

Physics hour

21./22.01.2019

Themen

- Ideales Gas
- Entropie

Alte Klausuraufgabe: Maxwell-Boltzmann Verteilung

• Mittlere Geschwindigkeit $\langle v \rangle$

$$\langle v \rangle = \int_0^{\infty} v \cdot p(v) dv = \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi \cdot m}} > \hat{v}$$

Steigt in einem idealen Gas die Temperatur von 300 K auf 600 K an, so steigt die mittlere Geschwindigkeit der Gasteilchen von v zu

A) $\sqrt{2} \cdot v$

B) $2 \cdot v$

C) $\sqrt{3/2} \cdot v$

D) $4 \cdot v$

E) $\sqrt{5} \cdot v$

Alte Klausuraufgabe: Zustandsänderung I

Bei einer (i) isochoren, (ii) isobaren und (iii) adiabatischen Zustandsänderung sind folgende Größen konstant:

- A) (i) Volumen, (ii) Druck und (iii) Wärmemenge
- B) (i) Temperatur, (ii) Druck und (iii) Wärmemenge
- C) (i) Wärmemenge, (ii) Druck und (iii) Temperatur
- D) (i) Temperatur, (ii) Druck und (iii) Volumen
- E) (i) Volumen, (ii) Wärmemenge und (iii) Temperatur

Alte Klausuraufgabe: Zustandsänderung III

$$p \cdot V = N k_B T$$

Bei einem thermodynamischen Prozess wird eine konstante Menge eines idealen einatomigen Gases von einem Anfangsvolumen $V_1 = 10 \text{ dm}^3$ und einer Temperatur $T_1 = 300 \text{ K}$ auf eine Temperatur von $T_2 = 900 \text{ K}$ gebracht. Dabei ergibt sich eine Druckerhöhung von $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ auf $p_2 = 2,0 \text{ bar}$.

Wie groß ist das Volumen V_2 des Gases nach der Erwärmung?

- A) $V_2 = 5 \text{ dm}^3$
- B) $V_2 = 15 \text{ dm}^3$
- C) $V_2 = 25 \text{ dm}^3$
- D) $V_2 = 10 \text{ dm}^3$
- E) $V_2 = 20 \text{ dm}^3$

Alte Klausuraufgabe: Atomzahl

$$p \cdot V = N k_B T$$

Bei einem thermodynamischen Prozess wird eine konstante Menge eines idealen einatomigen Gases von einem Anfangsvolumen $V_1 = 10 \text{ dm}^3$ und einer Temperatur $T_1 = 300 \text{ K}$ auf eine Temperatur von $T_2 = 900 \text{ K}$ gebracht. Dabei ergibt sich eine Druckerhöhung von $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ auf $p_2 = 2,0 \text{ bar}$.

Hinweise: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ und Boltzmann Konstante $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Bestimmen Sie die Anzahl N der Atome des Gases!

- A) $N = 2,4 \times 10^{23}$
- B) $N = 6,2 \times 10^{23}$
- C) $N = 1,0 \times 10^{23}$
- D) $N = 9,6 \times 10^{23}$
- E) $N = 5,1 \times 10^{23}$

Alte Klausuraufgabe: Innere Energie

$$U = \frac{f}{2} N k_B T = \frac{3}{2} N k_B T$$

↑ 1-atomiges Gas

Bei einem thermodynamischen Prozess wird eine konstante Menge eines idealen einatomigen Gases von einem Anfangsvolumen $V_1 = 10 \text{ dm}^3$ und einer Temperatur $T_1 = 300 \text{ K}$ auf eine Temperatur von $T_2 = 900 \text{ K}$ gebracht. Dabei ergibt sich eine Druckerhöhung von $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ auf $p_2 = 2,0 \text{ bar}$.

Hinweise: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ und Boltzmann Konstante $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Zwischenergebnis: $N = 2,4 \times 10^{23}$

Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie ΔU des Gases!

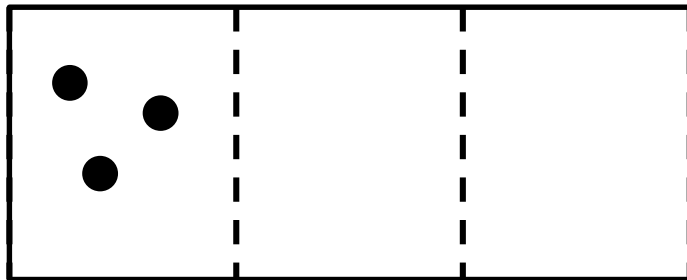
- A) $\Delta U = 3,0 \text{ kJ}$
- B) $\Delta U = 4,0 \text{ kJ}$
- C) $\Delta U = 5,0 \text{ kJ}$
- D) $\Delta U = 6,0 \text{ kJ}$
- E) $\Delta U = 7,0 \text{ kJ}$

Entropieänderung mikroskopisch

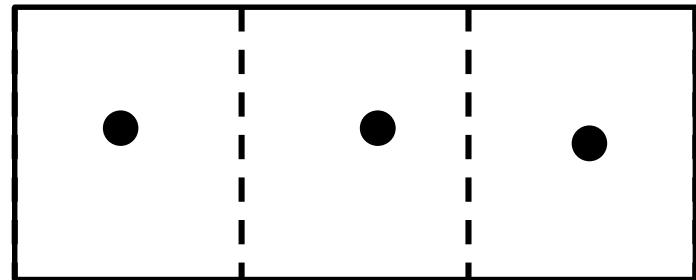
5.3.2 Def. Entropie = Maß für die W'keit eines Makrozustandes Z
mit w Mikrozuständen

$$S(Z) = k_B \cdot \ln(w) \quad [S] = \text{J/K}$$

Drei Teilchen in einem Drittel
Teilvolumen



Drei Teilchen gleichverteilt
auf Gesamtvolumen



A) $\Delta S = 1,0 \cdot k_B$

B) $\Delta S = 1,4 \cdot k_B$

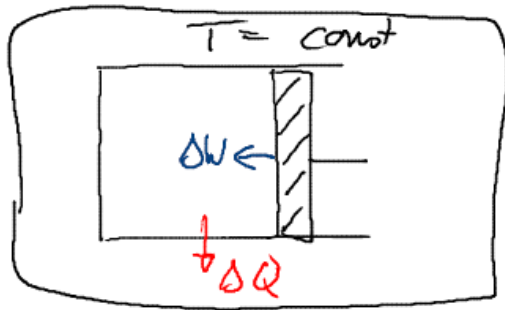
C) $\Delta S = 1,8 \cdot k_B$

D) $\Delta S = 2,5 \cdot k_B$

E) $\Delta S = 3,3 \cdot k_B$

Reversible isotherme Entropieänderung

Bsp. Isotherme Expansion



$$\left. \begin{array}{l} \cdot \text{reversibel} \\ \cdot \Delta Q = N k_B T \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \end{array} \right\} \Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = N k_B \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

Wie groß ist die Entropieänderung für

- $N=3$ Teilchen

- bei einer Verdreifachung des Volumens?

A) $\Delta S = 1,0 \cdot k_B$

B) $\Delta S = 1,4 \cdot k_B$

C) $\Delta S = 1,8 \cdot k_B$

D) $\Delta S = 2,5 \cdot k_B$

E) $\Delta S = 3,3 \cdot k_B$

Vielen Dank
für die
Aufmerksamkeit