

## Übung 23

## Mechanik Kinematik II

### Lernziele

- aus dem Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm einer eindimensionalen Bewegung zurückgelegte Strecken herauslesen können.
- die Ort-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Beziehung für eine gleichmässig beschleunigte Bewegung kennen und in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- Aussagen und Beziehungen zwischen Grössen mit Hilfe physikalischer Grundgesetze als Gleichungen formulieren können.

### Aufgaben

1. Bearbeiten Sie im Physik-Buch auf der Seite 103 die Kontrollfragen 15 und 16 (altes Buch: 18, 19 und 20).
2. Betrachten Sie im Physik-Buch das Beispiel 4.7. (Seite 103):
  - a) Studieren Sie die Problemstellung (ohne Lösung!) und das v-t-Diagramm. Vergewissern Sie sich, dass die beiden im v-t-Diagramm gezeichneten Grafen die Bewegung der beiden Körper korrekt beschreiben.
  - b) Betrachten Sie die folgenden beiden Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$ :  
 $t_1$  = Zeitpunkt, zu welchem die beiden Körper die gleiche Geschwindigkeit haben  
 $t_2$  = Zeitpunkt, zu welchem beide Körper wieder den gleichen Abstand haben wie am Anfang  
Begründen Sie schlüssig, warum  $t_2 = 2 \cdot t_1$  gilt.
  - c) Die beiden Grafen im v-t-Diagramm sind bis zum Zeitpunkt  $t_3$  gezeichnet, zu welchem der obere Körper den unteren überholt ( $t_3 = 4$  s).  
Begründen Sie schlüssig, warum der Inhalt des mittelstark eingefärbten Flächenstückes (Trapez oben rechts) gerade dem anfänglichen Abstand der beiden Körper entspricht.
3. 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 - 4.0 m/s<sup>2</sup> beträgt."*

  - a) Zeichnen Sie ein v-t-Diagramm für die Bremsphase 80 km/h → 50 km/h.
  - b) Stellen Sie ein vollständiges Gleichungssystem auf, in welchem der gesuchte Bremsweg und die gesuchte Bremszeit als Unbekannte vorkommen.
  - c) Lösen Sie das Gleichungssystem allgemein algebraisch auf, d.h. ohne Verwendung der konkreten Zahlenwerte.  
Gesucht ist also die algebraische Lösung für den Bremsweg und die Bremszeit.
4. Zwei gleiche Steine A und B werden gleichzeitig senkrecht nach oben abgeworfen. Die Anfangsgeschwindigkeit des Steines A sei doppelt so hoch wie jene des Steines B.  
Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die folgende Aussage wahr oder falsch ist:  
"Die Steighöhe des Steines A ist doppelt so gross wie jene des Steines B."  
Hinweise:
  - Betrachten Sie das v-t-Diagramm der beiden Steine.
  - Vernachlässigen Sie in Ihrer Bearbeitung den Luftwiderstand.

5. Ein Auto-Raser fährt innerorts mit 72 km/h (= 20 m/s) statt mit den erlaubten 50 km/h. Plötzlich springt 50 m vor dem Auto ein Kind seitlich auf die Strasse.

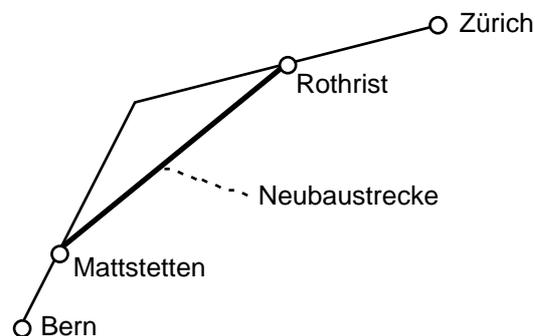
Bestimmen Sie die maximale Reaktionszeit, die dem Autofahrer bleibt, damit er mit einer Vollbremsung noch vor dem Ort, wo sich das Kind befindet, zum Stillstand kommt.

Beurteilen Sie, ob der Autofahrer auf Grund der von Ihnen bestimmten Reaktionszeit die Kollision mit dem Kind noch vermeiden kann.

Hinweis:

Auf trockener Strasse kann man mit einer maximal möglichen Bremsbeschleunigung von  $-5 \text{ m/s}^2$  rechnen.

6. Im Rahmen des Projektes "Bahn 2000" haben die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) zwischen Bern und Zürich die Neubaustrecke Mattstetten-Rothrist erstellt und am 12. Dezember 2004 in Betrieb genommen:



Die Neubaustrecke wird mit der Geschwindigkeit 200 km/h befahren. Bis Dezember 2007 konnte jedoch nur mit 160 km/h gefahren werden, da das für eine Geschwindigkeit von 200 km/h notwendige Zugsicherungssystem ETCS (European Train Control System) noch nicht vollumfänglich funktionstüchtig war.

Am 21. Dezember 2002, also zwei Jahre vor der Inbetriebnahme der Neubaustrecke, erschien im "Tages-Anzeiger" der Artikel "Pannen mit Signalisation bremsen Bahn 2000".

