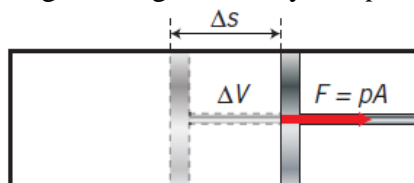


LØST OPPGAVE 7.312

7.312 +

Vi har en horisontal sylinder med et stempel med tverrsnittet A . En gassmengde med trykket p er avstengt i sylindere.



- a) Forklar at trykkraften på stempelet er $F = pA$.

Vi varmer opp gassen sakte slik at den utvider seg ved konstant trykk (ved at stempelet flytter seg friksjonsfritt).

- b) Forklar at arbeidet som gassen gjør på stempelet, da er $W = p\Delta V$.
c) Forklar hvorfor den varmen som trengs for å gi en bestemt temperaturøkning i en gassmengde, er forskjellig for oppvarming ved konstant volum og for oppvarming ved konstant trykk.

Til hvilken av disse prosessene trengs det mest varme?

En sylinder som er lukket med et stempel som kan gli friksjonsfritt, inneholder hydrogengass. Volumet av gassen er $5,0 \text{ dm}^3$, trykket er 147 kPa , og temperaturen er $7,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Vi varmer opp gassen ved konstant trykk til $27 \text{ }^\circ\text{C}$ ved å tilføre varmen 180 J .

- d) Hvor stort blir volumet av gassen?
e) Hvor stort arbeid har gassen gjort på stempelet?
f) Finn endringen i gassens indre energi.
g) Hvor mye varme trengs for å øke temperaturen i denne gassen fra $7,0 \text{ }^\circ\text{C}$ til $27 \text{ }^\circ\text{C}$ ved en konstant-volum-prosess?

Løsning:

- a) Vi bruker trykkdefinisjonen der p er trykket fra gassen mot stempelet, A er stempelets areal og F er kraften på stempelet fra gassen:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$F = pA$$

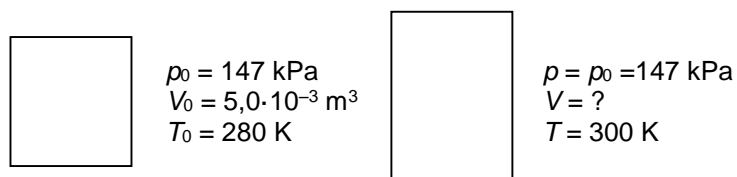
- b) Vi bruker arbeidsdefinisjonen der W er arbeidet som trykkraften utfører på stempelet, F er kraften på stempelet og Δs er strekningen stempelet beveger seg.

$$W = F\Delta s \quad \text{der } F = pA$$

$$= pA\Delta s \quad \text{der } A\Delta s = \Delta V$$

$$= p\Delta V$$

- c) I følge termofysikkens 1. lov går den tilførte varmen med til å øke den indre energien i gassen og til gassens arbeid på omgivelsene. Dersom gassen har konstant volum under utvidelsen vil all varmen gå med til å øke den indre kinetiske energien siden det ikke utføres noe arbeid på omgivelsene. Men i en konstant trykk-prosess må gassen utvide seg etter hvert som den indre kinetiske energien, og dermed temperaturen, øker. Utvidelsesarbeidet som gassen gjør på omgivelsene krever altså noe av energien som ble tilført som varme. Dermed skal det mer varme til for å varme opp gassen til en bestemt temperatur i en konstant trykk-prosess (isobar prosess) enn i en konstant volum-prosess (isokor prosess).
- d)



Vi bruker tilstandslikningen for en avstengt gasmengde og får

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \text{der } p = p_0$$

$$\frac{p_0 V}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \left| \cdot \frac{T}{p_0} \right.$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{T}{T_0} V_0 \\
 &= \frac{300 \text{ K}}{280 \text{ K}} \cdot 5,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 5,357 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 5,4 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

- e) Vi bruker uttrykket for arbeid som vi fant i b):

$$W = p \Delta V \quad \text{der } \Delta V = V - V_0$$

$$\begin{aligned}
 W &= p(V - V_0) \\
 &= 147 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot (5,357 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) \\
 &= 52,47 \text{ J} = \underline{52 \text{ J}}
 \end{aligned}$$

- f) Vi bruker termofysikkens 1. lov og får for endringen av indre energi:

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 180 \text{ J} - 52,47 \text{ J} = \underline{128 \text{ J}}$$

- g) I en konstant-volum-prosess utføres ikke noe arbeid på omgivelsene. Det trengs altså bare 128 J for å varme gassen opp i denne prosessen.