

Pittys Physikaufgaben: physikaufgaben.de

Aufgabe 652

Auf einer geneigten Ebene bewegen sich zwei Gleiter A und B in entgegengesetzter Richtung aufeinander zu, der eine hoch und der andere runter. Die Gleiter bewegen sich reibungsfrei und sollen als Massepunkte betrachtet werden.

Der Gleiter A mit der Masse 220 g bewegt sich zum Zeitpunkt 0 s durch den Punkt 0 m mit der Anfangsgeschwindigkeit 1,5 m/s nach oben. Zum gleichen Zeitpunkt beginnt der Gleiter B mit der Masse 120 g am Punkt 1,8 m aus der Ruhelage frei nach unten zu gleiten.

Am Treffpunkt stoßen die Gleiter vollkommen unelastisch zusammen, sind dann also als ein Körper zu betrachten.

Für die Bewegung der Gleiter bis zum Zusammenstoß gelten folgende Weg-Zeit-Gesetze:

$$\text{Gleiter A: } s_A = -0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t$$

$$\text{Gleiter B: } s_B = -0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 1,8 \text{ m}$$

- Ermitteln Sie die Beschleunigung beider Gleiter.
- Weisen Sie nach, dass der Stoß zum Zeitpunkt 1,2 s bei der Koordinate 1,6 m erfolgt.
- Ermitteln Sie den Betrag der Geschwindigkeit, mit der sich beide Gleiter unmittelbar nach dem Stoß bewegen und geben Sie die Bewegungsrichtung an.
- Beschreiben Sie jeweils die Energieumwandlungen, die vor und während des Stoßes ablaufen.
- Skizzieren Sie in ein und demselben Koordinatensystem die $v(t)$ -Diagramm für die Bewegung der Gleiter vor und nach dem Stoß.

Lösung

geg.:

$$m_A = 0,220 \text{ kg}$$

$$m_B = 0,120 \text{ kg}$$

$$s_{0A} = 0 \text{ m}$$

$$s_{0B} = 1,8 \text{ m}$$

$$v_{0A} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{0B} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t_s = 1,2 \text{ s}$$

$$s_s = 1,6 \text{ m}$$

ges.:

$$\text{a) } a_A, a_B$$

$$\text{b) } t_s, s_s$$

a) Das allgemeine Gesetz für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung lautet:

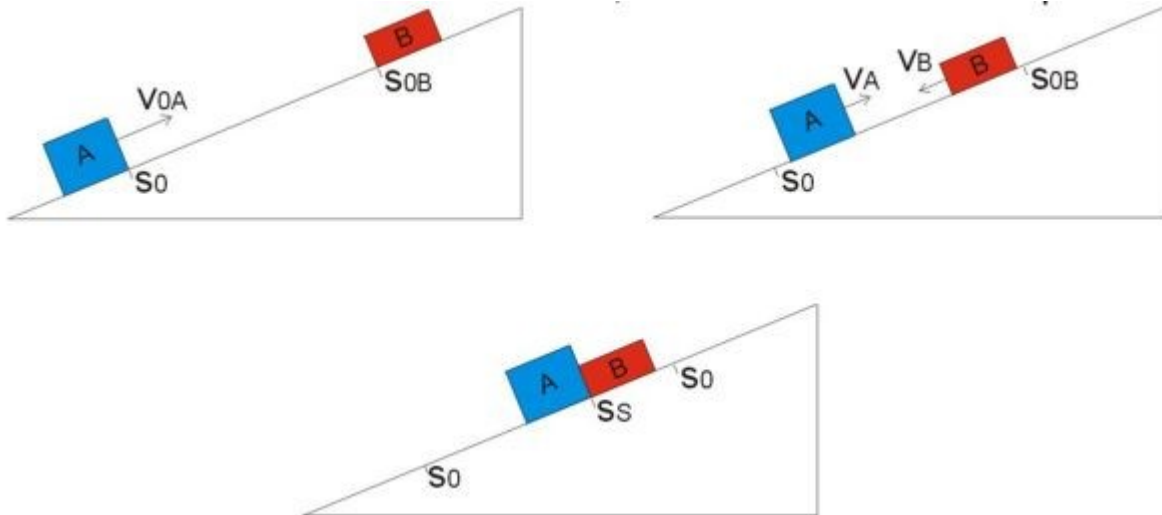
$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

