

## Klassische Theoretische Physik I

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla

SS 2013

**Blatt 1:** Abgabetermin: Dienstag, der 16.04.2013, 12:00

### Aufgabe 1: eindimensionale Bewegung; $\delta$ -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  $\Phi(\vec{r})$ .

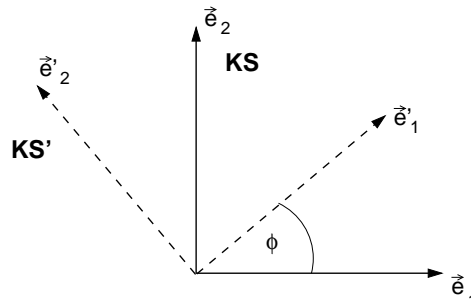
- b) Berechnen Sie dieses skalare Feld (das Gravitationspotential  $\Phi(\vec{r})$ ). Hinweis: verwenden Sie dazu den Ansatz  $\Phi(\vec{r}) = \varphi(r)$ , mit  $r = |\vec{r}|$ .
- c) Betrachten Sie nun die Newton'sche Bewegungsgleichung

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

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)