

Lösungsvorschläge zur Prüfung Physik 1 für ETD 1 im SS 2004

1. a) Die Kraft nach oben muss sowohl die Gewichtskraft überwinden als auch die Beschleunigung aufbringen. Damit gilt $F = m(g + a)$ und $m = \frac{F}{g + a} = 3,03 \text{ kg}$.
- b) Freier Fall mit Beschleunigung g : $h = \frac{1}{2}gt^2 = 44,1 \text{ m}$
- c) Impulserhaltungssatz $m_1v_1 = m_2v_2'$ (1)
Energieerhaltungssatz $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2'^2$ (2)
- (2) : (1) liefert $v_1 = v_2'$ und damit nach (1) $m_1 = m_2 = 100 \text{ g}$ (s. Vorlesungsexperiment).
- d) 1) Der Drehimpuls bleibt konstant ($M = 0$).
2) Das Massenträgheitsmoment wird kleiner.
3) Die Winkelgeschwindigkeit steigt wegen $L = J \cdot \omega = \text{const}$.
4) Die kinetische Energie der Rotation steigt, weil der Eiskunstläufer beim Hereinziehen der Arme gegen die Zentrifugalkraft Arbeit leisten muss.

2. a) Die mittlere Leistung, die dem Generator zugeführt wird, ergibt sich aus der Energieabnahme pro Zeit: $\bar{P}_G = \frac{E_{\text{kin},1} - E_{\text{kin},2}}{\Delta t} = \frac{J(\omega_1^2 - \omega_2^2)}{2\Delta t}$.

Damit wird das Massenträgheitsmoment

$$J = \frac{2\Delta t \cdot \bar{P}_G}{\omega_1^2 - \omega_2^2} = \frac{\Delta t \cdot \bar{P}_G}{2\pi^2(n_1^2 - n_2^2)} = 2,55 \cdot 10^5 \text{ kgm}^2.$$

- b) Grundgesetz der Drehbewegungen:

$$\bar{M} = J \cdot \bar{\alpha} = J \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{T} = J \cdot 2\pi \frac{n_1 - n_2}{T} = 2,82 \cdot 10^4 \text{ Nm}.$$

- c) Leistung $\bar{P}_M = \bar{M} \cdot \bar{\omega} = \bar{M} \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$. Mit $\bar{M} = J \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{T}$ folgt

$$\bar{P}_M = \frac{J}{2T} (\omega_1 + \omega_2)(\omega_1 - \omega_2) = \frac{J}{2T} (\omega_1^2 - \omega_2^2) \text{ oder}$$

$$\bar{P}_M = \frac{J \cdot 2\pi^2}{T} (n_1^2 - n_2^2) = 4,31 \text{ MW}.$$

Einfachere Lösung aus EES:

Da beim Hochfahren dieselbe Energie zugeführt werden muss, die beim Abbremsen entnommen wurde, gilt $\Delta E = \bar{P}_G \cdot \Delta t = \bar{P}_M \cdot T$, oder $\bar{P}_M = \bar{P}_G \cdot \frac{\Delta t}{T} = \frac{\bar{P}_G}{36} = 4,31 \text{ MW}$.

3. a) Kontinuitätsgleichung: $A_1v_1 = A_2v_2$

$$\frac{\pi}{4}d_i^2 \cdot v_1 = \frac{\pi}{4}(D_i^2 - d_a^2) \cdot v_2 \rightarrow v_1 = \frac{D_i^2 - d_a^2}{d_i^2} \cdot v_2 = 0,353 \cdot v_2$$

- b) Bernoulli: $p_1 + \frac{\rho}{2}v_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2}v_2^2$;

Überdruck $p_{\ddot{u}} = p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2)$; $v_2 = 2,837 \cdot v_1$ eingesetzt:

$$p_{\ddot{u}} = \frac{\rho}{2} \left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right] \cdot v_1^2 \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2 p_{\ddot{u}}}{7,048 \rho}} = 9,23 \text{ m/s.}$$

c) $\dot{V} = A_1 v_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2 \cdot v_1 = 0,0116 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 11,6 \frac{\text{l}}{\text{s}}.$