

AP 2011 I (Lösung)

- 1.1.1 Da $\vec{v} \perp \vec{B}$ wirkt auf die Leitungselektronen eine Lorentzkraft \vec{F}_L .
Somit werden die Elektronen nach unten verschoben.
Am unteren Ende herrscht Elektronenüberschuss, am oberen Ende Elektronenmangel.
Es entsteht ein (nach unten gerichtetes) elektrisches Feld mit der Feldstärke \vec{E} .
Nach kurzer Zeit herrscht Kräftegleichgewicht, keine weitere Ablenkung der Elektronen.

$$F_{el} = F_L$$

$$e \cdot E = e \cdot v \cdot B$$

$$\frac{U_i}{b} = v \cdot B$$

$$U_i = v \cdot B \cdot b$$

1.1.2 $U_i = N \cdot v \cdot B \cdot b = 200 \cdot 3,0 \cdot 10^{-2} \frac{m}{s} \cdot 0,12 T \cdot 0,060 m = 43 mV \quad (43,2 mV)$

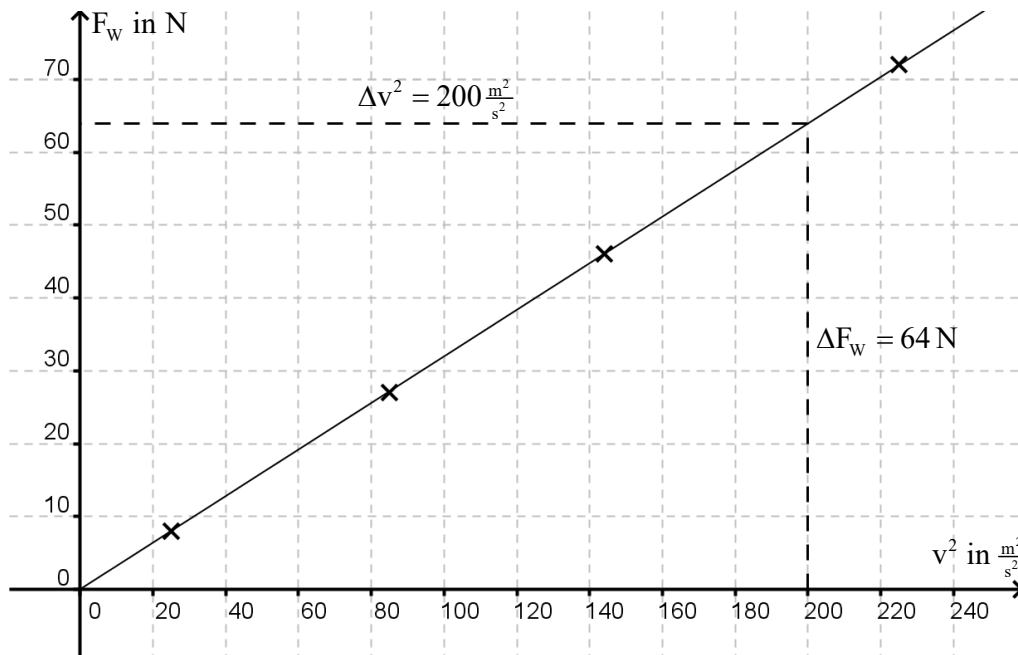
1.2.1 $U_i^* = -N_i \cdot \dot{\Phi} = -N_i \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \stackrel{A=\text{konst.}}{=} -N_i \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -N_i \cdot \frac{1}{2} \cdot \ell \cdot b \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$

$$U_i^* = -200 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,080 m \cdot 0,060 m \cdot \frac{0 T - 0,12 T}{2,0 s} = 29 mV \quad (0,0288 V)$$

- 1.2.2 Wird B heruntergeregelt, so nimmt der magnetische Fluss durch die Spule ab.
Nach der Lenz'schen Regel wird in der Spule ein Strom induziert, der seiner Ursache entgegen wirkt.
Der Strom fließt somit im Uhrzeigersinn (von oben nach unten).
Nach der UVW-Regel wirkt auf die Elektronen eine magnetische Kraft nach rechts.
Somit wird der Leiter nach rechts beschleunigt.

