

Physikarbeit Klasse 9

9**Thema:** Transformator und Halbleiterdiode**Viel Erfolg!**

Name: _____

Datum: _____

Punkte: _____ / 42 Note: _____

Unterschrift: _____

TEIL A · TRANSFORMATOR**1 Hochspannungs- und Hochstromtransformator**

Vergleiche die beiden Transformatortypen. Fülle dazu die Tabelle aus.

	Hochspannungs- transformator	Hochstromtransformator
Aufbau der Spulen		
Spannung und Stromstärke (sekundär)		
Verwendung (ein Beispiel)		

____ / 6

2 Wirkungsgrad verbessern

Ein Teil der elektrischen Energie geht in jedem Transformator „verloren“. Nenne drei Maßnahmen, mit denen man den Wirkungsgrad eines Transformators erhöhen kann, und begründe jede Maßnahme kurz.

____ / 6

3

a) Berechne die Sekundärspannung U_s .

4 Schaltskizze

Die Kennlinie einer Silizium-Diode soll in Durchlassrichtung aufgenommen werden. Zeichne die Schaltskizze mit einstellbarer Spannungsquelle (0 V bis 6 V), Schutzwiderstand, Diode, Strom- und Spannungsmesser. Verwende die genormten Schaltzeichen und kennzeichne die Pole der Spannungsquelle.

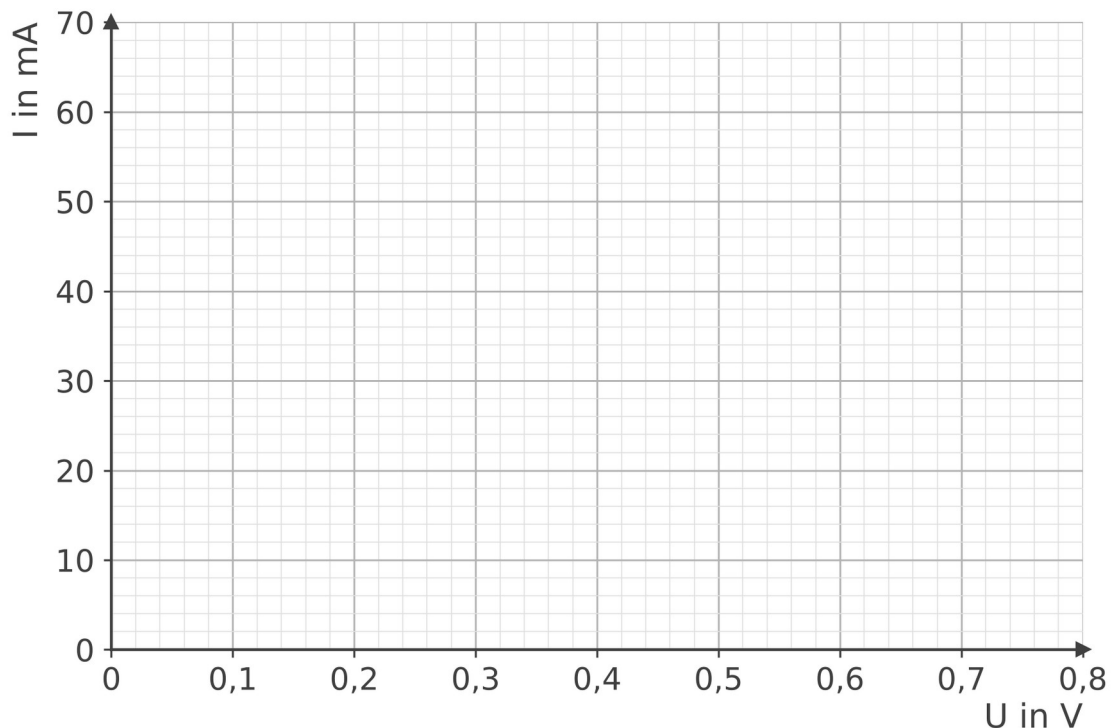
___ / 5

5 Kennlinie

Bei dem Versuch aus Aufgabe 4 wurden folgende Werte gemessen:

U in V	0	0,20	0,40	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,72	0,74
I in mA	0	0	0,1	0,5	1,5	4	11	30	45	67

Trage die Messwerte in das Koordinatensystem ein und zeichne die Kennlinie der Diode.



