs det luftmotstånd som är riktat omvänt mot hastighetsvektorn och proportionellt mot farten i kvadrat. Efter det beräknar vi kastbanan för en partikel där luftmotståndet är inräknat. Utifrån det löser vi sedan ett räkneexempel där vi jämför kastbanan med den som erhålls om man försummar luftmotståndet. Därefter diskuteras optimala utgångsvinkeln för kast med olika typer av motstånd och styrka med extra fokus på standardmotståndet. Sist utreder vi vilken som är den optimala massan om man vill ha så lång räckvidd som möjligt vid kast/uppskjutning med given utgångsfart, rörelsemängd samt kinetisk energi.

Tidigt i arbetet insågs att luftmotstånd inte är försumbart utan kommer ha en högst påtaglig inverkan på projektilbanan för en partikel som skär genom luften. Det hör till allmänbildningen att den optimala utgångsvinkeln är 45° , vilket vi kan bekräfta stämmer för standardmotståndet med realistisk styrka. Detta stämmer dock inte för väldigt starkt motstånd eller andra fartberoenden, största optimala utgångsvinkeln är 47° och sjunker sedan hyfsat linjärt med ökande motstånd. Som man kan vänta sig kom vi fram till att kastlängden blir längre ju större massan är vid given utgångsfart då tyngre partiklar påverkas i lika stor grad av luftmotstånd men är trögare och då klyver luften bättre. Till vår stora förvåning fann vi att för mycket små massor ökar kastlängden vid given utgångsrörelsemängd och utgångsenergi med massan, men sjunker sedan efter en viss massa m_{crit} . Alltså finns en optimal massa m_{crit} om man vill ha så lång räckvidd som möjligt vid uppskjutning av projektiler där utgångsrörelsemängden eller utgångsenergin är given, vilket är fallet för de flesta avfyrningsanordningar.