

# E1 – Mechanik

## Übungsblatt 2

WS 2017 / 2018

Prof. Dr. Hermann Gaub, Dr. Martin Benoit und Dr. Res Jöhr

### Verständnisfragen<sup>1</sup>

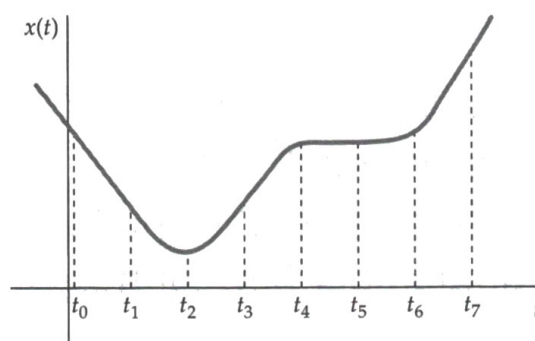
Bitte geben Sie jeweils kurze Antworten. Es sind keine ausführlichen Begründungen verlangt.

- (a) Ein Fußgänger spaziert zuerst mit einer konstanten Geschwindigkeit  $v_{AB} = 5$  m/s auf einem geradlinigen Weg von Punkt  $A$  zum Punkt  $B$  und dann wieder den gleichen Weg zurück von  $B$  nach  $A$  mit einer konstanten Geschwindigkeit  $v_{BA} = 3$  m/s. Was ist die mittlere skalare Geschwindigkeit  $\langle v \rangle$  des Fußgängers über die gesamte zurückgelegte Strecke und was ist dessen mittlere vektorielle Geschwindigkeit  $\langle \vec{v} \rangle$  über die gesamte Strecke?
- (b) Die Abbildung zeigt den Ort eines Autos in Abhängigkeit von der Zeit. An welchem der Zeitpunkte  $t_0$  bis  $t_7$  ist die Geschwindigkeit:

- (i) negativ  
 (ii) positiv  
 (iii) gleich null.

Zu welchen Zeiten  $t_i$  ist die Beschleunigung:

- (i) negativ  
 (ii) positiv  
 (iii) gleich null.



- (c) Ein Ball wird mit einer Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  senkrecht nach oben geworfen. Seine Geschwindigkeit auf halber Strecke zu seinem höchsten Punkt ist:
- (i)  $0,25v_0$   
 (ii)  $0,5v_0$   
 (iii)  $0,707v_0$   
 (iv)  $v_0$   
 (v) aus den gegebenen Informationen nicht bestimmbar.
- (d) Ein Schütze steht in gewisser Entfernung vor einem Baum, auf welchem ein Affe sitzt. Während der Schütze seinen Pfeil mit Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  und Winkel  $\alpha$  auf den Affen abschießt, lässt sich dieser fallen, wird aber trotzdem kurz bevor er auf dem Boden landet vom Pfeil getroffen. Wäre der Schütze auch erfolgreich gewesen, wenn er den Pfeil im selben Abschusswinkel aber mit doppelter oder dreifacher Geschwindigkeit abgeschossen hätte? (Nehmen Sie an, dass der Pfeil als einfacher Massenpunkt beschrieben werden kann.)

<sup>1</sup>Die Verständnisfragen sind *nicht* zum Vorrechnen gedacht (geben keinen Bonus).

### Aufgabe 1 Kollision

Ein Autofahrer, der mit der Geschwindigkeit  $v_1$  fährt, kann vor einem unerwarteten Hindernis gerade noch zum Stehen kommen. Mit welcher Restgeschwindigkeit  $v$  wäre er auf das Hindernis aufgefahren, wenn er mit der Geschwindigkeit  $v_2 > v_1$  gefahren wäre und exakt am selben Ort mit derselben (konstanten) Beschleunigung  $a$  zu bremsen begonnen hätte?

Lösen Sie die Aufgabe für allgemeine  $v_1$  und  $v_2$ . Welchen Wert erhalten Sie für  $v_1 = 40$  km/h und  $v_2 = 50$  km/h?

### Aufgabe 2 Überlagerte Kreisbewegung

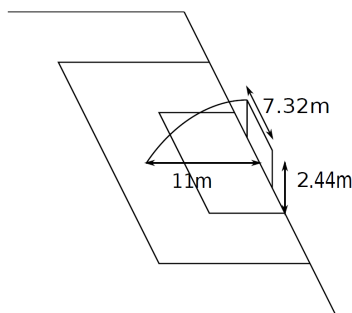
Ein Elektron beschreibt in einem homogenen Magnetfeld folgende Bahnkurve:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} r \sin(\omega t) \\ r \cos(\omega t) \\ v_z t + z_0 \end{pmatrix}$$

- Skizzieren Sie die Bahnkurve in einem kartesischen Koordinatensystem.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$  und den Betrag der Geschwindigkeit. Zeichnen Sie den Geschwindigkeitsvektor an zwei ausgewählten Punkten in Ihrer Skizze ein.
- Berechnen Sie die Beschleunigung  $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2}$  und den Betrag der Beschleunigung. Zeichnen Sie den Beschleunigungsvektor ebenfalls an zwei ausgewählten Punkten ein.
- Begründen Sie, ob eine Normal- oder Tangentialbeschleunigung vorliegt.

### Aufgabe 3 Elfmeter

Die Fußballspielerin Andrea Abseits ist im Strafraum gefoult worden und darf einen Elfmeter schießen. Sie möchte den Ball genau ins linke obere Eck platzieren. Rechnen Sie mit  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>. Unter der Annahme, dass der Ball den höchsten Punkt seiner Bahn genau an der Ecke des Tores erreicht:



- Wie lang hat der Torwart Zeit zu reagieren (wie lange braucht der Ball um das Tor zu erreichen)?
- Mit welcher absoluten Geschwindigkeit muss der Ball gespielt werden?
- Unter welchen Winkeln (horizontal und vertikal) muss der Ball gespielt werden?
- Mit welcher Geschwindigkeit und unter welchem Anstiegswinkel muss der Ball gespielt werden, damit der Torwart nur 0,5 s Zeit hat zu reagieren. Der Ball treffe wieder ins Eck, braucht aber dort *nicht* den höchsten Bahnpunkt erreichen.

**Aufgabe 4** Kreisbewegung und Newton'sche Axiome

- (a) Ein flacher Puck (Masse  $m$ ) rotiert auf einer Kreisbahn auf einem (reibungsfreien) Luftkissentisch. Er sei durch eine masselose Schnur, die durch das Mittelloch verläuft, mit einer herabhängenden Masse ( $M$ ) verbunden und wird dadurch auf seiner Umlaufbahn gehalten. Geben Sie die Umlauffrequenz  $f$  in Abhängigkeit vom Radius  $R$  und den beiden Massen an.
- (b) Berechnen Sie die Beschleunigung von  $m$  für den Fall, dass der Puck nicht rotiert.