

# Übungen zur Physik I

**Vorlesung:** Prof.Dr. Tilmann Kuhn, Prof.Dr. Cornelia Denz

**Übungen:** Dr. Karol Kovařík, Dr. Lew Classen

## Weihnachtsblatt 12

mündlich: 07. oder 08.01.19

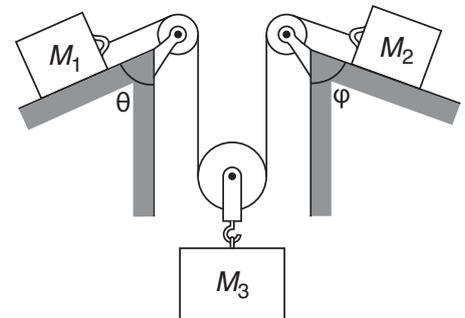
schriftlich: 10. oder 11.01.19

### Aufgabe 50: Drei Rollen

(10 Bonuspunkte, schriftlich)

Drei Körper der Massen  $M_1$ ,  $M_2$  und  $M_3$  sind mit Hilfe eines masselosen Seils und drei ebenso masselosen Rollen verbunden. Alle Flächen sind als reibungslos anzusehen.

- (2 Punkte) Bestimmen Sie alle relevante Kräfte, die auf die Körper, das Seil und die Rollen wirken und zeichnen Sie diese in eine Skizze ein.
- (2 Punkte) Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen den Beschleunigungen der Massen.
- (3 Punkte) Bestimmen Sie die Spannung des Seils,  $T$ .
- (3 Punkte) Bestimmen Sie die Beschleunigung der Masse  $M_3$  und zeigen Sie, dass die Bedingung, dass die Masse  $M_3$  sich nach unten bewegt für den Fall  $M_1 = M_2 = M$  lautet



$$M_3 \geq 2M \cos \varphi .$$

- (3 Punkte) Bestimmen Sie alle Beschleunigungen und beschreiben Sie die Bewegung der Massen in folgenden Spezialfällen
  - $\varphi = \pi/3$ ,  $m_1 = m_2 = m_3 = M$
  - $\varphi = \pi/3$ ,  $m_1 = 3M$ ,  $m_2 = M$ ,  $m_3 = 2M$
  - $\varphi = \pi/3$ ,  $m_1 = 3M$ ,  $m_2 = M$ ,  $m_3 = 3M/2$

### Aufgabe 51: Unfall von drei Autos

(4 Bonuspunkte, mündlich)

Autos  $B$  und  $C$  sind geparkt ohne dass die Bremse bei beiden Autos gezogen wurde. Das Auto  $A$  kollidiert in grosser Geschwindigkeit mit Auto  $B$  wodurch dieses mit Auto  $C$  kollidiert. Nehmen Sie an, dass alle Kollisionen völlig inelastisch und alle Autos am Anfang identisch sind. Wie groß ist der Anteil der Anfangsenergie der bei den Kollisionen verloren geht?



**Aufgabe 52: Ball auf Karussell****(8 Bonuspunkte, mündlich)**

Zur Zeit  $t = 0$  befinden Sie sich in einem Karussell am Punkt  $\vec{r}(0) = (R, 0)$ , wobei der Mittelpunkt der Ursprung ist (System  $S'$ ). Das Karussell dreht sich mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit  $\omega > 0$  um seinen Mittelpunkt. Im folgenden betrachten wir das Inertialsystem  $S$ , dessen Ursprung mit dem Mittelpunkt des Karussells zusammenfällt.

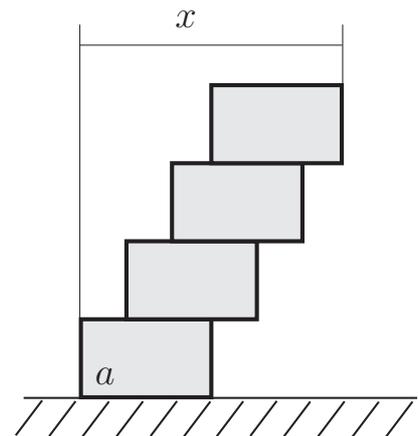
- (2 Punkte) Mit welchem Geschwindigkeitsvektor  $\vec{v}' = (v_1, v_2)$  müssen Sie den Ball zur Zeit  $t = 0$  in  $S'$  anstoßen, wenn die Geschwindigkeit in  $S$  nur eine Komponente in Richtung des Mittelpunktes haben soll,  $\vec{v} = (-v, 0)$ ? Dies sei die Anfangsbedingung für alle folgenden Teilaufgaben.
- (2 Punkte) Bestimmen Sie  $\vec{r}(t)$  im Inertialsystem  $S$  und im Karussellsystem  $S'$ .
- (1 Punkt) Zu welchem Zeitpunkt  $t_0$  nach dem Anstoß erreicht der Ball wieder den Radius  $R$ ?
- (2 Punkte) In dem Karussell sitzen ebenfalls zwei Freunde  $A$  und  $B$  beim Radius  $R$ , jedoch um  $\phi_A = \pi/2$  (rechts von Ihnen) bzw.  $\phi_B = \pi$  von Ihnen entfernt. Wie muss  $v$  jeweils gewählt werden, damit Sie  $A$  bzw.  $B$  genau treffen (die einfachste Lösung reicht)?
- (1 Punkt) Skizzieren Sie die Bahnkurven aus Teil (d) in  $S$  und  $S'$ .

**Aufgabe 53: Geschenke****(6 Bonuspunkte, mündlich)**

Sie haben durch einen Zufall vier gleiche Geschenke zu Weihnachten bekommen. Die Geschenke sind in Schachteln mit einer langen Kante  $a$  eingepackt. Im Laufe des Heiligabends fangen Sie an aus den Schachteln Türme zu bauen und wundern sich wie schief ein solcher Turm sein kann bevor er umkippt (gefragt wird also nach  $x$  in der Abbildung)

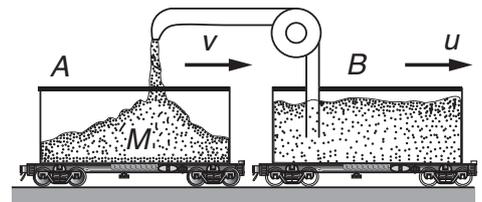
- (2 Punkte) wenn der Turm aus 2 Schachteln besteht,
- (1 Punkt) wenn der Turm aus 3 Schachteln besteht,
- (1 Punkt) oder wenn der Turm aus 4 Schachteln besteht.
- (2 Punkte) Wie sieht es allgemein mit  $n$  Schachteln aus? Kann  $x$  beliebig groß gemacht werden?

Wir nehmen an, dass alle Schachteln die gleiche Masse  $M$  haben und die Masse gleichmässig verteilt ist.

**Aufgabe 54: Umladen von zwei Waggons****(10 Bonuspunkte, schriftlich)**

Zwei Waggons  $A$  und  $B$  mit Kies bewegen sich, ohne dass Kräfte auf sie wirken, mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten  $\vec{v}(t)$  und  $\vec{u}(t)$ . Mit einer Vorrichtung, die fest mit dem Waggon  $B$  verbunden ist, wird der Kies von Waggon  $B$  zu Waggon  $A$  umgeladen.

Der Kies wird mit einer konstanten Rate  $b = dm/dt$  umgeladen und verlässt die Vorrichtung mit der gleichen horizontalen Geschwindigkeit  $\vec{u}(t)$  wie der Waggon  $B$ .



- (2 Punkte) Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit  $\vec{u}$  von Waggon  $B$  zeitlich konstant ist.
- (5 Punkte) Zeigen Sie, dass sich die Beschleunigung des Waggons  $A$  als

$$\frac{dv}{dt} = \frac{b(u - v)}{M}$$

schreiben lässt, wobei  $M = M(t)$  die zeitabhängige Masse des Waggons  $A$  ist.

- (c) (3 Punkte) Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $v(t) = |\vec{v}(t)|$  wobei zum Zeitpunkt  $t = 0$  der Waggon  $A$  leer ist (Masse  $M_0$ ) und sich mit einer Geschwindigkeit  $v_0$  bewegt.

*Hinweis:* Die Differentialgleichung in Aufgabenteil (c) ist eine inhomogene Gleichung und die spezielle Lösung kann durch einen einfachen Ansatz

$$v_S(t) = C = \text{konst.}$$

ermittelt werden.

### Aufgabe 55: Phyphox: X-Mas Special

(25 Bonuspunkte)

*Für diesen Versuch brauchen Sie und Ihre KollegInnen ein Smartphone und gute Ideen. Bei Problemen wenden Sie sich bitte an [classenl@wwu.de](mailto:classenl@wwu.de).*

Bei diesem Versuch können Sie Ihrer Kreativität freien Lauf lassen: Es geht um **freies Experimentieren mit dem Smartphone**.

**Wichtig:** Achten Sie darauf, dass Ihnen, Ihrem Smartphone oder sonstigen Leuten und Geräten nichts passiert!



Bearbeiten Sie alleine, oder noch besser als Gruppe von **bis zu vier Personen**, folgende Aufgaben:

- Führen Sie einen **Versuch Ihrer Wahl mit Phyphox** durch. Einzige Einschränkung: Es darf keine exakte Kopie eines Hausaufgabenversuches sein. Davon abgesehen ist alles erlaubt: Variationen der Hausaufgaben, Versuche aus der Vorlesung oder komplett neue eigene Ideen. Auch Physik, die bisher nicht in der Vorlesung dran war, ist selbstverständlich in Ordnung. Gerne auch mit Weihnachtbezügen.
- Dokumentieren** Sie Ihre Beobachtungen und Ergebnisse.
- Drehen Sie ein **Video** in dem Sie Ihren Versuch in Aktion zeigen und seine Funktionsweise und die zugrunde liegende Physik erklären. Alle TeilnehmerInnen Ihrer Gruppe müssen auch darin auftreten. Laden Sie Ihr Video bitte in dem entsprechenden Bereich im Learnweb hoch. Als Inspiration finden Sie dort auch das Gewinnervideo des letzten Jahres.

Für die Bepunktung ist das Einreichen des Videos ausschlaggebend. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit weitere Extrapunkte zu ergattern: **je 10 zusätzliche Punkte** und den Phyphox-Award 2019 erhält die Gruppe welche

- die **Physik des Versuchs** am besten und anschaulichsten erklärt, sowie diejenige, die
- das **unterhaltsamste Video** einreicht.

Die Preisverleihung findet im Rahmen der Phyphox-Filmgala im Anschluss an die Probeklausur statt.

Wir wünschen erholsame Feiertage, einen guten Rutsch und viel Spaß am Experimentieren!