

**A1** ○ In elektrischen Leitern überlappen sich Valenzband und Leitungsband und ermöglichen eine gute Elektronenleitung. In Isolatoren besteht eine große Energielücke zwischen Valenz- und Leitungsband.

Diese ist so groß, dass sie in der Regel nicht überwunden werden kann. Für elektrische Leitung stehen dann keine Energiewerte zur Verfügung.

**A2** ⊖ Die Zahl der beweglichen Ladungsträger ist im Metall (nahezu) unabhängig von der Temperatur. Führt man einem elektrischen Leiter thermische Energie zu, so wird die unregelmäßige Bewegung der Elektronen und Atome des Drahtmaterials heftiger. Die vom Minuspol zum Pluspol strömenden Elektronen stoßen häufiger gegen schwingende Atome. Sie erfahren in ihrer Bewegung zum Pluspol einen größeren Widerstand.

**A3** ○ Die Betriebstemperatur sollte meistens zwischen ca. 10 °C und höchstens 50 °C liegen. Der sichere Betrieb wird sonst durch veränderte Widerstandswerte der Leiter bzw. Halbleiter, unterschiedliche Ausdehnungszahlen der Bauteilmaterialien, Kondenswasser, Abluftprobleme/Hitzestau und Funktionsprobleme der Anzeigen (LCD-Kristalle bei Kälte) gefährdet.

**A4** ⊖ Die Zuordnungen  $\vartheta \leftrightarrow I$  lauten: 20 °C  $\leftrightarrow$  12,5 mA; 40 °C  $\leftrightarrow$  57 mA; 50 °C  $\leftrightarrow$  90 mA. Daraus folgt mit  $R = U/I$  die Zuordnung  $\vartheta \leftrightarrow R$ : 20 °C  $\leftrightarrow$  480  $\Omega$ ; 40 °C  $\leftrightarrow$  105  $\Omega$ ; 50 °C  $\leftrightarrow$  67  $\Omega$ .

**A5** ● Große Stromstärken erwärmen den Halbleiter, dessen Widerstand dadurch sinkt. Bei konstanter Spannung erhöht sich so die Stromstärke weiter, was dann zur thermischen Überlastung des Halbleiters bzw. Bauelementes führen kann.

**A6** ⊖ a) Die Zuordnungen  $R \leftrightarrow \vartheta$  lauten:

2 k $\Omega$   $\leftrightarrow$  58 °C, 4 k $\Omega$   $\leftrightarrow$  42 °C, 6 k $\Omega$   $\leftrightarrow$  32 °C, 10 k $\Omega$   $\leftrightarrow$  20 °C

b) Im Bereich zwischen 20 °C bis zu 40 °C ist die Kurve relativ wenig gekrümmt. Daher eignet sich dieses Intervall für eine lineare Annäherung der Abhängigkeit  $\vartheta$  von  $R$ .

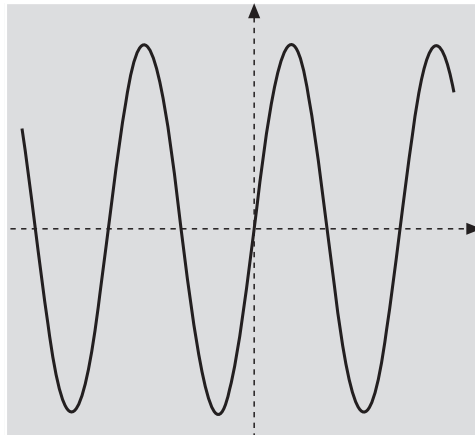
**A7** ⊖ Ein Halbleiter ist ein neutraler Kristall. Wird er mit neutralen Fremdatomen dotiert, so bleibt er neutral. Lediglich die Umgebung der dreiatomigen Fremdatome ist negativ, diejenige der fünfatomigen Fremdatome positiv geladen. Durch das Dotieren erhöht sich die Zahl der beweglichen Ladungsträger im Kristall.

