

Übung 23 Mechanik: Impuls und Bewegung Kinematik II

Lernziele

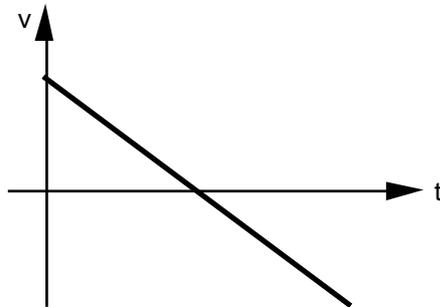
- das Ort-Zeit-, das Geschwindigkeit-Zeit- und das Beschleunigung-Zeit-Diagramm einer gleichförmigen und einer gleichmässig beschleunigten Bewegung zeichnen können.
- aus dem Ort-Zeit- oder Geschwindigkeit-Zeit- oder Beschleunigung-Zeit-Diagramm einer Bewegung herauslesen können, ob es sich bei der Bewegung um eine gleichförmige, eine gleichmässig beschleunigte oder einen anderen Typ Bewegung handelt.
- mit Hilfe des Geschwindigkeit-Zeit-Diagrammes einer eindimensionalen Bewegung das dazugehörige Ort-Zeit-Diagramm zeichnen können.
- die Ort-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Beziehung für eine gleichmässig beschleunigte Bewegung kennen und in konkreten Problemstellungen anwenden können.

Aufgaben

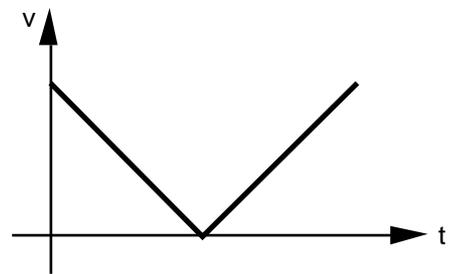
1. Bearbeiten Sie für alle in a) bis d) gegebenen v-t-Diagramme die folgenden Teilaufgaben:

- Beschreiben Sie die im v-t-Diagramm dargestellte Bewegung mit Worten. Beurteilen Sie jeweils, ob es sich um eine gleichförmige oder um eine gleichmässig beschleunigte Bewegung handelt.
- Geben Sie ein praktisches Beispiel für die dargestellte Bewegung an.
- Zeichnen Sie ein dazugehöriges x-t-Diagramm. Wählen Sie dabei $x(0) = 0$.

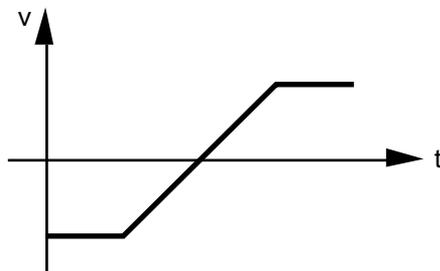
a)



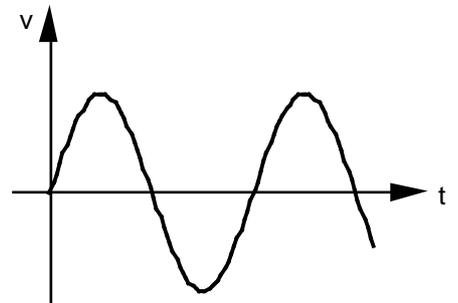
b)



c)



d)



2. Studieren Sie im Physik-Buch den Abschnitt 4.8 (Seiten 102 und 103) ohne das Beispiel 4.7. Bearbeiten Sie die Kontrollfragen 18, 19 und 20.

3. (siehe Seite 2)

