

Diplomvorprüfung Experimentalphysik I

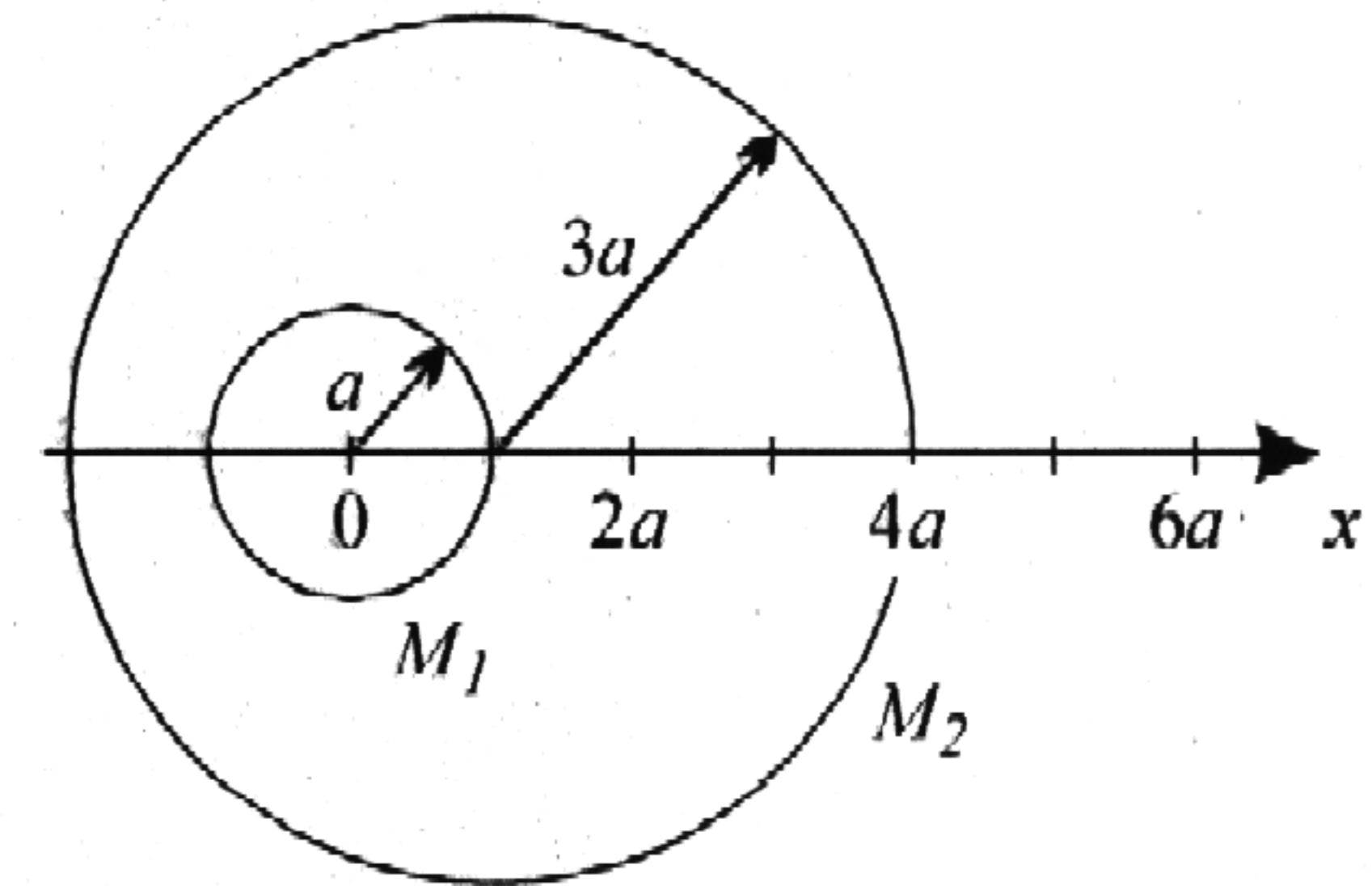
Prof. M. Stutzmann, Wintersemester 2002/3

