

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 1 von 17</b>
<b>Studiengang:</b> BTB1 / CIB1	<b>Prüfungsfach:</b> Physik 1
<b>Prüfungsnummer:</b> Fachnummer: 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Semester:</b> 1	<b>Semestergruppe:</b>
<b>Name Dozent(in):</b> Prof. Dr. Renate Hiesgen	<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Manuskript, Literatur, Taschenrechner

**Zeit: 60 Minuten**

**Erreichbare Punktzahl: 60**

**Bitte jede Aufgabe auf einer neuen Seite beginnen!**

**Die Lösungen müssen auf den beiliegenden Seiten erstellt werden.**

**Lösungsvorschläge ohne Gewähr**

**Kurzaufgabe 1.1 (5 Punkte):**

Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit des Stundenzeigers einer klassischen Analoguhr?

Geben Sie das Ergebnis in rad/s an.

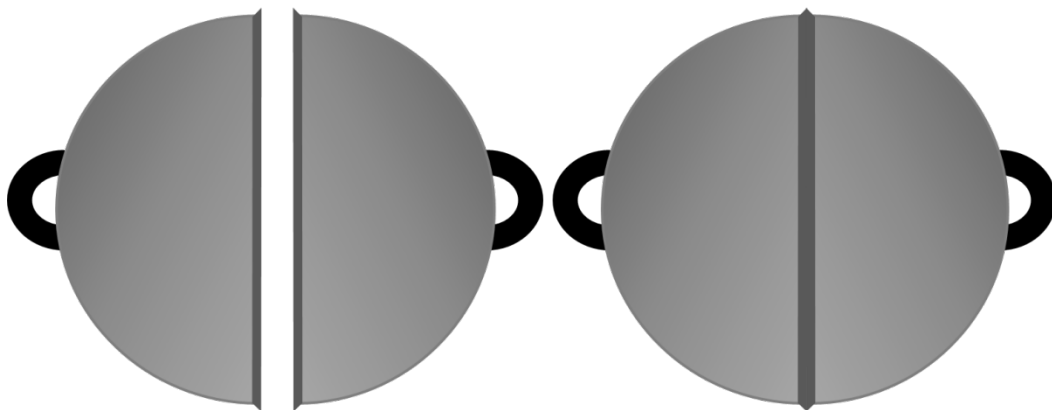
Der Stundenzeiger macht eine volle Umdrehung um den Winkel  $2\pi$  in 12 Stunden:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{12 h} = \frac{\pi}{6 h} = \frac{\pi}{6 \cdot 3600s} = 1,45 \cdot 10^{-4} \frac{rad}{s}$$

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 2 von 17</b>
<b>Studiengang:</b> BTB1 / CIB1	<b>Prüfungsfach:</b> Physik 1
<b>Prüfungsnummer:</b> Fachnummer: 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Name Dozent(in):</b> Prof. Dr. Renate Hiesgen	<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Manuskript, Literatur, Taschenrechner

**Kurzaufgabe 1.2 (5 Punkte):**

Wie groß ist die Kraft auf die Magdeburger Halbkugeln mit einem Radius von  $r=10\text{ cm}$ , wenn sie einen Innendruck von  $p_i=0\text{ Pa}$  und einen Außendruck von  $1\text{ bar}$  annehmen?



Berechnung des Druckes mit dem senkrecht zur Fläche stehenden Anteil der Kraft  $F_N$ . Die Kraft wirkt auf eine Kreisfläche. Der Druckunterschied entspricht ungefähr dem Außendruck.

$$F_N = \Delta p \cdot A = \Delta p \cdot \pi \cdot r^2 \approx 3000\text{ N}$$

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 3 von 17</b>
<b>Studiengang:</b> BTB1 / CIB1	<b>Prüfungsfach:</b> Physik 1
<b>Prüfungsnummer:</b> Fachnummer: 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen</b>	<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Manuskript, Literatur, Taschenrechner

**Kurzaufgabe 1.3 (5 Punkte):**

Ein Faraday nennt man die Ladung, die der Ladung von 1 mol Protonen entspricht (Avogadrozahl  $n_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ ). Wie viele Coulomb sind das?

