



### Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Schreibutensilien

**Aufgabe 1:** Man unterscheidet bei der Kreisbewegung Winkelgeschwindigkeit (= überstrichener Winkel pro Zeit = Vollwinkel pro Umlaufzeit) und Bahngeschwindigkeit (welche Strecke legt der Punkt in einem Zeitintervall zurück). Bei der gleichförmigen Kreisbewegung bleibt zwar der Betrag der Bahngeschwindigkeit immer gleich, jedoch ändert sich in jedem Moment ihre Richtung. Die diese Geschwindigkeitsänderung bewirkende Beschleunigung heißt *Radialbeschleunigung*.

- 1.1. Wie groß sind die Radialbeschleunigungen absolut und im Vergleich zur Erdbeschleunigung
  - a) einer Waschmaschinentrommel beim Schleudern ( $d = 42 \text{ cm}$ ,  $f = 1400 \text{ Umdrehungen/min}$ ),
  - b) auf der Erde am Äquator in Folge der Drehung der Erde um ihre Achse,
  - c) auf der Erde auf  $45^\circ$  Breite in Folge der Drehung der Erde um ihre Achse,
  - d) in einem Formel I -Wagen, der mit einer Geschwindigkeit von  $252 \text{ km/h}$  eine Kurve mit einem Radius von  $100 \text{ m}$  durchfährt?
- 1.2. Seit den 80er Jahren des 19.Jh. ist das Hammerwerfen offizielle Leichtathletikdisziplin. Die statt eines Hammers verwendete Kugel (ein kugelförmiger Hammer wäre in handwerklichen Bereichen wohl eher ein Scherzartikel) muss exakt  $7,257 \text{ kg}$  schwer sein, mit der Länge des Drahtseils, das an einem dreieckigen Griff endet, nimmt man es nicht so genau: es darf eine Länge zwischen  $117,5$  und  $121,5 \text{ cm}$  besitzen.
  - Ein „Hammerwerfer“ schleudert die Kugel seines Sportgerätes mit dem Namen Hammer auf einer waagerechten Kreisbahn herum, wobei die Kugel  $0,5 \text{ s}$  für einen Umlauf benötigt. Der Radius der Bahn beträgt  $200 \text{ cm}$  (Arm- + Seillänge) und die Ausmaße der Kugel lassen sich demgegenüber vernachlässigen.
    - a) Welche kinetische Energie besitzt die Kugel?
    - b) Welche Zentripetalkraft muss der Hammerwerfer aufbringen, um die Kugel auf die Kreisbahn zu zwingen?
    - c) Wie groß ist die von der Zentripetalkraft bei einer Umdrehung übertragene Energie (= von der Zentripetalkraft verrichtete Arbeit)?

**Aufgabe 2:** Eine besondere Form der „Kreisbewegung“ liegt vor bei einem harmonisch schwingenden Oszillator, der auch gerne entlang einer Linie schwingen darf: Eine Schwingung, die mit der Projektion einer gleichförmigen Kreisbewegung übereinstimmt, heißt harmonisch. Aus der mathematischen Schönheit der Kreisbewegung resultiert die einfache Herleitung der Zeit-Auslenkungs-Funktion der harmonischen Schwingung (sowie – etwas anspruchsvoller – die Herleitung der Zeit-Geschw.- bzw. der Zeit-Beschl.-Fkt.).

- 2.1. Zu welchen Zeiten nach dem Nulldurchgang erreicht die Auslenkung einer harmonischen Schwingung mit  $y_{\max} = 5 \text{ cm}$  und  $f = 0,4 \text{ Hz}$  die Werte
  - a)  $y_1 = 8 \text{ mm}$
  - b)  $y_2 = 2 \text{ cm}$
  - c)  $y_3 = 4 \text{ cm}$
- 2.2. Ein harmonischer Oszillator mit  $T = 2 \text{ s}$  erreicht zur Zeit  $t = 0,4 \text{ s}$  die Amplitude  $y_{\max} = 5 \text{ cm}$ . Wie groß ist die Auslenkung  $y(0)$  und die Phase  $\phi_0$  für  $t = 0$ ? (Die Phase ist der Winkel, den die entsprechende Kreisbewegung bei  $t = 0$  schon überstrichen hat.)

Konstanten  
und  
Einheiten

- Erdbeschleunigung:  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Radius der Erde:  $r_E = 6370 \text{ km}$