

**Musterklausur zur Vorlesung in Physik für Elektrotechniker im
SS 2001**

Name, Vorname Technik-elite.de

Matrikelnummer _____

Unterschrift _____

Geben Sie bei den Berechnungen jeweils die Gleichung an, die Sie benutzen und berechnen Sie dann erst den Zahlenwert. Der Zahlenwert allein genügt nicht als Ergebnis, man muß beim Korrigieren sehen können, wie er zustande kam.

Vergessen Sie nicht, hinter ausgerechneten Zahlenwerten die zugehörige SIEinheit anzugeben.

Sie haben 60 Minuten Zeit die Aufgaben zu bearbeiten.

Viel Glück!

Aufgabe	1	2	3	4	5
Punkte					

Gesamtpunktzahl: 26

Wichtige Konstanten:

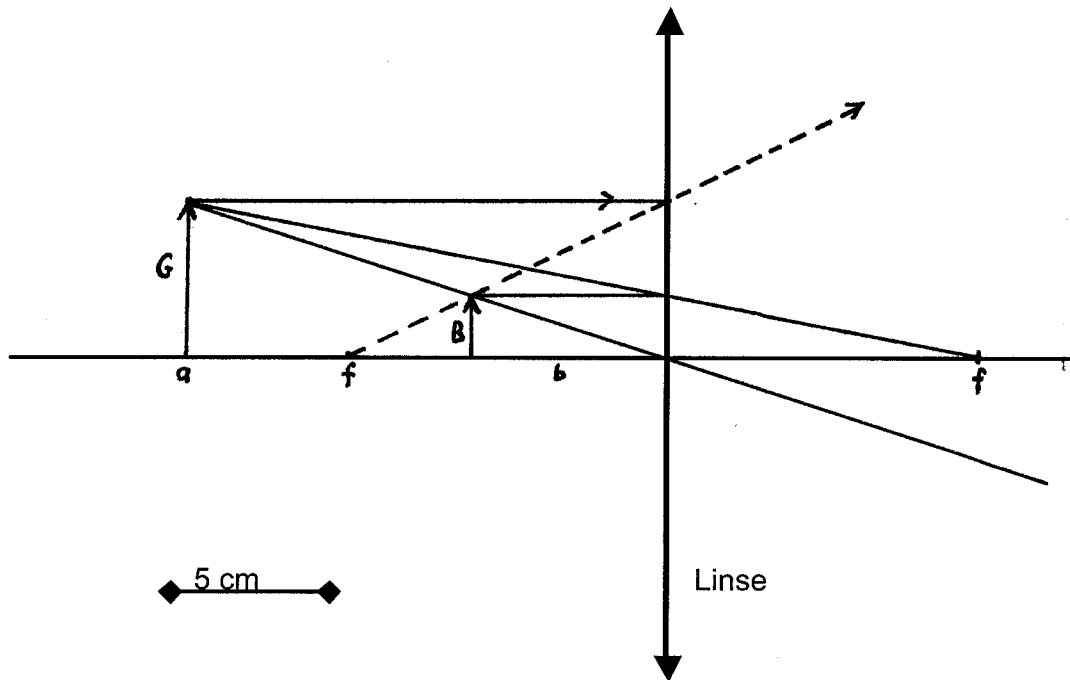
Vakuumllichtgeschwindigkeit: $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Planksche Konstante: $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarladung: $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Elektronenmasse: $m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Stefan-Boltzmann-Konstante: $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$

Aufgabe 1: Geometrische Optik

Vor einer Zerstreuungslinse mit einer Brennweite $f = -10$ cm steht in einer Entfernung von 15 cm ein 5 cm hoher Gegenstand.

a) Konstruieren Sie das Bild mit Maßstab.

