

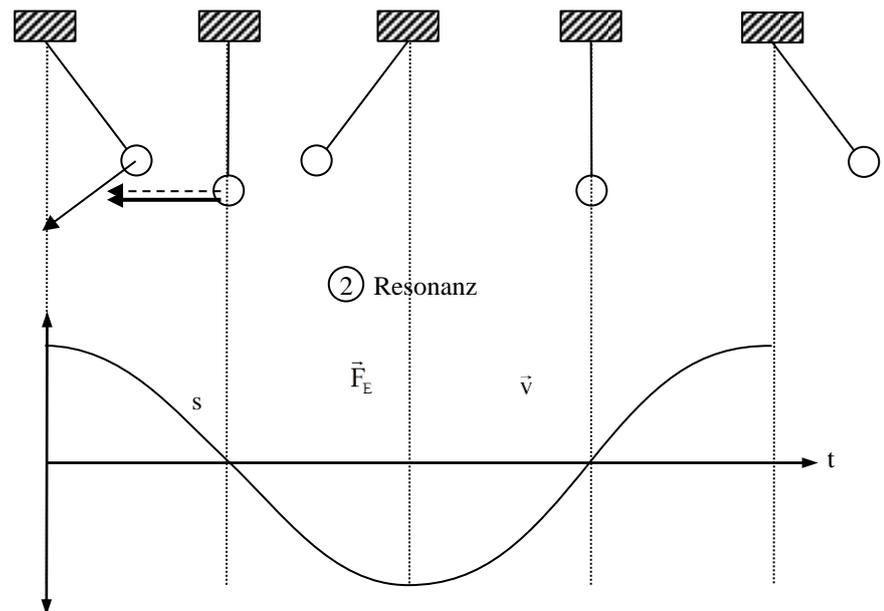
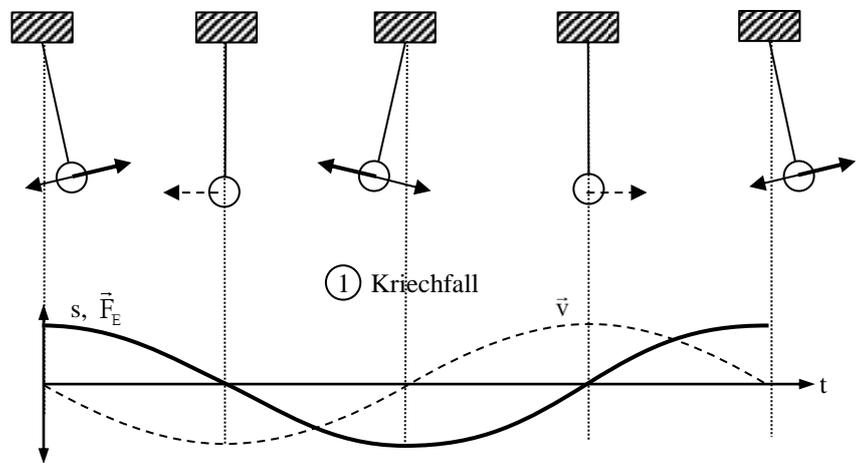
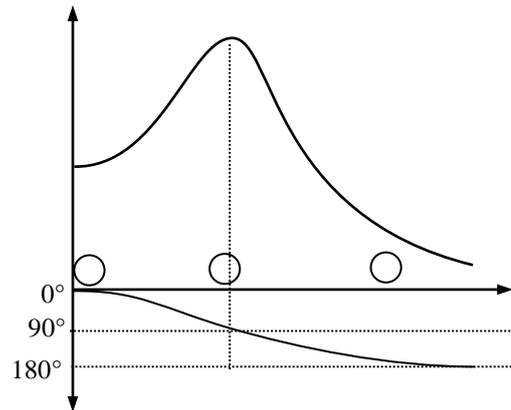
4.1. Aufgaben zur Resonanz

Aufgabe 1: Resonanz beim Fadenpendel

Ergänze den Text und die Zeichnungen.

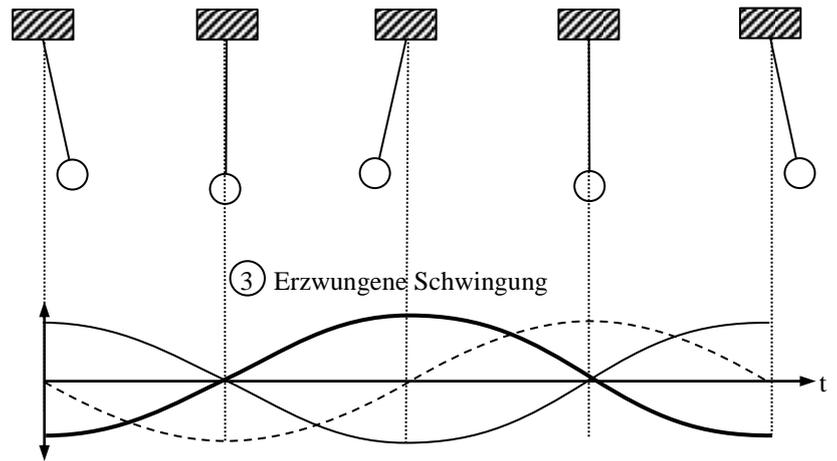
1. Im langsamen **Kriechfall** bei $f_e = f \approx 0$ folgt das schwingende System dem _____ im Gleichtakt mit Phasendifferenz $\Delta\varphi = \varphi_e - \varphi = \underline{\hspace{2cm}}$ und Amplitude $\hat{s} = \underline{\hspace{2cm}}$ Amplitude \hat{s}_e . Die Kraft des Erregers ist annähernd gleich und _____ zur Rückstellkraft, so dass aufgrund des Kräftegleichgewichts _____ keine _____ stattfindet. Die in der der ersten Viertelperiode zugeführte _____ Energie wird beim Rücklauf während der folgenden Viertelperiode vollständig wieder an den _____ abgegeben.

