



Amateurfunk Prüfungsvorbereitung Klasse A

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

Methodik und Hinweis auf mögliche Fehler

Die richtigen Lösungen zu den Prüfungsfragen sind aus dem Fragenkatalog bekannt, hier geht es nur um den Weg dorthin.

- Bei Rechenaufgaben bekommst Du einen hoffentlich hinreichend nachvollziehbaren Lösungsweg präsentiert, der Dir zeigt, wie Du auf den richtigen Wert kommst.
- Bei Wissensfragen in Textform bekommst Du eine Argumentation, warum die richtige Lösung richtig und die anderen Lösungsvorschläge falsch sind.
- Außerdem bekommst Du die Hintergrundinformationen, die Du benötigst, um die Wissens-/Textaufgaben lösen zu können. Dies kann in vielen Fällen ausreichend sein, hängt aber auch von Deinen persönlichen Kenntnissen in Mathematik und Physik ab.
- Dieses Lernmaterial kann einen Amateurfunk-Prüfungsvorbereitungskurs vor Ort oder Online und/oder ein Lehrbuch selbstverständlich nicht ersetzen, sondern nur ergänzen.

Die Unterlage wurden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Fehler sind jedoch nicht gänzlich auszuschließen ...

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

Überblick

Kapitel	Thema	Fragen	Anzahl
5.1.1	Größen und Einheiten	AA101 – AA116	16
Summe			16

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA101 Welche Einheit wird üblicherweise für die Impedanz verwendet?

- A Ohm**
- B Farad**
- C Siemens**
- D Henry**

Erklärung:

Impedanz (Z):

- Elektrischer Widerstand in der Wechselstromtechnik

Ohm:

- Einheit für den elektrischen Widerstand R

Farad:

- Einheit für die elektrische Kapazität C

Siemens:

- Einheit für den elektrischen Leitwert G

Henry:

- Einheit für die Induktivität L

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA102 Welche Einheit wird üblicherweise für die elektrische Ladung verwendet?

- A** Amperesekunde (As)
- B** Kilowatt (kW)
- C** Joule (J)
- D** Ampere (A)

Erklärung:

Elektrische Ladung Q:

- Größe, die den Unterschied zwischen positiven Ladungen und negativen Ladungen in einem Körper beschreibt.

Amperesekunde:

- Einheit für die elektrische Ladung Q. 1 Coulomb C = 1 As

Kilowatt:

- Einheit für die Leistung P

Joule:

- Einheit für die Energie E

Ampere:

- Einheit für die Stromstärke

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA103 Welche Einheit wird üblicherweise für die Energie verwendet?

- A Joule (J) bzw. Wattstunden (Wh)**
- B Volt (V) bzw. Watt pro Ampere (W/A)**
- C Watt (W) bzw. Joule pro Stunde (J/h)**
- D Watt (W) bzw. Voltampere (VA)**

Erklärung:

Energie (E) = Arbeit (W)

- Werden unter dem Druck der elektrischen Spannung U Ladungsträger mit der Elektrizitätsmenge Q bewegt, so wird dabei eine Arbeit verrichtet

Joule, Wattstunden

- Einheit für die Energie E ,
 $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$, $E = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$

Volt:

- Einheit für die elektrische Spannung U

Watt, Joule/Stunde:

- Einheit für Leistung

Watt, Voltampere:

- Einheit für elektrische Leistung $P = U \cdot I$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA104 Welche Einheit wird üblicherweise für die Symbolrate verwendet?

- A Baud (Bd)**
- B Bit pro Sekunde (Bit/s)**
- C Hertz (Hz)**
- D Dezibel (dB)**

Erklärung:

Symbolrate (auch Baudrate):

Ist in der digitalen Übertragungstechnik und Nachrichtentechnik die Anzahl der übertragenen Symbole pro Zeitspanne. Symbole können unterschiedliche Bit-Längen haben: 2, 3, 6, 8, ...

Baud:

Einheit für die Symbolrate

Bit / Sekunde:

Einheit für Datenübertragungsrate

Hertz:

Einheit für die Frequenz f

Dezibel (dB)

$\frac{1}{10} B$ (B = Bel)

1 B = Dekadischer Logarithmus des Verhältnisses zweier Größen der gleichen Art bei Pegeln und Maßen, einheitenlos.

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA105 Einer Leistungsverstärkung von 40 entsprechen ...

- A** 16 dB.
- B** 36,8 dB.
- C** 32 dB.
- D** 73,8 dB.

Lösung / Rechenweg:

Merke: 1 B = 10 dB

$$\log_{10}(40) = 1,60 \text{ B (Bel)} = 1,60 \cdot 10 \text{ dB} = 16 \text{ dB}$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA106 Ein HF-Leistungsverstärker hat eine Verstärkung von 16 dB mit maximal 100 W Ausgangsleistung. Welche HF-Ausgangsleistung ist zu erwarten, wenn der Verstärker mit 1 W HF-Eingangsleistung angesteuert wird?

