

1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 13.01.2015 * Gruppe A

1. Übertragung elektrischer Energie mit Hochspannung

Ein Kraftwerk versorgt eine nahe gelegene Stadt mit elektrischer Energie.

Die Generatoren des Kraftwerks erzeugen dabei insgesamt eine elektr. Leistung von 120 MW.

Diese Leistung wird mit einer 220 kV-Überlandleitung zur 55 Kilometer weit entfernten Stadt übertragen. In den benötigten Trafos gehen dabei ca. 4,5 % der Leistung von 120 MW „verloren“.

Der elektrische Widerstand pro Kilometer Übertragungsleitung beträgt ca. $0,10 \Omega$.

- Bestimme den Gesamtwiderstand der Überlandleitung.
Wie groß ist die Stromstärke in der Überlandleitung?
- Berechne den Spannungsabfall an der Überlandleitung.
Wie viel elektrische Leistung geht damit in der Überlandleitung „verloren“.
Was bewirkt diese „verlorene“ Leistung?
- Welche elektrische Leistung kommt bei der Stadt an?
Bestimme den Wirkungsgrad der gesamten Energieübertragung vom Kraftwerk zur Stadt.

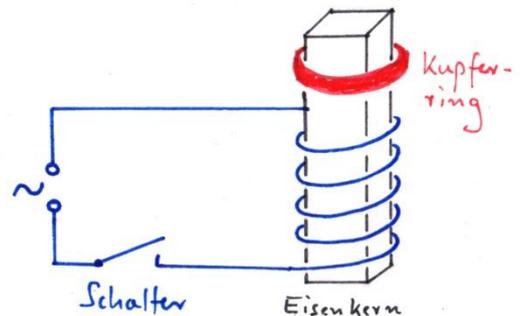
2. Grundwissensaufgabe zur Induktion

Eine Spule mit Eisenkern wird über einen Schalter an das Hausnetz mit 230V Wechselspannung angeschlossen.

Auf der Spule befindet sich frei beweglich ein Kupferring.

Was passiert, wenn man den Schalter (nur sehr kurz) schließt?

Erkläre physikalisch die beschriebene Beobachtung!



Aufgabe	1a	b	c	2	Summe
Punkte	6	6	4	5	21



Gutes Gelingen! G.R.

1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 13.01.2015 * Gruppe B

1. Übertragung elektrischer Energie mit Hochspannung

Ein Kraftwerk versorgt eine nahe gelegene Stadt mit elektrischer Energie.

Die Generatoren des Kraftwerks erzeugen dabei insgesamt eine elektr. Leistung von 140 MW.

Diese Leistung wird mit einer 220 kV-Überlandleitung zur 65 Kilometer weit entfernten Stadt übertragen. In den benötigten Trafos gehen dabei ca. 5,5 % der Leistung von 140 MW „verloren“.

Der elektrische Widerstand pro Kilometer Übertragungsleitung beträgt ca. $0,10 \Omega$.

- Bestimme den Gesamtwiderstand der Überlandleitung.
Wie groß ist die Stromstärke in der Überlandleitung?
- Berechne den Spannungsabfall an der Überlandleitung.
Wie viel elektrische Leistung geht damit in der Überlandleitung „verloren“.
Was bewirkt diese „verlorene“ Leistung?
- Welche elektrische Leistung kommt bei der Stadt an?
Bestimme den Wirkungsgrad der gesamten Energieübertragung vom Kraftwerk zur Stadt.

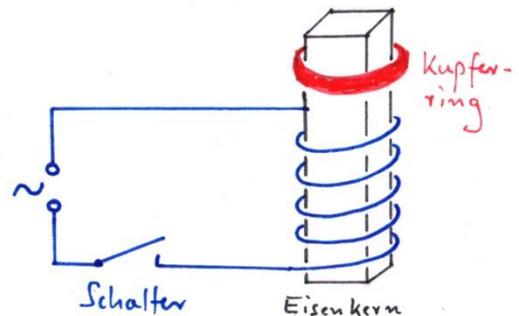
2. Grundwissensaufgabe zur Induktion

Eine Spule mit Eisenkern wird über einen Schalter an das Hausnetz mit 230V Wechselspannung angeschlossen.

Auf der Spule befindet sich frei beweglich ein Kupferring.

Was passiert, wenn man den Schalter (nur sehr kurz) schließt?

Erkläre physikalisch die beschriebene Beobachtung!



Aufgabe	1a	b	c	2	Summe
Punkte	6	6	4	5	21



Gutes Gelingen! G.R.

