

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure II  
Prof. Dr. K. Roßnagel, SS 2019  
Blatt 17 – zu bearbeiten bis zum 30. April 2019

1. Berechnen Sie für die komplexen Zahlen  $z_1 = a_1 + ib_1$ ,  $z_2 = a_2 + ib_2$ ,  $z_3 = c_3 e^{i\phi_3}$ ,  $z_4 = c_4 e^{i\phi_4}$ :
- a)  $z = z_1 z_2$
  - b)  $z = z_1 z_2^*$
  - c)  $z = z_1^2$
  - d)  $z = z_1 z_1^*$
  - e)  $x = z_1 + z_1^*$
  - f)  $z = z_1 / z_2$
  - g)  $z = z_3 z_4$
  - h)  $z = z_3 z_4^*$
  - i)  $z = z_3 / z_4$
  - j)  $z = \sqrt[3]{z_1}$
  - k)  $z = \sqrt[3]{z_3}$

Geben Sie auch jeweils den Realteil  $\Re(z)$  und Imaginärteil  $\Im(z)$  des Ergebnisses an. (Dabei seien  $a_n$ ,  $b_n$ ,  $c_n$  und  $\phi_n$  reelle Zahlen.)

- l) Zeichnen sie die vier komplexen Zahlen  $z_1 = \sqrt{\frac{8}{5}} + i\sqrt{\frac{2}{5}}$ ,  $z_2 = \frac{1}{2}(1+i)$ ,  $z_3 = z_1 z_2$  und  $z_4 = z_1 / z_2$  in die Gaußsche Zahlenebene ein.

2. Der Zeiger eines Amperemeters mit Trägheitsmoment  $J$  ist an einer Torsionsfeder mit Federkonstante  $c$  aufgehängt. In der Ruhelage der Feder zeigt der Zeiger auf Null. Ein konstanter Strom  $I$  durch das Amperemeter bewirkt über eine Magnetspule ein dem Strom proportionales Drehmoment  $M$  auf den Zeiger. Die Bewegung des Zeigers wird durch (nicht-turbulente) Reibung in der Luft gedämpft, mit Reibungskonstante  $k$ .
- a) Wie lautet die Bewegungsgleichung für die Auslenkung  $\varphi$  des Zeigers? (Lineare inhomogene Differentialgleichung 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten).
  - b) Warum ist diese Gleichung inhomogen?
  - c) Bestimmen sie alle Lösungen der Bewegungsgleichung. Es gibt drei Klassen von Lösungen, je nach der relativen Größe der Koeffizienten.
  - d) Zeichnen Sie schematisch den Verlauf der Lösungen  $\varphi(t)$  für die drei Fälle.
  - e) Welche der drei Lösungsklassen wird bei der Konstruktion von Zeigerinstrumenten angestrebt.

Ein allgemeines Lösungsverfahren für Differentialgleichungen dieses Typs finden Sie auf der Web-Seite:

<http://www.ieap.uni-kiel.de/et/lehre/Uebungen/Ingenieure/DGL.pdf>

<http://www.ieap.uni-kiel.de/et/lehre/Uebungen/Ingenieure/>