2



b) Wie weit ist es von der Linse entfernt und wie groß ist es? Benutzen Sie die entsprechenden Abbildungsgleichungen und achten Sie auf das Vorzeichen!

$$v = \frac{-b}{a}, \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$f = \frac{ab}{a+b}, \quad af + bf = ab; \quad af = b(a-f)$$

$$\Rightarrow b = \frac{af}{a-f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Leftrightarrow b = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{a} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{-10\text{cm}} - \frac{1}{15\text{cm}} \right)^{-1};$$

$$= -6\text{cm}$$

$$v = \frac{-b}{a} = \frac{6\text{cm}}{15\text{cm}} = \frac{2}{5}$$

$$B = v \cdot G = \frac{2}{5} \cdot 10\text{cm} = 2\text{cm}$$

Σ Punkte =

2

Aufgabe 2: Wellenoptik

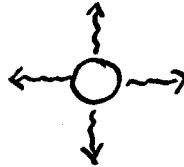
1. Eine schwarze Kugel wird mit einer eingebauten elektrischen Heizung auf einer Temperatur von konstant 800 K gehalten. Der Radius der Kugel ist $r = 10 \text{ cm}$.

a) Wie groß ist die Leistungsabgabe durch Wärmestrahlung?

$$r = 10 \text{ cm}, T = 800 \text{ K}$$

$$I_k^{em} = \sigma \cdot A \cdot T^4 = \sigma \cdot 4\pi r^2 \cdot T^4 = 2918 \text{ W}$$

2

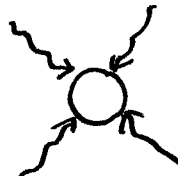


- b) Wie groß ist die Aufnahme von elektrischer Heizleistung, wenn die Umgebung der Kugel eine Temperatur von 300 K hat?

$$I_k^{abs} = \sigma \cdot A \cdot T_U^4 = 58$$

$$I_{el} = I_k^{em} - I_k^{abs} = 2860 \text{ W}$$

2



2. Das Auflösungsvermögen eines Mikroskops liegt etwa in der Größenordnung der Wellenlänge der verwendeten Strahlung. Welche Auflösung erzielt dann ein Lichtmikroskop für Grünes Licht mit einer Frequenz von $f = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$?

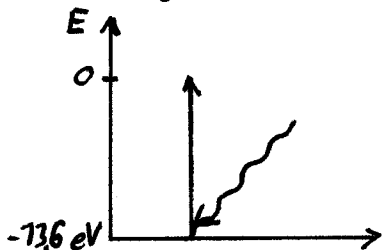
$$c = f \cdot \lambda, \quad \lambda = \frac{c}{f} = 500 \text{ nm}$$

2

Σ Punkte =

Aufgabe 3: Atom

1. Die Bindungsenergie des Elektrons im Wasserstoffatom beträgt 13,6 eV. Licht verschiedener Wellenlängen kann das Atom ionisieren. Geben Sie den Bereich der Wellenlängen an!



$$|E_B| = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda < \frac{hc}{|E_B|} = 91 \text{ nm}$$

2

2. Neon hat die Ordnungszahl $Z=10$. Geben Sie die Quantenzahlen aller Elektronen im Ne-Atom an!

$$Z = 10$$

$$n = 1, \dots$$

$$l = 0, \dots, n-1$$

$$m_l = -l, \dots, 0, \dots, l$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
l	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
m_l	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	1
m_s	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

2

3. Wie ändert sich der Transmissionskoeffizient einer Potentialbarriere, wenn sich Ihre Breite verdoppelt?

$$d \rightarrow 2d$$

$$T_d \propto e^{-d}$$

$$T_{2d} \propto e^{-2d}$$

$$T_{2d} = e^{-d} T_d$$

$$\frac{T_{2d}}{T_d} = \frac{e^{-2d}}{e^{-d}} = e^{-d}$$

1

4. Wie viel unterschiedliche Zustände gehören zu der Hauptquantenzahl $n = 4$?

$$2n^2 \text{ für } n=4$$

$$2 \cdot 4^2 = 32$$

$$N = 2n^2 = 32$$

1

Σ Punkte =

Aufgabe 4: Festkörper

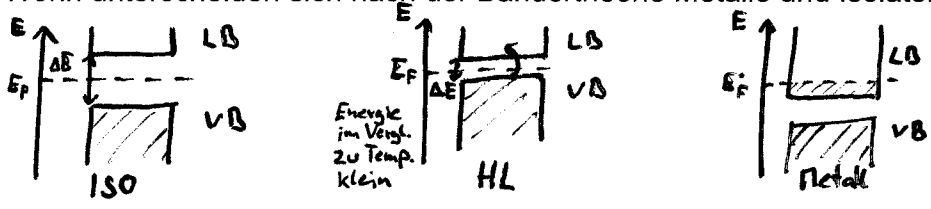
1. Berechnen Sie die kinetische Energie der Elektronen, die die höchste Wellenzahl in der ersten Brillouin-Zone haben. Gitterparameter $a = 0,12 \text{ nm}$.

