Aufgaben zum freien Fall und der beschleunigten Bewegung

1119. Ein Fallschirmspringer fliegt nach dem Verlassen des Flugzeuges 10 m im freien Fall nach unten, bis sich sein Schirm öffnet.
a) Für den freien Fall gelten die beiden Grundgleichungen

$$v = g \cdot t$$

und

$$s = \frac{g}{2} \cdot t^2$$

Zeige ausführlich, dass sich daraus die Gleichung

$$v = \sqrt{2 \cdot s \cdot g}$$

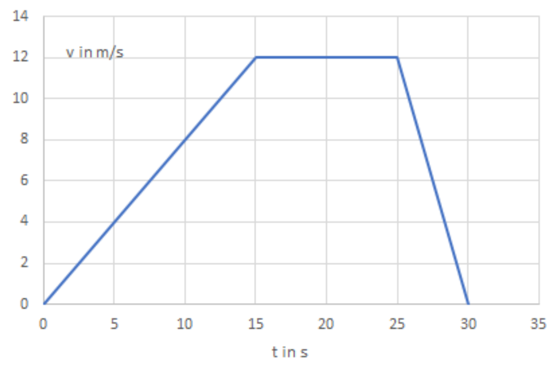
herleiten lässt. (4)

b) Berechne die Geschwindigkeit des Fallschirmspringers in Kilometer je Stunde nach diesen 10 m-Fall. (3)

c) Welche Strecke müsste der Fallschirmspringer fliegen, um die doppelte Geschwindigkeit zu erreichen? (1)

543. Der Eiffelturm in Paris besitzt 3 Aussichtsplattformen.
Die Höhe der ersten Plattform beträgt 57,33 m, die der zweiten 115,73 m.
Angenommen, man würde hier Fallversuche durchführen.
In welchem zeitlichen Abstand müsste man zwei reibungsfrei fallende Körper loslassen, damit sie gleichzeitig auf dem Boden auftreffen?

1116. Das v(t)-Diagramm stellt für eine Bewegung den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit und der Zeit dar.
a) Beschreiben Sie diesen Bewegungsvorgang.
b) Berechnen Sie die vorkommenden Beschleunigungen.
c) Berechnen Sie den gesamten Weg, der während dieser Bewegung zurückgelegt wird,
d) Zeichen Sie das a(t)-Diagramm.



Lösungen

1119.

a) In der Gleichung für die Geschwindigkeit ist die Fallbeschleunigung g bekannt. Über die Flugzeit weiß man noch nichts.
In der zweiten Gleichung kennt man den Flugweg und die Fallbeschleunigung. Die Zeit ist hier auch nicht bekannt.
Die zweite Gleichung wird nach der unbekannten Zeit umgestellt und diese dann in die erste Gleichung eingefügt.

$$s=\frac{g}{2}\cdot t^2$$

$$t^2=\frac{2\cdot s}{g}$$

Da man weiß, dass die Zeit in eine zweite Gleichung eingesetzt werden muss, läßt man die Wurzel erst Mal weg.
Die zweite Gleichung ist

$$v=g\cdot t$$

Quadriert man diese Gleichung, erhält man

$$v^2=g^2\cdot t^2$$

und kann die Zeit prima ersetzen

$$v^2=\frac{g^2\cdot 2\cdot s}{g}$$

$$v=\sqrt{2\cdot s\cdot g}$$

Fertig.

b)

$$v=\sqrt{2\cdot 10\,m\cdot 9{,}81\frac{m}{s^2}}$$

$$v=14\frac{m}{s}$$

$$v=50{,}4\frac{km}{h}$$

c) Da die Geschwindigkeit proportional zur Wurzel des Flugweges ist, muss der Springer 40 m weit frei fallen.

543.

geg.:	$h_1=57{,}33\,m$ $h_2=115{,}73\,m$	ges.:	Δt

Lösung:	Auf den ersten Blick könnte man sagen, wenn der Körper, der von der höheren Plattform kommt, an der unteren Plattform vorbeifliegt, muss der Körper dort losgelassen werden. Der Körper aus der größeren Höhe hat aber dort schon eine beachtliche Geschwindigkeit und kommt mit Sicherheit als erster unten an. Also anders. Wie lange würde jeder Körper benötigen, um herunterzufallen? untere Plattform: $s=\frac{g}{2}\cdot t^2$ $t=\sqrt{\frac{2\cdot s}{g}}$ $t=\sqrt{\frac{2\cdot 57{,}33\,m}{9{,}81\frac{m}{s^2}}}$ $t=3{,}42\,s$ Mit der gleichen Formel kann die Fallzeit für den Körper von der oberen Plattform berechnet werden. Sie beträgt 4,86 s Die Differenz aus diesen beiden Werten ist die gesuchte Zeit. $\Delta t=4{,}86s-3{,}42s$ $\Delta t=1{,}44\,s$
Antwort:	Der Körper von der unteren Plattform muss 1,44 s nach loslassen des Körpers von der oberen Plattform gestartet werden.