2.1.1

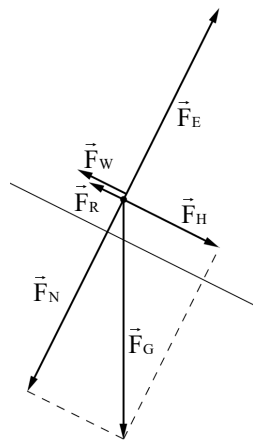
v in $\frac{m}{s}$	5,0	9,2	12,0	15,0
v^2 in $(\frac{m}{s})^2$	25	85	144	225
F_w in N	8,0	27,0	46,0	72,0



Im Rahmen der Mess- und Zeichengenauigkeit liegen die Messwerte auf einer Ursprungshalbgeraden. Somit folgt: $F_w \sim v^2 \Rightarrow F_w = k \cdot v^2$

$$2.1.2 \quad k = \frac{\Delta F_W}{\Delta v^2} = \frac{64 \text{ N}}{200 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 0,32 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

2.2.1



\vec{F}_G : Gewichtskraft (Skifahrer + Ski)

\vec{F}_N : Normalkraft

\vec{F}_E : Elastische Kraft der Unterlage

\vec{F}_H : Hangabtriebskraft

\vec{F}_R : Gleitreibungskraft

\vec{F}_W : Luftwiderstandskraft

$$2.2.2 \quad \vec{F}_a = \vec{F}_H + \vec{F}_R + \vec{F}_W$$

$$F_a = F_H - F_R - F_W$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - kv^2$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha - \frac{k}{m} v^2$$

2.3.1 Mit $a = 0$ folgt:

$$0 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha - \frac{k}{m} v^2$$

$$\mu g \cos \alpha = g \sin \alpha - \frac{k}{m} v^2$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{k}{mg \cos \alpha} v^2$$

$$\mu = \frac{\sin 8^\circ}{\cos 8^\circ} - \frac{0,32 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{71 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \cos 8^\circ} \cdot \left(14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \approx 0,050$$

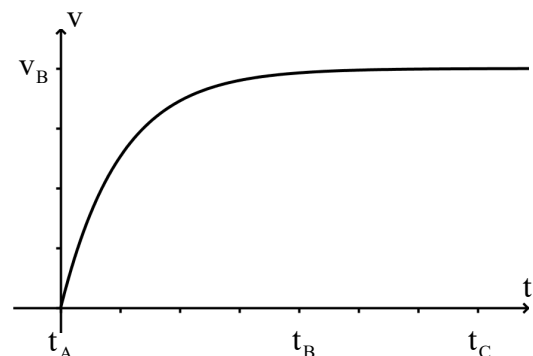
2.3.2 Mit $v = 0$ folgt:

$$a_0 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\sin 8^\circ - 0,050 \cdot \cos 8^\circ) = 0,88 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2.3.3 Im Intervall $[t_A; t_B]$ nimmt die

Geschwindigkeit v zunächst stark zu, dann immer schwächer, da mit zunehmender Geschwindigkeit v auch die Luftwiderstandskraft F_W steigt.

Für $t \geq t_B$ gilt: $F_H = F_R + F_W$ somit ist $a = 0$ und schließlich $v = \text{konst.}$



2.3.4 Für die mittlere Schubkraft gilt:

$$\bar{F}_S = F_R + F_W = \mu mg + kv_D^2 = 0,050 \cdot 71 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 0,32 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \left(3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 39 \text{ N}$$

Dann folgt für die mittlere Leistung:

$$\bar{P} = \frac{W}{t} = \frac{\bar{F}_S \cdot s}{t} = \bar{F}_S \cdot v_D = 39 \text{ N} \cdot 3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,14 \text{ kW}$$