

Massetetthet

$\rho = m/V$ – tetthet, flytbarhet og Archimedes-metoden

KM10

■ Den falske gullkronen og Archimedes

Se anekdote om Archimedes under oppdrift – tetthet og oppdrift henger uløselig sammen. Massetetthet ($\rho = m/V$) er den grunnleggende egenskap som bestemmer om noe synker eller flyter. Se [skaplab_oppdrift.pdf](#) for den fulle historien.

Her fokuserer vi på tetthet som målbar størrelse og dens praktiske anvendelser i laboratoriemålinger, materialvalg og industri.

Massetetthet

Massetetthet (ρ) er masse per volumenhet: $\rho = m/V$. Enhet: kg/m^3 eller g/cm^3 . Det er en intensiv størrelse – den avhenger ikke av mengde (100g gull og 1g gull har samme tetthet). Tetthet bestemmer om et stoff synker eller flyter i et fluid, om det egner seg som konstruksjonsmateriale og er en fingeravtrykksidentifikator for stoffer.

Tabell 1: Tettheter for vanlige materialer

Materiale	Tetthet (g/cm^3)	Sammenlikning
Luft (20°C)	0,0012	Referanse for gasser
Isopor (EPS)	0,02	1/50 av vann
Kork	0,12–0,24	Flyter godt
Is	0,917	Flyter i vann (9/10 nede)
Ferskvann	1,000	Referanse for væsker
Sjøvann	1,025	Lettere å flyte i
Aluminium	2,70	Lett konstruksjonsmetall
Jern/stål	7,87	Tungt, synker
Bly	11,34	Meget tungt
Gull	19,3	Tyngste vanlige metall
Osmium	22,59	Tyngste naturlig forekomst. grunnstoff

Mål tetthet i laboratoriet

For faste stoffer: mål massen med vekt (g), mål volumet enten geometrisk ($V = l \times b \times h$ for rektangulære, $V = 4/3\pi r^3$ for kuler) eller ved vannfortrengning (Archimedes-metoden for uregelmessige former). For væsker: mål massen av et kjent volum (bruk målesylinder).

■ Archimedes-metoden for uregelmessige legemer

1. Vei legemet i luft: m_{luft}
2. Senk legemet i vann på en vekt: tilsynelatende masse m_{vann}
3. Oppdriftskraft: $F_{\text{opp}} = (m_{\text{luft}} - m_{\text{vann}}) \times g$
4. Fortrengt volum: $V = F_{\text{opp}} / (\rho_{\text{vann}} \times g) = (m_{\text{luft}} - m_{\text{vann}}) / \rho_{\text{vann}}$
5. Tetthet: $\rho = m_{\text{luft}} / V$

■ Forsøk 1: Bestem tetthet til ulike materialer

Mål: Måle masse og volum til flere materialer og sammenligne med tabellverdier.

Utstyr: Vekt (0,1g presisjon), målesylinder (100mL), prøvebiter av aluminium, messing, plast, tre, vann.

Fremgangsmåte:

- Vei hvert materiale. Noter massen m (g).
- Fyll målesylinder med 50mL vann. Senk prøven ned. Les av nytt volum.
- $V = V_{\text{ny}} - V_{\text{gammel}}$ (mL = cm³).
- Beregn tetthet: $\rho = m/V$ (g/cm³).
- Sammenlign med tabellverdier. Beregn prosentvis avvik.

Forventet resultat: Aluminium ~2,7 g/cm³, messing ~8,4-8,7, plast varierer 0,9-1,4.

■ Forsøk 2: Tetthetskolonne

Mål: Lage en visuell tetthetsdemonstrasjon med ikke-blandbare væsker.

Utstyr: Høyt begerglass/sylinder, honning, oppvaskmiddel, vann (farget), olje, sprit (70%).

Fremgangsmåte:

- Hell i rekkefølge (langsomt, langs glassveggen): honning → oppvaskmiddel → farget vann → olje → sprit.
- Observer at alle lagene forblir separate.
- Slipp en drueklase, en rosinsnut og en ispinne ned. Observer dybden de stopper på.
- Mål tykkelsen av hvert lag. Beregn prosentandel av total høyde.
- Diskuter: hva bestemmer lagrekkefølgen?

Forventet resultat: Honning (1,4), oppvask (1,1), vann (1,0), olje (0,9), sprit (0,8). Hvert lag flyter på det tyngre under.

■ Forsøk 3: Tetthet og temperatur – vann vs. is

Mål: Observere at is flyter og diskutere konsekvensen for akvatisk liv.

Utstyr: Begerglass, is, vann ved ulike temperaturer (0°C, 20°C, varmt), konduktivitetsmåler om tilgjengelig.

Fremgangsmåte:

→ Legg is i vann ved romtemperatur. Observer at 9/10 er under vann.

→ Beregn: hvis tetthet av is er 0,917 g/cm³ og vann er 1,000 – hvilken fraksjon er under?

→ Diskuter: hvis is var tyngre enn vann, hva ville skje med innsjøer om vinteren?

→ Forklar: vanns maksimale tetthet er ved 4°C, ikke ved 0°C. Hva betyr det for fisk?

Forventet resultat: Fisk overlever vinteren fordi is flyter – de lever under isdekket i +4°C vann. Hvis is sank, ville innsjøer fryse til bunns.

■ Oppgaver

■ Oppgave 1 (basis)

Hva er massetetthet? Forklar formelen og enheten. Hva er forskjellen på intensive og ekstensive størrelser?

■ Oppgave 2 (basis)

En aluminiumskloss er 5 cm × 3 cm × 2 cm og veier 81 g. Beregn tettheten og sammenlign med tabellverdi.

■ Oppgave 3 (middels)

Forklar Archimedes-metoden for å bestemme tetthet til en uregelmessig gjenstand. En juveler hevder en ring er gull. Du måler massen til 15,5 g og det fortrenkede volumet til 1,5 cm³. Er den gull ($\rho_{\text{Au}} = 19,3$)?

■ Oppgave 4 (middels)

Vann er tettest ved 4°C (1,000 g/cm³), ikke ved 0°C (0,917 g/cm³). Forklar den molekylære årsaken til dette og diskuter konsekvensene for akvatisk liv om vinteren.

■ Oppgave 5 (avansert)

Beregn oppdriftskraften på en ubåt med volum 2500 m³ i sjøvann ($\rho = 1025$ kg/m³). Hva er massen til ubåten hvis den har nøytral oppdrift? Ballasttankene tar 15% av volumet – hva er endringen i netto oppdrift hvis de fylles helt med sjøvann?

■ Oppsummering

Viktige punkter fra dette kapitlet:

- Massetetthet $\rho = m/V$ [kg/m³ eller g/cm³]. Intensiv størrelse – avhenger ikke av mengde.
- Tetthetstabell: luft 0,0012 → kork 0,15 → is 0,917 → vann 1,000 → gull 19,3 g/cm³.
- Archimedes-metode: $\rho = m_{\text{luft}} / (m_{\text{luft}} - m_{\text{vann}}) \times \rho_{\text{vann}}$.
- Is flyter ($\rho = 0,917 < \text{vann } 1,000$) – livsviktig for akvatisk liv.
- Vann tettest ved 4°C, ikke 0°C – hydrogen-bindinger skaper krystallstruktur i is.

