

Test 1 - Lösungsvorschlag**30.10.2018****Physikalische Chemie 1 - Thermodynamik****WS 2018/19**Übungsleitung: Monja Sokolov, Mila Andreeva

Name, Vorname	
Martikel-NR	
Studiengang	
Tutorium	

Aufgabe	1	2	3	4	Σ
Mögl. Punkte	3	5	4	3	15
Erreicht					

Aufgabe 1

Geben Sie für jede der folgenden thermodynamischen Größen den vollständigen Namen an, und ob sie eine Zustands- oder eine Prozessgröße ist. (0.5 Punkte pro Teilaufgabe)

- a) U b) V c) Q d) c_V e) c_p
f) H g) T h) W

Lösung:

Zustandsgröße, Prozessgröße

- a) U : innere Energie b) V : Volumen
c) Q : Wärme d) c_V : spez. Wärmekapazität bei $V = \text{const.}$
e) c_p : spez. Wärmekapazität bei $p = \text{const.}$ f) H : Enthalpie
g) T : Temperatur h) W : (Volumen-)Arbeit

Aufgabe 2

Betrachtet werden folgende Prozesse an einem idealen Gas:

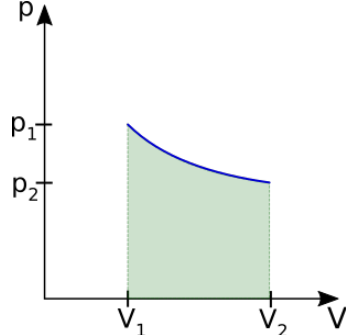
- Isotherme von p_1, V_1 auf p_2, V_2 ($V_2 > V_1, p_2 < p_1$),
- Isobare bei p_1 von V_1 auf V_2 ,
- Isochore bei V_2 von p_2 auf p_1 .

- Stellen Sie die drei Prozesse schematisch in p - V -Diagrammen dar und markieren Sie die jeweils verrichtete Arbeit.
- Berechnen Sie die jeweils verrichtete Arbeit.

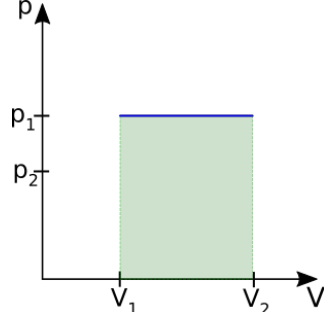
Lösung:

- Je 0.5 Pkte für richtige Kurve, Je 0.5 Pkte für richtige Fläche bzw Einsicht dass die Fläche 0 ist (isochore)

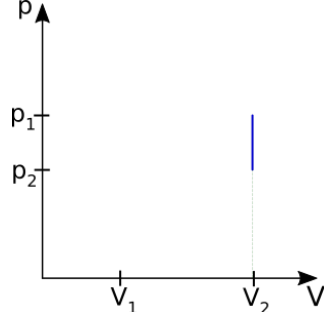
Isotherme:



Isobare:



Isochore:



- b) **Isotherme:** $\Delta W = \int_{V_1}^{V_2} -p(V)dV = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ (0.5 Pkt für Integral, 0.5 Pkt für einsetzen der id. Gasgleichung)
Isobare: $\Delta W = -p_1(V_2 - V_1)$ (0.5 Pkt)
Isochore: $\Delta W = 0$ (0.5 Pkt)

Aufgabe 3a

Im Praktikumslabor lässt jemand bei 30 °C und einem Umgebungsdruck von 1 bar einen mit 2.7 mol Diethylether gefüllten Kolben fallen.

- Welches Volumen an Diethylether entsteht beim Verdampfen des Kolbeninhalts, wenn man den Ether als ideales Gas betrachtet?
- Mit der van-der-Waals-Zustandsgleichung für reale Gase kommt man auf ein Volumen von 66.4 L. Wie groß ist der Kompressionsfaktor z unter den gegebenen Bedingungen?
- Zeichnen Sie für das reale und ideale Gas je ein p - V -Diagramm mit Isothermen.

