

## Varmekapaciteten af din favoritkop

Hvor meget afkøles din kaffe, når du hælder den op i din favoritkop?



Figur 1 rawpixel.com

Det spørgsmål kan besvares ved at bestemme varmekapaciteten af koppen.

Hvis vi antager, at der ikke udveksles energi med omgivelserne, gælder:

$$m_v \cdot c_v \cdot (t_f - t_v) + C_{kop} \cdot (t_f - t_{kop}) = 0$$

Her er:

$m_v$  vandets masse

$c_v$  den specifikke varmekapacitet for kaffen. Den er tæt på værdien for vand, som er  $c_v = 4,18 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$

$t_f$  er fællestemperaturen, dvs. temperaturen af kaffen, lige når den er hældt op i koppen

$t_v$  er kaffens temperatur, lige inden den hældes op i koppen. En typisk værdi er ca.  $90^\circ C$

$C_{kop}$  er koppens varmekapacitet (som vi ikke kender endnu)

$t_{kop}$  er koppens starttemperatur. Hvis den er kold, har den samme temperatur som omgivelserne

### Opgave 1

Vis, at energiligningen kan omskrives til:

$$m_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_f) = C_{kop} \cdot (t_f - t_{kop})$$

$m_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_f)$  er energitabet af kaffen, når den hældes op i koppen.

$(t_f - t_{kop})$  er temperaturændringen, som koppen gennemgår, når kaffen hældes op i den.

### Opgave 2

Begrund, at kaffens energitab er proportional med kaffekoppens temperaturændring.

### Ekspiriment

Svarene på opgave 1 og opgave 2 kan bruges til at bestemme varmekapaciteten af koppen.

### Opgave 3

Hvordan skal forsøget udføres?

Hvilke fysiske størrelser skal måles?

Hvordan skal der databehandles?

### Opgave 4

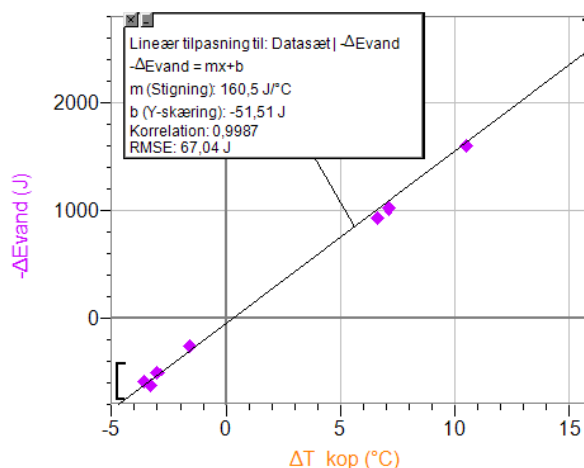
Udfør eksperimentet. Variér på størrelserne, så du har mindst 8 forskellige målesæt. Sørg for at røre rundt, når du skal måle temperaturen af kaffen (vandet).

Det kan være en god idé at arbejde med ens kopper, som alle har samme temperatur, inden du hælder vand i dem.

### Eksempel på måledata

I nedenstående eksperiment blev koppers varmekapacitet bestemt til  $C_{kop} = 161 \frac{J}{^{\circ}C}$

Datasæt						
	mv (g)	t1 (°C)	t2 (°C)	tf (°C)	$\Delta T_{kop}$ (°C)	$-\Delta E_{vand}$ (J)
1	202	35,3	22,9	33,4	10,500	1604,284
2	203	21	22,9	21,3	-1,600	-254,562
3	200	18,6	22,9	19,3	-3,600	-585,200
4	214	18,5	22,5	19,2	-3,300	-626,164
5	121	18,4	22,4	19,4	-3,000	-505,780
6	208	41,5	22,5	38,5	16,000	2608,320
7	222	31,1	22,9	30	7,100	1020,756
8	203	31,7	24	30,6	6,600	933,394



### Opgave 5

Hvis jeg hælder 200 ml kaffe med temperaturen 92 °C op i min kop, kan jeg forudsige temperaturen af kaffen i koppen til 81 °C.

Vis, at det passer, hvis du antager, at koppers temperatur er 22 °C, lige inden kaffen hældes op.

### Opgave 6

Når du har bestemt varmekapaciteten af din kop, kan du lave en forudsigelse som i opgave 5. Afprøv din forudsigelse ved at udføre et eksperiment med din egen kop.