

FORSØG MED SEDIMENTERING



Introduktion

Når man lader en genstand, fx en stålkugle eller et sandkorn, falde ned gennem en væske, vil genstanden falde klart langsommere, end hvis man bare lod genstanden falde gennem luft. Dette skyldes, at genstanden i væsken udover tyngdekraften også er påvirket af en betragtelig modstandskraft og en opdrift. Du kan læse om de tre kræfter i boksene nedenfor.

Tyngdekraften

Tyngdekraften hiver i alt, hvad der har en masse. Tyngdekraften peger altid nedad. Tyngdekraft (og alle andre kræfter) måles i enheden newton (N) og kan beregnes vha. formelen $F_{\text{tyngde}} = m \cdot g$, hvor F_{tyngde} er tyngdekraften, m er massen og $g = 9.82 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ er den såkaldte *tyngdeacceleration*.

Opdrift

Når en genstand nedsænkes i vand (eller luft), bliver den påvirket af en opadrettet kraft kaldet opdrift. Opdriften på en genstand er lig tyngdekraften på den mængde vand, der fortrænges af genstanden. Nogle genstande kan flyde. Det er fordi genstandene fortrænger en så stor mængde vand, at opdriften bliver ligeså stor som tyngdekraften på genstanden.

Væskemodstand

Når en genstand bevæger sig gennem en væske, er den påvirket af en modstandskraft. Denne modstand er proportional med farten, og derfor bliver den altså større og større, når en genstand øger sin fart. Modstanden afhænger også af hvor "sej" en væske er. Derfor vil en stålkugle falde meget langsomt gennem sirup, men knapt så langsomt i vand.



Når man lader et sandkorn falde gennem vand, vil sandkornet til at begynde med øge sin fart, og altså falde hurtigere og hurtigere. Men væskemodstanden vokser, når farten vokser, og derfor vil vi ret hurtigt få en situation, hvor sandkornet bevæger sig med konstant fart.

Processen hvor små partikler synker ned til bunden og forlader den væske, de oprindeligt opholdt sig i, kaldes for *sedimentering*, og det er denne proces, vi skal undersøge i dette forsøg. Ideen i forsøgene er, at vi vil lade forskellige typer sandkorn falde ned gennem en væske og måle den hastighed, hvormed de falder. Herved kan vi måske konkludere noget om, hvad det er, der afgør hvor hurtigt sedimenteringsprocesser foregår.

Figur 1: "Sneen" i en julekugle daler langsomt til bunds. Dette er et simpelt eksempel på sedimentering. Nogle af "snepartiklerne" sedimenterer hurtigere end andre, og disse vil derfor ende med at ligge nederst i bundfaldet, hver gang man ryster kuglen.

Materialer

Langt rør af enten plastik eller glas

Vand

Evt. isvand

Malertape

Målestok eller målebånd

Kvartssand med forskellige kornstørrelser

Granatsand med forskellige kornstørrelser

Fremgangsmåde

I forsøgene iagttager vi sand falde ned gennem en væske. Fælles for alle forsøgene er:

- Som beholder bruges lange plexiglasrør fyldt med væske. Vandet skal helst stå næsten helt op til kanten.
- På beholderen skal I klistre to stykker tape, som skal fungere som start- og stoplinje, når vi tager tid. Det øverste skal sættes på ca. 10-15 cm under vandoverfladen, og afstanden mellem de to stykker tape skal være ca. 80-100 cm. Mål den nøjagtige afstand, så vi kender den.
- Vi sender ikke kun eet, men flere sandkorn ned af gangen. Fx den mængde man kan have mellem spidsen af pegefingeren og spidsen af tommelfingeren.
- Vi skal måle den hastighed, hvormed sandkornene sedimenterer. Ved at tage tid på hvor lang tid sandet er om at falde fra øverste til nederste tapestykke, kan denne hastighed beregnes vha. $hastighed = \frac{afstand}{tid}$.
- Pga. forskel i størrelse er det ikke alle sandkorn, der falder lige hurtigt; det er så at sige en sky af sand, der falder ned gennem væsken. Vi er kun interesserede i at måle på de største sandkorn i hver prøve, hvilket i praksis vil sige, at det er "spidsen af skyen" vi skal måle på.



Forsøg 1: Forskellige kornstørrelser

I får udleveret kvarts-sand med forskellige kornstørrelser, hhv. diameter 0.40 mm, 0.25 mm og 0.18 mm.

På nogle sandprøver er diameteren angivet indirekte ved mesh-skalaen. Se tabellen nedenfor.

Mesh	60	80	100
Max. diameter (mm)	0.40	0.25	0.18

- Fyld faldrøret med postevand med stuetemperatur.
- Mål falddtiden for alle 3 kornstørrelser. Gentag målingen 2 gange for hver kornstørrelse.
- Indfør resultater i nedenstående tabel og beregn hastigheden.

KVARTSSAND

Diameter (mm)	Falddtid 1 (sekunder)	Falddtid 2 (sekunder)	Falddtid gennemsnit (sekunder)	Hastighed gennemsnit (cm pr. sekund)
0.40				
0.25				
0.18				

Forsøg 2: Forskellige typer sand

I får udleveret noget rødt granatsand. Granatsand adskiller sig fra kvartssand, ved at være en del tungere, idet det har en højere massefylde. Massefylde for kvartssand er $2.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, mens den er $4.1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ for granatsand. Gentag nu forsøget fra før (alle kornstørrelser, 2 målinger for hver kornstørrelse) med granatsand og skriv resultater ind i nedenstående skema.

GRANATSAND

Diameter (mm)	Falddtid 1 (sekunder)	Falddtid 2 (sekunder)	Falddtid gennemsnit (sekunder)	Hastighed gennemsnit (cm pr. sekund)
0.40				
0.25				
0.18				

Forsøg 3: Vand med forskellige temperaturer

- Tøm faldrøret for vand og sand.
- Fyld røret med koldt isvand I får udleveret. Mål gerne vandets temperatur efter opfyldningen.
- Lav nogle af målingerne fra før igen, med henblik på at afgøre om vandets temperatur har nogen indflydelse på sedimenteringshastigheden.

Konklusioner:

Diskuter jeres resultater fra de tre forsøg i gruppen. Kan I opdage nogle gennemgående mønstre og formulere nogle konklusioner omkring hvilke faktorer, der har indflydelse på små partiklers sedimenteringshastighed i vand?

Opgaver:

Opgave 1)



- Forklar mekanismen bag lagdelingen i sandsten (jf. ovenstående foto).

Opgave 2) Overvej og diskutér i gruppen, hvilken effekt rindende vand har på sedimentering.

Opgave 3) Hvis man undersøger et gammelt udtørret vandløb, hvad kan man så konkludere om (1) en sektor, hvor der kun er aflejret grus og større sten og (2) en sektor, hvor der er aflejret meget fint sand?