1.Klausur zur Physik I - SS2003

5. Juni 2003 11:00 – 12:30 Uhr

Name (Blockschrift): Sönke Müller

Matrikelnummer: 5573266

Übungsgruppe (Leiter): Neuhauser

Als Hilfsmittel für die Lösung der Aufgaben sind zugelassen:

Ein einfacher Taschenrechner für numerische Rechnungen.
Handschriftliche Notizen im Umfang von zwei Doppelseiten DINA4.
Eine Formelsammlung

Die Klausurbögen sind auch dann wieder abzugeben, wenn sie nicht bearbeitet wurden.
Die Rückseiten können für Zwischenrechnungen benutzt werden.

Aufgabe	Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punkte	30	3	2	2	3	3	4	4	3	3	3
erzielte P.	20	3	0	2	0	1	3.5	4	3	3	0.5

Aufgabe 1: Fall mit Fallschirm

Eine Kiste wird vom Flugzeug abgeworfen und fällt 200 m weit im freien Fall (Luftreibung wird vernachlässigt). Dann öffnet sich ein Fallschirm und bremst mit $-2\,\mathrm{m/s^2}$ ab. Die Kiste kommt am Boden mit einer Geschwindigkeit von $v_{Boden} = 3\,\mathrm{m/s}$ an.

a) Wie lange befindet sich die Kiste in der Luft?

b) In welcher Höhe ist sie abgeworfen worden?

a) $t_{ges} = t_{Fall} + t_{Brems}$

$$t_F = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200\,m}{9{,}81\,\frac{m}{s^2}}} = 6{,}39\,s \checkmark$$

$$t_{Brems} = \cancel{v_F - 3\frac{m}{s}} \quad \frac{v_F - 3\frac{m}{s}}{-2\frac{m}{s^2}}$$

$$v_F = t \cdot a = 6{,}386\,s \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} = 62{,}6\,\frac{m}{s} \checkmark$$

$$t_{Brems} = \frac{62{,}6\frac{m}{s} - 3\frac{m}{s}}{2\frac{m}{s^2}} \approx 29{,}8\,s \checkmark$$

Die Kiste ist 36,2 s in der Luft.

$t_{gesamt} \approx 36{,}2\,s$ ✓

b) $h = h_F + h_B$ $\quad h_F = 200\,m$

$$h_B = -\frac{1}{2} \cdot 2\frac{m}{s^2} \cdot t^2 + 62{,}6\frac{m}{s} \cdot t = -\frac{1}{2} \cdot 2\frac{m}{s^2} \cdot 29{,}8\,s + 62{,}6\frac{m}{s} \cdot 29{,}8\,s$$

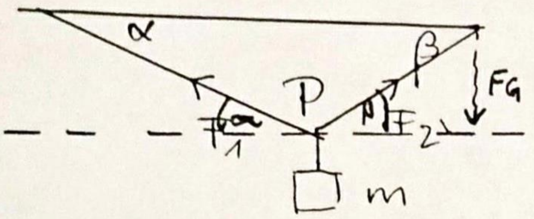
$$h_B = 977\,m$$

$$h_{tot} = 977\,m + 200\,m = 1180\,m \checkmark$$

Die Kiste wurde in 1180 m Höhe abgeworfen.

Aufgabe 2: Kräftegleichgewicht

Eine Masse m hängt in der skizzierten Weise an zwei (als masselos angenommenen) Seilen. Betrachten Sie das Kräftegleichgewicht im Punkt P und berechnen Sie daraus die Kräfte F_1 und F_2 in den Seilen in Abhängigkeit von den Winkeln α und β.



$F_{1_y} + F_{2_y} = -F_G$

$F_{2_y} = F_G \cdot \sin\beta$

$F_{1_y} = F_G \cdot \sin\alpha$

Aufgabe 3: Arbeit

Ein Gewichtsheber stemmt eine Gewichtstange von insgesamt 260 kg über seinen Kopf auf eine Höhe von 2,50 m und hält sie dort für einige Sekunden.
Ein Schausteller hebt eine Plattform mit einem Sammelsurium von schweren Gegenständen, welche zusammen 27900 N wiegen, um 1 cm an.

a) Wieviel Arbeit leistet der Gewichtsheber?

$E_{pot} = 260\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 2{,}5\,m = 6370\,J = 6{,}37\,kJ$

Er leistet die Arbeit 6,37 kJ ✓

b) Wieviel Arbeit leistet der Schausteller?

$E_{pot} = 27900\,N \cdot 0{,}01\,m = 279\,J$

Er leistet die Arbeit 279 J ✓

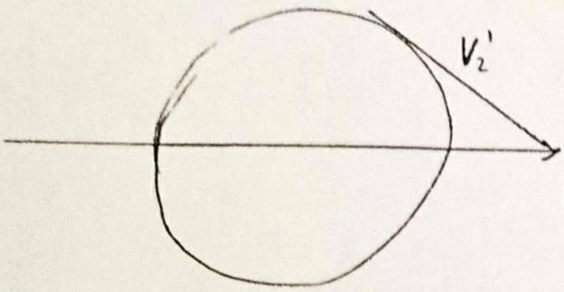
c) Wieviel Arbeit leistet der Gewichtsheber während er die Gewichte über dem Kopf hält?

