



Studiengang	Wirtschaftsingenieurwesen
Fach	Physik
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	WI-PHY-P12-030531
Datum	31.05.2003

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 Blätter) 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
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 Körper wird schräg nach oben geworfen unter einem Winkel $\varphi < 90^\circ$. **2 Pkte**

- Seine Wurfweite ist nur von der Abwurfgeschwindigkeit abhängig.
- Seine Steighöhe ist nur von der Abwurfgeschwindigkeit abhängig.
- Die Wurfweite kann durch zwei verschiedene Winkel φ erreicht werden.

1.2 Die Gravitationskraft zwischen Sonne und Erde ist **2 Pkte**

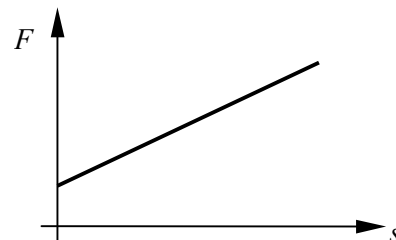
- Sonne und Erde ziehen sich gegenseitig mit gleicher Kraft an.
- Die Erde zieht die Sonne stärker an, weil sie die größere Masse hat.
- Sonne und Erde ziehen sich nicht an, weil die Entfernung voneinander zu hoch ist.

1.3 Ein vorwärtsfahrender PKW bremst auf einer ansteigenden Straße. Das Kräftegleichgewicht dazu lautet: **2 Pkte**

- Trägheitskraft + Hangabtriebskraft + Reibkraft = 0.
- Trägheitskraft = Hangabtriebskraft + Reibkraft.
- Hangabtriebskraft = Trägheitskraft + Reibkraft.

1.4 Dargestellt ist das s - F -Diagramm einer Feder. Es handelt sich **2 Pkte**

- um eine progressiv wirkende Feder.
- um eine degressiv wirkende Feder
- um eine vorgespannte Feder:



1.5 Der Durchmesser eines Torsionsstabs (Vollzylinder) wird um 10 % vergrößert. Der Verdrehwinkel beim Auftreten eines gleichen Drehmoments wird dadurch **2 Pkte**

- um ca. 10 % kleiner.
- um ca. 10 % größer.
- um ca. 32 % kleiner.

- 1.6** Ein Körper wird in einem Schwimmbassin untergetaucht. Der Tauchdruck auf diesem Körper ist abhängig von **2 Pkte**
- der Fläche des Körpers.
 - der Tauchtiefe.
 - von der Größe des Bassins (vom Volumen des im Bassin befindlichen Wassers).
- 1.7** Die Periodendauer eines mathematischen Pendels soll sich halbieren. Dazu muss man **2 Pkte**
- die Pendellänge auf 70,7 % verringern.
 - die Pendellänge vierteln.
 - die Pendellänge halbieren.
- 1.8** Mit einer Sammellinse wird ein Gegenstand scharf abgebildet. Der Gegenstand befindet sich innerhalb der einfachen Brennweite. Es entsteht **2 Pkte**
- ein virtuelles, aufrechtstehendes, vergrößertes Bild.
 - ein virtuelles, aufrechtstehendes, verkleinertes Bild.
 - ein reelles, umgekehrtes, vergrößertes Bild.
 - ein reelles, umgekehrtes, verkleinertes Bild.
- 1.9** Die elektrische Leitfähigkeit eines Halbleiters **2 Pkte**
- nimmt mit steigender Temperatur ab.
 - nimmt mit steigender Temperatur zu.
 - ist von der Temperatur unabhängig.
- 1.10** Die Masse der Sonne nimmt kontinuierlich ab, weil **2 Pkte**
- 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.