- A** 40 W
- B** 4 W
- C** 16 W
- D** 20 W

Lösung / Rechenweg:

$$10 \log_{10}(x) = 16 \text{ [dB]}$$

$$\log_{10}(x) = 1,6$$

$x = 10^{1,6} = 39,81 \approx 40$ Verstärkungsfaktor,
d.h. Verstärkung von 1 W auf 40 W

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA107 Ein Sender mit 1 W Ausgangsleistung ist an eine Endstufe mit einer Verstärkung von 10 dB angeschlossen. Wie groß ist der Ausgangspegel der Endstufe?

- A 10 dBW**
- B 1 dBW**
- C 3 dBW**
- D 20 dBW**

Lösung / Rechenweg:

$$1 \text{ W} \cdot 10 \text{ dB} = 10 \text{ dBW}$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA108 Der Ausgangspegel eines Senders beträgt 20 dBW. Dies entspricht einer Ausgangsleistung von ...

- A** 10^2 W.
- B** $10^{0,5}$ W.
- C** 10^{20} W.
- D** 10^1 W.

Lösung / Rechenweg:

$$20 \text{ dBW} = 1 \text{ W} \cdot 20 \text{ dB} = 1 \text{ W} \cdot 2 \text{ B}, \\ \text{da } 20 \text{ dB} = 2 \text{ B}$$

$$2 \text{ [B]} = \log_{10}(x), \text{ d.h. } x = 10^2 \text{ Verstärkungsfaktor} \\ \text{Also: } 1 \text{ W} * 10^2 = 10^2 \text{ W}$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA109 Ein Sender mit 1 W Ausgangsleistung ist an eine Endstufe mit einer Verstärkung von 10 dB angeschlossen. Wie groß ist der Ausgangspegel der Endstufe?

- A 40 dBm**
- B 30 dBm**
- C 20 dBm**
- D 10 dBm**

Lösung / Rechenweg:

Bei der dBm Berechnung werden Milliwatt ins Verhältnis gesetzt.

$$10 \text{ dB} = 1 \text{ B} = \log_{10}(x), \text{ wobei } x \text{ der Verstärkungsfaktor ist.} \quad x^1 = 10$$

$$\text{d.h. } 1 \text{ W} \cdot 10 \text{ Ausgangsleistung an der Endstufe} \\ = 10 \text{ W} = 10.000 \text{ mW}$$

d.h.

$$10 \cdot \log_{10}(10.000 \text{ mW} / 1 \text{ mW}) \\ = 10 \cdot 4 \text{ dBm} = 40 \text{ dBm}$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA110 Welcher Leistung entsprechen die Pegel 0 dBm, 3 dBm und 20 dBm?

- A** 1 mW, 2 mW, 100 mW
- B** 1 mW, 1,4 mW, 10 mW
- C** 0 mW, 30 mW, 200 mW
- D** 0 mW, 3 mW, 20 mW

Lösung / Rechenweg:

$$P(\text{mW}) = 10^{\frac{P(\text{dBm})}{10}}$$

$$0 \text{ dBm: } P(\text{mW}) = 10^{0/10} = 10^0 = 1 \text{ mW}$$

$$3 \text{ dBm: } P(\text{mW}) = 10^{3/10} = 1,995 \approx 2 \text{ mW}$$

$$20 \text{ dBm: } P(\text{mW}) = 10^{20/10} = 10^2 = 100 \text{ mW}$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten / Unterschiedliche dB Skalen für Leistung und Spannung I

Wie kommt es zu den unterschiedlichen Skalen bzw. den Faktoren **10** und **20** bei Leistung und Spannung?

Für **Leistungen** gilt: $dB = \boxed{10} \cdot \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$

da $P = \frac{U^2}{R}$ ist, kann man für **Spannungen** umschreiben:

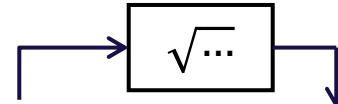
$$dB = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\frac{U_1^2}{R}}{\frac{U_2^2}{R}} \right) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_1^2}{U_2^2} \right)$$

$$dB = 10 \cdot \log_{10} \left(\left(\frac{U_1}{U_2} \right)^2 \right) = 10 \cdot 2 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_1}{U_2} \right) = \boxed{20} \cdot \log_{10} \left(\frac{U_1}{U_2} \right)$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten / Unterschiedliche dB Skalen für Leistung und Spannung II

Welche Beziehung besteht zwischen den beiden Skalen Leistungsverhältnis und Spannungsverhältnis?



Leistungsverhältnis Spannungsverhältnis

-20 dB	0,01	0,1
-10 dB	0,1	0,32
-6 dB	0,25	0,5
-3 dB	0,5	0,71
-1 dB	0,79	0,89
0 dB	1	1
1 dB	1,26	1,12
3 dB	2	1,41
6 dB	4	2
10 dB	10	3,16
20 dB	100	10

Es gilt:

$$P = \frac{U^2}{R} \Leftrightarrow U = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

Bei der Verhältnisbetrachtung entfällt R , da es sich herauskürzt.

Es bleibt der Wurzeloperator ...

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA111 Einem Spannungsverhältnis von 15 entsprechen ...