$$E = \frac{1}{2} m v_c^2 = \frac{p^2}{2m} = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} \Big|_{k = \frac{\pi}{a}} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m a^2} = 26 \text{ eV}$$

$\lambda = \frac{h}{p} \quad p = \hbar k$

2

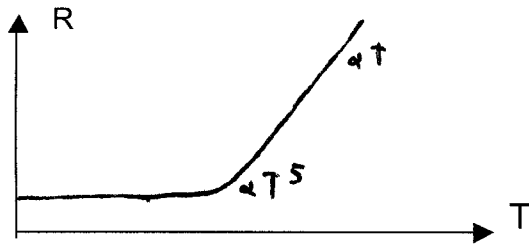
2. Worin unterscheiden sich nach der Bändertheorie Metalle und Isolatoren?



1

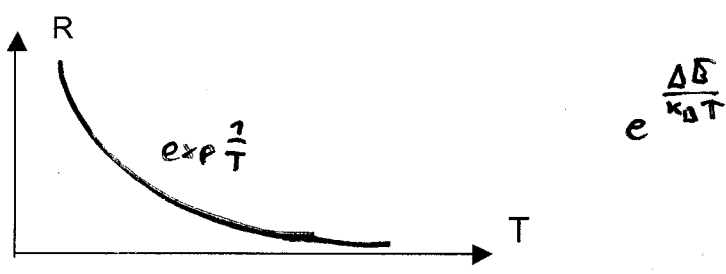
3. Skizzieren Sie die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit für

Metall



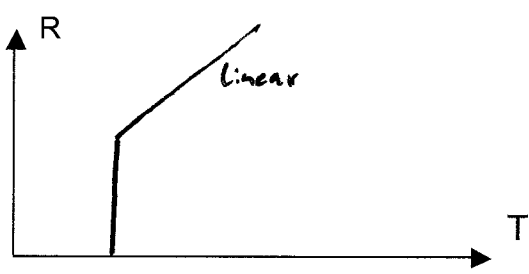
1

Halbleiter



1

Supraleiter



1

Σ Punkte =

Aufgabe 5: Kern

Beim Zerfall einer größeren Menge eines Radionuklides ist der zeitliche Verlust an Atomen proportional zur Anzahl der Atome N :

$$\frac{dN}{dt} = -p N \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{N} dN = -p dt$$

wobei p eine Proportionalitätskonstante ist.

- a) Lösen Sie die Differentialgleichung mit Hilfe der Methode der Separation der Variablen und anschließender Integration! Geben Sie den vollständigen Lösungsweg an!

$$\frac{1}{N} dN = -p dt$$

$$\int \frac{1}{N} dN = \int -p dt$$

$$\ln N = -p t$$

2

- b) Bestimmen Sie $N(t)$ unter der Bedingung, daß für $t = 0$ die Anzahl $N(0) = N_0$ ist. (N_0 ist die Anfangszahl.)

$$N(t) = ? \quad N(0) = N_0$$

$$\int_{N(t=0)}^{N(t)} \frac{dN}{N} = \int_0^t -p dt'$$

$$[\ln N]_{N(t=0)}^{N(t)} = [-p t']_0^t$$

$$\ln N(t) - \ln N(t=0) = -p t$$

$$\ln N(t) = \ln N(t=0) - p t$$

$$N(t) = e^{\ln(N(t=0))} \cdot e^{-p t}$$

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-p t}$$

$$\text{oder } \ln \frac{N(t)}{N_0} = -p t$$

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-p t}$$

$$\Rightarrow N(t) = N_0 e^{-p t}$$

Σ Punkte =

2