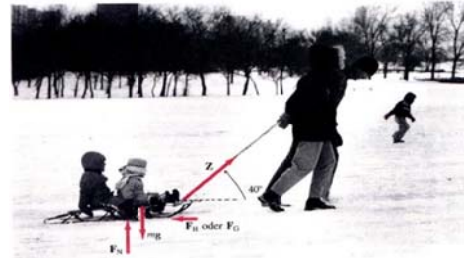


Übungsklausur Physik I im SS15

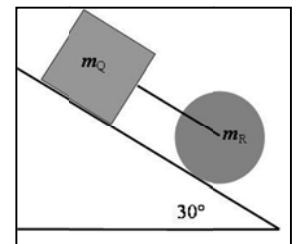
1. **Kinematik:** Von einem Flugzeug soll Düngemittel auf ein Feld abgeworfen werden. Das Flugzeug fliegt mit konstanter Geschwindigkeit v_{x0} in einer Höhe von $h = 100\text{ m}$. Eine Abwurfmarkierung steht $w = 250\text{ m}$ vor dem Feldrand. Senkrecht über dieser Markierung soll das Düngemittel freigegeben werden.
 - a. Mit welcher Geschwindigkeit muss das Flugzeug anfliegen, damit das Auftreffen des Düngemittels am Feldrand beginnt?
 - b. Mit welcher Geschwindigkeit (Betrag) kommt Düngemittel am Boden an?

- 2A. **Dynamik:** Zwei Kinder werden auf einem Schlitten gezogen. Das Seil bildet mit der Horizontalen einen Winkel von 40° . Die Kinder haben zusammen eine Masse von 45 kg . Der Schlitten hat eine Masse von 5 kg . Die Haftreibungszahl beträgt: $\mu_H = 0,2$, die Gleitreibungszahl beträgt $\mu_G = 0,15$.



- a. Wie groß ist die Beschleunigung, wenn an dem Schlitten mit einer Zugkraft von $Z = 100\text{ N}$ gezogen wird?
- b. Wie groß ist die Beschleunigung, wenn an dem Schlitten mit $Z = 140\text{ N}$ gezogen wird?
Hinweis: Zur Vereinfachung wird das System aus Schlitten mit Kindern als ein Massenpunkt betrachtet.

- 2B. **Dynamik:** Eine Rolle und ein dahinter hängender Quader (Masse $m_Q = 2\text{ kg}$) befinden sich auf einer schiefen Ebene mit Steigungswinkel 30° . Für den Quader gilt: Haftreibungszahl $\mu_H = 0,9$, Gleitreibungszahl $\mu_G = 0,4$. Die Rollreibung der Rolle kann vernachlässigt werden.



- a. Wie groß muss die Masse m_R der Rolle mindestens sein, damit sich Quader und Rolle bewegen können?
- b. Nehmen Sie an, dass die Masse der Rolle den unter **2Ba.** berechneten Wert gerade überschreitet. Wie groß ist die Beschleunigung von Quader und Rolle?

3. **Impuls/Energie:** Ein Geschoss einer Pistole (Masse $m_1 = 10\text{ g}$) dringt in einen Holzklotz (Masse $m_2 = 600\text{ g}$) ein, der auf einer horizontalen Platte liegt und dadurch $5,5\text{ m}$ weit forttrudelt (Gleitreibungszahl $0,4$).
 - a. Welche Geschwindigkeit hatte das Geschoss?
 - b. Welcher Anteil der Geschossenergie wird durch Reibung auf der Tischplatte vernichtet?
 - c. Mit welcher mittleren Kraft wirkt das Geschoss auf den Klotz, wenn es für den Eindringvorgang $0,25\text{ ms}$ braucht?

4. **Drehimpuls:** Eine Tür sei anfangs um 120° geöffnet und in Ruhe. Die Tür sei $1,05\text{ m}$ breit und habe eine Masse von 45 kg .
 - a. Sie schließen die Tür mit einer konstanten Kraft von 220 N am äußeren Rand. Wegen Reibung wirkt bei Bewegung ein konstanter Gesamtdrehmoment von 5 Nm . Die Kraft wirke immer senkrecht zum Türblatt. Wie lange dauert es bis die Tür geschlossen ist?
 - b. Nun schließen Sie die um 60° geöffnete Tür, indem Sie eine Knetkugel (punktförmige Masse mit $0,7\text{ kg}$) mit der Geschwindigkeit 12 m s^{-1} an den äußeren Rand werfen. Die Knetkugel bleibt an der Tür haften. Wie lange dauert es, bis die Tür geschlossen ist?

