

4. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 13/14)

Newtonsche Dynamik

Abgabe am 14./15.11.2013 in den Übungen

Name(n):

Gruppe:

Punkte: ___/___/___/___

4.1 Kühlschranks (25 Punkte)

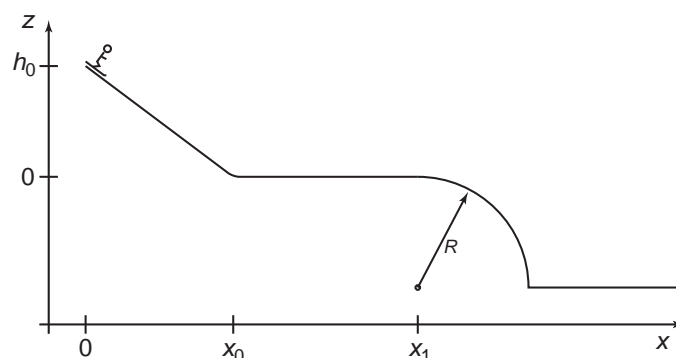
Auf einem Kühlschrank steht ein Glas. Beim Kühlen bringt der Kompressor den Kühlschrank zum Vibrieren. Falls das Glas der schwingenden Bewegung der Unterlage nicht folgen kann, hebt es ab und beginnt zu klirren. Wir vereinfachen das Problem, indem wir annehmen, die Abdeckplatte des Kühlschranks, auf der das Glas steht, schwinde nur vertikal (z -Richtung) und harmonisch, d.h. gemäß $z(t) = A \sin(2\pi f_0 t)$, mit der Frequenz f_0 .

- Skizzieren Sie $z(t)$, $v_z(t)$ und $a_z(t)$ der Abdeckplatte während einer Periode T .
- Ab welcher Schwingungsamplitude A_{\min} der Abdeckplatte beginnt das Glas zu klirren?
- Wie groß ist die maximale vertikale Geschwindigkeit v_{\max} der Abdeckplatte bei der Amplitude A_{\min} ?
- Berechnen Sie A_{\min} und v_{\max} für $f_0 = 50$ Hz.

4.2 Bodenhaftung (25 Punkte)

Der Winter naht, und Sie träumen davon, wie Sie einem Massepunkt gleich, auf gut gewachsenen Skiern reibungslos die unten dargestellte Piste hinabfahren. In der ersten Phase nimmt Ihre Geschwindigkeit rasant zu, da Sie bis $x = x_0 = 50$ m eine Höhe h_0 abbauen. Bei $x = x_1 > x_0$ krümmt sich die Piste mit einem Radius $R = 15$ m unter Ihnen nach unten weg. In der Realität ist die Piste an der Stelle $x = x_0$ gekrümmt (kein Knick). Dies soll jedoch bei Ihren Rechnung nicht berücksichtigt werden.

- Skizzieren Sie die wirkenden Kräfte, wenn sich der Skifahrer an der Position $x = 0$ befindet und stellen Sie die Bewegungsgleichung auf. Wie hängt Ihre Geschwindigkeit v_0 für $x \geq x_0$ von h_0 ab?
(Es gibt eine einfache Lösung des Problems unter Verwendung der Energieerhaltung. Diese sollen Sie hier jedoch explizit nicht verwenden.)
- Hängt Ihr Ergebnis für v_0 von x_0 ab? Warum?
- Aus welcher Höhe h_0 müssen Sie mindestens starten, um bei $x = x_1$ die Bodenhaftung zu verlieren?
- Angenommen Sie starten bei einer Höhe $h_0 = 15$ m, wie weit erstreckt sich Ihr Sprung in x -Richtung, bevor Sie wieder auf der dargestellten Piste aufschlagen?



4.3 Abrollendes Seil – Atwoodsche Maschine (25 Punkte)

(*) Ein Seil mit Masse m , Länge l und homogener Massenbelegung $\lambda = m/l$ hängt über eine masse- und reibungslose Umlenkrolle. Das Seil ist auf der rechten Seite um $x_0 = 0,1l$ länger als auf der linken Seite und wird am kurzen Ende festgehalten. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird das Seil losgelassen.

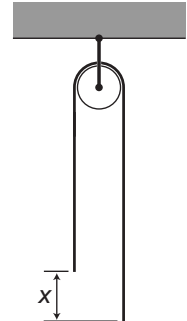
- Stellen Sie eine Bewegungsgleichung für den Längenunterschied $x(t)$ auf.
- Bestimmen Sie $x(t)$ aus der Bewegungsgleichung. „Raten“ Sie die Lösung, indem Sie die Funktion

$$x(t) = a_1 e^{bt} + a_2 e^{-bt}$$

zweimal nach t ableiten und die Koeffizienten mit Ihrer Differentialgleichung für $\ddot{x}(t)$ vergleichen. Berücksichtigen Sie bei der Bestimmung der Parameter a_1 , a_2 und b die Randbedingungen $x(0) = x_0$ und $\dot{x}(0) = 0$.

- Zu welcher Zeit t_1 beträgt der Längenunterschied $x(t_1) = 0,2l$?

Da die hier betrachteten Längenunterschiede $x(t)$ sehr viel kürzer als die Seillänge sind, wollen wir vereinfachend annehmen, dass das Seil nicht von der Umlenkrolle „abhebt“ und auch nicht auf dem Boden aufkommt.



4.4 Drei Kilo – mal schwerer, mal leichter (25 Punkte)

Die Abbildung rechts zeigt zwei Massen $m_1 = 1\text{ kg}$ und $m_2 = 2\text{ kg}$, die über einen masselosen Faden miteinander verbunden sind. Der Faden läuft über eine masselose Umlenkrolle, die an einer Federwaage aufgehängt ist. In Abwesenheit der Massen zeigt die Federwaage die Kraft $F_F = 0$ an.

- (5 Punkte) Zunächst sei die Umlenkrolle blockiert, d.h. die beiden Massen können sich nicht gegeneinander bewegen. Fertigen Sie eine Skizze der Anordnung an und zeichnen Sie die Gewichtskräfte F_{g1} und F_{g2} der Massen ein, sowie die Kraft F_F , die die Feder auf die Umlenkrolle ausübt. Welches Gewicht F_F zeigt die Federwaage an?
- (10 Punkte) Die Blockierung wird nun gelöst und die Massen setzen sich in Bewegung. Fertigen Sie eine neue Skizze inklusive der relevanten Kräfte an. Welches Gewicht F_F zeigt die Federwaage an?
- (*) (10 Punkte) Die Masse m_2 sei nun am Boden angekommen und die Anordnung sei zur Ruhe gekommen. Fertigen Sie eine neue Skizze inklusive der relevanten Kräfte an und berechnen Sie das Gewicht F_F , das von der Federwaage angezeigt wird.

