

WINTERSEMESTER 2014 /2015	Seite: 1 von 4
Studiengang: BTB1 / CIB1	Prüfungsfach: Physik 1 (Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)
Prüfungsnummer: Fachnummer: 1071, 1072, 1011005	Teil von:
Semester: 1	Semestergruppe:
Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen	Erlaubte Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner

Lösungsvorschläge ohne Gewähr

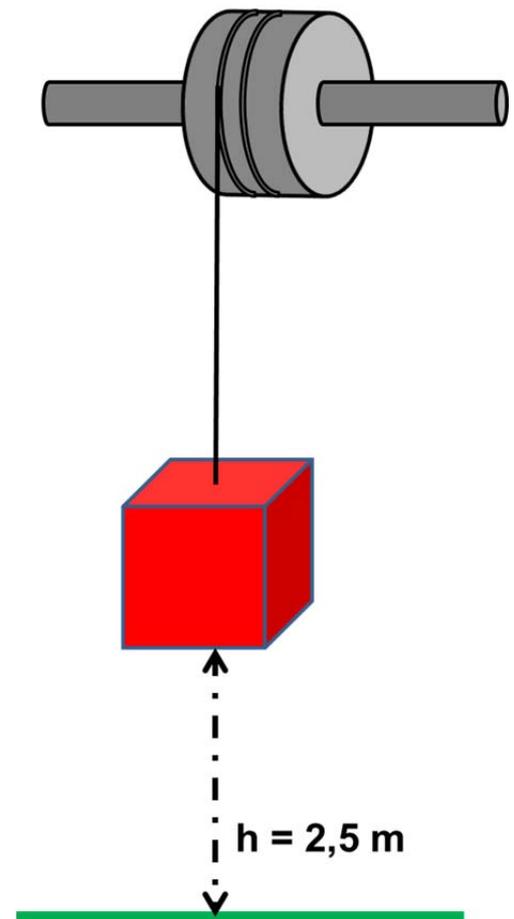
Aufgabe 1 Rolle (20 Punkte):

Ein Paket der Masse $m_P=4$ kg hängt an einem Faden, der auf einer senkrecht hängenden Rolle aufgewickelt ist und befindet sich mit seiner Unterseite $h = 2,5$ m über dem Boden.

Die zylinderförmige Rolle hat einen Durchmesser von $d = 18$ cm, eine Dicke von $b = 2$ cm und besteht aus mit Kohlefaser verstärktem Kunststoff mit der Dichte $\rho = 1,5$ g·cm⁻³.

An der Achse wirkt durch Reibung ein konstantes Bremsmoment mit dem Betrag $M_B = 0,8$ Nm.

- Berechnen Sie die Masse m der Fadenrolle, der Faden wird als masselos angenommen.
- Berechnen sie das Massenträgheitsmoment der Rolle bezüglich der Drehachse.
- Berechnen Sie das Drehmoment M , das das Paket auf die Rolle ausübt.
- Berechnen Sie die Winkelbeschleunigung α der Rolle.
- Berechnen Sie die Beschleunigung a des Fadens.
- Nach welcher Zeit t trifft das Paket auf den Boden auf?
- Wie groß ist seine maximale Geschwindigkeit beim Aufprall?
- Berechnen sie den maximalen Drehimpuls der Rolle bezüglich der Drehachse beim Aufprall auf den Boden.



2

a) Berechnen Sie die Masse der Fadenrolle, der Faden wird als masselos angenommen.

$$m = \rho \cdot V = 1,5 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \pi \cdot (0,09 \text{ m})^2 \cdot 0,02 \text{ m} = 0,763 \text{ kg}$$

b) Berechnen sie das Massenträgheitsmoment der Rolle bezüglich der Drehachse.

$$J = \frac{1}{2} m \cdot r^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,763 \text{ kg} \cdot (0,09 \text{ m})^2 = 3,09 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

c) Berechnen Sie das Drehmoment, das das Paket auf die Rolle ausübt.

$$|\vec{M}| = |\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin \beta = r \cdot m \cdot g$$

$$|\vec{M}| = |0,09 \text{ m}| \cdot \left| 4 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right| \cdot 1 = 3,53 \text{ N}$$

d) Berechnen Sie die Winkelbeschleunigung α der Rolle

e) Berechnen Sie die Beschleunigung a des Fadens

Es gelten für Rotation und Translation

$$M_i = J \cdot \alpha \text{ und } M_i = m \cdot a, \text{ und es gilt die Rollbedingung } a = \alpha \cdot r$$

