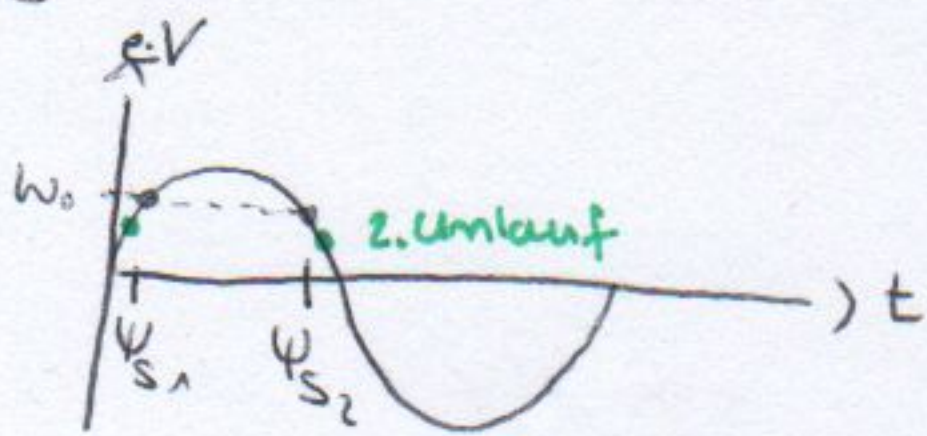


## Aufgabe 1

a)



$\psi_{s1}$ : unterhält  
Übergangsenergie

$\psi_{s2}$ : oberhält  
Übergangsenergie

Proton mit zu viel Energie

→ kommt früher an

→  $\psi$  rutscht nach hinten

⇒ bekommt weniger Energie ⇒ zurück zu  $\psi_s$

Proton mit zu viel Energie  
braucht länger

→  $\psi$  rutscht nach vorne

⇒ bekommt weniger Energie ⇒ zurück zu  $\psi_s$

b) Umlaufbahn verlängern/kürzen

## Aufgabe 2

$$a) \frac{dp}{dv} = \frac{d}{dv} \left( m_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot v \right) = m_0 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} = m_0 \cdot \gamma^3 \Rightarrow dp = m_0 \gamma^3 dv$$

$$dp = m_0 \gamma^3 dv$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{m_0 \gamma^3 dv}{m_0 \gamma v} = \gamma^2 \frac{dv}{v}$$

Abg.  
2

$$\frac{dE}{dp} = \frac{c^2 p}{E} = v \Rightarrow dE = v \cdot dp \quad \frac{dE}{E} = \frac{v \cdot dp}{\frac{E}{\gamma} \cdot p} = \beta^2 \frac{dp}{p}$$

$$b) \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\Delta L}{\Delta v \cdot T_0} = \frac{\Delta L}{\Delta v} \cdot \frac{v_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot \frac{v_0}{\Delta v} \approx \frac{\Delta L}{L_0} - \frac{\Delta v}{v_0} = \left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right) \frac{\Delta p}{p_0}$$