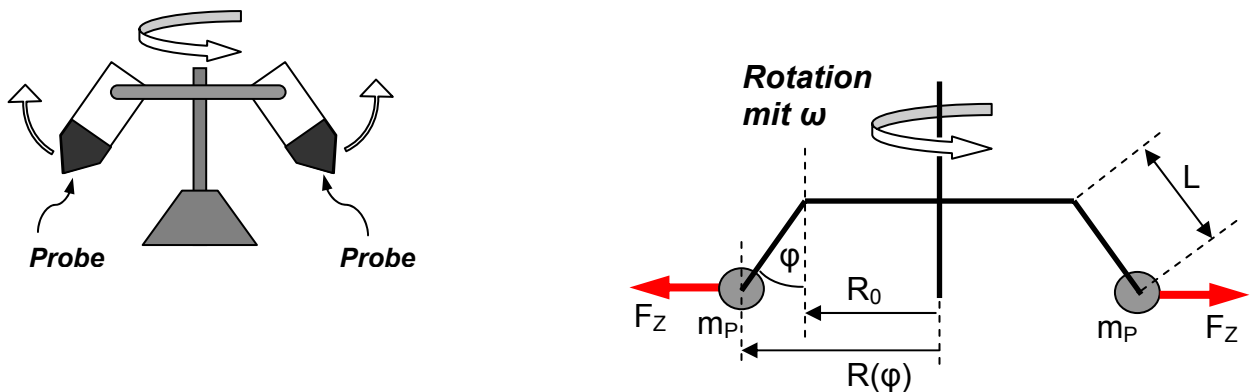


FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2006	Blatt 1 (von 6)
Studiengang: CI(B) / BT(B)	Semester BT(B)2 / CI(B)2
Prüfungsfach: Physik (Physik 2)	Fachnummer: 2011 / 2040 / 2043 / 2044
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 min.

Aufgabe 1: Handzentrifuge (24 Punkte)

Ein bekanntes Laborgerät ist die handbetriebene Zentrifuge mit zwei Probengefäßen, die in Abhängigkeit von der Drehzahl um den Winkel φ ausschwenken. Die Gefäße werden nachfolgend als gleich große Punktmassen m_P aufgefasst, die an drehbar und reibungsfrei gelagerten Armen hängen. Abgesehen von den Massen m_P sei die Zentrifuge masselos.



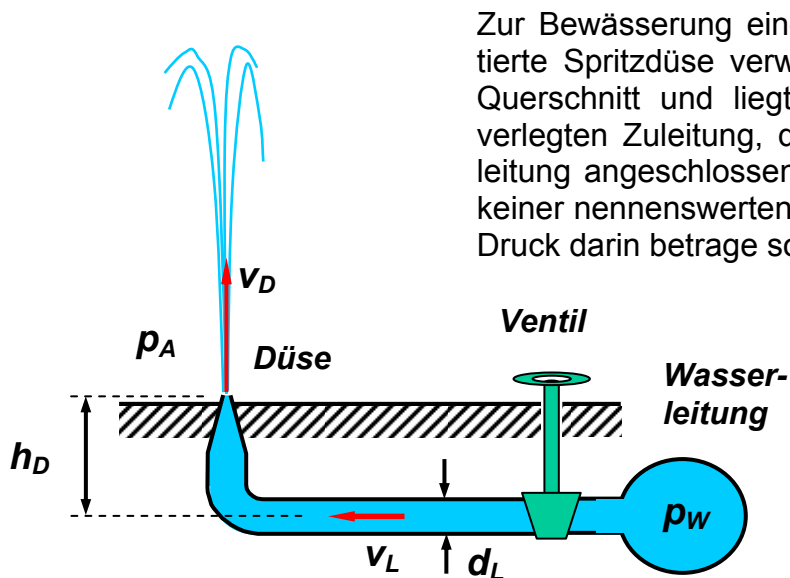
- Wie hängt der Radius $R(\varphi)$ der Kreisbahn eines Massepunkts m_P vom Drehwinkel φ des drehbar gelagerten Arms mit der Länge L ab ?
- Wie hängt die Bahngeschwindigkeit dieses Massepunkts m_P auf seiner Kreisbahn von der Winkelgeschwindigkeit ω der Rotation der Zentrifuge ab ?
- Wie hängt die radial nach außen gerichtete Kraft F_Z auf den Massepunkt m_P von ω ab ?
- Zeichnen Sie eine Skizze aller bei Rotation am Massepunkt m_P angreifenden Kräfte !
- Kann der Drehwinkel φ gleich 90° werden (qualitative Antwort, bitte mit Begründung) ?
- Wie groß ist die Drehzahl der Zentrifuge unter den folgenden Bedingungen:

