

1. Eine Straßenbahn der Masse m wird auf gerader, ebener Strecke mit konstanter Leistung P vom Stand aus beschleunigt. Die Reibung soll vernachlässigt werden.
- Wie ändert sich die kinetische Energie $E_{\text{kin}}(t)$ und die Geschwindigkeit $v(t)$ mit der Zeit t ?
 - Wie groß ist die beschleunigende Kraft $F(t)$ als Funktion der Zeit t ?
 - Wie ändert sich der Weg $s(t)$ als Funktion der Zeit t ?
 - Mit welcher maximalen Geschwindigkeit $v_{\text{max},6}$ kann die Straßenbahn mit der Leistung P bei einer Steigung von 6% fahren?

Zahlenwerte: $m = 3,0 \cdot 10^4 \text{ kg}$; $P = 380 \text{ kW}$.

2. In einem Eisenbahnwagen ist eine Bleikugel der Masse m an einem masselosen Faden der Länge ℓ aufgehängt. Unter welchem Winkel α zur Vertikalen steht das Pendel in der Gleichgewichtslage des Pendels in den folgenden, in a) bis c) beschriebenen Bewegungen?
- Zeichnen Sie hierzu jeweils in einer Skizze die wirkenden Kräfte und berechnen Sie α .
- Der Wagen fährt auf gerader Strecke mit der konstanten Geschwindigkeit v_0 .
 - Der Wagen fährt auf gerader Strecke mit konstanter Beschleunigung a .
 - Der Wagen fährt mit der konstanten Geschwindigkeit v_0 durch eine Kurve mit dem Radius R .
 - Wie groß ist die Schwingungsdauer T des Pendels bei einer Schwingung um die in Fall c) vorliegende Gleichgewichtslage?

Zahlenwerte: $v_0 = 22 \text{ m/s}$; $\ell = 2,4 \text{ m}$; $a = 1,6 \text{ m/s}^2$; $R = 330 \text{ m}$.

3. Über eine Umlenkrolle (dünnwandiger Hohlzylinder, Durchmesser d , Masse m_U) laufe ein Seil vernachlässigbarer Masse. An den herabhängenden Enden seien zwei Gewichte der Massen m_1 und m_2 angebracht. Reibung werde vernachlässigt.
- Berechnen Sie das auf die Umlenkrolle wirkende Drehmoment. Skizzieren Sie die wirkenden Kräfte.
 - Wie groß ist das Trägheitsmoment der Umlenkrolle bezogen auf die Achse, um die sich die Rolle dreht?
 - Mit welcher Beschleunigung a setzen sich die Gewichte in Bewegung? Erläutern Sie Ihre Überlegung.
 - Berechnen Sie die Rotationsenergie der Rolle und die gesamte kinetische Energie aller drei Massen zwei Sekunden nach dem Loslassen aus der Ruhelage. Welcher Bruchteil der gesamten Bewegungsenergie entfällt auf die Rotationsenergie der Umlenkrolle?

Zahlenwerte: $d = 20 \text{ cm}$; $m_U = 2,5 \text{ kg}$; $m_1 = 0,10 \text{ kg}$; $m_2 = 0,12 \text{ kg}$.

4. Ruhende Flüssigkeiten

- Was versteht man unter der Auftriebskraft in Flüssigkeiten? Erklären Sie diese anhand einer Skizze.
- Begründen Sie das Zustandekommen der Auftriebskraft quantitativ anhand der Kräfte, die auf einen waagrecht liegenden Quader der Kantenlängen a , b und c unter Wasser wirken. Leiten Sie die entsprechende Formel für die Auftriebskraft her und benennen Sie alle darin auftretenden Größen.
- Was besagt das Prinzip von Archimedes?
- Ein Kunststoffkugelchen vom Radius r und der Dichte ρ_k wird in einer Flüssigkeit der Viskosität η und der Dichte $\rho_f > \rho_k$ aus dem Zustand der Ruhe losgelassen und steigt dann auf. Wie groß ist der Betrag der Kraft auf das Kugelchen unmittelbar vor dem Loslassen?
- Skizzieren Sie die Geschwindigkeit des Kugelchens in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Loslassen.
- Welche Endgeschwindigkeit v_e erreicht das Kugelchen? Geben Sie hierfür auch die Beziehung für das Kräftegleichgewicht an und begründen Sie kurz Ihre Überlegung.
- Berechnen Sie die mechanische Leistung P , die das aufsteigende Kugelchen abgibt, wenn es die Endgeschwindigkeit erreicht hat.
- Wie ist die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit definiert? Geben Sie die entsprechende Formel an und benennen Sie die darin auftretenden Größen.
- Berechnen Sie den Überdruck in einer Seifenblase mit Radius $r = 20 \text{ mm}$. Die Oberflächenspannung des Seifenwassers betrage $24,25 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.
- Was geschieht, wenn man zwei Seifenblasen unterschiedlichen Durchmessers mit einer Kanüle verbindet? Begründen Sie kurz Ihre Aussage.

5. In einer Druckflasche mit dem Volumen V ist bei der Temperatur T Helium (He) der Masse m eingeschlossen.

- Welche mittlere Geschwindigkeit v_{rms} haben die He-Atome?
- Wie groß ist die Stoffmenge des eingeschlossenen Heliums?
- Wie viele He-Atome sind in der Flasche und wie groß ist die im Gas gespeicherte Wärmeenergie?
- Welcher Druck p wirkt auf die Flaschenwand?

Zahlenwerte: $V = 3,0 \text{ l}$; $T = 290 \text{ K}$; $m = 3,0 \text{ g}$; Molmasse von Helium: $M_{\text{molar, He}} = 4,0 \text{ g/mol}$.

6. Ein Mol Stickstoff (ideales, zweiatomiges Gas) wird unter verschiedenen Randbedingungen von $T_1 = 300 \text{ K}$ auf $T_2 = 900 \text{ K}$ erwärmt.

- Berechnen Sie die Zunahme der inneren Energie, die verrichtete Arbeit und die zugeführte Wärmemenge, wenn das Volumen konstant gehalten wird.
- Berechnen Sie dieselben Größen wie in Fall a), wenn die Erwärmung bei konstantem Druck stattfindet.
- Begründen Sie, warum die isobare Wärmekapazität c_p größer ist als die isochore Wärmekapazität c_v .
- Wie ändern sich die Ergebnisse in a) und b), wenn statt Stickstoff das einatomige Gas Helium verwendet wird?

