

Physikaufgaben

> Mechanik

> Gleichförmige Bewegung und Gewitter

Aufgabe: Die Schallgeschwindigkeit beträgt (etwa) $v_{\text{Schall}} = 333 \frac{m}{s}$.

a) Drücke die Schallgeschwindigkeit in $\frac{km}{min}$ und $\frac{km}{h}$ aus.

b) Bei einem Gewitter folgt dem Blitz der Donner. Die auftretende Zeitdifferenz gibt somit an, wie weit das Gewitter vom Beobachter dieser Wetterphänomene entfernt ist. Die Zeitdifferenz betrage nun 5,5 s. Wie weit ist das Gewitter vom Beobachter entfernt?

c) Liste tabellarisch auf: Zeitdifferenz in Sekunden – Entfernung zum Gewitter in Kilometern (Schrittweite 0,5 s; Zeitdifferenz zwischen 0 s und 20 s). Wie lautet eine Faustregel zur Messung der Entfernung des Beobachters vom Gewitter?

d) Zwei Messungen mit Blitz und Donner erfolgen in einem zeitlichen Abstand von 8,4 min. Die erste Messung ergibt eine Zeitdifferenz von 18 s, die zweite von 12 s. Kommt das Gewitter auf den Beobachter zu oder entfernt es sich von diesem? Mit welcher Geschwindigkeit geschieht dieser Vorgang? Zu welchem Zeitpunkt würde (bei Annäherung) das Gewitter den Standort des Beobachters erreichen?

e) Der Blitz schlägt in ein Waldgebiet ein, das vom Beobachter 5,3 km entfernt liegt. Die Zeitdifferenz zwischen Blitz und Donner beträgt 16 s. Berechne daraus die Schallgeschwindigkeit v_{Schall} .
(Physikalische Einheiten: m = Meter, km = Kilometer, s = Sekunde, min = Minute, h = Stunde)

Lösung: I. Gleichförmige Bewegung ist (hier) eine geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit v [$\frac{m}{s}$] ohne Beschleunigung ($a = 0 \frac{m}{s^2}$) und ohne Richtungsänderung. Dann gelten die Grundformeln der Mechanik der gleichförmigen Bewegung mit s [m] als zurückgelegter Strecke und t [s] als dazu

$$\text{Geschwindigkeit, Strecke, Zeit: } v = \frac{s}{t}, s = vt, t = \frac{s}{v}$$

$$\text{Impuls: } p = m \cdot v$$

$$\text{Kinetische Energie: } W_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Es gelten zudem die Umrechnungen (m = Meter, km = Kilometer; s = Sekunde, min = Minute, h = Stunde):

$$1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h}, 1 \frac{km}{h} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s} = 0,27 \frac{m}{s}$$
$$1 \frac{m}{s} = 0,06 \frac{km}{min}, 1 \frac{km}{min} = \frac{50}{3} \frac{m}{s} = 16,6 \frac{m}{s}, 1 \frac{km}{h} = \frac{1}{60} \frac{km}{min}, 1 \frac{km}{min} = 60 \frac{km}{h}$$

II. a) Es ergeben sich die Umrechnungen:

$$v_{\text{Schall}} = 333 \frac{m}{s} = 19,98 \frac{km}{min} = 1198,8 \frac{km}{h}.$$

b) Aus der Beziehung zwischen Geschwindigkeit, Strecke und Zeit $v = \frac{s}{t}$ folgt durch Umstellen

nach der Strecke: $s = vt$, so dass die Entfernung zum Gewitter

$$s = 333 \cdot 5,5 = 1831,5 \text{ m} \approx 1,83 \text{ km}$$

beträgt. Das Gewitter ist dem Beobachter also schon recht nah.

c) Die tabellarische Übersicht ergibt sich nach der Formel $s = vt$ als proportionale Zuordnung mit

$$v_{\text{Schall}} = 333 \frac{m}{s} \text{ als Proportionalitätsfaktor:}$$

Tabelle:

t [s]	s [m]	s [km]
0	0	0
0.5	166.5	0.167
1	333	0.333
1.5	499.5	0,5
2	666	0.666
2.5	832.5	0.833
3	999	1
3.5	1165.5	1.166
4	1332	1.332
4.5	1498.5	1.5

5	1665	1.665
5.5	1831.5	1.832
6	1998	2
6.5	2164.5	2.165
7	2331	2.331
7.5	2497.5	2.5
8	2664	2.664
8.5	2830.5	2.831
9	2997	3
9.5	3163.5	3.164
10	3330	3.330
10.5	3496.5	3.5

11	3663	3.663
11.5	3829.5	3.83
12	3996	4
12.5	4162.5	4.163
13	4329	4.329
13.5	4495.5	4.5
14	4662	4.662
14.5	4828.5	4.829
15	4995	5
15.5	5161.5	5.162
16	5328	5.328
16.5	5494.5	5.5

17	5661	5.661
17.5	5827.5	5.828
18	5994	6
18.5	6160.5	6.161
19	6327	6.327
19.5	6493.5	6.5
20	6660	6.660
t [s]	s [m]	s [km]

Es gilt damit die Faustregel:

Entfernung des Gewitters in Metern = Zeitdifferenz in Sekunden mal 1000 durch 3.

Entfernung des Gewitters in Kilometern = Zeitdifferenz in Sekunden durch 3

oder:

Entfernung des Gewitters in Metern = Zeitdifferenz in Sekunden mal 333.

Entfernung des Gewitters in Kilometern = Zeitdifferenz in Sekunden mal 333 durch 1000.

d) Wir berechnen aus den Zeitdifferenzen die Entfernungen des Gewitters vom Beobachter:

1. Messung: $t = 18 \text{ s} \Rightarrow s = 6000 \text{ m} = 6 \text{ km}$

2. Messung: $t = 12 \text{ s} \Rightarrow s = 4000 \text{ m} = 4 \text{ km}$.

Das Gewitter kommt also auf den Beobachter zu. Dies geschieht mit einer Geschwindigkeit, die sich dem Zeitabstand der Messungen $t = 8,4 \text{ min} = 504 \text{ s}$ und der Entfernungsdifferenz

$s = 6000 - 4000 = 2000 \text{ m}$ ergibt und damit gemäß der Beziehung zwischen Geschwindigkeit,

Strecke und Zeit $v = \frac{s}{t}$ als:

$$v_{\text{Gewitter}} = \frac{2000}{504} = 3,97 \frac{m}{s} = 14,29 \frac{km}{h}.$$

Das Gewitter ist zum Zeitpunkt der 2. Messung 4 km vom Beobachter entfernt. Bei einer Ge-

schwindigkeit von $14,29 \frac{km}{h}$ ergibt sich gemäß der Formel $t = \frac{s}{v}$:

$$t = \frac{4}{14,29} = 0,28h = 16,8 \text{ min},$$

also etwas mehr als eine Viertelstunde, als die Zeit für den Beobachter, um sich vor dem Gewitter in Sicherheit zu bringen.

e) Es ist: $s = 5,3 \text{ km} = 5300 \text{ m}$ als Strecke, $t = 16 \text{ s}$ als Zeit. Damit gilt gemäß der Formel $v = \frac{s}{t}$ (näherungsweise) für die Schallgeschwindigkeit v_{Schall} :

$$v_{\text{Schall}} = \frac{5300}{16} = 331,25 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

was der Schallgeschwindigkeit gut entspricht.

www.michael-buhlmann.de / 03.2019 / Aufgabe 6