





Kinematik

© Walkowiak 2009

Einteilung der Mechanik

Mechanik

Kinematik

Lehre von den Bewegungen und ihren Gesetzen, ohne Beachtung der zu Grunde liegenden Ursachen

Dynamik

Lehre von den Kräften und deren Wirkungen und damit der Ursachen von Bewegungen

© Walkowiak 2009

Bewegung

Bewegung ist die Ortsveränderung eines Körpers gegenüber einem Bezugssystem.
 Bezugssysteme, in denen das Trägheitsgesetz gilt, heißen **Inertialsysteme**.

Einteilung nach der Bahnform (Bewegungsform):

- Geradlinige Bewegung (Translation)
- Kreisbewegung/Rotation
- Schwingung (Oszillation)

Einteilung nach der Änderung der Geschwindigkeit (Bewegungsart):

- gleichförmige Bewegung: $\Delta v = 0$
- beschleunigte Bewegung: $\Delta v > 0$
- verzögerte Bewegung: $\Delta v < 0$


S.56 f © Walkowiak 2009

Bezugssystem

Ermöglicht die Beschreibung von Bewegungen (in Worten und als Gleichung)


Bsp. 1: Abwurf eines Päckchens aus einem Flugzeug

vom Erdboden aus beobachtet vom Flugzeug aus beobachtet



Bsp. 2: Bewegung des Ventils beim Fahrrad

Bezugssystem Radfahrer Bezugssystem Straße (Zykloide)



© Walkowiak 2009

Modell Massepunkt

Modelle:

- Vereinfachtes gedankliches Abbild der Wirklichkeit
- dienen der besseren Veranschaulichung
- Wesentliches wird hervorgehoben
- Unwesentliches wird vernachlässigt

Massepunkt:

- dient u. a. der Beschreibung von Bewegungen
- man denkt sich die Masse des Körpers in einem Punkt vereint
- Form, Farbe ... sind unwichtig

© Walkowiak 2009



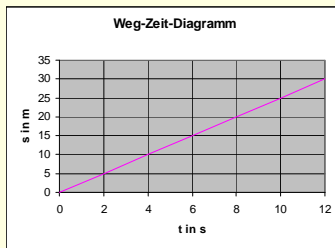
Geradlinig gleichförmige Bewegung



© Walkowiak 2009

Die Geschwindigkeit

t in s	s in m
0	0
2	5
4	10
6	15
8	20
10	25
12	30



Es gilt: $\Delta s \sim \Delta t \rightarrow \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{konstant} \rightarrow v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ mit $v = \text{konstant}$

DEX: Cassy



© Walkowiak 2009

Die Geschwindigkeit

phys. Bedeutung:

Die Geschwindigkeit eines Körpers gibt an, wie schnell sich dieser bewegt.

Formelzeichen: \vec{v}

Einheit: m/s

Gleichung:

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \vec{v} = \text{konst} \cdot t$$

Messgerät: Tachometer

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \xrightarrow{\cdot 3,6} \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow{\cdot 3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit



© Walkowiak 2009

Gesetze der geradlinig gleichförmigen Bewegung

Weg-Zeit-Gesetz:

$$s = v \cdot t + s_0$$

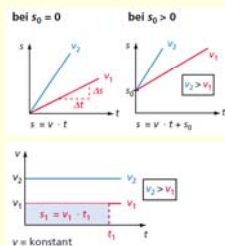
v ... Geschwindigkeit
 t ... Zeit
 s_0 ... Anfangsweg

Im Weg-Zeit-Diagramm ergibt sich eine Gerade.

Der Anstieg ist gleich der Geschwindigkeit.

Im Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm ergibt sich eine Gerade, die parallel zur t -Achse verläuft.

Die Fläche unter dem Graphen ist gleich dem zurückgelegten Weg.