Aufgabe 1: (3 Punkte)

Zwei homogene Kugelschalen mit den Massen M_1 und M_2 sowie den Radien $r_1 = a$ und $r_2 = 3a$ seien ineinander angeordnet wie abgebildet. Wie groß ist die Gravitationskraft auf eine Punktmasse m , die sich in einem Abstand von

- a) 0
- b) $3a$
- c) $5a$

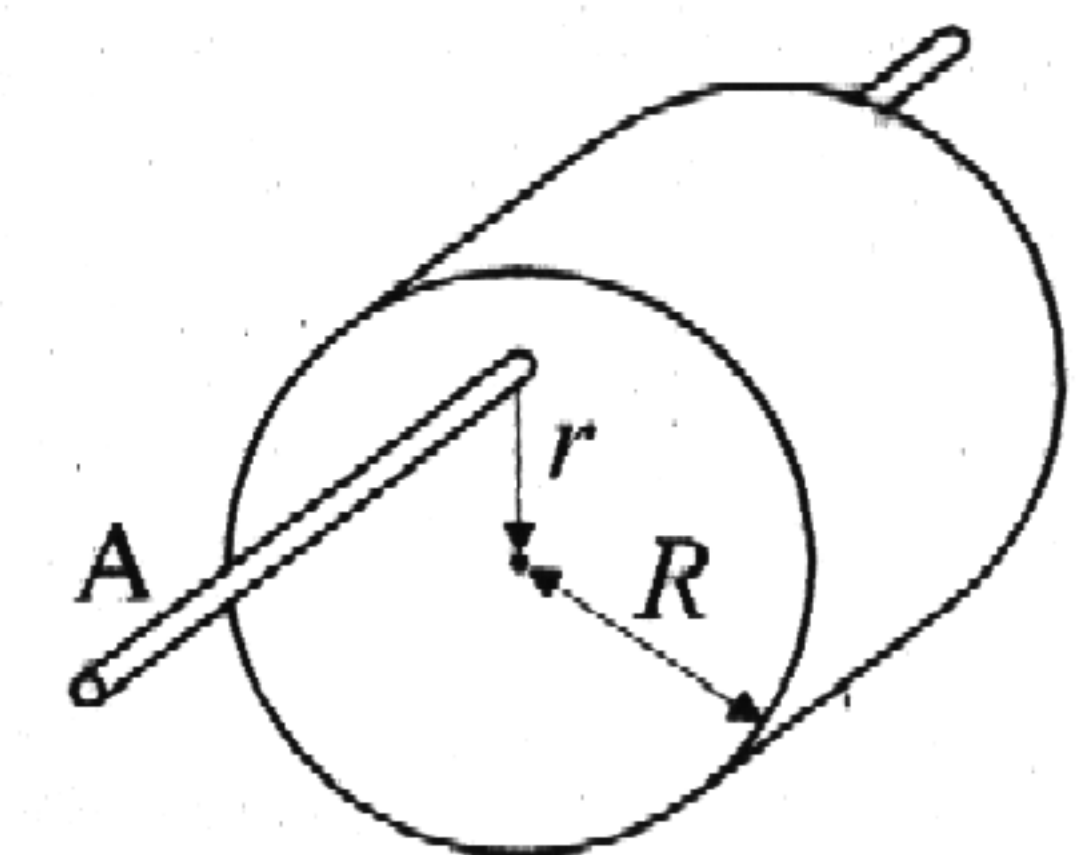
vom Mittelpunkt der kleineren Kugel entfernt auf der positiven x -Achse befindet? Verwenden Sie Ihr Wissen aus Vorlesung und Übung statt aufwendiger Herleitungen.