Drehwinkel des Dreharms	89°
Länge L des Dreharms	8 cm
Radius R_0 bis zum Drehgelenk	10 cm

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2006	Blatt 2 (von 6)
Studiengang: CI(B) / BT(B)	Semester BT(B)2 / CI(B)2
Prüfungsfach: Physik (Physik 2)	Fachnummer: 2011 / 2040 / 2043 / 2044

Aufgabe 2 : Spritzdüse (20 Punkte)



Zur Bewässerung eines Gartens wird eine vertikal orientierte Spritzdüse verwendet. Sie hat einen kreisförmigen Querschnitt und liegt $h_D = 50$ cm über einer im Boden verlegten Zuleitung, die durch ein Ventil an die Wasserleitung angeschlossen ist. Die Wasserentnahme führe zu keiner nennenswerten Strömung in der Wasserleitung, der Druck darin betrage somit konstant $p_W = 2,0$ bar.

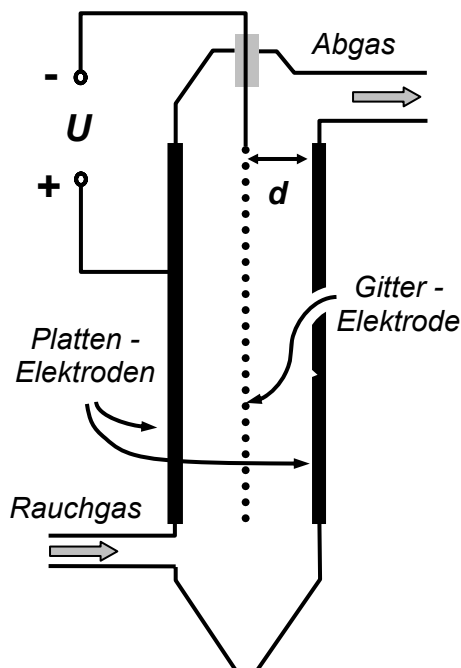
Angaben:
 reibungsfreie Strömung!
 Außendruck: $p_A = 1$ bar
 Dichte von Wasser: $\rho = 1\text{g/cm}^3$

- Mit welcher Geschwindigkeit v_D tritt das Wasser aus der Düse aus?
- Die Düse hat einen Durchmesser von 0,6 cm. Wie groß ist der Volumenfluß pro Zeit?
- Das Zuleitungsrohr hat den Durchmesser $d_L = 1,5$ cm. Mit welcher Geschwindigkeit v_L fließt das Wasser in der Zuleitung?
- Welche mechanische Pumpleistung ist zur Aufrechterhaltung der Strömung nötig?

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2006	Blatt 3 (von 6)
Studiengang: CI(B) / BT(B)	Semester BT(B)2 / CI(B)2
Prüfungsfach: Physik (Physik 2)	Fachnummer: 2011 / 2040 / 2043 / 2044

Aufgabe 3 : Elektrofilter (20 Punkte)



Zur Rauchgasreinigung dienen oft Elektrofilter. Sie bestehen aus ebenen Elektroden in Form von Gittern und Platten im Abstand d , zwischen denen eine hohe Gleichspannung U anliegt. Staubpartikel werden im Bereich der Gitterelektrode bevorzugt negativ geladen und dann durch das elektrische Feld abgeschieden.

Angaben: *Betriebsspannung* $U = 30 \text{ kV}$
Elektrodenabstand $d = 5 \text{ cm}$
Elementarladung $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Ladung eines Partikels $q_p = -1 \cdot 10^5 e$
Viskosität Rauchgas $\eta = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$

- Skizzieren Sie das elektrische Feld im Filter und markieren Sie den Ort der Partikelabscheidung.
- Welche Kraft wirkt auf ein Partikel der Ladung q_p ?
- Die Durchbruchfeldstärke in Luft bei Normaldruck beträgt 3 MV/m . Welcher Grenzwert folgt bei dem Elektrodenabstand $d = 5 \text{ cm}$ für die Spannung U ?

Die „Feinstaubrichtlinie“ der EU definiert Partikel der Klasse PM_{10} als kugelförmige Teilchen der Dichte $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ mit dem effektiven Durchmesser $d = 10 \text{ }\mu\text{m}$.

- Mit welcher konstanten Geschwindigkeit bewegen sich PM_{10} Partikel nach kurzer Beschleunigung zwischen den Platten des Elektrofilters ? Die Umströmung sei laminar !
- Ein kleines Kraftwerk gibt 1000 m^3 Rauchgas pro Stunde ab, das $9000 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ dieser PM_{10} Partikel enthält. Ihre Konzentration im Abgas soll auf den zulässigen Grenzwert von $40 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ reduziert werden. Welcher Strom fließt dafür durch das Elektrofilter ?

