

| | |
|------------------|----------------------------------|
| Studiengang | Wirtschaftsingenieurwesen |
| Fach | Physik |
| Art der Leistung | Prüfungsleistung |
| Klausur-Knz. | WI-PHY-P12-050528 |
| Datum | 28.05.2005 |

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.

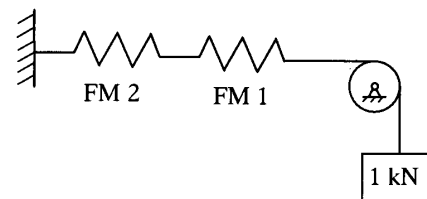
Beachten Sie: Mehrfachankreuzungen innerhalb einer Teilaufgabe sind **nicht** statthaft. Bei Nichtbeachtung wird die gesamte Teilaufgabe mit Null Punkten bewertet.

1.1 Bei einem reibungsfreien schrägen Wurf hängt die Wurfweite eines Körpers **2 Pkte**

- nur von der Körpermasse ab.
- von der Körpermasse und der Anfangsgeschwindigkeit ab.
- vom Abwurfwinkel und der Anfangsgeschwindigkeit ab.

1.2 Ein Gewicht von $G = 1 \text{ kN}$ hängt wie skizziert an **2 Pkte**

einem Faden, der über eine feste (reibungsfrei gelagerte) Rolle läuft und an einem Federkraftmesser FM 1 befestigt ist. In gerader Verlängerung befindet sich ein zweiter, baugleicher Federkraftmesser FM 2, der fest mit einer Wand verbunden ist.



- Beide Federkraftmesser zeigen 1,0 kN an.
- Beide Federkraftmesser zeigen 0,5 kN an.
- Der Federkraftmesser FM 1 zeigt 1 kN an und der Federkraftmesser FM 2 zeigt 0 kN an.

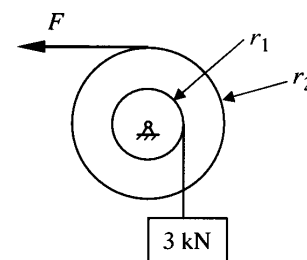
1.3 Die Angabe $1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ könnte bedeuten: **2 Pkte**

- 1 kg eines Materials werden in 1000 s um 1 m hoch gehoben.
- Es ist 1 kJ Energie erforderlich, um 1 kg eines bestimmten Stoffes zu schmelzen.
- Es wird die Masse von 1 kg mit $a = 1 \text{ m/s}^2$ beschleunigt und zwar 1000 Sekunden lang.

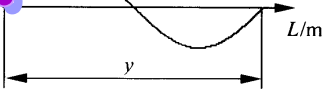
1.4 Über eine Rolle mit dem Radius r_1 läuft ein Faden, **2 Pkte**

an dem wie skizziert ein Gewicht von 3 kN hängt.

Durch die Kraft F wird das Gewicht mit $v = \text{const.}$ nach oben gezogen und es gilt: $r_2 = 3r_1$.



- Die Kraft F beträgt 1 kN.
- Die Kraft F beträgt 3 kN.
- Die Kraft F beträgt 9 kN.

