Aufgaben 13 Wärme
Ideales Gas, Allgemeine Zustandsgleichung

Lernziele

- wissen und verstehen, was ein ideales Gas ist.
- die allgemeine Zustandsgleichung für ein ideales Gas kennen und anwenden können.
- Zustandsänderungen eines idealen Gases mit Hilfe des Druck-Volumen-Diagrammes beschreiben können.

Aufgaben

13.1 Der anfängliche Zustand (p_0,V_0,T_0) eines idealen Gases sei als Punkt in einem p-V-Diagramm eingezeichnet (siehe Wandtafel).

a) Kopieren Sie das p-V-Diagramm mit dem Zustand (p_0,V_0,T_0) auf Ihr Blatt.

b) Zeichnen Sie ins p-V-Diagramm den neuen Zustand (p_1,V_1,T_1) ein für den Fall, dass ausgehend vom Zustand (p_0,V_0,T_0) …

i) ... bei konstantem Druck die Temperatur verdoppelt wird.

ii) ... bei konstantem Volumen die Temperatur verdoppelt wird.

iii) ... bei konstanter Temperatur das Volumen verdoppelt wird.

c) Betrachten Sie noch einmal die drei Zustandsänderungen in der Teilaufgabe b).

Auf welcher Kurve bewegt sich der zum Zustand (p,V,T) gehörende Punkt im p-V-Diagramm bei der jeweiligen Zustandsänderung $(p_0,V_0,T_0) \rightarrow (p_1,V_1,T_1)$?

13.2 Gegeben ist ein p-V-Diagramm für ein ideales Gas (siehe nächste Seite).

a) Zeichnen Sie den Zustand A (p = 23 bar, ϑ = 1500 °C) ein.

b) Zeichnen Sie den Zustand B ein, der von A aus durch eine **isochore** (V konst.) Zustandsänderung unter einer Abkühlung auf ϑ = 500 °C erreicht wird.

c) Zeichnen Sie den Zustand C ein, der von A aus durch eine **isotherme** (T konst.) Expansion auf $V = 300\ cm^3$ erreicht wird.

d) Bestimmen Sie das Volumen im Zustand A sowie den Druck in den Zuständen B und C.

e) Bestimmen Sie die Stoffmenge des betrachteten Gases.

13.3 Im Physikzimmer mit den Abmessungen 10 m x 7.0 m x 3.0 m steigt im Sommer die Temperatur während einer Unterrichtslektion von 24 °C auf 27 °C.

a) Wieviel Luft entweicht durch undichte Stellen der Raumhülle?

b) Um wieviel würde der Druck zunehmen, wenn das Zimmer absolut dicht abgeschlossen wäre?

13.4 Eine Sauerstoffflasche hat ein Volumen von 40.0 l. Bei einem Luftdruck von 1000 hPa und einer Temperatur von 20 °C beträgt der Überdruck in der Flasche 9.00 MPa.

Wie gross ist die Masse des Sauerstoffes (Molmasse M = 32 g/mol) in der Flasche?

Hinweise:
- Bestimmen Sie jeweils zuerst das algebraische Resultat.
- Für die numerische Berechnung des Resultates können Sie einen Taschenrechner verwenden.

