

Luftmodstand med Fable.

Formålet med øvelsen er at bestemme formfaktoren c_w for en ballon.

Apparatur: Vægt eller fintfølede dynamometer, Fablerobot, Heliumballon, tynd tråd, Computerprogram med Fable Blockly.

Vi vil med en Fablerobot og en ballon bestemme formfaktoren for ballonen.

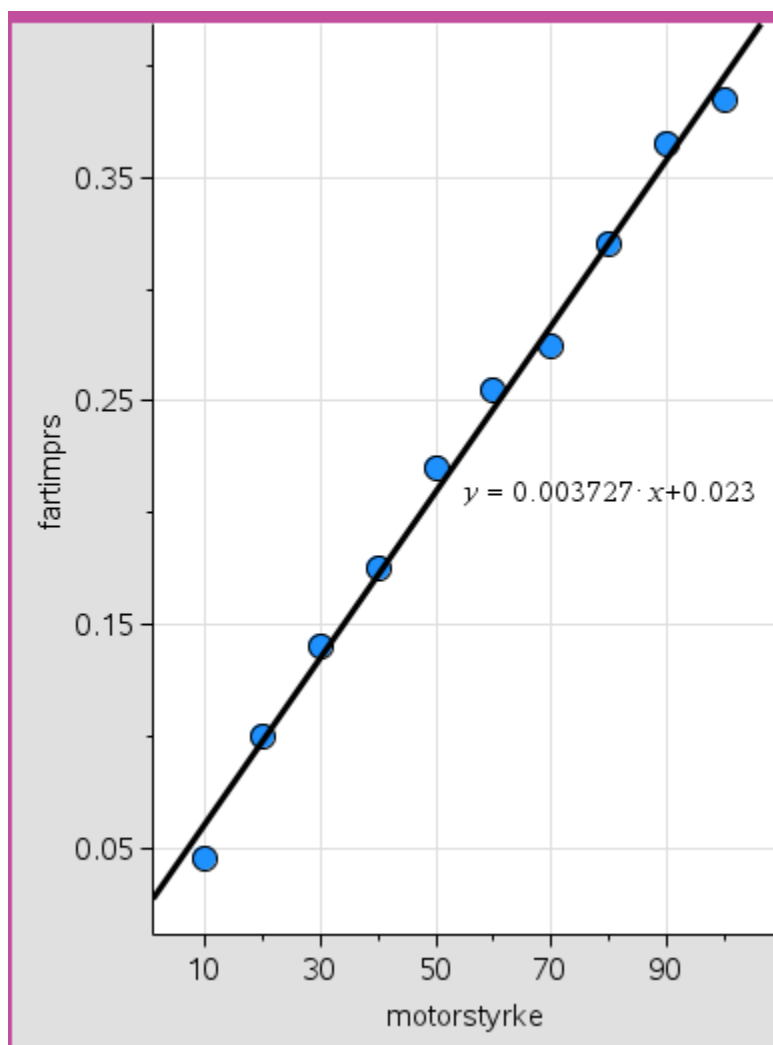
Der gælder om luftmodstanden F_{luft} :

(*)

$$F_{luft} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

Hvor c_w er formfaktoren, A er tværsnitsarealet, ρ er densiteten af luften, v er farten af, i vores tilfælde, robotten med ballonen.

Vi benytter at vores Fable Robot kører med en konstant hastighed, som vi kan bestemme ud fra vores kalibreringskurve:



Med motorstyrke menes programmets hastighed

Teori:

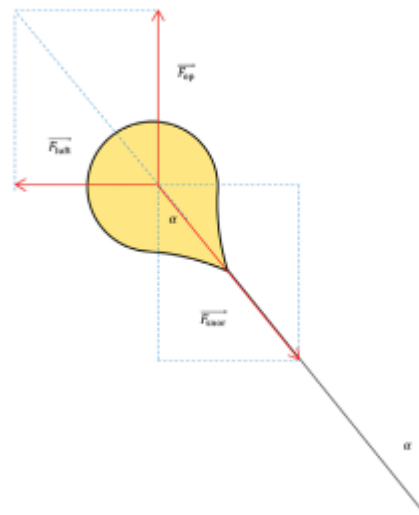
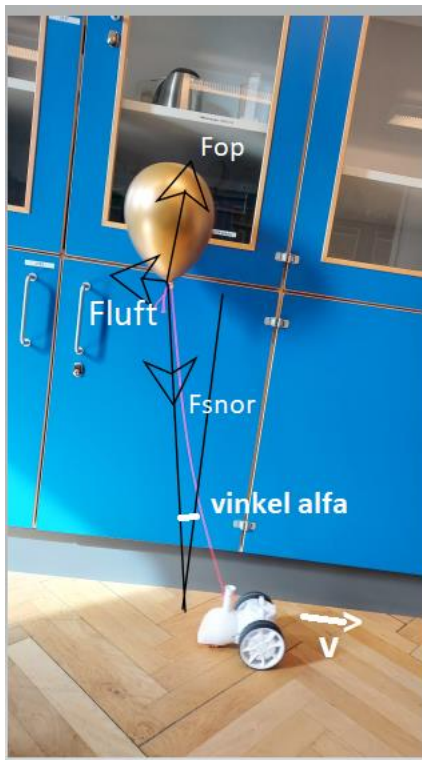
Under kørslen påvirkes ballonen af tre kræfter:

- 1) Den opadrettede kraft F_{op} . F_{op} er den opadrettede kraft. (summen af opdriften og tyngdekraften på ballonen og snoren).

F_{op} bestemmes ved hjælp af en vægt, vej ballonen med snoren på rullen, og mens I holder i snoren på ballonen, vejes rullen igen (hold nede på snoren). Bestem dernæst F_{op} ud fra vægtforskellen. I kan også bruge et fintfølende dynamometer (se Figur).



- 2) Snorkraften F_{snor}
- 3) Luftmodstanden F_{luft}



Da hastigheden er konstant, er den resulterende kraft nul, som vist på figur 2,

Opløsning af kræfter i vandret og lodret retning giver:

$$F_{luft} = F_{snor} \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_{op} = F_{snor} \cdot \cos(\alpha)$$

Eliminering af snorkraften giver:

$$F_{luft} = F_{op} \cdot \tan(\alpha)$$

Da F_{op} er konstant under forsøget (vi antager at der ikke siver helium ud), er F_{luft} altså proportional med $\tan(\alpha)$.

Udførelse:

Hvis vi nu kender F_{op} , luftens densitet ρ , samt ballonens tværsnitsareal, kan vi bestemme ballonens formfaktor.

Problemet i denne øvelse er at bestemme vinklen α i hvert tilfælde, fordi snoren buer. Snorens retning skal findes helt oppe ved ballonen, derfor skal vi finde en tangent til snoren. Det er denne tangents vinkel i forhold til lodret vi skal finde. (Se figur 3)



Figur 3

Tag et billede, eller en video. Vinklen varierer lidt under kørslen, hvis I tager en video, kan I se hvor meget vinklen varierer.

Med et billede kan vinklen bestemmes i Ti-nspire: Lav to halvlinjer , en der er tangent til snoren ved ballonen, en der er vinkelret på gulvet, benyt målinger, vælg vinkel, klik på linje 1, vinkelspidsen , linje2.

Det letter med en lodret pejlestreg, og at man fotograferer vinkelret på bevægelsesretningen, i den rigtige højde.

Vurder størrelsen af arealet A , hvor luften rammer ballonen.

Hvis vi vil vise at formelen (*) gælder, kan vi nu tegne en $(v^2; \tan(\alpha))$ -graf, og vise at det tilnærmelsesvis bliver en ret linje.

Bestem ud fra denne graf formfaktoren C_w for ballonen.

EH 27-09-2022

Ide og figur er hentet fra

Robotgruppen på Birkerød Gymnasium:

Niels Erik Wegge nw@birke-gym.dk

Ole Dünweber old@birke-gym.dk

Lauritz Carlsen lac@birke-gym.dk

Nathan Hugh Barr nab@birke-gym.dk