

Musterprüfung

PH 511

- Themen:
- Gleichförmige Bewegung
 - Gleichförmige Beschleunigung*
 - Winkelgeschwindigkeit
 - Zentripetalbeschleunigung

1.) Ein Fahrzeug hat auf einer Strecke von 60 m von 45 km/h auf 72 km/h beschleunigt.

- a) Wie stark hat es beschleunigt? ($a = ?$)
- b) Wie lange hat es beschleunigt? ($\Delta t = ?$)

2.) Ein Fahrzeug beschleunigt während 12 s gleichförmig. Die Anfangsgeschwindigkeit war 50 km/h und die beim Beschleunigen zurückgelegte Strecke war 210 m.

- a) Wie gross war die mittlere Geschwindigkeit?
- b) Welche Endgeschwindigkeit wurde erreicht?
- c) Wie stark hat das Fahrzeug beschleunigt?

3.) Nach einer Haltestelle beschleunigt ein Zug während 12 s gleichförmig mit 2.0 m/s^2 . Er fährt danach während 50 s mit der beim Beschleunigen erreichten Höchstgeschwindigkeit. Danach bremst er mit einer Verzögerung von -3.0 m/s^2 bis zum Stillstand.

Welche Wegstrecke hat der Zug zurückgelegt?

* Es soll stets gelten $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- 4.) Ein Fahrzeug beschleunigt auf einer 200m langen Strecke während 8.0s mit $a=1.25 \text{ m/s}^2$. Berechne Anfangs- und Endgeschwindigkeit.
- 5.) Max wirft einen Kieselstein in horizontaler Richtung in eine tiefe Schlucht. Er zählt „21, 22, ...“ und stellt fest, dass der Stein nach rund 3.5s in den Fluss klatscht, der sich durch die Schlucht schlängelt. Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden. Wie tief ist die Schlucht?
- 6.) Als Max zu Hause aus dem Fenster schaut, wird er Zeuge wie aus einem oberen Stockwerk ein Blumentopf zu Boden fällt. Der Blumentopf verschwindet am unteren Rand des Fensters genau 0.20s nachdem er am oberen Rand des 1.20m hohen Fensters aufgetaucht war. Aus welcher Höhe über dem oberen Rand des Fensters fiel der Blumentopf herunter?
- 7.) Zwei Steine werden von einer Brücke fallen gelassen. Als der zweite Stein fallen gelassen wird hat der erste Stein schon eine Fallhöhe von 5m zurückgelegt.
- In welchem Zeitabstand wurden die Steine fallen gelassen?
 - Wie lange nachdem der erste Stein fallen gelassen wurde misst der Abstand 15m?

- 8.) Auf dem Armaturenbrett eines Fahrzeugs wird für die Drehzahl der Kurbelwelle ein Wert von 2400 U/min angezeigt. Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit?
- 9.) In einer Ultrazentrifuge dreht sich die Probe auf einer Kreisbahn mit Radius $r = 23 \text{ cm}$. Bei welcher Drehzahl (in U/min) ist die Zentripetalbeschleunigung 500'000 Mal grösser als die Fallbeschleunigung?
- 10.) Erdrotation: Die Umlaufzeit sei 24h. Der Erdradius sei 6371 km.
- Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit?
 - Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit v am Äquator?
 - Wie gross ist die Zentripetalbeschleunigung am Äquator?
- 11.) Für die Zentripetalbeschleunigung gibt es zwei Formeln wie folgt:

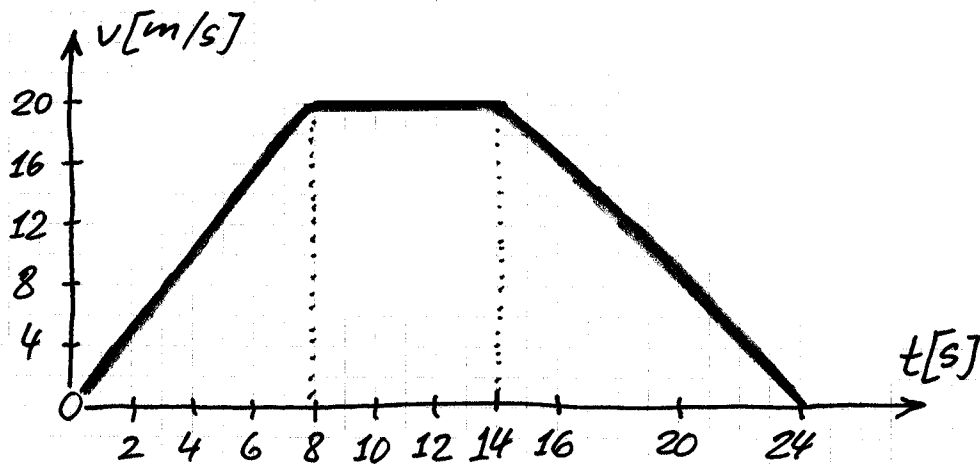
$$a_{zp} = \frac{v^2}{r}$$

$$a_{zp} = \omega^2 r$$

Schreibe a_{zp} als Funktion von Bahnradius r und Umlaufgeschwindigkeit.

