HANSER

Günther Kurz, Heide Hübner

Prüfungs- und Testaufgaben zur PHYSIK

Mechanik - Schwingungslehre - WärmelehreInteraktive Lernmaterialien zum Selbststudium für technische Studienrichtungen an Hochschulenfür technische Studienrichtungen an Hochschulen

ISBN-10: 3-446-40710-3
ISBN-13: 978-3-446-40710-7

Leseprobe

2 Übungsaufgaben mit Ergebnissen

2.1 Mechanik

Mechanik – Kinematik – Übungsaufgabe 1

Von einer Brücke lässt man einen Stein frei fallen. Eine Sekunde später wird ein zweiter Stein senkrecht nach unten geworfen. Beide Steine schlagen gleichzeitig auf einer $h = 45\,\text{m}$ tiefer liegenden Wasseroberfläche auf.

(a) Welche Anfangsgeschwindigkeit v_0 muss der zweite Stein haben?

(b) Zeichnen Sie ein gemeinsames v,t-Diagramm für die beiden fallenden Steine.

Ergebnis

(a) Eindimensionale Translationsbewegung mit $a_0 = g = \text{const.}$;

Verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten am Startpunkt $s_0 = 0\,\text{m}$.

Stein '1': Flugzeit bis Aufprall $t_F = 3{,}0\,\text{s}$

Stein '2': Anfangsgeschwindigkeit $v_{02} = 12{,}5\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$

Mechanik – Kinematik – Übungsaufgabe 2

Ein Heißluft-Ballon steigt senkrecht auf. Seine konstante Steig-Geschwindigkeit ist $v_0 = 12\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$. In der Höhe $h = 80\,\text{m}$ über dem Erdboden wird ein kleiner Sandsack abgeworfen. Nach welcher Zeit t_F kommt der Sandsack auf dem Erdboden an?

(Rechnen Sie für die Zahlenwerte vereinfachend mit $g = 10\,\text{m}\,\text{s}^{-2}$).

Ergebnis

Eindimensionales Problem – positive y-Achse; Nullpunkt am Erdboden.
Modell: Senkrechter Wurf nach oben bei der y-Koordinate h.
Beschleunigung $a = -g$; Geschwindigkeit $v = v_0 - g\,t$;
Ortskoordinate $y = h + v_0 t - (1/2) g\,t^2$; Auftreffen Erdboden: Flugzeit $t_{F1} = 2{,}94\,\text{s}$.

Mechanik – Kinematik – Übungsaufgabe 3

Ein Burgfräulein beugt sich über die Zinnen eines $h = 30\,\text{m}$ hohen Turmes und wirft ihren güldenen Ball mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 5\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$ senkrecht nach oben. Es gelingt ihr aber leider nicht, den Ball wieder aufzufangen, so dass dieser in den Burggraben (Koordinaten-Nullpunkt $y = 0$) fällt und ihren herannahenden Liebhaber erschlägt.

Reduzieren Sie diese melodramatische Geschichte auf ein physikalisch idealisiertes Modell. Geben Sie für die Bewegung des güldenen Balles die mathematischen Abhängigkeiten an und zeichnen Sie die zugehörigen Diagramme für

(a) die Beschleunigung $a(t)$,

(b) die Geschwindigkeit $v(t)$,

(c) den Ort $y(t)$.

(d) Bestimmen Sie: Steighöhe y_{max} des Balls, zugehörige Steigzeit t_{max}, die gesamte Flugzeit t_{ges} und die Endgeschwindigkeit v_{end} beim Auftreffen im Graben.

Rechnen Sie vereinfachend bei den Zahlenrechnungen mit $g = 10\,\text{m s}^{-2}$.

Ergebnis

Modell: senkrechter Wurf unter Vernachlässigung des Luftwiderstands.

(a) Koordinatensystem – positive y-Richtung nach oben – Nullpunkt im Burggraben Beschleunigung $a(t) = -g = \text{const.}$

(b) Geschwindigkeit $v(t) = v_0 - gt$. (c) Höhe über Graben $y(t) = h + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$.

(d) Steigzeit $t_{\text{max}} = \frac{v_0}{g} = 0{,}50\,\text{s}$; Steighöhe $y_{\text{max}} = 31{,}25\,\text{m}$.

Flugzeit 'Abwurf'-'Burggraben': $t_{\text{ges}} = 3{,}0\,\text{s}$; Endgeschwindigkeit $v_{\text{end}} = -25\,\text{ms}^{-1}$.

