

HVERDAGSFYSIK

Hvor meget vand skal der
i en vandraket?

Forfatter: Jens Christian Hansen

Redaktør: Søren Storm

Korrekturlæst og faktatjekket af:

Vibeke Axelsen (Egaa gymnasium)

Kim Vedel Pedersen (Nørre Gymnasium)

Margit From

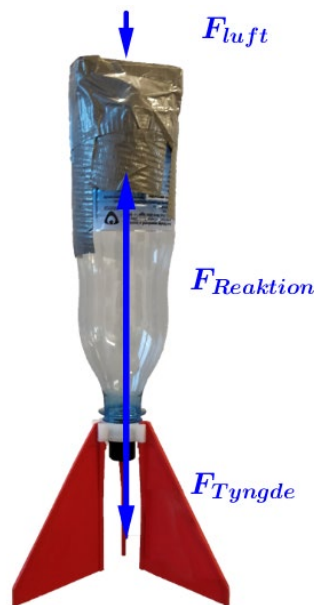
Støttet af: **novo nordisk fonden**

Introduktion til kræfter der påvirker en vandrakket under opstigningen

En vandrakket, vil på grund af trykforskellen mellem trykket i raketten og i omgivelserne, blive påvirket af en kraft, når vandet i raketten udstødes. For at forstå det, bruger vi Newtons 3. lov.

Hvis A påvirker B med en kraft (aktion), vil B påvirke A med en lige så stor, men modsatrettet kraft (reaktion).

I raketten (A) påvirkes vandet (B) der udstødes med en kraft, og derfor vil vandet, der udstødes, påvirke raketten med en lige så stor, men modsat rettet kraft.

