Der elektrische Schwingkreis

Thomas Kuster

5. November 2008

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwissen und Voraussetzungen **1**

2 Präsentation **2**
2.1 Informierender Unterrichtseinstieg 2
2.1.1 Thema 2
2.1.2 Lernziele 2
2.1.3 Arbeitsschritte 2
2.2 Lehrer gibt weiteren Input 3
2.3 Überleitung 5

3 Schüleraktivität **6**

1 Vorwissen und Voraussetzungen

Adressaten Schwerpunktfach Physik und Anwendung der Mathematik

Thema Der elektrische Schwingkreis

Voraussetzungen Einfache Differenzialgleichungen sind bekannt und können von den Schülern[1] gelöst bzw. erraten werden. An Hand eines Federpendels wurde dies bereits praktisch durchgeführt. Die grundlegenden Eigenschaften von Kondensator und Spule wurden bereits behandelt.

[1] In diesem Text wird der Einfachheit halber nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist selbstverständlich immer mit eingeschlossen.

Zeit Es steht eine Doppellektion zur Verfügung

Leitidee Elektrische Schwingkreise spielen im Alltag eine wichtige Rolle z. B. bei Funkverbindungen. Die Schüler sollen daher den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise eines elektrischen Schwingkreises verstehen.

2 Präsentation

2.1 Informierender Unterrichtseinstieg (2 Minuten)

2.1.1 Thema

Sie kennen bereits das Federpendel. Auch ein „elektrisches“ Pendel ist möglich, der elektrische Schwingkreis. Im Alltag werden solche Schwingkreise zum Beispiel in Radios benötigt. Sie werden den elektrischen Schwingkreis heute selber aufbauen und untersuchen.

2.1.2 Lernziele (Folie)

- Sie können einen elektrischen Schwingkreis aufbauen und ihn betreiben.
- Sie verstehen die Analogien zwischen dem Federpendel und dem elektrischen Schwingkreis.
- Sie können die Beziehung zwischen Kreisfrequenz, Kapazität und Induktivität herleiten.

2.1.3 Arbeitsschritte (Folie)

- Repetition des Federpendels und der dazugehörigen Differentialgleichung
- Selbstständiges bearbeiten einer Lernaufgabe
  - Aufbau eines elektrischen Schwingkreis
  - Vergleich: Federpendel, elektrische Schwingung erarbeiten
  - Selbstständige Messungen an einem elektrischen Schwingkreis
  - Selbstständiges erarbeiten der Differentialgleichung für den elektrischen Schwingkreis.

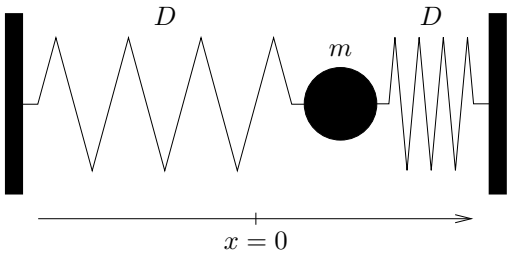
Tabelle 1: Federpendel

Abbildung	Feder	Geschwindigkeit v	kinetische Energie E_{kin}	Federenergie E_{Feder}
1	gespannt	0	0	$E_{\max}$
2	entspannt	$v_{\max}$	$E_{\text{kin}_{\max}}$	0
3	(entgegengesetzt) gespannt	0	0	$E_{\max}$
4	entspannt	$-v_{\max}$	$E_{\text{kin}_{\max}}$	0
1	gespannt	0	0	$E_{\max}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

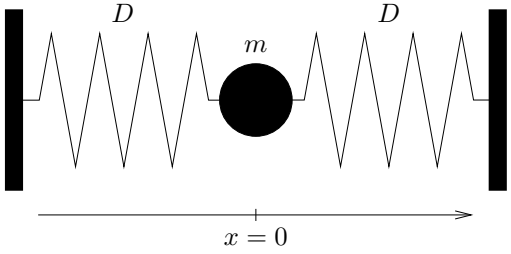
- Berechnen der fehlenden Werte mit Hilfe der aufgestellten Gleichung.
- Vergleich der Messungen mit den berechneten Werten