- 1.5** Jemand behauptet, man würde – für den Fall, das man es wirklich täte – in Alkohol schlechter schwimmen als in Wasser. **2 Pkte**
- Das stimmt, weil Alkohol die geringere Dichte als Wasser hat.
 - Man schwimmt in beiden Flüssigkeiten gleich gut.
 - In Wasser schwimmt man schlechter weil es eine höhere Viskosität als Alkohol hat.
- 1.6** Eine Gitarrensaite wird zum Schwingen gebracht („gezupft“). Nach einigen Millisekunden schwingt sie mit einer Frequenz von 444 Hz (Kammerton a). Man kann nun beobachten, dass die Schwingungsamplitude der Saite (durch Reibung) kleiner wird. Dadurch **2 Pkte**
- wird die Tonhöhe abnehmen.
 - werden die Tonhöhe sowie die Tonlautstärke abnehmen.
 - wird die Tonhöhe konstant bleiben, die Tonlautstärke aber abnehmen.
- 1.7** Gegeben ist das skizzierte H - L -Diagramm (H in Meter, L in Meter). Das Maß y ist die **2 Pkte**
- Bitte beantworten Sie diese Fragen auf dem Arbeitsblatt.*
- 
- Wellenlänge.
 - Frequenz.
 - Periodendauer.
- 1.8** Ein aufgeladener Kondensator besteht aus 2 Platten, zwischen denen sich Luft befindet. Die elektrische Energie dieses Kondensators ist gespeichert **2 Pkte**
- in den Platte.
 - im elektrischen Feld (zwischen den Platten).
 - im elektrischen Feld und den Platten.
- 1.9** Eine Pendeluhr wird auf der Erde genau geeicht. Danach wird sie auf dem Mond ($g_{\text{Mond}} = 1,62 \text{ m/s}^2$) zum Einsatz gebracht. **2 Pkte**
- Die Pendeluhr „geht“ unverändert genau.
 - Die Pendeluhr „geht“ nach.
 - Die Pendeluhr „geht“ vor.
- 1.10** Eine Masse schwingt harmonisch mit der Amplitude A an einer Schraubenfeder. Die Zeitmessung beginnt, wenn sich der Massenschwerpunkt am unteren Totpunkt befindet. Für dieses Pendel lautet **2 Pkte**
- die Weg-Zeit-Beziehung $s = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$.
 - die Geschwindigkeits-Zeit-Beziehung $v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$.
 - die Beschleunigungs-Zeit-Beziehung $a = A \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$.

Aufgabe 2**insg. 9 Punkte**

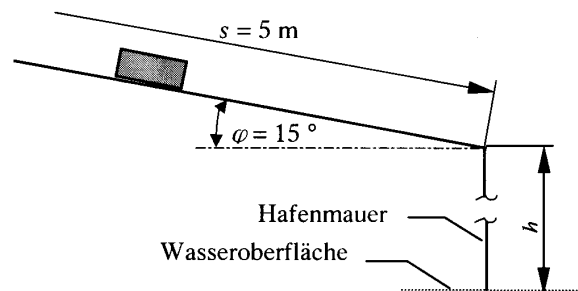
Mit einem Seil soll eine Masse von 5500 kg senkrecht nach oben gehoben werden.

Berechnen Sie die maximal zulässige Beschleunigung beim Heben, wenn das Seil für eine Maximalkraft von 70 kN ausgelegt ist.

Aufgabe 3**insg. 24 Punkte**

Ein Körper der Masse $m = 1 \text{ kg}$ rutscht (Anfangsgeschwindigkeit $v = 0$) eine schiefe Ebene des Steigungswinkels 15° eine Strecke von 5 Meter hinab, fällt danach genau 2,0 Sekunden reibungsfrei durch Luft, bevor er auf die Wasseroberfläche aufschlägt.

Der Reibungswert zwischen der Ebene und dem Körper beträgt $\mu = 0,1$.



- 3.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeit, die der Körper durch das Herabrutschen auf der schiefen Ebene erzielt. 12 Pkte
- 3.2 Berechnen Sie die Fallhöhe h des Körpers. 6 Pkte

Hinweis:

Sollten Sie Teilaufgabe 3.1 nicht gelöst haben, rechnen Sie mit einer beim Herabrutschen des Körpers auf der schiefen Ebene erzielten Geschwindigkeit von $v = 4 \text{ m/s}$.

- 3.3 Berechnen Sie den Abstand der Aufschlagstelle des Körpers von der senkrechten Hafenummauer. 6 Pkte

Hinweis:

Sollten Sie Teilaufgabe 3.1 nicht gelöst haben, rechnen Sie mit einer beim Herabrutschen des Körpers auf der schiefen Ebene erzielten Geschwindigkeit von $v = 4 \text{ m/s}$.