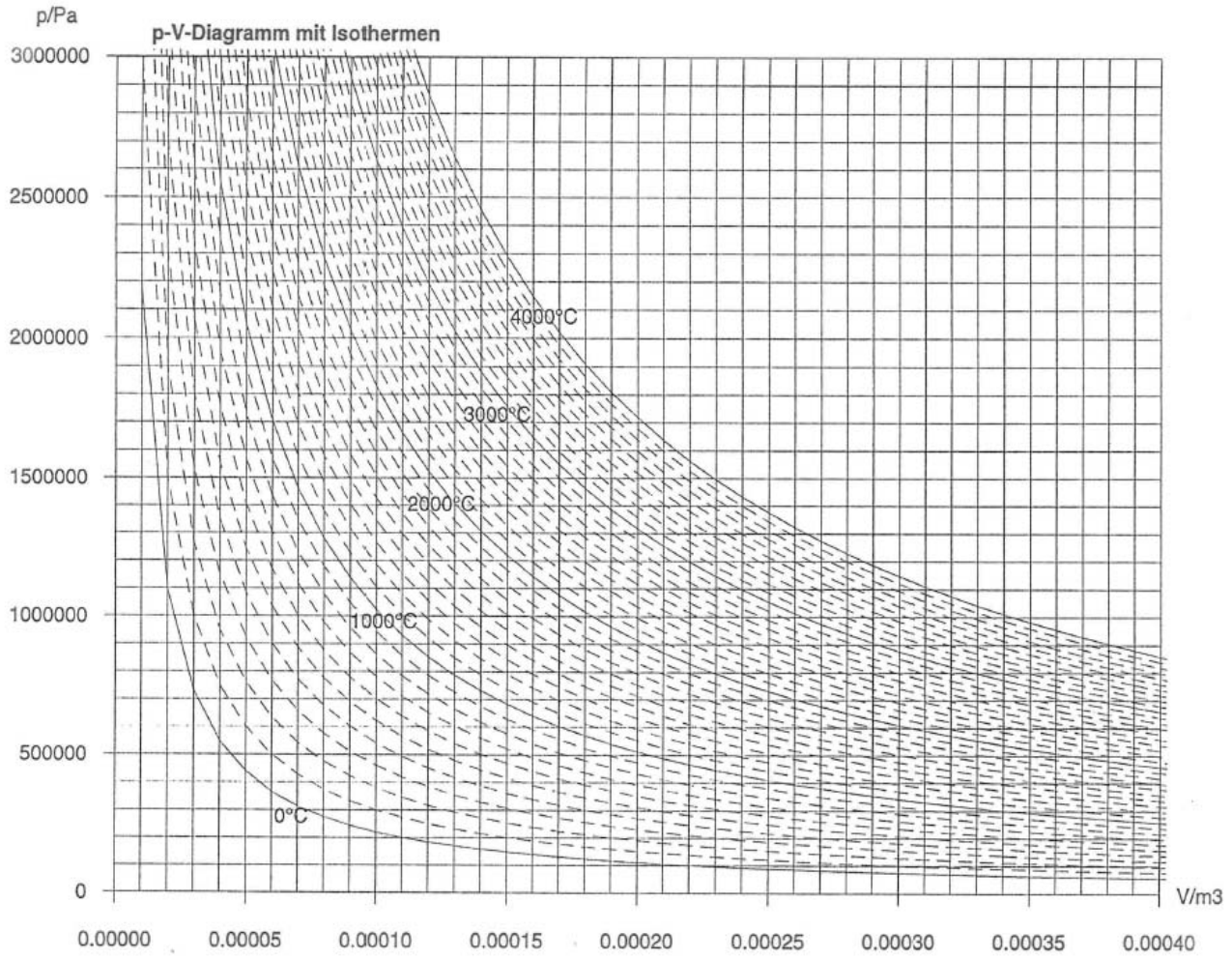
13.5 Ein formstabiler Gasbehälter enthält Sauerstoff der Masse m_0 unter einem Druck p_0 und bei einer Temperatur T_0. Wegen eines Lecks fällt der Druck auf das η-Fache seines ursprünglichen Wertes und die Temperatur auf T_E.

a) Welches Volumen hat der Behälter?

b) Welche Masse an Sauerstoff entwich zwischen den beiden Beobachtungen?

c) Berechnen Sie die algebraischen Ergebnisse auf den Teilaufgaben a) und b) für die Werte $m_0 = 1.0$ g, $p_0 = 1.0$ bar, $\vartheta_0 = 47$ °C, $\vartheta_E = 27$ °C und $\eta = 60\%$ numerisch mit einem Taschenrechner.

Grafik zur Aufgabe 13.2



Lösungen

13.1 ...

13.2 a) ...

b) ...

c) ...

d) ...

e) $n = 9.7 \cdot 10^{-3}$ mol

13.3 a) Die Stoffmenge n sinkt auf 99/100 des Anfangswertes, nimmt also um 1.0% ab.

b) Der Druck p steigt auf 100/99 seines Anfangswertes, nimmt also um etwas mehr als 1.0% zu.

13.4

$pV = nRT$ I
$p = p_e + p_U$ II
$m = n \cdot M$ III

Unb.	Bek.
p	$V = 40.0\,l$
n	$R = 8.314\ J/(mol \cdot K)$
m	$T = 293.15\,K\ (\vartheta = 20\,°C)$
	$p_e = 1000\ hPa$
	$p_U = 9.00\ MPa$
	$M = 32\ g/mol$

III: $m = nM$

$\overset{I}{=} \frac{pV}{RT} M$

$\overset{II}{=} (p_e + p_U) \frac{V}{RT} M$

$= 4.8\ kg$

13.5

a) $p_0 V_0 = n_0 R T_0$ I
$m_0 = n_0 \cdot M$ II

Unb.	Bek.
V_0	$p_0 = 1.0\ bar$
n_0	$R = 8.314\ J/(mol \cdot K)$
	$T_0 = 320.15\,K\ (\vartheta_0 = 47\,°C)$
	$m_0 = 1.0\ g$
	$M = 32\ g/mol$

I: $V_0 = \frac{n_0 R T_0}{p_0}$

$\overset{I}{=} \frac{\frac{m_0}{M} R T_0}{p_0}$

$= 8.3 \cdot 10^{-4}\ m^3 \rightarrow c/$

b)

$\Delta m = m_E - m_0$

$m_E = n_E M$

$p_E V_0 = n_E R T_E$

$p_E = \eta \cdot p_0$

Unb.	Bek.
Δm	$m_0 = 1.0\ g$
m_E	$M = 32\ g/mol$
n_E	V_0 (aus a))
p_E	$R = 8.314\ J/(mol \cdot K)$
	$T_E = 300\ K$ ($\vartheta_E = 27°C$)
	$\eta = 60\% = 0.6$
	$p_0 = 1.0\ bar$

I, II: $\Delta m = n_E M - m_0$

$= \frac{p_E V_0}{R T_E} M - m_0$

$= \frac{\eta p_0 V_0}{R T_E} M - m_0 = -0.36\ g$ → c)