

Datei Alugefaess.docx
Kapitel Thermodynamik ; thermische Ausdehnung
Titel Aluminiumgefäß randvoll gefüllt
Hinweise: Orear: Kap. 12.4, 12.5,
Hering: Kap. 3.3.1
Dobrinski: Kap. 2.3
Alonso Finn: Kap. 13.7-9
Gesp. am 04.09.2018

Aluminiumgefäß randvoll gefüllt

Ein mit 10 l Wasser ($\gamma = 208 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) randvoll gefülltes Aluminiumgefäß

($\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) wird um 30 K erwärmt.

Wieviel Wasser läuft aus?

Ergebnis: 0,041 l

| | |
|-----------|--|
| Datei | Anzahl.docx |
| Kapitel | Thermodynamik ; Avogadro-Konstante |
| Titel | Teilchenanzahl |
| Hinweise: | Orear: Kap. 12, 13, 14 Hering: Kap. 3.1, 3.3 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13 |
| Gesp. am | 04.09.2018 |

Teilchenanzahl

Wieviele Gasmoleküle enthält 1 kg Kohlendioxid (CO_2)?

Angaben: $A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{O}) = 16$

Ergebnis: $Z = 1.369 \cdot 10^{25}$

| | |
|-----------|--|
| Datei | Ballon.docx |
| Kapitel | Thermodynamik ; Zustandsgleichung |
| Titel | Heliumballon |
| Hinweise: | Orear: Kap. 12, 13, 14 Hering: Kap. 3.1, 3.3 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13 |
| Gesp. am | 05.09.2018 |

Heliumballon

Ein mit Helium gefüllter Ballon soll eine Gipfelhöhe von 6000 m erreichen, wo ein Luftdruck von 0.5 bar und die Temperatur 0°C herrscht. Der Ballon wird am Startplatz nicht voll aufgeblasen und erreicht in 6000 m Höhe gerade Kugelgestalt. Während des Aufstiegs sind ständig Druck und Temperatur im Ballon gleich dem umgebenden Luftdruck und der Umgebungstemperatur. Ballonhülle (ohne Gas!) und Nutzlast wiegen zusammen 1350 kg.

- a) Welchen Durchmesser erreicht der Ballon in 6000 m Höhe?
- b) Welche Gasmasse ist zur Füllung erforderlich?
- c) Welches Volumen nimmt der Ballon beim Startplatz bei 1013 mbar und 30°C ein?
- d) Wie groß ist der Auftrieb am Boden und in 6000 m Höhe?

Ergebnis: a) 16,8 m; b) 218 kg; c) 1323 m³ d) Auftrieb ist höhenunabhängig 15380 N

Datei Bimetallstreifen.docx
Kapitel Thermodynamik ; thermische Ausdehnung
Titel Bimetallstreifen
Hinweise: Orear: Kap. 12.4, 12.5,
 Hering: Kap. 3.3.1
 Dobrinski: Kap. 2.3
 Alonso Finn: Kap. 13.7-9
Gesp. am 05.09.2018

Bimetallstreifen

Ein Bimetallstreifen von 1,6 m Länge besteht aus Stahlblech ($\alpha_s = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$) und Zinkblech ($\alpha_z = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$). Bei welcher Temperaturerhöhung $\Delta\vartheta$ ist das Zinkblech um 1,5 mm länger als das Stahlblech?

Ergebnis: 52°C

Datei Dampf.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel HCl-Dampf
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

HCl-Dampf

Man bestimme die Dichte von HCl-Dampf bei 20°C und 2.5 bar nach 2 verschiedenen Methoden.

(HCl = Chlorwasserstoff; Siedetemperatur -85°C)

Angaben: $A_r(H) = 1,01$; $A_r(Cl) = 35,5$; $\rho_0 = 1,64 \text{ kg/m}^3$ (bei 0°C und 1013 mbar)

Ergebnis: $\rho = 3.77 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

| | |
|-----------|--|
| Datei | Dichte.docx |
| Kapitel | Thermodynamik ; Zustandsgleichung |
| Titel | Teilchendichte |
| Hinweise: | Orear: Kap. 12, 13, 14 Hering: Kap. 3.1, 3.3 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13 |
| Gesp. am | 05.09.2018 |

Teilchendichte

Wie groß ist die Teilchendichte von Stickstoff bei 0°C und 1013 mbar?