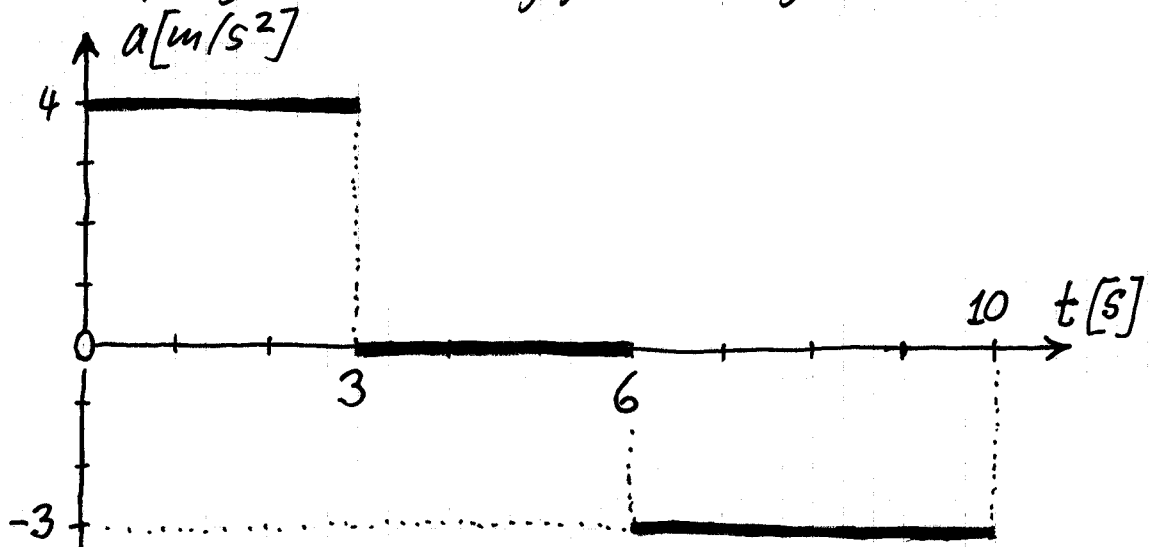
- 12.) Mit welcher Winkelgeschwindigkeit drehen sich die Räder eines Fahrzeugs mit einem Durchmesser von 25 Zoll (1 Zoll = 25.4 mm) bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h?

- 13.) Welche Strecke legt das Fahrzeug in der Zeit $0 \leq t \leq 24$ s zurück?



Berechne auch die Beschleunigung in den Zeitintervallen $0 \leq t \leq 8$ s, $8 \text{ s} < t < 14$ s und $14 \text{ s} \leq t \leq 24$ s.

- 14.) Untenstehendes Diagramm ist für eine Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0$.



- a) Stelle diese Bewegung als v - t -Diagramm dar.
 b) Stelle diese Bewegung in einem s - t Diagramm schematisch dar.

Musterlösungen:

$$1. a) a = \frac{v_E^2 - v_0^2}{2s} = \frac{(72/3.6)^2 - (45/3.6)^2}{2 \cdot 60} \frac{m}{s^2}$$

$$\underline{\underline{a = 2.0 m/s^2}}$$

$$b) \Delta t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{s}{\frac{v_0 + v_E}{2}} = \frac{2s}{v_0 + v_E} = \frac{2 \cdot 60s}{\frac{72 + 45}{3.6}}$$