Erdbeschleunigung	g	=	$9,81 \text{ m/s}^2$
Universelle Gaskonstante	R	=	$8,31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$
Avogadro-Konstante	N_A	=	$6 \cdot 10^{23} \text{ /mol}$
Boltzmann-Konstante	k_B	=	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Aufgabe	1	2	3	4	5	6
Punkte	6	6	6	10	6	6

d)

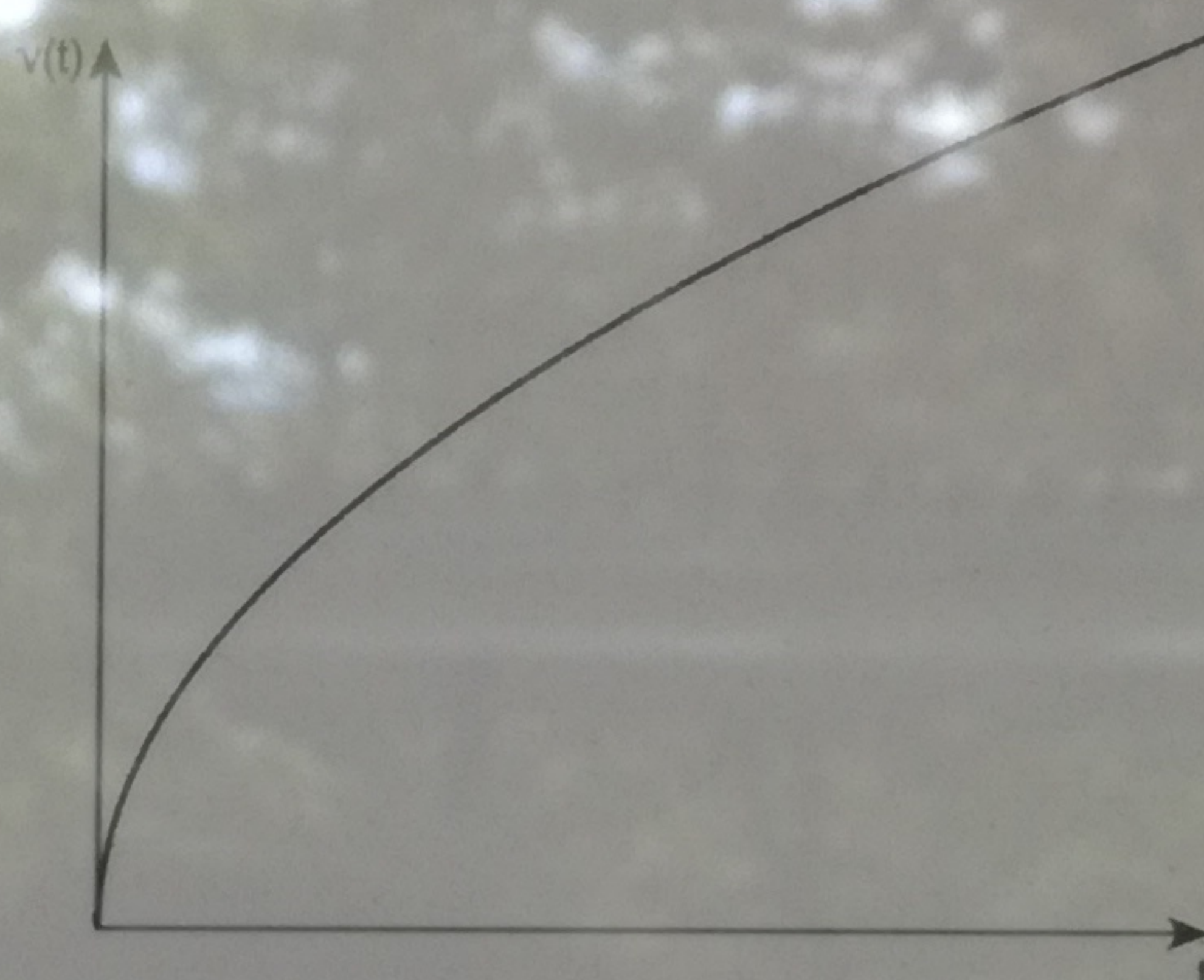
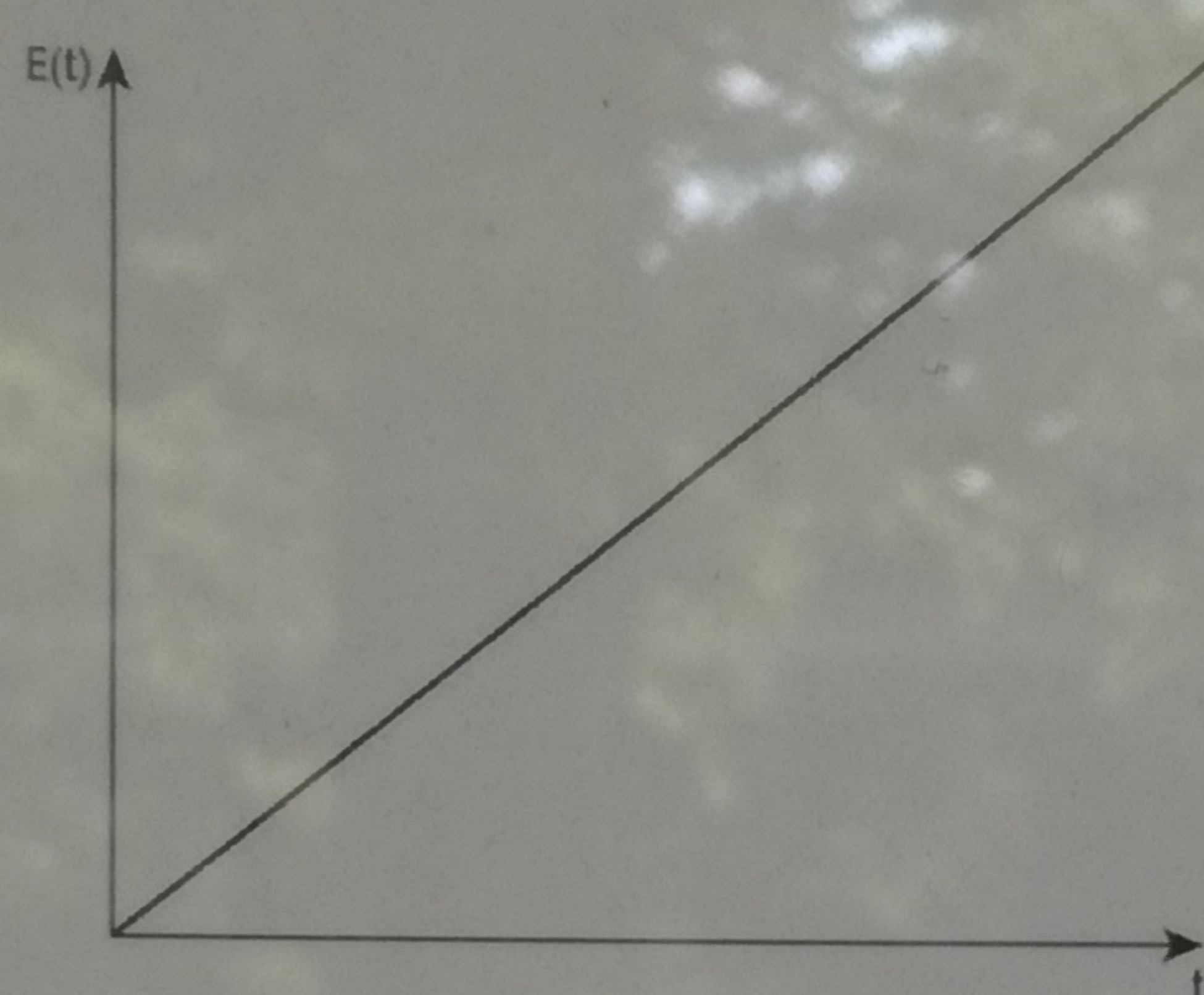
Aufgabe 1: Straßenbahn

a) Es gilt $P = \frac{dE(t)}{dt}$ mit $P =$

Somit ist $E(t) = P \cdot t$

Anhand der kinetischen Energie kann die Geschwindigkeit bestimmt werden:

$$E(t) = \frac{1}{2} m \cdot v(t)^2 \Rightarrow v(t) = \sqrt{\frac{2 \cdot E(t)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot t}{m}}$$