Mit der Anzahl der Teilchen pro Mol und der Elementarladung erhält man die Ladung, die als Faradaykonstante bezeichnet wird.

$$Q = n_A \cdot (+e) = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 96472 \text{ C}$$

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 4 von 17</b>
<b>Studiengang:</b> BTB1 / CIB1	<b>Prüfungsfach:</b> Physik 1
<b>Prüfungsnummer:</b> Fachnummer: 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen</b>	<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Manuskript, Literatur, Taschenrechner

**Kurzaufgabe 1.4 (5 Punkte):**

Sind die folgenden Aussagen richtig oder falsch? Bitte kurze Begründung der Entscheidung

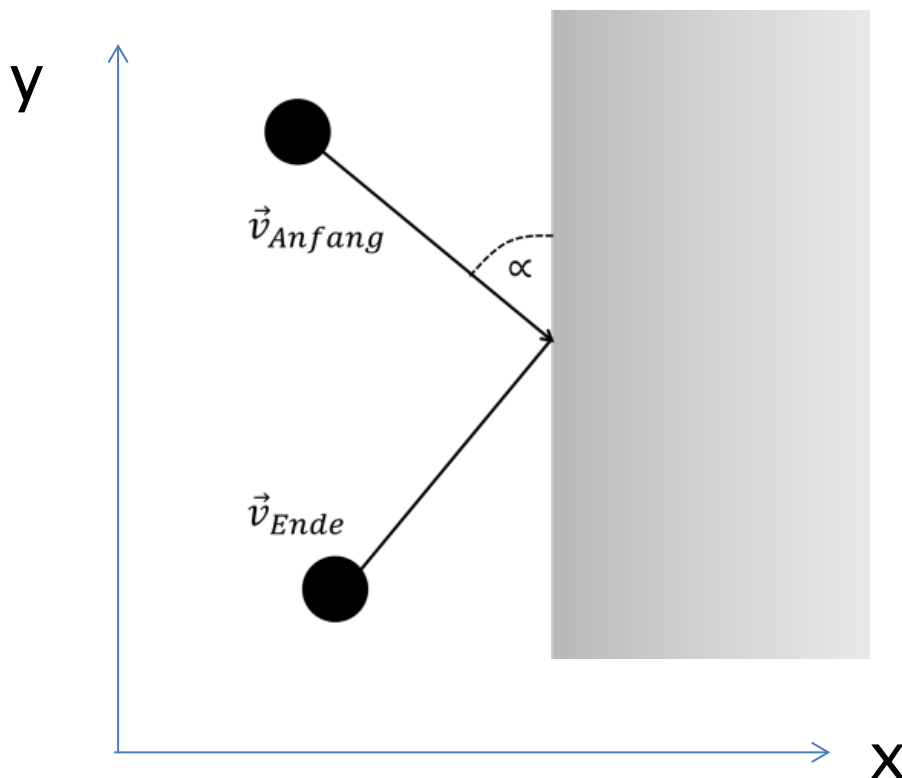
1. Das elektrische Feld einer Punktladung zeigt stets von der Ladung weg.  
Falsch:  
Das elektrische Feld ist zur negativen Ladung hin gerichtet.
  
2. Die elektrische Kraft auf ein Teilchen in einem elektrischen Feld weist stets in dieselbe Richtung wie das Feld.  
Falsch:  
Die Richtung der elektrischen Kraft, die auf eine Punktladung wirkt, hängt vom Vorzeichen der Ladung ab.
  
3. Elektrische Feldlinien kreuzen sich niemals.  
Falsch:  
Elektrische Feldlinien schneiden jeden Punkt im Raum, der von einer Punktladung besetzt ist.
  