Aufgabe 4**insg. 10 Punkte**

An einem kugelförmigen Schwimmkörper S der Masse $m_S = 1 \text{ kg}$ hängt an einem (vernachlässigbaren) Faden ein Messinstrument M (Masse $m_M = 5 \text{ kg}$; Dichte $\rho_M = 8 \text{ kg/dm}^3$). Wenn das System (M + S) in Süßwasser ($\rho_W = 1 \text{ kg/dm}^3$) schwimmt, taucht der Schwimmkörper S **genau zur Hälfte** ein.

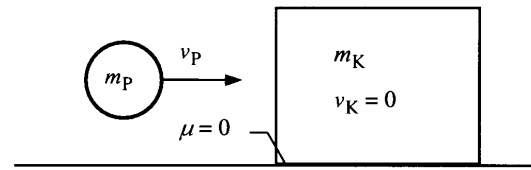
Berechnen Sie den Durchmesser d_S des Schwimmkörpers S.

Hinweis:

Für die Berechnung des Kugelvolumens bei gegebenem Radius r gilt: $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$.

Aufgabe 5**insg. 16 Punkte**

Ein Klotz ($m_K = 2 \text{ kg}$) ruht reibungsfrei auf einer waagerechten Unterlage. Auf die linke Seite dieses Klotzes wird eine plastische Masse ($m_P = 1 \text{ kg}$) mit einer Geschwindigkeit von $v_P = 12 \text{ m/s}$ geschossen (die Skizze zeigt den Moment kurz vor dem Auftreffen/der Verformung der plastischen Masse). Nach dem Auftreffen bewegen sich beide Massen (vereint) weiter.



- 5.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der sich die vereinten Massen weiterbewegen. **6 Pkte**
- 5.2 Berechnen Sie die vorhandenen kinetischen Energien vor und nach dem Auftreffen. **10 Pkte**
Diskutieren Sie die ermittelten Werte.

Aufgabe 6**insg. 12 Punkte**

Ein PKW der Masse $m = 1200 \text{ kg}$ fährt mit einer Geschwindigkeit von $v = 108 \text{ km/h}$. Der Fahrer leitet eine Vollbremsung ein, wodurch der PKW nach kurzer Zeit zum Stillstand kommt. Es wird angenommen, dass alle 4 Bremsen des PKW die gleiche Bremsarbeit verrichten. Vor dem Bremsen hatten die Brems Scheiben eine Temperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Während des Bremsvorganges nehmen die Brems Scheiben 80 % der Bremsenergie auf (20 % gehen an die Reibklötzer und die Luft verloren).

Welche Temperatur haben die Brems Scheiben direkt nach dem Stillstand des PKW?

Gegebene Werte der Brems Scheiben:

spezifische Wärmekapazität: $c_{Br} = 0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, Masse einer Brems Scheibe: $m_{Br} = 1 \text{ kg}$

Aufgabe 7**insg. 9 Punkte**

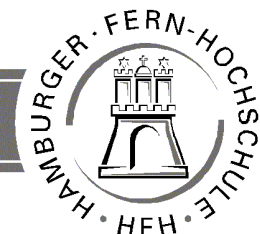
Mit einer Sammellinse wird die Sonne scharf abgebildet. Dabei entsteht ein reelles Bild mit dem Durchmesser von 3 mm .

Berechnen Sie die Brennweite f der Linse.