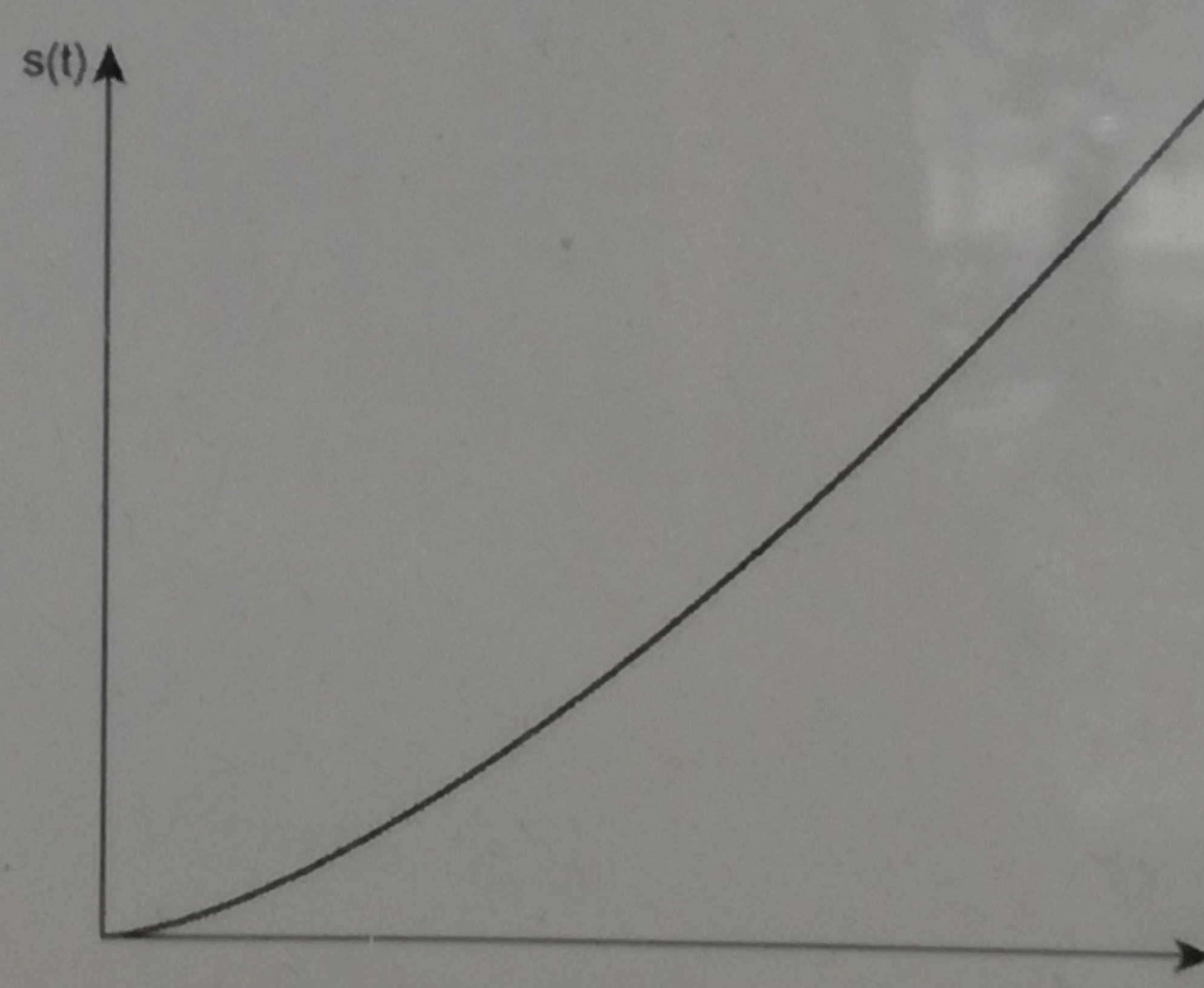
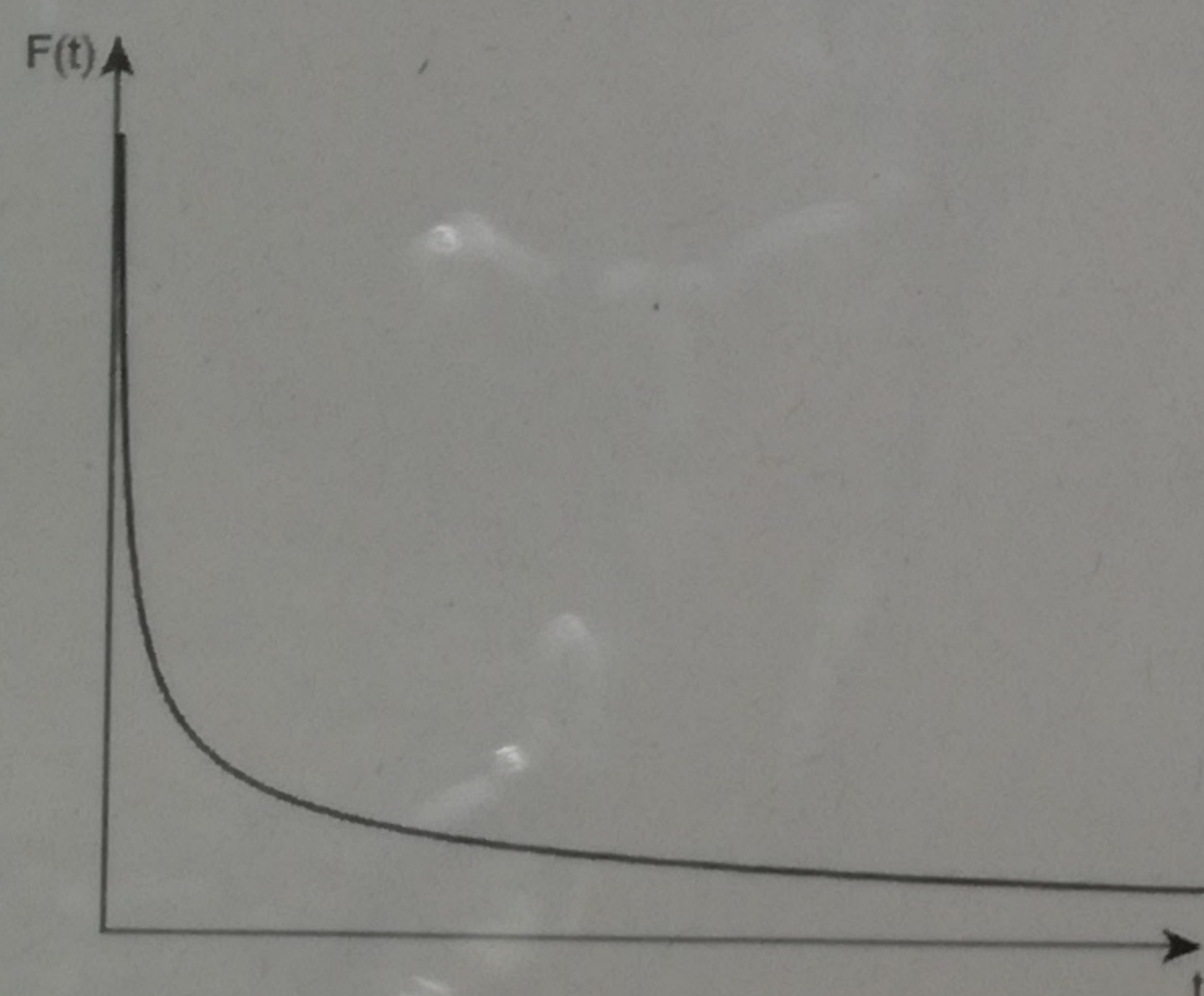