Im Seil wirken an einer Stelle zwei entgegengesetzt gleich große Seilkräfte $\pm F_s$

$$\text{Für die Fadenrolle gilt mit den beiden Drehmomenten } F_s \cdot r - M_{\text{Brems}} = J \cdot \alpha = J \cdot \frac{a}{r}$$

$$\text{Für das Paket gilt } m \cdot g - F_s = m \cdot a$$

Beide Gleichungen aufgelöst nach F_s , gleichgesetzt und nach a aufgelöst erhält man:

$$a = \frac{m \cdot g - \frac{M_{\text{Brems}}}{r}}{\frac{J}{r^2} + m} = 7,52 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\alpha = \frac{a}{r} = \frac{7,52 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,09 \text{ m}} = 83,6 \frac{1}{\text{s}^2}$$

f) Nach welcher Zeit t trifft das Paket auf den Boden auf?

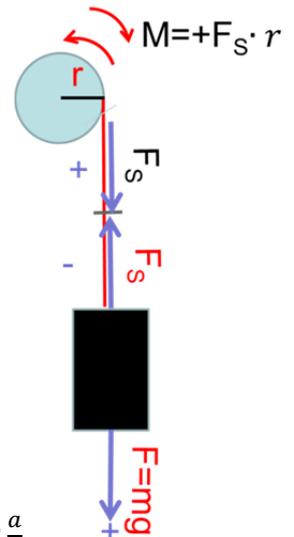
$$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot x}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \text{ m}}{7,52 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 0,87 \text{ s}$$

g) Wie groß ist seine Geschwindigkeit beim Auftreffen auf den Boden?

$$v = a \cdot t = 7,52 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,87 \text{ s} = 6,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

h) Berechnen sie den maximalen Drehimpuls der Rolle bezüglich der Drehachse beim Aufprall auf den Boden.



3

Drehimpuls eines ausgedehnten Körpers bezüglich seiner Symmetriedrehachse

$$L = J \cdot \omega \text{ mit } \omega = \frac{v}{r}$$

$$L = J \cdot \omega = 3,09 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{6,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,09 \text{ m}} = 0,225 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$$

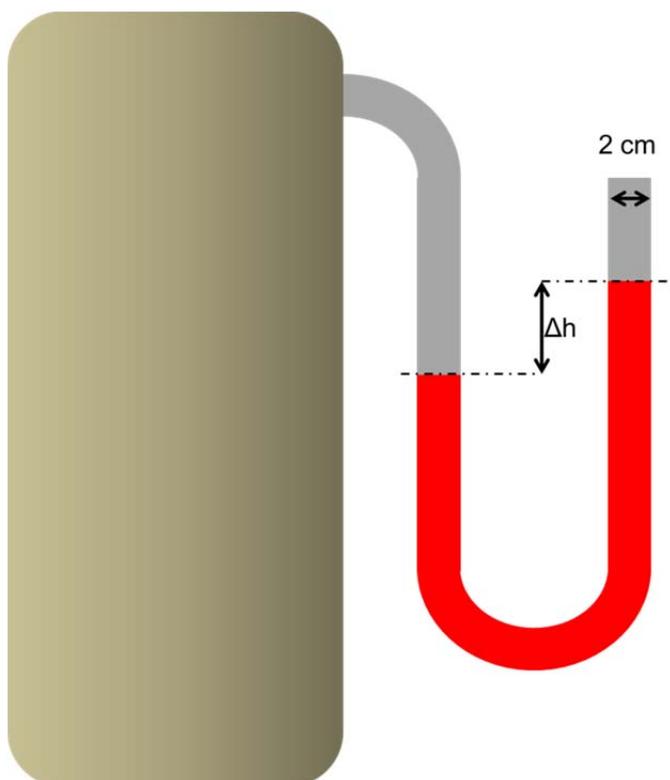
WINTERSEMESTER 2014 /2015	Seite: 2 von 4
Studiengang: BTB1 / CIB1	Prüfungsfach: Physik 1 (Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)
Prüfungsnummer: Fachnummer: 1071, 1072, 1011005	Teil von:
Semester: 1	Semestergruppe:
Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen	Erlaubte Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner

Aufgabe 2: Manometer (10 Punkte):

Ein nach außen offenes U-Rohrmanometer hängt an einem Fermenter. Das Manometer hat einen Innendurchmesser von $d = 2 \text{ cm}$ und ist mit einer Flüssigkeit der Dichte $\rho = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ gefüllt.

Durch den Gärprozess erhöht sich der Innendruck des Fermenters auf $p_F = 1245 \text{ hPa}$.

- Wie groß ist nun der Höhenunterschied der beiden Flüssigkeitsspiegel?
- Welche Arbeit wurde an der Manometerflüssigkeit geleistet?
- Wie groß ist die Zunahme an potentieller Energie der Manometerflüssigkeit?



