

4. Klausur EF (A)

Dauer: 90 Minuten (10:45 bis 12:15 Uhr)

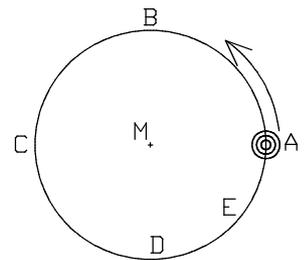
Name: www.r-krell.de

Hilfsmittel: Taschenrechner

- * *Achte auf sorgfältige Darstellung mit vollständigem, nachvollziehbarem Lösungsweg!* *
- * *Notiere bei allen Rechnungen immer erst den allgemeinen Ansatz mit Größen und setze erst dann Maßzahlen mit Einheiten(!) ein. Erläutere Ansätze und Rechenweg; spare nicht am Text* *

1 Kreisbewegungen

- a) Nenne die Namen der vier Größen T , f , ω und v und berechne ihre Werte für die Spitze eines 1,2-cm-langen Sekundenzeigers einer Armbanduhr (in SI-Einheiten).
- b) An einer Schnur wird ein Körper der Masse m gleichmäßig im Kreis herum gewirbelt. Schreibe vor die Aussagen (w)=wahr oder (f)=falsch:
 Die Zentripetalkraft F_Z ... () wird in Newton gemessen, () wächst mit der Dauer T für einen Kreisumlauf, () wächst bei Verlängerung der Schnur, () sinkt bei Vergrößerung der Masse, () ist nach innen zum Kreismittelpunkt gerichtet, () ist eine Trägheitskraft, die der mitbewegte Beobachter sieht, () wirkt nach außen, () wirkt tangential, () wächst mit dem Quadrat der Kreisfrequenz.
 Die Corioliskraft F_C ... () wird in Joule gemessen, () wird nur von einem ruhenden Beobachter außerhalb der Rotation wahrgenommen, () entsteht nur, wenn während der Rotation die Entfernung zum Mittelpunkt verändert wird, () wirkt tangential, () sorgt im Looping dafür, dass man nicht von oben runter fällt, () ist durch die tägliche Erddrehung am Äquator größer als am Nordpol.
- c) Ein Körper der Masse $m = 0,5 \text{ kg}$ wird auf der Erde an einer Schnur schnell um den Mittelpunkt M gedreht (B ist oben, D unten).
- c1) Begründe, an welcher Positionen (A, B, .. E) die Belastung der Schnur am kleinsten bzw. am größten ist.
- c2) Skizziere hier auf dem Blatt für jede Position A bis E, in welcher Richtung der Körper jeweils anfangs weg fliegt, wenn der Körper dort losgelassen wird.
- c3) Der 0,5-kg-Körper rotiert gleichmäßig mit dem Radius 0,7 m, mit $\omega = 6 \text{ 1/s}$ und der Bahngeschwindigkeit $v = 4,2 \text{ m/s}$. Berechne (1) die Bewegungsenergie des Körpers, die der Körper überall hat, sowie (2) die zusätzliche Energie (welche?), die der Körper in der Position B mehr hat als in D.

**2** Raumstation

Im Film gibt es sie schon: Eine Raumstation in Form eines Rades mit einem Radius von 50 m. Sie rotiert, sodass die Astronauten durch die Fliehkraft mit $9,81 \text{ m/s}^2$ an die Außenwand gedrückt werden und so eine künstliche „Schwer“-Kraft erfahren, wenn sie innen auf der Außenwand stehen.

- a) (1) Berechne die Schwer-(=Gewichts-)kraft einer 60-kg-Astronautin auf der Erde.
 (2) Berechne die benötigte Kreisfrequenz ω der Station, damit eine 60-kg-Astronautin dort eine Zentrifugalkraft von 588,6 N erfährt.
- b) Bei einer ähnlichen Station mit 50 m Radius hat die Außenwand eine Bahngeschwindigkeit von 22 m/s. Berechne hier die Fliehkraft auf einen Astronauten von 75 kg, der (1) fest auf der Außenwand steht, (2) mit $v_{\text{jogg}} = 3,7 \text{ m/s}$ in Drehrichtung joggt, (3) mit $v_{\text{jogg}} = 3,7 \text{ m/s}$ gegen die Drehrichtung der Raumstation joggt. (4) Beschreibe auch anschaulich die Bedeutung bzw. Auswirkung der unterschiedlichen Werte von (1) bis (3).
- c) In der Raumstation gibt es einige „Speichen“, d.h. gerade Gänge von außen zum Mittelpunkt der Station. Berechne die Corioliskraft auf einen 75-kg-Astronauten, der sich bei $\omega = 0,44 \text{ 1/s}$ in einem solchen Gang mit $v_{\text{jogg}} = 3,7 \text{ m/s}$ dem Mittelpunkt der Station nähert. Beschreibe außerdem anschaulich die Probleme, die er beim Jogging-Versuch in einem solchen Gang hätte (zwei Aspekte)!

3 Wäscheschleuder

- a) Für die Zentrifugalbeschleunigung auf einer Kreisbahn vom Radius r gelten die beiden gleichwertigen Formeln (1) $a_z = \omega^2 \cdot r$ oder (2) $a_z = \frac{v^2}{r}$.
- a1) Leite die beiden Formeln für a_z aus den angegebenen Formeln für die Fliehkraft her!
a2) Nach (1) scheint die Zentralbeschleunigung mit größerem Radius proportional zuzunehmen, während nach (2) die Zentralbeschleunigung bei größerem Radius kleiner zu werden scheint (weil a_z dort offenbar antiproportional zu r ist). Gib an, welcher Zusammenhang stimmt, und erkläre den Widerspruch.
- b) Eine Waschmaschine hat einen Trommeldurchmesser von 48 cm und kann mit (I.) 800, (II.) 1200 oder (III.) 1600 Schleudertouren (Umdrehungen pro Minute) schleudern.
- b1) Berechne die Zentrifugalbeschleunigung auf einen Wassertropfen in der Wäsche am Trommelrand für alle drei Drehzahlen (jeweils in m/s^2 sowie in Vielfachen der Erdbeschleunigung g). Gib außerdem an, wie viel größer die Zentrifugalbeschleunigung bei III. gegenüber I. ist!
- b2) Erkläre, wieso Schleudern die Wäsche trocknet, aber warum empfindliche Gewebe trotzdem höchstens mit I. (oder gar nicht) geschleudert werden sollen.

Formeln

Größen:

$$F_{Zentr} = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r}; \quad F_{Cori} = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot v \cdot \sin(\alpha); \quad W_{Hub/Lage} = m \cdot g \cdot h;$$

$$W_{Beschl/Bew} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2; \quad F = m \cdot a; \quad F_{Spann} = D \cdot s; \quad F_{Reib} = f \cdot F_{Normal}; \quad g = 9,81 \frac{m}{s^2};$$

$$u_{Kreis} = 2\pi \cdot r; \quad A_{Kreis} = \pi \cdot r^2$$

Einheiten:

$$1 \text{ Jahr} = 365 \text{ Tage}, \quad 1 \text{ Tag} = 24 \text{ h (Stunden)}, \quad 1 \text{ h} = 60 \text{ min}, \quad 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}, \quad 1 \text{ m (Meter)} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$

$$3,6 \text{ km/h} = 1 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ N (Newton)} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}; \quad 1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2};$$

$$1 \text{ W (Watt)} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$