b) Es gilt der Zusammenhang $P = F(t) \cdot v(t) = \text{const.}$

$$\Rightarrow F(t) = \frac{P}{v(t)} = \frac{P}{\sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot t}{m}}}$$

c) Es gilt $s(t) = \int_{t_0}^{t_1} v(t) dt$

Einsetzen von $v(t)$ aus a): $\Rightarrow s(t) = \int_{t_0}^{t_1} \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot t}{m}} dt$



d) Steigung 6 % $\Rightarrow \tan \alpha = \frac{6}{100} \Rightarrow \alpha = \arctan 0,06 = 3,43^\circ$

Hangabtriebskraft: $F_A = m \cdot g \cdot \sin \alpha$

Die maximale Geschwindigkeit ist erreicht, wenn die Kraft $F(t)$ der Hangabtriebskraft F_A entspricht

$$F(t) = F_A$$

$$\Rightarrow \frac{P}{v(t)} = m \cdot g \cdot \sin \alpha \Rightarrow v_{\max,6} = \frac{P}{m \cdot g \cdot \sin \alpha} = \frac{380 \text{ kW}}{3 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 3,43^\circ} = 21,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 77,7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Aufgabe 2: Mathematisches Pendel in der Eisenbahn

- a) Bei konstanter Geschwindigkeit v_0 gilt $a = 0$

$$\Rightarrow F_a = m \cdot a = 0 \Rightarrow \alpha = 0$$

Es wirkt nur die Gewichtskraft

$$F = F_G = m \cdot g = 0,98 \text{ N}$$

Keine Auslenkung des Pendels

- b) $F_g = m \cdot g$ und $F_a = m \cdot a$

In der Gleichgewichtslage gilt: $F_a = F_G \cdot \tan \alpha$

$$\tan \alpha = \frac{F_a}{F_G} = \frac{m \cdot a}{m \cdot g} = \frac{a}{g} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{a}{g} = 9,26^\circ$$

- c) $F_g = m \cdot g$ und Zentrifugalkraft $F_Z = \frac{m \cdot v_0^2}{R}$

In der Gleichgewichtslage gilt: $F_Z = F_G \cdot \tan \alpha$

$$\tan \alpha = \frac{F_Z}{F_G} = \frac{\frac{m \cdot v_0^2}{R}}{m \cdot g} = \frac{v_0^2}{R \cdot g}$$

$$\alpha = \arctan \frac{v_0^2}{R \cdot g} = \arctan \frac{\left(22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{330 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 8,50^\circ$$

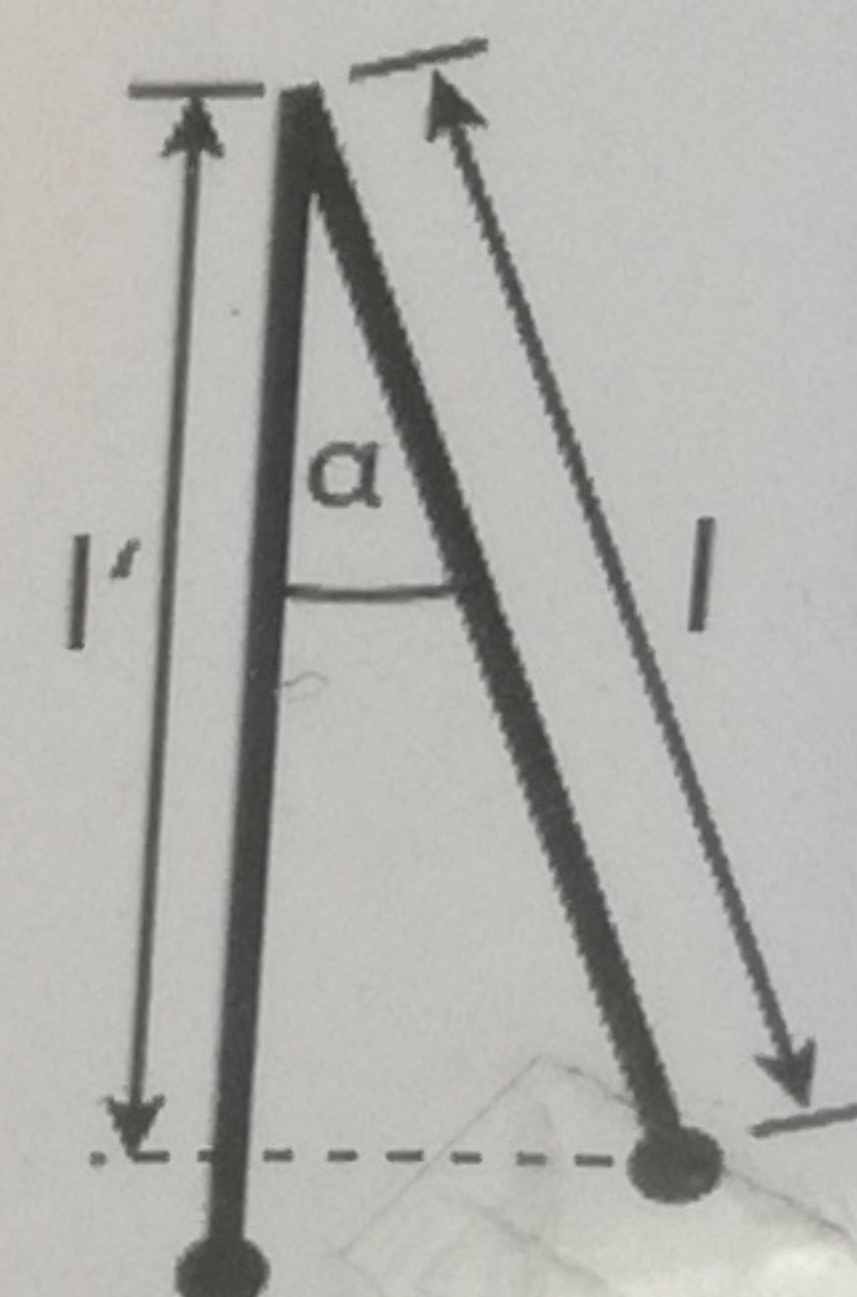
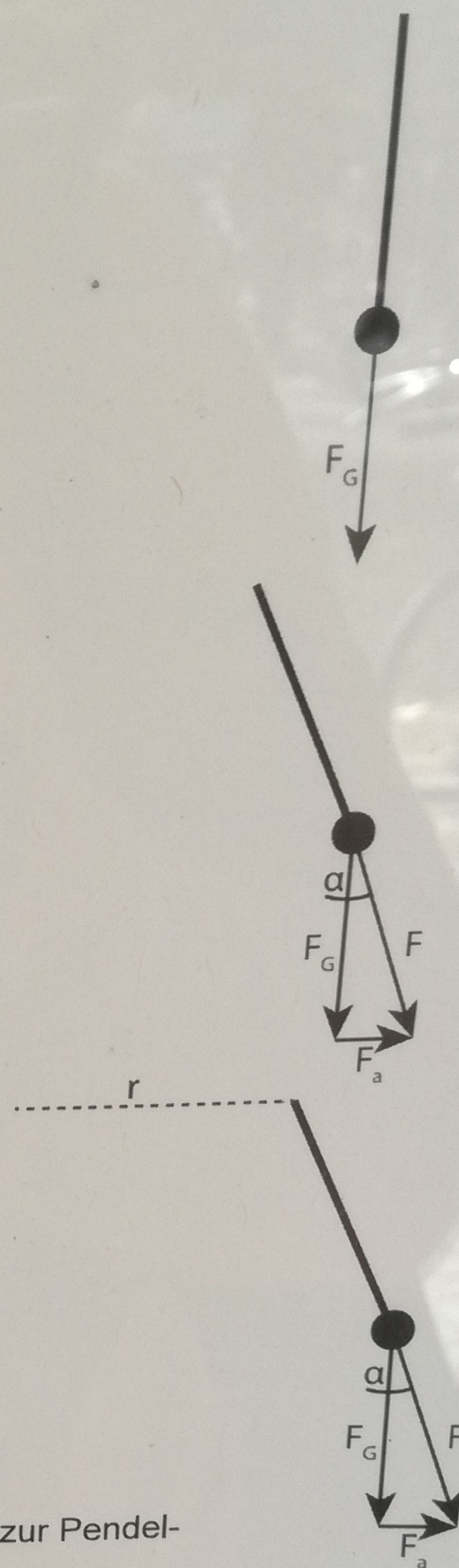
- d) Das Pendel ist in der Kurve um den Winkel $\alpha = 8,50^\circ$ senkrecht zur Pendelbewegung ausgelenkt.

