



Studiengang	Wirtschaftsingenieurwesen
Fach	Physik
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	WI-PHY-P12-070512
Datum	12.05.2007

Bezüglich der Anfertigung Ihrer Arbeit sind folgende Hinweise verbindlich:

- Verwenden Sie ausschließlich das vom Aufsichtsführenden **zur Verfügung gestellte Papier**, und geben Sie sämtliches Papier (Lösungen, Schmierzettel und nicht gebrauchte Bögen) zum Schluss der Klausur wieder bei Ihrem Aufsichtsführenden ab. Eine nicht vollständig abgegebene Klausur gilt als nicht bestanden.
- Beschriften Sie jeden Bogen mit Ihrem **Namen und Ihrer Immatrikulationsnummer**. Lassen Sie bitte auf jeder Seite 1/3 ihrer Breite als Rand für Korrekturen frei, und nummerieren Sie die Seiten fortlaufend. Notieren Sie bei jeder Ihrer Antworten, auf welche Aufgabe bzw. Teilaufgabe sich diese bezieht.
- Die Lösungen und Lösungswege sind in einer für den Korrektanten **zweifelsfrei lesbaren Schrift** abzufassen. Korrekturen und Streichungen sind eindeutig vorzunehmen. Unleserliches wird nicht bewertet.
- Bei numerisch zu lösenden Aufgaben ist außer der Lösung stets der **Lösungsweg anzugeben**, aus dem eindeutig hervorzugehen hat, wie die Lösung zustande gekommen ist.
- Zur Prüfung sind bis auf Schreib- und Zeichenutensilien ausschließlich die nachstehend genannten Hilfsmittel zugelassen. Werden **andere als die hier angegebenen Hilfsmittel verwendet oder Täuschungsversuche** festgestellt, gilt die Prüfung als nicht bestanden und wird mit der Note 5 bewertet.

Bearbeitungszeit:	90 Minuten
Anzahl Aufgaben:	– 7 –
Höchstpunktzahl:	– 100 –

Hilfsmittel :
HFH-Taschenrechner
Studienbriefe, keine Aufgabensammlung
Formelsammlung

Vorläufiges Bewertungsschema:

Punktzahl		Note	
von	bis einschl.		
95	100	1,0	sehr gut
90	94,5	1,3	sehr gut
85	89,5	1,7	gut
80	84,5	2,0	gut
75	79,5	2,3	gut
70	74,5	2,7	befriedigend
65	69,5	3,0	befriedigend
60	64,5	3,3	befriedigend
55	59,5	3,7	ausreichend
50	54,5	4,0	ausreichend
0	49,5	5,0	nicht ausreichend

Viel Erfolg!

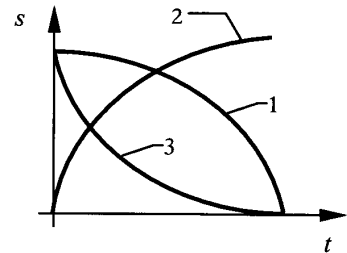
Aufgabe 1 **insg. 20 Punkte**

In jeder der nachfolgenden Teilaufgaben **1.1 bis 1.10** ist jeweils **eine** der drei Aussagen richtig. Kreuzen Sie die nach Ihrer Meinung **richtige** Antwort an.

Beachten Sie: Mehrfachankreuzungen innerhalb einer Teilaufgabe sind **nicht** statthaft. Bei Nichtbeachtung wird die gesamte Teilaufgabe mit Null Punkten bewertet.

1.1 Ein PKW fährt mit $v = \text{const} = 20 \text{ m/s}$. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird er mit $a = \text{const}$ bis zum Stillstand abgebremst.

Das entsprechende Weg-Zeit-Diagramm entspricht der rechts abgebildeten Kurve



2

- 1.
- 2.
- 3.

