



**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!)
- Wenn Sie einen Graphen mit dem GTR anfertigen, skizzieren Sie ihn bitte in der Klausur!

**Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

**Zum Aufwärmen:**

- 0.1. Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit des Sekunden-, Minuten- und Stundenzeigers einer Uhr.
- 0.2. Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und die Bahngeschwindigkeit  $v$  eines Punktes auf dem Radkranz (Durchmesser  $d = 875 \text{ mm}$ ) eines ICE 3, der mit  $330 \text{ km/h}$  fährt. Wie oft dreht sich das Rad in einer Sekunde?
- 0.3. Welche Ausdrücke für die Zentripetalkraft (auch Radialkraft genannt) sind richtig?

- a)  $F_z = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- b)  $F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$
- c)  $F_z = \frac{m \cdot \omega^2}{r}$
- d)  $F_z = m \cdot v^2 \cdot r$
- e)  $F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$
- f)  $F_z = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$

**Gravitation und Planetenbewegung:** Im Unterricht haben wir neben den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten zur Beschreibung von Kreisbewegungen auch die Keplerschen Gesetze für Planetenbewegungen kennengelernt.

- 1.1. Bestimmen Sie die Masse der Erde auf einem einfachen Weg über den mittleren Abstand des Mondes (ca.  $384000 \text{ km}$ ) und seine Umlaufzeit (ca. 27 Tage). (Tipp: Die Mondbahn ist ebenfalls näherungsweise eine Kreisbahn.)

- 1.2. Ein Astronaut ( $m_A = 75 \text{ kg}$ ) besucht den neuen Planeten. Eine mitgebrachte Waage zeigt auf dem Äquator des Planeten eine geringfügig andere Gewichtskraft an als auf dem Pol.

- a) Erläutern Sie dieses Phänomen.
- b) Berechnen Sie die Anzeige der Waage am Äquator.

- 1.3. Erde und Quaoar umrunden beide die Sonne. Die Erde braucht für eine Umrundung nur  $365,25 \text{ Tage}$ , der neue Planet wesentlich länger. Bestimmen Sie mit Hilfe der Daten von Quaoar und Erde den Abstand von Quaoar zur Sonne und die Masse der Sonne. (Falls Sie kein Ergebnis für den Abstand Quaoar-Sonne finden, rechnen Sie mit dem Wert  $r = 6,5 \cdot 10^{12} \text{ m}$  weiter.)

Neuer Planet jenseits des Pluto entdeckt



Quaoar - Illustration  
P.M.-Magazin

neue Planet besteht, es wird jedoch vermutet, dass er eine Masse von etwa  $2,5 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  besitzt. Mit Quaoar wurde zum ersten Mal seit der Entdeckung Plutos im Jahre 1930 ein Himmelskörper mit vergleichbarer Größe gefunden - ein zehnter Planet. Das Bild zeigt eine Illustration; im Foto ist Quaoar ein strukturloser Lichtpunkt.

Die Astronomen Michael Brown und Chadwick Trujillo vom California Institute of Technology (Pasadena, USA) entdeckten das lichtschwache Gebilde erst mit dem Teleskop auf dem Mount Palomar. Später nutzten sie die "Advanced Camera for Surveys" des Hubble-Weltraum-Teleskops, das den Durchmesser des Objekts bestimmen konnte. Das Objekt mit dem offiziellen Namen "2002 LM60" hat einen Durchmesser von  $1300 \text{ km}$  (mehr als die Hälfte des Pluto-Durchmessers). Seine Umlaufbahn ist fast exakt kreisförmig (im Gegensatz zu der extrem exzentrischen Bahn von Pluto), und der Planet umrundet die Sonne in  $288 \text{ Jahren}$  (Pluto:  $248 \text{ Jahre}$ ). Er dreht sich um sich selbst in  $6 \text{ Stunden}$ . Es ist noch unbekannt, aus welchem Material der



P.M.-Magazin 2002

- 1.4. Neuere Untersuchungen aus dem Jahr 2003 stellen die Hypothese auf, der Planet sei größtenteils hohl und habe nur eine Masse von etwa  $1,0 \cdot 10^{16} \text{ kg}$ . Angenommen, diese Theorie wäre richtig: Schätzen Sie ab, ob es dann möglich wäre, dass unser Astronaut aus eigener Kraft das Gravitationsfeld des Planeten verlassen kann.

**Rotation:** 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 Radial- oder Zentripetalbeschleunigung.

2.1. Wie groß sind die Radialbeschleunigungen absolut und im Vergleich zur Erdbeschleunigung

- a) auf dem Äquator der Erde in Folge der Drehung der Erde um ihre Achse,
- b) in einem Formel I -Wagen, der mit einer Geschwindigkeit von 252 km/h eine Kurve mit einem Radius von 100 m durchfährt?

2.2. 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 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 cm besitzen.

Ein „Hammerwerfer“ schleudert die Kugel seines Sportgerätes mit dem Namen Hammer auf einer waagerechten Kreisbahn herum, wobei die Kugel 0,5 s für einen Umlauf benötigt. Der Radius der Bahn beträgt 200 cm (Arm- + Seillänge) und die Ausmaße der Kugel lassen sich demgegenüber vernachlässigen.

Welche Zentripetalkraft muss der Hammerwerfer aufbringen, um die Kugel auf die Kreisbahn zu zwingen?

Konstanten  
&  
Einheiten

Siehe Formelsammlung

Viel Spaß und Erfolg!