Der Wert vor t^2 ist die Hälfte der Beschleunigung. Damit ist für beide Gleiter die Beschleunigung

$$a = -0,34 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

groß. Das Minus weist darauf hin, dass die Beschleunigungen zum Punkt 0 zeigen. Für den nach oben gleitenden Körper heißt das, dass er langsamer wird (er bewegt sich ja vom

Nullpunkt weg), die Geschwindigkeit des anderen Gleiters wird vom Betrag her größer, er bewegt sich zum Nullpunkt hin.



In der Skizze sind die drei Abschnitte der Bewegung dargestellt. Da die Körper als Massepunkte betrachtet werden, ist es egal, welches Ende des Körpers bei der Wegmessung betrachtet wird. Im ersten Bild hat der Körper A eine Anfangsgeschwindigkeit, die zum Bild 2 hin kleiner wird. Im Bild 3 stößt er mit dem Körper B zusammen. Der Körper B hat in 1 keine Geschwindigkeit, die zum Bild 2 hin größer wird.

b) Zum Nachweis der vorgegeben Größen muss man fragen, was den Punkt des Zusammenstoßes kennzeichnet.

- * Beide Körper sind die gleiche Zeit gerutscht, nämlich die 1,2 s
- * Beide Körper haben zusammen den Gesamtweg von 1,8 m zurückgelegt
- * Körper A ist 1,6 m nach oben gerutscht
- * Körper B ist 0,2 m nach unten gerutscht.

Die letzten beiden Punkte sind am leichtesten zum Überprüfen der Größen geeignet:

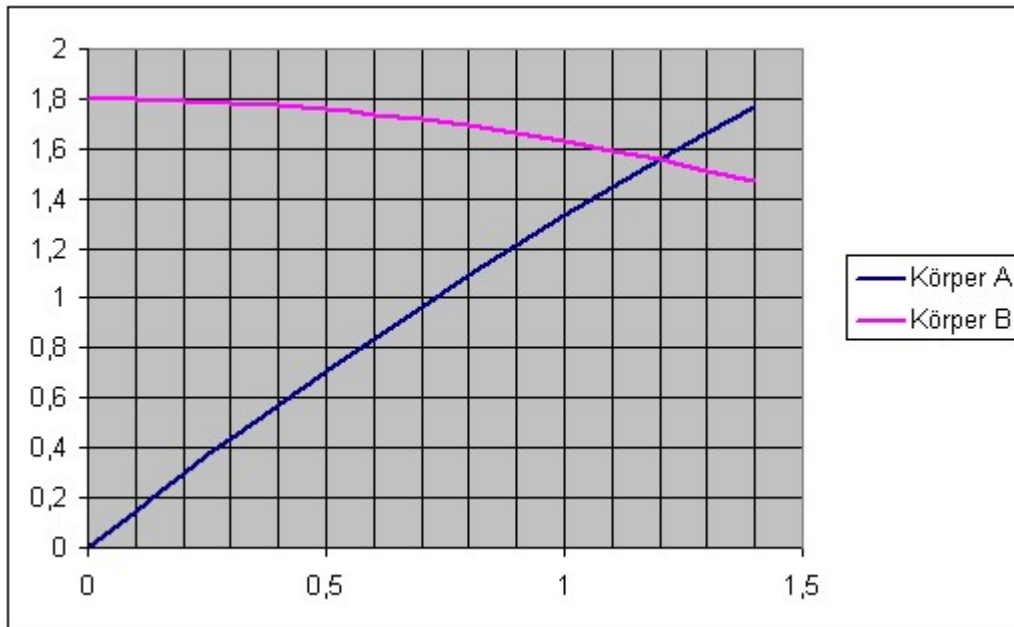
$$s_{sA} = -0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t_s^2 + 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t_s$$

$$s_{sA} = 1,6 \text{ m}$$

$$s_{sB} = -0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t_s^2$$

$$s_{sB} = 0,2 \text{ m}$$

Es lassen sich auch beide Gleichungen in einem s-t-Diagramm darstellen und der Schnittpunkt ablesen.



