

# Abi NRW 2008

$$U = l \cdot v \cdot B$$

$$g_{\text{ly}} \cdot l, B$$

$$g_{\text{ls}} \cdot v$$

$$v = \frac{U}{l \cdot B} = \frac{2\pi \cdot r}{t}$$

$$r = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m} + 3 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$t = 90,4 \cdot 60 \text{ s}$$

$$\Rightarrow U = 2,07 \cdot 10^4 \text{ m} \cdot \frac{2\pi \cdot 6,67 \cdot 10^6 \text{ m}}{5624 \text{ s}} \cdot 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$= 4,6 \text{ kV}$$

---


$$I = 0,83 \text{ A}$$

Wie groß ist  $F$  auf das Seil?

---

$\vec{F} \parallel \vec{v} \Rightarrow F$  wirkt beschleunigend

( $\Rightarrow$  durch größeres  $v$  wächst  $r$ )

$$F = l \cdot I \cdot B$$

$$= 2,07 \cdot 10^4 \text{ m} \cdot 0,83 \text{ A} \cdot 3 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 0,52 \text{ N}$$

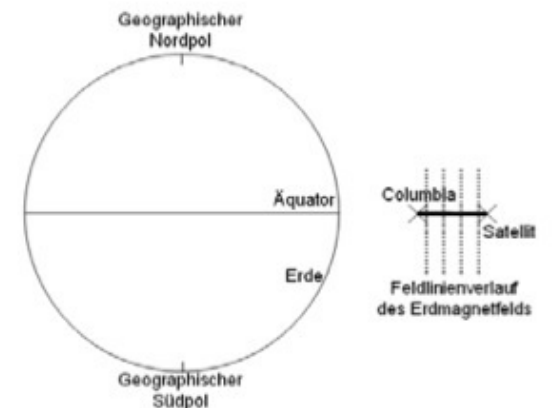
in die Zeichenebene hinein

**Falsch!**

Viel zu klein, um irgendwas zu zerreißen

Gehen Sie vereinfacht davon aus, dass sich Raumfähre und Satellit oberhalb des Erdäquators befinden und dass das senkrecht zur Erdoberfläche verlaufende Verbindungsseil die Erdmagnetfeldlinien senkrecht schneidet. Daten: Erdradius  $r = 6,37 \cdot 10^3 \text{ km}$ , Stärke des Erdmagnetfelds am Ort der Raumfähre  $B = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ , Flughöhe der sich von **West nach Ost** bewegenden Raumfähre  $h = 300 \text{ km}$ , Umlaufdauer der Raumfähre  $T = 90,4 \text{ min}$ . Von Einflüssen der Gravitation und Reibung darf abgesehen werden.

Erläutern Sie, warum zwischen den Enden des Seils eine Spannung entsteht, und begründen Sie anhand der nebenstehenden Skizze, an welchem Ende des Seils sich der negative Pol dieses „Generators“ ausbildet.



Zeigen Sie, dass sich (unter der Annahme homogener Felder) für die an den Enden des Seils zu erwartende Spannung  $U$  ergibt:  $U = l \cdot v \cdot B$ . Berechnen Sie diese Spannung (auf eine Umformung der Maßeinheiten wird verzichtet).

Während des Experiments wurde kurzzeitig ein Strom der Stärke  $I = 0,830 \text{ A}$  gemessen.

Berechnen Sie die durch den Stromfluss entstehende, am Verbindungsseil angreifende Kraft, bestimmen Sie ihre Richtung und geben Sie an, ob diese Kraft für das Reißen des Seils verantwortlich gemacht werden kann.

Erläutern Sie, welchen Einfluss diese Kraft bei deutlich größeren Stromstärken auf die Bewegung des Gespanns aus Raumfähre und Satelliten ausüben würde. (20 Punkte)

Während des Experiments wurde kurzzeitig ein Strom der Stärke  $I = 0,830 \text{ A}$  gemessen.