1.2 Zwei Mannschaften ziehen gegeneinander an einem Seil (Tauziehen). Mannschaft 1 zieht mit $F = 10 \text{ kN}$ nach rechts, Mannschaft 2 zieht mit $F = 10 \text{ kN}$ nach links. Die Kräfte sind „gleichstark“.

Das Seil wird belastet mit

- 10 kN
- 20 kN
- 0 kN.

2

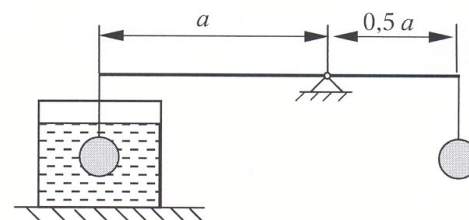
1.3 Ein Körper bewegt sich mit $v = \text{const}$ auf einer Kreisbahn. Seine Bewegung

- ist unbeschleunigt.
- ist beschleunigt, weil sich die Richtung der Geschwindigkeit stets ändert.
- erfordert pro Umlauf die Arbeit = Zentripetalkraft mal Kreisumfang.

2

1.4 An jedem Ende eines ideal gelagerten masselosen Balkens hängt jeweils eine gleiche Kugel (Masse, Dichte und Volumen gleich). Die linke Kugel taucht vollständig in eine unbekannte Flüssigkeit ein. Das rechts skizzierte System befindet sich im Gleichgewicht.

Es gilt: Die Dichte der Flüssigkeit ist



2

- doppelt so groß wie die der Kugel.
- genau so groß wie die der Kugel
- halb so groß wie die der Kugel.

- 1.5 Aceton ist als chemisches Lösungsmittel besser geeignet als Wasser, weil 2
- Aceton schneller verdunstet als Wasser.
 - mit Aceton chemische Reaktionen mit Oberflächenstoffen erfolgen.
 - die Grenzflächenenergie gegenüber Luft von Aceton kleiner als die von Wasser ist.
- 1.6 Das Manometer an einer mit Gas gefüllten Stahlflasche zeigt genau 5000 hPa an. Es herrscht ein Luftdruck von genau 1000hPa. 2
- Der Gasdruck in der Stahlflasche beträgt 6000 hPa.
 - Der Gasdruck in der Stahlflasche beträgt 5000 hPa.
 - Der Gasdruck in der Stahlflasche beträgt 4000 hPa.
- 1.7 Ein menschliches Auge sieht von einem 500 °C heißen Stahl keine Glühfarbe, weil 2
- für das menschliche Auge erst Strahler einer Temperatur größer 600 °C sichtbar sind.
 - Stahl dieser Temperatur keine Wellen abstrahlt.
 - die Strahlungsintensität zu niedrig ist.
- 1.8 Eine quadratische Leiterschleife dreht sich mit einer Winkelgeschwindigkeit ω in einer Frequenz in einem homogenen Magnetfeld. Am Abgriff der Leiterschleife wird die Spannung gemessen. 2
- eine sinusförmige Spannung gemessen.
 - eine rechteckige Spannung gemessen.
 - eine Rechteckspannung gemessen.
- 1.9 Ein leuchtender Gegenstand befindet sich außerhalb der doppelten Brennweite einer Sammellinse und wird durch diese auf einer Leinwand scharf abgebildet. Es entsteht ein 2
- virtuelles Bild.
 - ein aufrechtstehendes, verkleinertes reelles Bild.
 - auf dem Kopf stehendes, verkleinertes reelles Bild.
- 1.10 Die Masse der Sonne nimmt kontinuierlich ab, weil 2
- durch eine Kettenreaktion (wie bei der Atombombe) schwere Kerne in leichtere zerfallen und dabei Energie freisetzen.
 - durch die Kernfusion und den dabei entstehenden Massendefekt Bindungsenergie freigesetzt wird.
 - durch den Zerfall der im wesentlichen in der Sonne vorkommenden Atome infolge der Halbwertszeit Masseverlust eintritt.