- a) Wie groß ist nun der Höhenunterschied der beiden Flüssigkeitsspiegel?

Das U-Rohrmanometer misst die Druckdifferenz zwischen den beiden Enden. Der statische Druck ist im Behälter und in der Umgebung unterschiedlich. Die Druckdifferenz Δp erzeugt einen Höhenunterschied der Flüssigkeitsspiegel:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{(1245 - 1013) \text{ hPa}}{1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2,36 \text{ m}$$

- b) Welche Arbeit wurde an der Manometerflüssigkeit geleistet?

Lösungsmöglichkeit 1:

Die resultierende Kraft (1-dim) auf die Flüssigkeitssäule, die die Hubarbeit leistet, ist die konstante Differenz der Druckkraft aus dem Fermenter und der Druckkraft von außen:

$$F_{res} = F_{Außen} - F_{Fermenter}$$

$$F_{res} = p_{Außen} \cdot A - p_{Fermenter} \cdot A = (p_{Außen} - p_{Fermenter}) \cdot A = \textit{konstant}$$

$$W = F \cdot x = F_{res} \cdot \Delta h$$

$$= (p_{Außen} - p_{Fermenter}) \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \Delta h$$

$$= (1245 - 1013) \text{ hPa} \cdot \pi \cdot (0,01 \text{ m})^2 \cdot 2,36 \text{ m} = 17,2 \text{ J}$$

Lösungsmöglichkeit 2:

Die Arbeit ist gleich der Differenz der Energie zwischen Anfangs und Endzustand

$$W = E_{pot\ Ende} - E_{pot\ Anfang} = E_{pot\ Ende} - 0 \text{ J} = m \cdot g \cdot \Delta h = 17,2 \text{ J}$$

- c) Wie groß ist die Zunahme an potentieller Energie der Manometerflüssigkeit?

$$W = E_{pot\ Ende} - E_{pot\ Anfang} = E_{pot\ Ende} - 0 \text{ J} = m \cdot g \cdot \Delta h = 17,2 \text{ J}$$

WINTERSEMESTER 2014 /2015	Seite: 3 von 4
Studiengang: BTB1 / CIB1	Prüfungsfach: Physik 1 (Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)
Prüfungsnummer: Fachnummer: 1071, 1072, 1011005	Teil von:
Semester: 1	Semestergruppe:
Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen	Erlaubte Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner

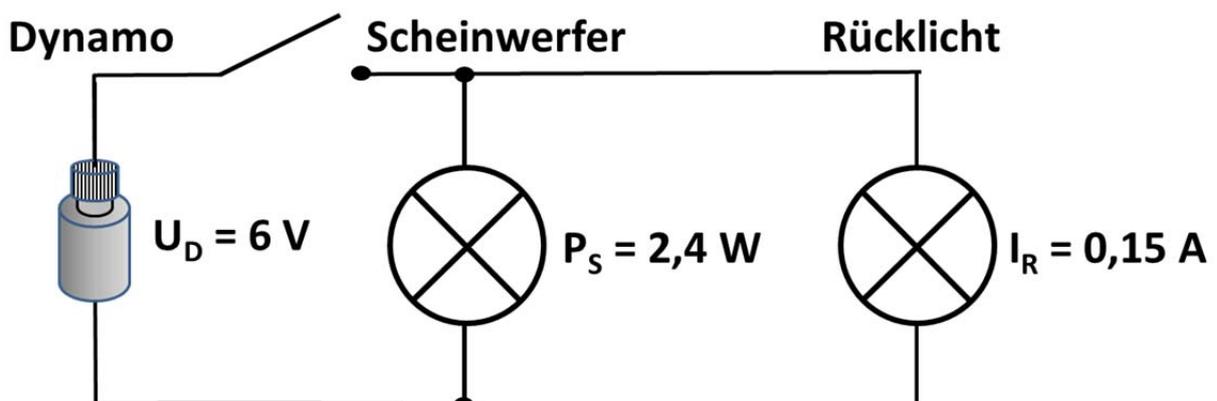
Aufgabe 3: Fahrradbeleuchtung (15 Punkte):

Die Skizze stellt das elektrische Netzwerk eines Fahrrades mit Dynamo ($U_D = 6\text{ V}$), Glühlampe als Scheinwerfer ($P_S = 2,4\text{ W}$) und Rücklicht ($I_R = 0,15\text{ A}$) dar (siehe Skizze).

