

SW_18_08	Schwingungen und Wellen Erzwungene Federschwingung	LK
----------	---	----

Unterrichtliche
Voraussetzungen: harmonische gedämpfte Schwingungen
angeregte Schwingungen
Resonanz
Phasenverschiebung

Literaturangaben:

Verfasser: Peter Bastgen
Gymn. Erfstadt Lechenich
Dr. Jos. Fieger Straße
50374 Erfstadt

LK	Physik	Jgst:	Klausur-Nr.	Datum:
----	--------	-------	-------------	--------

Aufgabe:

- a) Notieren Sie für eine gedämpfte Schraubenfederschwingung (Reibungsfaktor R , Federkonstante D , angehängte Masse m) die Gleichungen für die Eigenfrequenz ω_0 und die Dämpfung δ .
- b) Notieren Sie die Gleichung der Amplituden und der Phasenverschiebung φ der Schwingung bei Anregung durch eine Kraft $F = F_0 \cos(\omega t)$. Diskutieren Sie dabei insbesondere auf die Fälle
- i) $\omega \rightarrow 0$ Hz
 - ii) $\omega \rightarrow \omega_0$
 - iii) $\omega \rightarrow \infty$ Hz.

c) Gegeben seien

$$R = 2 \text{ kg/s}$$

$$D = 100 \text{ N/m}$$

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$F_0 = 2 \text{ N}$$

- i) Berechnen Sie für obige Randbedingungen die Eigenfrequenz ω_0 und die Dämpfung δ .
- ii) Berechnen Sie für die angegebenen Frequenzen Amplitude und Phasenverschiebung
 - (i) $\omega \rightarrow 0$ Hz
 - (ii) $\omega \rightarrow \omega_0$
 - (iii) $\omega \rightarrow \infty$ Hz
 - (iv) $\omega = 50$ Hz

Lösung zu a)

$$\omega_0^2 = \frac{D}{m}$$

$$\delta = \frac{R}{2m}$$

Lösung zu b)

$$A_{(\omega)} = \frac{F}{m} \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\delta\omega)^2}}$$

$$\tan \varphi = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad \text{für } \omega < \omega_0$$

bzw.

$$\cos \varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\delta\omega)^2}} \quad \text{für } \omega > \omega_0$$

damit ergibt sich:

(i) $\omega \rightarrow 0 \text{ Hz}$

$$A = \frac{F}{m} \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{F}{m} \frac{m}{D} = \frac{F}{D}$$

$$\varphi = \arctan(0) = 0$$

(ii) $\omega \rightarrow \omega_0$

$$A = \frac{F}{m} \frac{1}{2\delta\omega_0} = \frac{F}{m} \frac{1}{2R \cancel{2m} \sqrt{\cancel{D}/m}} = \frac{F}{R} \sqrt{\frac{m}{D}}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

(iii) $\omega \rightarrow \infty \text{ Hz}$

$$A = 0$$

$$\varphi = \pi$$

Lösung zu c)

R =	2 kg/s
D =	100 N/m
m =	0,2 kg
F ₀ =	2 N

ω_0	22,361 1/s
δ	5,000 1/s

A(0)	0,020 m
A(ω_0)	0,045 m
A(∞)	0,000 m
A(50Hz)	0,005 m

$\varphi(0)$	0,000 Rad
$\varphi(\omega_0)$	1,571 Rad
$\varphi(\infty)$	3,142 Rad
$\varphi(50\text{Hz})$	2,897 Rad