2. Nähert sich die Erregerfrequenz f_e der _____ Frequenz $f_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}$, so bleibt das System aufgrund seiner _____ immer weiter hinter dem Erreger _____ und die Phasendifferenz nähert sich $\Delta\varphi = 90^\circ$. Bei dieser Phasenverschiebung wirkt der Erreger einerseits immer _____ Bewegungsrichtung und andererseits immer _____ die Rückstellkraft, so dass in jeder Periode sowohl _____ als auch _____ Energie zugeführt werden. Dadurch steigt die Amplitude \hat{s} auf ein _____, was bei mangelnder _____ zur **Resonanzkatastrophe** führen kann.



3. Steigert sich die Erregerfrequenz weiter, so bleibt das System aufgrund seiner Trägheit immer weiter zurück und die Phasendifferenz strebt gegen $\Delta\varphi = 180^\circ$.

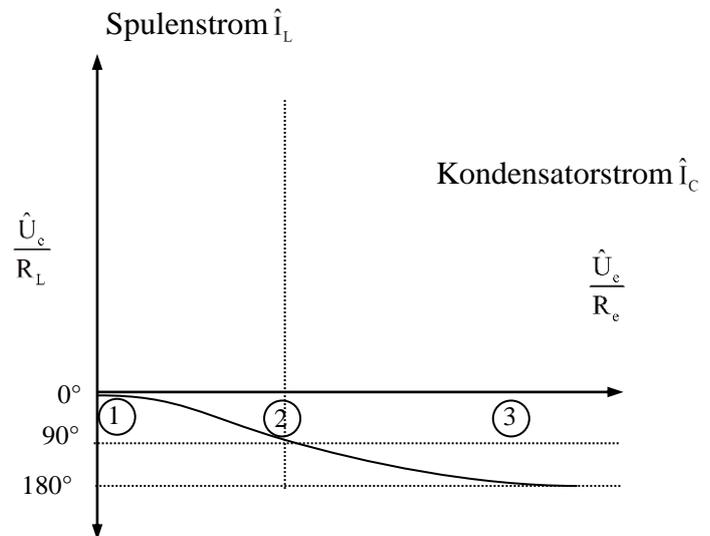
Der Erreger wirkt zunehmend _____ Richtung der Rückstellkraft und _____ die Bewegungsrichtung. Die Amplitude \hat{s} nimmt ab und die Schwingung degeneriert zu einer **erzwungenen Schwingung**, wobei sich System und Erreger genau _____ zueinander bewegen und der Rückstellkraft vollständig durch den _____ ersetzt wird.



Aufgabe 2: Resonanz beim Schwingkreis

Ergänze den Text und die Zeichnung:

1. **Kriechphase:** Bei langsam einsetzenden Spannungswechseln des Erregers findet noch keine _____ in der Spule statt und der Schwingkreis folgt passiv dem Erreger mit _____ Phase $\varphi = \varphi_e$ bzw. $\Delta\varphi = \underline{\hspace{1cm}}$ und gleicher Spannungsamplitude $\hat{U} = \hat{U}_e$. Der sehr langsame _____vorgang des Kondensators erfordert nahezu keinen Strom $\hat{I}_C = 0$, während der Strom durch die _____ $\hat{I}_L = \frac{\hat{U}_e}{R_L}$ nahezu ausschließlich durch ihren _____ Widerstand R_L bedingt wird.



2. **Resonanzphase:** Mit steigender Frequenz bewirkt die _____ in der Spule nach der _____ Regel eine _____ der Spannungswechsel und damit eine Phasenverschiebung $\Delta\varphi = \varphi_e - \varphi > 0$. Der verzögert entladene _____ erhöht die Anregungsspannung und die Amplitude nimmt _____, so dass $\hat{U} > \hat{U}_e$. Durch die erhöhte Zahl der Lade- und Entladevorgänge fließt ein _____ Strom auch durch den _____. Bei Erreichen der **Eigenfrequenz** $f_0 = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$ folgt der Schwingkreis im Phasenabstand einer _____periode und im _____takt der Anregung, so dass der Ladevorgang in jeder Periode **maximal verstärkt** wird. Der Schwingkreis nimmt in jeder Periode _____ auf, so dass es ohne ausreichende _____ zur _____katastrophe bzw. Zerstörung der Bauteile kommt.

3. **Erzwungene Schwingung:** Bei weiterer S der Anregungsfrequenz läuft der Schwingkreis der Anregung infolge der _____ der Spule zunehmend _____, so dass die Phasenübereinstimmung bzw. die Energiezufuhr immer seltener eintreten. Die Phasenverzögerung steigt so lange an, bis Erreger und Schwingkreis schließlich im _____takt schwingen mit $\Delta\varphi = 180^\circ$. Die Spule erzeugt infolge der schnellen Stromänderungen eine immer größere _____spannung und lässt schließlich nahezu keinen _____ mehr passieren: $\hat{I}_L = 0$. Der Strom durch den Kondensator $\hat{I}_C = \frac{\hat{U}_e}{R_e}$ wird nahezu ausschließlich durch die sehr schnellen Lade- und Entladevorgänge des _____ sowie den Innenwiderstand R_e des _____ bedingt.