Kinematik: Bewegungen beschreiben

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

Rechne mit g = 10 m/s². Mit Anfangsgeschwindigkeit v0 gilt: v = v0 + a · t und s = v0 · t + ½ · a · t².

1 Berechne die Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit.

v = v0 + a · t; s = v0 · t + ½ · a · t². Ist die Zeit nicht gegeben: v² = v0² + 2 · a · s. Beim Bremsen bis zum Stillstand (v = 0): s = $\frac{v0^2}{2 \cdot a}$.

a) Ein Auto fährt mit 10 m/s auf die Autobahn und beschleunigt 8 s lang mit 2 m/s². Wie schnell ist es danach, und welchen Weg legt es dabei zurück?

v = v0 + a · t

v = 10 m/s + 2 m/s² · 8 s = 26 m/s

s = v0 · t + ½ · a · t²

s = 10 m/s · 8 s + ½ · 2 m/s² · (8 s)² = 80 m + 64 m = 144 m

Das Auto ist danach 26 m/s schnell und hat dabei 144 m zurückgelegt.

b) Ein Radfahrer fährt mit 8 m/s oben in einen Hang hinein und rollt mit 0,5 m/s² immer schneller. Unten ist er 12 m/s schnell. Wie lang ist der Hang?

Die Zeit ist nicht gegeben: v² = v0² + 2 · a · s

umgestellt: s = $\frac{v^2 - v0^2}{2 \cdot a}$

s = $\frac{(12\ m/s)^2 - (8\ m/s)^2}{2 \cdot 0{,}5\ m/s^2}$

s = $\frac{(144 - 64)\ m^2/s^2}{1\ m/s^2}$ = 80 m

Der Hang ist 80 m lang.

c) Ein Zug bremst von 30 m/s gleichmäßig mit 0,5 m/s² bis zum Stillstand. Wie lange dauert das, und wie lang ist der Bremsweg?

Bremszeit: t = $\frac{\Delta v}{a}$ = $\frac{30\ m/s}{0{,}5\ m/s^2}$ = 60 s

Bremsweg: s = $\frac{v0^2}{2 \cdot a}$

s = $\frac{(30\ m/s)^2}{2 \cdot 0{,}5\ m/s^2}$ = $\frac{900\ m^2/s^2}{1\ m/s^2}$ = 900 m

Probe: Im Mittel fährt der Zug $\frac{30\ m/s + 0}{2}$ = 15 m/s, und 15 m/s · 60 s = 900 m.

Der Zug braucht 60 s, der Bremsweg ist 900 m lang.

Kinematik: Bewegungen beschreiben (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

kostenlos, mit Lösungen

Name: _____ Datum: _____

2 Werte die Messreihe aus.

Aus dem Stand gleichmäßig beschleunigt heißt: $s = ½ \cdot a \cdot t^2$, also ist s proportional zu t^2. Prüfe das mit dem Quotienten $\frac{s}{t^2}$. Dann gilt $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$.

a) Ein Wagen rollt aus dem Stand eine geneigte Fahrbahn hinab. Gemessen wurde:
t in s: 0 | 1 | 2 | 3 | 4
s in cm: 0 | 15 | 60 | 135 | 240
Zeige, dass die Bewegung gleichmäßig beschleunigt ist.

$\frac{s}{t^2}$ für jede Messung: $\frac{15}{1} = 15$, $\frac{60}{4} = 15$, $\frac{135}{9} = 15$, $\frac{240}{16} = 15$ (in cm/s²)

Der Quotient ist immer gleich, also ist s proportional zu t^2.

Genau das gilt bei $s = ½ \cdot a \cdot t^2$: Die Bewegung ist gleichmäßig beschleunigt.

b) Bestimme die Beschleunigung und die Geschwindigkeit nach 4 s.

$s = ½ \cdot a \cdot t^2$, umgestellt $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$

$a = 2 \cdot 15$ cm/s² = 30 cm/s² = 0,3 m/s²

$v = a \cdot t = 0{,}3$ m/s² · 4 s = 1,2 m/s

Der Wagen beschleunigt mit 0,3 m/s² und ist nach 4 s 1,2 m/s schnell.

3 Werte das v-t-Diagramm einer Fahrt aus.

Steigung = Beschleunigung: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Fläche unter dem Graphen = Weg. Zerlege die Fläche in Dreiecke (½ · Grundseite · Höhe) und Rechtecke.

a) Eine U-Bahn fährt von einem Bahnhof zum nächsten. Zwischen den Messpunkten ändert sich v gleichmäßig:
t in s: 0 | 20 | 60 | 80
v in m/s: 0 | 16 | 16 | 0
Beschreibe die drei Abschnitte und berechne jeweils die Beschleunigung.

