AP 2011 I (Lösung)

1.1.1 Da $\vec{v} \perp \vec{B}$ wirkt auf die Leitungselektronen einen 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 $U_i = N \cdot v \cdot B \cdot b = 200 \cdot 3{,}0 \cdot 10^{-2}\,\frac{m}{s} \cdot 0{,}12\,T \cdot 0{,}060\,m = 43\,mV \quad (43{,}2\,mV)$

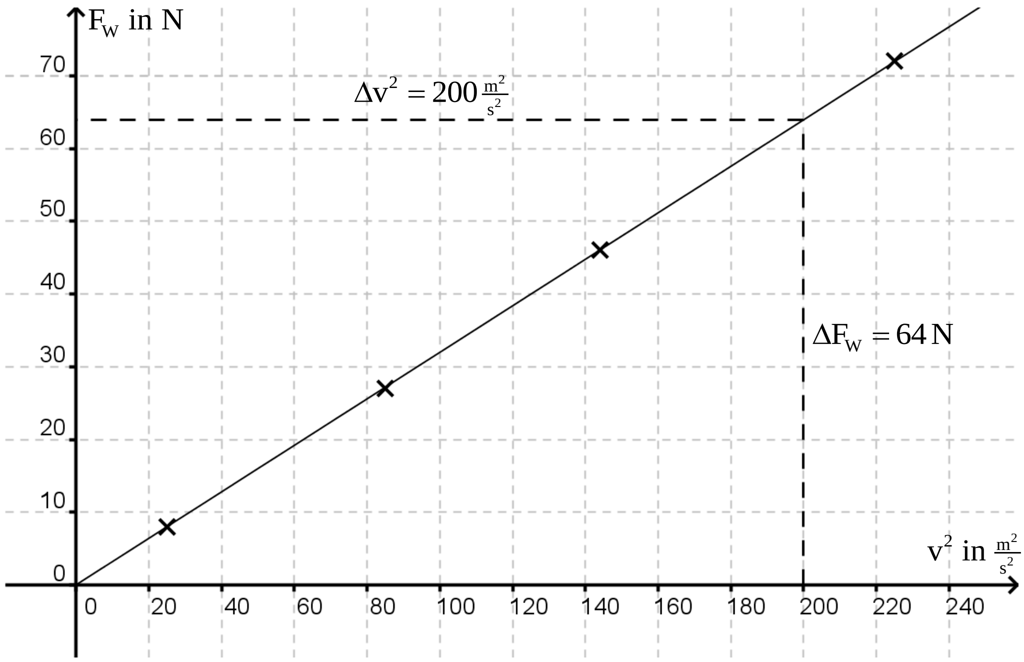
1.2.1 $U_i^* = -N_i \cdot \dot{\Phi} = -N_i \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \overset{A=\text{konst.}}{=} -N_i \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -N_i \cdot \frac{1}{2} \cdot \ell \cdot b \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$

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

1.2.2 Wird B heruntergeregelt, so nimmt der magnetische Fluss durch die Spule ab.
Nach der Lenz´schen Regel wird in der Spule eine 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

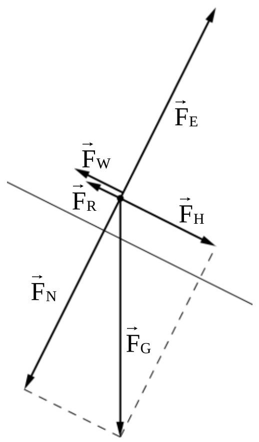
v in $\frac{m}{s}$	5,0	9,2	12,0	15,0
v^2 in $\left(\frac{m}{s}\right)^2$	25	85	144	225
F_W in N	8,0	27,0	46,0	72,0



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

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

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

$$\vec{F}_a = \vec{F}_H + \vec{F}_R + \vec{F}_W$$
$$F_a = F_H - F_R - F_W$$
$$ma = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha - kv^2$$
$$a = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha - \frac{k}{m}v^2$$

2.3.1 Mit $a = 0$ folgt:

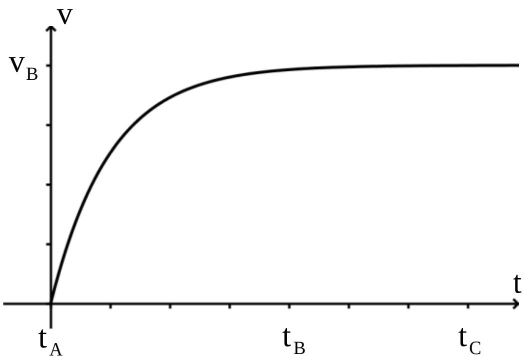
$$0 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha - \frac{k}{m}v^2$$
$$\mu g\cos\alpha = g\sin\alpha - \frac{k}{m}v^2$$
$$\mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} - \frac{k}{mg\cos\alpha}v^2$$
$$\mu = \frac{\sin 8^\circ}{\cos 8^\circ} - \frac{0{,}32\,\frac{kg}{m}}{71\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{N}{kg} \cdot \cos 8^\circ} \cdot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

2.3.2 Mit $v = 0$ folgt:

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

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:

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

Dann folgt für die mittlere Leistung:

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