3. Ein Auto (Auto A) startet bei Grün vor einer Ampel und erreicht nach 5 Sekunden bei konstanter Beschleunigung die Geschwindigkeit 60 km/h, mit der es weiterfährt. Im Moment des Starts wird es von einem anderen Auto (Auto B) mit der konstanten Geschwindigkeit 40 km/h überholt.
- Zeichnen Sie ein v-t-Diagramm für die beiden Autos.
 - Bestimmen Sie mit Hilfe des in a) gezeichneten v-t-Diagrammes,
 - welches Auto am Ende des Beschleunigungsvorganges von Auto A vorne liegt. Wie weit liegt es vorne?
 - in welcher Zeit und in welcher Entfernung von der Ampel das Auto A das Auto B einholt.
4. Studieren Sie im Physik-Buch auf der Seite 103 das Beispiel 4.7.
- Lesen Sie zuerst nur die Aufgabenstellung.
 - Zeichnen Sie das v-t-Diagramm der beiden Körper.
 - Versuchen Sie zuerst, die Aufgabenstellung selber mit Hilfe des v-t-Diagrammes der beiden Körper zu lösen.
 - Studieren Sie erst dann die Lösung im Buch.
5. Gegeben ist die folgende Aufgabenstellung:
- "Ein Auto fährt mit 80 km/h auf einer Strasse auf ein Dorf zu. Am Dorfeingang sieht der Autofahrer die Tafel für die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.
Wie weit vor dieser Tafel muss er zu bremsen beginnen, damit er genau bei Erreichen der 50 km/h-Tafel diese Höchstgeschwindigkeit erreicht hat? Wie lange dauert der Bremsvorgang?
Nehmen Sie an, dass die Bremsbeschleunigung gleichmässig - 4 m/s² beträgt."*
- Stellen Sie ein Gleichungssystem auf, welches die Bestimmung des gesuchten Bremsweges und der gesuchten Bremszeit erlaubt.
 - Lösen Sie das Gleichungssystem auf.
6. Am 21. Dezember 2002 erschien im "Tages-Anzeiger" der Artikel "Pannen mit Signalisation bremsen Bahn 2000".
- Versuchen Sie, mit Hilfe der Angaben im Text die Länge der Neubaustrecke Mattstetten-Rothrist zu bestimmen.
 - Gemäss Angaben der SBB beträgt die Länge der Neubaustrecke 45 km. Vergleichen Sie diese Angabe mit Ihrem Ergebnis aus a) und geben Sie Gründe für eine allfällige Abweichung an.

Pannen mit Signalisation bremsen Bahn 2000

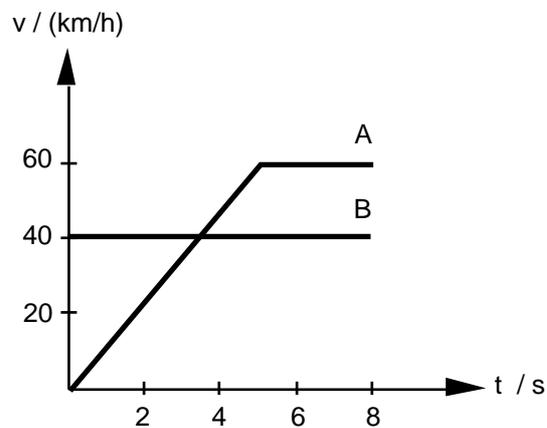
Bern. - Die Bahn 2000 startet wegen des problembehafteten neuen Zugsicherungssystems ETCS mit einem leicht eingeschränkten Angebot. Zwischen Mattstetten und Rothrist bauen die SBB als Vorsichtsmassnahme für 31 Millionen Franken ein konventionelles Sicherungssystem auf. Dadurch könne nur noch mit 160 km/h statt 200 km/h gefahren werden. So verlängere sich die Fahrzeit um rund drei Minuten, erklärten SBB-Vertreter. Eine Minute davon könne kompensiert werden. Der modifizierte Fahrplan ab Ende 2004 sieht für die Strecke Zürich-Bern eine Fahrzeit von 58 Minuten gegenüber heute 69 Minuten vor. Ursprünglich rechnete man mit 56 Minuten. Die SBB wollen jedoch an ETCS festhalten. Die Signalisation in den Führerständen sei das System der Zukunft. Bis 2017 soll das ganze Netz damit ausgerüstet werden. (AP)