Bilder: Physik Gymnasiale Oberstufe, Duden/Paetec, S. 61



© Walkowiak 2009

Aufgaben

- Für ein Testfahrzeug wurde folgende Messreihe aufgenommen:

t in s	10	15	30	50	55
s in m	32	48	98	155	180

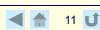
- Zeichnen Sie das s - t - und das v - t -Diagramm!
 - Um welche Bewegungsart handelt es sich? Begründen Sie!
 - Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit!
- Die amerikanische Raumsonde Voyager-2 funkte Bilder von einem der vier äußeren Jupitermonde zur Erde. Wie viele Minuten benötigten die Signale, wenn die Entfernung zum Zeitpunkt des Funkens 936 Mio. km betrug.



© Walkowiak 2009

Aufgaben

- Ein Fußgänger will mit einer konstanten Geschwindigkeit von 5 km/h eine 6 m breite Straße überqueren. Ein Kfz nähert sich gleichförmig mit 50 km/h. Wie weit muss das Fahrzeug entfernt sein, wenn der Fußgänger die Fahrbahn betritt, damit er die andere Straßenseite erreicht, bevor das Auto herangefahren ist?
- Ein Pkw fährt von A-Dorf nach B-Dorf mit einer konstanten Geschwindigkeit von 50 km/h. Ein zweiter Pkw fährt mit 80 km/h los, nachdem der erste bereits 20 km gefahren ist. Nach wie viel Minuten holt er ihn ein? Zeichne das zugehörige s - t -Diagramm und ermittle daraus die Lösung! Berechnen Sie!



© Walkowiak 2009

Aufgaben

- Ein Beobachter sitzt 2 m hinter einem 50 cm breiten Fenster. Vor dem Fenster verläuft in 500 m Entfernung quer zur Blickrichtung eine Landstraße. Welche Geschwindigkeit hat ein Radfahrer, der 15 s lang im Blickfeld des Fensters zu sehen ist, wenn dieser sich gleichförmig bewegt?



© Walkowiak 2009

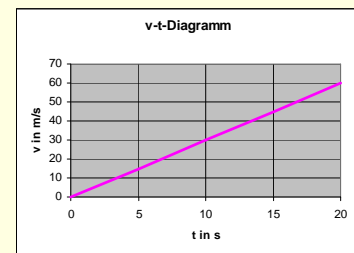
Aufgaben

6. An der Straße von A-Stadt nach der 20 km entfernten C-Stadt liegt 4 km von A entfernt B-Dorf. Ein Radfahrer (I) startet in B-Dorf und kommt nach 1,5 h in C-Stadt an. Zur gleichen Zeit wie Radfahrer I in B-Dorf fährt ein anderer Radfahrer (II) in C-Stadt los und erreicht zur selben Ankunftszeit wie (I) A-Stadt.
- Zeichnen Sie das Weg-Zeit-Diagramm!
 - Berechnen Sie die Geschwindigkeiten beider Radfahrer!
 - Zeichnen Sie das Geschw.-Zeit-Diagramm!
 - Wann begegnen sich die Radfahrer (zeichnerische und rechnerische Lösung)?



Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

t in s	v in m/s
0	0
5	15
10	30
15	45
20	60



Es gilt: $\Delta v \sim \Delta t \rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{konstant} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ mit $a = \text{konstant}$

DEX: Cassy



Die Beschleunigung

physikalische Bedeutung: Die Beschleunigung eines Körpers gibt an, wie schnell sich dessen Geschwindigkeit ändert.

Formelzeichen: \bar{a}

Einheit: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Gleichung: $\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$ $\bar{a} = \text{konstant}$



Beispiele

1. Ein Auto beschleunigt in 3 s von 30 km/h auf 80 km/h.

geg.: $v_A = 30 \text{ km/h} = 8,33 \text{ m/s}$ ges.: a
 $v_E = 80 \text{ km/h} = 22,22 \text{ m/s}$

Lsg.: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{22,22 \text{ m/s} - 8,33 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 4,63 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ v-t-Diagramm!