*Berechnen Sie die durch den Stromfluss entstehende, am Verbindungsseil angreifende Kraft, bestimmen Sie ihre Richtung und geben Sie an, ob diese Kraft für das Reißen des Seils verantwortlich gemacht werden kann.*

*Erläutern Sie, welchen Einfluss diese Kraft bei deutlich größeren Stromstärken auf die Bewegung des Gespanns aus Raumfähre und Satelliten ausüben würde. (20 Punkte)*

# Klausurhinweise

Bew. von Ladungen in elektrischen und magn. Feldern,  
z.B. Fadenstrahlrohr, Wienfilter, Massenspektrometer,  
s.a. Parabel in der Kathodenstrahlröhre (= Wienfilter ohne B) S. 216

Zyklotron

B-Feld von Leitern und Spulen, Amperesches Gesetz

em. Induktion



$$(*) \quad v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

$$(**) \quad a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s}$$

$$\left[ = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \right]$$

gleichmäßig beschl. Bew.  $\stackrel{!}{=} a = \text{konst.}$ , z.B.  $a = g$

$$(**) \Rightarrow v = \int_0^t dv = \int_0^t a dt = a \cdot t$$

$$(*) \quad s = \int_0^t ds = \int_0^t v \cdot dt = \int_0^t a \cdot t dt = \frac{1}{2} a t^2$$

in der Kathodenstrahlröhre (Elektronenablenkvoröhre)

$$x(t) = v_0 \cdot t, \quad \text{mit } v_0 = \text{geschw. nach Verlassen d. Beschl.-Strecke}$$

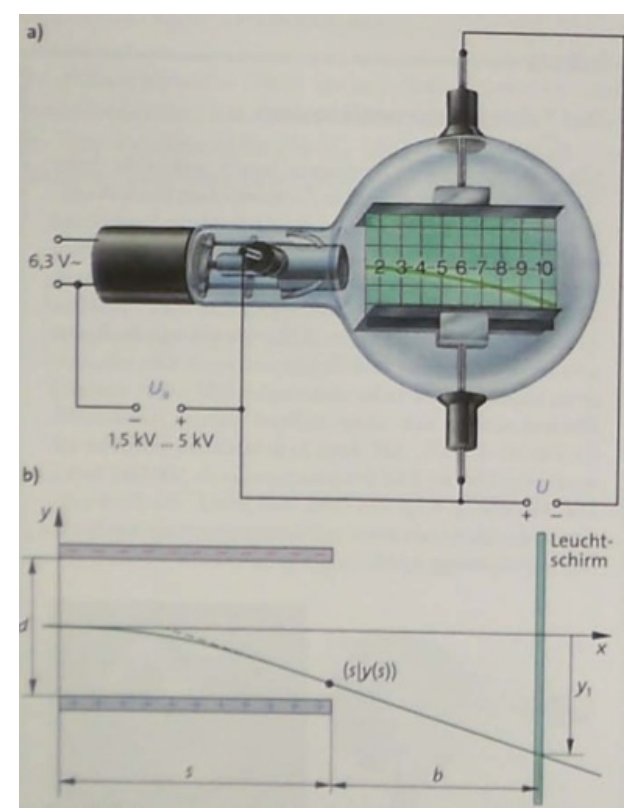
ungestört überlagert:

$$y(t) = \frac{1}{2} a t^2, \quad \text{weil } a = \text{konst.} = - \frac{F_{el}}{m} = - \frac{e \cdot E}{m}$$

Was man sieht, ist eine Parabel  $y(x)$ , also  $y \sim x^2$ ! Beweis:

$$t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow y = \frac{-1}{2} \frac{e E}{m} \frac{x^2}{v_0^2} \Rightarrow y \sim x^2$$

(da  $e, E, m, v_0$  konstant)



(i)  $F_L = q \cdot v \cdot B$  bewirkt auf die  $e^-$ , die mit dem Rahmen nach unten fallen, eine Kraft nach links. (3-F.-R. linke Hand)

(ii) vertikal: s. (\*), techn. irrelevant  
 horizontal: 1) erst nur im unteren Leiterstück

$\Rightarrow |U| > 0$

2) oberes Leiterst. auch in B:

$|U| = 0$

3) unteres Leiterstück "unter raus":