Gegebene Werte:

Durchmesser der Sonne: $1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$

Entfernung Sonne – Linse: $150 \cdot 10^6 \text{ km}$



Korrekturrichtlinie zur Prüfungsleistung
Physik am 28.05.2005
Wirtschaftsingenieurwesen
WI-PHY-P12 – 050528

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

15. Juni 2005

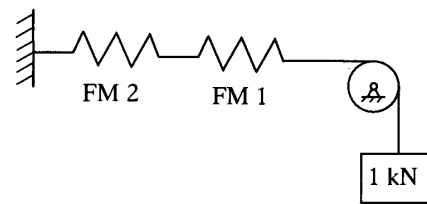
in Ihrem Studienzentrum ein. Dies muss persönlich oder per Einschreiben erfolgen. Der angegebene Termin ist **unbedingt** einzuhalten. Sollte sich aus vorher nicht absehbaren Gründen eine Terminüberschreitung abzeichnen, so bitten wir Sie, dies unverzüglich dem Prüfungsamt unserer Hochschule anzuzeigen (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 Bei einem reibungsfreien schrägen Wurf hängt die Wurfweite eines Körpers **2 Pkte**
- nur von der Körpermasse ab.
 - von der Körpermasse und der Anfangsgeschwindigkeit ab.
 - vom Abwurfwinkel und der Anfangsgeschwindigkeit ab.

- 1.2 Ein Gewicht von $G = 1 \text{ kN}$ hängt wie skizziert an **2 Pkte**
- einem Faden, der über eine feste (reibungsfrei gelagerte) Rolle läuft und an einem Federkraftmesser FM 1 befestigt ist. In gerader Verlängerung befindet sich ein zweiter, baugleicher Federkraftmesser FM 2, der fest mit einer Wand verbunden ist.

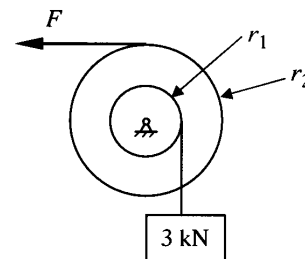


- Beide Federkraftmesser zeigen 1,0 kN an.
- Beide Federkraftmesser zeigen 0,5 kN an.
- Der Federkraftmesser FM 1 zeigt 1 kN an und der Federkraftmesser FM 2 zeigt 0 kN an.

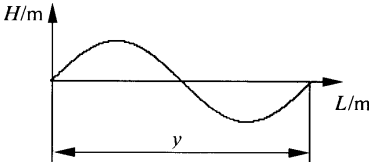
- 1.3 Die Angabe $1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ könnte bedeuten: **2 Pkte**

- 1 kg eines Materials werden in 1 Sekunde 1000 Meter hoch gehoben.
- Es ist 1 kJ Energie nötig, um 1 kg eines bestimmten Stoffes zu schmelzen.
- Es wird die Masse von 1 kg mit $a = 1 \text{ m/s}^2$ beschleunigt und zwar 1000 Sekunden lang.

- 1.4 Über eine Rolle mit dem Radius r_1 läuft ein Faden, **2 Pkte**
- an dem wie skizziert ein Gewicht von 3 kN hängt.
- Durch die Kraft F wird das Gewicht mit $v = \text{const.}$ nach oben gezogen und es gilt: $r_2 = 3r_1$.

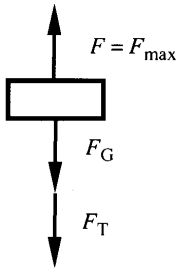


- Die Kraft F beträgt 1 kN.
- Die Kraft F beträgt 3 kN.
- Die Kraft F beträgt 9 kN.

