

Name: _____

Aufgabe 1: Bewegungsgeschichten

Skizziere jeweils qualitativ ein Weg-Zeit-Diagramm, Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm und ein Beschleunigungs-Zeit-Diagramm zu den folgenden Situationen. Kennzeichne und beschrifte ggf. wichtige Punkte im Diagramm. (Die Reibung wird vernachlässigt.)

Hinweis: Beschrifte die Achsen des Koordinatensystems nur mit den physikalischen Größen (keine Zahlen!).

a) Eine Raumsonde fliegt schwerelos mit abgeschalteten Triebwerken in Richtung Mars.

Die Diagramme wurden im Unterricht besprochen und folgen hier evtl. später.

b) Ein Auto fährt mit 100 km/h auf der Landstraße. An einer Ortseinfahrt bremst es gleichmäßig auf 50 km/h ab. Nachdem es mit dieser Geschwindigkeit durch den Ort gefahren ist, steigert es die Geschwindigkeit an der Ortsausfahrt gleichmäßig wieder auf 100 km/h.

Die Diagramme wurden im Unterricht besprochen und folgen hier evtl. später.

c) Ein Fallschirmspringer springt von einem Heißluftballon ab, der bewegungslos schwebt. Der Schirm öffnet sich nicht.

Die Diagramme wurden im Unterricht besprochen und folgen hier evtl. später.

Aufgabe 2: Ein ungleiches Wettrennen

Knut, ein passionierter Radfahrer, wettet mit seinem Arbeitskollegen Marcus, der lieber Auto fährt: "Ich wette, ich kann dich in einem Wettrennen über 100m besiegen, wenn ich mit meinem Fahrrad antrete und du darfst in deinem Wagen fahren".

"Das ist ja Quatsch", sagt Marcus, "das schaffst du nie. Mein Golf ist zwar alt und nicht sehr schnell, aber er fährt von 0 auf 100 km/h in nur 13,89 Sekunden. Von mir aus darfst du sogar Anlauf nehmen".

So geschieht es auch. Knut steigt auf sein Fahrrad und überquert die Startlinie bereits mit seiner Höchstgeschwindigkeit von 34,2 km/h. Da er sehr durchtrainiert ist, kann er diese über die gesamte Strecke beibehalten.

Marcus steht an der Startlinie und gibt Gas, sobald Knut die Startlinie überquert. (Wir nehmen an, dass Marcus' Golf gleichmäßig beschleunigt.)

Die Aufgaben sind rechnerisch zu lösen!

a) Zeige, dass die Beschleunigung des Golf 2 m/s² beträgt! (gerundet)

$$v = a \cdot t \Rightarrow 100 \frac{km}{h} = a \cdot 13,89 s \Leftrightarrow a = 27,78 \frac{m}{s} \cdot 13,89 s = 2 \frac{m}{s^2}$$

b) Berechne die nicht ausgegrauten Werte der folgenden Wertetabelle, und trage diese in die Tabelle ein. (* Marcus, ° Knut)

t in s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
s in m *				9		25							144
s in m °				28,5			57				95		

c) Wann überqueren beide Fahrer die Ziellinie?

$$\text{Knut: } t = \frac{s}{v} \Rightarrow t = \frac{100 \text{ m}}{9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 10,53 \text{ s}$$

$$\text{Marcus: } s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = 2 \frac{s}{a} \Rightarrow t = \sqrt{2 \frac{s}{a}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ m}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{100 \text{ s}^2} = 10 \text{ s}$$

Marcus überquert die Ziellinie nach 10 s, Knut überquert die Ziellinie 0,52 s später.

d) Wie schnell sind die beiden, als sie die Ziellinie überqueren? (in km/h und m/s)

Knut: Da die Geschwindigkeit konstant ist, beträgt sie auch im Ziel 34,2 km/h bzw. 9,5 m/s

$$\text{Marcus: } v = a \cdot t = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Marcus Geschwindigkeit beträgt im Ziel 20 m/s bzw. 72 km/h.

e) Wann und bei wieviel Metern wird Knut überholt?

Formeln gleich setzen:

$$s(t_{\ddot{u}}) = v_1 \cdot t_{\ddot{u}}$$

$$s(t_{\ddot{u}}) = \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot t_{\ddot{u}}^2$$

$$\Rightarrow v_1 \cdot t_{\ddot{u}} = \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot t_{\ddot{u}}^2$$

$$9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t_{\ddot{u}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t_{\ddot{u}}^2$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t_{\ddot{u}}^2 - 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t_{\ddot{u}} = 0 \Rightarrow t_{\ddot{u}1/2} = 4,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} \pm \sqrt{\left(4,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}$$

Die erste Lösung $t = 0$ ist trivial und wird hier gesucht. Also $t_{\ddot{u}} = 9,5 \text{ s}$

Einsetzen in eine der beiden Gleichungen für $s_{\ddot{u}}$

$$s_{\ddot{u}} = s(t_{\ddot{u}}) = 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t = 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 9,5 \text{ s} = 90,25 \text{ m}$$

Knut wird nach 9,5 Sekunden bei Meter 90,25 von Marcus überholt.

