

Blatt 3

zu bearbeiten bis: 23.11.2020

1. *Bewegung entlang einer Schraubenlinie (Helix):*

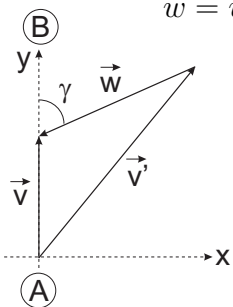
Die Bahnkurve eines Körpers, der zusätzlich zur Kreisbewegung in der  $xy$ -Ebene um den Ursprung eines rechtshändigen kartesischen Koordinatensystems (konstante Winkelgeschwindigkeit  $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ , Radius  $\rho$ ) einen Vorschub proportional zum Drehwinkel  $\varphi$  entlang der Drehachse  $z$  erfährt, ist eine Schraubenlinie. Der Winkel zwischen der Projektion des Ortsvektors  $\vec{r}$  auf die  $xy$ -Ebene und der  $x$ -Achse ist durch  $\varphi$  gegeben. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  befindet sich der Körper bei  $x = \rho, y = 0, z = 0$ , also auf der  $x$ -Achse.

- a) Geben Sie die zeitabhängige Position  $\vec{r}(t)$  des Körpers in kartesischen Koordinaten und in Zylinderkoordinaten  $(\rho, \varphi, z)$  an, und skizzieren Sie die Schraubenlinie im kartesischen Koordinatensystem.
- b) Geben Sie den zeitabhängigen Geschwindigkeitsvektor  $\vec{v}(t)$  des Körpers in kartesischen Koordinaten an.
- c) Berechnen Sie die Strecke  $s = \int_0^T |\vec{v}| dt$ , die der Körper entlang der Schraubenlinie innerhalb der Zeit  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  zurücklegt.
- d) Welchen Winkel  $\alpha$  bildet der Geschwindigkeitsvektor  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$  des Körpers mit der  $xy$ -Ebene? Der Winkel  $\alpha$  wird als Steigung der Helix bezeichnet.

2. *Galilei-Transformation - Wind und Fluggeschwindigkeit:*

Ein Flugzeug fliegt mit konstanter Reisegeschwindigkeit  $v'$  (Geschwindigkeit relativ zur umgebenden Luft) eine geradlinige Strecke zwischen zwei Punkten A und B hin- und her.

- a) Betrachten Sie zunächst den Fall, dass der Wind mit der Geschwindigkeit  $w$  genau in Flugrichtung bzw. beim Rückflug in Gegenrichtung weht. Gleicht der Gewinn an Flugzeit beim Hinflug den Verlust beim Rückflug aus? Berechnen Sie dazu die Hin- und Rückflugzeit sowie die Gesamtflugzeit. Betrachten Sie auch die Spezialfälle  $w = v', w = v'/2, w = 0$ .



- b) Wie groß ist die Hinflugzeit, wenn der Wind mit dem Winkel  $\gamma$  entgegengesetzt zur Flugrichtung bläst? Berechnen Sie zunächst die Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Flugzeugs relativ zum Boden. Berechnen Sie auch die Hinflugzeit insbesondere für Seitenwind ( $\gamma = \pi/2$ ).

3. *Spezielle Relativitätstheorie:*

In einem Teilchenbeschleuniger erreichen Elementarteilchen mit einer mittleren Lebensdauer von  $\tau = 10^{-9}$  s eine Geschwindigkeit von 99,9% der Lichtgeschwindigkeit. Berechnen Sie die mittlere Reichweite der Teilchen und vergleichen Sie diese mit der Reichweite, die die Teilchen ohne Zeitdilatation zurücklegen würden. Wie lang erscheint die im System des Beschleunigers gemessene Reichweite im Bezugssystem des Elementarteilchens?