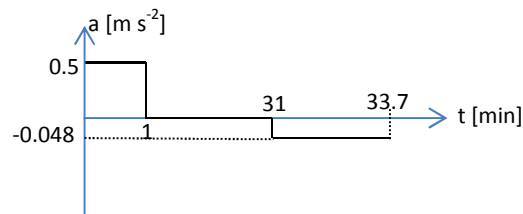


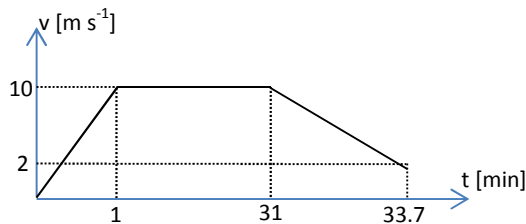
Lösungen WS2013:

1. Kinematik (22 Punkte)

- a.  $a_1 = v/t = 0.5 \text{ m s}^{-2}$   
 $s = 1/2 a t^2 = 100 \text{ m}$
- b.  $s = vt = 18 \text{ km}$
- c.  $s(t) = v_0 t - a t^2/2$  mit:  $t = (v_0 - v)/a$  ist:  
 $a_2 = v_0(v_0 - v)/s - (v_0 - v)^2/(2s) = (v_0^2 - v^2)/2s = 0.048 \text{ m s}^{-2}$
- d. a-t Diagramm



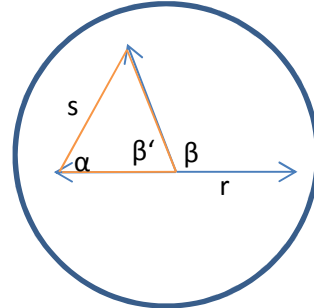
v-t Diagramm



- e. Bei Start von Fahrrad 2 hat das Fahrrad 1 einen Vorsprung von  $100 \text{ m}$ . Das Fahrrad 2 beschleunigt in  $t = v/a_3 = 10 \text{ s}$ . Nach  $1 \text{ min } 10 \text{ s} = 70 \text{ s}$  fahren beide Räder mit  $10 \text{ m s}^{-1}$ . In dieser Zeit hat das Fahrrad 1 den Weg  $100 + 10 \text{ m s}^{-1} \cdot 50 \text{ s} = 600 \text{ m}$  und das Fahrrad 2 den Weg  $s = 1/2 a_3 t^2 = 50 \text{ m}$  zurückgelegt. Folglich ist der Vorsprung von Fahrrad 1 am Beginn der Steigung  $\Delta s = 600 \text{ m} - 50 \text{ m} = 550 \text{ m}$ .
- f. Wenn das das Fahrrad 1 am Beginn der Steigung ist sei  $t = 0$ , so lautet das Weg-Zeit Gesetz:  
 $s_1 = v_0 t - a_2 t^2/2$   
 $s_2 = -\Delta s + v_0 t - a_4 t^2/2$   
 Gleichsetzen von  $s_1$  und  $s_2$  ergibt:  
 $t^2 = 2 \Delta s / (a_2 - a_4) \Rightarrow t = 198 \text{ s}$   
 D.h. der Überholvorgang findet nach  $60 \text{ s} + 1800 \text{ s} + 103.5 \text{ s} = 2058 \text{ s} = 34 \text{ min } 18 \text{ s}$

2. Rotierendes Koordinatensystem (19 Punkte)

- a.  $p = mv = 30 \text{ kg m s}^{-1}$   
 $\langle F \rangle = \Delta p / \Delta t = 15 \text{ N}$
- b.  $\omega = 1.047 \text{ s}^{-1}$
- c. Die Scheibe dreht sich einmal in 6s,  
d.h. in 2s hat sich die Scheibe um  $360^\circ/3 = 120^\circ$   
gedreht. Bzw.:  
 $\beta : 360 = t : T$   
 $\beta = 120^\circ$   
 $\beta' = 180 - \beta = 60^\circ$



Gleichschenkliges Dreieck:

$$\alpha = 60^\circ$$

Geworfener Weg s:

$$s = d/2 = 2.5 \text{ m}$$

$$v = s/t = 2.5 \text{ m} / 2 \text{ s} = 1.25 \text{ m/s}$$

- d.  $F_{\text{Coriolis}} = 2m\omega v = 5.25 \text{ N}$   
Die Kraft  $F_{\text{Coriolis}}$  ist senkrecht zur Geschwindigkeit.

