

Name, Vorname	
Martikel-NR	
Studiengang	
Tutorium	

Zur Erinnerung: keine Testabholung in der Übung!

Aufgabe	1	2	3	4	Σ
Mögl. Punkte	3	5	5	2	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) p d) Q e) c_V
f) c_p g) H h) T i) W

Lösung:

Zustandsgröße, Prozessgröße

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

Aufgabe 2

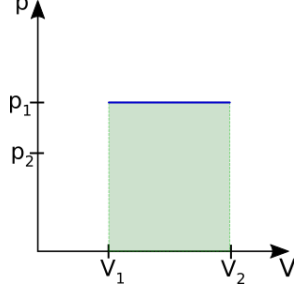
Betrachtet werden folgende Prozesse an einem idealen Gas:

- Isobare bei p_1 von V_1 auf V_2 ($V_2 > V_1$),
 - Isochore bei V_2 von p_2 auf p_1 ($p_2 < p_1$),
 - Isotherme von p_1, V_1 auf p_2, V_2 .
- a) Stellen Sie die drei Prozesse schematisch in p - V -Diagrammen dar und kennzeichnen Sie die jeweils verrichtete Arbeit. Beschriften Sie die Achsen und markieren Sie jeweils Anfangs- und Endpunkte des Prozesses.
- b) Berechnen Sie die am idealen Gas jeweils verrichtete Arbeit.

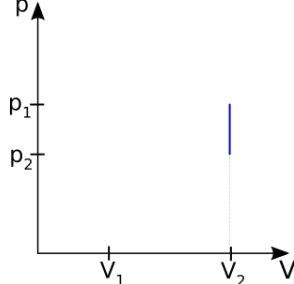
Lösung:

- a) Je $\frac{1}{2}$ Pkt für richtige Kurve, Je $\frac{1}{2}$ Pkt für richtige Fläche bzw Einsicht dass die Fläche 0 ist (isochore)

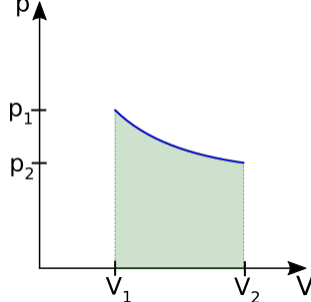
Isobare:



Isochore:



Isotherme:



- b) **Isobare:** $\Delta W = -p_1(V_2 - V_1)$ $\frac{1}{2}$

Isochore: $\Delta W = 0$ $\frac{1}{2}$

Isotherme: $\Delta W = \int_{V_1}^{V_2} -p(V)dV = nRT \ln(\frac{V_2}{V_1})$ $\frac{1}{2}$ für Integral, $\frac{1}{2}$ für einsetzen der id. Gasgleichung)

Aufgabe 3a

Im Praktikumslabor lässt jemand bei 35 °C und einem Umgebungsdruck von 1 bar einen mit 1.5 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 37.5 L. Wie groß ist der Kompressionsfaktor z unter den gegebenen Bedingungen?
- Skizzieren Sie für das reale und ideale Gas je ein p - V -Diagramm mit mehreren Isothermen.

Nützlich: $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

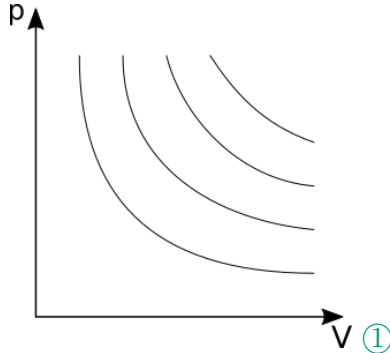
Lösung:

$30\text{ }^{\circ}\text{C} = 308.15\text{ K}$, $1\text{ bar} = 100\,000\text{ Pa}$, $n = 1.5\text{ mol}$ ① für Umrechnung

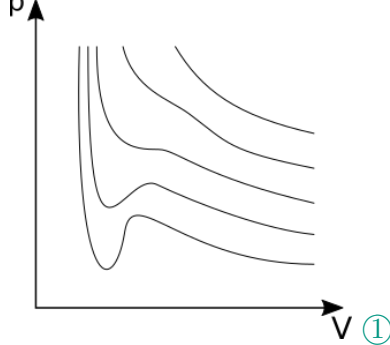
$$\text{a) } V = \frac{nRT}{p} = \frac{1.5\text{ mol} \cdot 8.31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1} \cdot 308.15\text{ K}}{100\,000\text{ Pa}} = 0.038\text{ m}^3 = 38\text{ L} \text{ ①}$$

$$\text{b) } z = \frac{pV_{\text{real}}}{nRT} = \frac{100\,000\text{ Pa} \cdot 0.0375\text{ m}^3}{1.5\text{ mol} \cdot 8.31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1} \cdot 308.15\text{ K}} = 0.976 \text{ oder } z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} = 0.976 \text{ ①}$$

c) Ideales Gas:



Reales Gas:

**Aufgabe 3b**

Im Praktikumslabor lässt jemand bei $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einem Umgebungsdruck von 1 bar einen mit 4.1 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 100 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: $R = 8.31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273.15\text{ K}$, $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$

Lösung:

$30\text{ }^{\circ}\text{C} = 300.15\text{ K}$, $1\text{ bar} = 100\,000\text{ Pa}$, $n = 4.1\text{ mol}$ ① für Umrechnung

$$\text{a) } V = \frac{nRT}{p} = \frac{4.1\text{ mol} \cdot 8.31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1} \cdot 300.15\text{ K}}{100\,000\text{ Pa}} = 0.102\text{ m}^3 = 102\text{ L} \text{ ①}$$

$$\text{b) } z = \frac{pV_{\text{real}}}{nRT} = \frac{100\,000\text{ Pa} \cdot 0.100\text{ m}^3}{4.1\text{ mol} \cdot 8.31\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1} \cdot 300.15\text{ K}} = 0.978 \text{ oder } z = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} = 0.978 \text{ ①}$$

c) siehe Variante a, ②

Aufgabe 4

Drücken Sie

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

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

Lösung: $\frac{1}{5}$ Pkt pro Teilaufgabe, 2 Differenziale pro Testvariante

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