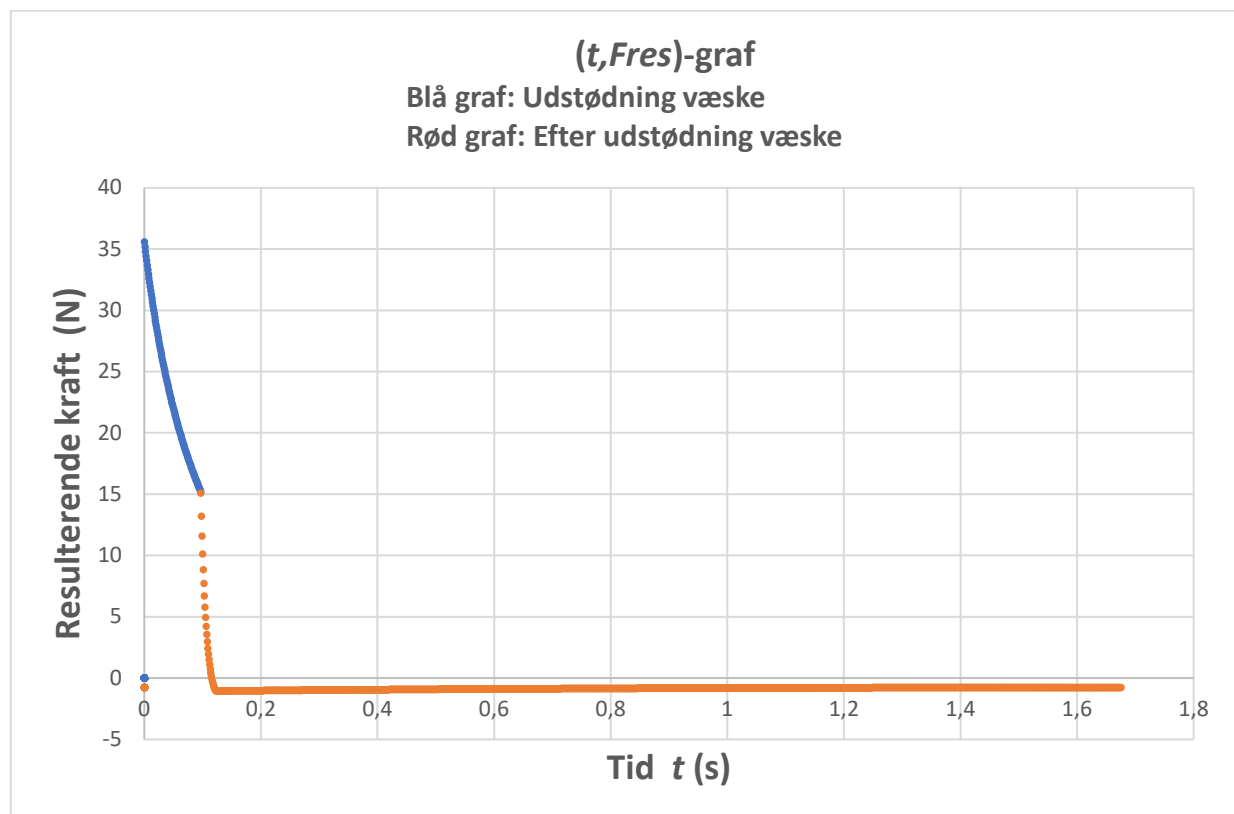
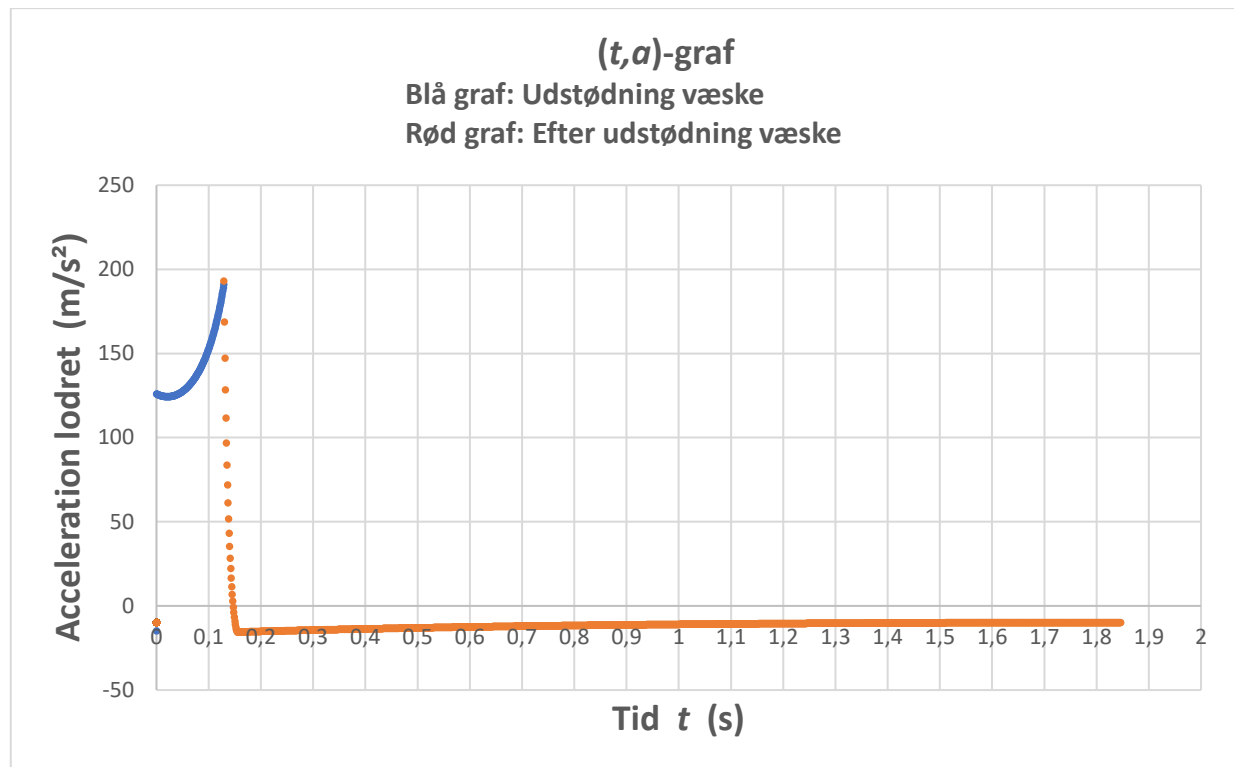