4. Alle Moleküle haben in Gegenwart eines äußeren elektrischen Feldes ein elektrisches Dipolmoment.  
Richtig:  
Ein elektrisches Feld bewirkt eine teilweise Polarisierung der Moleküle, die sich in ihm befinden. Diese Polarisierung führt aufgrund einer partiellen Ladungstrennung zu einem elektrischen Dipolmoment.

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 5 von 17</b>
<b>Studiengang:</b> BTB1 / CIB1	<b>Prüfungsfach:</b> Physik 1
<b>Prüfungsnummer:</b> Fachnummer: 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Name Dozent(in):</b> Prof. Dr. Renate Hiesgen	<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Manuskript, Literatur, Taschenrechner

### Aufgabe 2 Squashball (10 Punkte):

Ein Squashball der Masse  $m = 24 \text{ g}$  trifft mit einer Geschwindigkeit  $\vec{v}_{\text{Anfang}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  unter einem Winkel  $\alpha = 45^\circ$  elastisch auf eine Wand (siehe Skizze).

- Wie groß sind die Geschwindigkeitskomponenten senkrecht und waagrecht zur Wand?
- Wie groß ist die Geschwindigkeit  $\vec{v}_{\text{Ende}}$ , mit der der Ball die Wand verlässt?
- Wie groß ist der auf die Wand übertragene Impuls?



**Lösungsvorschlag Aufgabe 2:**

- a) Wie groß sind die Geschwindigkeitskomponenten senkrecht und waagrecht zur Wand?

$$\vec{v}_{\text{Anfang } x} = \vec{v}_{\text{Anfang}} \cdot \cos \alpha = 2 \text{ ms}^{-1} \cdot \cos 45^\circ = 1,41 \text{ ms}^{-1}$$

$$\vec{v}_{\text{Anfang } y} = \vec{v}_{\text{Anfang}} \cdot \sin \alpha = 2 \text{ ms}^{-1} \cdot \sin 45^\circ = 1,41 \text{ ms}^{-1}$$

- b) Wie groß ist die Geschwindigkeit  $\vec{v}_{\text{Ende}}$ , mit der die Kugel die Wand verläßt? Da der Stoß elastisch ist ändert sich die kinetische Energie nicht und die Geschwindigkeit bleibt gleich.
- c) Wie groß ist der auf die Wand übertragene Impuls?

Für die Wahl der Bewegungsrichtungen soll gelten: die Flugrichtung der Kugel vor dem Stoß auf die Wand sei die positive Richtung.

Da es sich um einen elastischen Stoß handelt, werden nur die x-Komponenten betrachtet, da die y-Komponenten gleich bleiben (kein Impuls-Übertrag in y-Richtung).

Beim Stoß einer Kugel auf eine Wand ändert sich der Impuls der Kugel um

$$\Delta \vec{p}_{\text{Kugel}} = \Delta \vec{p}_{\text{Ende}} - \Delta \vec{p}_{\text{Anfang}}$$

$$\Delta p_{x \text{ Kugel}} = \Delta p_{x \text{ Kugel Ende}} - \Delta p_{x \text{ Kugel, Anfang}}$$

$$= -0,024 \text{ kg} \cdot 1,41 \text{ ms}^{-1} - 0,024 \text{ kg} \cdot 1,41 \text{ ms}^{-1} = -0,0678 \text{ kgms}^{-1}$$

Die Änderung des Impulses der Kugel entspricht betragsmäßig dem auf die Wand übertragenen Impuls. Beim Stoß wirken nur innere Kräfte, deshalb muss die Vektorsumme beider Änderungen Null ergeben

$$\Delta \vec{p}_{\text{Kugel}} + \Delta \vec{p}_{\text{Wand}} = 0$$

$$\Delta \vec{p}_{\text{Wand}} = -\Delta \vec{p}_{\text{Kugel}} = -(-0,0678 \text{ kgms}^{-1}) = 0,0678 \text{ kgms}^{-1}$$