Aufgabe 2: (6 Punkte)

Ein homogener Vollzylinder mit der Masse m und dem Radius R sei horizontal an einer Achse A im Abstand r zur Zylinderachse aufgehängt.

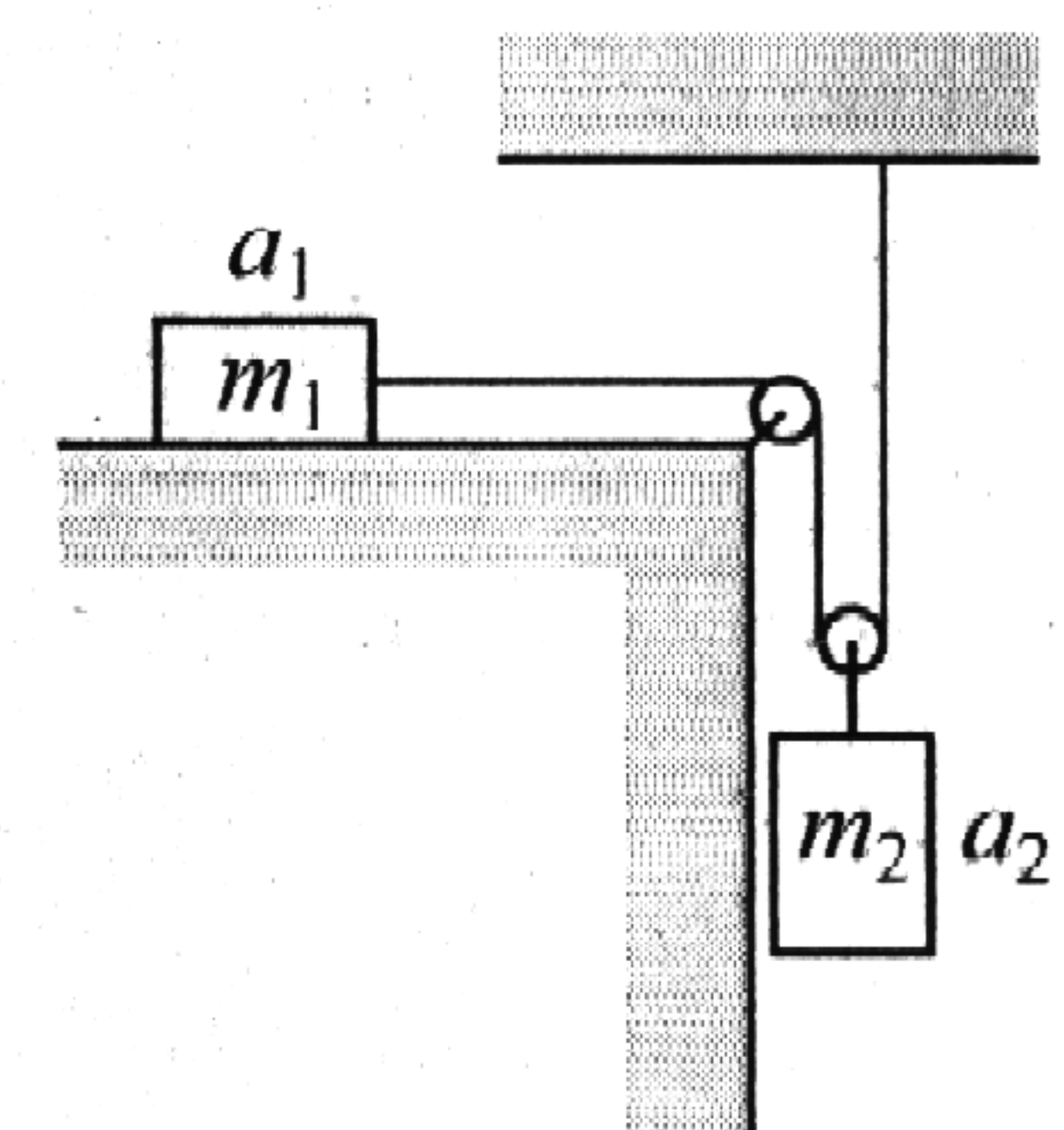
- a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment I_A des Zylinders um diese Achse.
- b) Betrachten Sie die Pendelbewegung des Zylinders um Achse A im Grenzfall kleiner Auslenkungen. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für dieses physikalische Pendel auf und berechnen Sie seine Schwingungsdauer T .
- c) Bei welchem Abstand r besitzt die Schwingungsdauer des Zylinders einen Extremwert?



Aufgabe 3: (8 Punkte)

In der abgebildeten Anordnung wird die Masse m_2 aus der Ruhe fallen gelassen. Dadurch werden die Massen m_1 und m_2 mit den Beschleunigungen a_1 und a_2 beschleunigt. Im folgenden sollen Reibungseffekte vernachlässigt und die Rollen und das Seil als masselos angesehen werden.

- a) In welchem Verhältnis stehen die Beschleunigungen a_1 und a_2 ? Welche Kräfte wirken auf die Masse m_2 ?
- b) Wie groß ist die beschleunigende Kraft F_1 auf die Masse m_1 , ausgedrückt durch g , a_2 und m_2 ?
- c) Man zeige, daß sich für den Betrag der Beschleunigung $a_2 = g m_2 / (4 m_1 + m_2)$ ergibt.
- d) Wie groß ist dann also a_1 ? Unter welchen Umständen kann a_1 größer werden als g ? Wie groß kann a_1 maximal werden?



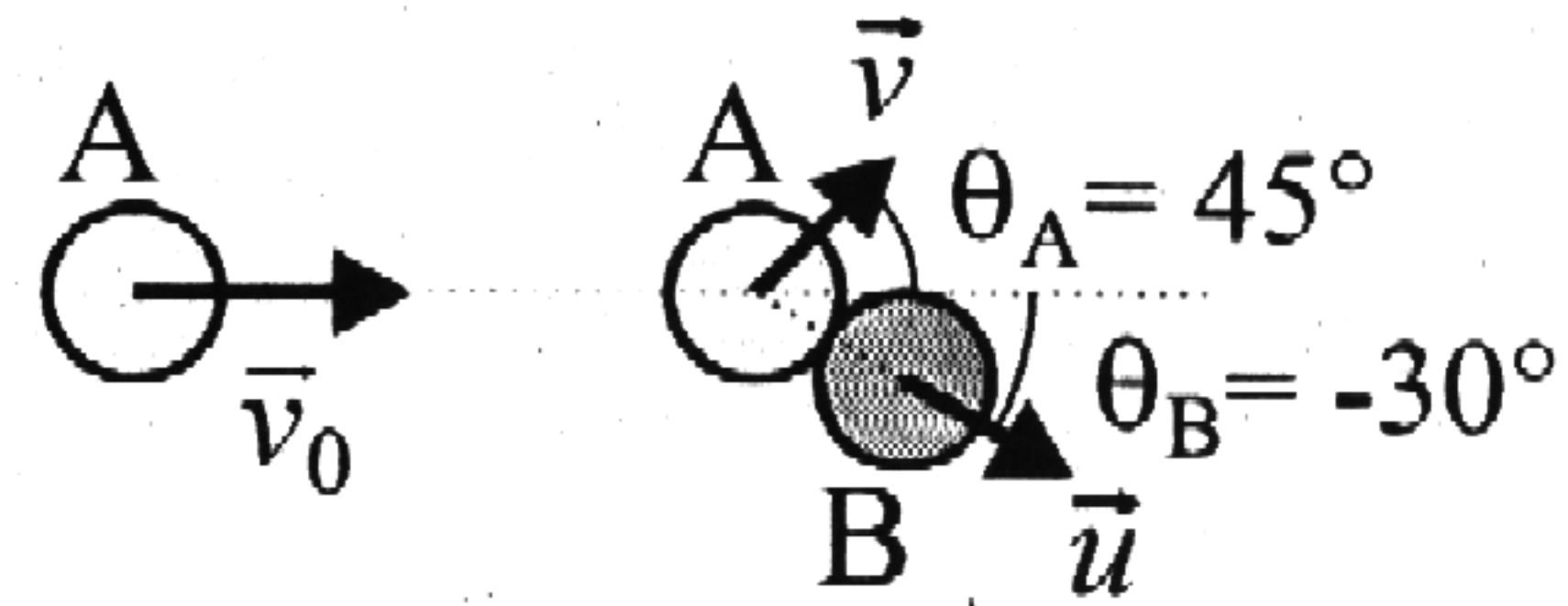
Aufgabe 4: (6 Punkte)

Der Bahnhofsvorsteher eines kleinen Bahnhofs erwartet zwei in entgegengesetzten Richtungen durchfahrende Züge. Beide Züge senden gleichzeitig ein Pfeifsignal mit der Frequenz $f = 400$ Hz aus. Er bemerkt eine Schwebung mit der Frequenz $f_S = 3,00$ Hz. Da er weiß, dass der eine Zug den Bahnhof immer mit der konstanten Geschwindigkeit $v_1 = 90,0$ km/h passiert, und die Schallgeschwindigkeit $c = 340$ m/s beträgt, will er nun die Geschwindigkeit des zweiten Zuges berechnen. Bei seiner Rechnung stellt er jedoch fest, dass er nicht entscheiden kann, ob der zweite Zug langsamer oder schneller gefahren ist.

Berechnen Sie die beiden möglichen Geschwindigkeiten des zweiten Zuges.

Aufgabe 5: (8 Punkte)

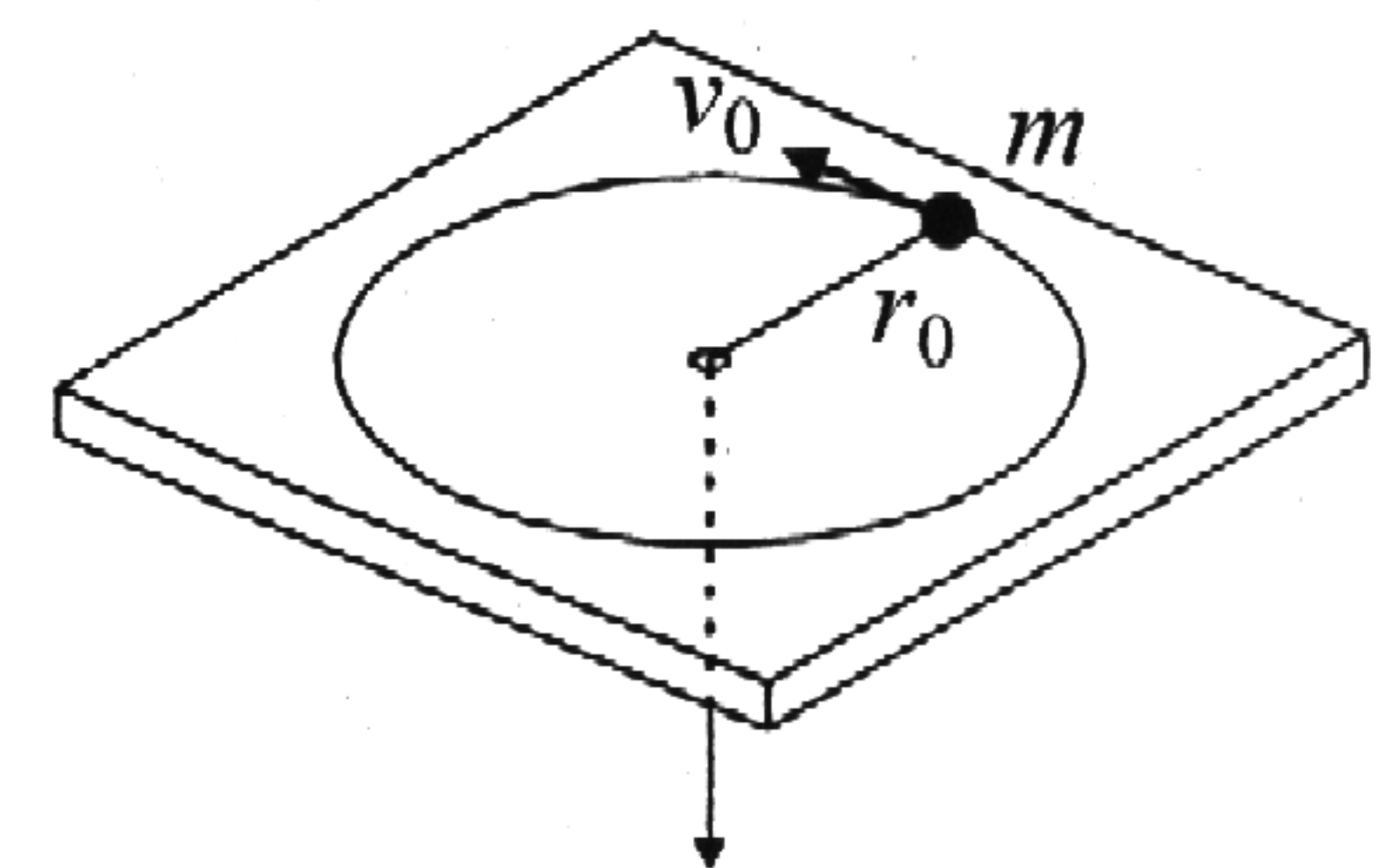
Ein ruhender Eishockeypuck B wird auf einer horizontalen Eisfläche von einem zweiten Eishockeypuck A mit der gleichen Masse getroffen, der vor dem Stoß eine Geschwindigkeit $v_0 = 40$ m/s besaß. Nach dem Stoß bildet die Geschwindigkeit des Pucks A mit der ursprünglichen Geschwindigkeitsrichtung einen Winkel $\theta_A = 45^\circ$, während der Puck B auf der anderen Seite der ursprünglichen Bewegungsrichtung von A unter einem Winkel $\theta_B = -30^\circ$, davon gleitet. Die Bewegungen erfolgen reibungsfrei.



- Man berechne die Geschwindigkeiten \vec{u} und \vec{v} beider Pucks nach dem Stoß.
- War der Stoß elastisch? Begründen Sie Ihre Antwort! Wie groß ist im Falle eines nichtelastischen Stoßes der relative Verlust an kinetischer Energie in Prozent bezogen auf die kinetische Energie des Pucks A vor dem Stoß?

Aufgabe 6: (7 Punkte)