0 bis 20 s: Die Bahn fährt an. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{16 \text{ m/s}}{20 \text{ s}} = 0{,}8$ m/s²

20 bis 60 s: Die Bahn fährt gleichförmig mit 16 m/s, v ändert sich nicht. a = 0

60 bis 80 s: Die Bahn bremst. $a = \frac{0 - 16 \text{ m/s}}{20 \text{ s}} = -0{,}8$ m/s²

Kinematik: Bewegungen beschreiben (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

kostenlos, mit Lösungen

Name: _____ Datum: _____

b) Wie weit liegen die beiden Bahnhöfe auseinander? Wie groß ist die Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h?

Anfahren (Dreieck): s1 = ½ · 20 s · 16 m/s = 160 m

Fahrt (Rechteck): s2 = 40 s · 16 m/s = 640 m

Bremsen (Dreieck): s3 = ½ · 20 s · 16 m/s = 160 m

s = 160 m + 640 m + 160 m = 960 m

$v = \frac{s}{t} = \frac{960\ m}{80\ s} = 12\ m/s$

In km/h: 12 m/s · 3,6 = 43,2 km/h

Die Bahnhöfe liegen 960 m auseinander, die Bahn fährt im Mittel 43,2 km/h.

4 Berechne den freien Fall und den senkrechten Wurf.

Freier Fall: $s = ½ \cdot g \cdot t^2$ und $v = g \cdot t$. Wurf nach oben: $v = v0 - g \cdot t$ und $h = v0 \cdot t - ½ \cdot g \cdot t^2$, am höchsten Punkt ist $v = 0$.

a) Ein Stein fällt in einen Brunnen. Nach 2 s hörst du den Aufschlag. Wie tief ist der Brunnen ungefähr? Warum ist der echte Wert etwas kleiner?

$s = ½ \cdot g \cdot t^2$

$s = ½ \cdot 10\ m/s^2 \cdot (2\ s)^2 = 20\ m$

Der Brunnen ist ungefähr 20 m tief.

In den 2 s steckt auch die Zeit, die der Schall (340 m/s) nach oben braucht: $\frac{20\ m}{340\ m/s} \approx 0{,}06$ s. Der Stein fällt also nur etwa 1,94 s, und der Brunnen ist etwas weniger tief (etwa 19 m).

b) Ein Ball wird mit 15 m/s senkrecht nach oben geworfen. Wann ist er am höchsten Punkt, wie hoch ist das, und wann ist er wieder unten?

Am höchsten Punkt ist $v = 0$: $0 = v0 - g \cdot t$

umgestellt: $t = \frac{v0}{g} = \frac{15\ m/s}{10\ m/s^2} = 1{,}5\ s$

$h = v0 \cdot t - ½ \cdot g \cdot t^2$

$h = 15\ m/s \cdot 1{,}5\ s - ½ \cdot 10\ m/s^2 \cdot (1{,}5\ s)^2 = 22{,}5\ m - 11{,}25\ m = 11{,}25\ m$

Das Fallen dauert genauso lange wie das Steigen: Nach 2 · 1,5 s = 3 s ist der Ball wieder unten, wieder mit 15 m/s.

5 Löse die Aufgabe mit zwei Bewegungen.

Stelle für beide Körper s(t) auf. Treffpunkt: Beide sind zur gleichen Zeit am gleichen Ort, also s1(t) = s2(t).

a) Ein Auto steht an der Ampel. Bei Grün fährt es mit 2 m/s² los. Im selben Moment fährt ein Radfahrer mit konstant 6 m/s vorbei. Wann und wo holt das Auto den Radfahrer ein?

Auto aus dem Stand: $s1 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2\ m/s^2 \cdot t^2 = 1\ m/s^2 \cdot t^2$

Rad gleichförmig: $s2 = v \cdot t = 6\ m/s \cdot t$

Treffpunkt: $s1 = s2$, also $1\ m/s^2 \cdot t^2 = 6\ m/s \cdot t$

Durch t teilen (t = 0 ist der Start): $t = 6\ s$

Ort: $s = 6\ m/s \cdot 6\ s = 36\ m$

Das Auto holt den Radfahrer nach 6 s ein, 36 m hinter der Ampel.

b) Wie schnell ist das Auto in diesem Moment? Vergleiche mit dem Radfahrer und begründe das Ergebnis.

$v = a \cdot t = 2\ m/s^2 \cdot 6\ s = 12\ m/s$

Das Auto ist dann doppelt so schnell wie das Rad.

Begründung: Beide schaffen 36 m in 6 s, haben also dieselbe mittlere Geschwindigkeit von 6 m/s.

Beim gleichmäßigen Beschleunigen aus dem Stand ist die mittlere Geschwindigkeit die Hälfte der Endgeschwindigkeit. Das Auto muss also am Ende 2 · 6 m/s = 12 m/s haben.