___ / 4

6 Schleusenspannung

Lies an deiner Kennlinie die Schleusenspannung der Diode ab und erkläre, was dieser Begriff bedeutet.

___ / 3

7 Vorteile von Halbleiterbauelementen

Dioden, Transistoren und Chips haben ältere Bauteile wie Elektronenröhren und mechanische Schalter fast vollständig ersetzt. Nenne vier Vorteile von Halbleiterbauelementen.

___ / 4

8 Dotierung

In einen reinen Siliziumkristall werden einzelne Indium-Atome eingebaut. Indium steht in der 3. Hauptgruppe des Periodensystems, Silizium in der 4. Hauptgruppe. Gib an, welche Art von Halbleiter dabei entsteht, und erkläre, warum der Kristall nun besser leitet.

___ / 4

Geschafft!

Lösung: Physikarbeit Klasse 9

Insgesamt sind 42 Punkte erreichbar, halbe Punkte sind möglich.

Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
42–38 P.	37,5–34 P.	33,5–27,5 P.	27–21 P.	20,5–13 P.	12,5–0 P.

TEIL A · TRANSFORMATOR

1 Hochspannungs- und Hochstromtransformator

Vergleiche die beiden Transformatortypen. Fülle dazu die Tabelle aus.

	Hochspannungs- transformator	Hochstromtransformator
Aufbau der Spulen	Sekundärspule mit sehr viel mehr Windungen als die Primärspule ($N_s \gg N_p$), dünner Draht	Sekundärspule mit sehr wenigen Windungen ($N_s \ll N_p$) aus sehr dickem Draht
Spannung und Stromstärke (sekundär)	sehr hohe Spannung, kleine Stromstärke	kleine Spannung, sehr große Stromstärke
Verwendung (ein Beispiel)	z. B. Hochspannungsleitungen (Umspannwerk), Zündanlage im Auto	z. B. Elektroschweißen, Schmelzofen (Induktionsofen)

6 / 6

2 Wirkungsgrad verbessern

Ein Teil der elektrischen Energie geht in jedem Transformator „verloren“. Nenne drei Maßnahmen, mit denen man den Wirkungsgrad eines Transformators erhöhen kann, und begründe jede Maßnahme kurz.

- Geschlossener Eisenkern: Das Magnetfeld der Primärspule wird fast vollständig durch die Sekundärspule geführt (kaum Streufeld).
- Eisenkern aus dünnen, gegeneinander isolierten Blechen (lamelliert): Im Kern können sich keine großen Wirbelströme ausbilden, die ihn erwärmen.
- Spulen aus dickem Kupferdraht: kleiner elektrischer Widerstand, deshalb wird in den Wicklungen weniger Wärme erzeugt.

Auch richtig: Kern aus Weicheisen (leicht ummagnetisierbar, geringe Ummagnetisierungsverluste); Kühlung, damit der Widerstand der warmen Wicklungen nicht ansteigt.

6 / 6

3 Transformator für eine Gartenbeleuchtung

Ein Transformator versorgt eine Niedervolt-Gartenbeleuchtung. Er ist am Haushaltsnetz ($U_P = 230 \text{ V}$) angeschlossen. Im Betrieb misst man im Primärkreis die Stromstärke $I_P = 0,40 \text{ A}$ und im Sekundärkreis $I_S = 3,4 \text{ A}$. Der Wirkungsgrad des Transformators beträgt $\eta = 85 \%$.