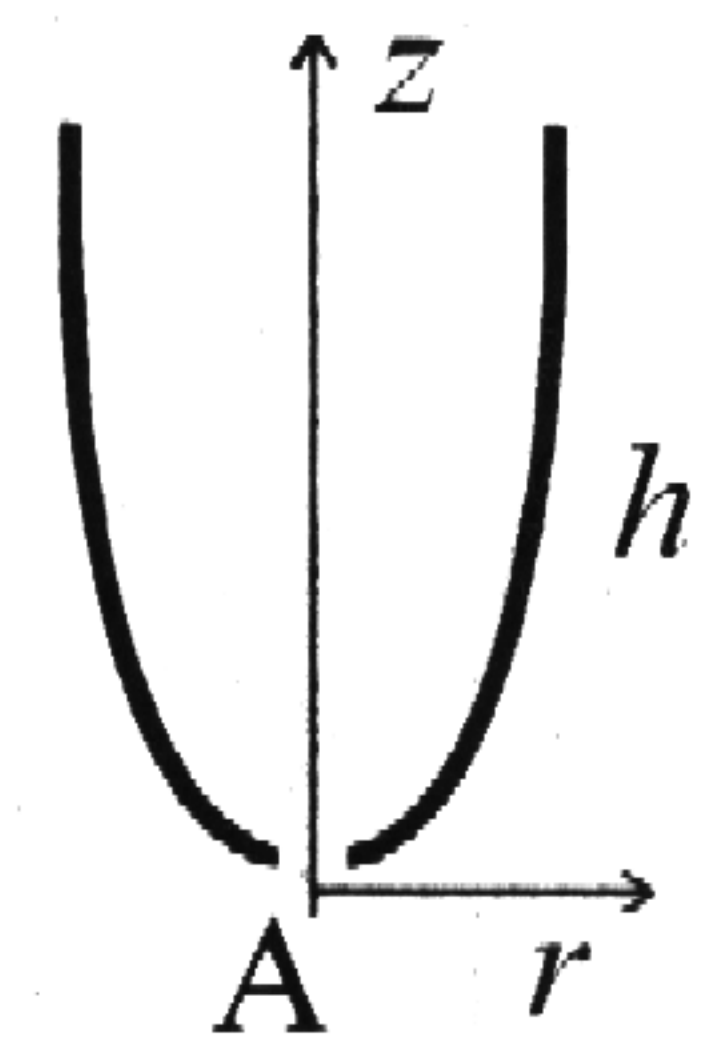
In der in der Abbildung gezeigten Anordnung bewegt sich ein Massenpunkt mit der Masse m mit konstanter Geschwindigkeit v_0 reibungsfrei auf einer Kreisbahn mit dem Radius r_0 auf einer horizontalen Platte. Die Masse wird durch einen Faden auf ihrer Bahn gehalten, der durch ein kleines Loch in der Plattenmitte nach unten geführt ist. Im Folgenden sollen in den Ergebnissen nur die Größen m , r_0 oder v_0 vorkommen.



- Man bestimme die Geschwindigkeit v_1 , die sich einstellt, nachdem der Faden langsam nach unten in eine neue Position gezogen wird, so dass sich die Masse m nunmehr auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r_1 = r_0/2$ bewegt.
- Welche Arbeit muss für diese Veränderung aufgebracht werden?
- Man zeige, dass diese Arbeit gerade gleich der Änderung der inneren Energie ist.

Aufgabe 7: (7 Punkte)

Ein rotationssymmetrisches Gefäß habe unten eine kleine Öffnung mit dem Querschnitt A , aus der die im Gefäß befindliche Flüssigkeit ausfließen kann. Die Ausflussgeschwindigkeit v_A hängt von der Höhe h des Flüssigkeitsspiegels ab. Durch geeignete Formgebung des Gefäßes, d.h. durch einen geeigneten Zusammenhang zwischen $r(h)$, dem jeweiligen Radius des kreisförmigen Querschnitts, und der Höhe h soll erreicht werden, dass der Oberflächenspiegel gleichmäßig mit der Sinkgeschwindigkeit v_s absinkt. Ein solches Gefäß heißt auch Bernoullische Wasseruhr.



- Stellen sie die Beziehungen zwischen dem Gesamtdruck und dem Flüssigkeitsstrom am Oberflächenspiegel und an der Ausflussöffnung auf. Bestimmen Sie aus diesen Gleichungen r in Abhängigkeit von h und v_s .
- Als Zahlenbeispiel bestimme man für einen Querschnitt $A = 1,00 \text{ mm}^2$ die Ausgangshöhe h_0 und den dazugehörigen Radius r_0 , wenn das Gefäß bei einer Sinkgeschwindigkeit des Oberflächenspiegels von $v_s = 0,100 \text{ mm/s}$ genau in einer Stunde leer laufen soll.