2. Ein Auto bremst in 3 s von 80 km/h auf 30 km/h ab.

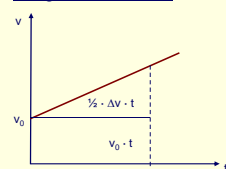
geg.: $v_E = 30 \text{ km/h} = 8,33 \text{ m/s}$ ges.: a
 $v_A = 80 \text{ km/h} = 22,22 \text{ m/s}$

Lsg.: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,33 \text{ m/s} - 22,22 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = -4,63 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ v-t-Diagramm!



Gesetze der gleichmäßig beschl. Bewegung

Weg-Zeit-Gesetz:



$$s = \frac{1}{2} \Delta v \cdot t + v_0 t$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} \Rightarrow \Delta v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t \cdot t + v_0 t$$

mit Anfangsweg s_0 : $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 t + s_0$

Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz: $v = a \cdot t + v_0$ $a = \text{konstant}$



Beispiel

Ein Motorrad erhöht in 2,5 s seine Geschwindigkeit gleichmäßig von 45 km/h auf 72 km/h. Berechnen Sie die Beschleunigung und den Weg!

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m/s} - 12,5 \text{ m/s}}{2,5 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{3 \text{ m/s}^2}{2} \cdot (2,5 \text{ s})^2 + 12,5 \text{ m/s} \cdot 2,5 \text{ s} = 40,6 \text{ m}$$

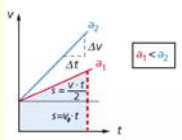


Diagramme

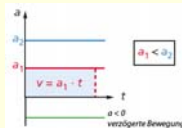
Im Weg-Zeit-Diagramm ergibt sich ein parabelförmiger Graph.
Der Anstieg des Graphen an einer bestimmten Stelle ist gleich der Augenblicksgeschwindigkeit.



Im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm ergibt sich eine Gerade.
Der Anstieg der Graphen ist gleich der Beschleunigung, die Fläche unter dem Graphen ist gleich dem Weg.



Im Beschleunigungs-Zeit-Diagramm ergibt sich eine Gerade, die parallel zur t-Achse verläuft.
Die Fläche unter dem Graphen ist gleich der Geschwindigkeit.



Bilder: Physik Gymnasiale Oberstufe, Duden/Paetec, S. 64

19 © Walkowiak 2009

Aufgaben

- Ein Pkw beschleunigt 10 s lang und erreicht dabei eine Geschwindigkeit von 80 km/h. Berechnen Sie die Beschleunigung! (2,22 m/s²)
- Wie lange benötigt ein Fahrzeug, um bei einer Beschleunigung von 5 m/s² auf eine Geschwindigkeit von 96 km/h zu kommen? Welchen Weg legt es dabei zurück? (5,3 s; 71,1 m)
- Ein Autofahrer fährt mit 72 km/h⁻¹ und sieht in 50 m Entfernung ein Kind auf der Straße spielen. Schafft er es, vor dem Kind zum Halten zu kommen, wenn die Bremsbeschleunigung 6 ms⁻² und seine Reaktionszeit 1 s beträgt? (53,3 m)

20 © Walkowiak 2009

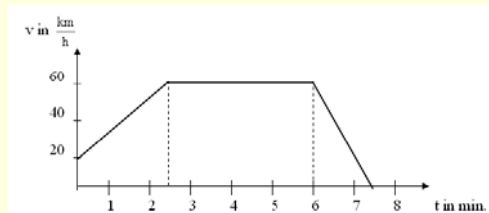
Aufgaben

- Ein Fahrzeug bremst mit $a = -5 \text{ ms}^{-2}$ von 72 kmh^{-1} auf 54 kmh^{-1} ab. Wie viel Zeit vergeht dabei? Wie lang ist der Bremsweg? ($t = 1 \text{ s}$, $s = 17,5 \text{ m}$)
- Ein Pkw bremst mit der Verzögerung $6,5 \text{ ms}^{-2}$ und legt bis zum Stillstand 45 m zurück. Wie groß sind Bremszeit und Anfangsgeschwindigkeit? ($t = 3,72 \text{ s}$, $v = 4,2 \text{ m/s}$)
- Ein Motorradfahrer fährt mit 100 km/h auf der Landstraße. In 80 m Entfernung sieht er ein Ortseingangsschild. Schafft er es auf 50 km/h abzubremesen, wenn die Bremsbeschleunigung 5 m/s^2 beträgt? ($57,9 \text{ m}$)

21 © Walkowiak 2009

Aufgaben

- Für ein Fahrzeug wird folgendes v-t-Diagramm aufgezeichnet. Berechnen Sie den Gesamtweg und zeichnen Sie das a-t-Diagramm!



