Übungen zu Physik I, Hausübung 13

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos
Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn
Abgabe: Dienstag, 19.1.2010 vor der Vorlesung

[H45] *Kalorie* **(1 Punkt)**

Auf Lebensmittelverpackungen wird noch heute manchmal eine Energieeinheit benutzt, die eigentlich nur noch historische Bedeutung hat, die Kalorie. Sie war definiert als die benötigte Wärmemenge zum Erwärmen eines Gramms Wasser von 14.5 °C auf 15.5 °C. Bestimmen Sie den Umrechnungsfaktor zwischen der Kalorie und dem heute üblichen Joule.
Hinweis: Die spezifische Wärmekapazität des Wassers beträgt $c = 4186.8 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}}$.

[H46] *Gefrierschrank* **(1 + 1 = 2 Punkte)**

Luft von Atmosphärendruck (1013,25 hPa) werde in einem dichtschließenden Gefrierschrank von Zimmertemperatur (20 °C) auf -25 °C abgekühlt.

(a) Wie groß ist die Differenz zwischen Innendruck und Außendruck?

(b) Die Tür des Gefrierschrankes sei 1.00 Meter hoch und 0.50 Meter breit. Mit welcher Kraft wird die Tür dann an den Gefrierschrank angedrückt, wenn sie wirklich dicht schließt?

[H47] *Taylorentwicklung I* **(1,5 + 2,5 + 1 = 5 Punkte)**

Ein Teilchen bewege sich im zweidimensionalen Potenzial

$$V(x, y) = (x^2 - 3)e^{x^2 + xy + \frac{1}{2}y^2}.$$

(a) Bestimme die Extrema des Potenzials.

(b) Um was für eine Art von Extremum handelt es sich jeweils?

(c) Gebe die Taylorreihe um die Extrema bis zur zweiten Ordnung an.

[H48] *Taylorentwicklung II* **(2 Punkte)**

Die relativistische Energie eines Teilchen ist durch

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

gegeben, wobei m die Masse, v die Geschwindigkeit und c die Lichtgeschwindigkeit ist. Entwickle dies bis zur zweiten Ordnung in $x = \frac{v^2}{c^2}$ um $x = 0$ und interpretiere die einzelnen Terme. Diskutiere die Größenordung der einzelnen Terme für ein Flugzeug ($v \simeq 300$ m/s).

[H49*] *Differenzialgleichungen* **(0,5 + 1,5 + 0,5 + 0,5 = 3 Sonderpunkte)**

Ein radioaktives Element habe die Zerfallskonstante λ. Durch einen Reaktor werden mit einer konstanten Rate c neue Kerne dieses Elements erzeugt. Die zu Grunde liegende Differenzialgleichung für die Anzahl N der Kerne lautet also

$$\dot{N} = -\lambda N + c.$$

(a) Gebe die allgemeine Lösung der homogenen Gleichung ($c = 0$) an.

(b) Finde eine spezielle Lösung der inhomogenen Gleichung ($c \neq 0$).

(c) Gebe die Lösung der inhomogenen Gleichung mit Randbedingung $N(0) = N_0$ an.

(d) Welchen Wert nimmt N für große Zeiten ($t \to \infty$) an?

Bitte geben Sie auf dem Lösungsblatt Ihre Studienrichtung an! Wir benötigen die Studienrichtung für die Anrechnung der Studienleistung.