Bitte beantworten Sie diese Fragen auf dem Arbeitsblatt.

Aufgabe 2**insg. 7 Punkte**

Aus einem Flugzeug heraus soll Düngemittel auf ein Feld abgeworfen werden. Das Flugzeug fliegt mit konstanter Geschwindigkeit in einer Höhe von $h = \text{const.} = 100 \text{ m}$. Die Abwurfmarkierung steht 250 m vor dem Feldrand. Wenn das Flugzeug senkrecht über dieser Markierung ist, soll das Düngemittel freigegeben werden.

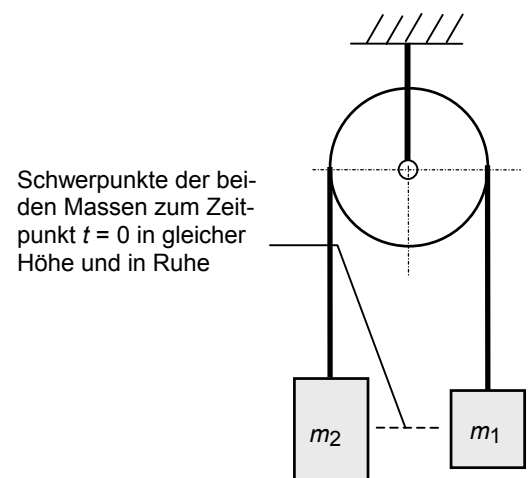
Berechnen Sie die Geschwindigkeit in km/h, mit der das Flugzeug beim Zielflug fliegen muss, damit das Auftreffen des Düngemittel **am Feldrand** beginnt.

Aufgabe 3**insg. 16 Punkte**

An jedem Ende eines Seils, das über eine feste Rolle läuft, ist eine Masse befestigt; rechts die Masse m_1 , links die Masse m_2 mit $m_1 = 100 \text{ kg}$ und $m_2 > m_1$ (siehe Skizze).

Zum Zeitpunkt $t = 0$, an dem beide Massenschwerpunkte die gleiche Höhe und die Geschwindigkeit $v = 0$ haben, wird die bis dahin blockierte Rolle entriegelt. Nach 1 Sekunde haben die Massenschwerpunkte einen Höhenunterschied von 200 cm. Reibung wird vernachlässigt. Die Rolle wird masselos angenommen.

Berechnen Sie die Masse m_2 .

**Aufgabe 4****insg. 15 Punkte**

Eine stillstehende Stahlscheibe (Masse $m = 4 \text{ kg}$; Durchmesser $D = 30 \text{ cm}$) ist in ihrer Kreismittelpunktsachse ideal gelagert.

An dieser Stahlscheibe greift jetzt genau 0,6 Sekunden lang eine Umfangskraft $F_U = 150 \text{ N}$ an.

Berechnen Sie die daraus folgende Drehfrequenz n (Umdrehungen pro Minute) der Scheibe.

Aufgabe 5**insg. 19 Punkte**

Ein ungedämpft harmonisch schwingender Körper (Schwinger) soll jeweils 0,2 Sekunden nach Durchfahren seiner Nulllage (Mittelpunktslage) 60 % seines Maximalausschlages (seiner Amplitude) erreichen.

- 5.1 Berechnen Sie die Frequenz f , mit der dieser Schwinger schwingen muss. **13**
- 5.2 Berechnen Sie die Maximalgeschwindigkeit v_{\max} dieses Schwingers, wenn seine Amplitude 5 cm beträgt. **6**

Hinweis:

Sollten Sie in Teilaufgabe 5.1 zu keinem Ergebnis kommen, rechnen Sie bitte mit einer Frequenz von 0,5 Hz.

Aufgabe 6**insg. 13 Punkte**

500 kg Aluminium mit einer Ausgangstemperatur von 20 °C sollen in einer Zeit von 20 Minuten geschmolzen werden.

Berechnen Sie die erforderliche Leistung P des Schmelzofens bei einem Wirkungsgrad von 80 %.