Hvis raketten affyres lodret, vil reaktionskraften $F_{reaktion}$ fra vandet på raketten være lodret opad. Udover reaktionskraften vil raketten være påvirket af tyngdekraften F_{tyngde} og luftmodstanden F_{luft} , som begge er rettet nedad, når raketten bevæger sig opad. Regnes der positivt i lodret retning, fås den resulterende kraft F_{res} til

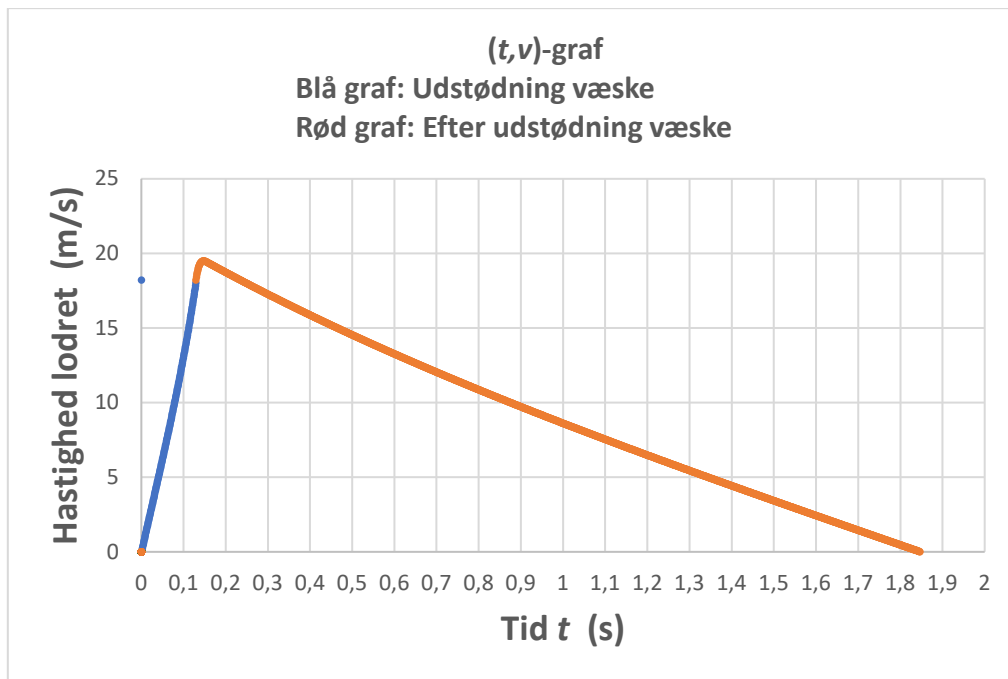
$$F_{res} = F_{reaktion} - F_{tyngde} - F_{luft}$$

Trykket i raketten falder, efterhånden som vandet i raketten udstødes, og dermed bliver den kraft, der påvirker vandet mindre, og dermed bliver $F_{reaktion}$ mindre. Samtidig bliver F_{tyngde} på raketten mindre, da massen af vandet i raketten er blevet mindre, hvorimod F_{luft} vokser, da den vokser med rakettenes lodrette fart i forhold til den omgivende luft.