($s_{\text{ges}} = 5916 \text{ m}$)

22 © Walkowiak 2009

Übungen

- Ein Pkw fährt mit konstanter Geschwindigkeit von 108 km/h geradlinig auf einem ebenen Autobahnabschnitt. Plötzlich nimmt er in 100 m Entfernung einen wegen eines Defektes liegen gebliebenen Lkw wahr. Nach einer Reaktionszeit von $0,8 \text{ s}$ beginnt der Fahrer mit einer konstanten Bremsbeschleunigung von $6,2 \text{ m/s}^2$ zu bremsen.
 - Wie weit ist der Pkw zu Beginn des Bremsvorganges noch von dem stehenden Lkw entfernt?
 - Entscheiden Sie durch Rechnung, ob der Pkw noch vor dem Lkw zum Stehen kommt!
 - Die Reaktionszeit des Pkw-Fahrers hat sich durch Alkoholwirkung verdoppelt. Wie lang ist jetzt der Reaktionsweg? Entscheiden Sie, ohne zu rechnen!

23 © Walkowiak 2009

Aufgaben

- Ein Pkw-Fahrer (80 km/h) sieht plötzlich im Nebel 40 m vor sich einen mit 30 km/h fahrenden Traktor. Schafft er es rechtzeitig abzubremesen, wenn die Bremsbeschleunigung 6 m/s^2 und seine Reaktionszeit $0,5 \text{ s}$ beträgt?
- Ein Pkw fährt mit konstanter Geschwindigkeit (36 kmh^{-1}) an einem Motorradfahrer vorüber, der sich soeben mit gleichmäßiger Beschleunigung in Bewegung setzt und den Wagen nach 30 s überholt.
Welche Beschleunigung hat das Motorrad und mit welcher Geschwindigkeit überholt es den Pkw? ($a = 0,67 \text{ m/s}^2$, $v = 72 \text{ km/h}$)

24 © Walkowiak 2009

Aufgaben

11. Ein Pkw mit $v_2 = 60 \text{ kmh}^{-1}$ wird von einem zweiten mit $v_1 = 70 \text{ kmh}^{-1}$ überholt. Wie lange dauert der Überholvorgang und welche Fahrstrecke muss der Überholer dabei zurücklegen, wenn der gegenseitige Abstand vor und nach dem Überholen 20 m beträgt und beide Wagen 4 m lang sind? ($t = 17,27 \text{ s}$, $s = 335,8 \text{ m}$)

12. Ein Kradfahrer erblickt in 50 m Entfernung eine Ortstafel, von der ab nur mit 50 kmh^{-1} gefahren werden darf. Wie lange dauert der Bremsvorgang und wie groß ist die Bremsverzögerung, wenn seine Anfangsgeschwindigkeit 80 kmh^{-1} beträgt? ($t = 2,78 \text{ s}$, $a = -3 \text{ m/s}^2$)



25

© Walkowiak 2009

Aufgaben

13. Ein Kradfahrer erreicht im Verlauf von 3 s eine Geschwindigkeit von 65 kmh^{-1} und legt während dieser Zeit 40 m zurück. Wie groß ist seine Anfangsgeschwindigkeit?

(31 km/h)



26

Anwendungen: Physik im Straßenverkehr

© Walkowiak 2009

Ungleichmäßig beschleunigte Bewegung

Beispiele:

- Raketenstart: siehe S. 113
- Fallbewegung in Luft (auch Fallschirm): siehe S. 66

Begründen Sie, warum es sich bei diesen Beispielen um ungleichmäßig beschleunigte Bewegungen handelt.



27

© Walkowiak 2009