Gegebene Werte:

spezifische Wärmekapazität von Aluminium: $c_{\text{Al}} = 0,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Schmelztemperatur von Aluminium: $T_{\text{SAl}} = 660 \text{ °C}$

spezifische Schmelzwärme von Aluminium: $q_{\text{Al}} = 397 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Aufgabe 7**insg. 10 Punkte**

Aus einer Glühkatode in einer Elektronenröhre treten Elektronen aus. Der Abstand zwischen Katode und Anode beträgt 20 mm, die Spannung zwischen Katode und Anode (Anodenspannung) beträgt 400 V Gleichspannung.

Berechnen Sie die Beschleunigung a , die auf ein Elektron wirkt, das gerade aus der Katode ausgetreten ist.

Gegebene Werte:

Masse eines Elektrons: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Elementarladung: $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung
Physik am 12.05.2007
Wirtschaftsingenieurwesen
WI-PHY-P12 – 070512

Für die Bewertung und Abgabe der Prüfungsleistung sind folgende Hinweise verbindlich:

- Die Vergabe der Punkte nehmen Sie bitte so vor, wie in der Korrekturrichtlinie ausgewiesen. Eine summarische Angabe von Punkten für Aufgaben, die in der Korrekturrichtlinie detailliert bewertet worden sind, ist nicht gestattet.
- Nur dann, wenn die Punkte für eine Aufgabe nicht differenziert vorgegeben sind, ist ihre Aufschlüsselung auf die einzelnen Lösungsschritte Ihnen überlassen.
- Stoßen Sie bei Ihrer Korrektur auf einen anderen richtigen als den in der Korrekturrichtlinie angegebenen Lösungsweg, dann nehmen Sie bitte die Verteilung der Punkte sinngemäß zur Korrekturrichtlinie vor.
- Rechenfehler sollten grundsätzlich nur zur Abwertung des betreffenden Teilschrittes führen. Wurde mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weitergerechnet, so erteilen Sie die hierfür vorgesehenen Punkte ohne weiteren Abzug.
- Ihre Korrekturhinweise und Punktbewertung nehmen Sie bitte in einer zweifelsfrei lesbaren Schrift vor.
- Die von Ihnen vergebenen Punkte und die daraus sich gemäß dem nachstehenden Notenschema ergebende Bewertung tragen Sie in den Klausur-Mantelbogen sowie in das Formular „Klausurergebnis“ (Ergebnisliste) ein.
- Gemäß der Diplomprüfungsordnung ist Ihrer Bewertung folgendes Bewertungsschema zugrunde zu legen:

Punktzahl		Note	
von	bis einschl.		
95	100	1,0	sehr gut
90	94,5	1,3	sehr gut
85	89,5	1,7	gut
80	84,5	2,0	gut
75	79,5	2,3	gut
70	74,5	2,7	befriedigend
65	69,5	3,0	befriedigend
60	64,5	3,3	befriedigend
55	59,5	3,7	ausreichend
50	54,5	4,0	ausreichend
0	49,5	5,0	nicht ausreichend

- Die korrigierten Arbeiten reichen Sie bitte spätestens bis zum

30. Mai 2007

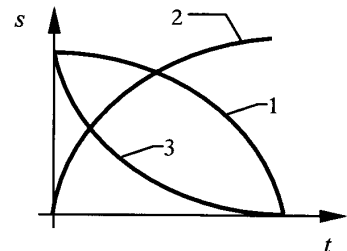
in Ihrem Studienzentrum ein. Dies muss persönlich oder per Einschreiben erfolgen. Der angegebene Termin ist **unbedingt** einzuhalten. Sollte sich aus vorher nicht absehbaren Gründen ein Terminüberschreitung abzeichnen, so bitten wir Sie, dies unverzüglich dem Prüfungsamt unserer Hochschule anzuzeigen (Tel. 040 / 35094311 bzw. birgit.hupe@hamburger-fh.de).

