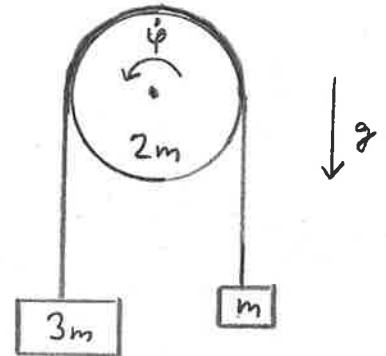


[2 Stunden Bearbeitungszeit, Name auf jedes Blatt, kein Skript, keine anderen Hilfsmittel.]

Aufgabe 1: Atwoodsche Fallmaschine (2+4=6 Punkte)

Zwei Gewichte (Massen m und $3m$) im homogenen Erdschwerefeld (g) seien mit einer masselosen Schnur über eine drehbare zylinderförmige Rolle (homogen verteilte Masse $2m$, Radius R) verbunden.

- Zeigen Sie, dass das Trägheitsmoment der Rolle bezüglich ihrer Drehachse $I = mR^2$ ist.
- Wählen Sie den Rotationswinkel φ der Rolle als generalisierte Koordinate und stellen Sie die Lagrangefunktion und die Bewegungsgleichung auf. Welche Beschleunigung erfährt die Masse m ?



Aufgabe 2: Newton mit Reibung und Lorentzkraft (6 Punkte)

Ein Teilchen (Masse m , Ladung q) erlebe die Reibungskraft $-m\gamma\vec{v}$ sowie ein Magnetfeld $\vec{B} = (0, 0, B(t))$ mit genau einer solchen Stärke und zeitlichen Abnahme, dass es auf einer Kreisbahn (Radius R) bleibt. Die Bahnkurve des Teilchens wird durch $\vec{r}(t) = (c, s, 0)R$ mit $c \equiv \cos(f(t))$ und $s \equiv \sin(f(t))$ beschrieben, die Anfangsbedingungen seien $f(0) = 0$ und $\vec{v}(0) = (0, v_0, 0)$. Bestimmen Sie $f(t)$ und $B(t)$.

Aufgabe 3: Viererimpuls-Erhaltung (4 Punkte)

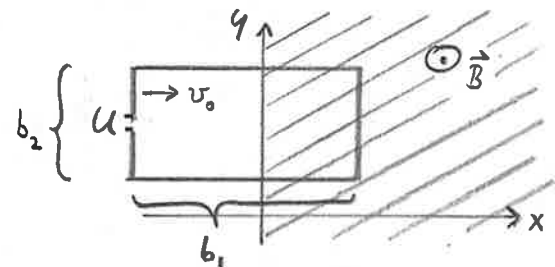
Ein ruhender Kern (Masse $M = 5m$) zerplatze in drei gleiche Teile (je Ruhemasse m). Auch ihre 3-Impuls-Beträge sind gleich, nämlich $|\vec{p}| = ?$ Skizzieren Sie die drei \vec{p} 's.

Aufgabe 4: Elektrostatik: parallele Kreislänge (6 Punkte)

Zwei Kreislänge (Radius R) seien homogen mit q und $-q$ geladen. Die Ringe seien parallel zur xy -Ebene ausgerichtet und haben ihre Mittelpunkte bei $(x, y, z) = (0, 0, b)$ und $(0, 0, -b)$. Geben Sie die Ladungsdichte $\rho(\vec{r})$ an und berechnen Sie das elektrostatische Potential $\phi(\vec{r})$ bis zum Dipolmoment.

Aufgabe 5: Induktion in bewegter Leiterschleife (6 Punkte)

Eine rechteckige Leiterschleife (Seitenlängen b_1 und b_2) liege in der xy -Ebene und bewege sich mit konstanter (nichtrelativistischer) Geschwindigkeit $\vec{v} = v_0 \vec{e}_x$. Im Bereich $x \geq 0$ wirke ein konstantes homogenes Magnetfeld $\vec{B} = B_0 \vec{e}_z$. Berechnen und skizzieren Sie die in der Leiterschleife induzierte Ringspannung $U(t)$.



Aufgabe 6: Rotierende geladene Hohlkugel (2+2+3=7 Punkte)

Eine Kugel (Radius R , Mittelpunkt im Ursprung) trage die homogen auf der Oberfläche verteilte Flächenladungsdichte $\sigma = Q/(4\pi R^2)$ und rotiere mit Winkelgeschwindigkeit ω um die z -Achse.

- Wie lautet die Ladungsdichte $\rho(\vec{r})$ und die durch die Rotation erzeugte Stromdichte $\vec{j}(\vec{r})$?
- Bestimmen Sie das erzeugte magnetische Moment $\vec{m} = \frac{1}{2c} \int d^3r \vec{r} \times \vec{j}$. [Resultat: $\vec{m} \sim \vec{e}_z$]
- Berechnen Sie Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r}) = (\vec{m} \times \vec{r})/r^3$ und magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r})$ in Dipolnäherung.

Viel Erfolg!