- a) Berechne die Sekundärspannung U_S .

$$P_P = U_P \cdot I_P = 230 \text{ V} \cdot 0,40 \text{ A} = 92 \text{ W}$$

$$P_S = \eta \cdot P_P = 0,85 \cdot 92 \text{ W} = 78,2 \text{ W}$$

$$U_S = P_S : I_S = 78,2 \text{ W} : 3,4 \text{ A} = 23 \text{ V}$$

Die Sekundärspannung beträgt 23 V.

- b) Welche Sekundärspannung ergäbe sich bei denselben Stromstärken, wenn der Transformator verlustfrei arbeiten würde?

$$\text{verlustfrei: } P_S = P_P = 92 \text{ W}$$

$$U_S = P_P : I_S = 92 \text{ W} : 3,4 \text{ A} \approx 27,1 \text{ V}$$

Ohne Verluste wären es etwa 27 V.

- c) Berechne die Verlustleistung des Transformators. Gib an, in welche Energieform die „verlorene“ Energie umgewandelt wird.

$$P_V = P_P - P_S = 92 \text{ W} - 78,2 \text{ W} = 13,8 \text{ W}$$

Sie wird in Wärme (innere Energie von Spulen und Eisenkern) umgewandelt.

Die Verlustleistung beträgt 13,8 W.

- d) Ein gleichartig gebauter Transformator soll in Kanada an einem Netz mit 120 V betrieben werden. Er liefert dieselbe Sekundärspannung und Sekundärstromstärke wie oben und hat denselben Wirkungsgrad. Berechne die Stromstärke im Primärkreis.

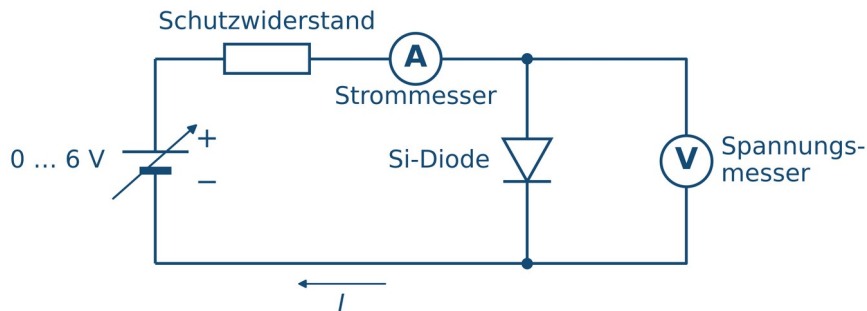
$$P_S = 78,2 \text{ W (wie in a)}; \quad P_P = P_S : \eta = 78,2 \text{ W} : 0,85 = 92 \text{ W}$$

$$I_P = P_P : U_P = 92 \text{ W} : 120 \text{ V} \approx 0,77 \text{ A}$$

Die Primärstromstärke beträgt etwa 0,77 A.

4 Schaltskizze

Die Kennlinie einer Silizium-Diode soll in Durchlassrichtung aufgenommen werden. Zeichne die Schaltskizze mit einstellbarer Spannungsquelle (0 V bis 6 V), Schutzwiderstand, Diode, Strom- und Spannungsmesser. Verwende die genormten Schaltzeichen und kennzeichne die Pole der Spannungsquelle.



Anode (Dreieck) zum Pluspol; Strommesser in Reihe, Spannungsmesser parallel zur Diode.