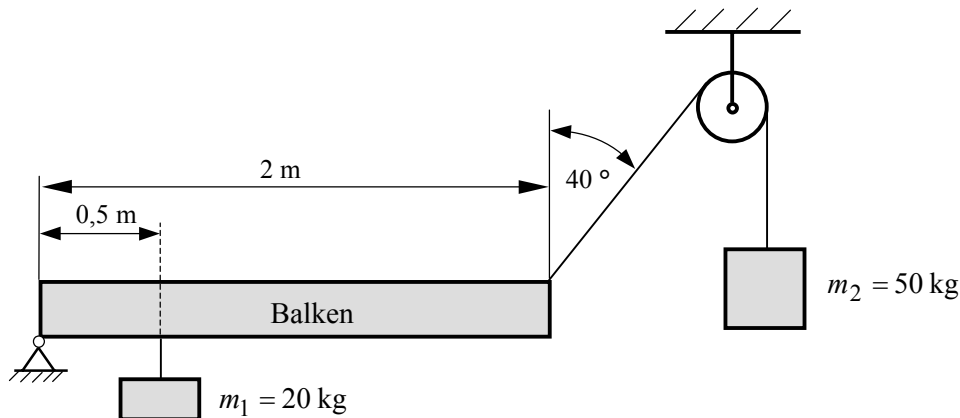
Bitte beantworten Sie diese Fragen auf dem Arbeitsblatt.

Aufgabe 2**insg. 12 Punkte**

Ein Balken ist am Festlager drehbar gelagert. Im Abstand von 0,5 m von diesem Drehpunkt hängt an einem Seil die Masse m_1 . An einem über eine feste Rolle laufenden Seil ist die Masse m_2 befestigt.

Das abgebildete System befindet sich im **Gleichgewicht**. Es gilt $g = 10 \text{ m/s}^2$; Reibung und Seilgewichte werden vernachlässigt.

Berechnen Sie die Masse m_B des Balkens.

**Aufgabe 3****insg. 16 Punkte**

Ein Stein S_1 wird aus 10 m Höhe fallen gelassen. Ein zweiter Stein S_2 wird aus gleicher Höhe 0,5 Sekunden später mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 15 \text{ m/s}$ senkrecht nach unten geworfen. Es gilt $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ und Luftreibung wird vernachlässigt.

- 3.1 Berechnen Sie die Auftreffgeschwindigkeiten der beiden Steine. **8 Pkte**
- 3.2 Berechnen Sie die Fallzeiten der beiden Steine. **4 Pkte**
- 3.3 Stellen Sie die beiden Geschwindigkeitsverläufe in einem v - t -Diagramm maßstabsgerecht grafisch dar. **4 Pkte**

Aufgabe 4**insg. 12 Punkte**

Ein Holzbalken (Länge $l = 2 \text{ m}$; Breite $b = 0,5 \text{ m}$; Höhe $h = 0,2 \text{ m}$; Dichte $\rho_H = 700 \text{ kg/m}^3$) schwimmt in einer unbekanntenen Flüssigkeit.

Nachdem auf den Balken eine Masse M von 70 kg gestellt wurde, taucht er genau vollständig in die Flüssigkeit ein.

Berechnen Sie die Dichte ρ_{Fl} der Flüssigkeit.

Aufgabe 5**insg. 13 Punkte**

5 kg Wasser von 20 °C werden auf einer Herdplatte der Leistung $P = \text{const} = 2 \text{ kW}$ erhitzt.

Nach genau 60 Minuten sind 2,0 kg des Wassers verdampft.

Berechnen Sie den Wirkungsgrad η des Systems.

Gegebene Konstanten:

- spezifische Wärme von Wasser: $c_W = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$,
- Verdampfungswärme von Wasser: $v_W = 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Hinweis:

Der Wirkungsgrad η bezeichnet das Verhältnis von abgegebener zu zugeführter Leistung ($P_{\text{ab}} / P_{\text{zu}}$) und die Leistung wird allgemein als die auf die Zeit t bezogene Arbeit W definiert.

Aufgabe 6**insg. 17 Punkte**

Beim Billardspiel wird eine bis dahin ruhende Kugel außermittig mit einem Queue (das ist der „Billardstock“) angestoßen. Nach dem Anstoßen bewegt sich die Kugel mit einer Geschwindigkeit von 1,2 m/s, wobei sie gleichzeitig mit einer Drehfrequenz von $n_K = 5 \text{ s}^{-1}$ rotiert.