Ergebnis: $n_0 = 2.69 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{dm}^3}$

Datei Ethan.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel Ethanmolekül
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

Ethanmolekül

Welche Masse hat ein Molekül Ethan (C_2H_6)?

Angaben: $A_r(C) = 12$; $A_r(H) = 1$

Ergebnis: $\mu_{C_2H_6} = 5 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

Datei Explosionsgrenze.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel explosionsfähige Atmosphäre
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

explosionsfähige Atmosphäre

Eine Garage hat Abmessungen $B \times H \times T = 2,5 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$. Der unvorsichtige Besitzer hat versehentlich einen offenen Kanister Benzin stehengelassen.

Daten für n -Oktan (Hauptbestandteil des Benzins): $\rho_{\text{Benzin}} 0.7 \text{ kg/l}$, $MG = 114$, die Explosionsgrenze liegt bei 0.8 vol% Oktandampf in Luft.

Berechnen Sie das Volumen an ausgelaufenem Benzin, welches bei 20°C zu einer explosionsfähigen Atmosphäre führt!

Ergebnis: 1.34 Liter

Datei Flasche_1.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel Sauerstoffentnahme aus Flasche
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

Sauerstoffentnahme aus Flasche

Aus einer 15 Liter fassenden Sauerstoffflasche können bei einer Temperatur von 0°C und einem Atmosphärendruck von 975 mbar genau 2000 Liter Sauerstoff entnommen werden.

- a) Welchen Druck muss das Gas in der Flasche vor der ersten Entnahme besitzen?
- b) Wie groß ist die Masse des Sauerstoffs?

Ergebnis: a) 130 bar; b) 2,77 kg

Datei: Flasche_2.docx
 Kapitel: Thermodynamik ; Zustandsgleichung
 Titel: Sauerstoffflasche
 Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
 Gesp. am: 05.09.2018

Sauerstoffflasche

Aus einer Sauerstoffflasche (Masse des Mantels = 15 kg; Volumen $V_{Fl} = 15 \text{ l}$ können bei $T = 293 \text{ K}$ und 975 mbar Außendruck genau 2000 l Sauerstoff entnommen werden. Man berechne:

- den Überdruck in der vollen Flasche
- die gesamte Gasmasse, die darin enthalten war und
- das Massenverhältnis von Flaschengewicht zu Gasgewicht.

Ergebnis: a) Der Überdruck in der Flasche beträgt also: $p_{\bar{U}, FL} = 130 \text{ bar}$ b) $m_{Gas} = 2.581 \text{ kg}$;
 c) $\frac{m_{FL}}{m_{Gas}} = 5.8$

Datei: Funktion.docx
 Kapitel: Thermodynamik ; Zustandsgleichung
 Titel: Zustandsfunktion einer Substanz
 Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
 Gesp. am: 05.09.2018

Zustandsfunktion einer Substanz

Für eine bestimmte Substanz findet man experimentell bei drei Mol für die innere Energie U die Beziehung: $U = a \cdot p \cdot V^2$ mit $a = \text{konstant}$

Welche Form hat diese Zustandsfunktion für n Mol der Substanz?

Ergebnis: $U(n) = a p (3/n) [V(n)]^2$

Datei Gas_1.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel unbekanntes Gas
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

unbekanntes Gas

In einem Behälter mit einem Volumen von 1.2 l befinden sich bei einem Druck von 975 mbar und 20°C ein Gas mit einer Masse von 0.77 g.

Um welches Gas könnte es sich dabei handeln?

Ergebnis: Molmasse 16 g/mol, also vermutlich Methan

Datei Gasgemisch_1.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel Gasgemisch
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

Gasgemisch

Welche Masse hat 1 m³ Gasgemisch, das bei 30°C und 980 mbar folgende Zusammensetzung aufweist: 15 % H₂; 30 % CO; 5 % CO₂; 50 % N₂

(Zahlenwerte bedeuten Volumen-Konzentrationswerte)?

