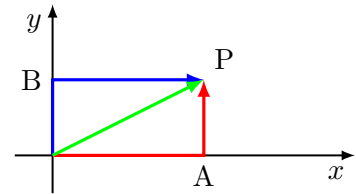


**Experimentalphysik I**  
 – Wintersemester 2019/20 –  
**Übungsblatt 3**

**Aufgabe 9 – Konservatives Kraftfeld?**

Gegeben sei das Kraftfeld  $\vec{F} = \frac{F_0}{r_0^2} \left( (y^2 - x^2)\vec{e}_x + Nxy\vec{e}_y \right)$  mit den Konstanten  $F_0$  und  $r_0$ .

- a) Berechnen Sie die Linienintegrale  $\int \vec{F} \cdot d\vec{s}$  vom Ursprung zum Punkt  $P = (x_0, y_0)$  für drei verschiedene Wege – über den Punkt  $A = (x_0, 0)$ , über den Punkt  $B = (0, y_0)$  und den direkten Weg (s. Abb.).
- b) Vergleichen Sie die drei Ergebnisse für  $N = 3$  und für  $N = 2$ . Handelt es sich bei  $\vec{F}$  um ein konservatives Kraftfeld? Berechnen Sie hierzu die Rotation von  $\vec{F}$ .
- c) Bestimmen sie für den in b) auftretenden Fall eines konservativen Kraftfeldes das Potential.



**Aufgabe 10 – Schiefe Ebene**

Betrachten sie den Aufbau aus Aufgabe 6 Mitte. Das System befindet sich zunächst im Gleichgewicht und Masse  $m_2$  auf der Höhe  $h = h_0$ . Nun wird an Masse  $m_1$  mit der Kraft  $F = F_0 \sin(\omega t)$  für  $t \in [0; \frac{2\pi}{\omega}]$  gezogen.

- a) Für welche Kraftamplitude  $F_0$  bleibt das Seil immer gespannt?

Im Folgenden sei  $F_0$  kleiner als dieser Wert.

- b) Berechnen Sie Beschleunigung, Geschwindigkeit, Wegstrecke und Höhe von Masse  $m_2$ .
- c) Welche Arbeit wird an dem System durch die Kraft  $F$  verrichtet? Berechnen Sie außerdem die Leistung  $P(t)$ .
- d) Berechnen sie die potentielle und kinetische Energie von  $m_2$ .

### Aufgabe 11 – Energiesatz der Mechanik

Betrachten Sie im dreidimensionalen Raum das Parabelpotential  $E_{\text{pot}}(\vec{r}) = E_{\text{pot}}(r) = E_0 \frac{r^2}{R^2}$  mit  $r = |\vec{r}|$  und den Konstanten  $E_0$  und  $R$ .

- Berechnen Sie die Kraft  $\vec{F}(\vec{r})$ .
- Zeigen Sie, dass  $\vec{r}(t) = \vec{r}_1 \cos \omega t + \vec{r}_2 \sin \omega t$  eine mögliche Bahn in diesem Kraftfeld ist, indem Sie  $\vec{v}(t)$  und  $\vec{a}(t)$  berechnen und das zweite Newton'sche Axiom verwenden.  
und bestimmen Sie  $\omega$ ,  $\vec{r}_1$  und  $\vec{r}_2$
- Skizzieren Sie die Bahnkurve in der  $x$ - $y$ -Ebene für die Anfangsbedingungen  $\vec{r}(0) = R\vec{e}_x$  und  $\vec{v}(0) = \frac{R}{2}\omega\vec{e}_y$ .
- Wie lauten  $\vec{v}(t)$ ,  $E_{\text{kin}}(t)$  und  $E_{\text{pot}}(t)$ ?
- Berechnen Sie die Gesamtenergie  $E(t) = E_{\text{pot}}(t) + E_{\text{kin}}(t)$ .
- Zeigen Sie anhand der Rotation von  $\vec{F}(\vec{r})$ , dass es sich hierbei um ein konservatives Kraftfeld handelt.

### Aufgabe 12 – Drehimpuls und Drehmoment

Zwei Fahrradfahrer fahren mit einer Geschwindigkeit von  $25 \text{ km h}^{-1}$  entlang eines geraden Weges nebeneinander her. Der linke Fahrer hat ein Tourenrad mit  $980 \text{ g}$  schweren Reifen, aufgezogen auf  $28$ -Zoll-Felgen. Die rechte FahrerIn hingegen hat ein Mountainbike, dessen Reifen  $910 \text{ g}$  schwer sind mit  $26$ -Zoll-Felgen. Im Folgenden seien die Speichen und Radnabe der Räder als masselos anzunehmen, das Gewicht der Felgen sei im Reifengewicht enthalten, und die Ausdehnung der Reifen sei vernachlässigbar.  $1 \text{ Zoll} = 2,54 \text{ cm}$ .

- Berechnen Sie den Drehimpuls der Reifen relativ zur Radnabe. In welche Richtung zeigt der Drehimpuls?.
- Berechnen Sie das erforderliche Drehmoment um den jeweiligen Fahrradreifen innerhalb von  $12 \text{ s}$  aus der Ruhe auf die Endgeschwindigkeit von  $25 \text{ km h}^{-1}$  gleichmäßig zu beschleunigen.  
Hinweis: Endgeschwindigkeit = Umfangsgeschwindigkeit
- Für das Drehmoment, welches der Fahrer / die FahrerIn per Pedal und Übersetzung auf die Räder ausüben muss, um die Beschleunigung aus (b) zu bewirken, spielen noch andere Beiträge eine Rolle. Welche sind das?