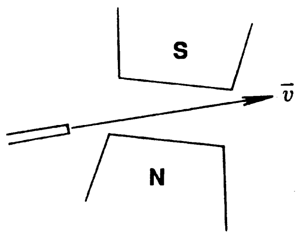
7) Um ein Magnetfeld $\vec{B}$ zu ermitteln, das in einem Raumbereich V überall gleiche Richtung und gleiche Stärke habe (es ist „homogen“ in V und ≈ 0 außerhalb), werden schnelle Teilchen (Ladung q) mit bekannter Geschwindigkeit $\vec{v}$ hindurch geschossen. Aus der geringen Ablenkung wird zurückgeschlossen auf die im Bereich V wirksame Kraft $\vec{K} =: q\,\vec{k}$.



Da $\vec{v}$– und $\vec{k}$–Kenntnis nur auf den zu $\vec{v}$ senkrechten Anteil $\vec{B}_\perp$ schließen lassen ($\vec{B}_\perp =?$), werden die Teilchen mit der gleichen Geschwindigkeit v auch noch in $\vec{k}$–Richtung geschickt. Zu der dann wirkenden Kraft $\vec{G} =: q\,\vec{g}$ wird nur der Betrag im Vergleich zu K notiert: $\lambda = g/k$ (sei ≥ 1 und $\vec{B}\cdot\vec{v} > 0$). Leiten Sie hieraus nützliche Formeln ab für $\vec{B}_{||}$, $\vec{B}$ und B, welche nur λ, $\vec{k}$ und $\vec{v}$ enthalten.

Welches Feld $\vec{B}$ ergibt sich speziell zu $\lambda=\sqrt{2}$, $\vec{v}=(1,1,0)c/\sqrt{8}$ und $\vec{k}=(1,-1,0)cB_0/\sqrt{8}$? ($c$ ist die Lichtgeschwindigkeit und $v = c/2$.)

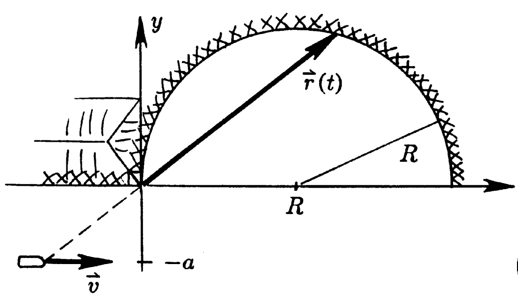
Um das Geschehen in einem günstigeren Koordinatensystem zu beschreiben, legen wir $\vec{f}_3$ in $\vec{B}$– und $\vec{f}_2$ in $(-\vec{k})$–Richtung, ergänzen um $\vec{f}_1$ zu einem Rechts–VONS (Skizze!), schreiben diese drei neuen Einheitsvektoren in die Zeilen einer Matrix und bilden zur Probe deren Determinante. Welche neuen Komponenten (v_1', v_2', v_3') hat $\vec{v}$ im $\vec{f}$–System? Überprüfen Sie, ob auch in der neuen Basis $\vec{k} = \vec{v} \times \vec{B}$ herauskommt. 8

Zwischenresultate: $\vec{B} = (\vec{k}\times\vec{v} + k\vec{v}\sqrt{\lambda^2-1})/v^2$, speziell: $\vec{B} = (1,1,\sqrt{2})B_0/\sqrt{2}$.
Weiter ist $\vec{f}_1 = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, -\frac{1}{\sqrt{2}})$, und im $\vec{f}$–System findet man $\vec{v} = (1,0,1)c/\sqrt{8}$ und $\vec{k} = (0,-1,0)B_0c/2$.

8) Die drei Orte $\vec{r}_1 = (\,9\,,\,0\,,\,0\,)$m, $\vec{r}_2 = (\,9\,,\,-1\,,\,1\,)$m und $\vec{r}_3 = (\,1\,,\,2\,,\,2\,)$m legen eine Ebene fest. Welche Gleichung ($\vec{n} = ?$) hat sie? 1

9) Ein Auto fährt mit konstanter Geschwindigkeit v auf der Landstraße $y = -a$ und wirft den Schatten einer Hausecke bei $\vec{r} = 0$ auf eine halbkreisförmige Mauer (Radius R, siehe Skizze, Lichtgeschwindigkeit $\approx \infty$). Welchen Ortsvektor $\vec{r}(t)$ hat der Schattenrand?

Man finde eine Beziehung zwischen $\vec{r}(t)$ und $\vec{r}_{\text{Auto}}(t)$. Achtung: Wenn das Auto zu $t = 0$ die y–Achse erreicht, bleibt die Zeit t während des Vorgangs negativ.



3