Zweidimensionale Rechnung:

$$\begin{aligned}
\Delta \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} p_{xE} \\ p_{yE} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} p_{xA} \\ p_{yA} \end{pmatrix} = m \begin{pmatrix} v_{xE} \\ v_{yE} \end{pmatrix} - m \cdot \begin{pmatrix} v_{xA} \\ v_{yA} \end{pmatrix} \\
&= 0,024kg \cdot \begin{pmatrix} -1,141 \frac{m}{s} \\ +1,141 \frac{m}{s} \end{pmatrix} - 0,024kg \begin{pmatrix} +1,414 \frac{m}{s} \\ +1,1414 \frac{m}{s} \end{pmatrix} \\
&= 0,024kg \cdot \begin{pmatrix} -1,141 \frac{m}{s} \\ +1,141 \frac{m}{s} \end{pmatrix} - 0,024kg \begin{pmatrix} +1,414 \frac{m}{s} \\ +1,414 \frac{m}{s} \end{pmatrix} = +0,024kg \begin{pmatrix} -2,828 \frac{m}{s} \\ 0 \frac{m}{s} \end{pmatrix} \\
&= \begin{pmatrix} -0,0678 \frac{kg \cdot m}{s} \\ 0 \frac{kg \cdot m}{s} \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

Es ändert sich nur die x-Komponente, die y-Komponente bleibt gleich

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 7 von 17</b>
<b>Studiengang: BTB1 / CIB1</b>	<b>Prüfungsfach: Physik 1</b>
<b>Prüfungsnummer: Fachnummer:</b> 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Name Dozent(in): Prof. Dr. Renate Hiesgen</b>	<b>Erlaubte Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner</b>

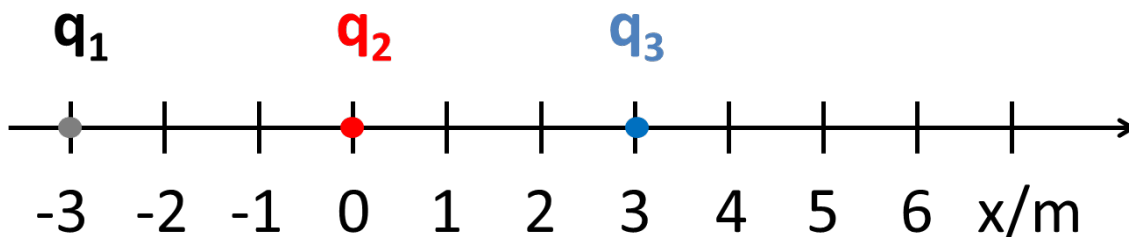
### Aufgabe 3 Coulombkraft (15 Punkte):

Drei Punktladungen befinden sich auf der x-Achse:

$$q_1 = -6 \mu\text{C} \quad \text{bei } x_1 = -3,0 \text{ m}$$

$$q_2 = +4 \mu\text{C} \quad \text{bei } x_2 = 0 \text{ m}$$

$$q_3 = -6 \mu\text{C} \quad \text{bei } x_3 = +3,0 \text{ m}$$



Die Coulombkraft zwischen den Teilchen 1 und 2 in einer Dimension wird berechnet durch:

$$F_{2,1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_{2,1}^2} \cdot \vec{x} \qquad \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,988 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$F_{2,1}$  Kraft von Teilchen 2 auf Teilchen 1

