

Klassische Theoretische Physik I

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla

SS 2010

Blatt 1: Abgabetermin: Dienstag, der 20.04.2010, 10:00 (vor der Vorlesung)

Aufgabe 1: eindimensionale Bewegung; δ -Funktion

Gegeben sei die eindimensionale Bahn $x(t)$ eines Körpers (Masse m):

$$x(t) = \begin{cases} -t & : t < -b , \\ \frac{b}{2} + \frac{t^2}{2b} & : -b \leq t \leq b , \\ t & : t > b . \end{cases}$$

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit $v(t)$ und die Beschleunigung $a(t)$ des Körpers und skizzieren Sie $x(t)$, $v(t)$ und $a(t)$.
- Wie lautet die Kraft $F(t)$, die auf den Körper wirkt? Geben Sie $F(t)$ für den Limes $b \rightarrow 0$ an.

Betrachten Sie jetzt eine zeitabhängige Kraft der Form

$$F(t) = \sum_{i=1}^3 (-1)^i m \delta(t - i) .$$

- Berechnen und skizzieren Sie die Bahn $x(t)$ und die Geschwindigkeit $v(t)$ für die Anfangsbedingungen $x(0) = 0$ und $v(0) = 0$.
- Zu welchem Impulsübertrag führt also jeder Kraftstoß der Form $F(t) = m\delta(t)$?

(6 Punkte)

Aufgabe 2: Gravitationsfeld

Ein Körper der Masse m befindet sich in einem Gravitationsfeld. Das Kraftfeld ist gegeben durch

$$\vec{F}(\vec{r}) = -GmM \frac{\vec{r}}{r^3} .$$

- Zeigen Sie, dass $\vec{F}(\vec{r})$ als Gradientenfeld darstellbar ist, d.h. dass gilt

$$\vec{F}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}\Phi(\vec{r}) ,$$

mit einem skalaren Feld $\Phi(\vec{r})$ (siehe Vorlesung Mathematische Methoden, Kap. VI.4).

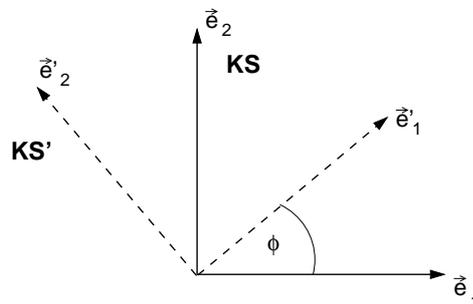
- b) Berechnen Sie dieses skalare Feld (das Gravitationspotential $\Phi(\vec{r})$). Hinweis: verwenden Sie dazu den Ansatz $\Phi(\vec{r}) = \varphi(r)$, mit $r = |\vec{r}|$.
- c) Betrachten Sie nun die Newton'sche Bewegungsgleichung

$$\vec{F}(\vec{r}) = m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2},$$

Reduzieren Sie diese Gleichung auf ein eindimensionales Problem durch die Einschränkung $\vec{r} = (x, 0, 0)$ und geben Sie die entsprechende Differentialgleichung an.

(4 Punkte)

Aufgabe 3: rotierende Bezugssysteme



Betrachten Sie, wie in der Abbildung dargestellt, ein zweidimensionales Koordinatensystem KS' , das relativ zu dem ruhenden Koordinatensystem KS mit $\phi(t) = \alpha t$ rotiert.

- a) Wie lauten die Koordinaten eines Körpers in KS' , der sich in KS am Ort $\vec{r}_0 = (1, 0)$ befindet. Berechnen sie die Kraft (Scheinkraft), welche für die Bewegung des Körpers in KS' verantwortlich zu sein scheint.
- b) Der Körper bewegt sich nun in KS auf der Bahn $\vec{r}(t) = (t, 1)$. Berechnen Sie die Bahn in KS' und die Scheinkraft.

(4 Punkte)