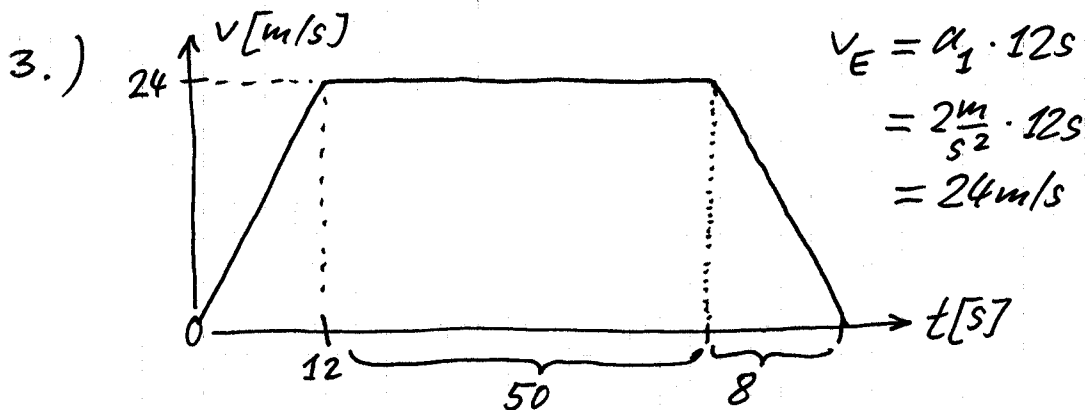
$$\underline{\underline{\Delta t = 3.7s}}$$

$$2. a) \bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{210m}{12s} = \underline{\underline{17.5 m/s}} = \underline{\underline{63 km/h}}$$

$$b) \bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_E) \rightarrow v_E = 2\bar{v} - v_0 = (2 \cdot 63 - 50) \text{ km/h} = \underline{\underline{76 km/h}} = 21 m/s$$

$$c) a = (v_E - v_0) / \Delta t = [((76 - 50) / 3.6) / 12] m/s^2$$

$$\underline{\underline{a = 0.60 m/s^2}}$$



$$\Delta t_2 = v_E / |a_2| = (24 m/s) / |(-3 m/s^2)| = 8s$$

$$s = \left[\frac{0+24}{2} \cdot 12 + 24 \cdot 50 + \frac{24+0}{2} \cdot 8 \right] m = \underline{\underline{1440 m}}$$

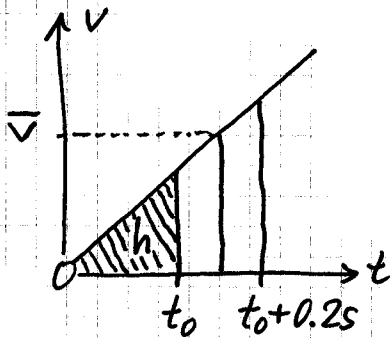
$$4.) \bar{v} = s / \Delta t = 200m / (8s) = 25 m/s$$

$$v_0 = \bar{v} - \frac{1}{2} a \cdot \Delta t = [25 - \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 8] m/s = 20 m/s$$

$$v_E = \bar{v} + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t = [25 + \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 8] m/s = \underline{\underline{30 m/s}}$$

$$5.) \quad h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3.5^2 \text{ m} = \underline{\underline{61 \text{ m}}}$$

6.)



$$\bar{v} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{1.2 \text{ m}}{0.2 \text{ s}} = 6 \text{ m/s}$$

$$v_0 = \bar{v} - \frac{1}{2} g \cdot \Delta t = \left[6 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0.2 \right]$$

$$\text{m/s} = 5 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{v_0^2 - 0}{2g} = \frac{5^2 - 0}{2 \cdot 10} \text{ m} = \underline{\underline{125 \text{ cm}}}$$

$$7.a) \quad 5 \text{ m} = \frac{1}{2} g t_0^2 \rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} = 1 \text{ s}$$

$$\rightarrow \underline{\underline{\Delta t = 1.0 \text{ s}}}$$

$$b) \quad \Delta s = s(t + \Delta t) - s(t) = 15 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} g (t + \Delta t)^2 - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} g (2t \Delta t + (\Delta t)^2)$$

$$\rightarrow t = \frac{\Delta s}{g \cdot \Delta t} - \frac{\Delta t}{2} = \left(\frac{15}{10 \cdot 1} - \frac{1}{2} \right) \text{ s} = 1 \text{ s}$$

$$\rightarrow t + \Delta t = \underline{\underline{2.0 \text{ s}}}$$

$$8.) \quad \omega = 2400 \cdot 2\pi / (60 \text{ s}) = \underline{\underline{2.5 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}}}$$

$$9.) \quad a_{zp} = \omega^2 r = 500'000 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$$

$$\rightarrow \omega = \sqrt{(5 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2) / r} = \sqrt{(5 \cdot 10^6 / 0.23) \text{ s}^{-1}}$$

$$\rightarrow \omega = 4663 \text{ s}^{-1} = n \cdot 2\pi \text{ s}^{-1} \rightarrow n = 4663 /$$