$q_1, q_2$  Ladung von Teilchen 1 bzw. Teilchen 2

$r_{2,1}$  Abstand von Teilchen 2 zu Teilchen 1

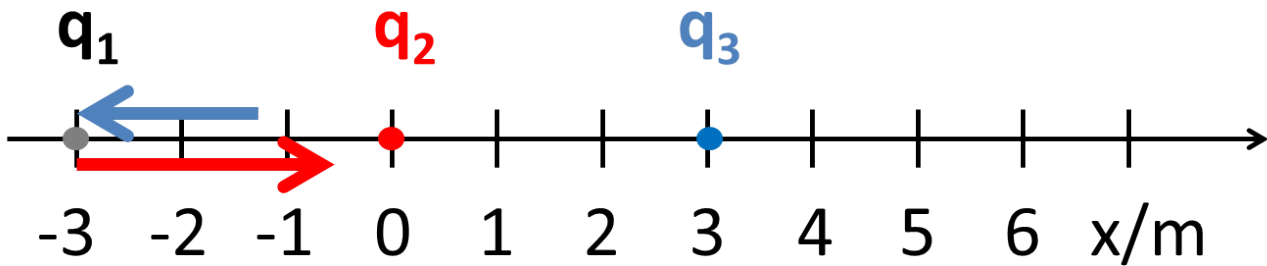
$\vec{x}_{1,2}$  Vektor der Länge 1 in positiver x-Richtung (Einheitsvektor)

- Wie groß ist die Kraft, die  $q_2$  auf  $q_1$  ausübt (Betrag und Richtung)?
- Wie groß ist die Kraft, die  $q_3$  auf  $q_1$  ausübt (Betrag und Richtung)?
- Wie groß ist die Gesamtkraft auf  $q_1$  (Betrag und Richtung)?



Lösungsvorschlag:

Kraft von 2 auf 1 (rot) ist anziehend, Kraft von 3 auf 1 (blau) ist abstoßend.



$$F_{2,1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_{2,1}^2} \cdot \vec{x} = +2,4 \cdot 10^{-2} N$$

$$F_{3,1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_3|}{r_{3,1}^2} \cdot -\vec{x} = -0,90 \cdot 10^{-2} N$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{2,1} + \vec{F}_{3,1}$$

$$F_{ges} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left( \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r_{2,1}^2} - \frac{|q_1| \cdot |q_3|}{r_{3,1}^2} \right) \cdot \vec{x}$$

=

$$F_{ges} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot |q_1| \cdot \left( \frac{|q_2|}{r_{2,1}^2} - \frac{|q_3|}{r_{3,1}^2} \right) \cdot \vec{x}$$

$$= F_{ges} = 8,988 \cdot 10^9 N \cdot m^2 \cdot C^{-2} \cdot (6,0 \mu C) \cdot \left( \frac{4,0 \mu C}{(3,0 m)^2} - \frac{6,0 \mu C}{(6,0 m)^2} \right) \cdot \vec{x}$$

$$= +2,4 \cdot 10^{-2} N - 0,90 \cdot 10^{-2} N = +1,5 \cdot 10^{-2} N$$

<b>WINTERSEMESTER 2013 /2014</b>	<b>Seite: 11 von 17</b>
<b>Studiengang:</b> BTB1 / CIB1	<b>Prüfungsfach:</b> Physik 1
<b>Prüfungsnummer:</b> Fachnummer: 1071, 1072	(Bitte ausfüllen, wenn die Prüfung aus mehreren Teilen besteht)  <b>Teil von:</b>
<b>Semester:</b> 1	<b>Semestergruppe:</b>
<b>Name Dozent(in):</b> Prof. Dr. Renate Hiesgen	<b>Erlaubte Hilfsmittel:</b> Manuskript, Literatur, Taschenrechner

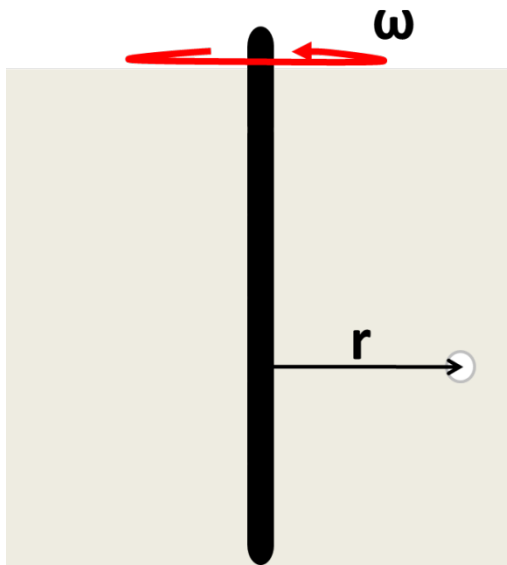
**Aufgabe 4 Lackentschaumung (15 Punkte):**