Berechnen Sie über einen **Energieansatz** die Geschwindigkeit v_Q des Queues im Moment des Anstoßes unter der Annahme, dass 30 % der Queue-Energie beim Stoß verloren gehen.

Gegebene Daten:

- Kugel: Masse $m_K = 220 \text{ g}$; Durchmesser $d_K = 60 \text{ mm}$,
- Queue: Masse $m_Q = 500 \text{ g}$

Für die Berechnung der Rotationsenergie gilt $W_{\text{rot}} = \frac{J}{2} \omega^2$.

Aufgabe 7**insg. 10 Punkte**

Aus einer Glühkatode in einer Elektronenröhre treten Elektronen aus. Der Abstand zwischen Katode und Anode beträgt 12 mm, die Anodenspannung beträgt 250 Volt.

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

Gegebene Daten:

Masse eines Elektrons $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; Elementarladung $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Name, Vorname

**Tragen Sie bitte oben Ihren Namen und in das Arbeitsblatt Ihre Lösungen ein,
und geben Sie dieses Blatt in jedem Fall zusammen mit Ihren übrigen Arbeitsbögen ab.**

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 Körper wird schräg nach oben geworfen unter einem Winkel $\varphi < 90^\circ$. **2 Pkte**

- Seine Wurfweite ist nur von der Abwurfgeschwindigkeit abhängig.
- Seine Steighöhe ist nur von der Abwurfgeschwindigkeit abhängig.
- Die Wurfweite kann durch zwei verschiedene Winkel φ erreicht werden.

1.2 **2 Pkte**

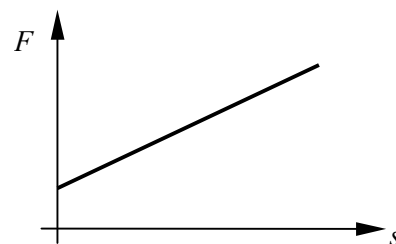
- Sonne und Erde ziehen sich mit der gleichen Kraft an.
- Die Sonne zieht die Erde stärker an, weil sie die größere Masse hat.
- Sonne und Erde ziehen sich nicht an, weil die Entfernung voneinander zu hoch ist.

1.3 Ein vorwärtsfahrender PKW bremst auf einer ansteigenden Straße. Das Kräftegleichgewicht dazu lautet: **2 Pkte**

- Trägheitskraft + Hangabtriebskraft + Reibkraft = 0.
- Trägheitskraft = Hangabtriebskraft + Reibkraft.
- Hangabtriebskraft = Trägheitskraft + Reibkraft.

1.4 Dargestellt ist das s - F -Diagramm einer Feder. Es handelt sich **2 Pkte**

- um eine progressiv wirkende Feder.
- um eine degressiv wirkende Feder
- um eine vorgespannte Feder:



1.5 Der Durchmesser eines Torsionsstabs (Vollzylinder) wird um 10 % vergrößert. Der Verdrehwinkel beim Auftreten eines gleichen Drehmoments wird dadurch **2 Pkte**

- um ca. 10 % kleiner.
- um ca. 10 % größer.
- um ca. 32 % kleiner.

- 1.6** Ein Körper wird in einem Schwimmbassin untergetaucht. Der Tauchdruck auf diesem Körper ist abhängig von **2 Pkte**
- der Fläche des Körpers.
 - der Tauchtiefe.
 - von der Größe des Bassins (vom Volumen des im Bassin befindlichen Wassers).
- 1.7** Die Periodendauer eines mathematischen Pendels soll sich halbieren. Dazu muss man **2 Pkte**
- die Pendellänge auf 70,7 % verringern.
 - die Pendellänge vierteln.
 - die Pendellänge halbieren.
- 1.8** Mit einer Sammellinse wird ein Gegenstand scharf abgebildet. Der Gegenstand befindet sich innerhalb der einfachen Brennweite. Es entsteht **2 Pkte**
- ein virtuelles, aufrechtstehendes, vergrößertes Bild.
 - ein reelles, auf dem Kopf stehendes, vergrößertes Bild.
 - ein virtuelles, aufrechtstehendes, verkleinertes Bild.
- 1.9** Die elektrische Leitfähigkeit eines Halbleiters **2 Pkte**
- nimmt mit steigender Temperatur ab.
 - nimmt mit steigender Temperatur zu.
 - ist von der Temperatur unabhängig.
- 1.10** Die Masse der Sonne nimmt kontinuierlich ab, weil **2 Pkte**
- 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.



Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung
Physik am 31.05.2003
Wirtschaftsingenieurwesen
WI-PHY-P12 – 030531

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

18. Juni 2003

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 Ihrem Studienzentrenleiter anzuzeigen.

Lösung 1**insg. 20 Punkte**

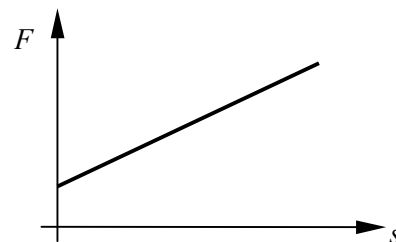
Beachten Sie: Mehrfachankreuzungen innerhalb einer Teilaufgabe waren **nicht** statthaft. Bei Nichtbeachtung ist die gesamte Teilaufgabe mit Null Punkten zu bewerten.

- 1.1** Ein Körper wird schräg nach oben geworfen unter einem Winkel $\varphi < 90^\circ$. (2 Pkte)
- Seine Wurfweite ist nur von der Abwurfgeschwindigkeit abhängig.
 - Seine Steighöhe ist nur von der Abwurfgeschwindigkeit abhängig.
 - Die Wurfweite kann durch zwei verschiedene Winkel φ erreicht werden.

- 1.2** (2 Pkte)
- Sonne und Erde ziehen sich mit der gleichen Kraft an.
 - Die Sonne zieht die Erde stärker an, weil sie die größere Masse hat.
 - Sonne und Erde ziehen sich nicht an, weil die Entfernung voneinander zu hoch ist.

- 1.3** Ein vorwärtsfahrender PKW bremst auf einer ansteigenden Straße. Das Kräftegleichgewicht dazu lautet: (2 Pkte)
- Trägheitskraft + Hangabtriebskraft + Reibkraft = 0. (**richtig für Vektoren**)
 - Trägheitskraft = Hangabtriebskraft + Reibkraft. (**richtig für Beträge von Kräften**)
 - Hangabtriebskraft = Trägheitskraft + Reibkraft.

- 1.4** Dargestellt ist das s - F -Diagramm einer Feder. Es handelt sich (2 Pkte)
- um eine progressiv wirkende Feder.
 - um eine degressiv wirkende Feder
 - um eine vorgespannte Feder:



- 1.5** Der Durchmesser eines Torsionsstabs (Vollzylinder) wird um 10 % vergrößert. Der Verdrehwinkel beim Auftreten eines gleichen Drehmoments wird dadurch (2 Pkte)
- um ca. 10 % kleiner.
 - um ca. 10 % größer.
 - um ca. 32 % kleiner.

- 1.6** Ein Körper wird in einem Schwimmbassin untergetaucht. Der Tauchdruck auf diesem Körper ist abhängig von (2 Pkte)
- der Fläche des Körpers.
 - der Tauchtiefe.
 - von der Größe des Bassins (vom Volumen des im Bassin befindlichen Wassers).
- 1.7** Die Periodendauer eines mathematischen Pendels soll sich halbieren. Dazu muss man (2 Pkte)
- die Pendellänge auf 70,7 % verringern.
 - die Pendellänge vierteln.
 - die Pendellänge halbieren.
- 1.8** Mit einer Sammellinse wird ein Gegenstand scharf abgebildet. Der Gegenstand befindet sich innerhalb der einfachen Brennweite. Es entsteht (2 Pkte)
- ein virtuelles, aufrechtstehendes, vergrößertes Bild.
 - ein reelles, auf dem Kopf stehendes, vergrößertes Bild.
 - ein virtuelles, aufrechtstehendes, verkleinertes Bild.
- 1.9** Die elektrische Leitfähigkeit eines Halbleiters (2 Pkte)
- nimmt mit steigender Temperatur ab.
 - nimmt mit steigender Temperatur zu.
 - ist von der Temperatur unabhängig.
- 1.10** Die Masse der Sonne nimmt kontinuierlich ab, weil (2 Pkte)
- 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. 1.1 und 3.1** **insg. 12 Punkte**

Für die Gewichtskraft gilt nach Gl. (3.5) aus SB 1

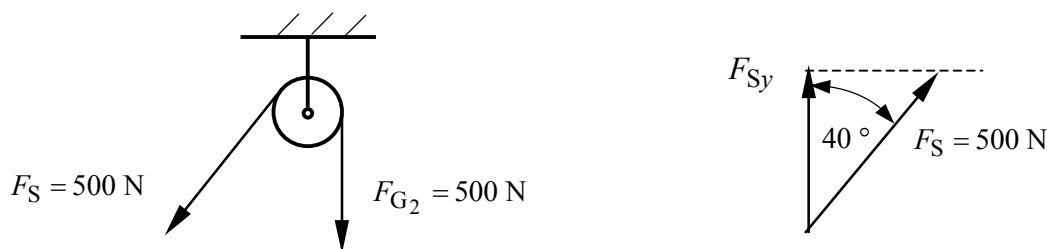
$$F_G = m \cdot g . \tag{1 Pkt}$$

Mit $g = 10 \text{ m/s}^2$ folgt für die Masse $m_2 = 50 \text{ kg}$ eine Gewichtskraft von $F_{G_2} = 500 \text{ N}$. (1 Pkt)

Daraus folgt für die Seilkraft $F_S = 500 \text{ N}$ (siehe Abb. links). (1 Pkt)

Die senkrechte Komponente der Seilkraft F_{Sy} (siehe Abb. rechts) ergibt sich aus:

$$\cos 40^\circ = \frac{F_{Sy}}{F_S} \rightarrow F_{Sy} = F_S \cdot \cos 40^\circ = 383 \text{ N} . \tag{2 Pkte}$$



Mit $g = 10 \text{ m/s}^2$ folgt für die Masse $m_1 = 20 \text{ kg}$ eine Gewichtskraft von $F_{G_1} = 200 \text{ N}$. (1 Pkt)

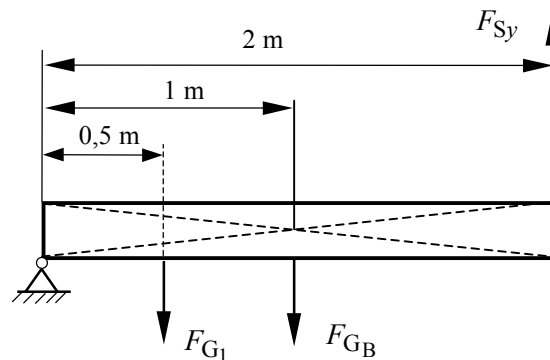
Unter Beachtung der Gleichgewichtsbedingungen folgt für das System (siehe Abb. unten):

$$F_{G_1} \cdot 0,5 \text{ m} + F_{G_B} \cdot 1 \text{ m} = F_{Sy} \cdot 2 \text{ m} . \tag{3 Pkte}$$

Somit folgt für die Gewichtskraft des Balkens:

$$F_{G_B} = 2F_{Sy} - 0,5 \cdot F_{G_1} = 2 \cdot 383 \text{ N} - 100 \text{ N} = 666 \text{ N} . \tag{2 Pkte}$$

Der Balken hat somit eine Masse von 66,6 kg. (1 Pkt)



Lösung 3**vgl. SB 1, Kap. 2.1.3****insg. 16 Punkte**Gegeben: $h = 10 \text{ m}$, $v_0 = 15 \text{ m/s}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ **3.1 Auftreffgeschwindigkeiten der beiden Steine:****8 Pkte**

Für den freien Fall des ersten Steins folgt nach Gl. (2.20) aus SB 1:

$$v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 14,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (3 \text{ Pkte})$$

Für die Auftreffgeschwindigkeit des zweiten Steines (gleichmäßig beschleunigte Bewegung)

(3 Pkte)gilt die Beziehung $v_2 = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$.

