

2. Schulaufgabe Klasse 11a

Musterlösung

M. Mai 2006

Notiztitel

09.05.2006

1. Aufgabe:

Versuch

a) Eine zentrale Bedeutung bei der Beschreibung der Kreisbewegung hat die Gleichung

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2$$

- 4 • Beschreibe die Bedeutung der einzelnen physikalischen Größen in der angegebenen Beziehung.
- 6 • Beschreibe ausführlich einen im Unterricht durchgeführten Versuch, der diese Gleichung bestätigt. (Versuchsaufbau - Versuchsdurchführung - Messungen - Auswertung)

4 b) Bei dem dargestellten Kettenkarussell kann man beobachten, dass sich die Ketten der unbesetzten Sitze unter dem gleichen Winkel α spannen, wie die der besetzten Sitze. Begründe durch eine Rechnung diese Erscheinung.



$$a) \quad F = m \cdot r \cdot \omega^2$$

✓ F Zentralkraft✓ r Radius \rightarrow Abstand der Masse zum Drehpunkt✓ m Masse der Rotationskörpers✓ ω Kreisfrequenz

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

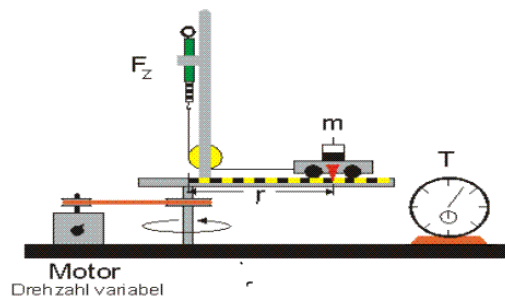
\rightarrow Umlaufdauer!
dauert!

Versuch Drehkraftgerät

- Mit Hilfe eines Motors variabler Drehzahl wird die Fahrbahn, auf der sich der Wagen der Masse m befindet, in Rotation versetzt.
- Mit Hilfe der mitrotierenden Federwaage kann die Kraft gemessen werden, die man braucht um den Wagen auf einer Kreisbahn vom Radius r bei einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit ω halten zu können:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

- Mit einer Stoppuhr wird die Umlaufdauer T des Wagens bestimmt.
- ✓ Zur Steigerung der Genauigkeit misst man z.B. die Zeit t für 10 Umdrehungen: $T = t/10$. Überlegen Sie am Ende der Versuchsauswertung, warum man gerade T besonders genau messen sollte.

**1. Versuch:**✓ Messung von F_z in Abhängigkeit von r (m und T werden konstant gehalten).**2. Versuch:**✓ Messung von F_z in Abhängigkeit von T (m und r werden konstant gehalten).**3. Versuch:**✓ Messung von F_z in Abhängigkeit von m (T und r werden konstant gehalten).

b.)

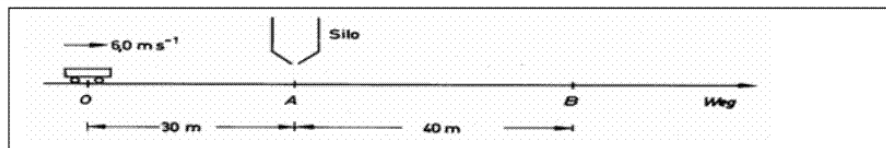
$$\tan \alpha = \frac{\text{Zentrifugalkraft}}{\text{Gewichtskraft}} = \frac{m r \omega^2}{m g} = \frac{r \cdot \omega^2}{g}$$

Die Berechnung der Winkels ist von der Masse m unabhängig

✓✓

gcd

2. Aufgabe:



Der leere Kieswagen (siehe Zeichnung) fährt zwischen O und A mit der Geschwindigkeit $6,0 \frac{m}{s}$; er hat die Masse 2000 kg . Im Punkt A fallen (schlagartig – also in vernachlässigbarer Zeit!) aus dem Silo senkrecht von oben 4000 kg Kies in den Wagen. Im Punkt B ($AB = 40 \text{ m}$) öffnet sich (wieder schlagartig) der Boden des Wagens und der Kies fällt nach unten.

- 4 a) Berechne die Geschwindigkeit des Wagens zwischen den Punkten A und B!
 4 b) Wie groß ist die Geschwindigkeit nach dem Punkt B? Begründe die Antwort ausführlich!

- a) Wenn der Kies in den Wagen fällt handelt es sich um einen unelastischen Stoß

(zwei Massen vereinigen sich und bewegen sich gemeinsam weiter!)

es gilt der Impulserhaltungssatz ✓

$$m_n \cdot v_n = (m_n + m_{\text{Kies}}) v_{\text{nachher}}$$

$$2000 \cdot 6 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 6000 \text{ kg } v_N \quad \checkmark$$

$$v_N = \frac{2000 \cdot 6}{6000} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_N = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \checkmark \checkmark$$

b) die Geschwindigkeit ändert sich dort nicht, da der Kies den Impuls „mitnimmt.“

$$\rightarrow v \text{ (nach B)} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (4)$$

3. Aufgabe:

Die Internationale Raumstation ISS umkreist die Erde in einem konstanten Abstand h in der Äquatorialebene der Erde.

- 5 a) In welchem Abstand r vom Erdmittelpunkt muss die Raumstation sein, damit ihre Umlaufzeit gleich der Umdrehungszeit der Erde ist?
(Zwischenergebnis 42100 km)
- 5 b) Wie groß ist in dieser Entfernung die Gravitationsbeschleunigung der Erde?
- 4 c) Bei der Planung der Raumstation wusste man nicht, ob die Besatzung lange Schwerelosigkeit gut verträgt. Darum wollte man ein am Rand liegendes Wohnmodul (Abstand von der Drehachse 500 m) so in Drehung versetzen, dass dort eine Beschleunigung von $9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ herrscht. Welche Umdrehungszeit wäre dazu nötig gewesen?



Erdradius 6370 km Erdmasse $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ Gravitationskonstante $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$

a) Stabilitätsbedingung

$$m r \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \quad \frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{kg s}^2} \quad \checkmark$$

$$r^3 = \frac{G \cdot M \cdot T^2}{4\pi^2}$$

$$r^3 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} (24 \cdot 60 \cdot 60)^2}{4 \pi^2} \frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

$$r^3 = 7,56 \cdot 10^{22} \text{ m}^3$$

$$r = 42\,300 \text{ km} = 4,23 \cdot 10^7 \text{ m} \quad \checkmark \checkmark$$

b.) Kraft auf einen Körper

$$m \cdot a = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

$$a = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(4,23 \cdot 10^7)^2} \frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg}}{\text{kg} \cdot \text{sec}^2 \cdot \text{m}^2}$$

$$a = 0,223 \quad \checkmark \checkmark \quad \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \checkmark$$

c) $m \cdot a = m \cdot r \cdot \omega^2$

$$\sqrt{\frac{a}{r}} = \frac{2\pi}{T}$$

$$\sqrt{\frac{r}{a}} = \frac{T}{2\pi} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{a}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{50}{g}} \quad \sqrt{\frac{\text{m}}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$T = 14,8 \text{ s} \quad \checkmark \checkmark$$

Bemerkung Wert sehr unrealistisch!!

daher wurde die Idee fallengelassen!