Lösungen:

1a. mit $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ $v_{x0} = \frac{s_x(t_1)}{t_1} = \frac{250 \text{ m}}{4,472 \text{ s}^{-1}} = 55,90 \text{ m s}^{-1} = 201,25 \text{ km h}^{-1}$

(mit $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ $v_{x0} = \frac{s_x(t_1)}{t_1} = \frac{250 \text{ m}}{4,515 \text{ s}^{-1}} = 55,37 \text{ m s}^{-1} = 199,33 \text{ km h}^{-1}$)

1b. Der Betrag der Endgeschwindigkeit v_e ergibt sich aus der Vektoraddition der Horizontalkomponente v_H und der Vertikalkomponente v_V der Geschwindigkeit.

mit $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ $v_e = \sqrt{v_H^2 + v_V^2} = \sqrt{201,25^2 + 161,0^2} \text{ m s}^{-1} = 257,7 \text{ m s}^{-1}$

(mit $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ $v_e = \sqrt{v_H^2 + v_V^2} = \sqrt{199,33^2 + 162,5^2} \text{ m s}^{-1} = 257,2 \text{ m s}^{-1}$)

2Aa. Vergleich von Zugkraft in x-Richtung $Z_x = 76,6 \text{ N}$ und maximaler Haftreibungskraft $F_{H,\max} = 87,1 \text{ N}$ zeigt, dass gilt: $F_{H,\max} > Z_x$

Deshalb ist eine Bewegung nicht möglich. Die Beschleunigung ist Null.

2Ab. Vergleich von Zugkraft in x-Richtung $Z_x = 107 \text{ N}$ und maximaler Haftreibungskraft $F_{H,\max} = 82 \text{ N}$ zeigt, dass gilt: $F_{H,\max} < Z_x$

Deshalb ist eine Bewegung möglich. Die Beschleunigung ist ungleich Null.

Beschleunigung: $a = \frac{Z_x - F_G}{m_{\text{ges}}} = \frac{(107 - 61,5) \text{ N}}{50 \text{ kg}} = \frac{45,5}{50} \text{ m s}^{-2} = 0,91 \text{ m s}^{-2}$

2Ba. Ergebnis: $m_R < 2 \text{ kg} \cdot (0,9 \cdot \sqrt{3} - 1) = 2 \text{ kg} \cdot 0,559 = 1,12 \text{ kg}$

2Bb. Ergebnis: $a = 2,356 \text{ m s}^{-2}$ mit $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

3a. Die Geschossgeschwindigkeit ergibt sich dann nach Gl.(1) mit $g = 10 \text{ m s}^{-2}$:

$$v_1 = 61 \cdot u = 61 \cdot 6,633 \text{ m s}^{-1} = 404,6 \text{ m s}^{-1}$$

(mit $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$: $v_1 = 61 \cdot u = 61 \cdot 6,570 \text{ m s}^{-1} = 400 \text{ m s}^{-1}$)

3b. Anteil der Reibungsarbeit zur anfänglichen Geschossenergie:

mit $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ $\frac{W_R}{E_{kin,1}} = \frac{13,42 \text{ J}}{818,5 \text{ J}} = 1,64\%$

($g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$: $\frac{W_R}{E_{kin,1}} = \frac{13,165 \text{ J}}{800 \text{ J}} = 1,645\%$)

3c. Mittlere Kraft:

mit $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ $\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3,979 \text{ kg m s}^{-1}}{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}} = 15916 \text{ N}$

($g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$: $\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3,94 \text{ kg m s}^{-1}}{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}} = 15760 \text{ N}$)

4a. Schließzeit der Tür ($\varphi = 120^\circ$):

$$t_{120^\circ} = \sqrt{\frac{2 \cdot \varphi_0}{\alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,094}{13,67 \text{ s}^{-2}}} = 0,554 \text{ s}$$

4b. Schließzeit der Tür:

$$t_{60^\circ} = \frac{\varphi_1}{\omega} = \frac{1,047}{0,5095 \text{ s}^{-1}} = 2,055 \text{ s}$$