$$(2\pi) = 742 \text{ U/s} = 44'524 \text{ U} / (60 \text{ s}) =$$

$$\underline{\underline{45 \cdot 10^3 \text{ U/min}}}$$

$$10.a) \quad \omega = 2\pi / T = 2\pi / (24 \cdot 3600 \text{ s}) = 0.000073 \text{ s}^{-1}$$

$$\underline{\underline{\omega = 7.3 \text{ s}^{-1}}}$$

$$b) \quad v = \omega \cdot r = 0.000727 \cdot 6371 \text{ km/s}$$

$$v = \underline{\underline{0.46 \text{ km/s}}}$$

$$c) \quad a_{zp} = \omega^2 \cdot r = 0.000727^2 \cdot 6371000 \text{ m/s}^2$$

$$a_{zp} = \underline{\underline{3.4 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2}}$$

$$11.) \quad v = 2\pi r / T \rightarrow v^2 = 4\pi^2 r^2 / T^2 \quad \leftarrow 4\pi^2 r^2 / T^2$$

$$a_{zp} = \frac{v^2}{r} = \underline{\underline{\frac{4\pi^2 r}{T^2}}}$$

$$12.) \quad v = \omega \cdot r = 120 \text{ km/h} = 33.33 \text{ m/s}$$

$$\omega = v / r = [33.33 / (25 \cdot 0.0254 / 2)] \text{ s}^{-1}$$

$$\omega = \underline{\underline{105 \text{ s}^{-1}}}$$

$$13.) \quad s = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 8 \text{ s} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6 \text{ s} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = \underline{\underline{300 \text{ m}}}$$

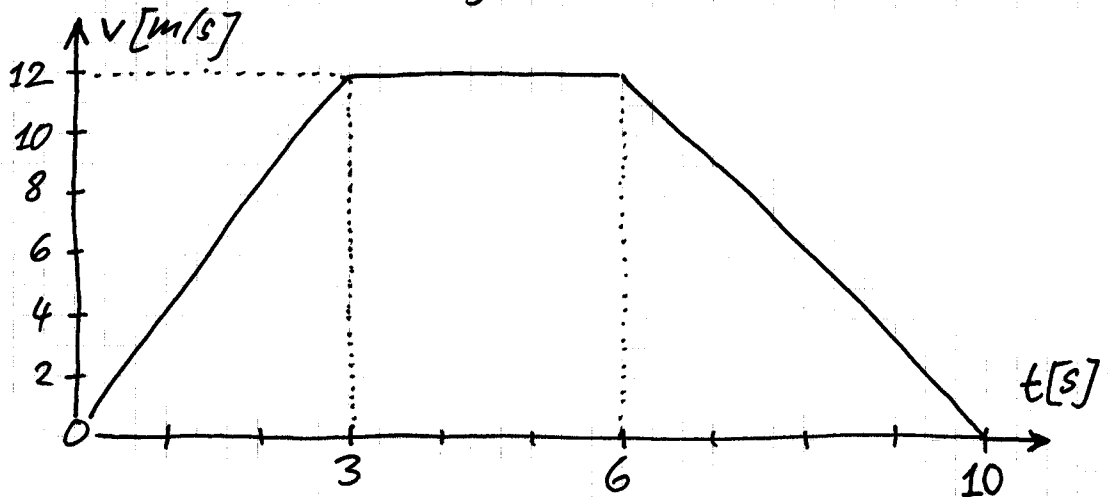
$$0 \leq t \leq 8 \text{ s} \rightarrow a_1 = \frac{20 \text{ m/s} - 0}{8 \text{ s}} = \underline{\underline{2.5 \text{ m/s}^2}}$$

$$8 \text{ s} < t < 14 \text{ s} \rightarrow \underline{\underline{a_2 = 0}}$$

$$14 \text{ s} \leq t \leq 24 \text{ s} \rightarrow a_3 = \frac{0 - 20 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = \underline{\underline{-2.0 \text{ m/s}^2}}$$

$$14.) \quad v(3s) = 0 + 4 \frac{m}{s^2} \cdot 3s = 12m/s = v(6s)$$

$$v(10s) = v(6s) - 3 \frac{m}{s^2} \cdot 4s = 12m/s - 12m/s = 0$$



$$s(0) = 0$$

$$s(3s) = \frac{0 + 12m/s}{2} \cdot 3s = 18m$$

$$s(6s) = s(3s) + 12 \frac{m}{s} \cdot 3s = 18m + 36m = 54m$$

$$s(10s) = s(6s) + \frac{0 + 12m/s}{2} \cdot 4s = 54m + 24m = 78m$$