Diese Beziehung wurde zur Lösung der Aufgaben 2.1 – 2.3 im SB 1 verwendet bzw. kann wie folgt hergeleitet werden (vgl. Aufgabensammlung, S. 31):

Es gilt das Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz $v = v_0 + a \cdot t$ [Gl. (2.6)].

$$\text{Daraus folgt } t = \frac{v - v_0}{a}. \quad (1)$$

$$\text{Es gilt auch das Weg-Zeit-Gesetz [Gl. (2.10)] } s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2. \quad (2)$$

Einsetzen von (1) in (2) und Umformung liefert:

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} \Rightarrow 2 \cdot a \cdot s = v^2 - v_0^2 \Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s.$$

Daraus folgt $v = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s}$ und für den senkrechten Wurf nach unten die obige Formel.

Somit ergibt sich:

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{15^2 + 2 \cdot 9,81 \cdot 10} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (2 \text{ Pkte})$$

3.2 Fallzeiten der beiden Steine**4 Pkte**

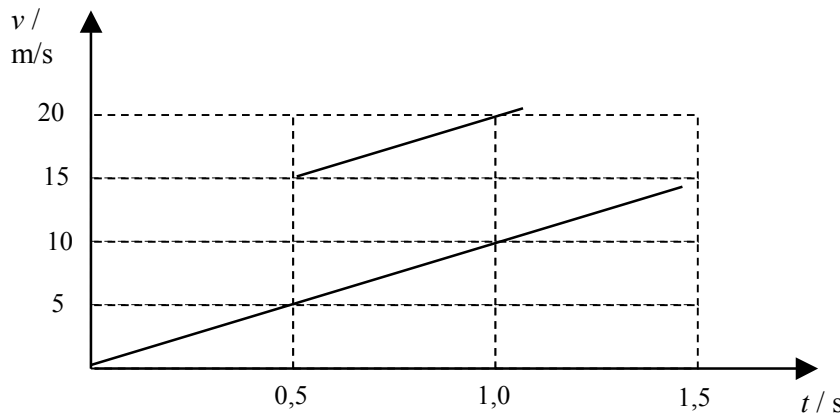
$$t_1 = \frac{v_1}{g} = \frac{14 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,43 \text{ s} \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$t_2 = \frac{\Delta v}{g} = \frac{v_2 - v_0}{g} = \frac{(20,52 - 15) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,56 \text{ s} \quad (2 \text{ Pkte})$$

3.3 Geschwindigkeitsverläufe

4 Pkte

Stein 2 trifft nach $(0,5 + 0,56) = 1,06$ s auf.



(Skalierung 2 Pkte, je richtigem Verlauf 1 Pkt)

Lösung 4

vgl. SB 2, Kap. 4.2.1

insg. 12 Punkte

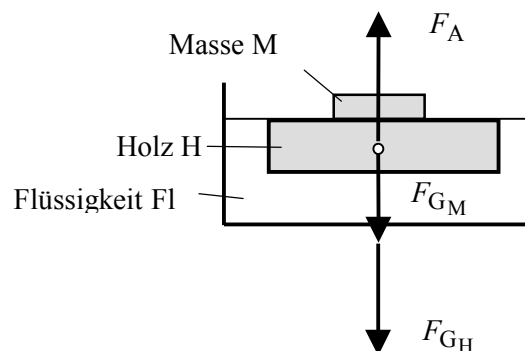
Gegeben: $l = 2$ m ; $b = 0,5$ m ; $h = 0,2$ m ; $\rho_H = 700$ kg/m³ , $m_M = 70$ kg

