Übungszettel Nr. 5 - Abgabe am 29.11.2013 vor der VL -

Experimentalphysik 1 für Physiker WS 13/14

Anzahl Aufgaben: 7 Maximale Punktzahl: 14

1.) Das Prinzip des Astroblasters (siehe Skizze) soll verwendet werden, um eine kleine Kugel in den Weltraum zu schießen. Dabei werden Metallkugeln (ohne Verbindung) direkt übereinander fallen gelassen und erreichen quasi gleichzeitig den Boden mit der Geschwindigkeit v_0. Betrachten Sie folgende Fälle:

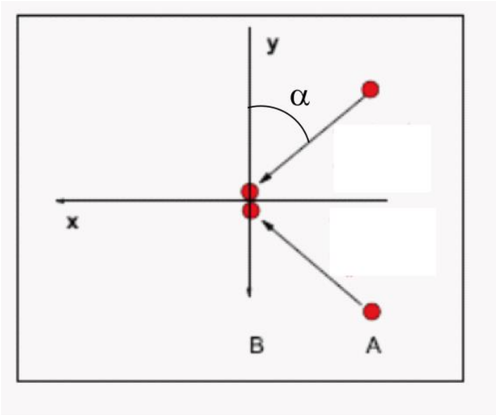
(a) Es werden vier Metallkugeln verwendet, deren Massen von unten nach oben abnehmen und deren Masseverhältnisse zu den benachbarten Kugeln jeweils zehn betragen. Die unterste Kugel (1) hat die Masse 1000 kg, die zweitunterste Kugel die Masse 100 kg, die zweitoberste Kugel die Masse 10 kg und die oberste Kugel die Masse 1 kg. Es finden 4 Stoßprozesse statt. Der erste Stoßprozess beschreibt den Stoß der Kugel 1 mit dem (vollkommen elastischen Boden unendlich großer Masse), der zweite Stoßprozess den Stoß der ersten mit der zweiten Kugel. Der dritte Stoßprozess beschreibt den Stoß der zweiten mit der dritten Kugel und der letzte Stoßprozess den Stoß der dritten mit der kleinsten Kugel. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der kleinsten Kugel nach dem letzten Stoßprozess in Einheiten von v_0. (2,5)

(b) Wie in (a), aber es werden nur zwei Metallkugeln verwendet. Die untere Kugel hat die Masse 1110 kg und die obere Kugel die Masse 1 kg. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der kleinen Kugel nach dem Stoßprozess in Einheiten von v_0 und vergleichen Sie diese mit dem Ergebnis aus (a). (1)

2.) Die Anordnung unter 1 (a) schneidet besser ab, als die unter 1 (b) beschrieben. Die Endgeschwindigkeit der vierten Kugel ist in 1 (a) etwa elfmal so hoch, wie die Anfangsgeschwindigkeit v_0. Gehen Sie davon aus, dass bei jeder weiteren Kugel mit einer Masse von einem Zehntel der vorherigen Kugelmasse die Geschwindigkeit um mindestens 1,7 zunimmt. Gehen Sie weiterhin davon aus, dass die Kugeln aus einer Höhe von 100 m fallen gelassen werden. Wieviele Kugeln müssen noch dazu kommen, damit die kleinste Kugel die Fluchtgeschwindigkeit der Erde (11200 m/s) erreicht? Gehen Sie von einer reibungsfreien Bewegung aus. (1,5)

3.) Berechnen Sie die Fluchtgeschwindigkeit der Erde, wenn die Kugel unter 45° abgeschossen wird. Die Fluchtgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die benötigt wird um aus dem Schwerefeld der Erde zu entkommen. Erdmasse $5{,}9736 * 10^{24}$ kg, Erdradius R= 6371000 m. (1)

4.) Eine Kugel der Masse m_1 stösst mit der Geschwindigkeit v_1 unter dem Winkel $\alpha = 53°$ (bezogen auf die Wandnormale) auf eine glatte Wand von nahezu unendlicher Masse (die Wand befindet sich auf der x-Achse). (a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1' und den Winkel α' zur Wandnormalen nach dem Stoß. (b) Vergleichen Sie den Stoßvorgang mit dem Fall, in dem zwei Kugeln gleicher Masse mit der Geschwindigkeit $v_1=(v_x, v_y)$ und $v_2=(v_x,-v_y)$ gegeneinander stossen (siehe Skizze).



(1,5)

5.) Es ist bekannt, dass Geckos an glatten Wänden hochlaufen können und sogar kopfüber an der Decke laufen können. Das liegt daran, dass Geckos Füße haben, die feine Fäden, sogenannte Setas aufweisen, die eine hohe adhäsive Kraft mit der Oberfläche aufweisen. Wird die Seta mit 15µN auf die Oberfläche gedrückt, dann ist die parallel zur Oberfläche wirkende Kraft F_R=200µN. Ein Vorderfuß eines Geckos kann eine Kraft parallel zur Oberfläche von 20 N aufbringen (bei 100000 Setas pro Vorderfuß). Diese adhäsive Kraft soll auf van der Waals Wechselwirkungen der β-Keratin Seitenketten in den Setas zurückzuführen sein. Angenommen Sie wollen ähnlich wie Tom Cruise in Mission Impossible 4 an einer glatten Wolkenkratzerwand herumklettern. Wie viele „Geckos“ würden Sie bei einem Gewicht von 77 kg dazu benötigen? Geben Sie auch den Haftreibungskoeffizienten einer Geckoseta an. Übrigens löst sich die adhäsive Kraft der Geckoseta bei einem Ankippwinkel von etwa 30° zur Oberfläche.

(1)

6.) Bei einem großen amerikanischen Reitevent (Reining Futurity 2010 in der State Fair Arena Oklahoma) halten Pferde aus maximaler Geschwindigkeit mit einem Sliding Stop an (siehe Bild). Die Geschwindigkeit des Pferdes betrage 43,2 km/h und die Masse mit Reiter 600 kg. Berechnen Sie den Bremsweg bzw. Länge des sliding stops. Der Bremsvorgang dauert nur 1.2 s. Für dieses Manöver tragen die Pferde spezielle Hufeisen, die ein gutes Rutschen gewährleisten. Gehen Sie von einem effektiven Reibungskoeffizienten mit Hufeisen von μ_E aus. Bestimmen Sie den Bremsweg, die Verzögerung und den effektiven Reibungskoeffizienten. Nehmen Sie hierzu eine linear beschleunigte Bremsbewegung an. Warum ist der effektive Reibungskoeffizient so hoch? Handelt es sich hierbei um einen reinen Reibungskoeffizienten?

(2,5)

7.) Eine Kiste wird auf eine Waage gesetzt, die auf Null zeigt, wenn die Kiste leer ist. Nun lässt man eine Anzahl Murmeln, jeweils mit der Masse m, aus einer Höhe h über ihrem Boden mit einer Rate R (Murmeln pro Sekunde) in die Kiste fallen. (a) Auf welche Masse zeigt die Waage, nachdem die Murmeln eine Zeit t lang in die Kiste gefallen sind, wenn die Stösse zwischen Murmeln und Kiste vollständig inelastisch verlaufen? (b) Berechnen Sie einen entsprechenden Zahlenwert. Gegeben ist $R = 100\ s^{-1}$, $h = 7{,}6$ m, $m = 4{,}5$ g und $t = 10$ s.

(3)