Prof. Dr. M. Wegener / Priv.-Doz. Dr. A. Naber
Übungen zur Klassischen Experimentalphysik I (Mechanik), WS 2022/23

ÜBUNGSAUFGABEN (XIV)
(Abgabe Montag, 13.2.2023; Besprechung Mittwoch, 15.2.2023)

Aufgabe 1: (3 Punkte)

Eine Fledermaus sendet und empfängt zur Jagd von Insekten Ultraschallwellen der Frequenz f_0. Nach einem ausgiebigen Mahl ruhe die Fledermaus und beobachte ein Motte, die sich mit der Geschwindigkeit $v > 0$ auf sie zubewegt. Sie empfängt eine reflektierte Welle veränderter Frequenz $(f_0 + \Delta f)$. Zeigen Sie, dass die relative Frequenzänderung $\Delta f / f_0$ in guter Näherung durch

$$\frac{\Delta f}{f_0} \simeq 2\,\frac{v}{c}$$

gegeben ist, wenn $|v|$ viel kleiner als die Schallgeschwindigkeit c ist.

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Eine inkompressible Flüssigkeit rotiert in einem zylindrischen Gefäß mit Radius r um seine z-Achse mit der Winkelgeschwindigkeit ω. Bestimmen Sie die stationäre Gestalt $z(x, y)$, welche die Oberfläche im Schwerefeld einnimmt. Gehen Sie dazu aus von der Eulerschen Gleichung in der Form

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v}\,\vec{\nabla})\,\vec{v} = -\frac{1}{\varrho}\vec{\nabla}P + g\vec{e}_z \ .$$

Anleitung: In Zylinderkoordinaten ist $\vec{r} = (x,\, y,\, z) = (r\cos\varphi,\, r\sin\varphi,\, z)$. Berechnen Sie damit die Geschwindigkeit der Flüssigkeit und stellen Sie dann die drei Differentialgleichungen unter Benutzung von Stationarität und Inkompressibilität auf. Lösen Sie so $P(x, y, z)$ und benutzen Sie schließlich die Oberflächenbedingung $P = \text{const}$ zur Ableitung von $z(x, y)$.

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Ein Inertialsystem IS2 bewege sich auf der x-Achse relativ zum Inertialsystem IS1 mit der Geschwindigkeit v_1. Ein weiteres Inertialsystem IS3 bewege sich auf der x-Achse mit der Geschwindigkeit v_2 relativ zu IS2. Zu bestimmen ist die Geschwindigkeit v_3 von IS3 relativ zu IS1. Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:

a) Stellen Sie die Gleichungen $x_{i+1}(x_i, t_i)$ und $t_{i+1}(x_i, t_i)$, $i \in \{1, 2\}$, für die Lorentztransformation LT1 von IS1 zu IS2 und die Lorentztransformation LT2 von IS2 zu IS3 auf.

b) Setzen Sie die Gleichungen LT2 in LT1 ein, um so $x_3(x_1, t_1)$ und $t_3(x_1, t_1)$ zu erhalten. Bringen Sie diese in eine Form, dass sie einer Lorentztransformation entsprechen. Identifizieren Sie darin die Geschwindigkeit v_3 als Funktion von v_1 und v_2 (Additionstheorem). Bestimmen Sie schließlich die Lorentztransformation $x_1(x_3, t_3)$ und $t_1(x_3, t_3)$.

3) Weisen Sie nach, dass der errechnete führende Faktor der Lorentztransformation IS1 zu IS3 dem Ausdruck $[1 - (v_3/c)^2]^{-1/2}$ entspricht („Einstein-Wurzel“) .


</>
KEEP CALM
IT'S NOT
ROCKET SCIENCE
Was?
Vortrag zum Thema: "Neutrinos auf der Spur bei KATRIN" von Prof. Valerius für jeden verständlich!
Wann?
Am 08.02.2023 um 17:30 Uhr
Wo?
Lehmann-Hörsaal
eine Veranstaltung des Mentorenprogramms