Übungen zu Physik I, Hausübung 5

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos
Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn
Abgabe: Dienstag, 10.11.2009 vor der Vorlesung

[H18] *Kraft in der Ebene* **(0,5 + 1 + 0,5 = 2 Punkte)**

Eine Kraft in der x-y-Ebene wird durch die Gleichung $\vec{F} = (F_0/r)(y\vec{e}_x - x\vec{e}_y)$ gegeben, wobei F_0 eine Konstante und $r^2 = x^2 + y^2$ ist

(a) Zeigen Sie, dass der Betrag der Kraft $|F_0|$ ist und die Richtung senkrecht auf $\vec{r} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y$ steht.

(b) Gebe die z-Komponente der Rotation der Kraft an. Ist die Kraft konservativ?

(c) Welche Arbeit muss verrichtet werden, um ein Teilchen auf einer Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn in einem Radius R einmal um den Koordinatenursprung zu drehen? (Hinweis: Beachte die Richtung von $\vec{F}$ und betrachte dies als ein eindimensionales Problem)

[H19] *Radioaktiver Zerfall* **(2 Punkte)**

Das Borisotop ^{9}B ist instabil und zerfällt in ein Proton und zwei Alphateilchen. Dabei werden $4.4 \cdot 10^{-14}$ J als kinetische Energie der Zerfallsprodukte frei. Bei einem solchen Zerfall wird die Geschwindigkeit des Protons mit $6 \cdot 10^6$ m/s gemessen, wenn der Borkern anfangs in Ruhe ist. Nehmen Sie an, dass beide Alphateilchen die gleiche Energie haben. Berechnen Sie, wie schnell und in welche Richtung bezüglich des Protons sich die beiden Alphateilchen bewegen. Nehmen Sie $m_\alpha = 4m_\mathrm{p}$ an.

[H20] *Schwerpunktsbewegung* **(1 + 1 + 1 = 3 Punkte)**

(a) Zur Zeit $t_0 = 0$s befinden sich drei Körper der Massen $m_1 = 1$kg, $m_2 = 2$kg und $m_3 = 3$kg an den Orten (gemessen im Laborsystem)

$$\vec{r}_1(t_0) = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \mathrm{m}, \quad \vec{r}_2(t_0) = \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \mathrm{m}, \quad \vec{r}_3(t_0) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \mathrm{m}$$

mit den Geschwindigkeiten

$$\vec{v}_1(t_0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \mathrm{m/s}, \quad \vec{v}_2(t_0) = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \mathrm{m/s}, \quad \vec{v}_3(t_0) = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix} \mathrm{m/s}$$

Berechne den Schwerpunkt und den Gesamtimpuls des Systems.

(b) Es wirken keine äußeren Kräfte auf unsere Massen. Zur Zeit $t_1 = 3$s finden wir die ersten beiden Körper bei

$$\vec{r}_1(t_1) = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \mathrm{m}, \quad \vec{r}_2(t_1) = \begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} \mathrm{m}$$

mit den Geschwindigkeiten

$$\vec{v}_1(t_1) = \begin{pmatrix} -2 \\ -1 \\ -2 \end{pmatrix} \mathrm{m/s}, \quad \vec{v}_2(t_1) = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \mathrm{m/s}.$$

Wo erwarten wir den dritten Körper und welche Geschwindigkeit sollte er haben?

(c) Berechne den Gesamtdrehimpuls für t_0 und t_1. Was folgt daraus für die Kräfte zwischen den Körpern?

Bitte wenden!

[H21] *Schwerpunkt und reduzierte Masse* **(1 Punkt)**

Folgende Tabelle enthält die Masse, den Durchmesser und den mittleren Abstand zur Erde für Sonne, Erde und Mond. Berechne die reduzierte Masse für die Systeme Sonne – Erde und Erde – Mond. Wo liegen die Schwerpunkte der beiden Systeme? (Hinweis: Zur Berechnung des Schwerpunkts betrachte die Himmelskörper als punktförmig.)

Himmelskörper	Masse	Durchmesser	Abstand zur Erde
Sonne	$2.0 \cdot 10^{30}$kg	$1.4 \cdot 10^{6}$km	$1.5 \cdot 10^{8}$km
Erde	$6.0 \cdot 10^{24}$kg	$1.3 \cdot 10^{4}$km	0km
Mond	$7.3 \cdot 10^{22}$kg	$3.5 \cdot 10^{3}$km	$3.8 \cdot 10^{5}$km

[H22] *Inelastischer Stoß* **(1 + 1 = 2 Punkte)**

Da es uns nicht gelingt, den Eiffelturm aus Knetgummi nachzubauen, werfen wir das Knetgummi frustriert in die Ecke und treffen dabei einen an Decke und Boden durch Gummibänder befestigten Sandsack (siehe Skizze). Dieser habe Masse M und die potenzielle Energie eines Gummibandes bei einer Ausdehnung $l' > l$ sei durch $P(l') = \frac{\kappa}{2}(l' - l)^2$ gegeben. Das Knetgummi habe Masse m und rein horizontale Geschwindigkeit v.

(a) Gebe die maximale Auslenkung d des Sandsacks in Abhängigkeit von m, M, κ, l und v an.

(b) Zeige, dass die beim Aufprall freigesetzte innere Energie Q (die Differenz von $E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$ vor und nach dem Stoß) geschrieben werden kann als

$$Q = \frac{1}{2}\mu v^2.$$

Was ist dabei μ?