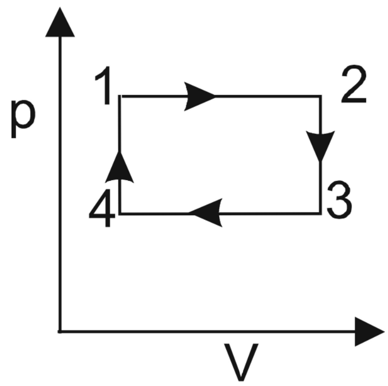
Aufgaben zur allgemeinen Zustandsgleichung

10. Eine kugelförmige Luftblase steigt im Wasser auf. In einer Tiefe von 20 m hat sie einen Durchmesser von 1 cm. Welchen Durchmesser hat sie kurz vor Erreichen der Oberfläche? (Temperaturunterschiede können vernachlässigt werden)

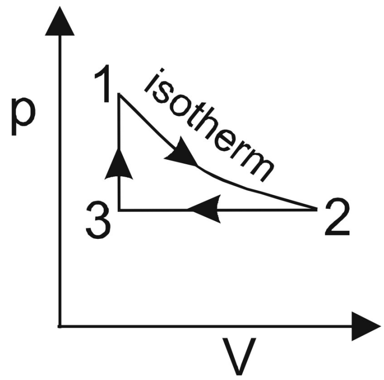
250. Im Reifen eines LKW herrscht bei 20℃ ein Überdruck von 0,80 MPa. Der LKW steht auf einem Parkplatz in der Sonne und die Temperatur im Reifen steigt auf 55℃. Der äußere Luftdruck beträgt 1013 hPa und ändert sich nicht. Um wie viel nimmt der Druck im Reifen durch die Erwärmung zu, wenn die Volumenausdehnung des Reifens selber vernachlässigt wird?

255. Ein Kompressor hat im ungefüllten Zustand bei 21℃ Außentemperatur eine Masse von 20,9 kg. Der Kompressorbehälter fasst 24 Liter. Nun wird der Behälter bis zu einem Überdruck von 7 bar gefüllt. Welche Masse hat der Kompressor jetzt? Die Dichte der Luft beträgt außerhalb des Kompressors $1{,}2\,\frac{kg}{m^3}$.

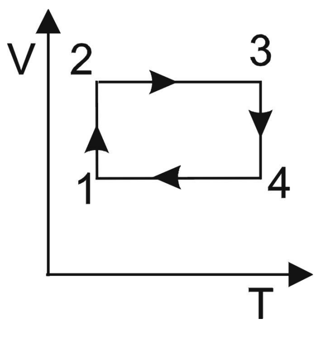
31. Der im p-V-Diagramm angegebene Kreisprozess eines idealen Gases soll qualitativ in das entsprechende V-T-Diagramm umgezeichnet werden.



32. Der im p-V-Diagramm angegebene Kreisprozess eines idealen Gases soll qualitativ in das entsprechende p-T-Diagramm übertragen werden.



33. Der aus dem V-T-Diagramm ersichtliche Kreisprozess eines idealen Gases soll qualitativ in das entsprechende p-V-Diagramm übertragen werden.



Lösungen

10.

geg.:	$t = 20\,m$ $d_1 = 1cm$	ges.:	d_2
Lösung:	Wie groß ist das Volumen der Blase in der Tiefe? Da sie kugelförmig ist, gilt: $V = \frac{1}{6}\pi \cdot d^3$ $V_1 = 0{,}52\,cm^3$ An der Oberfläche des Wassers herrscht der Normaldruck von $p_0 = 1 \cdot 10^5\,Pa$ Bekannt ist weiterhin, dass der Druck im Wasser pro 10 m um $1 \cdot 10^5$ Pa steigt. Damit ergibt sich ein Wasserdruck in 20 m Tiefe: $p_1 = 2 \cdot 10^5\,Pa + 1 \cdot 10^5\,Pa$ $p_1 = 3 \cdot 10^5\,Pa$ Über die Zustandsgleichung kommt man zu dem Volumen der Blase an der Oberfläche: $p_1 \cdot V_1 = p_0 \cdot V_0$ $V_0 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_0}$ $V_0 = \frac{3 \cdot 10^5\,Pa \cdot 0{,}52\,cm^3}{1 \cdot 10^5\,Pa}$ $V_0 = 1{,}56\,cm^3$ Mit diesem Volumen lässt sich der neue Durchmesser berechnen: $V = \frac{1}{6}\pi \cdot d^3$ $d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}}$ $d = 1{,}44\,cm$		
Antwort:	Die Blase hat an der Wasseroberfläche einen Durchmesser von 1,44 cm.		