Mit der allgemeinen Formel der Dichte $\rho = \frac{m}{V}$ und mit dem Volumen des Holzbalkens

$$V_H = (2 \cdot 0,5 \cdot 0,2) \text{ m}^3 = 0,2 \text{ m}^3 \tag{1 Pkt}$$

folgt für die Masse des Balkens:

$$m_H = \rho_H \cdot V_H = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,2 \text{ m}^3 = 140 \text{ kg} . \tag{2 Pkte}$$



Aus dem Kräfteansatz (vgl. obige Skizze) folgt für die Auftriebskraft F_A :

$$F_A = F_{G_M} + F_{G_H} . \tag{2 Pkte}$$

Mit Gl. (4.8) aus SB 2 ergibt sich somit $\rho_{F1} \cdot g \cdot V_{vF1} = g(m_H + m_M)$, wobei V_{vF1} das Volumen der verdrängten Flüssigkeit bezeichnet. (1 Pkt)

Weil das Holz völlig untertaucht gilt $V_{\text{vFl}} = V_{\text{H}}$. Somit folgt: (1 Pkt)

$$\rho_{\text{Fl}} \cdot V_{\text{H}} = m_{\text{H}} + m_{\text{M}} \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$\rho_{\text{Fl}} = \frac{m_{\text{H}} + m_{\text{M}}}{V_{\text{H}}} = \frac{(140 + 70) \text{ kg}}{0,2 \text{ m}^3} = 1050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}. \quad (3 \text{ Pkte})$$

Die unbekannte Flüssigkeit hat eine Dichte von $1,05 \text{ g/cm}^3$.

Lösung 5

vgl. SB 3, Kap. 2.2

insg. 13 Punkte

Gegeben: $c_{\text{W}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, $v_{\text{W}} = 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $m_{\text{W}} = 5 \text{ kg}$ (Wasser)

$m_{\text{D}} = 2 \text{ kg}$ (Dampf), $P = \text{const} = 2 \text{ kW}$, $t = 3600 \text{ s}$

Aufgenommene Wärmen (Q_{auf}) in diesem Prozess sind:

Q_1 : 5 kg Wasser von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $100 \text{ }^\circ\text{C}$ erwärmen

$$Q_1 = m_{\text{W}} \cdot c_{\text{W}} \cdot \Delta T \quad \text{mit } \Delta T = 80 \text{ K} \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$Q_1 = 5 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot 80 \text{ K} = 1676 \text{ kJ} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Q_2 : Verdampfen von $m_{\text{D}} = 2 \text{ kg}$ Wasser

$$Q_2 = m_{\text{D}} \cdot v_{\text{W}} \quad (v_{\text{W}} \text{ Verdampfungswärme von Wasser}) \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$Q_2 = 2 \text{ kg} \cdot 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 4514 \text{ kJ} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Somit ergibt sich $Q_{\text{auf}} = Q_1 + Q_2 = 6190 \text{ kJ}$. (1 Pkt)

Abgegebene Wärme (Q_{ab}) in diesem Prozess ist:

Q_{ab} : Wärmemenge aus $P = 2000 \text{ W}$ in 3600 Sekunden (60 Minuten)

$$Q_{\text{ab}} = P \cdot t \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$Q_{\text{ab}} = 2 \text{ kW} \cdot 3600 \text{ s} = 7200 \text{ kJ} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Aus $\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}}$ und $P = \frac{W}{t}$ folgt $\eta = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{zu}}}$, dabei entspricht die abgegebene Arbeit der aufgenommenen Wärme ($W_{\text{ab}} = Q_{\text{auf}}$) und die zugeführte Arbeit der abgegebenen Wärme ($W_{\text{zu}} = Q_{\text{ab}}$). (2 Pkte)

Daraus folgt:

$$\eta = \frac{Q_{\text{auf}}}{Q_{\text{ab}}} = \frac{6190 \text{ kJ}}{7200 \text{ kJ}} = 0,86. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Der Wirkungsgrad des Systems beträgt damit 86 %.