Dies entspricht einem Pendel mit verkürztem Faden der Länge l' :

$$l' = l \cdot \cos \alpha = 2,40 \text{ m} \cdot \cos 8,5^\circ = 2,37 \text{ m}$$

Unter der Annahme kleiner Winkel ($\sin \alpha \approx \alpha$) kann die Schwingungsdauer des Pendels wie folgt berechnet werden:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2,37 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 3,09 \text{ s}$$



- c) Wie bereits in a) für den nicht statischen Fall berechnet, beträgt die Beschleunigung

$$a = 72,1 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$

Das System ist über den Faden verbunden, somit ist die Beschleunigung aller drei Massen identisch.

- d) Für die Rotation des Hohlzylinders gilt: $E_{\text{rot}} = \frac{J \cdot \omega^2}{2}$ mit $v = r \cdot \omega$ und $J = m_u \cdot r^2$

$$\Rightarrow E_{\text{rot}} = \frac{m_u \cdot r^2 \cdot v^2}{2r^2} = \frac{1}{2} m_u \cdot v^2 \quad \text{mit } v = a \cdot t = 0,0721 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ s} = 0,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} m_u \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \text{ kg} \cdot \left(0,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 25,99 \text{ mJ}$$

Die gesamte kinetische Energie entspricht der kinetischen Energie der beiden Massen und des Hohlzylinders: $E_{\text{kin ges.}} = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2 + m_u) \cdot v^2 = 0,0267 \text{ J} = 26,66 \text{ mJ}$

Der Anteil der Rotationsenergie lässt sich wie folgt ermitteln:

$$\frac{E_{\text{rot}}}{E_{\text{kin ges.}}} = \frac{\frac{1}{2} m_u \cdot v^2}{\frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2 + m_u) \cdot v^2} = \frac{m_u}{m_1 + m_2 + m_u} = \frac{2,5 \text{ kg}}{2,72 \text{ kg}} = 0,9191$$

Der Anteil der Rotationsenergie an der gesamten kinetischen Energie beträgt 91,91 %

Aufgabe 3: Uml.

a) $m_1 < m_2$ $m = m_1 + m_2$ $r = \frac{a}{2} = \frac{20 \text{ cm}}{2} = 10 \text{ cm}$

Im statischen Fall (vor dem Loslassen) wirkt nur das von den beiden Massen m_1 und m_2 aufgrund der Gewichtskraft verursachte Drehmoment. Es gilt:

$$M = M_2 - M_1 = m_2 \cdot g \cdot r - m_1 \cdot g \cdot r = (0,12 \text{ kg} - 0,10 \text{ kg}) \cdot g \cdot r$$

$$= 0,02 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ cm} = 0,02 \text{ Nm} = 19,6 \text{ mNm}$$

Nach dem Loslassen muss die Rotation des Hohlzylinders mitberücksichtigt werden. Die Beschleunigung aller drei Massen ist dieselbe. Es gilt:

$$F_1 - F_{G1} = m_1 \cdot a_1$$

$$F_{G2} - F_2 = m_2 \cdot a_2$$

$$M = F_2 \cdot r - F_1 \cdot r = J \cdot \alpha \quad \text{mit} \quad a = a_1 = a_2 = \alpha \cdot r \quad \text{und} \quad J = m_u \cdot r^2$$

folgt: $M = F_2 \cdot r - F_1 \cdot r = J \cdot \alpha = m_u \cdot r \cdot a$

$$F_1 = m_1 \cdot a + F_{G1} \quad \text{und} \quad F_2 = F_{G2} - m_2 \cdot a$$

$$\Rightarrow M = (F_{G2} - m_2 \cdot a) \cdot r - (m_1 \cdot a + F_{G1}) \cdot r = m_u \cdot r \cdot a$$

