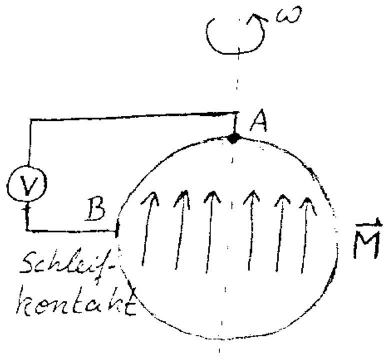
**Übungen zur Vorlesung ,,Astronomie und Astrophysik 1", WS 2016/17**

6. Übungsblatt vom 10.01.2017

Abgabe der schriftlichen Aufgabe: Dienstag, 17.01.2017, 15:30 Uhr, nach der Vorlesung.

**Aufgabe 16: Der Pulsar als Unipolarmaschine** **schriftlich, 9 Punkte**




Eine homogen magnetisierte Kugel ($\vec{M} = \vec{B}$) mit Radius $R$ rotiere mit Periode $P$ um die Symmetrieachse der Magnetisierung (paralleler Rotator).

**a)** Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ im Inneren der Kugel.

**b)** Berechnen Sie die elektrische Spannung $V$ zwischen dem Pol $A$ und einem Schleifkontakt $B$ am Äquator. (Ergebnis: $V = \frac{\omega}{2}R^2B$)

**c)** Welche Spannung ergibt sich für $P = 0,5$ s, $R = 10$ cm, $B = 1$ kG? Was erhält man für $P = 0,5$ s, $R = 10$ km, $B = 5 \cdot 10^{12}$ G?

**Aufgabe 17: Lichtablenkung und Äquivalenzprinzip** **6 Punkte**

Wir betrachten ein frei fallendes Labor im Schwerefeld, z. B. einen Fahrstuhl, dessen Haltekabel durchtrennt wurden. Ein Lichtstrahl werde von einer Seite des Labors in eine Richtung senkrecht zur Richtung des lokalen Schwerefeldes geschickt.

**a)** Begründen Sie mit Hilfe des Äquivalenzprinzips, dass sich das Licht im Labor geradlinig mit Geschwindigkeit $c$ ausbreitet.

**b)** Auf welcher Bahn verläuft das Licht von außen gesehen? Um welche Länge ,,fällt" ein horizontal ausgeschickter Strahl bei lokal konstanter und paralleler Erdbeschleunigung $g$, wenn das Labor 1 km breit ist?

**Aufgabe 18: Inhomogene Gravitationsfelder** **6 Punkte**

Nach dem Äquivalenzprinzip laufen mechanische Vorgänge in einem kleinen, frei fallenden Labor ebenso ab wie in einem Newtonschen Inertialsystem. In dieser Aufgabe sollen Sie im Rahmen der Newtonschen Mechanik untersuchen, welche Auswirkungen die endliche Größe eines im inhomogenen Gravitationsfeld fallenden Labors hat.

Betrachten Sie dazu zwei Körper, die im Abstand $r_1(t)$ und $r_2(t) = r_1(t) + \xi(t)$ radial auf eine Punktmasse $M$ zufallen. Wäre das Äquivalenzprinzip global erfüllt, so wäre $\xi(t)$ konstant.

**a)** Leiten Sie aus der Newtonschen Bewegungsgleichung ab, dass für kleine $\xi$ näherungsweise gilt

$$\ddot{\xi} = c^2 \frac{r_s}{r^3} \xi \, .$$

**b)** Zeigen Sie, dass sich der Abstand $\xi$ der beiden Körper während einer kurzen Beobachtungszeit $t$ um

$$\Delta\xi = \frac{1}{2}\left(\frac{r_s}{r}\right)^3 \left(\frac{ct}{r_s}\right)^2 \xi_0$$

verändert, wenn $\xi_0$ der ursprüngliche Abstand ist. Wenn $\Delta\xi$ kleiner ist als die erreichbare Messgenauigkeit, kann man das Labor als „klein" ansehen.

**c)** Berechnen Sie $\Delta\xi$ für eine Labor der Größe $\xi_0 = 100\,\text{m}$ auf der Erdoberfläche für Beobachtungszeiten $t$ von 1 s und 60 s.