Mechanik – Kinematik – Übungsaufgabe 4

Ein Fahrzeug beschleunigt im Zeitintervall $\Delta t = 10\,\text{s}$ konstant von einer Anfangsgeschwindigkeit $v_{\text{A}} = 80\,\text{km h}^{-1}$ auf eine Endgeschwindigkeit $v_{\text{E}} = 120\,\text{km h}^{-1}$

Welche Wegstrecke s legt das Fahrzeug dabei zurück?

Ergebnis

Grafische Vorgehensweise: Wegstrecke: Fläche unter der $v(t)$-Kurve – Trapez.

$$s = A_{\text{Trapez}} = \frac{1}{2}(v_{\text{A}} + v_{\text{E}}) \cdot \Delta t = 278\,\text{m}.$$

Analytische Vorgehensweise: Formale Integration der Gleichung der Geraden.

Zurückgelegte Wegstrecke $s_{\text{AE}} = \int_{t_{\text{A}}}^{t_{\text{E}}} v(t)\,\text{d}t = 278\,\text{m}$.

Mechanik – Kinematik – Übungsaufgabe 5

Ein Auto kann mit guten Bremsen eine Verzögerung von $a_{\text{max}} = (-)\,5\,\text{m s}^{-2}$ erreichen. Sie fahren – bei erlaubter Höchstgeschwindigkeit – mit $v = 120\,\text{km h}^{-1}$ und entdecken in etwa $d = 50\,\text{m}$ Entfernung eine Radarfalle.

Wie lange dauert der Abbremsvorgang mindestens? Reicht dieses Zeitintervall aus, um noch vor der Radarfalle auf die zulässige Höchstgeschwindigkeit herunterzubremsen?

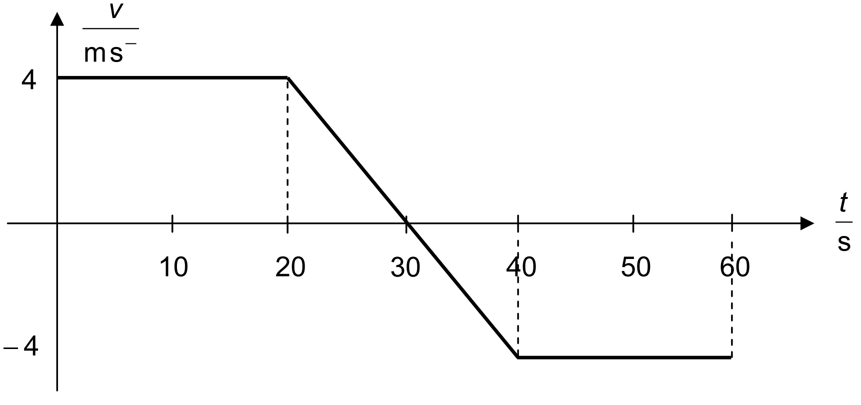
Ergebnis

Gleichmäßig verzögerte Translationsbewegung (negative Beschleunigung)

Bremszeit $t_{\text{E}} = 1{,}11\,\text{s}$; Zurückgelegte Wegstrecke $s(t_E) = 33{,}9\,\text{m} < d = 50\,\text{m}$.

Mechanik – Kinematik – Übungsaufgabe 6

Die Geschwindigkeit v eines Körpers in Abhängigkeit von der Zeit t ist im folgenden Diagramm dargestellt. Zum Zeitpunkt $t = 0$ gehört die Anfangs-Koordinate $x = 0\,\text{m}$.



(a) Zeichnen Sie die Beschleunigung a als Funktion der Zeit t auf.

(b) Zeichnen Sie den Ort x in Abhängigkeit von der Zeit t.

(c) Welche größte Entfernung x_{max} vom Ausgangspunkt erreicht der Körper?

Ergebnis

Intervall $0\,\text{s} \le t \le 20\,\text{s}$: Vorwärts.

Intervall $20\,\text{s} \le t \le 40\,\text{s}$: Vorwärts – Abnahme Geschwindigkeit – Rückwärts.

Intervall $40\,\text{s} \le t \le 60\,\text{s}$: Rückwärts.

(a) Grafische Vorgehensweise: Steigung der $v(t)$-Kurve; $a = -\,0{,}4\,\text{m s}^{-2}$.

Analytische Vorgehensweise – Gleichung der Geraden – Differentiation

$$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} - 0{,}4\,\text{m s}^{-2}.$$

(b) Zurückgelegte Wegstrecke: Fläche unter der $v(t)$-Kurve.

Flächenbestimmungen von Rechteck, Dreieck, Trapez.

Integration der $v(t)$-Funktion.

$$x_{\text{ges}} = x_0^{20} + x_{20}^{30} + x_{30}^{40} + x_{40}^{60} = +\,80\,\text{m} + 20\,\text{m} - 20\,\text{m} - 80\,\text{m} = 0\,\text{m}.$$