Lösung 6**vgl. SB 1, Kap. 2.3 und 3 ; SB 2, Kap. 2.2.2****insg. 17 Punkte**

Gegeben: $m_K = 0,22 \text{ kg}$, $r_K = 30 \text{ mm}$, $v_K = 1,2 \text{ m/s}$, $n_K = 5 \text{ s}^{-1}$, $m_Q = 0,5 \text{ kg}$

Energieansatz:

70 % der kinetischen Energie W_Q des Queues entsprechen der Energie der Kugel W_K . (1 Pkt)

$$W_K = 0,7 \cdot W_Q = 0,7 \cdot \frac{m_Q}{2} v_Q^2 \quad (\text{Anwendung von Gl. (3.24) aus SB 1}) \quad (2 \text{ Pkte})$$

Daraus folgt: $v_Q = \sqrt{\frac{2 \cdot W_K}{m_Q \cdot 0,7}}$. (2 Pkte)

Die Energie der Kugel setzt sich zusammen aus kinetischer Energie und Rotationsenergie:

$$W_K = W_{\text{kinK}} + W_{\text{rotK}}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$W_{\text{kinK}} = \frac{m_K}{2} v_K^2 = \frac{0,22 \text{ kg}}{2} \cdot 1,2^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 0,1584 \text{ J} \quad (\text{Anwendung von Gl. (3.24) aus SB 1}) \quad (2 \text{ Pkte})$$

Für die Rotationsenergie gilt $W_{\text{rotK}} = \frac{J_K}{2} \omega_K^2$ mit

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n_K \quad (\text{nach Gl. (2.35) aus SB 1}) \quad \text{und} \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$J_K = \frac{2}{5} m_K \cdot r_K^2 \quad (\text{Trägheitsmoment der Kugel nach Gl. (2.14) aus SB 2}). \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$\omega_K^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot n_K^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot 25 \text{ s}^{-2} = 100\pi^2 \text{ s}^{-2} \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$\begin{aligned} W_{\text{rotK}} &= \frac{1}{5} m_K \cdot r_K^2 \omega_K^2 = \frac{1}{5} \cdot 0,22 \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 100\pi^2 \text{ s}^{-2} \\ &= 20 \cdot 0,22 \cdot 9 \cdot 10^{-4} \cdot \pi^2 \text{ J} = 0,0391 \text{ J} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Damit ergibt sich

$$W_K = W_{\text{kinK}} + W_{\text{rotK}} = 0,1584 \text{ J} + 0,0391 \text{ J} = 0,1975 \text{ J}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Somit folgt:

$$v_Q = \sqrt{\frac{2 \cdot W_K}{m_Q \cdot 0,7}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1975 \text{ J}}{0,5 \text{ kg} \cdot 0,7}} = 1,06 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (2 \text{ Pkte})$$

Der Queue wurde mit einer Geschwindigkeit von ca. 1,1 m/s gestoßen.

Lösung 7

vgl. SB 3, Kap. 3

insg. 10 Punkte

Gegeben: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $d = 12 \text{ mm}$, $U = 250 \text{ V}$

Aus der Beziehung

$$F = m_e \cdot a \quad (1 \text{ Pkt})$$

folgt in Anwendung von Gl. (3.4) aus SB 3

$$F = q \cdot E \quad (2 \text{ Pkte})$$

sowie von Gl. (3.6) aus SB 3

$$E = \frac{U}{d} \quad (2 \text{ Pkte})$$

mit $q = e$ für die Beschleunigung eines Elektrons die Beziehung:

$$a = \frac{e \cdot U}{m_e \cdot d} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Somit ergibt sich:

$$a = \frac{e \cdot U}{m_e \cdot d} = \frac{1,6022 \cdot 10^{-19} \cdot 250}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 12 \cdot 10^{-3}} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 3,66 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (3 \text{ Pkte})$$

Das Elektron wird mit ca. $3,7 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ beschleunigt.