

# Newtonsche Mechanik

Termin: 2.2.2012

## Blatt 13 (Extra–Aufgaben)

### Übung 1 (Fizeau–Effekt)

(8 Zusatzpunkte)

Ein Medium (Flüssigkeit) mit Brechungsindex  $n$  bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v_F$ . Betrachten Sie einen Lichtstrahl, der (a) mit, (b) entgegen der Geschwindigkeit der Flüssigkeit  $v_F$  propagiert. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Lichtstrahls  $v$  bezüglich eines ruhenden Beobachters. Zeigen Sie, dass für  $v_F \ll c$  das Fizeau-Resultat

$$v_{\ddot{A}} = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) v_F + \mathcal{O}\left(\frac{v_F^2}{c}\right)$$

folgt, wobei  $v_{\ddot{A}} = \Delta v$  die Änderung der Geschwindigkeit des Lichtstrahls durch die Bewegung des Mediums ist.

Hinweis: Licht propagiert im ruhenden Medium mit Geschwindigkeit  $v_L = c/n$ , wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und  $n$  das Brechungsindex des Mediums ist.

### Übung 2 (Zwillings–Paradoxon)

(8 Zusatzpunkte)

Zwei Zwillinge-Astronauten reisen zum nächstgelegenen Doppelstern Alpha Centauri, der von unserem Sonnensystem etwa 4 Lichtjahre entfernt ist. Sie beginnen ihre Reise gleichzeitig am selben Punkt (Erde). Der erste fliegt mit  $v_1 = 4/5 c$ , der zweite mit  $v_2 = 3/5 c$ . Der schnellere wartet auf den langsameren am Ziel.

- Wer ist älter nachdem sie sich wiedertreffen? Berechnen Sie den Unterschied im Alter der beiden Zwillinge-Astronauten.
- Können Sie die Frage (durch Analogieschluss) qualitativ beantworten ohne konkrete Rechnungen durchzuführen?

### Übung 3 (Relativistisches Teilchen im elektrischen Feld)

(8 Zusatzpunkte)

Ein geladenes Teilchen mit Ruhemasse  $m_0$  und Ladung  $q$  bewegt sich im konstanten, räumlich homogenen elektrischen Feld  $\vec{E} = E\vec{e}_x$ . Berechnen Sie die Bahn  $x(t)$  im Rahmen der relativistischen Mechanik

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} = q\vec{E} \quad \text{mit} \quad \vec{p} = \gamma m_0 \vec{v}.$$

Nehmen Sie an, dass  $v_0 = v(t=0) = 0$ . Skizzieren Sie die Bahnkurve  $x(t)$ .

Hinweis:

$$\int \frac{u \, du}{\sqrt{1+u^2}} = \sqrt{1+u^2}.$$