

Übungen zu Physik I, Präsenzübung 2

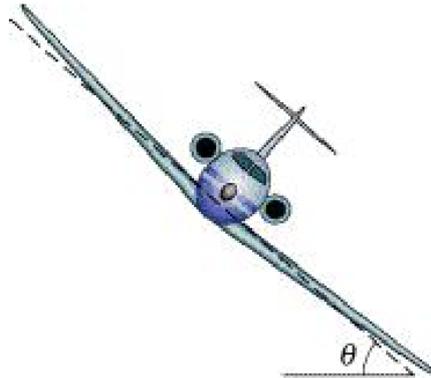
Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos

Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn

20./21. Oktober 2009

[P6] Flugzeug I

Ein Flugzeug fliegt eine Kurve und bewegt sich dabei auf einer horizontalen Kreisbahn mit einer Geschwindigkeit von 480 km/h. Wenn die Tragflächen zur Horizontalen einen Winkel von $\Theta = 40^\circ$ bilden, wie groß ist dann der Radius des beschriebenen Kreises? Gehen Sie dabei davon aus, dass die benötigte Kraft vollständig von einem aerodynamischen Auftrieb herrührt, der senkrecht zur Tragflächenebene wirkt.



[P7] Divergenz und Rotation

(a) Berechne für $r = |\vec{r}|$ und eine beliebige Funktion $f(r)$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{r}; \quad \vec{\nabla} \times \vec{r}; \quad \vec{\nabla} r; \quad \vec{\nabla} f(r).$$

(b*) Schreibe Rotation und Divergenz eines Vektorfeldes \vec{A} mit Indizes.

(c*) Es seien $f(\vec{r})$ ein Skalarfeld und $\vec{A}(\vec{r})$ ein Vektorfeld. Zeige, dass gilt

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \cdot (f\vec{A}) &= \vec{A} \cdot (\vec{\nabla} f) + f\vec{\nabla} \cdot \vec{A} \\ \vec{\nabla} \times (f\vec{A}) &= \vec{A} \times (\vec{\nabla} f) + f\vec{\nabla} \times \vec{A} \end{aligned}$$

Tipp: In Index-Schreibweise geht das besonders einfach.

(d) Das elektrische Feld einer Punktladung im Koordinatenursprung ist für $\vec{r} \neq \vec{0}$ durch

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3}$$

gegeben. Berechne die Divergenz und die Rotation des Feldes außerhalb des Koordinatenursprungs (Tipp: Verwende die Resultate aus a) und c)). Skizziere das Feld. Was würdest Du anhand der Skizze für Rotation und Divergenz bei $\vec{r} = \vec{0}$ erwarten?

[P8] Flugzeug II

Kurz nach dem Abheben verliert ein Flugzeug ein Teil des Triebwerks. Das Unglück passiert in einer Höhe von $h = 50\text{m}$, wobei das Flugzeug mit $v = 300\text{km/h}$ unter einem Winkel von $\alpha = 20^\circ$ steigt. Besteht Gefahr für den Verkehr auf der Autobahn, die senkrecht zur Flugrichtung verläuft? Die Autobahn sei $b = 50\text{m}$ breit und habe einen Abstand von $a = 300\text{m}$ in horizontaler Richtung zum Ort des Malheurs (siehe Skizze). Der Luftwiderstand sei zu vernachlässigen.

