

Warmteker Werkcollege 3

Assistent: Kees van Kempen <k.vankempen@student.science.ru.nl>

Vragen? Stel ze gerust!

Inleveren

Vrijdag 15:30 een week na het werkcollege, via Assignments op Brightspace.

Gebruik alsjeblieft een scanner of scanapp!

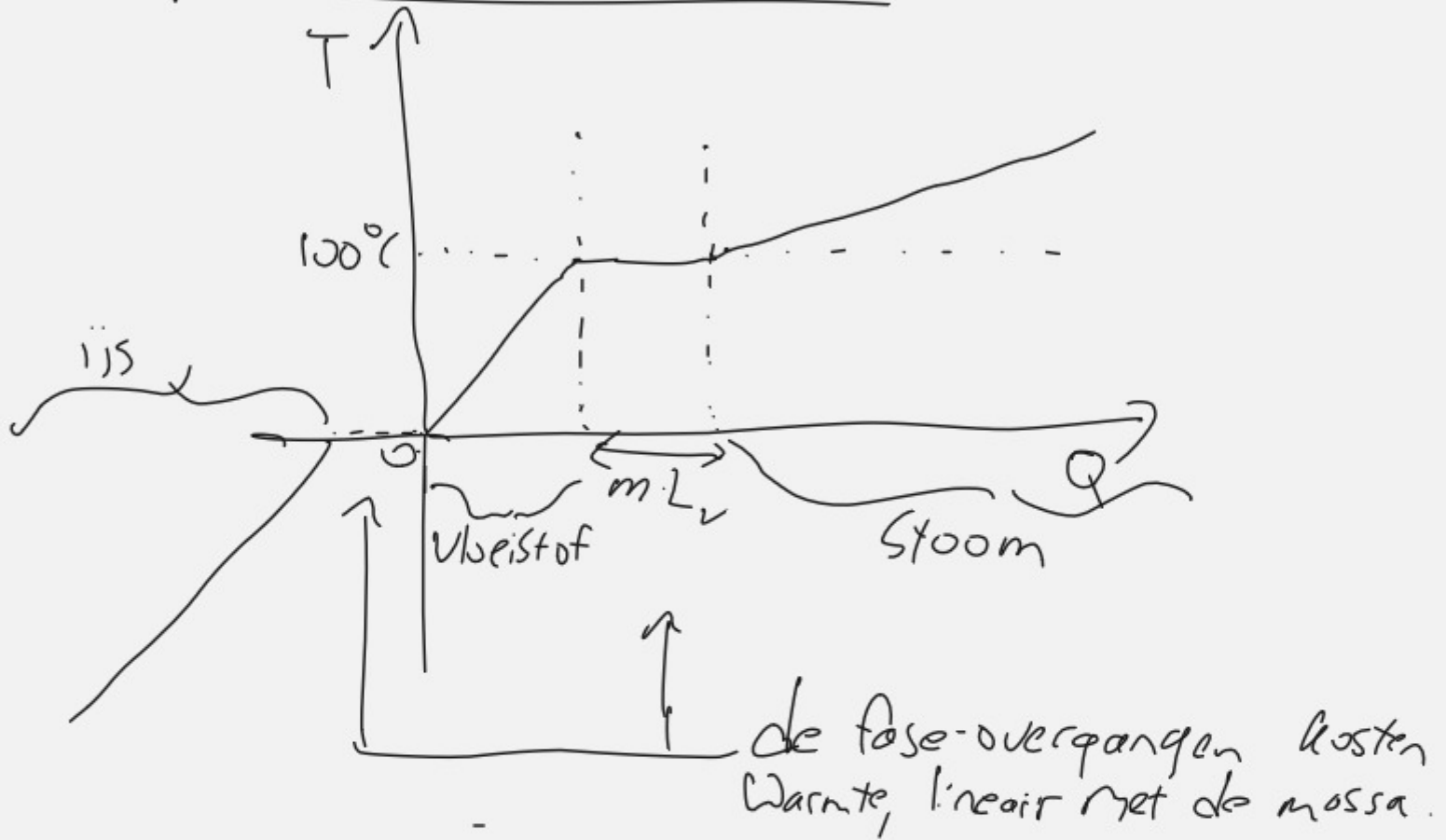
Deze aantekeningen blijven online staan.

N.B. via de link kan je zelf rondkijken op het Whiteboard.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

↑ Soortelijke Warmte, deze is afhankelijk van het materiaal en de fase. Stoom heeft een andere efficiëntie dan Water.

Opwarmen van Water



Mogelijke aanpak

- ① melk gaat in glas en beide gaan naar T_f .
 $\hookrightarrow T_m = 5^\circ\text{C}$ $\hookrightarrow T_g = 20^\circ\text{C}$
- ② melk en glas gaan van T_f naar $T_u = 45^\circ\text{C}$
- ③ Hoeveel energie daarvoor nodig is, komt uit een te bepalen hoeveelheid stoom. Denk aan de verdampingswarmte!

