

# Klausur A

Datum: 02.09.2009

Dauer: 2.0 Stunden

Prüfer: Prof. Dr. M. Morgenstern

## Diplomvor-, Zwischen- und Fachprüfung in Physik

Fachrichtungen: Maschinenbau (D. und B. Sc.), Lehramt,  
Brennstoffingenieurwesen, Entsorgungsingenieurwesen, Technische  
Kommunikation, Georesourcenmanagement, Wirtschaftsingenieurwesen (B.  
Sc. FR Roh- und Werkstofftechnik, FR Maschinenbau) .

## Leistungsnachweis Physik

Fachrichtungen: Wirtschaftsingenieurwesen (D.)

---

## Aufgaben

3 Punkte pro Aufgabe ((\*): einfach, (\*\*): mittelschwer, (\*\*\*) : schwer)  
Bestanden haben Sie mit 12 Punkten ! (Gesamtpunktzahl: 36)

1. An einer langen, oben drehbar gelagerten Stange ( $m_{\text{Stange}} \simeq 0$  kg) hängt unten eine (nahezu punktförmige) Masse  $m = 20$  kg. Die Stange wird um  $10.0^\circ$  aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen. Nach  $\Delta t = 2.0$  sec ist die Masse erstmals wieder an ihrem tiefsten Punkt.  
Welche Länge  $L$  hat die Stange ? (\*)
2. An einer langen, oben drehbar gelagerten Stange ( $m_{\text{Stange}} \simeq 0$  kg) hängt unten eine (nahezu punktförmige) Masse  $m = 20$  kg. Die Stange wird um  $10.0^\circ$  aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen. Nach  $\Delta t = 2.0$  sec ist die Masse erstmals wieder an ihrem tiefsten Punkt.  
Welche Geschwindigkeit hat die Masse an Ihrem tiefsten Punkt ? (\*\*)
3. An einer langen, oben drehbar gelagerten Stange ( $m_{\text{Stange}} \simeq 0$  kg) hängt unten eine (nahezu punktförmige) Masse  $m = 20$  kg. Die Stange wird um  $10.0^\circ$  aus der Ruhelage ausgelenkt und losgelassen. Nach  $\Delta t = 2.0$  sec ist die Masse erstmals wieder an ihrem tiefsten Punkt. Nach  $\Delta T = 5.0$  min beträgt die Amplitude der gedämpften Schwingung nur noch  $7.0^\circ$ .  
Wie groß ist die Amplitude 10 min nachdem die Stange losgelassen wurde ? (\*\*)
4. Die Phasengeschwindigkeit für Querwellen einer Gitarrensaite betrage  $v_p = 600$  m/s. Die Saite sei zwischen ihren fixierten Auflagepunkten  $L = 1.00$  m lang. Durch Anschlagen der Saite werden Schallwellen verschiedener Frequenz erzeugt.  
Wie groß ist die Frequenz, die am nächsten bei  $f = 700$  Hz liegt ? (\*)