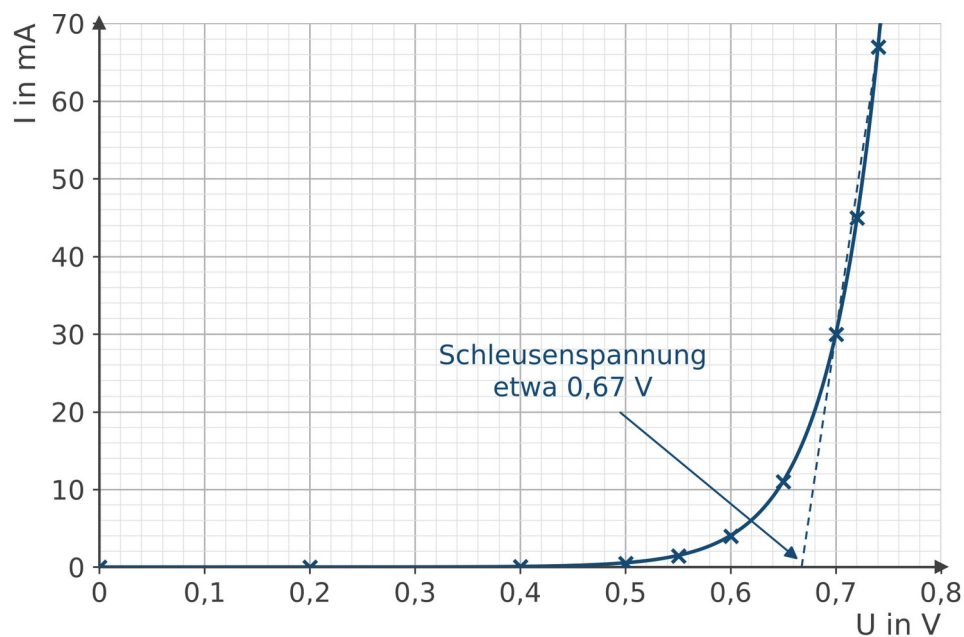
5 / 5

5 Kennlinie

Bei dem Versuch aus Aufgabe 4 wurden folgende Werte gemessen:

U in V	0	0,20	0,40	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,72	0,74
I in mA	0	0	0,1	0,5	1,5	4	11	30	45	67

Trage die Messwerte in das Koordinatensystem ein und zeichne die Kennlinie der Diode.



4 / 4

6 Schleusenspannung

Lies an deiner Kennlinie die Schleusenspannung der Diode ab und erkläre, was dieser Begriff bedeutet.

Schleusenspannung: etwa 0,65 V bis 0,7 V (Verlängerung des steilen Teils: etwa 0,67 V).

Bedeutung: Unterhalb der Schleusenspannung fließt praktisch kein Strom, die Diode sperrt. Erst wenn die Spannung in Durchlassrichtung die Schleusenspannung erreicht, leitet die Diode und die Stromstärke steigt sehr steil an.

3 / 3

7 Vorteile von Halbleiterbauelementen

Dioden, Transistoren und Chips haben ältere Bauteile wie Elektronenröhren und mechanische Schalter fast vollständig ersetzt. Nenne vier Vorteile von Halbleiterbauelementen.

- sehr klein und leicht (Miniaturisierung, viele Bauteile auf einem Chip)
- geringer Energiebedarf, kaum Wärmeentwicklung, kein Heizen nötig
- zuverlässig und verschleißfrei (keine beweglichen Teile), lange Lebensdauer
- billig in großer Stückzahl herzustellen; sehr schnelles Schalten

4 / 4

8 Dotierung

In einen reinen Siliziumkristall werden einzelne Indium-Atome eingebaut. Indium steht in der 3. Hauptgruppe des Periodensystems, Silizium in der 4. Hauptgruppe. Gib an, welche Art von Halbleiter dabei entsteht, und erkläre, warum der Kristall nun besser leitet.

Es entsteht ein p-Halbleiter (p-dotiertes Silizium).

Ein Indium-Atom hat nur drei Außenelektronen, ein Silizium-Atom vier. Im Kristall fehlt deshalb an jedem Indium-Atom ein Elektron für eine der vier Bindungen: Es entsteht ein „Loch“ (Defektelektron).

In dieses Loch kann ein Elektron aus einer Nachbarbindung springen; dadurch wandert das Loch weiter. Die Löcher verhalten sich wie bewegliche positive Ladungsträger. Ihre Zahl ist viel größer als im reinen Silizium, deshalb leitet der Kristall besser. Insgesamt bleibt er elektrisch neutral.

4 / 4