- a) Bestimmen Sie mit Hilfe der Angaben im Text die Länge der Neubaustrecke Mattstetten-Rothrist.
- b) Gemäss 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**

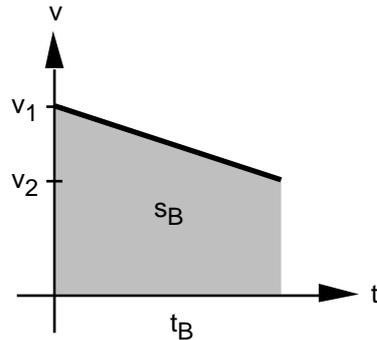
Bern. - Die Bahn 2000 startet wegen des problembehafteten neuen Zugsicherungssystems ETCS mit einem leicht eingeschränkten Angebot. Zwischen Mattstetten und Rothrist bauen die SBB als Vorsichtsmassnahme für 31 Millionen Franken ein konventionelles Sicherungssystem auf. Dadurch könne nur noch mit 160 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. (siehe Physik-Buch Seite 165)

2. a) ...  
b) ...  
c) ...

3. a)



b)

$$s_B = \text{Fläche im } v\text{-}t\text{-Diagramm} = \frac{v_1 + v_2}{2} t_B$$

$$v_2 = v_1 + a_B t_B$$

Unbekannte

Bekannte

$s_B$

$v_1 = 80 \text{ km/h}$

$t_B$

$v_2 = 50 \text{ km/h}$   
 $a_B = -4.0 \text{ m/s}^2$

oder

$$s_B = v_1 t_B + \frac{1}{2} a_B t_B^2$$

$$v_2 = v_1 + a_B t_B$$

Unbekannte

Bekannte

$s_B$

$v_1 = 80 \text{ km/h}$

$t_B$

$a_B = -4.0 \text{ m/s}^2$   
 $v_2 = 50 \text{ km/h}$

c) ...

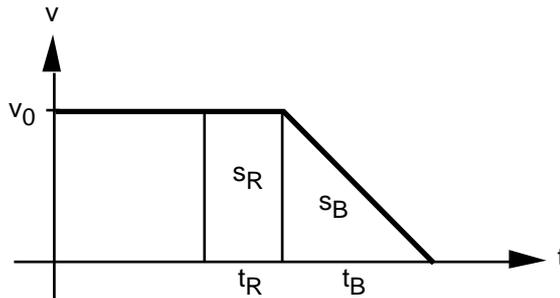
$$t_B = \frac{v_2 - v_1}{a_B}$$

$$s_B = \frac{1}{2a_B} (v_2^2 - v_1^2)$$

4. Die Aussage ist falsch.  
Die Steighöhe des Steines A ist viermal so gross wie jene des Steines B.

5. (siehe Seite 4)

5.



$$s_R + s_B = d$$

$$s_R = \text{Fläche im } v\text{-}t\text{-Diagramm} = v_0 \cdot t_R$$

$$s_B = \text{Fläche im } v\text{-}t\text{-Diagramm} = \frac{v_0}{2} \cdot t_B$$

$$0 = v_0 + a_B \cdot t_B$$

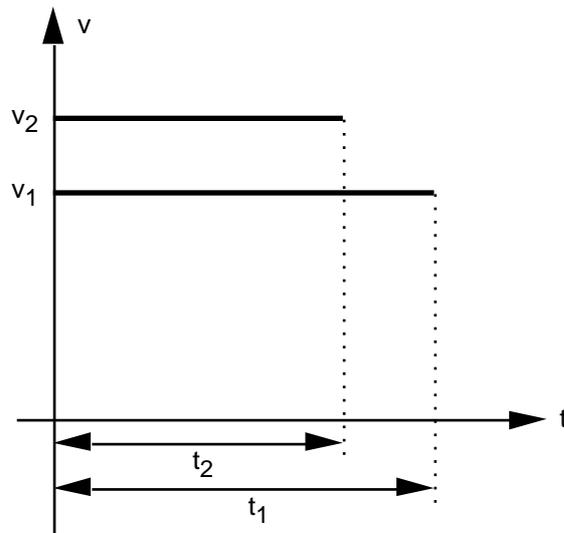
Unbekannte	Bekannte
$s_R$	$d = 50 \text{ m}$
$s_B$	$v_0 = 20 \text{ m/s}$
$t_R$	$a_B = -5 \text{ m/s}^2$
$t_B$	

---


$$t_R = \frac{1}{v_0} \cdot d + \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a_B} = 0.5 \text{ s}$$

Wahrscheinlich ist diese Reaktionszeit zu klein und die Kollision mit dem Kind unvermeidlich.

6. a)



$t_1$  sei die Zeit, die der Zug für die Neubaustrecke  $s$  (Mattstetten-Rothrist) benötigt, wenn er mit der Geschwindigkeit  $v_1$  fährt.

$t_2$  sei die Zeit, die der Zug für die Neubaustrecke  $s$  (Mattstetten-Rothrist) benötigt, wenn er mit der Geschwindigkeit  $v_2$  fährt.

$t$  sei die Differenz der beiden Fahrzeiten  $t_1$  und  $t_2$ .

Mit Hilfe des  $v$ - $t$ -Diagrammes erhält man das Gleichungssystem

$$s = \text{Fläche im } v\text{-}t\text{-Diagramm} = v_1 \cdot t_1$$

$$s = \text{Fläche im } v\text{-}t\text{-Diagramm} = v_2 \cdot t_2$$

$$t = t_1 - t_2$$

Auflösen des Gleichungssystems ergibt für  $s$

$$s = \frac{v_1 \cdot v_2}{v_2 - v_1} \cdot t = 40 \text{ km} \quad (\text{mit } v_1 = 160 \text{ km/h, } v_2 = 200 \text{ km/h, } t = 3 \text{ min})$$

b) ...