**A8** ○ Elektrischer Strom besteht nur dann in einer Diode, wenn bei richtiger Polung eine bestimmte Mindestspannung an den Enden der Diode überschritten wird. In Glühlampen besteht ein Strom bei beliebiger Spannung und Polung.

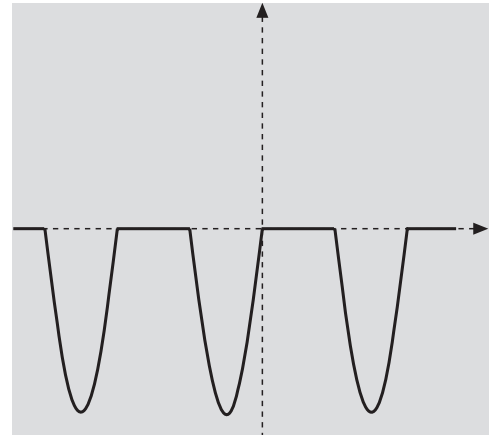
**A9** ⊖ Man überdeckt eine blaue LED mit einer Schicht Phosphor. Blaues Licht wird beim Durchgang durch die Phosphorschicht zum Teil in gelbes gewandelt. Die Farbmischung der beiden Anteile erscheint dem Menschen wie weißes Licht.

**A10** ⊖ Die  $U$ - $I$ -Kennlinie zeigt eine Stromstärke von 0 mA bis zu einer Spannung von etwa 0,6V. Dann steigt die Stromstärke mit zunehmender Spannung stark an. Die Kennlinie belegt, dass eine Diode lediglich eine Stromrichtung erlaubt, in dieser Richtung aber eine Mindestspannung für den Strom erforderlich ist.

A11 a)



b)



**A12** ○ Aufgabe von Solarzellen ist es, Strahlungsenergie der Sonne in elektrische Energie zu überführen. Dabei erhitzt sich die Solarzelle, weil ein Teil der Strahlungsenergie in thermische Energie der Solarzelle überführt wird.

**A13** ○ Eine Silicium-Solarzelle besteht aus zwei unterschiedlich dotierten Siliciumschichten. Außen sind Metallelektroden angebracht und sorgen für eine Verbindung zum Stromkreis. Die Elektrode des zur Sonne ausgerichteten und sehr dünn bemessenen n-dotierten Halbleiters ist kammartig gestaltet, damit Licht der Sonne zum Silizium durchgelassen wird. An der Grenzfläche der Schichten bildet sich eine Sperrschicht im Silicium aus.

**A14** ○ Licht kann über den n-dotierten Halbleiter in die Sperrschicht eindringen, weil die n-Schicht sehr dünn ist. Die Energie des Lichts kehrt die Rekombination von Elektronen und Elektronenfehlstellen um. In der Sperrschicht entstehen so frei bewegliche Elektronen und Elektronenfehlstellen.

Wegen der ortsfesten positiven Ladung in der n-Schicht und der ortsfesten negativen Ladung in der p-Schicht bewegen sich Elektronen nach oben zur n-dotierten Seite und Elektronenfehlstellen nach unten zur p-dotierten Seite. Die Strahlungsenergie der Sonnen bewirkt eine – im Vergleich zur Leuchtdiode – umgekehrte Bewegung der Ladungsträger. An den Metallelektroden der Solarzelle bilden sich so elektrische Pole.

**A15** ○ Die erforderliche Spannung ist durch eine Reihenschaltung der Zellen möglich. Es gilt für die Anzahl  $n$  der Zellen:  $n \cdot 0,7V \geq 10V$ . Daraus ergibt sich  $n \geq 15$ .

Eine Kurzschlussstromstärke von mindestens 2 A erhält man durch Parallelschaltung der Zellen. Es gilt für die Anzahl  $m$  der Zellen:  $m \cdot 0,15 A \geq 2 A$ . Daraus ergibt sich  $m \geq 14$ . Man benötigt also insgesamt  $m \cdot n = 14 \cdot 15 = 210$  Solarzellen, um die Bedingungen zu erfüllen.