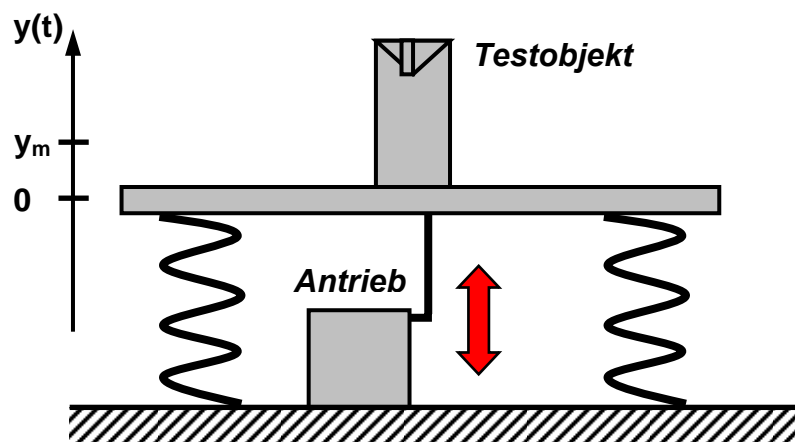
FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2006	Blatt 4 (von 6)
Studiengang: CI(B) / BT(B)	Semester BT(B)2 / CI(B)2
Prüfungsfach: Physik (Physik 2)	Fachnummer: 2011 / 2040 / 2043 / 2044

Aufgabe 4 : Verpackungstest

(18 Punkte)

Ein Rütteltisch besitzt eine horizontale Platte, die von einem Antrieb in periodischer Weise vertikal bewegt wird. Die Auslenkung $y(t)$ der Platte folgt einem harmonischen Zeitgesetz.



- Die Platte durchläuft 20 vollständige Bewegungszyklen in 5 Sekunden. Welchen Werten von Periodendauer T_0 , Frequenz f_0 und Kreisfrequenz ω_0 entspricht dies ?
- Zum Zeitpunkt $t = 0$ befindet sich die Platte bei $y = 0$. Nach der Zeit $t = T_0/4$ erreicht sie den oberen Umkehrpunkt ihrer Bewegung, der bei $y(T_0/4) = y_m = 2 \text{ cm}$ liegt. Geben sie die Zeitfunktion $y(t)$ ihrer Auslenkung an.
- Welche maximale Geschwindigkeit v_0 erreicht die Platte im Verlauf ihrer Bewegung ?
- Welche maximale Beschleunigung a_0 erreicht die Platte im Verlauf ihrer Bewegung ?
- Ein Testobjekt wird auf die sich bewegende Platte gestellt. Berührt es die Platte während des gesamten Bewegungszyklus (Antwort mit Begründung) ?

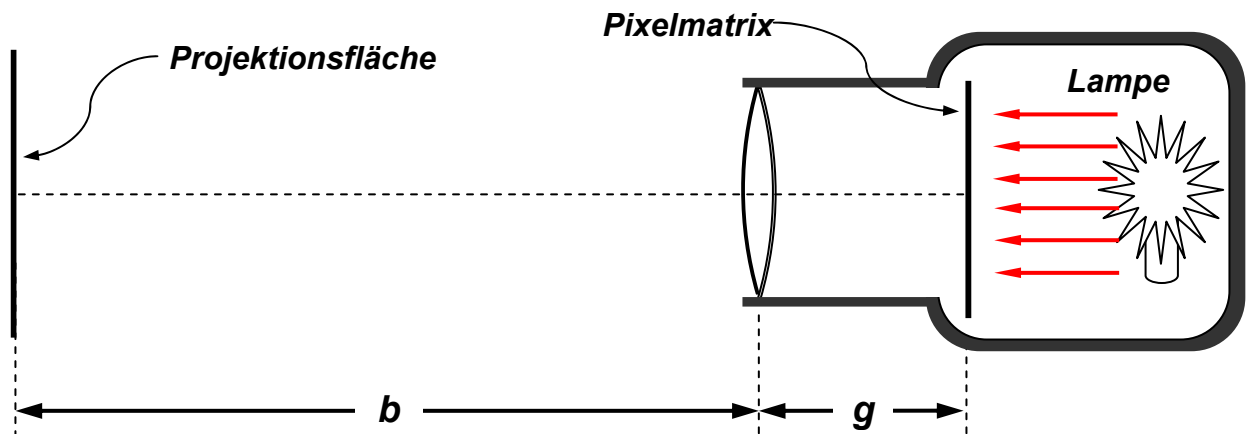
FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2006	Blatt 5 (von 6)
Studiengang: CI(B) / BT(B)	Semester BT(B)2 / CI(B)2
Prüfungsfach: Physik (Physik 2)	Fachnummer: 2011 / 2040 / 2043 / 2044