Lösung 1 **insg. 20 Punkte**

Beachten Sie: Mehrfachankreuzungen innerhalb einer Teilaufgabe waren **nicht** statthaft. Bei Nichtbeachtung ist die gesamte Teilaufgabe mit Null Punkten zu bewerten.

1.1 Ein PKW fährt mit $v = \text{const} = 20 \text{ m/s}$. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird er mit $a = \text{const}$ bis zum Stillstand abgebremst.

Das entsprechende Weg-Zeit-Diagramm entspricht der rechts abgebildeten Kurve



2

- 1.
- 2.
- 3.

1.2 Zwei Mannschaften ziehen gegeneinander an einem Seil (Tauziehen). Mannschaft 1 zieht mit $F = 10 \text{ kN}$ nach rechts, Mannschaft 2 zieht mit $F = 10 \text{ kN}$ nach links (die Mannschaften sind „gleichstark“).

Das Seil wird belastet mit einer Zugkraft von

- 10 kN.
- 20 kN.
- 0 kN.

2

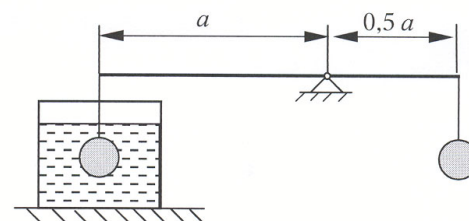
1.3 Ein Körper bewegt sich mit $v = \text{const}$ auf einer Kreisbahn. Seine Bewegung

- ist unbeschleunigt.
- ist beschleunigt, weil sich die Richtung der Geschwindigkeit stets ändert.
- erfordert pro Umlauf die Arbeit = Zentripetalkraft mal Kreisumfang.

2

1.4 An jedem Ende eines ideal gelagerten masselosen Balkens hängt jeweils eine gleiche Kugel (Masse, Dichte und Volumen gleich). Die linke Kugel taucht vollständig in eine unbekannte Flüssigkeit ein. Das rechts skizzierte System befindet sich im Gleichgewicht.

Es gilt: Die Dichte der Flüssigkeit ist



2

- doppelt so groß wie die der Kugel.
- genau so groß wie die der Kugel
- halb so groß wie die der Kugel.

- 1.5** Aceton ist als chemisches Lösungsmittel besser geeignet als Wasser, weil **2**
- Aceton schneller verdunstet als Wasser.
 - mit Aceton chemische Reaktionen mit Oberflächenstoffen erfolgen.
 - die Grenzflächenenergie gegenüber Luft von Aceton kleiner als die von Wasser ist.
- 1.6** Das Manometer an einer mit Gas gefüllten Stahlflasche zeigt genau 5000 hPa an. Es herrscht ein Luftdruck von genau 1000hPa. **2**
- Der Gasdruck in der Stahlflasche beträgt 6000 hPa.
 - Der Gasdruck in der Stahlflasche beträgt 5000 hPa.
 - Der Gasdruck in der Stahlflasche beträgt 4000 hPa.
- 1.7** Ein menschliches Auge sieht von einem 500 °C heißen Stahl keine Glühfarbe, weil **2**
- für das menschliche Auge erst Strahler einer Temperatur größer 600 °C sichtbar sind.
 - Stahl dieser Temperatur keine Wellen abstrahlt.
 - die Strahlungsintensität zu niedrig ist.
- 1.8** Eine quadratische Leiterschleife dreht sich mit einer konstanten Drehfrequenz in einem homogenen Magnetfeld. Am Abgriff der Leiterschleife wird **2**
- eine sinusförmige Wechselspannung gemessen.
 - eine Gleichspannung gemessen.
 - eine Rechteckspannung gemessen.
- 1.9** Ein leuchtender Gegenstand befindet sich außerhalb der doppelten Brennweite einer Sammellinse und wird durch diese auf einer Leinwand scharf abgebildet. **2**
Es entsteht ein
- virtuelles Bild.
 - ein aufrechtstehendes, verkleinertes reelles Bild.
 - auf dem Kopf stehendes, verkleinertes reelles Bild.
- 1.10** Die Masse der Sonne nimmt kontinuierlich ab, weil **2**
- durch eine Kettenreaktion (wie bei der Atombombe) schwere Kerne in leichtere zerfallen und dabei Energie freisetzen.
 - durch die Kernfusion und den dabei entstehenden Massendefekt Bindungsenergie freigesetzt wird.
 - durch den Zerfall der im wesentlichen in der Sonne vorkommenden Atome infolge der Halbwertszeit Masseverlust eintritt.

