Universität zu Köln
Priv.-Doz. Dr. S. Scheidl
Prof. Dr. H. Micklitz

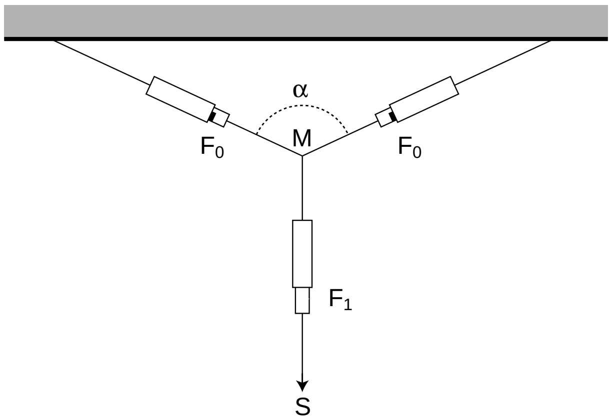
WS 2002/2003
Zülpicher Strasse 77
50937 Köln

Übungen zu Physik I **Blatt 5**

Abgabe: 21.11.2002 *Besprechung: 25.11.2002*

Aufgabe 5.1: Kräftegleichgewicht (6 Punkte)

Sie sind im Besitz zweier gleichartiger Federwaagen, die eine einzige Markierung bei der Kraft F_0 besitzen. Eine dritte Federwaage soll nun im Bereich von 0 bis $2F_0$ mit einer Skala versehen werden. Dabei benutzen Sie die in der Abbildung dargestellte Anordnung. Sie ziehen so stark an der Schnur S, bis die beiden oberen Federwaagen die Kraft F_0 anzeigen und markieren den Ausschlag der unteren Federwaage. Berechenen Sie die dazugehörige Kraft F_1 in Abhängigkeit des Winkels α.



Beachten Sie das Kräftegleichgewicht im Punkt M, dass also die *vektorielle* Summe der drei in diesem Punkt angreifenden Kräfte verschwindet.

Aufgabe 5.2: Partielle Integration (4+4 Punkte)

Finden Sie jeweils eine Stammfunktionen zu folgenden Funktionen:

(a) $\cos^2 x$ und

(b) $x \ln x$.

Aufgabe 5.3: Integration durch Substitution (2+2+2+2+4 Punkte)

Zeigen Sie durch geeignete Substitution die Gültigkeit folgender Beziehungen:

(a) $\displaystyle\int_a^b f(x+c)\,dx = \int_{a+c}^{b+c} f(x)\,dx$

(b) $\displaystyle\int_a^b f(cx)\,dx = \frac{1}{c}\int_{ac}^{bc} f(x)\,dx$ für $c \neq 0$

(c) $\displaystyle\int_a^b x f(x^2)\, dx = \frac{1}{2}\int_{a^2}^{b^2} f(x)\, dx$

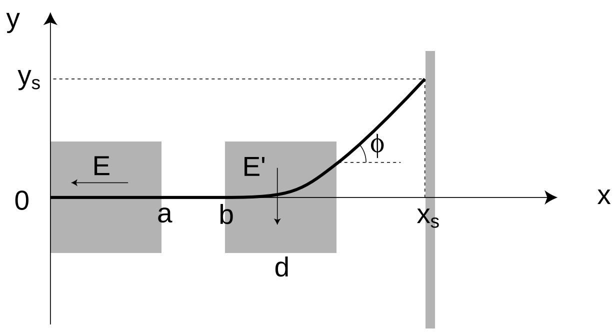
(d) $\displaystyle\int_a^b \tan x\, dx = [-\ln\cos x]_a^b$ für $a, b \in]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}[$

(e) $\displaystyle\int_a^b \frac{1}{1-x^2}\, dx = \left[\frac{1}{2}\ln\left|\frac{1+x}{1-x}\right|\right]_a^b$ für $\pm 1 \notin [a, b]$.

Hinweis: Zerlegen Sie $\frac{1}{1-x^2} = \frac{\alpha}{1-x} + \frac{\beta}{1+x}$ mit geeeigneten α, β.

Aufgabe 5.4: Fernseher (10 Punkte)

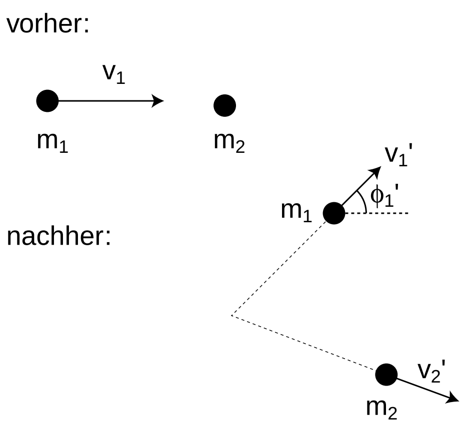
Die Funktion einer Bildröhre beruht darauf, dass Elektronen aus einer Kathode austreten (bei $x = y = 0$ mit Geschwindigkeit Null), dann im Bereich $0 \leq x \leq a$ durch eine Kraft $\mathbf{F} = e\mathbf{E}$, $\mathbf{E} = (E_x, 0, 0)$ beschleunigt werden, und dann in einem zweiten Bereich $b \leq x \leq b + d$ durch eine Kraft $\mathbf{F}' = e\mathbf{E}'$, $\mathbf{E}' = (0, E'_y, 0)$ seitlich abgelenkt werden. Hierbei ist $e < 0$ die Ladung des Elektrons und die elektrischen Felder $\mathbf{E}$ und $\mathbf{E}'$ verschwinden außerhalb der jeweiligen Bereiche.



Berechnen Sie den seitlichen Ablenkwinkel ϕ und den Auftreffpunkt y_s auf den Bildschirm bei x_s.

Aufgabe 5.5: Billiard (3+3+1+3 Punkte)

Auf einer Ebene rollt eine Kugel (Masse m_1) mit der Geschwindigkeit $\mathbf{v}_1 = (v_1, 0)$ auf eine zweite ruhende Kugel zu [Masse $m_2 \neq m_1$ zulässig, $\mathbf{v}_2 = (0, 0)$]. Nach dem Stoß rollen die Kugeln mit Geschwindigkeiten $\mathbf{v}'_i = v'_i(\cos\phi'_i, \sin\phi'_i)$ davon.



(a) Erstellen Sie Bedingungen für v'_i und ϕ'_i aus Impuls- und Energieerhaltung.

(b) Wie lauten die entsprechenden Geschwindigkeiten $\tilde{\mathbf{v}}_i$ und $\tilde{\mathbf{v}}'_i$ vor und nach dem Stoß im Schwerpunktsystem?

(c) Wie groß ist der Ablenkwinkel $\tilde{\phi}'_1$ im Schwerpunktsystem maximal?

(d) Wie hängt der Ablenkwinkel im Laborsystem ϕ'_1 mit dem im Schwerpunktsystem $\tilde{\phi}'_1$ zusammen? Wie groß ist ϕ'_1 maximal?