- 1.5** Jemand behauptet, man würde – für den Fall, das man es wirklich täte – in Alkohol schlechter schwimmen als in Wasser. **2 Pkte**
- Das stimmt, weil Alkohol die geringere Dichte als Wasser hat.
 - Man schwimmt in beiden Flüssigkeiten gleich gut.
 - In Wasser schwimmt man schlechter weil es eine höhere Viskosität als Alkohol hat.
- 1.6** Eine Gitarrensaite wird zum Schwingen gebracht („gezupft“). Nach einigen Millisekunden schwingt sie mit einer Frequenz von 444 Hz (Kammerton a). Man kann nun beobachten, dass die Schwingungsamplitude der Saite (durch Reibung) kleiner wird. Dadurch **2 Pkte**
- wird die Tonhöhe abnehmen.
 - werden die Tonhöhe sowie die Tonlautstärke abnehmen.
 - wird die Tonhöhe konstant bleiben, die Tonlautstärke aber abnehmen.
- 1.7** Gegeben ist das skizzierte H - L -Diagramm (H in Meter, L in Meter). **2 Pkte**
- Das Maß y ist die
- 
- Wellenlänge.
 - Frequenz.
 - Periodendauer.
- 1.8** Ein aufgeladener Kondensator besteht aus 2 Platten, zwischen denen sich Luft befindet. Die elektrische Energie dieses Kondensators ist gespeichert **2 Pkte**
- in den Platte.
 - im elektrischen Feld (zwischen den Platten).
 - im elektrischen Feld und den Platten.
- 1.9** Eine Pendeluhr wird auf der Erde genau geeicht. Danach wird sie auf dem Mond ($g_{\text{Mond}} = 1,62 \text{ m/s}^2$) zum Einsatz gebracht. **2 Pkte**
- Die Pendeluhr „geht“ unverändert genau.
 - Die Pendeluhr „geht“ nach.
 - Die Pendeluhr „geht“ vor.
- 1.10** Eine Masse schwingt harmonisch mit der Amplitude A an einer Schraubenfeder. Die Zeitmessung beginnt, wenn sich der Massenschwerpunkt am unteren Totpunkt befindet. Für dieses Pendel lautet **2 Pkte**
- die Weg-Zeit-Beziehung $s = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$.
 - die Geschwindigkeits-Zeit-Beziehung $v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$.
 - die Beschleunigungs-Zeit-Beziehung $a = A \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$.

Lösung 2

vgl. SB 1, Kap. 3

insg. 9 Punkte

Das Kräftegleichgewicht (siehe Skizze) während der Beschleunigung liefert:

$$F_{\max} = F_G + F_T \quad (2 \text{ Pkte})$$

Für die Gewichtskraft F_G gilt: $F_G = m \cdot g$. (1 Pkt)

Für die Trägheitskraft F_T gilt: $F_T = m \cdot a$. (1 Pkt)

Daraus folgt:

$$\begin{aligned} F_{\max} &= F_G + F_T \\ &= m \cdot g + m \cdot a \\ &= m \cdot (g + a) \end{aligned} \quad (1 \text{ Pkt})$$

Somit ergibt sich für die Beschleunigung:

$$a = \frac{F_{\max}}{m} - g \quad (2 \text{ Pkte})$$

Einsetzen der Werte liefert:

$$\begin{aligned} a &= \frac{70 \text{ kN}}{5500 \text{ kg}} - 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ &= \left(\frac{70000}{5500} - 9,81 \right) \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,92 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Die Masse darf während des Hebevorganges mit maximal $2,9 \text{ m/s}^2$ beschleunigt werden.

Lösung 3

vgl. SB 1, Kap. 2.1, 2.2 und 3

insg. 24 Punkte**3.1 Geschwindigkeit****12 Pkte**

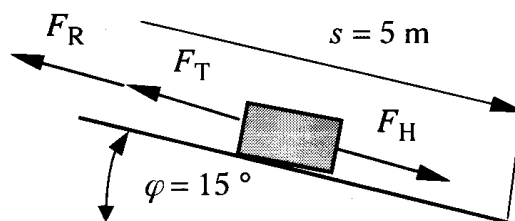
Zu Beginn ist zu klären, ob der Körper beschleunigt rutscht. Gemäß Bestimmung Haftreibungskoeffizient (Herleitung SB 1, S. 39) gilt:

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\alpha = \arctan \mu = \arctan 0,1 = 5,7^\circ \quad (1 \text{ Pkt})$$

Wegen $\varphi > \alpha$ folgt, dass der Körper beschleunigt rutscht. (1 Pkt)