- Welche Spannung liegt beim Betrieb des Dynamos bei geschlossenem Schalter am Scheinwerfer (U_S) und welche am Rücklicht (U_R) an?
- Berechnen Sie die Gesamtstromstärke I_{ges} bei geschlossenem Schalter und Betrieb des Dynamos.

Im Scheinwerfer soll die Glühlampe durch eine LED-Lampe mit Vorwiderstand R_L ersetzt werden. Die LED-Lampe hat eine Nennspannung von $U_L = 3,6\text{ V}$, der Strom I_L darf maximal $I_L = 50\text{ mA}$ betragen.

- Wie groß muss der Vorwiderstand R_L sein?
- Berechnen Sie die Leistung P_L , die der LED-Scheinwerfer (LED-Lampe mit Vorwiderstand) benötigt und geben sie diese in % des Glühlampenscheinwerfers an.
- Warum muss der Radfahrer bei Einschalten des Dynamos mit mehr Kraft in die Pedale treten (Begründung)?



7

- a) Welche Spannung liegt beim Betrieb des Dynamos bei geschlossenem Schalter am Scheinwerfer (U_S) und welche am Rücklicht (U_R) an?

Da es sich um eine Parallelschaltung handelt, liegt sowohl am Scheinwerfer (U_S) als auch am Rücklicht (U_R) dieselbe Spannung U_D von 6 V an.

$$U_S = U_R = U_D = 6 \text{ V}$$

- b) Berechnen Sie die Gesamtstromstärke I_{ges} bei geschlossenem Schalter und Betrieb des Dynamos.

Nach der Knotenregel (Stromverzeigung bei Parallelschaltung) gilt $I_{ges} = I_R + I_S$

$$\text{mit } U = R \cdot I \text{ und } P = U \cdot I \text{ gilt } I = \frac{U}{R} \text{ und } I = \frac{P}{U}$$

$$\text{damit gilt } I_{ges} = \frac{P_R}{U_R} + I_S = \frac{2,4 \text{ W}}{6 \text{ V}} + 0,15 \text{ A} = 0,55 \text{ A}$$

- c) Wie groß muss der Vorwiderstand R_L sein?

Für die Serienschaltung von Vorwiderstand und Scheinwerfer gilt

$$U_S = U_{LED} + U_E \text{ und damit wird } U_E = U_S - U_{LED} = 6 \text{ V} - 3,6 \text{ V} = 2,4 \text{ V}$$

$$R_E = \frac{U_E}{I_{LED}} = \frac{2,4 \text{ V}}{0,05 \text{ A}} = 48 \Omega$$

- d) Berechnen Sie die Leistung P_L , die der LED-Scheinwerfer (LED-Lampe mit Vorwiderstand) benötigt und geben sie diese in % des Glühlampenscheinwerfers an.

$$P_{LED} = (U_{LED} + U_E) \cdot I_{LED} = 6 \text{ V} \cdot 0,05 \text{ A} = 0,3 \text{ W}$$

Damit wird der Anteil p

$$p = \frac{P_{LED}}{P_S} = \frac{0,3 \text{ W}}{2,4 \text{ W}} = 0,125 \text{ oder } 12,5 \%$$

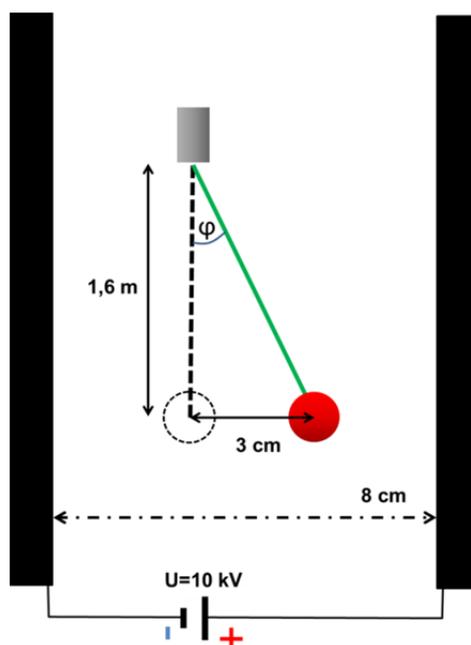
- f) Für die zusätzliche elektrische Energie der Beleuchtung muss zusätzliche mechanische Arbeit geleistet werden, die in elektrische Energie umgewandelt wird: $W = F \cdot s$, daher ist mehr Kraft nötig.