Lösungen

1.
 - a)
 - i) Die Geschwindigkeit nimmt ab, bis der Körper stillsteht. Dann beschleunigt er, aber in die entgegengesetzte Richtung.
Die ganze Bewegung ist eine gleichmässig beschleunigte Bewegung.
 - ii) Ein Körper wird senkrecht nach oben geworfen.
 - iii) ...
 - b)
 - i) Die Geschwindigkeit nimmt ab, bis der Körper stillsteht. Dann beschleunigt er, wobei er sich in die gleiche Richtung bewegt wie beim Abbremsen.
In beiden Teilphasen handelt es sich um eine gleichmässig beschleunigte Bewegung.
 - ii) Auto vor einem Fussgängerstreifen
 - iii) ...
 - c)
 - i) Der Körper bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit, bremst dann ab bis zum Stillstand und beschleunigt anschliessend in die entgegengesetzte Richtung, bis seine Geschwindigkeit denselben Betrag hat wie am Anfang. Dann bewegt er sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter.
Zuerst ist die Bewegung gleichförmig, dann gleichmässig beschleunigt und schliesslich wieder gleichförmig.
 - ii) Ein Ball fliegt an eine Wand und wird reflektiert. (Der "Energieverlust" beim Aufprall wird vernachlässigt.)
 - iii) ...
 - d)
 - i) Der Körper schwingt um eine Gleichgewichtslage.
Die Bewegung ist ständig beschleunigt, jedoch nicht gleichmässig, da sich die Beschleunigung dauernd ändert.
 - ii) Pendel, Schaukel
 - iii) ...

2. (siehe Physik-Buch Seite 165)

3. a)



- b)
 - i) Die Fläche zwischen der v-t-Kurve und der t-Achse im Zeitintervall [0 s, 5 s] ist gleich der zurückgelegten Strecke während des Beschleunigungsvorganges von Auto A.
 Auto A: $s_A = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ s} \cdot \frac{60}{3.6} \text{ m/s} = 41.7 \text{ m}$
 Auto B: $s_B = 5 \text{ s} \cdot \frac{40}{3.6} \text{ m/s} = 55.5 \text{ m}$
 $s := s_B - s_A = 55.5 \text{ m} - 41.7 \text{ m} = 13.8 \text{ m}$
 Auto B liegt 13.8 m vorne.
 - ii) (siehe Seite 4)

- ii) Das Auto A holt das Auto B zum Zeitpunkt $t = 5 \text{ s} + t$ ein.
Die Fläche zwischen der v-t-Kurve und der t-Achse im Zeitintervall $[0 \text{ s}, 5 \text{ s} + t]$ muss für beide Autos gleich gross sein.

$$\frac{1}{2} \cdot 5 \text{ s} \cdot \frac{60}{3.6} \text{ m/s} + t \cdot \frac{60}{3.6} \text{ m/s} = (5 \text{ s} + t) \cdot \frac{40}{3.6} \text{ m/s}$$

$$t = 2.5 \text{ s}$$

Das Auto A holt das Auto B nach 7.5 s ein.

Die Fläche zwischen der v-t-Kurve und der t-Achse im Zeitintervall $[0 \text{ s}, 5 \text{ s} + t]$ ist gleich der Strecke, die die beiden Autos zurückgelegt haben, wenn das Auto A das Auto B einholt.

$$s = 7.5 \text{ s} \cdot \frac{40}{3.6} \text{ m/s} = 83.3 \text{ m}$$

Beide Autos haben die Strecke 83.3 m zurückgelegt.

4. ...

- | | | | | |
|----|----|--|---|--|
| 5. | a) | $s_B = v_1 t_B + \frac{1}{2} a t_B^2$
$v_2 = v_1 + a t_B$ | Unbekannte
$s_B = \text{Bremsweg}$
$t_B = \text{Bremszeit}$ | Bekannte
$v_1 = \frac{80}{3.6} \text{ m/s}$
$a = -4 \text{ m/s}^2$
$v_2 = \frac{50}{3.6} \text{ m/s}$ |
|----|----|--|---|--|

b) ...

$$t_B = \frac{v_2 - v_1}{a} = 2.1 \text{ s}$$

$$s_B = \frac{1}{2a} (v_2^2 - v_1^2) = 37 \text{ m}$$

6. a) Wird eine Strecke s mit der Geschwindigkeit v_1 in der Zeit t_1 und mit der Geschwindigkeit v_2 in der Zeit t_2 durchfahren, so gilt:

$$s = \frac{v_1 v_2 (t_1 - t_2)}{v_2 - v_1}$$

Mit den Zahlenwerten $v_1 = 160 \text{ km/h}$, $t_1 = 58 \text{ min}$, $v_2 = 200 \text{ km/h}$, $t_2 = 56 \text{ min}$ erhält man
 $s = 26.7 \text{ km}$

b) ...