Beim Dispergieren eines Lackes wurde Luft (Dichte des Lackes  $\rho_{\text{Lack}} = 1,1 \text{ g/cm}^3$ , Dichte von Luft  $\rho_{\text{Luft}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$ ) eingerührt. Der mittlere Radius der Luftblasen wurde als  $r_{\text{Luft}} = 50 \text{ }\mu\text{m}$  bestimmt.

- Welche Gewichtskraft  $FG$  wirkt auf eine Luftblase und welche Auftriebskraft  $FA$  erfährt sie im flüssigen Lack?
- Welche resultierende Kraft  $F_{\text{Res}}$  (nach Betrag und Richtung) wirkt auf eine Luftblase?
- Wie groß ist die konstante Endgeschwindigkeit einer Luftblase bei Stokesscher Reibung? Die Viskosität des Lackes beträgt  $\eta = 150 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ .

Zur technischen Entschäumung verwendet man Zentrifugen. Der mit flüssigem Lack gefüllte Rotor einer solchen Zentrifuge rotiere mit 2000 Umdrehungen / min.

- Wie groß ist die Beschleunigungskomponente einer Luftblase mit Radius  $r_{\text{Luft}}$  in radialer Richtung nach innen, wenn sie anfangs  $r=5 \text{ cm}$  Abstand zur Drehachse des Rotors hat?
- Skizzieren sie in der Skizze den Weg der Luftblase bis zur Oberfläche.



Lösungsvorschlag:

a) Ein Tröpfchen mit Radius  $R_{\text{Luft}} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}$  hat ein Volumen  $V_{\text{Luft}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{Luft}}^3$   
 $= 5,24 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3$

Gewichtskraft:  $F_{\text{GLuft}} = m_{\text{Luft}} g = \rho_{\text{Luft}} V_{\text{Luft}} g = \rho_{\text{Luft}} \frac{4}{3} \pi R_{\text{Luft}}^3 g = 6,65 \cdot 10^{-12} \text{ N}$

Auftriebskraft:  $F_{\text{ALuft}} = m_{\text{Lack}} g = \rho_{\text{Lack}} V_{\text{Luft}} g = (\rho_{\text{Lack}} / \rho_{\text{fLuft}}) F_G = 5657 \cdot 10^{-12} \text{ N}$

b)  $F_{\text{res}} = F_{\text{ALuft}} - F_{\text{GLuft}} = 5,7 \cdot 10^{-9} \text{ N}$ , diese Kraft ist nach oben gerichtet

c) Kräftegleichgewicht mit Stokes-Reibung:  $F_R = 6 \pi \eta R v = F_{\text{res}}$  damit gilt für die Geschwindigkeit:

Luftblasen  $v_{\text{Luft}} = F_{\text{res}} / (6 \pi \eta R_{\text{Luft}}) = 4,03 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

d) Zentrifugalbeschleunigung  $a_z$  in Zentrifuge, Kreisbahn mit Radius 0,05 m :

$$a_z = \omega^2 R = (2 \pi / T)^2 R = (2 \pi 2000 / 60 \text{ s})^2 0,05 \text{ m} = 2,193 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$$

(nicht gefragt)

zum Vergleich der Kräfte in x- und z-Richtung

$$F_z = F_{\text{res}} (a_z / g) = 1,27 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

Die Kraft in z-Richtung ist sehr viel größer als die Auftriebskraft

Nach Erreichen des Kräftegleichgewichtes: Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit

