UNIVERSITÄT LEIPZIG

Fakultät für Physik und Geowissenschaften

Übungsaufgaben, Blatt XII
Experimentalphysik III, WiSe 2018/19

Prof. Grundmann, Dr. von Wenckstern wenckst@uni-leipzig.de

Ausgabe: 14.01. 2019, 18:00 Uhr
Abgabe: 21.01. 2019, 12:00 Uhr

A09. Prüfen Sie anhand von

$$M = \begin{pmatrix} 1 & i \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad N = \begin{pmatrix} 0 & i \\ i & 0 \end{pmatrix} \tag{A9.1}$$

nach, dass $(NM)^* = M^*N^*$ gilt.

(Hier stellt A^* die adjungierte Matrix von A dar.)

[3 Punkte]

A10. Matrix A beschreibt die Spiegelung eines Raumpunktes an der xy-Ebene, Matrix B die Drehung des räumlichen Koordinatensystems um die z-Achse um den Winkel α. Zeigen Sie, dass beide Matrizen orthogonal sind!

$$A = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{A10.1}$$

[4 Punkte]

A11. Berechnen Sie mit den Matrizen

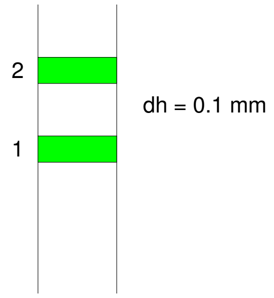
$$A = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ -2 & 3 & -3 \end{pmatrix}, B = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} 1 & 4 & -1 \\ 5 & 2 & 4 \\ -3 & 5 & -3 \end{pmatrix}, C = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} -3 & 4 & -1 \\ 3 & 2 & -2 \\ 2 & 4 & 1 \end{pmatrix}, \tag{A11.1}$$

die Ausdrücke: $D = (AB)C$, $E = A(BC)$, $F = A(B + C)^{\mathrm{T}}$ und $G = (AB)^{(\mathrm{T})}$.

[6 Punkte]

A12. Perrin fand experimentell die Größe der Avogadrokonstante, indem er mit Hilfe eines Mikroskops die Konzentrationsverteilung schwebender Mastixteilchen beobachtete und die Barometrische Höhenformel anwandte. Bei einem Versuch fand er, dass sich die Zahl der Teilchen zweier ausgewählter Schichten wie 2:1 verhielt. Die Schichten hatten einen Abstand von $0.1\,mm$, die Temperatur des Bades betrug $20°\,C$. Die Mastixkügelchen hatten einen Durchmesser von $300\,nm$ und schwebten in einer Flüssigkeit, deren Dichte $0.2\,\frac{g}{cm^3}$ unter der der Mastixdichte lag. Berechnen Sie aus diesen Angaben die Avogadrokonstante.

[6 Punkte]



A13. (a) Berechnen Sie das hypothetische Volumen eines Gasmoleküls (eines idealen Gases) unter Normbedingungen ($p = 101325\,\mathrm{Pa}$ und $T = 273,2\,\mathrm{K}$) aus dem Molvolumen. Wie groß ist der Radius unter Annahme einer Kugelgestalt? **[3 Punkte]**

In $1\,\mathrm{m}^3$ Luft gibt es bei Normalbedingungen ($p = 101325\,\mathrm{Pa}$ und $T = 273,2\,\mathrm{K}$) etwa $2,6 \cdot 10^{25}$ Moleküle.
Wie groß ist

(b) der mittlere Abstand zwischen zwei Molekülen, **[1 Punkte]**

(c) der Raumausfüllungsfaktor (Verhältnis des Volumens der Moleküle zum gesamten verfügbaren Volumen), wenn die Moleküle durch Kugeln, welche ein zehntel des unter Aufgabe a) berechneten Radius haben, beschrieben werden. **[1 Punkte]**

(d) die mittlere freie Weglänge (verwenden sie wieder ein zehntel des unter Aufgabe a) berechneten Radius) ? **[2 Punkte]**

Gesamt: **26 Punkte**