Aufgabe 5: Videoprojektor („Beamer“)

(14 Punkte)

Im großen Physikhörsaal wird ein Videoprojektor installiert. Dieser enthält eine Pixelmatrix von rechteckiger Form, mit der Breite 33,0 mm und der Höhe 17,8 mm. Sie wird wie das Dia in einem klassischen Diaprojektor von einer starken Lampe durchstrahlt. Das Objektiv des Projektors erzeugt ein Bild der Pixelmatrix auf der Projektionsfläche. Dieses Objektiv soll vereinfachend als dünne Sammellinse aufgefaßt werden.



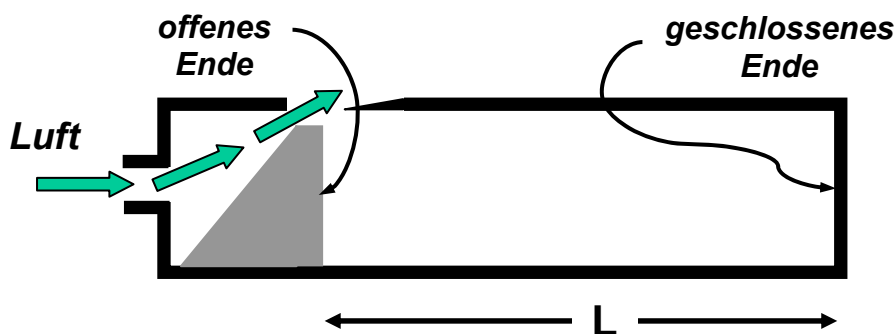
- Das projizierte Bild soll 1,5 m breit sein. Welchen Wert hat der Abbildungsmaßstab?
- Die Entfernung zwischen Projektionsfläche und Objektiv beträgt $b = 8$ m. Welchen Abstand g muss demnach die Pixelmatrix zur Objektivenebene haben?
- Welche Brennweite f ist für das Objektiv zu wählen?
- Dieser Videoprojektor wird nun auf eine zweite Projektionsfläche in 5 m Entfernung gerichtet. In welche Richtung relativ zur Pixelmatrix muss das Objektiv bewegt werden, um darauf wieder ein scharfes Bild zu erhalten (Antwort mit Begründung)?

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2006	Blatt 6 (von 6)
Studiengang: CI(B) / BT(B)	Semester BT(B)2 / CI(B)2
Prüfungsfach: Physik (Physik 2)	Fachnummer: 2011 / 2040 / 2043 / 2044

Aufgabe 6 : **Orgelpfeife** **(24 Punkte)**

Die in einer gedackten Orgelpfeife auftretenden stehenden Schallwellen lassen sich in guter Näherung mit dem Modell der einseitig geschlossenen Röhre beschreiben.



- a) Skizzieren Sie die Grundschwingung und die ersten beiden Oberschwingungen.
- b) Geben Sie eine Beziehung zur Berechnung der Frequenzen der stehenden Wellen an.
Für Grundschwingung und die beiden ersten Oberschwingungen einer solchen gedackten Orgelpfeife der Länge $L = (70,0 \pm 0,5)$ cm ergaben sich die nachfolgenden Messreihen :

f_0 [Hz]	121	122	121	120	124	123	121	121	122	121
f_1 [Hz]	368	361	360	362	363	364	365	366	365	361
f_2 [Hz]	605	600	608	612	610	600	609	608	607	606

- c) Berechnen Sie die Mittelwerte der gemessenen Frequenzen f_0 , f_1 und f_2 .
- d) Berechnen Sie jeweils Standardabweichung und mittleren Fehler des Mittelwerts.
- e) Berechnen Sie für die drei Fälle jeweils die Schallgeschwindigkeit und ermitteln Sie daraus ein sinnvoll gerundetes gemeinsames Ergebnis (mit Fehlerangabe auf eine signifikante Stelle).

Nach der Theorie beträgt die Schallgeschwindigkeit c in Luft :

Messparameter Isentropenexponent $\kappa = 1,4$
 Luftdruck $p = (1,031 \pm 0,002)$ bar
 Dichte von Luft $\rho = (1,28 \pm 0,01)$ kg/m³

$$c = \sqrt{\frac{\kappa p}{\rho}}$$

- f) Berechnen Sie den theoretisch zu erwartenden Wert c und den Größtfehler Δc .
- g) Sind Messergebnis und Theorie konsistent (bitte mit Begründung) ?