Lösung 2 vgl. SB 1, Kap. 2.2.2 insg. 7 Punkte

Es handelt sich um einen **waagerechten** Wurf mit den Werten:

Abwurfhöhe $h = 100 \text{ m}$ und Wurfweite $w_w = 250 \text{ m}$.

Aus Gl. (2.32) folgt: $w_w = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 2

Umstellung nach v_0 ergibt: $v_0 = w_w \sqrt{\frac{g}{2h}}$ 2

Einsetzen der Werte liefert

$$v_0 = w_w \sqrt{\frac{g}{2h}} = 250 \text{ m} \sqrt{\frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot 100 \text{ m}}} = 55,37 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$
 3

Das Flugzeug muss mit 200 km/h an die Abwurfmarkierung heranfliegen.

Lösung 3 vgl. SB 1, Kap. 2.1.2 und 3.1 insg. 16 Punkte

Gegebene Werte: $m_1 = 100 \text{ kg}$ und $m_2 > m_1$: nach $t = 1 \text{ s}$ Abstand $\Delta h = 2 \text{ m}$

Mit $m_2 > m_1$ folgt, dass sich m_1 nach oben und m_2 nach unten bewegt. 1

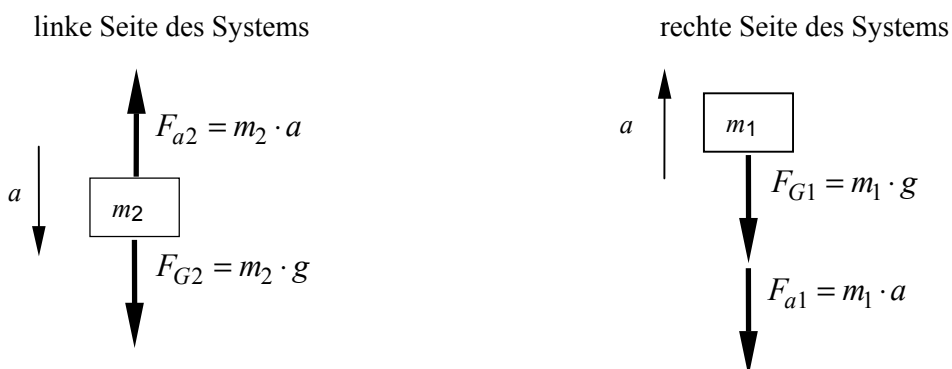
Aus der Massendifferenz entsteht eine resultierende Kraft ($F_{G2} > F_{G1}$), d. h., **beide** Massen bewegen sich **beschleunigt** mit dem **gleichen** Beschleunigungswert. 1

Für den Weg jeder der beiden Massen gilt nach Gl. (2.9): $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$. 1

Mit $s = \frac{\Delta h}{2} = 1 \text{ m}$ (Weg jeder Masse in $t = 1 \text{ s}$) folgt. 2

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ s}^2} = 2 \text{ ms}^{-2}$$
 2

Das Kräftegleichgewicht ergibt sich unter Beachtung der Trägheitskräfte F_{a1} und F_{a2} , die der Beschleunigungsrichtung entgegengesetzt wirken (siehe Skizze):



je 2, max. 4

Betrachtung der Kräftegleichgewichte rechts/links:

$$m_2 \cdot g - m_2 \cdot a = m_1 \cdot g + m_1 \cdot a$$

$$m_2 \cdot (g - a) = m_1 \cdot (g + a)$$

Umstellen nach m_2 liefert:

$$m_2 = \frac{g + a}{g - a} \cdot m_1 = \frac{9,81 + 2}{9,81 - 2} \cdot 100 \text{ kg} = 151,2 \text{ kg}.$$

Die Masse m_2 beträgt ca. 151 kg.