5. Eine eingespannte Saite habe eine Eigenfrequenz von  $f_0 = 100$  Hz. Die Saite werde nacheinander durch Schallwellen der Frequenzen  $f_1 = 100$  Hz,  $f_2 = 200$  Hz und  $f_3 = 300$  Hz zu Schwingungen angeregt. Alle drei Schallwellen haben die gleiche Druckamplitude. Die Amplitude der Saitenschwingung bei Anregung mit  $f_1$  betrage  $A_1 = 5.0$  cm und bei Anregung mit  $f_2$   $A_2 = 0.20$  cm.  
Wie groß ist die Amplitude bei  $f_3$  ? (\*\*\*)
6. Eine ungedämpfte Kreiswelle wird in einem Wasserbecken erzeugt. Im Abstand  $d_1 = 10.0$  cm vom Erzeugungspunkt hat die Kreiswelle eine Amplitude von  $A_1 = 5.0$  mm.  
Wie groß ist die Amplitude im Abstand  $d_2 = 30.0$  cm vom Erzeugungspunkt ? (\*)
7. In einem Auto von  $M = 600$  kg (Masse ohne Räder) sitzen 4 Insassen mit jeweils  $m = 80$  kg. Sie fahren über eine wellige Straße mit Wellenlänge  $\lambda = 10.0$  m. Bei einer Geschwindigkeit von  $v = 20$  m/s schwingt das auf Federn (Stoßdämpfern) auf seinen Rädern gelagerte Auto am stärksten.  
Um wieviel cm hebt sich das Auto, wenn die 4 Insassen aussteigen ? (\*\*\*)
8. Von einem Menschen auf dem Mond, der 385.000 km von der Erde entfernt ist, werde ein Funksignal zur Erde gesendet. Wie lange braucht das Signal bis zur Erde ? (\*)
9. Ein Mikroskop bestehe aus 2 Linsen die im Abstand  $D = 10.0$  cm voneinander entfernt sind. Das zu vergrößernde Objekt mit Durchmesser  $G_1 = 0.100$  cm befinde sich  $g_1 = 1.00$  cm vor der ersten Linse mit Brennweite  $f_1 = 0.90$  cm. Die zweite Linse habe eine Brennweite  $f_2 = 1.10$  cm.  
Wie groß ist das durch die 2. Linse betrachtete Bild des Objektes ? (\*\*\*)
10. Auf einem langen Seil bewegen sich 2 Wellen  $s_i(x, t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x + \rho_i)$  ( $i=1,2$ ) gleicher Frequenz  $\omega$  und Amplitude  $A = 4.0$  cm sowie Phasenverschiebungen  $\rho_1 = 0$  und  $\rho_2 = \pi/2$  in die gleiche Richtung.  
Wie groß ist die Amplitude der Schwingung an einem beliebigen Ort ? (\*\*)
11. Ein Düsenflugzeug, das in  $h = 5.0$  km Höhe parallel zum Erdboden und geradlinig direkt über einen Beobachter hinwegfliegt wird erstmals von dem Beobachter gehört, als er das Flugzeug unter einem Winkel von  $45.0^\circ$  relativ zum Erdboden beobachtet.  
Wie schnell fliegt das Flugzeug ? (\*)
12. Ein auf beiden Seiten offenes Rohr erzeugt beim Anblasen einen Ton mit Grundfrequenz (niedrigste Frequenz)  $f_0 = 100$  Hz.  
Welche Grundfrequenz bekommt man, wenn man das Rohr unten verschließt ? (\*)

## Konstanten, Materialparameter

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum:  $v_p = 3.0 \cdot 10^8$  m/s

Schallgeschwindigkeit in Luft:  $v_p = 330$  m/s ( $T = 273$  K)

Erdbeschleunigung:  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>

## Formeln

Additionstheorem:  $\cos(x) + \cos(y) = 2 \cdot \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$

Geschwindigkeit eindimensional:  $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$

Kreisfrequenz Federpendel:  $\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$

Kreisfrequenz Pendel:  $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}$

Periodendauer:  $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$

Kinetische Energie:  $E_{\text{kin}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$

Potentielle Energie im Schwerfeld der Erde:  $E_{\text{pot}} = mgh$

Bahnkurve eines Pendels:  $x(t) = \alpha_0 \cdot L \cdot \cos(\omega t + \rho)$

Phasengeschwindigkeit:  $v_p = \lambda \cdot f$

Eigenfrequenzen von 2 gekoppelten Pendeln:  $\omega_1 = \sqrt{g/L}$ ,  $\omega_2 = \sqrt{g/L + 2D/m}$

Amplitude gedämpfte Schwingung:  $A(t) = A_0 \cdot \exp(-t/\tau)$

eindimensionaler Dopplereffekt:  $f_E = \frac{|v_p - v_E|}{|v_p - v_Q|} \cdot f_Q$

Öffnungswinkel Machkegel:  $\sin \alpha = \frac{v_p}{v_Q}$

Amplitude Kreiswelle:  $A(r) = \frac{\alpha}{\sqrt{r}}$

Amplitude Kugelwelle:  $A(r) = \frac{\alpha}{r}$

Amplitude angeregte Schwingung:  $A(\omega) = \frac{\alpha}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2/\tau^2}}$  ( $1/\tau = \gamma/m$ )

Abbildungsgleichungen:  $1/f = 1/g + 1/b$   $B/G = b/g$

Öffnungswinkel Beugung am Spalt:  $\sin \alpha = \lambda/d$

Brechungsgesetz:  $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_{p,1}}{v_{p,2}} = \frac{n_2}{n_1}$

Bedingung destruktive Interferenz:  $\Delta x = (2n - 1) \cdot \lambda/2$

Bedingung konstruktive Interferenz:  $\Delta x = n \cdot \lambda$

stehende Wellen: a) 2 offene oder 2 geschlossene Enden:  $L = n \cdot \lambda/2$

b) 1 offenes und 1 geschlossenes Ende:  $L = (2n - 1) \cdot \lambda/4$