3. Massenträgheitsmoment (23 Punkte)

- a.  $\omega_1 = 1.57 \text{ s}^{-1}$
- b.  $p = mv = 5 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m s}^{-1} = 25 \text{ kg m s}^{-1}$
- c.  $L = p r = 25 \text{ kg m s}^{-1} \cdot 1 \text{ m} = 25 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$
- d.  $\omega_2 = 2.09 \text{ s}^{-1}$
- e.  $L_{\text{vor}} = L_{\text{nach}}$   
 $J\omega_1 + L = (J + m r^2) \omega_2$   
 $J = (m r^2 \omega_2 - L) / (\omega_1 - \omega_2) = 27.98 \text{ kgm}^2$

#### 4. Schwingungen (23 Punkte)

- a. Es tritt Bewegungs- und Lageenergie auf. Der Startpunkt (maximale Auslenkung) ist gleichzeitig der Umkehrpunkt, an dem sich die Masse in Ruhe befindet und an dem nur Lageenergie vorliegt. Aufgrund der Gewichtskraft bewegt sich die Kugel zum Minimum, d.h. die Lageenergie nimmt ab und die Bewegungsenergie zu. Beim Nulldurchgang  $x=y=0$  ist die Lageenergie Minimal (oder Null wenn das Nullniveau bei  $y=0$  gelegt wird) und entsprechend des Energieerhaltung-Satz ist die Bewegungsenergie Maximal. Aufgrund der Massenträgheit bewegt sich die Masse zu negativen  $x$ -Werten, d.h. die Lageenergie nimmt zu und die Bewegungsenergie nimmt ab bis die Masse am linken Umkehrpunkt zur Ruhe kommt. Für diesen Fall ist die Bewegungsenergie Null und die Lageenergie maximal. Dieser Vorgang wiederholt sich.
- b. Lege Null Niveau auf  $y = 0$ .  
 $E_{ges} = mgh$  mit  $h = ax_0^2 = 0.00025 \text{ m}$   
 $E_{ges} = 0.00025 \text{ J}$
- c.  $\frac{1}{2} m v^2 = E_{ges} \Rightarrow v = \sqrt{2E_{ges}/m} = 0.07 \text{ m s}^{-1}$
- d.  $\hat{v} = \omega \hat{x} \Rightarrow \omega = \frac{\hat{v}}{\hat{x}} = 0.14 \text{ 1/s}$   
 $\Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega} = 4,48 \text{ s}$   
 $x(t) = 0.05 \text{ m} \cos(t * 1.4/s)$
- e.  $\delta = \frac{\ln(2)}{5T_0} = 0.03/s,$

#### 5. Fragen (13 Punkte)

- a. In einem Inertialsystem bewegen sich drei in unterschiedliche Richtungen geschleuderte Kugeln auf einer geraden Flugbahn
- b. Bei Stößen gilt jeweils der Impulserhaltungssatz.  
Zusätzlich ist beim **elastischen Stoß** die Summe der kinetischen Energie aller Stoßpartner vor dem Stoß gleich der Summe der kinetischen Energie aller Stoßpartner nach dem Stoß.  
Beim **inelastischen Stoß** entspricht die Summe der kinetischen Energien aller Stoßpartner vor dem Stoß nicht der Summe der kinetischen Energien aller Stoßpartner nach dem Stoß.  
Beim **superalastischen Stoß** wird z.B. in Form von einer gespannten Feder gespeicherte Energie zusätzlich in Bewegungsenergie umgewandelt.
- c. Es gibt 10 Erhaltungsgrößen.  
Eine für die Energie und da es sich um Vektoren handelt jeweils drei Erhaltungsgrößen für Impuls, Schwerpunkt und Drehimpuls.
- d. Eine physikalische Größe schwingt, wenn die Rückstellkraft proportional zur Auslenkung ist.