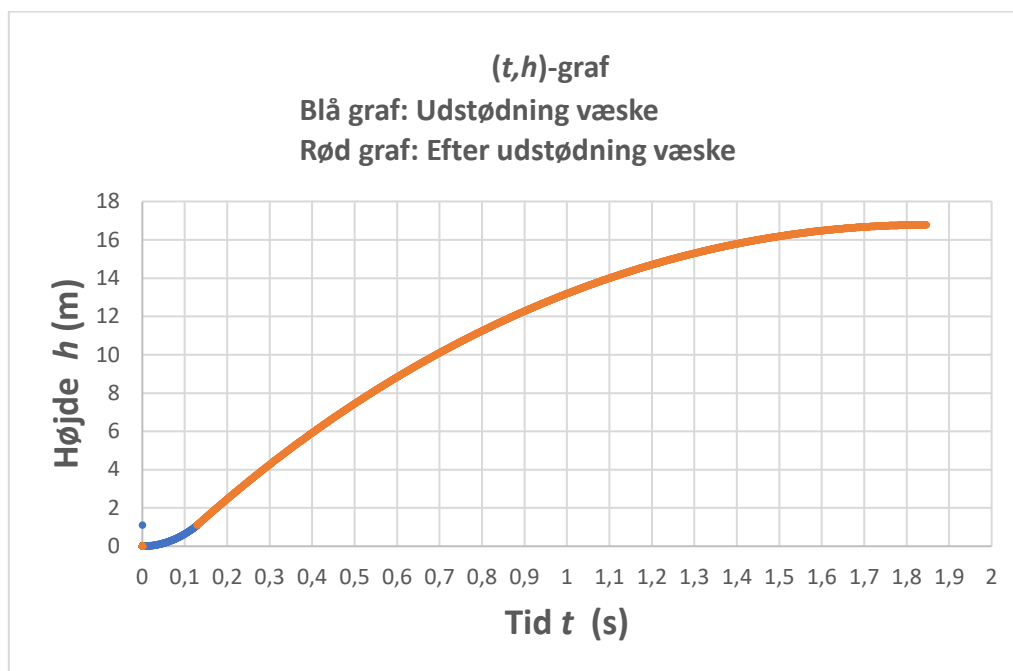
På næste side ses nogle grafer der illustrerer hvordan accelerationen a , den resulterende kraft F_{res} , hastigheden v samt højden h ændrer sig under en affyring (0,5 L flaske med 0,15 L vand og et starttryk på 300 kPa). Hvis du vil vide mere om modellen bag graferne, så se slutningen af hæftet.



Fra raketten affyres, til raketten er tømt for vand, går der ca. 0,15 s (den blå del af kurven). I det tidsrum falder F_{res} fra ca. 35 N til ca. 15 N. I den næsten lodrette (orange) del af kurven på ca. 0,01 s, udlignes det overtryk, der stadig er i raketten, efter den er tømt for vand. Når trykket i raketten er faldet til omgivelsernes tryk, er raketten kun påvirket af F_{tyngde} og F_{luft} , der begge er negative, og F_{res} bliver negativ. Raketten 'bremses', men fortsætter opad, indtil den lodrette hastighed er nul.



Den maksimale højde nås når $v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ved tiden 1,8 s.



Der er mange variabler i spil, og ønsker man eksperimentelt at undersøge, hvor højt en vandrakst stiger, er man nødt til at systematisere og bruge variabelkontrol.

Et oplagt eksperiment er, for samme raket, samme starttryk og samme ydre omstændigheder (temperatur og lufttryk), at undersøge, hvordan stighøjden afhænger af volumen af vand i raketten. Der er kun to variable i spil: Volumen af vand (uafhængig variabel) og stighøjden (afhængig variabel).

Har man mulighed for at ændre starttrykket i raketten, kunne man under variabelkontrol undersøge, hvordan stighøjden afhænger af starttrykket i raketten.

Ovenstående grafer, er bestemt ved at benytte det regneark, der er knyttet til dette teorihæfte. I regnearket, benyttes en numerisk metode, til at forudsige og beskrive en vandrakets bevægelse, ud fra parametre brugeren indsætter.

Regnearket kan hentes [her](#)

Hvis du gerne vil kende detaljerne om, hvordan man laver en model, der kan beskrive en vandrakets bevægelse, kan du hente en beskrivelse [her](#). Vær opmærksom på at hæftet er for de særligt interesserede, da meget af indholdets niveau er over fysik A.