2

1

2

Lösung 4

vgl. SB 1, Kap. 2.3 und SB 2, Kap. 1.1 / 2.2

insg. 15 Punkte

gegeben:

$$m = 4 \text{ kg}; D = 0,3 \text{ m } [R = 0,15 \text{ m}]; F_U = 150 \text{ N}; \Delta t = 0,6 \text{ s}$$

Die Umfangskraft F_U erzeugt ein Drehmoment $M_T = F_U \cdot R$ (2), welches im Gleichgewicht zum Drehmoment der Scheibe $M = J \cdot a_\varphi$ (Tabelle 2,1, SB 2) (2) steht.

4

$$\text{Gl. (2.37), SB 1 liefert: } a_\varphi = \frac{\omega}{\Delta t}$$

1

$$\text{Gl. (2.35), SB 1 liefert: } \omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

1

$$\text{Gl. (2.11), SB 2 liefert: } J = \frac{m}{2} R^2 \text{ (Trägheitsmoment der Scheibe)}$$

1

Gleichsetzen von M_T und M liefert:

$$F_U \cdot R = \frac{m}{2} R^2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{\Delta t} \text{ (2) und weiter } F_U = \frac{\pi \cdot m \cdot R \cdot n}{\Delta t} \text{ (1).}$$

3

$$\text{Umformung ergibt: } n = \frac{F_U \cdot \Delta t}{\pi \cdot m \cdot R}.$$

2

Einsetzen der Werte liefert:

$$n = \frac{150 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \cdot 0,6 \text{ s}}{\pi \cdot 4 \text{ kg} \cdot 0,15 \text{ m}} = \frac{150}{\pi} \text{ s}^{-1} = 47,7 \text{ s}^{-1} \approx 2865 \text{ min}^{-1}.$$

3

Die Scheibe rotiert nach 0,6 s mit einer Drehfrequenz von 2865 min^{-1} .

Lösung 5

vgl. SB 3, Kap. 1.1

insg. 19 Punkte**5.1 Frequenz**

gegeben:

nach $t = 2 \text{ s}$ hat der Schwinger $0,6x_{\max}$ erreichtAus Gl. (1.3) folgt für $\Phi_0 = 0$

$$x(t) = x_0 \cdot \sin(\omega \cdot t), \quad (\text{I})$$

2

wobei $x_0 = x_{\max}$.

Aus der Aufgabenstellung folgt

$$x(0,2 \text{ s}) = 0,6x_{\max} \quad \text{bzw.} \quad \frac{x(0,2 \text{ s})}{x_{\max}} = 0,6 \quad (\text{II})$$

2

Nach Gl. (1.8) gilt: $\omega = 2\pi \cdot f$.

1

Aus (I) folgt durch Umformung und unter Berücksichtigung von (II):

$$\frac{x(t)}{x_{\max}} = \sin(\omega \cdot t) = \sin(2\pi \cdot f \cdot t) = 0,6.$$

3

Anwendung der arcsin-Funktion liefert:

$$2\pi \cdot f \cdot t = \arcsin 0,6.$$

2

Umstellen nach der Frequenz f und Einsetzen der Werte liefert.

$$f = \frac{\arcsin 0,6}{2\pi \cdot 0,2 \text{ s}} = 0,512 \text{ Hz}.$$

3

Beachte:Das Argument der arcsin-Funktion muss als **Bogenmaß** interpretiert werden.