Aus dem Kräftegleichgewicht entsprechend Skizze folgt: $F_T + F_R = F_H$. (1 Pkt)



$$\text{Trägheitskraft: } F_T = m \cdot a \quad (0,5 \text{ Pkte})$$

$$\text{Reibungskraft: } F_R = \mu \cdot F_N \quad (0,5 \text{ Pkte})$$

$$\text{Normalkraft: } F_N = m \cdot g \cdot \cos \varphi \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$\text{Hangabtriebskraft: } F_H = m \cdot g \cdot \sin \varphi \quad (1 \text{ Pkt})$$

Einsetzen in Kräftegleichgewicht ergibt:

$$m \cdot a + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \varphi = m \cdot g \cdot \sin \varphi \quad (1 \text{ Pkt})$$

$$a = g \cdot \sin \varphi - \mu \cdot g \cdot \cos \varphi$$

$$= g \cdot (\sin \varphi - \mu \cdot \cos \varphi)$$

$$= 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (\sin 15^\circ - 0,1 \cdot \cos 15^\circ) = 1,5914 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Für eine Rutschstrecke von $s = 5 \text{ m}$ ergibt sich mit Gl. (2.15) aus SB 1:

$$v = \sqrt{2as}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 1,5914 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m}}$$

$$= 3,989 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (3 \text{ Pkte})$$

Hinweis:

Sollten Studierende den Ansatz über das Kräftegleichgewicht **ohne** Nachweis der Beschleunigung des Körpers gemacht haben, so ist gleichfalls die volle Punktzahl zu erteilen.

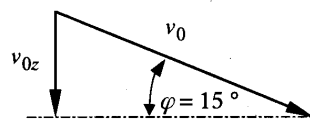
3.2 Fallhöhe

6 Pkte

Es handelt sich um einen freien Fall mit Anfangsgeschwindigkeit.

Die Anfangsgeschwindigkeit ergibt sich aus der senkrechten (z -) Komponente v_{0z} der Geschwindigkeit v , die der Körper durch das Herabrutschen auf der schiefen Ebene erzielte.

Die Fallzeit dieses (schrägen) Falls entspricht der Zeit des senkrechten Falls: $t = 2,0 \text{ s}$ (gegeben).



$$\begin{aligned} v_{0z} &= v_0 \cdot \sin 15^\circ \\ &= 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin 15^\circ = 1,035 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Fallhöhe, vgl. SB 1, Gl. (2.10):

$$s = \frac{g}{2} \cdot t^2 + v_{0z} \cdot t \quad (2 \text{ Pkte})$$

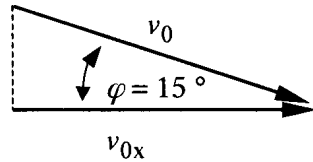
Einsetzen der Werte liefert:

$$\begin{aligned} s &= \frac{9,81 \text{ m}}{2 \text{ s}^2} \cdot 2^2 \text{ s}^2 + 1,035 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ s} \\ &= 21,69 \text{ m} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Nach einer Fallhöhe von ca. 22 m fällt der Körper auf die Wasseroberfläche.

3.3 Aufschlagstelle**6 Pkte**

Die Wurfweite des schrägen Falls entspricht der Wurfweite des waagerechten Wurf mit der Anfangsgeschwindigkeit v_{0x} (siehe Skizze).



$$\begin{aligned} v_{0x} &= v_0 \cdot \cos 15^\circ \\ &= 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \cos 15^\circ = 3,864 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Wurfweite, vgl. SB 1, Gl. (2.23):

$$w_w = v_{0x} \cdot t. \quad (2 \text{ Pkte})$$

Einsetzen der Werte liefert:

$$\begin{aligned} w_w &= 3,864 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ s} \\ &= 7,73 \text{ m} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Der Abstand der Aufschlagstelle des Körpers von der senkrechten Hafenummauer beträgt ca. 7,7 m.