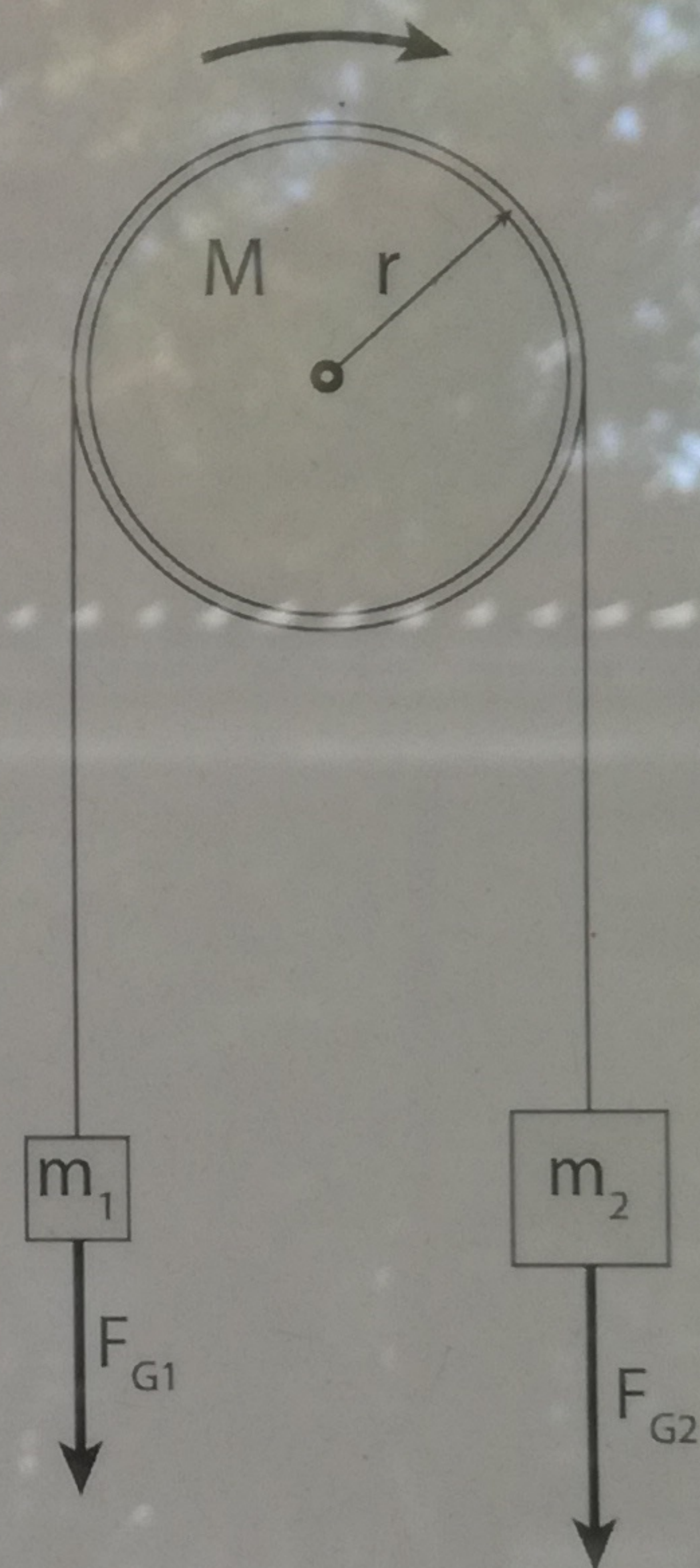
$$\Rightarrow (m_2 - m_1) \cdot g - (m_1 + m_2) \cdot a = m_u \cdot a$$

$$\Rightarrow a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m_u} \cdot g = \frac{0,12 \text{ kg} - 0,10 \text{ kg}}{0,10 \text{ kg} + 0,12 \text{ kg} + 2,5 \text{ kg}} = 0,0721 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 72,1 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$

$$M = m_u \cdot r \cdot a = 2,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 72,1 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2} = 0,018 \text{ Nm} = 18,03 \text{ mNm}$$

b) Das Trägheitsmoment eines Hohlzylinders lässt sich wie folgt berechnen:

$$J = m_u \cdot r^2 = 2,5 \text{ kg} \cdot (0,1 \text{ m})^2 = 0,025 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$



Aufgabe 4: Ruhende Flüssigkeiten

- a) Der Druck in einer Flüssigkeit nimmt mit der Tiefe größer. Daher ist der hydrostatische Druck auf die Unterseite eines getauchten Körpers größer als auf seine Oberseite, da sich die Unterseite tiefer in der Flüssigkeit befindet. Die resultierende Kraft wirkt also nach oben. Sie wird als Auftriebskraft bezeichnet.

- b) Für den hydrostatischen Druck gilt: $p = \rho \cdot h \cdot g$ wobei h der Eintauchtiefe entspricht.

Es gilt: $p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$

Auf einen getauchten Körper wirkt die Kraft F_1 aufgrund des hydrostatischen Drucks entsprechend der Wassersäule über dem Körper. Es gilt:

$$F_1 = A \cdot h_1 \cdot \rho \cdot g$$

Die Kraft F_2 entspricht dem hydrostatischen Druck auf die Unterseite des Körpers in der Tiefe h_2 .

$$F_2 = A \cdot h_2 \cdot \rho \cdot g$$

Die Auftriebskraft entspricht der Differenz der beiden Kräfte:

$$F_A = F_2 - F_1 = A \cdot h_2 \cdot \rho \cdot g - A \cdot h_1 \cdot \rho \cdot g = A \cdot \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Δh entspricht der Kantenlänge c des getauchten Körpers. A entspricht der Fläche der Oberseite des Körpers, es gilt: $A = a \cdot b$

Somit folgt für die Auftriebskraft:

