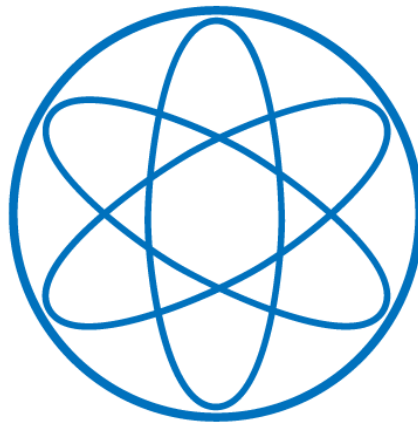


**Ferienkurs**  
**Experimentalphysik I: Mechanik**

**Wintersemester 15/16**

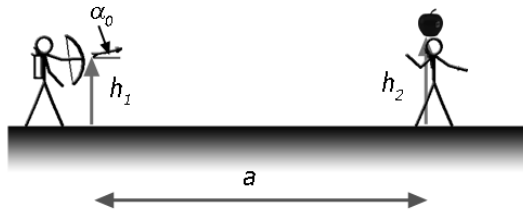
**Probeklausur - Angabe**



**PHYSIK**  
**DEPARTMENT**

### 1. Wilhelm Tell (13 Punkte)

Wilhelm Tell will mit einem Pfeil ( $m_1 = 50\text{g}$ ) einen Apfel ( $m_2 = 200\text{g}$ ) vom Kopf seines Sohnes schießen. Die Luftreibung ist zu vernachlässigen.



Berechnen Sie

1. die Abschusshöhe  $h_1$ , die Tell wählen muss, damit er bei einem Abschusswinkel  $\alpha_0 = 4^\circ$  zur Horizontalen, einer Anfangsgeschwindigkeit  $v_0 = 70\frac{\text{m}}{\text{s}}$  und einem Abstand  $a = 20\text{m}$  vom Sohn den Apfel (Höhe  $h_2 = 1,50\text{m}$ ) genau trifft. (5 Punkte)
2. den Winkel  $\alpha_1$  sowie die Geschwindigkeit  $v_1$  des Pfeils beim Auftreffen auf den Apfel. (5 Punkte)
3. die Geschwindigkeit  $v_2$  mit der Apfel und Pfeil gemeinsam den Kopf des Sohns verlassen und den dabei auftretenden Winkel  $\alpha_2$ . (3 Punkte)

### 2. Rutschende Kugel (7 Punkte)

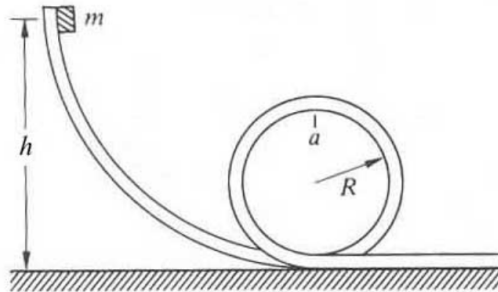
Eine glatte Kugel liegt fest auf einer horizontalen Fläche. Ein Partikel rutscht reibungsfrei die Kugel herunter, an deren höchstem Punkt startend. Es sei  $R$  der Radius der Kugel. Berechnen Sie den Winkel sowie die Geschwindigkeit mit denen das Partikel die Kugel verlässt und beschreiben Sie den Weg den das Partikel nach Verlassen der Kugel bis zum Boden nimmt.

### 3. Rutschende Leiter (10 Punkte)

Eine Leiter der Länge  $l$  und der Masse  $m$  lehnt unter dem Winkel  $\phi$  an einer glatten senkrechten Wand. Zwischen Wand und Leiter wirkt keine Reibung. Die Schwerkraft greift dabei im Schwerpunkt der Leiter an. Der Reibungskoeffizient zwischen Boden und Leiter ist  $\mu$ . Erstellen Sie eine Skizze der Anordnung und zeichnen Sie die Kräfte ein. Wählen Sie als  $x$ -Richtung den Boden und als  $y$ -Richtung die Wand. Bestimmen Sie den Maximalwinkel  $\theta_{\text{max}}$ , unter dem die Leiter an der Wand stehen bleibt, ohne zu rutschen.