1116.
a) Die Bewegung gliedert sich in drei Abschnitte, die einzeln betrachtet werden.
1. Abschnitt: Zum Zeitpunkt 0 ist die Geschwindigkeit ebenfalls 0. Sie steigt gleichmäßig in den ersten 15 Sekunden auf 12 m/s an. Die Bewegung wird also aus dem Stand heraus immer schneller.

2. Abschnitt: In den folgenden 10 Sekunden bleibt die Geschwindigkeit konstant. Die Bewegung wird also weder schneller noch langsamer.

3. Abschnitt: In den letzten 5 Sekunden wird die Bewegung bis zum Stillstand langsamer.

b) Die Beschleunigung gibt an, um welchen Wert sich die Geschwindigkeit in einer Sekunde ändert. Sie berechnet sich als Quotient aus der Geschwindigkeitsänderung und der dazu benötigten Zeit.
1. Abschnitt:
Die Geschwindigkeit ändert sich in 15 Sekunden von 0 m/s auf 12 m/s

$$v=\frac{\Delta v}{t}$$

$$v=\frac{12\frac{m}{s}-0\frac{m}{s}}{15\,s}$$

$$v=0{,}8\frac{m}{s^2}$$

2. Abschnitt
Da sich hier die Geschwindigkeit nicht ändert, ist die Beschleunigung 0.

3. Abschnitt
Im letzten Abschnitt ändert sich die Geschwindigkeit innerhalb von 5 Sekunden von 12 m/s auf 0.

$$v = \frac{\Delta v}{t}$$

$$v = \frac{0\frac{m}{s} - 12\frac{m}{s}}{5\,s}$$

$$v = -2{,}4\frac{m}{s^2}$$

Da die Geschwindigkeit kleiner wird, ergibt sich hier eine negative Beschleunigung.

c) Es wird für jeden Abschnitt der zurückgelegte Weg berechnet und die drei Teilwege dann addiert.

1. Abschnitt
Es ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung (Geschwindigkeit wird größer) und für den Weg gilt:

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

Da alles bekannt ist, kann der Weg berechnet werden.

$$s = \frac{0{,}8\frac{m}{s^2}}{2} \cdot (15\,s)^2$$

$$s = 90\,m$$

2. Abschnitt
Da sich die Geschwindigkeit nicht ändert, liegt eine gleichförmige Bewegung vor. Der Weg berechnet sich mit

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v \cdot t$$

Auch hier ist alles bekannt.

$$s = 12\frac{m}{s} \cdot 10\,s$$

$$s = 120\,m$$

3. Abschnitt

In diesem Abschnitt liegt eine abbremsende Bewegung vor, die durch eine negative Beschleunigung beschrieben wird. Der dabei zurückgelegte Weg ist genau so groß, als würde diese Bewegung aus dem Stand bis auf 12 m/s erfolgen. Damit kann man schreiben

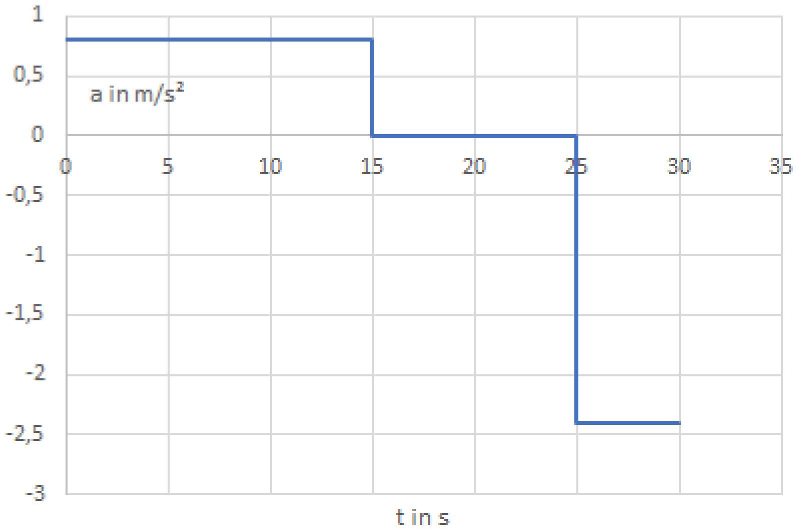
$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

$$s = \frac{2{,}4\frac{m}{s^2}}{2} \cdot (5\,s)^2$$

$$s = 30\,m$$

Damit erhält man einen Gesamtweg von 240 m.

e)



a in m/s²
1
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
-2
-2,5
-3
0
5
10
15
20
25
30
35
t in s