$$F_A = a \cdot b \cdot c \cdot \rho \cdot g = V \cdot \rho \cdot g$$

V = Volumen des getauchten Körpers

ρ = Dichte der Flüssigkeit

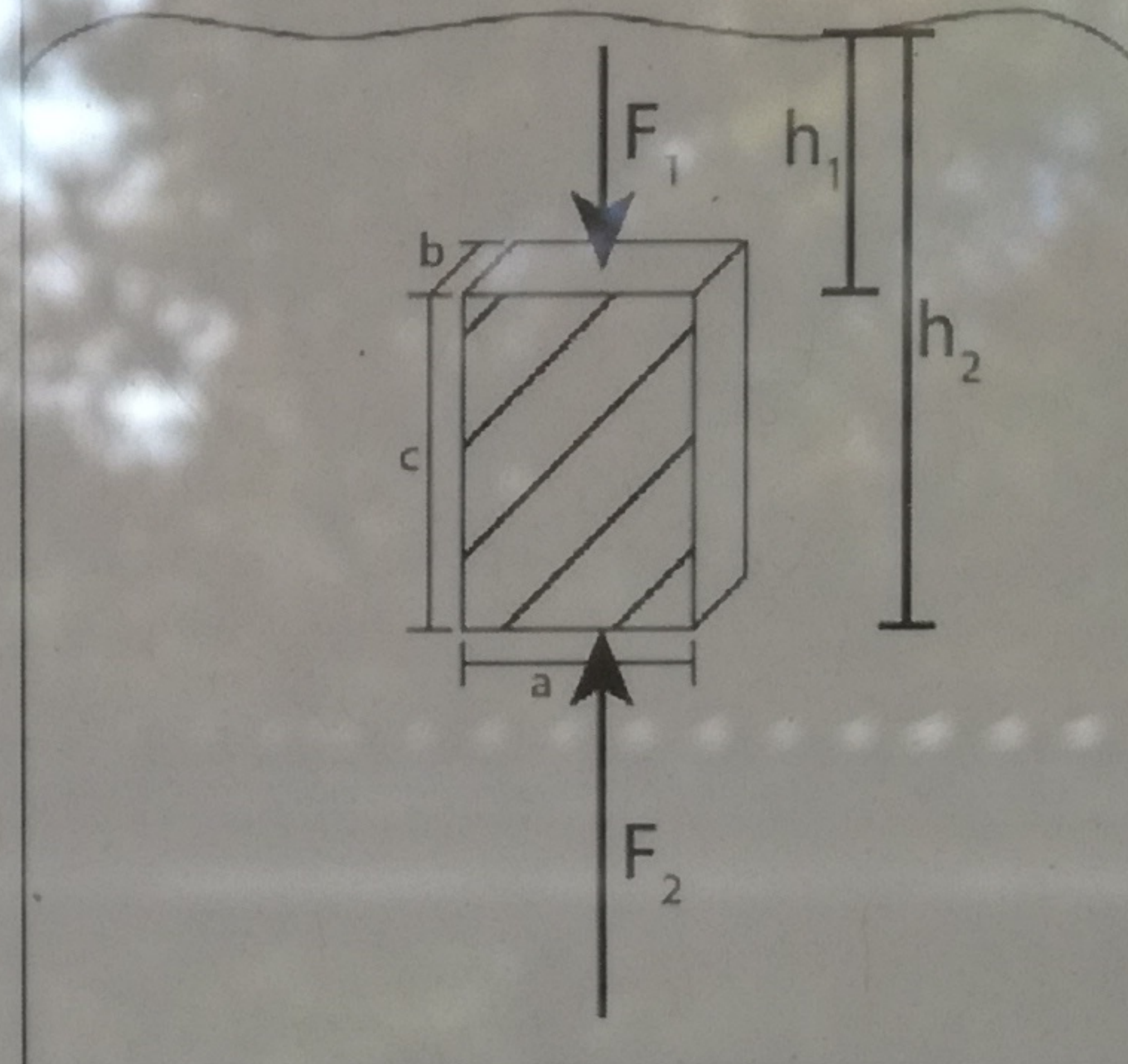
g = Erdbeschleunigung

- c) Prinzip von Archimedes:

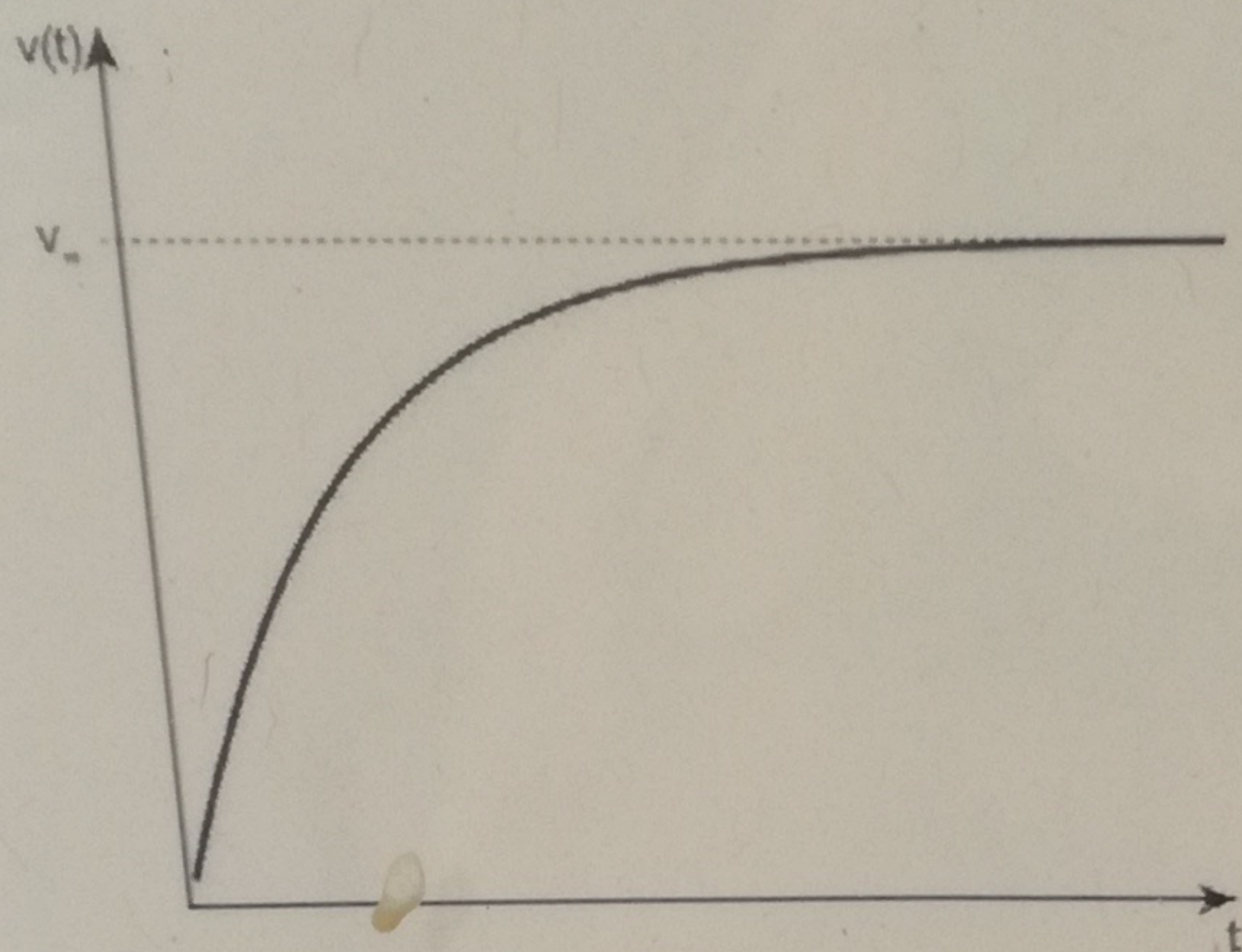
Ein teilweise oder vollständig in eine Flüssigkeit getauchter Körper erfährt eine Auftriebskraft, deren Betrag der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit entspricht.

- d) Unmittelbar vor dem Loslassen wirken zwei Kräfte auf das Kügelchen: Die Gewichtskraft und ihr entgegengesetzt die Auftriebskraft. Die resultierende Kraft entspricht somit der Differenz der beiden Kräfte:

$$F = F_A - F_G = V_{\text{Kugel}} \cdot \rho_{\text{Fl}} \cdot g - m_{\text{Kugel}} \cdot g$$



- e) $v(t)$ nähert sich asymptotisch dem Wert v_e



- f) Für $t \rightarrow \infty$, d.h. für $v \rightarrow v_e$ ist die Auftriebskraft entgegengesetzt gleich der Stokes'schen Reibungskraft

$$|F_{\text{Stokes}}| = |F_{\text{Auftrieb}}| - |F_G| \Rightarrow |F_{\text{Auftrieb}}| = |F_{\text{Stokes}}| + |F_G|$$

$$\Rightarrow (\rho_{\text{Fl}} - \rho_{\text{Kugel}}) \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot r^3 \cdot g = 6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot v_e$$

$$\Rightarrow v_e = \frac{2}{9\eta} \cdot r^2 \cdot g \cdot (\rho_{\text{Fl}} - \rho_{\text{Kugel}})$$

