

## Volumenarbeit

- Ein mit einem leicht beweglichen Kolben verschlossener Zylinder ist bei 20°C mit 0,5l Luft unter Normaldruck gefüllt. Durch Wärmezufuhr steigt die Temperatur des Gases auf 150°C an.
  - Berechnen Sie das Volumen, welches das Gas nach der Erwärmung annimmt.
  - Veranschaulichen Sie den Prozess in einem p-V-Diagramm.
  - Berechnen Sie die verrichtete Volumenarbeit.
 Beim Abkühlen sinkt das Volumen der Luft wieder auf 0,6l ab.
  - Welche Volumenarbeit wurde dabei verrichtet?
- Bei einem thermischen Prozess ändert sich durch Kompression das Volumen einer abgeschlossenen Gasmenge von anfangs 10dm<sup>3</sup> auf 2dm<sup>3</sup>, während dabei der Druck gleichmäßig von 1MPa auf 5MPa steigt.
  - Veranschaulichen Sie diesen Prozess in einem p-V-Diagramm.
  - Ermitteln Sie die verrichtete Volumenarbeit.
- Eine geschlossenen Gasmenge mit V<sub>1</sub>=1l und p<sub>1</sub>=1,0Bar wird langsam ohne Temperaturerhöhung zusammengedrückt.
  - Berechnen Sie den Druck p<sub>2</sub> bei einer Volumenverringerng auf V<sub>2</sub>=0,8l (0,6l; 0,4l; 0,2l).
  - Stellen Sie den Zusammenhang grafisch dar und geben Sie die Gleichung p=f(V) an.
  - Ermitteln Sie die Volumenarbeit bei der Kompression von 1l auf 0,2l.
  - Geben Sie eine allgemeine Gleichung zur Berechnung der Volumenarbeit bei einer isothermen Zustandsänderung an.
- Bei einem thermischen Prozess wurden ein Gas komprimiert und folgende Messwerte aufgenommen:
 

V in cm <sup>3</sup>	2000	1800	1300	1000	800
p in Pa	1·10 <sup>5</sup>	1,23·10 <sup>5</sup>	2,37·10 <sup>5</sup>	4·10 <sup>5</sup>	6,25·10 <sup>5</sup>

  - Veranschaulichen Sie den Prozess der Volumenarbeit grafisch.
  - Ermitteln Sie die Volumenarbeit bei der Kompression von 2000 auf 800cm<sup>3</sup>.

### Lösungen:

- isobare ZÄ:  $V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 0,722\text{Liter}$   
 $\Delta V = 0,222\text{Liter} = 2,22 \cdot 10^{-4}\text{m}^3$
  - $W = -p \cdot \Delta V = -22,46\text{J}$
  - $\Delta V = -0,122\text{Liter}$       $W = -p \cdot \Delta V = 12,36\text{J}$
- - Fläche unter dem Graphen entspricht der Volumenarbeit  
 $W_{\text{ges}} = W_1(\text{Rechteck}) + W_2(\text{Dreieck})$   
 $W_{\text{ges}} = -p_1 \cdot \Delta V + (-\frac{1}{2} \cdot \Delta p \cdot \Delta V)$   
 $W_{\text{ges}} = 8000\text{J} + 16000\text{J} = 24\text{kJ}$
- isotherme ZÄ:  $p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2}$

V in Liter	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
p in Bar	1,0	1,25	1,67	2,5	5,0
p in 10 <sup>5</sup> Pa	1,0	1,25	1,67	2,5	5,0

Gleichung:  $p(V) = p_1 \cdot V_1 \cdot \frac{1}{V} = k \cdot \frac{1}{V}$  mit  $k = 100\text{Nm}$  (V in m<sup>3</sup>)

  - c + d) Volumenarbeit entspricht der Fläche unter dem Graphen → Integral!  
 Fläche mit GTR bestimmen!  
 Berechnung:  $W = -\int p(V)dV = -k \cdot \int \frac{1}{V} dV = -k \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = -p_1 \cdot V_1 \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$   
 $W \approx 161\text{Nm}$
- GTR: quadratische Regression:  $y=0,4 \cdot x^{-2}$
  - grafische Lösung:  $W \approx 300\text{J}$