

Aufgabe 1: Gaußintegrale**(schriftlich, 5 Punkte)**

Bei der theoretischen Behandlung physikalischer Phänomene treten häufig Integrale über Gaußfunktionen in der Form

$$I_n := \int_0^{\infty} x^n e^{-\alpha x^2} dx$$

mit $\alpha > 0$ auf. In der Vorlesung Physik I haben Sie bereits das Integral $I_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$ kennengelernt.

- Bestimmen Sie durch elementare Integration I_1 .
- Berechnen Sie durch Differentiation nach dem Parameter α die Integrale I_2 und I_3 .
- Bestimmen Sie analog zu b) die Integrale I_n für allgemeine gerade ($n = 2k$) oder ungerade ($n = 2k + 1$) Werte von n ($k = 0, 1, 2, \dots$).

Aufgabe 2: Maxwellverteilung**(mündlich, 6 Punkte)**

Die Geschwindigkeitsverteilung der Teilchen eines Gases ist durch

$$f(v) = \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{\frac{3}{2}} 4\pi v^2 e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}}$$

gegeben.

- Berechnen Sie die wahrscheinlichste Geschwindigkeit v_w , die mittlere Geschwindigkeit $\langle v \rangle$, das mittlere Geschwindigkeitsquadrat $\langle v^2 \rangle$ und die mittlere kinetische Energie.
- Bestimmen Sie v_w und $\langle v^2 \rangle$ für ein Gas aus He-Atomen bei 300 K.
- Schreiben Sie das Integral $\int h(v) f(v) dv$, welches dem Mittelwert der Funktion h entspricht, auf ein Integral $\int h(v(E)) \tilde{f}(E) dE$ um, indem Sie die Substitution $E = \frac{1}{2} m v^2$ verwenden. Die dabei auftretende Funktion $\tilde{f}(E)$ gibt die Verteilung der Energie im Gas an.

Aufgabe 3: Ideales Gasgesetz**(mündlich, 2 Punkte)**

Berechnen Sie den Druck von Wasserstoff bei $T = 10^8$ K und einer Kerndichte $n = 5 \cdot 10^{24} \text{ cm}^{-3}$ nach dem idealen Gasgesetz (Pelletfusion bei Zündung).

Aufgabe 4: Längenausdehnung bei Wärme**(mündlich, 2 Punkte)**

Eine Stahlschiene wird um 30 K abgekühlt. Wie groß ist ihre relative Längenänderung? Bei Eisenbahnschienen wird ihre Länge konstant gehalten. Welche Spannung tritt dabei auf? (Thermischer Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, Elastizitätsmodul $E = 19,5 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$.)

Aufgabe 5: Volumenausdehnung**(schriftlich, 2 Punkte)**

Berechnen Sie den Volumenausdehnungskoeffizienten γ (bei konstantem Druck) aus der Zustandsgleichung des idealen Gases. Wie groß ist γ bei 500 K?

Aufgabe 6: Viskosität einer Flüssigkeit**(schriftlich, 3 Punkte)**

Zur Bestimmung der Viskosität einer Flüssigkeit lässt man eine kleine Kugel vom Radius r frei in derselben fallen und misst die stationäre Fallgeschwindigkeit v_∞ der Kugel.

Wie groß ist die Viskosität von Glyzerin ($\rho_{\text{Glyz.}} = 1,24 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$), wenn bei einer Bleikugel vom Radius $r = 0,05 \text{ cm}$ ($\rho_{\text{Blei}} = 11,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) die stationäre Geschwindigkeit $v_\infty = 0,65 \text{ cm/s}$ beträgt?

Berechnen Sie den Bewegungsverlauf $v(t)$ und $x(t)$, wenn die Kugel zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen wird.