- g) Leistung lässt sich berechnen nach $P = F \cdot v$

$$P_e = F \cdot v_e = (\rho_{\text{Fl}} - \rho_{\text{Kugel}}) \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot r^3 \cdot g \cdot \frac{2}{9\eta} \cdot r^2 \cdot g \cdot (\rho_{\text{Fl}} - \rho_{\text{Kugel}})$$

$$= \frac{8\pi}{27} \cdot \frac{r^5 \cdot g^2}{\eta} \cdot (\rho_{\text{Fl}} - \rho_{\text{Kugel}})$$

- h) Aufgrund von anziehenden Kräften zwischen den Molekülen einer Flüssigkeit ist bei Vergrößerung der Oberfläche der Flüssigkeit Energie aufzubringen. Die Ableitung dieser Energie E nach der Oberfläche A ist die Oberflächenspannung.

$$\sigma = \frac{dE}{dA}$$

- i) Es gilt: $\Delta p = \frac{2\sigma}{r}$ für den Druck in einem Flüssigkeitstropfen. Bei der Seifenblase müssen jedoch zwei Oberflächen (Außen- und Innenseite) berücksichtigt werden, der Wert also verdoppelt werden:

$$\Delta p = \frac{4\sigma}{r} = \frac{4 \cdot 24,25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0,02 \text{ m}} = 4,85 \text{ Pa}$$

- j) Die kleinere Blase „bläst“ die größere Blase auf und verschwindet, denn:
Der Druck in der kleineren Blase ist höher als der Druck in der größeren (der Druck ist umgekehrt proportional zum Radius), somit strömt die Luft von der kleineren zur größeren Blase, bis erstere verschwindet.

Aufgabe 5: Druckflasche

a) Mittlere kinetische Energie:

$$\text{für idealen Gases: } \frac{1}{2} m_{\text{He}} \cdot v_{\text{rms}}^2 = \frac{3}{2} k_B \cdot T$$

$$\frac{1}{2} M_{\text{molar, He}} \cdot v_{\text{rms}}^2 = \frac{3}{2} N_A \cdot k_B \cdot T = \frac{3}{2} R \cdot T$$

Auflösen nach v_{rms}

$$\Rightarrow v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3R \cdot T}{M_{\text{molar, He}}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 290 \text{ K}}{4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}} = 1,31 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

b) Stoffmenge: $n = \frac{m}{M_{\text{molar, He}}} = \frac{3,0 \text{ g}}{4,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,75 \text{ mol}$ c) Zahl der He-Atome in der Flasche: $N = n \cdot N_A = 0,75 \text{ mol} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 4,5 \cdot 10^{23}$

Für ein ideales einatomiges Gas (3 Translations-Freiheitsgrade) gilt für die gespeicherte Wärmemenge:

$$U = E_{\text{Trans}} = N \cdot \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T = n \cdot \frac{3}{2} \cdot R \cdot T = 2,7 \text{ kJ}$$

d) Es handelt sich um ein ideales Gas.

Ideale Gasgleichung: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Umstellen der Gleichung ergibt:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,75 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 290 \text{ K}}{3 \text{ l}} = 602,5 \text{ kPa} = 6,0 \text{ Bar}$$

Aufgabe 6: Erwärmung von Stickstoff

a) $V = \text{const.} \Rightarrow \text{isochor}$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 900 \text{ K} - 300 \text{ K} = 600 \text{ K}$$

Zunahme der inneren Energie: $\Delta U = n \cdot c_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \Delta T = n \cdot \frac{5}{2} \cdot R \cdot \Delta T$

$$\Rightarrow \Delta U = 1 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K} = 12,5 \text{ kJ}$$

Isochor, somit wird keine Arbeit verrichtet: $\Delta W = p \cdot \Delta V = 0$, da $V = \text{const}$

Bestimmung der zugeführten Wärmemenge anhand des 1. Hauptsatzes:

$$\Delta U = \Delta W + \Delta Q \Rightarrow \Delta Q = \Delta U$$

b) $p = \text{const.} \Rightarrow \text{isobar}$

Zunahme der inneren Energie: $\Delta U = n \cdot c_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \Delta T = n \cdot \frac{5}{2} \cdot R \cdot \Delta T = 12,5 \text{ kJ}$

Zugeführte Wärmemenge: $\Delta Q = n \cdot c_p \cdot \Delta T = n \cdot \frac{7}{2} \cdot R \cdot \Delta T = 1 \text{ mol} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K}$
 $= 17,5 \text{ kJ}$

Bestimmung der verrichteten Arbeit anhand des 1. Hauptsatzes:

$$\Delta W = \Delta U - \Delta Q = n \cdot \frac{5}{2} \cdot R \cdot \Delta T - n \cdot \frac{7}{2} \cdot R \cdot \Delta T = -n \cdot R \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta W = -1 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K} = -5,0 \text{ kJ}$$

c) Die isobare Wärmekapazität ist größer als die isochore, da bei der isobaren Erwärmung das Volumen expandiert und zusätzlich zur Erhöhung der inneren Energie (Temperaturerhöhung) die für die Expansion erforderliche Arbeit in Form von Wärme erforderlich ist.

$$\Delta W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV = p \cdot \Delta V = n \cdot R \cdot \Delta T$$

d) Die Zahl der Freiheitsgrade ist im Fall eines einatomigen Gases um 2 niedriger verglichen mit einem zweiatomigen Gas. Es existieren dann nur noch die 3 Freiheitsgrade der Translation. Daher ergibt sich:

Isochor (a): $\Delta U = 1 \text{ mol} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K} = 7,5 \text{ kJ}$
 $\Delta W = p \cdot \Delta V = 0$
 $\Delta Q = \Delta U$

Isobar (b): $\Delta U = 1 \text{ mol} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K} = 7,5 \text{ kJ}$
 $\Delta Q = 1 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K} = 12,5 \text{ kJ}$
 $\Delta W = -1 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 600 \text{ K} = -5,0 \text{ kJ}$

11. Oktober 2018

Prüfung in Physik vom 09. Oktober 2018 für Studenten der Fachrichtung

**Angewandte Geowissenschaften (BSc),
Biologie (BSc),
Chemie (BSc),
Chemische Biologie (BSc),
Diplomingenieurpädagogin,
Elektrotechnik & Informationstechnik,
Geodäsie (BSc),
Geoökologie (BSc),
Lebensmittelchemie (BSc),
Lehramt Chemie,
Lehramt NWT
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (BSc),
Technische Volkswirtschaftslehre (BSc),**

Studierenden wird die Möglichkeit zur **Einsichtnahme** in ihre Arbeit und Rücksprache gegeben.

Prüfer Prof. Dr. Th. Schimmel
Ort Physikhochhaus, Raum 6/1
Zeit Freitag, 26.10.2018, 14:00 bis 15:00 Uhr

Mündliche Nachprüfung

Prüfer Prof. Dr. Th. Schimmel
Ort Physikhochhaus, Raum 6/16
Datum **Mittwoch, 14.11.2018**

Uhrzeit	Matr. Nr.
14:00	1772865
15:00	2140534
16:00	2064351
17:00	1984323
18:00	2118423