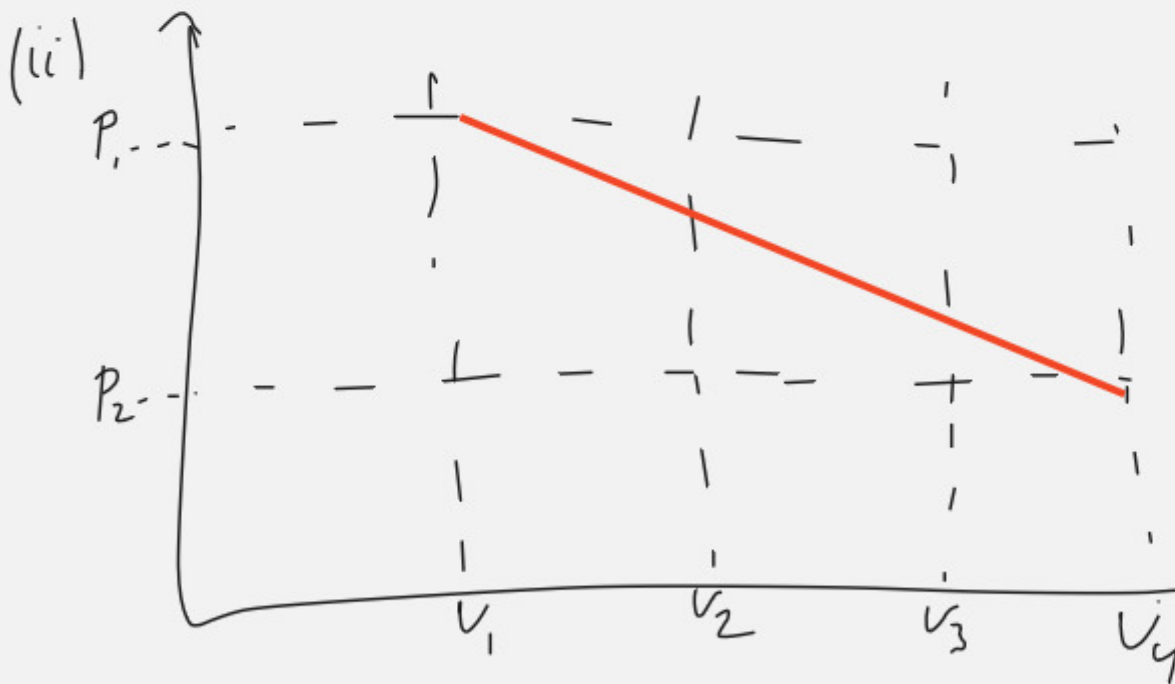
De energie uit stappen ① en ② kan in een enkele uitdrukking voor de warmte $T_m \rightarrow T_u$ en $T_g \rightarrow T_u$ worden gezet.

$$U = - \int p dV$$

$$U = - \int_{V_1}^{V_4} p dV = - \int_{V_1}^{V_2} p dV - \int_{V_2}^{V_3} p dV - \int_{V_3}^{V_4} p dV$$

$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$
 druk constant lineaire afhankelijk druk constant

$$P = \begin{cases} P_1 & \text{als } V_1 \leq V \leq V_2 \\ \dots & \text{als } \dots \\ \dots & \text{als } \dots \end{cases}$$



Rechtstreeks pad is een rechte lijn, dus niet het pad uit (i) andersom.

Arbeid door gas: $W = -\int p dV$

Ideaal gas? Probeer $pV = nRT \Leftrightarrow p = \frac{nRT}{V}$

$$(b) \quad p_1 V_1^\gamma = \text{constant} = p_2 V_2^\gamma \quad \Leftrightarrow \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma$$

$$p_1 V_1^\gamma = p(V) V^\gamma \Leftrightarrow p(V) = p_1 \left(\frac{V_1}{V}\right)^\gamma$$

$$W = -\int p dV = -\int p_1 \left(\frac{V_1}{V}\right)^\gamma dV$$

1 Calculus

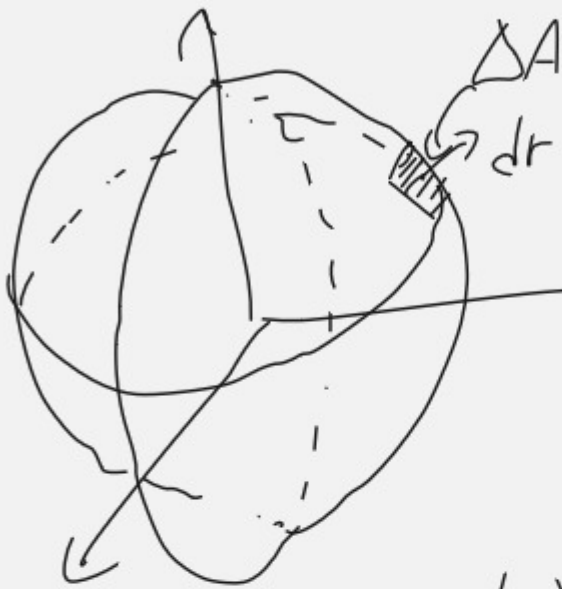
$$1 \quad \int \frac{dx}{x} = \ln(x) + C$$

$$1 \quad \int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{(n+1)} + C$$

$$n = -\gamma$$

1 Dit werkt alleen niet
voor $n = -1$. Kijk naar
naar de afkr.

Huh? Arbeid door gas?



$$P(r)$$

$$dV = \Delta A \cdot dr \Rightarrow dr = \frac{dV}{\Delta A}$$

$$F = P(r) \cdot \Delta A$$

$$W = \int F \cdot dr = \int P(r) \cdot \Delta A \, dr$$

$$= \int P(r) \cdot \Delta A \cdot \frac{dr}{\Delta A} = \int P(r) \, dV$$



Als we naar interne energie van de gasbol kijken, leidt dit tot een vermindering van de interne energie, dus is dit negatieve arbeid.