Aufgabe 3: Ein Bewegungsexperiment

Ein talentierter Physik-Leistungskurs untersucht eine beschleunigte Bewegung (privater Raketenwagen des Lehrers). Die Schüler und Schülerinnen messen jeweils den nach einer bestimmten Zeit zurückgelegten Weg. Die folgende Messreihe ist das Ergebnis ihrer Bemühungen.

Zeit t in s	0	2	4	6	8
Weg s in m	0	9,6	76,8	259,2	614,4

a) Weise nach, dass es sich nicht um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt.

Wenn es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handeln würde, müsste es eine Proportionalität $s \sim t^2$ geben.

Diese gibt es nicht. (Siehe Tabelle bei b))

b) Prüfe nach, ob es eine Proportionalität zwischen s und t gibt. Wenn ja, benenne sie.

Mögliche Proportionalitätsfaktoren

Zeit t in s	s/t ($s \sim t$)	s/t ² ($s \sim t^2$)	s/t ³ ($s \sim t^3$)
0			
2	4,8	2,4	1,2
4	19,2	4,8	1,2
6	43,2	7,2	1,2
8	76,8	9,6	1,2

Der Weg ist kubisch proportional zur Zeit: $s \sim t^3$

c) Berechne die Intervallgeschwindigkeiten zwischen zwei Messungen. Fülle dazu die folgende Tabelle aus:

Zeit t in s	1	3	5	7
Geschwindigkeit \bar{v} in m/s	4,8	33,6	91,2	177,6

d) Prüfe nach, ob es eine Proportionalität zwischen v und t gibt. Wenn ja, benenne sie.

Mögliche Proportionalitätsfaktoren

Zeit t in s	v/t ($v \sim t$)	v/t ² ($v \sim t^2$)	v/t ³ ($v \sim t^3$)
1	4,8	4,8	4,8
3	11,2	3,73	1,24
5	18,24	3,65	0,73
7	25,37	3,62	0,52

Die Geschwindigkeit ist quadratisch proportional zur Zeit: $v \sim t^2$

e) Begründe, warum sich die Proportionalität bei Aufgabe d) nicht so gut nachweisen lässt.

Die Proportionalität besteht zwischen der Momentangeschwindigkeit und der Zeit. Hier liegen aber nur Durchschnittsgeschwindigkeiten vor, die nur eine Näherung an die Momentangeschwindigkeiten sind.

f) Berechne die Durchschnittbeschleunigungen zwischen zwei Geschwindigkeiten. Fülle dazu die folgende Tabelle aus:

Zeit t in s	2	4	6
Beschleunigung \bar{a} in m/s ²	14,4	28,8	43,2

g) Prüfe nach, ob es eine Proportionalität zwischen a und t gibt. Wenn ja, benenne sie.

Mögliche Proportionalitätsfaktoren

Zeit t in s	a/t (a~t)	a/t ² (a~t ²)	a/t ³ (a~t ³)
2	7,2	3,6	1,8
4	7,2	1,8	0,45
6	7,2	1,2	0,2

Die Beschleunigung ist direkt proportional zur Zeit: a~t

h) Stelle das Beschleunigungs-Zeit-Gesetz für diese Bewegung auf.

$$a(t) = 7,2 \frac{m}{s^3} \cdot t$$

i) Stelle das Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz für diese Bewegung auf.

$$v(t) = 3,62 \frac{m}{s^3} \cdot t^2$$

j) Stelle das Weg-Zeit-Gesetz für diese Bewegung auf.

$$s(t) = 1,2 \frac{m}{s^3} \cdot t^3$$

Aufgabe 4: Kinetik mathematisch

In der Mathematik gibt es Ableitungsregeln, welche das Finden von Ableitungsfunktionen erleichtern. Hier sind drei dieser Regeln:

1. Konstantenregel: $(a)' = 0$, a konstant
2. Faktorregel: $(a \cdot f(x))' = a \cdot f(x)'$, a konstant
3. Summenregel: $(f(x) + h(x))' = f'(x) + h'(x)$
4. Potenzregel: $(x^n)' = n \cdot x^{n-1}$

Leite mit Hilfe dieser Regeln das Beschleunigungs-Zeit-Gesetz für eine Bewegung mit folgender Gesetzmäßigkeit her: $s(t) = 3 \text{ m/s}^4 \cdot t^4 + s_0$

Allgemein gilt: $\mathbf{a} = \dot{\mathbf{v}} = \ddot{\mathbf{s}}$ (bzw. $\mathbf{a}(t) = \mathbf{v}'(t) = \mathbf{s}''(t)$)

Somit muss $s(t)$ zweimal nach t abgeleitet werden:

1. Ableitung:

Summenregel anwenden (Regel 3):

1. Summand: Faktorregel (2) und Potenzregel (4) anwenden.
2. Summand: Konstantenregel anwenden.

$$v(t) = s'(t) = (3 \frac{m}{s^4} \cdot t^4 + s_0)' = 4 \cdot 3 \frac{m}{s^4} t^3 + 0 = 12 \frac{m}{s^4} \cdot t^3$$

2. Ableitung:

Faktorregel (2) und Potenzregel (4) anwenden.

$$a(t) = v'(t) = (12 \frac{m}{s^4} \cdot t^3)' = 3 \cdot 12 \frac{m}{s^4} \cdot t^2$$

$$a = 36 \frac{m}{s^4} t^2$$