WINTERSEMESTER 2014 /2015	Seite: 4 von 4
Studiengang: BTB1 / CIB1	Prüfungsfach: Physik 1 (Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)
Prüfungsnummer: Fachnummer: 1071, 1072, 1011005	Teil von:
Semester: 1	Semestergruppe:
Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen	Erlaubte Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner

Aufgabe 4: Plattenkondensator (15 Punkte):

Ein geladenes Kügelchen der Masse $m = 0,4 \text{ g}$ hängt an einem $1,6 \text{ m}$ langen Faden und wird im homogenen Feld eines Plattenkondensators um 3 cm ausgelenkt. Die Spannung zwischen den Platten beträgt $U = 10 \text{ kV}$ bei einem Plattenabstand von $d = 8 \text{ cm}$.

- Zeichnen sie die Feldlinien in die Skizze ein
- Zeichnen sie die auf das Kügelchen wirkenden Kräfte in die Skizze ein.
- Welche Ladung trägt das Kügelchen (Vorzeichen und Betrag)?

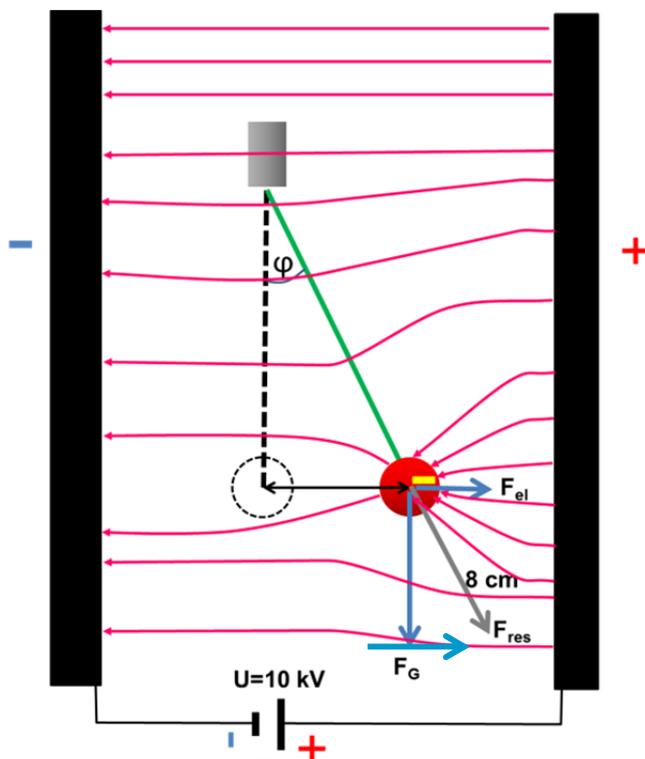


Die Skizze ist nicht maßstäblich

a) Zeichnen sie die Feldlinien in die Skizze ein

Das Kügelchen ist negativ geladen, daher beginnen die Feldlinien auf der rechten positiven Kondensatorplatte und enden z. Teil auf der rechten Seite des Kügelchens, durch Influenz verschiebt sich der Schwerpunkt der negativen Ladung hier nach rechts und es beginnen wieder Feldlinien auf der nun im Vergleich zur linken Kondensatorplatte positiveren Seite des Kügelchens und enden auf der linken negativen Kondensatorplatte. Weiter weg vom Kügelchen beginnen die Feldlinien auf der positiven Seite und enden auf der negativen, in allen Fällen beginnen und enden die Feldlinien senkrecht zur Fläche.

b) Zeichnen sie die auf das Kügelchen wirkenden Kräfte in die Skizze ein.



Der Neigungswinkel des Fadens hat die Richtung der resultierenden Kraft = Vektorsumme aus elektrischer Kraft und Gewichtskraft: Zugkraft; Faden kann keine Querkraft aufnehmen.

In der Skizze bildet F_{res} die Diagonale im Rechteck F_G & F_{el}

Dieser Winkel ergibt sich geometrisch

$$\text{durch } \sin \varphi = \frac{0,03m}{1,60m} \text{ als } \varphi = 1,07^\circ$$

mit der Gewichtskraft $F_G = m \cdot g$ und der elektrostatischen Kraft F_{el} folgt aus

$$\tan \varphi = \frac{F_{el}}{F_G}$$

$$F_{el} = m \cdot g \cdot \tan \varphi \quad \text{und}$$

$$F_{el} = 0,0004 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot \tan 1,07^\circ = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

c) Der Betrag der Ladung ergibt sich mit $q = \frac{F}{E}$ und $E = \frac{U}{d}$ als

$$q = \frac{F}{E} = \frac{F \cdot d}{U} = \frac{7,5 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot 0,08m}{10000V} = 6 \cdot 10^{-10} \text{ As.}$$

Die Ladung ist negativ, da das Kügelchen von der positiven Kondensatorplatte angezogen wird und beträgt $q = -6 \cdot 10^{-10} \text{ C}$