## Fald med luftmodstand[[1]](#footnote-1)\*

#### Formål

Formålet med denne øvelse er at undersøge faldet af en kageform i et tyngdefelt, hvor der samtidigt er luftmodstand. Hvilken model beskriver bedst luftmodstanden?: Luft­mod­standen er proportional med hastigheden (Model 1) eller luftmodstanden er pro­por­tio­nal med kvadratet på hastigheden (Model 2).

#### Kræfter

Når kageformen falder frit i et lodret fald, vil kageformen være påvirket af en ned­ad­ret­tet *tyngdekraft* af størrelsen  samt en opad rettet luftmodstandskraft, . Det viser sig, at sidstnævnte afhænger af genstandens hastighed. Vi skal undersøge to mu­lige modeller:

a) Luftmodstanden er proportional med hastigheden:

b) Luftmodstanden er proportional med kvadratet på hastigheden: .



#### Forsøg og teori

Du skal benytte en kageform i forsøget, da den er meget let og resulterer i en stor luft­mod­stand, når den falder frit ned gennem luften. Spænd en *Go!Motion sensor* fra fir­ma­et *Ver­nier* på et stativ, som anbringes højt oppe, for eksempel ovenpå et skab. Sensoren skal pege nedad. Når kageformen slippes lodret under sensoren vil afstanden derved bli­ve større og større, når kageformen falder nedad. Husk at sensoren har en minimum di­stan­ce, den kan måle. Sørg for at holde kageformen med flad hånd og bevæg hånden hur­­tigt nedad og ud til siden, når du slipper kageformen. Derved minimeres risikoen for at kage­for­men flagrer ud til siden og når udenfor ultralyd-bølgernes rækkevidde! Hvis sidstnævnte sker, må det tages om. Bemærk i øvrigt at sensoren har to indstillinger: I den ene indstilling måles der bredere … Vurder evt. på baggrund af et par hurtige må­linger, hvilken indstilling, der er bedst til formålet.

Når kageformen svæver ned gennem luften vil den i starten *accelerere*, hvorefter kage­formen på et tidspunkt vil opnå en *fast hastighed*.

1) Prøv med udgangspunkt i model a) eller b) at forklare, hvorfor dette nødvendigvis må ske? Forklar med ord.

2) Angiv for de to modeller et udtryk for den resulterende kraft , idet du regner po­­si­tivt nedefter.

3) Hvad kan du sige om den resulterende kraft på kageformen, når kageformen har op­nå­et konstant fart? Brug det til i denne situation at finde et udtryk for luft­mod­stan­den.

Med ovenstående for øje vil vi benytte Logger Pro til at lave en . Du vil for­hå­bentligt kunne se, at den sidste del af grafen er lineær. Benyt Logger Pro til at finde hældningen af dette stykke. Redegør for, at det angiver værdien for den konstante has­tig­hed? Med 3) ovenfor for øje kan vi således sige, at forsøget med kageformen giver an­ledning til et punkt , hvor *v* er den konstante hastighed kageformen opnår efter lidt tid og  er den modstand luften yder på kageformen, når kageformen har far­ten *v*.

Ovenstående forsøg med én kageform giver blot ét data-punkt! For at få flere skal du gentage forsøget med flere kageforme. Det er vigtigt, at *formkoefficienten* er den samme i alle forsøg. Derfor er det hensigtsmæssigt at anbringe to kageforme *inden i hinanden* i det næste forsøg. Bestem den konstante hastighed og den dertil hørende luftmodstand som ovenfor. Derefter gentages forsøget med 3 kageforme inden i hinanden. Foretag på denne måde i alt ca. 6 målinger.

Du har nu ca. seks sammenhørende værdier af hastighed og luftmodstand . Af­bild dem i et koordinatsystem i Logger Pro med *v* ud af 1. aksen og  opad 2. aksen. Prøv med passende *fit* at undersøge om model a) eller b) er bedst i tilfældet med faldet af en kageform. Bestem om muligt konstanten *k*. Hvad afhænger den mon af, sådan teo­re­tisk set?

1. \* Øvelsen er inspireret af Ole Henriksen, Helsingør Gymnasium [↑](#footnote-ref-1)