c) Da beide Körper nach dem Stoß zusammenbleiben, liegt ein unelastischer Stoß vor. Die Geschwindigkeit des vereinten Körpers berechnet sich nach:

$$v' = \frac{m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B}{m_A + m_B}$$

Es fehlen noch die Geschwindigkeiten beider Körper beim Zusammenstoß. Beide Bewegungen sind beschleunigt, also gilt:

$$v = a \cdot t + v_0$$

Für den Körper A wird das dann:

$$v = -0,34 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,2 \text{ s} + 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 1,10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

und für Körper B:

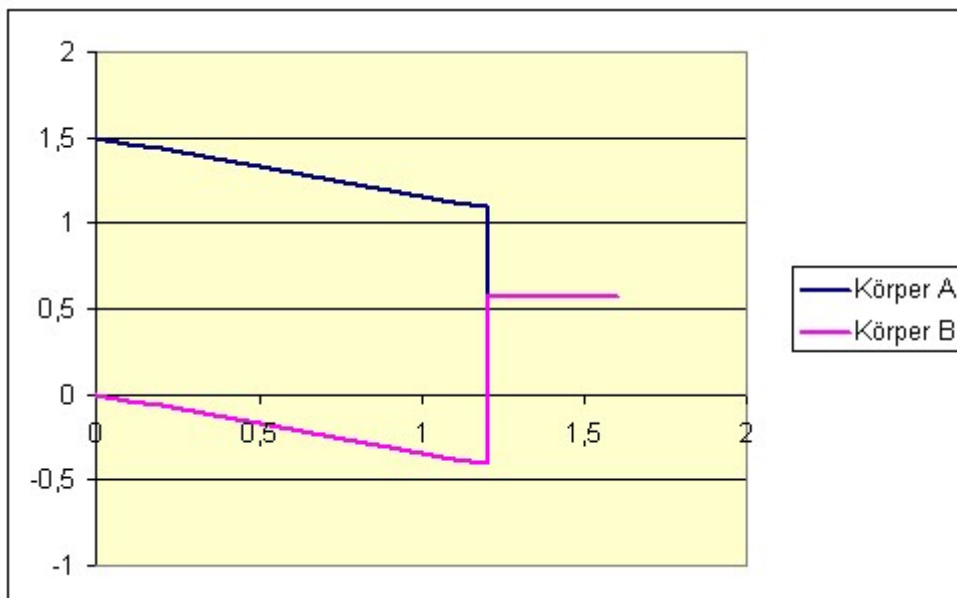
$$v = -0,34 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,2 \text{ s}$$

$$v = -0,41 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Beide Geschwindigkeiten werden in die Gleichung für den Stoß eingesetzt:

$$v' = \frac{0,220 \text{ kg} \cdot 1,10 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,120 \text{ kg} \cdot (-0,41 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{0,340 \text{ kg}}$$

$$v' = 0,57 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



d)

► vor dem Zusammenstoß

- Körper A: Der Körper besitzt zu Beginn nur kinetische Energie, wenn der Punkt 0 als Bezugspunkt betrachtet wird. Beim Hochrutschen wird diese Energie in potenzielle Energie umgewandelt.
- Körper B: Der Körper besitzt zum Zeitpunkt 0 nur potenzielle Energie. Beim Runterrutschen wandelt er sie in kinetische Energie um.

Die Gesamtenergie = kinetische Energie Körper A + potenzielle Energie Körper B

► beim Zusammenstoß

Beide Körper besitzen zum Zeitpunkt des Zusammenstoßes die gleiche potenzielle Energie, da sie die gleiche Höhe haben. Sie bleibt gleich, da sich beim Zusammenstoß die Höhe nicht ändert.

Beim Zusammenstoß, der unelastisch erfolgt, wird ein Teil der Bewegungsenergie in Verformungsarbeit umgewandelt.

► nach dem Zusammenstoß

Der Körper besitzt jetzt potenzielle und kinetische Energie. Die Summe der mechanischen Energie ist geringer als die mechanische Energie vor dem Zusammenstoß.