- A** 23,5 dB.
- B** 15 dB.
- C** 54 dB.
- D** 11,7 dB

Lösung / Rechenweg:

$$20 \cdot \log_{10}(15) = 20 \cdot 1,176 = 23,521 \approx 23,5 \text{ dB}$$

Die Tabelle im Hilfsmittel hilft hier nicht weiter, weil sie bei einem Spannungsverhältnis von 10 endet.

Allerdings lässt sich schon ableiten, dass die Lösungen B und D ausscheiden, da deren Spannungsverhältnis kleiner 10 sein müssen.

Spannungsverhältnis

-20 dB	0,1
-10 dB	0,32
-6 dB	0,5
-3 dB	0,71
-1 dB	0,89
0 dB	1
1 dB	1,12
3 dB	1,41
6 dB	2
10 dB	3,16
20 dB	10

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA112 Der Pegelwert 120 dB μ V/m entspricht einer elektrischen Feldstärke von ...

- A** 1 V/m.
- B** 0,78 V/m.
- C** 41,6 V/m.
- D** 1000 kV/m.

Lösung / Rechenweg:

Pegelwert = 120 dB μ V/m,
Bezugspunkt = 1 dB μ V/m

Für Spannungen und Feldstärken gilt die Formel:

$$\text{Verhältnis} = 10^{\frac{dB}{20}}$$

$$\text{d.h. Verhältnis} = 10^{(120/20)} = 10^6 = 1.000.000$$

Die Feldstärke ist 1.000.000-mal größer als der Bezugswert von 1 μ V/m, also:

$$10^6 \cdot 10^{-6} \text{ V/m} = 1 \text{ V/m}$$

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA113 Wie groß ist der Unterschied zwischen den S-Stufen S4 und S7 in dB?

- A** 18 dB
- B** 9 dB
- C** 15 dB
- D** 3 dB

Lösung / Rechenweg:

Jede S-Stufe bedeutet ein Unterschied von 6 dB.

Zwischen S4 und S7 liegen drei S-Stufen (S5, S6 und S7).

$3 \text{ Stufen} \times 6 \text{ dB pro Stufe} = 18 \text{ dB}$

18 dB bedeutet ca. 8-fache Spannung am Empfänger-eingang und eine Leistungssteigerung um den Faktor 64.

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

**AA114 Wie stark ist die Empfängereingangsspannung abgesunken, wenn die S-Meter-Anzeige durch Änderung der Ausbreitungsbedingungen von S9+20 dB auf S8 zurückgeht?
Die Empfängereingangsspannung sinkt um ...**

- A** 26 dB.
- B** 23 dB.
- C** 6 dB.
- D** 20 dB

Lösung / Rechenweg:

Jede S-Stufe bedeutet ein Unterschied von 6 dB.

S9+20 auf S9 zurück bedeutet: 20 dB

S9 auf S8 zurück bedeutet: 6 dB

Summe 26 dB

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA115 Eine Genauigkeit von 1 ppm bei einer Frequenz von 435 MHz entspricht ...

A 435 Hz.

B 43,5 Hz.

C 4,35 MHz.

D 4,35 kHz.

Lösung / Rechenweg:

1 ppm bedeutet 1 Teil pro Million,
also $1/1.000.000$ oder 10^{-6} .

Multiplikation der Grundfrequenz mit 1 ppm:

$$\begin{aligned}435 \text{ MHz} &\cdot 10^{-6} \\&= 435 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 10^{-6} \\&= 435 \text{ Hz}\end{aligned}$$

Alternative Überlegung:

$$\begin{aligned}\text{ppm} &= \dots \text{ pro } 1.000.000 \\M \text{ (Mega)} &= 1.000.000\end{aligned}$$

Beides hebt sich auf / „kürzt“ sich weg – es bleiben 435 Hz.

5.1 Allgemeine mathematische Grundkenntnisse und Größen

5.1.1 Größen und Einheiten

AA116 Die Frequenzerzeugung eines Senders hat eine Genauigkeit von 10 ppm. Die digitale Anzeige zeigt eine Sendefrequenz von 14,200.0 MHz an. In welchen Grenzen kann sich die tatsächliche Frequenz bewegen?

- A** Zwischen 14,199 858–14,200 142 MHz
- B** Zwischen 14,199 986–14,200 014 MHz
- C** Zwischen 14,199 990–14,200 010 MHz
- D** Zwischen 14,198 580–14,201 420 MHz

Lösung / Rechenweg:

Maximale Abweichung ist:

$$14,200.0 \text{ MHz} \cdot 10 \text{ ppm} \\ = 14,200,000 \text{ Hz} \cdot (10 \cdot 10^{-6}) = 142 \text{ Hz}$$

Tatsächliche Frequenz

$$= \text{angezeigte Frequenz} \pm 142 \text{ Hz}$$

Untere Grenze:

$$14,200.0 \text{ MHz} - 142 \text{ Hz} \\ = 14.199.858 \text{ Hz} \\ = 14,199 858 \text{ MHz}$$

Obere Grenze:

$$14,200.0 \text{ MHz} + 142 \text{ Hz} \\ = 14.200.142 \text{ Hz} \\ = 14,200 142 \text{ MHz}$$