ZUSTANDSGLEICHUNGEN REALER GASE UND KRITISCHER PUNKT (ZUS)

DANIEL DOLINSKY UND JOHANNES VRANA

Inhaltsverzeichnis

1 Versuchsaufbau

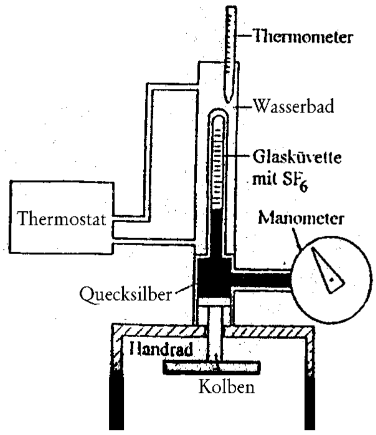

Abbildung 1. Versuchsaufbau ZUS

Beschreibung: An der Glasküvette kann das Volumen, am Thermometer die Temperatur und am Manometer der Druck des Gases gemessen werden. Mittels Thermostat läßt sich die Temperatur regeln, durch Drehen des Handrades das Volumen.

http://www.dolinsky.de - daniel@dolinsky.de.
http://www.vrana.net - johannes@vrana.net.

2 Bearbeitung der Aufgaben

2.1 Messung der Mole im Gasvolumen

Messung	$P_1 = (20 \pm 0,25) \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}$	$P_2 = (30 \pm 0,25) \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}$
1	$(2,95 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$	$(1,7 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$
2	$(2,95 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$	$(1,7 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$
3	$(2,9 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$	$(1,725 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$
4	$(2,9 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$	$(1,7 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$
5	$(2,95 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$	$(1,715 \pm 0,025)\,\mathrm{cm}^3$

$P_1 = (20 \pm 0,25)$

$$\overline{V_{20}} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^{5} V_i = 2,93\,\mathrm{cm}^3$$

$$f_V = 0,025\,\mathrm{cm}^3$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{1}{4}\left(\sum_{i=1}^{5}(V_i - \overline{V})^2\right)}\,\mathrm{cm}^3 \\ &= 0,0273\,\mathrm{cm}^3 \\ &\approx 0,028\,\mathrm{cm}^3 \end{aligned}$$

$$\frac{t}{\sqrt{n}} = 0,51 \Rightarrow u_s = 0,0139\,\mathrm{cm}^3 \approx 0,014\,\mathrm{cm}^3$$

$$u = \sqrt{u_s^2 + f_V^2} = 0,0286 \approx 0,029\,\mathrm{cm}^3$$

$$\Rightarrow \overline{V_{20}} = (2,93 \pm 0,029)\,\mathrm{cm}^3$$

$P_2 = (30 \pm 0,25)$

$$\overline{V_{30}} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^{5} V_i = 1,708\,\mathrm{cm}^3$$

$$f_V = 0,025\,\mathrm{cm}^3$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{1}{4}\left(\sum_{i=1}^{5}(V_i - \overline{V})^2\right)}\,\mathrm{cm}^3 \\ &= 0,0115\,\mathrm{cm}^3 \\ &\approx 0,012\,\mathrm{cm}^3 \end{aligned}$$

$$\frac{t}{\sqrt{n}} = 0,51 \Rightarrow u_s = 0,0058\,\mathrm{cm}^3 \approx 0,006\,\mathrm{cm}^3$$

$$u = \sqrt{u_s^2 + f_V^2} = 0,0256 \approx 0,026\,\mathrm{cm}^3$$

$$\Rightarrow \overline{V_{30}} = (1,708 \pm 0,026)\,\mathrm{cm}^3$$

(1)
$$\boxed{n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}}$$

$$\frac{dn}{dT} = -\frac{P \cdot V}{R \cdot T^2}$$
$$\frac{dn}{dP} = \frac{V}{R \cdot T}$$
$$\frac{dn}{dV} = \frac{P}{R \cdot T}$$

(2)
$$\boxed{u_n = \frac{1}{R \cdot T}\sqrt{\left(u_T \cdot \frac{P \cdot V}{T}\right)^2 + (u_P \cdot V)^2 + (u_V \cdot P)^2}}$$

$$n_{20} = (1,87 \pm 0,04) \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$
$$n_{30} = (2,15 \pm 0,04) \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$

$$\overline{n} = \frac{1}{2} \cdot (n_{20} + n_{30}) = 2,012 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$
$$f_n = 0,0340 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{1}{1}\left((n_{20} - \overline{n})^2 + (n_{30} - \overline{n})^2\right)} \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol} \\ &= 0,1907 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol} \\ &\approx 0,20 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol} \end{aligned}$$

$$\frac{t}{\sqrt{n}} = 1,30 \Rightarrow u_s = 0,2479 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol} \approx 0,25 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$
$$u = \sqrt{u_s^2 + f_n^2} = 0,2500 \approx 0,026 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$
$$\Rightarrow \overline{n} = (2,01 \pm 0,25) \cdot 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$

2.2 Bestimmung der kritischen Größen

Wir lesen aus dem Graphen ab:

$$V_K = (0,68 \pm 0,04)\,\mathrm{cm}^3$$
$$P_K = (37,75 \pm 0,5) \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}$$
$$T_K \approx 47\,^\circ\mathrm{C}$$

Als Literaturwerte haben wir nur die im Skript angegebenen Größen $T_K = 45,56\,^\circ\mathrm{C}$ und $P_K = 38,19 \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}$ gefunden. Diese stimmen einigermaßen mit den von uns bestimmten Werten überein.

2.3 Bestimmung von a und b

Aus Gleichung (6) im Skript folgt:

$$b = \frac{V_K}{3 \cdot N}$$
$$u_b = b \cdot \sqrt{\left(\frac{u_{V_K}}{V_K}\right)^2 + \left(\frac{u_{\overline{n}}}{\overline{n}}\right)^2}$$
$$a = 27 \cdot b^2 \cdot P_K$$
$$u_a = a \cdot \sqrt{\left(\frac{u_{P_K}}{P_K}\right)^2 + \left(\frac{u_b}{b}\right)^2}$$
$$b_{Teilchen} = (1,87 \pm 0,26) \cdot 10^{-31}\,\mathrm{m}^3$$
$$b_{mol} = (1,13 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}\,\mathrm{m}^3$$
$$a_{Teilchen} = (3,56 \pm 0,5) \cdot 10^{-53}\mathrm{Nm}^4$$
$$a_{mol} = (13,0 \pm 1,8)\mathrm{Nm}^4$$

2.4 Dampfdruck und Verdampfungsenthalpie

$T/\,^\circ\mathrm{C}$	$P_d/10^5\,\mathrm{Pa}$
$30,3 \pm 0,1$	$26,14$
$35,3 \pm 0,1$	$29,16$
$40,2 \pm 0,1$	$32,83$
$45,1 \pm 0,1$	$36,17$

Aus dem Graphen:
Steigung $a_1 = -\frac{L}{R} = -2123\,\mathrm{K}$

$$L = 17600\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}} = 17,6\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{mol}}$$

3 Beantwortung der Frage

Dies liegt letztendlich an der Masseträgheit, das Gas kann nicht schlagartig seinen Zustand ändern.