Nützlich: $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}$

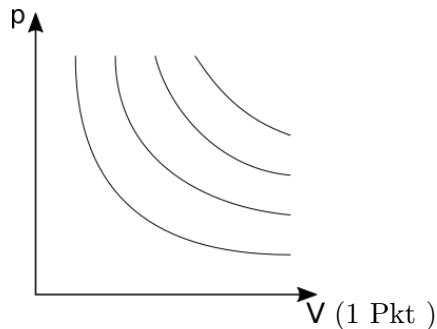
Lösung:

30 °C = 303 K, 1 bar = 100 000 Pa, $n = 2.7 \text{ mol}$

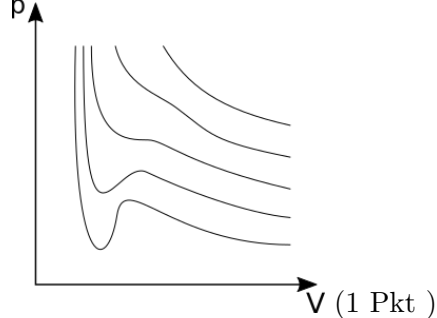
a) $V = \frac{nRT}{p} = \frac{2.7 \text{ mol} \cdot 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K} \cdot 303 \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} = 0.068 \text{ m}^3 = 68 \text{ L}$ (1 Pkt)

b) $z = \frac{pV_{\text{real}}}{nRT} = \frac{100\,000 \text{ Pa} \cdot 0.0664 \text{ m}^3}{2.7 \text{ mol} \cdot 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K} \cdot 303 \text{ K}} = 0.976$ (1 Pkt)

c) Ideales Gas:



Reales Gas:



Aufgabe 3b

Im Praktikumslabor lässt jemand bei 30 °C und einem Umgebungsdruck von 1 bar einen mit 3.45 mol Aceton gefüllten Kolben fallen.

- Welches Volumen an Aceton entsteht beim Verdampfen des Kolbeninhalts, wenn man es als ideales Gas betrachtet?
- Mit der van-der-Waals-Zustandsgleichung für reale Gase kommt man auf ein Volumen von 85 L. Wie groß ist der Kompressionsfaktor z unter den gegebenen Bedingungen?
- Zeichnen Sie für das reale und ideale Gas je ein p - V -Diagramm mit Isothermen.

Nützlich: $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}$

Lösung:

30 °C = 303 K, 1 bar = 100 000 Pa, $n = 3.45 \text{ mol}$

$$\text{a) } V = \frac{nRT}{p} = \frac{3.45 \text{ mol} \cdot 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K} \cdot 303 \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} = 0.087 \text{ m}^3 = 87 \text{ L (1 Pkt)}$$

$$\text{b) } z = \frac{pV_{\text{real}}}{nRT} = \frac{100\,000 \text{ Pa} \cdot 0.085 \text{ m}^3}{3.45 \text{ mol} \cdot 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K} \cdot 303 \text{ K}} = 0.979 \text{ (1 Pkt)}$$

c) siehe Variante a, (2 Pkt)

Aufgabe 4

Dürcken Sie

- a) $p(V, T)$ b) $V(p, T)$ c) $T(p, V)$ d) $U(p, V)$ e) $U(V, T)$

als vollständige Differenziale aus (z.B. $dp = \dots$).

Lösung: 0.5 Pkt pro Teilaufgabe

$$\text{a) } dp = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T dV \qquad \text{b) } dV = \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T dp + \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dT$$

$$\text{c) } dT = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_V dp + \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_p dV \qquad \text{d) } dU = \left(\frac{\partial U}{\partial p} \right)_V dp + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_p dV$$

$$\text{e) } dU = \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV + \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V dT$$