Der Körper schwingt mit rund 0,5 Hz.

5.2 Maximalgeschwindigkeit

gegeben:

$$f = 0,512 \text{ Hz}; \quad x_0 = x_{\max} = 5 \text{ cm}$$

Bilden der 1. Ableitung von Gl. (1.3) nach der Zeit t bzw. Gl. (1.4) mit $\Phi_0 = 0$ liefert:

$$v = \frac{dx}{dt} = x_0 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t).$$

2

Diese Funktion wird maximal bei $\cos(\omega \cdot t) = 1$.

1

Daraus folgt

$$v_{\max} = x_0 \cdot \omega = x_0 \cdot 2\pi \cdot f = 5 \text{ cm} \cdot 2\pi \cdot 0,512 \text{ Hz} = 16,08 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

3

Der Körper hat eine Maximalgeschwindigkeit von ca. 16 cm/s.

Mit $f = 0,5 \text{ Hz}$ wird $v_{\max} = 15,7 \text{ cm/s}$.

Lösung 6

vgl. SB 3, Kap. 2

insg. 13 Punkte

gegeben:

$$m_{\text{Al}} = 500 \text{ kg}; T = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta t = 20 \text{ min} = 1200 \text{ s};$$

$$c_{\text{Al}} = 0,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}; T_{\text{SAl}} = 660 \text{ }^\circ\text{C}; q_{\text{Al}} = 397 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \eta = 0,8 \text{ (Wirkungsgrad)}$$

Berechnung der Wärmemengen ohne Beachtung des Wirkungsgrades:

1. 500 kg Aluminium von 20 °C auf 660 °C (um 640 K) erwärmen:

$$\begin{aligned} Q_1 &= m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot \Delta T \\ &= 500 \text{ kg} \cdot 0,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 640 \text{ K} \\ &= 288.000 \text{ kJ} \end{aligned}$$

3

2. 500 kg Aluminium schmelzen:

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_{\text{Al}} \cdot q_{\text{Al}} \\ &= 500 \text{ kg} \cdot 397 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ &= 198.500 \text{ kJ} \end{aligned}$$

3

Die Gesamtwärmemenge, die aufzubringen ist, beträgt $Q_{\text{ges}} = Q_1 + Q_2 = 486.500 \text{ kJ}$.

2

Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades von $\eta = 0,8$ folgt ($1 \text{ kJ} = 1 \text{ kWs}$):

$$Q_{\text{erf}} = \frac{Q_{\text{ges}}}{0,8} = 608.125 \text{ kWs}.$$

2

Leistung des Schmelzofens:

$$P = \frac{Q_{\text{erf}}}{\Delta t} = \frac{608.125 \text{ kWs}}{1200 \text{ s}} = 506,8 \text{ kW} \approx 0,5 \text{ MW}$$

3

Die erforderliche Leistung des Schmelzofens beträgt rund 0,5 MW.

Lösung 7

vgl. SB 3, Kap. 3.1

insg. 10 Punkte

gegeben:

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; d = 20 \text{ mm}; q = e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}; U = 400 \text{ V}$$

Wirkt ein elektrisches Feld auf ein Elektron mit der Elementarladung e entsteht eine Kraft $F = m_e \cdot a$ (2), welche die Masse m_e des Elektrons beschleunigt.

2

Aus Gl. (3.4) folgt: $F = q \cdot E$ (mit $q = e$).

2

Aus Gl. (3.7) folgt: $E = \frac{U}{d}$.

2

Somit ergibt sich:

$$a = \frac{F}{m_e} = \frac{e \cdot E}{m_e} = \frac{e \cdot U}{m_e \cdot d}$$

1

Einsetzen der Werte liefert:

$$a = \frac{e \cdot U}{m_e \cdot d} = \frac{1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 400 \text{ V}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \approx 3,52 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

3

Das Elektron wird mit ca. $3,5 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$ beschleunigt.