1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 13.01.2015 * Lösung

Gruppe A

$$1. a) R_{\text{ges.,Leitung}} = 2 \cdot 55 \text{ km} \cdot \frac{0,10 \Omega}{\text{km}} = 11 \Omega$$

$$P_{\text{übertragen}} = 95,5\% \text{ von } 120 \text{ MW} = 0,955 \cdot 120 \text{ MW} = 114,6 \text{ MW} \approx 115 \text{ MW}$$

$$P_{\text{übertragen}} = U_{\text{Übertrag}} \cdot I_{\text{Leitung}} \Rightarrow I_{\text{Leitung}} = \frac{115 \text{ MW}}{220 \text{ kV}} = 522,7 \dots \text{ A} \approx 523 \text{ A}$$

$$b) \text{ Spannungsabfall an der Fernleitung } \Delta U_{\text{Leitung}} = R_{\text{Leitung}} \cdot I_{\text{Leitung}} = 11 \Omega \cdot 523 \text{ A} = 5753 \text{ V} \approx 5,75 \text{ kV}$$

Verlustleistung in der Fernleitung:

$$P_{\text{Verlust,Leitung}} = \Delta U_{\text{Leitung}} \cdot I_{\text{Leitung}} = 5753 \text{ V} \cdot 523 \text{ A} = 3008819 \text{ W} \approx 3,01 \text{ MW}$$

Diese elektrische Leistung erwärmt die Überlandleitung.

c) In der Stadt kommt also die folgende elektrische Leistung an:

$$P_{\text{Stadt}} = P_{\text{Generatoren}} - P_{\text{Verlust,Trafos}} - P_{\text{Verlust,Leitung}} = \\ 120 \text{ MW} - 0,045 \cdot 120 \text{ MW} - 3,01 \text{ MW} = 111,59 \text{ MW} \approx 112 \text{ MW}$$

Wirkungsgrad der gesamten Energieübertragung:

$$\eta = \frac{P_{\text{genutzt}}}{P_{\text{gesamt}}} = \frac{P_{\text{Stadt}}}{P_{\text{Generator}}} = \frac{112 \text{ MW}}{120 \text{ MW}} = 0,933 \dots \approx 93\%$$



2. Beobachtung: Der Kupfering wird nach oben weggeschleudert.

Erklärung: Nach dem Einschalten fließt Wechselstrom durch die Spule, der ein magnetisches Wechselfeld in der Spule hervorruft. Der Eisenkern verstärkt diese magnetische Wechselfeld, das auch den Kupfering durchdringt.

Das sich ständig verändernde magnetische Feld durch den Kupfering induziert in diesem eine Wechselspannung, die im geschlossenen Ring einen Wechselstrom verursacht. Dieser Strom ruft ein magnetisches Wechselfeld hervor, das nach der Regel von Lenz der Ursache der Induktion entgegenwirkt. Deshalb wird der Kupfering nach oben weggeschleudert.

Gruppe B

$$1. a) R_{\text{ges.,Leitung}} = 2 \cdot 65 \text{ km} \cdot \frac{0,10 \Omega}{\text{km}} = 13 \Omega$$

$$P_{\text{übertragen}} = 94,5\% \text{ von } 140 \text{ MW} = 0,945 \cdot 140 \text{ MW} = 132,3 \text{ MW} \approx 132 \text{ MW}$$

$$P_{\text{übertragen}} = U_{\text{Übertrag}} \cdot I_{\text{Leitung}} \Rightarrow I_{\text{Leitung}} = \frac{132,3 \text{ MW}}{220 \text{ kV}} = 601,3 \dots \text{ A} \approx 601 \text{ A}$$

$$b) \text{ Spannungsabfall an der Fernleitung } \Delta U_{\text{Leitung}} = R_{\text{Leitung}} \cdot I_{\text{Leitung}} = 13 \Omega \cdot 601 \text{ A} = 7813 \text{ V} \approx 7,81 \text{ kV}$$

Verlustleistung in der Fernleitung:

$$P_{\text{Verlust,Leitung}} = \Delta U_{\text{Leitung}} \cdot I_{\text{Leitung}} = 7813 \text{ V} \cdot 601 \text{ A} = 4695613 \text{ W} \approx 4,70 \text{ MW}$$

Diese elektrische Leistung erwärmt die Überlandleitung.

c) In der Stadt kommt also die folgende elektrische Leistung an:

$$P_{\text{Stadt}} = P_{\text{Generatoren}} - P_{\text{Verlust,Trafos}} - P_{\text{Verlust,Leitung}} = \\ 140 \text{ MW} - 0,055 \cdot 140 \text{ MW} - 4,70 \text{ MW} = 127,6 \text{ MW} \approx 128 \text{ MW}$$

Wirkungsgrad der gesamten Energieübertragung:

$$\eta = \frac{P_{\text{genutzt}}}{P_{\text{gesamt}}} = \frac{P_{\text{Stadt}}}{P_{\text{Generator}}} = \frac{128 \text{ MW}}{140 \text{ MW}} = 0,914 \dots \approx 91\%$$



2. Siehe Lösung zur Gruppe A