Energi og CO2-udledning

Introduktion

Sammenlign energiforbrug, virkningsgrad og CO2-aftryk ved opvarmning af vand med gasbrænder, elkedel og mikrobølgeovn. I skal måle energiforbruget for hver metode, beregne virkningsgraden (hvor effektiv varmekilden er) og udregne, hvor meget CO2 hver metode udleder.

Sikkerhed

Opmærksomhed

- **Ekstrem varme og skoldning:** Forsøget involverer kogende vand og varm damp.
- **Åben ild:** Gasbrændere arbejder med åben flamme og brændbare gasser.
- **Varme overflader:** Bægerglas, trefødder og kogeplader bliver meget varme under opvarmning.
- **Elektricitet:** Pas på vand i nærheden af stikkontakter og ledninger.

Forholdsregler

- **Beskyttelse:** Brug altid sikkerhedsbriller under hele forsøget. Bind langt hår tilbage.
- **Opsætning:** Placér gasbrænderen og bægerglasset stabilt på bordet. Flyt kun varme bægerglas med digeltang eller varmeresistente handsker.
- **Mikrobølgeovn:** Brug kun mikrobølgeegnede bægerglas/beholdere uden metal.

Førstehjælp

- **Ved skoldning/forbrænding:** Skyl straks det pågældende område med lunkent/køligt vand i mindst 20 minutter. Ved svære forbrændinger eller blærer søges læge.
- **Ved snitsår (hvis glas går i stykker):** Skyl såret rent under rindende vand, stands blødningen og sæt plaster eller forbinding på.

Oprydning

- **Nedkøling:** Sluk for varmekilden (kogeplade/gasbrænder), træk stikket ud, og lad alt udstyr køle helt af på bordet, før der røres ved det.
- **Oprydning:** Tøm kolber og bægre for vand, når de er kølet af. Tør arbejdsbordet af for eventuelt spildt vand, så der ikke er glat på gulvet eller bordet.

□□ Materialer

I skal bruge følgende:

- 250-500 ml postevand pr. måling (samme starttemperatur)
- Bægerglas (250–500 ml) + mikrobølgeegnet bægerglas/plastbeholder
- Bunsenbrænder/gasbrænder med trefod + keramisk net
- Elkedel (med kendt effekt i watt, f.eks. 2000 W)
- Mikrobølgeovn (med kendt effekt i watt, f.eks. 800 W)
- Analogt termometer / digitalt termometer / datalogger
- Stopur
- Energimåler til stikkontakt (valgfri, men anbefalet til elkedel/mikrobølgeovn)
- Computer/tablet til databehandling (regneark)

□ Vejledning

Følg vejledningen trin for trin:

I skal opvarme m = 0,5 kg vand med 40 C (f.eks. fra 20 C til 60 C med alle tre varmekilder og registrere tids- og energiforbrug.

Del A: Opvarmning med Bunsenbrænder/gasbrænder

1. Noter gasflaskens/brænderens effekt.
2. Hæld 500 g koldt vand i bægerglasset og mål starttemperaturen (T_start).
3. Placér bægerglasset på trefoden over det keramiske net.
4. Tænd gasbrænderen og start stopuret samtidigt.
5. Rør forsigtigt rundt i vandet med termometret. Nå temperaturen er steget med 40 C (T_slut), slukkes brænderen og tiden noteres (t_gas).

Del B: Opvarmning med Elkedel

1. Hæld 500 g vand ved samme starttemperatur i elkedlen. Mål T_start.
2. Tilslut elkedlen til stikkontakten (evt. via en energimåler). Noter kedlens effekt (P_elkedel i watt).
3. Tænd elkedlen og start stopuret.
4. Stop elkedlen og stopuret, når vandets temperatur er steget med 40 C (T_slut). Noter tiden (t_elkedel) eller aflæs energiforbruget på energimåleren.

Del C: Opvarmning med Mikrobølgeovn

1. Hæld 500 g vand i en mikrobølgeegnet beholder og mål starttemperaturen (T_start).
2. Sæt beholderen i mikrobølgeovnen. Noter ovnens valgte effekt (P_mikro i watt).
3. Tænd mikrobølgeovnen i et fastsat tidsrum (f.eks. 60–90 sekunder).
4. Tag beholderen ud med varmehandsker, rør rundt i vandet og mål sluttemperaturen (T_slut).

Databehandling

Brug jeres noter til at udfylde regnearket.

+ Åbn regneark

Brug det aktuelle elnets CO_2-emissionsfaktor herfra:

- https://www.energinet.dk/energisystemet-lige-nu/
- https://app.electricitymaps.com/

Opsamling

- **Virkningsgrad:** Hvilken opvarmningsmetode havde den højeste virkningsgrad, og hvilken havde den laveste? Hvor blev den tabte energi af i de enkelte forsøg?
- **CO2-aftryk:** Hvilken metode udledte mindst CO2 til at varme samme mængde vand op? Sammenlign jeres resultater for gassen og el-apparaterne.
- **Elnettets energimix:** Hvordan vil CO2-udledningen fra elkedlen ændre sig, hvis forsøget udføres på en blæsende og solrig dag i forhold til en vindstille og mørk vinterdag?
- **Fejlkilder:** Hvilke usikkerheder og fejlkilder var der i jeres målinger (f.eks. varmetab til bægerglas/luft, fordampt vand, upræcis tidstagning)?

Faglig forklaring+

Når vi varmer vand op i hverdagen – hvad enten det er til te, kaffelavning eller madlavning – bruger vi energi. Men hvor meget af den tilførte energi går egentlig til at varme vandet op, og hvor meget går tabt til omgivelserne? I denne undersøgelse skal I eksperimentere med tre forskellige opvarmningsmetoder: **bunsenbrænder/gasbrænder**, **elkedel** og **mikrobølgeovn**.

Lærervejledning+

Faglige pointer og koncepter

- **Energibevarelse og virkningsgrad:** Energi forsvinder ikke, men omsættes til uønskede former (varmetab til luften, bægerglasset og apparatets egne komponenter).
- **Gasbrænder:** Typisk lav virkningsgrad (20–40%), fordi en stor del af konvektionsvarmen stiger op ved siden af bægerglasset.
- **Elkedel:** Høj virkningsgrad (85–95%), da varmelegemet er neddykket direkte i vandet.
- **Mikrobølgeovn:** Moderat virkningsgrad (60–70%). Elektromagnetiske bølger opvarmer vandmolekylerne direkte ved molekylær friktion, men selve magnetronen og elektronikken har et internt effekttab.

Tips til gennemførelse

- **Tidsformater i regneark:** Mind eleverne om at angive tid i sekunder i deres beregningskolonner for at undgå fejl ved omregning til Joule (1 J = 1 W *s).
- **CO2-data:** Lad eleverne slå den aktuelle CO2-intensitet for Danmark op på Electricity Maps under timen for at koble forsøget direkte til virkelighedens energisystem og Teknologiforståelse.
- **Forskellige vandmængder i elkedler:** Vær opmærksom på, at mange elkedler har en minimumsgrænse for vandmængde (ofte 0,5 L). Juster eventuelt forsøget til 500 g vand på tværs af alle opstillinger, hvis elkedlen kræver det.

Kildehenvisning+

- https://app.electricitymaps.com/