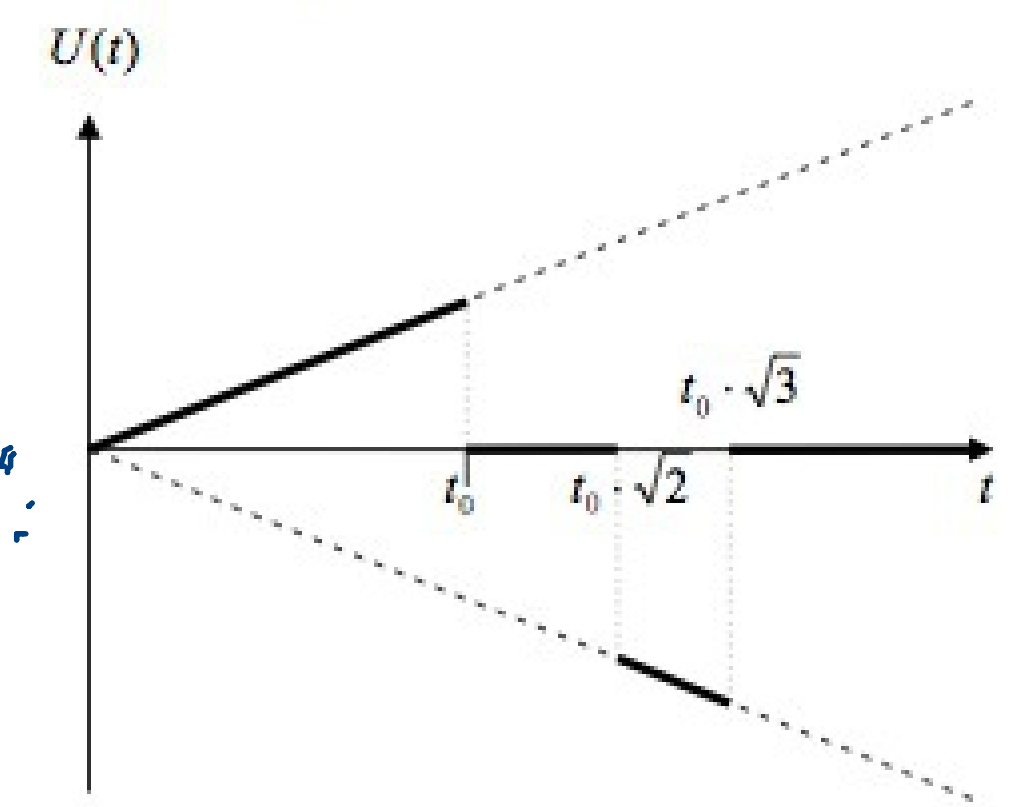
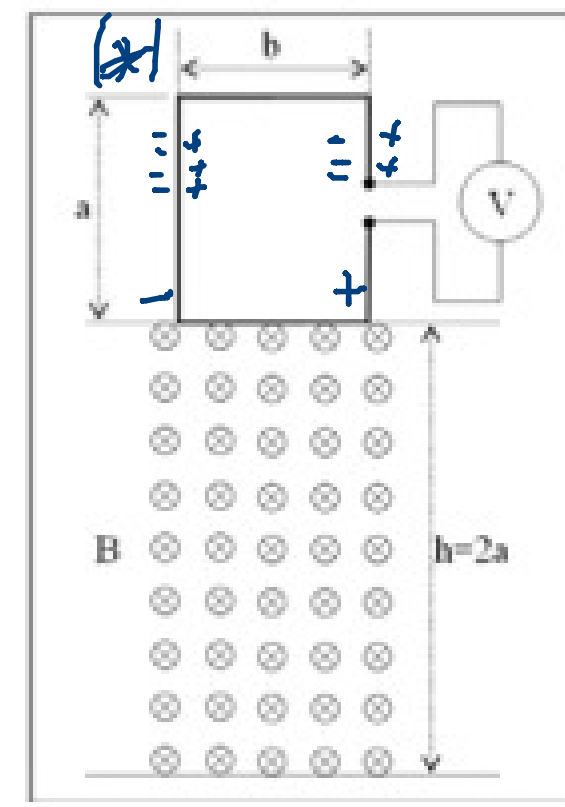
wie in 1), U entgegengesetzt

4) komplett raus:

$|U| = 0$

c) Gegeben ist eine Rechteckleiterschleife, die sich genau an der Grenze zu einem darunter befindlichen homogenen Magnetfeld befindet (die geometrischen Daten sind der nebenstehenden Skizze zu entnehmen; das Magnetfeld hat die Stärke B, seine Feldlinien verlaufen horizontal; die Querschnittsfläche der Rechteckleiterschleife steht stets senkrecht zu den Feldlinien).

Man lässt die Rechteckleiterschleife frei durch das Magnetfeld fallen. Dabei ergibt sich folgender zeitlicher Verlauf der Spannung:



(i) Erläutern Sie das Verhalten der freien Elektronen des Leiters, wenn dieser durch das Magnetfeld fällt, und nennen Sie die Konsequenz für die Entstehung von Teilspannungen in den horizontalen und vertikalen Leiterstücken sowie für die Spannung zwischen den Enden der Leiterschleifen.

Der zeitliche Verlauf der Spannung lässt vier Phasen erkennen.

Begründen Sie qualitativ den Spannungsverlauf in diesen vier Phasen und erklären Sie die vier Zeitpunkte für den Eintritt in die jeweilige Phase. (14 Punkte)

<-- 19.3.2013