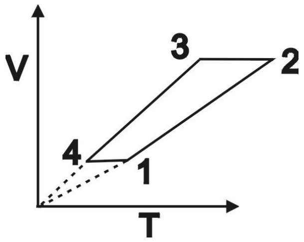
250.

geg.:	$\vartheta_1 = 20°C$ $p_i = 0{,}8\,MPa$ $\vartheta_2 = 55°C$ $p_a = 1013\,hPa$	ges.:	Δp
Lösung:	Durch die Erwärmung der Luft im Reifen steigt der Druck. Da das Volumen konstant bleibt, gilt: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ Die gesuchte Druckdifferenz ist $\Delta p = p_2 - p_1$ oder nach einem Druck umgestellt: $p_2 = \Delta p + p_1$ Das kann man einsetzten: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{\Delta p + p_1}{T_2}$ und nach der gesuchten Größe umstellen $\frac{p_1}{T_1} = \frac{\Delta p}{T_2} + \frac{p_1}{T_2}$ $\frac{p_1}{T_1} - \frac{p_1}{T_1} = \frac{\Delta p}{T_2}$ $p_1 \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_1} \right) = \frac{\Delta p}{T_2}$ $\Delta p = p_1 \cdot T_2 \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_1} \right)$ Vor dem Einsetzten müssen die Temperaturen von der Celsiuseinheit in die Kelvineinheit umgerechnet werden: $T_1 = (20 + 273)K = 293K$ $T_2 = (55 + 273)K = 328K$ Der angegebene Druck im Reifen ist der Überdruck über dem außen herrschenden Luftdruck. Damit muss der Luftdruck noch zum Reifendruck addiert werden: $p_1 = 8{,}0 \cdot 10^5\,Pa + 1{,}013 \cdot 10^5\,Pa$ $p_1 = 9{,}013 \cdot 10^5\,Pa$ Jetzt kann die Druckänderung berechnet werden: $\Delta p = 9{,}013 \cdot 10^5\,Pa \cdot 328K \cdot \left(\frac{1}{293K} - \frac{1}{328K} \right)$ $\Delta p = 107{,}7\,kPa$ $\Delta p = 1077\,hPa$ $\Delta p = 0{,}1077\,MPa$		
Antwort:	Durch die Erwärmung ändert sich der Druck um 107,7 kPa oder 0,1077MPa oder 1077 hPa.		

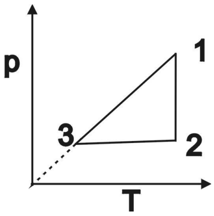
254.

geg.:	$m_1 = 20{,}9\,kg$ $p_1 = 1\,bar$ $p_2 = 7\,bar$ $V_2 = 24\,\ell$ $\rho = 1{,}2\,\frac{kg}{m^3}$	ges.:	m_2
Lösung:	Es muss gefragt werden, wie groß der Massenunterschied zwischen 24 Liter Luft unter Normaldruck und 24 Liter Luft unter dem Überdruck bestehen. Dieser Unterschied wird zu der gegeben Masse des Kompressors dazugezählt. Da sich die Temperatur des Behälters nicht geändert hat, gilt: T=konstant und es gilt das Gesetz von Boyle-Mariotte: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ Auf der linken Seite steht das Volumen der Luft unter Normaldruck, die dann in den Kompressor gepresst wird. Die rechte Seite enthält dann die auf 24 Liter zusammengepresste Luft im Kompressor. Der Druck dieser Luft beträgt 8 bar, da das Manometer den Überdruck anzeigt. $V_1 = \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1}$ $V_1 = \frac{8\,bar \cdot 24\,\ell}{1\,bar}$ $V_1 = 192\,\ell$ In dem Behälter sind jetzt 192 Liter Luft unter Normaldruck auf 8 bar zusammengedrückt. Da vorher schon 24 Liter Luft drin waren und die auch zur Masse des Kompressors beigetragen haben, zieht man die jetzt wieder ab. Damit sind effektiv nur 168 Liter Luft unter Normaldruck in den Behälter hinein gepumpt worden. Welche Masse haben diese 168 Liter Luft? $\rho = \frac{m}{V}$ $m = \rho \cdot V$ $m = 1{,}2\,\frac{kg}{m^3} \cdot 0{,}168\,m^3$ $m = 0{,}2\,kg$		
Antwort:	Die Waage zeigt 21,1 kg an.		

31. 1 – 2 **:** isobar V ~ T
2 – 3 : isochor V = konst.



32.
2 – 3 isobar
3 – 1 isochor p ~T



33.
1 – 2 isotherm
3 – 4 isotherm
2 – 3 isochore
4 – 1 isochore