Er leistet keine Arbeit, da er keine Kraft über einen Weg leistet. Es entstehen auch keine anderen Energien. $E_{pot} = mgh \quad h = 0$ ✓

Aufgabe 4: Stoß

Zwei Kugeln mit Massen m_1 und m_2 stoßen vollkommen elastisch in einem nicht zentralem Stoß zusammen. Vor dem Stoß hat m_1 die Geschwindigkeit $\vec{v}$, m_2 ist in Ruhe. Beweisen Sie: die Bewegung der beiden Kugeln verläuft nach dem Stoß genau dann senkrecht zueinander, wenn $m_1 = m_2$ gilt.

$\sin\theta_{max} = \frac{m_1}{m_2} = 1$ $\arcsin 1 = 90°$



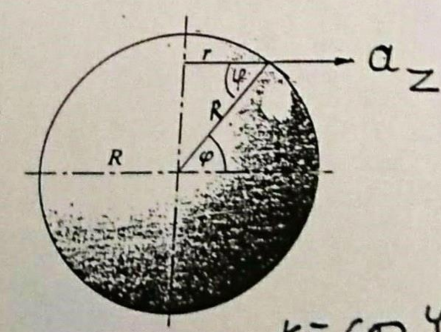
$p_2' = \frac{2m_2}{m_1+m_2} p_1 \cos\theta_2$

$m_2 =$

$m_2 V_2' = \frac{2m_2}{m_1+m_2} m_1 V_1 \cos\theta_2$

Aufgabe 5: Zentrifugalbeschleunigung

Wie gross ist die Zentrifugalbeschleunigung a_z für einen auf der Erdoberfläche liegenden Körper am 51. Breitengrad infolge der Erdumdrehung? (Sterntag = 86164 s, Erdradius = 6378 km)



a) Formel: $a_z = \omega \times (r \times \omega)$ ✓

Da $\omega \perp r$ $r \times \omega \perp \omega$

$r = \cos\varphi \cdot R$ ✓

$a_z = \omega^2 r = \frac{V^2}{r} = \frac{V^2}{\cos\varphi \cdot R}$

b) Zahl: $V = \frac{6378 \cdot 10^3 m}{86164 s} = 74{,}0 \frac{m}{s}$ f

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi R \cos\varphi}{T}$

$a_z = \frac{(74{,}0 \frac{m}{s})^2}{\cos 51° \cdot 6378 \cdot 10^3 m} = 1{,}37 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2}$ f

Aufgabe 6: Coriolisbeschleunigung

Ein Fluß fließt mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s genau nach Norden (auf der Nordhalbkugel). Wie groß ist die Coriolisbeschleunigung

a) maximal und

b) am 51. Breitengrad?

c) In welche Richtung zeigt sie?

d) In welche Richtung zeigt sie, wenn der Fluß nach Süden fließt?

a) $a_c = 2(v' \times \omega)$ ✓ maximal wenn $v' \perp \omega$ (am Nordpol) ✓

$a_c = 2(2 \cdot \frac{m}{s} \cdot \omega) = 4 \frac{m}{s} \omega = 2{,}91 \times 10^{-4} \frac{m}{s^2}$ ✓ $\omega = \frac{2\pi}{86164\,s} = 7{,}27 \cdot 10^{-5}$

b) senkrechte Komponente von v' (zu ω)

$v_\perp = \sin\varphi \, v'$

$a_c = 2 \cdot (\sin 51° \cdot 2 \frac{m}{s} \cdot 7{,}27 \cdot 10^{-5} \frac{1}{s}) = 2{,}26 \times 10^{-4}$ ✓

c) Die Coriolisbeschleunigung zeigt in Richtung Westen.

d) Falls der Fluss in die entgegengesetzte Richtung fließt, zeigt auch die Coriolisbeschleunigung in die entgegengesetzte Richtung (Osten).

Aufgabe 7: Sternkollaps

Ein in Rotation befindlicher Stern (Winkelgeschwindigkeit ω) stürzt am Ende seiner Lebenszeit in sich zusammen. Dabei wird sein Trägheitsmoment um einen Faktor 3 kleiner.

a) Welche Größe bleibt bei dem Prozeß erhalten?

Der Drehimpuls bleibt erhalten ✓

b) Wie ändert sich die Winkelgeschwindigkeit?

$L = I \cdot \omega$ $\omega = \frac{L_0}{\frac{1}{3} I_0}$ $\omega = 3\omega_0$ ✓

$\omega_0 = \frac{L_0}{I_0}$

c) Geben Sie die kinetische Energie der Rotation vor und nach dem Kollaps an.

$E_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$ $E_{rot_{vor}} = \frac{1}{2} I_0 \left(\frac{L_0^2}{I_0^2}\right) = \frac{1}{2} \frac{L_0^2}{I_0} = \frac{L_0^2}{2 I_0}$

$E_{rot_n} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} I_0 \frac{L_0^2}{(\frac{1}{3} I_0)^2} = \frac{3}{2} \frac{L_0^2}{I_0}$ 5 $= 3 \, E_{rot_{vor}}$ ✓