Ergebnis: $m = 0.969 \text{ kg}$

Datei Gasgemisch_2.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel Helium-Wasserstoff Gemisch
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

Helium-Wasserstoff Gemisch

Berechnen Sie das Volumen, dass ein Gemisch von 10 g Wasserstoff und 5 g Helium bei 20°C und einem Druck von 2 bar einnimmt. Beide Gase verhalten sich unter diesen Bedingungen in guter Näherung wie ein ideales Gas.

Beachten Sie das Helium als He und Wasserstoff als H₂ vorliegt.

Ergebnis: 0,076 m³

Datei: Gefaess.docx
 Kapitel: Thermodynamik ; Zustandsgleichung
 Titel: verschiedene Gase in Gefäß
 Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
 Gesp. am: 04.09.2018

verschiedene Gase in Gefäß

In ein Gefäß mit Volumen $V = 0,2 \text{ m}^3$ werden bei $T = 300 \text{ K}$ 24 mol Wasserstoff (Stickstoff, CO_2) eingefüllt.

Berechnen Sie jeweils Masse, Dichte und Druck des Gases!

Ergebnis: $p = 300000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 3 \text{ bar}$ (für alle gleich!) $m_{\text{H}_2} = 48 \text{ g}$, $m_{\text{N}_2} = 672 \text{ g}$, $m_{\text{CO}_2} = 1056 \text{ g}$

$$\rho_{\text{H}_2} = 0,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad \rho_{\text{N}_2} = 3,36 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad \rho_{\text{CO}_2} = 5,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Datei: Glaskugel.docx
Kapitel: Thermodynamik ; Thermische Ausdehnung
Titel: Quecksilber in Glaskugel
Hinweise: Orear: Kap. 12.4, 12.5,
Hering: Kap. 3.3.1
Dobrinski: Kap. 2.3
Alonso Finn: Kap. 13.7-9
Gesp. am: 05.09.2018

Quecksilber in Glaskugel

An eine Glaskugel von 5,00 mm Radius ist ein Rohr angeschmolzen mit einem Querschnitt von 1,00 mm². Die Kugel und 2,0 mm des Rohres sind mit Quecksilber gefüllt.

Um wie viel mm steigt das Quecksilber im Rohr bei einer Erwärmung von 0,0°C auf 70°C? (Die Ausdehnung des Rohres kann vernachlässigt werden, die Ausdehnung der Kugel muss berücksichtigt werden!)

($\alpha_{\text{Glas}} = 0,79 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$; $\gamma_{\text{Hg}} = 1,818 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$)

Ergebnis: 5,82 mm

Datei: Lampe.docx
 Kapitel: Thermodynamik ; Zustandsgleichung
 Titel: Argon in einer Glühlampe
 Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
 Gesp. am: 05.09.2018

Argon in einer Glühlampe

Berechnen Sie die Masse m_{Ar} des Edelgases Argon in einer Glühlampe mit einem Innenvolumen von 200 cm^3 bei einem Druck von 250 Pa (Zimmertemperatur 20°C ; Lampe ausgeschaltet). Muss der Lampenkolben für Überdruck (im Inneren gegenüber Normalbedingungen außen) nach dem Einschalten der Lampe ausgelegt werden, wenn die Temperatur des Glühfadens etwa 2200 K erreicht?

Argon (^{40}Ar): $R = 8,3 \text{ J/mol K}$; $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

absoluter Nullpunkt: $= -273,16^\circ\text{C}$

Ergebnis: $p_{2200\text{K}} = 1876 \text{ Pa} \ll 100 \text{ kPa}$; $m_{Ar} = 0,822 \text{ mg}$

Datei: Leuchtgas.docx
 Kapitel: Thermodynamik ; Zustandsgleichung
 Titel: Leuchtgas
 Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
 Gesp. am: 05.09.2018

Leuchtgas

Leuchtgas habe die Zusammensetzung (in Vol.-%): 51 H₂; 8 CO; 32 CH₄; 4 C₂H₄; 2 CO₂; 3 N₂; bei $p_0 = 1013 \text{ mbar}$

Berechnen Sie:

- die relative Molekülmasse der Mischung
- die Gaskonstante der Mischung
- die Massenkonzentrationen der Mischungsanteile
- die Partialdrücke
- die Dichte der Mischung im phys. Normzustand