Hinweis:

Sollte mit Gl. (2.32) $w_w = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ gerechnet worden sein, ergibt das (natürlich) ein anderes Ergebnis (in dieser Formel ist h die Höhe beim freien Fall ohne Anfangsgeschwindigkeit) – in diesem Fall gibt es 50 % der erzielbaren Punkte.

Lösung 4**vgl. SB 2, Kap. 4.1.2****insg. 10 Punkte**

gegeben:

$$m_S = 1 \text{ kg}; m_M = 5 \text{ kg}; \rho_M = 8 \text{ kg/dm}^3; \rho_W = 1 \text{ kg/dm}^3 \text{ (Süßwasser)}$$

Kräftegleichgewicht:

Auftriebskraft (Schwimmkörper + Messinstrument) = Gewichtskraft (Schwimmkörper + Messinstrument)

$$F_{AS} + F_{AM} = G_S + G_M \quad (1 \text{ Pkt})$$

Mit Gl. (4.8) folgt für die Auftriebskraft (in Süßwasser)

$$F_A = V_{vFl} \cdot \rho_W \cdot g. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Für den Schwimmkörper ist $V_{vFl} = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ (**halbe Kugel**), daraus folgt $F_{AS} = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \rho_W \cdot g$.

Für das Messinstrument ist $V_{\text{VFI}} = \frac{m_{\text{M}}}{\rho_{\text{M}}} = \frac{5 \text{ kg}}{8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 0,625 \text{ dm}^3$. (1 Pkt)

Daraus folgt $F_{\text{AM}} = 0,625 \text{ dm}^3 \cdot \rho_{\text{W}} \cdot g$.

Einsetzen in das Kräftegleichgewicht liefert:

$$F_{\text{AS}} + F_{\text{AM}} = G_{\text{S}} + G_{\text{M}}$$

$$\rho_{\text{W}} \cdot g \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^3 + 0,625 \text{ dm}^3 \right) = g \cdot (m_{\text{S}} + m_{\text{M}}) \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$\rho_{\text{W}} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^3 + 0,625 \text{ dm}^3 \right) = (1 + 5) \text{ kg} = 6 \text{ kg} \quad (1 \text{ Pkt})$$

Umformen ergibt:

$$r^3 = \left(\frac{6 \text{ kg}}{\rho_{\text{W}}} - 0,625 \text{ dm}^3 \right) \frac{3}{2\pi}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Mit $\rho_{\text{W}} = 1 \text{ kg/dm}^3$ folgt

$$\begin{aligned} r &= \sqrt[3]{\frac{3}{2 \cdot \pi} (6 - 0,625) \text{ dm}} \\ &= \left(\frac{3 \cdot 5,375}{2 \cdot \pi} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ dm} \\ &= 1,369 \text{ dm} \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Der Durchmesser des Schwimmkörpers beträgt $d_{\text{S}} = 2r = 27,38 \text{ cm}$. (1 Pkt)

Lösung 5

vgl. SB 1, Kap. 3.2 und 3.3

insg. 16 Punkte

5.1 Geschwindigkeit

6 Pkte

Es handelt sich um einen unelastischen Stoß. (1 Pkt)

Anwendung von Gl. (3.31) mit $v_2 = v_{\text{K}} = 0$ (1) liefert (1 Pkt)

$$v' = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Mit $m_1 = m_{\text{P}} = 1 \text{ kg}$, $v_1 = v_{\text{P}} = 12 \text{ m/s}$ und $m_2 = m_{\text{K}} = 2 \text{ kg}$ ergibt sich (1 Pkt)

$$\begin{aligned} v' &= \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ kg} + 2 \text{ kg}} \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ &= 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \end{aligned} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Die vereinten Massen bewegen sich mit 4 m/s nach rechts.