### 4. Loopingbahn (11 Punkte)

Ein umweltfreundlicher Achterbahnwagen mit Masse  $m$  rutscht aus der Ruhe in Höhe  $h$  los und durch einen Looping mit Radius  $R$  (siehe Abbildung). Die Bahn ist dabei reibungslos. Als sich der Wagen bei Punkt  $a$  am Höhepunkt des Loopings befindet, drückt er mit seiner dreifachen Gewichtskraft gegen die Bahn. Berechnen Sie von welcher Höhe  $h$  der Wagen gestartet ist.



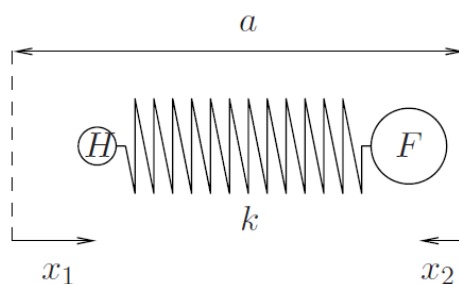
### 5. Neutronenstoß (9 Punkte)

Ein Neutron mit der Masse  $m_N$  und Impuls  $p_N$  stößt zentral und elastisch auf einen im Laborsystem ruhenden Deuterium-Kern der Masse  $2m_N$ .

1. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Neutrons nach dem Stoß. (5 Punkte)
2. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Schwerpunktes des Gesamtsystems. (2 Punkte)
3. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Neutrons im Schwerpunktsystem vor und nach dem Stoß. (2 Punkte)

### 6. Bewegungsgleichung eines harmonischen Oszillators (6 Punkte)

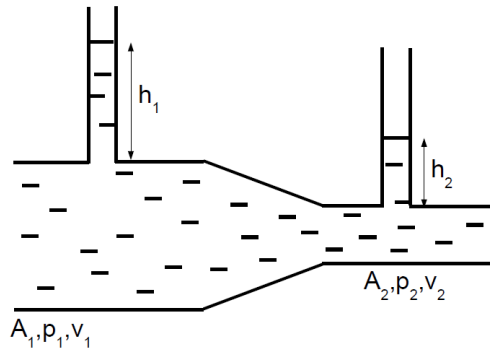
Fluorwasserstoff ist ein 2-atomiges Molekül, das man sich in erster Näherung als zwei durch eine Feder gekoppelte Massenpunkte vorstellen kann, die entlang ihrer Verbindungslinie schwingen können (siehe Skizze).



Der Gleichgewichtsabstand der Atome beträgt  $a = 92\text{pm}$ , ihre Massen sind  $m_H = 1.66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$  bzw.  $m_F = 31.5 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ . Durch spektroskopische Untersuchungen stellt man fest, dass die lineare Schwingungsfrequenz des Systems  $f = 12.4 \cdot 10^{14}\text{Hz}$  beträgt. Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für die Auslenkungen  $x_1$  und  $x_2$  der beiden punktförmig gedachten Atome aus ihren eingezeichneten Gleichgewichtslagen auf und berechnen Sie die Federkonstante  $D$  der HF-Bindung indem Sie die 'Relativkoordinate'  $r = x_2 - x_1$  berechnen.

## 7. Hydrodynamik (10 Punkte)

Der Querschnitt eines Glasrohres, das von Wasser durchströmt wird, verjüngt sich von  $A_1 = 4\text{cm}^2$  auf  $A_2 = 1\text{cm}^2$ . Vor und hinter der Verjüngung sind auf dem Rohr Steigröhrchen aufgesetzt. Im ersten Steigröhrchen steht der Wasserspiegel  $h_1 = 15\text{cm}$  hoch.



1. Berechnen Sie wie hoch das Wasser im zweiten Steigröhrchen steht, wenn die Strömungsgeschwindigkeit im engen Rohrteil  $v_2 = 80 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  beträgt und die Viskosität von Wasser vernachlässigbar ist. (7 Punkte)
2. Berechnen Sie mit welcher Geschwindigkeit das Wasser im engen Rohr fließen müsste, wenn die Steighöhe im ersten Röhrchen unverändert  $h_1 = 1.5\text{cm}$ , im zweiten jedoch  $h_2 = 0\text{cm}$  betrüge. (3 Punkte)