Ergebnis: a) $\bar{M}_{rel} = 11.22$; b) $\bar{R} = 741.0 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

c) und d):

| Gas | H ₂ | CO | CH ₄ | C ₂ H ₄ | CO ₂ | N ₂ | |
|-----------|----------------|-------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------------|
| $c_{m,i}$ | 9.09 | 19.96 | 45.64 | 9.98 | 7.84 | 7.49 | m % $\Rightarrow \Sigma = 100\%$ |
| p_i | 387.6 | 60.8 | 243.0 | 30.4 | 15.2 | 22.8 | Torr |

e) $\rho = 0.501 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Datei Sauerstoff.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel Sauerstoff in einem Gefäß
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

Sauerstoff in einem Gefäß

Berechnen Sie für Sauerstoff (O_2), der bei 6.3 bar und $80^\circ C$ in einem Gefäß mit 40 dm^3 eingeschlossen ist.

- a) die Gasmasse
- b) die relative Teilchenzahl
- c) die Anzahl der Teilchen
- d) die Gasdichte

Ergebnis: a) $m = 0.275 \text{ kg}$; b) $\nu = 8,6 \text{ mol}$ c) $Z = 5.17 \cdot 10^{24}$; d) $\rho = 6.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Datei Stahlwelle.docx
Kapitel Thermodynamik ; thermische Ausdehnung
Titel Ausdehnung einer Stahlwelle
Hinweise: Orear: Kap. 12.4, 12.5,
 Hering: Kap. 3.3.1
 Dobrinski: Kap. 2.3
 Alonso Finn: Kap. 13.7-9
Gesp. am 05.09.2018

Ausdehnung einer Stahlwelle

Eine Stahlwelle ($\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) mit Durchmesser $D = 100 \text{ mm}$ soll in ein Lager eingepasst werden, ist aber bei 20°C um 0.20 mm zu dick um "durchzupassen".

Bis zu welcher Temperatur muss die Welle abgekühlt werden?

Ergebnis: -162°C (z.B. mit fl. Stickstoff!)

Datei Vanderwaals.docx
 Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
 Titel Van-der-Waals-Konstanten
 Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
 Hering: Kap. 3.1, 3.3
 Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
 Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
 Gesp. am 05.09.2018

Van-der-Waals-Konstanten

Die Van-der-Waals-Konstanten für Kohlendioxid (CO_2) lauten: $a = 3.61 \text{ bar} \cdot \text{l}^2$ und $b = 42.8 \cdot 10^{-3} \text{ l/mol}$.

Berechnen Sie die kritischen Werte V_k , T_k und p_k für CO_2 !

Hinweis: Die Isotherme T_k hat im p - V -Diagramm im kritischen Punkt einen Wendepunkt mit horizontaler Tangente!

Ergebnis: $T_k = 306 \text{ K}$; $p_k = 73 \text{ bar}$

Datei Zinkblech.docx
Kapitel Thermodynamik thermische Ausdehnung
Titel Zinkblech
Hinweise: Orear: Kap. 12.4, 12.5,
 Hering: Kap. 3.3.1
 Dobrinski: Kap. 2.3
 Alonso Finn: Kap. 13.7-9
Gesp. am 05.09.2018

Zinkblech

Auf welche Temperatur ϑ_2 muss man ein kreisförmiges Zinkblech bringen, das bei $\vartheta_1 = 15,0^\circ\text{C}$ einen Durchmesser von 200 mm hat, damit seine Fläche um 1% zunimmt?

($\alpha = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$)

Ergebnis: $\vartheta_2 = 182^\circ\text{C}$

Datei Zustand.docx
Kapitel Thermodynamik ; Zustandsgleichung
Titel Zustand eines idealen Gases
Hinweise: Orear: Kap. 12, 13, 14
Hering: Kap. 3.1, 3.3
Dobrinski: Kap. 2.1-2.4
Alonso Finn: Kap. 13.8-10, 13.13
Gesp. am 05.09.2018

Zustand eines idealen Gases

Welches Volumen hat 1.5 kmol eines Gases, dass bei 2 bar und 45°C ideales Verhalten zeigt, bei diesen Zustandswerten?

Ergebnis: $V = 19,6 \text{ m}^3$