5.2 kinetische Energien**10 Pkte**Energie W_1 **vor** dem Aufprall:Masse m_P hat kinetische Energie W_{kin} ; Masse m_K ruht (hat bzgl. Unterlage keine Energie)

$$W_1 = \frac{m_P}{2} v_P^2 \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$W_1 = \frac{1 \text{ kg}}{2} \cdot 12^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 72 \text{ J} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Energie W_2 **nach** dem Aufprall:Masse ($m_P + m_K$) hat kinetische Energie W_{kin}

$$W_2 = \frac{m_P + m_K}{2} v'^2 \quad (2 \text{ Pkte})$$

$$W_2 = \frac{3 \text{ kg}}{2} \cdot 4^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 24 \text{ J} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Nach dem Aufprall hat das System genau ein Drittel der anfänglich vorhandenen kinetischen Energie; zwei Drittel der Energie ist umgewandelt worden in Wärme und Verformung (Stauchenergie). (2 Pkte)

Lösung 6

vgl. SB 1, Kap. 3.2; SB 3, Kap. 2.2

insg. 12 Punkte

gegeben:

PKW: $m = 1200 \text{ kg}$; $\Delta v = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$ Bremsen: $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; $c_{\text{Br}} = 0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$; $m_{\text{Br}} = 1 \text{ kg}$

Bremsarbeit wird verrichtet, um kinetische Energie des PKW aufzufangen.

Jede Bremse verrichtet die gleiche Arbeit, bremst also 1/4 der PKW-Masse ($m' = 300 \text{ kg}$) (1 Pkt)

Pro Bremse gilt also:

$$W_{\text{kin}} = \frac{m'}{2} \Delta v^2 = \frac{300 \text{ kg}}{2} \cdot 30^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 135 \cdot 10^3 \text{ J}. \quad (3 \text{ Pkte})$$

80 % davon werden von den Bremsen aufgenommen:

$$W = 0,8 \cdot 135 \cdot 10^3 \text{ J} = 108 \cdot 10^3 \text{ J} = 108 \text{ kJ}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Damit werden in jeder Brems Scheibe 108 kJ in Wärmearbeit Q umgesetzt. (1 Pkt)

Die Wärmearbeit bestimmt sich aus

$$W = Q = m_{\text{Br}} \cdot c_{\text{Br}} \cdot \Delta T. \quad (2 \text{ Pkte})$$

Umstellen nach ΔT und Einsetzen der Werte liefert:

$$\Delta T = \frac{W}{m_{\text{Br}} \cdot c_{\text{Br}}} = \frac{108 \text{ kJ}}{1 \text{ kg} \cdot 0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}} = 216 \text{ K}. \quad (2 \text{ Pkte})$$

Die Bremsscheiben erwärmen sich somit von $T = 20^\circ\text{C}$ um $\Delta T = 216 \text{ K}$ auf 236°C . (2 Pkte)

Lösung 7

vgl. SB 4, Kap. 1.4

insg. 9 Punkte

Mit Gl. (1.15) folgt

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Aus der Aufgabenstellung ergeben sich folgende Werte:

Bildgröße $B = 3 \text{ mm}$

Gegenstandsgröße $G = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$ (1 Pkt)

Gegenstandsweite $g = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$ (1 Pkt)

Umformen und Einsetzen der Werte liefert eine Bildweite b von:

$$b = \frac{B \cdot g}{G} = \frac{3 \text{ mm} \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ km}}{1,4 \cdot 10^6 \text{ km}} = 321,4 \text{ mm}$$

$$b \approx 32 \text{ cm} \quad (2 \text{ Pkte})$$

Mit Gl. (1.14) folgt

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Mit $g = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$ ergibt sich für $\frac{1}{g}$ ein Wert von $6,7 \cdot 10^{-9}$, der vernachlässigt werden kann. (2 Pkte)

Damit folgt aus $\frac{1}{f} = \frac{1}{b}$ die Beziehung

$$f = b = 32 \text{ cm}. \quad (1 \text{ Pkt})$$

Die Brennweite der Linse beträgt 32 cm.