2.2 Lehrer gibt weiteren Input (11 Minuten)

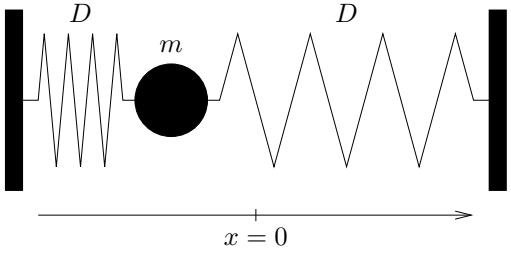
Das aufgebaute Federpendel haben wir bereits eingehend besprochen.
Ein Federpendel (Abbildungen 1) ist aufgebaut. Es wird bewusst kein elektrischer Schwingkreis aufgebaut. Die Schüler sollen diesen in der Lernaufgabe selber aufbauen.
Wir schauen uns dies nochmals kurz an, damit Ihnen anschliessend das Übertragen auf den elektrischen Schwingkreis leichter fällt.
Wir notieren uns nochmals die wichtigsten Punkte einer ganzen Periode der Schwingung an der Tafel.
Die Abbildungen 1 sind bereits an der Wandtafel skizziert. Daneben steht die noch leere Tabelle 1. Für die Einträge werden die Schüler gefragt. Da es sich um eine Schwerpunktsklasse handelt, gehe ich davon aus, dass die Einträge mehr oder weniger hingeschrieben werden können (1. Antwort jeweils richtig).
Bei der Betrachtung dieses Pendels, haben wir damals eine Funktion hergeleitet mit der wir die Postion, Geschwindigkeit und auch die Beschleunigung als Funktion der Zeit berechnen können. Ich werde das Vorgehen noch einmal kurz notieren.
Gleichungen werden auf der Wandtafel notiert



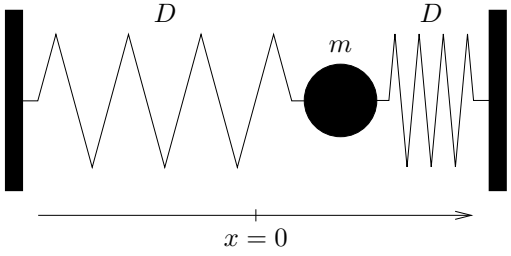
(a)



(b)



(c)



(d)

Abbildung 1: Federpendel zu verschieden Zeitpunkten

Für die Kraft gilt:

$$F = -Dx(t) \tag{1}$$

Ebenso:

$$F = ma \qquad \text{2. Newton'sche Gesetz} \tag{2}$$

Aus Gleichung 1 und 2 folgt:

$$-Dx(t) = ma \tag{3}$$

$$a = \frac{-Dx(t)}{m} \tag{4}$$

Die Beschleunigung ist auch die erste Ableitung nach der Zeit der Geschwindigkeit bzw. die zweite der Position:

$$a = \dot{v(t)} = \ddot{x(t)} = \frac{\mathrm{d}^2x(t)}{\mathrm{d}t^2} \tag{5}$$

$$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} \overset{(4)}{=} -\frac{D}{m}x(t) \tag{6}$$

Eine Lösung für $x(t)$ kann leicht erraten werden bzw. Sie errinnern sich sicher noch daran.

$$x(t) = A\cos(\omega t + \delta) \tag{7}$$

mit

A maximale Amplitude

ω Kreisfrequenz

δ Phasenkonstante

Durch einsetzen von Gleichung (7) in die Differentialgleichung (6) kann die Kreisfrequenz berechnet werden.

2.3 Überleitung (1 Minute)

Sie können ihr Wissen über die harmonische Schwingung nun selbstständig auf den elektrischen Schwingkreis anwenden. Zum Aufbau des Schwingkreises steht Ihnen ein Kondensator und eine Spule zur Verfügung. Den Kondensator können Sie am Labornetzgerät laden. Das genaue Vorgehen ist in der Lernaufgabe beschrieben, die ich Ihnen nun verteilen werden. Die Lernaufgabe können Sie in dreier Gruppen bearbeiten. Für Fragen stehe ich Ihnen zur Verfügung.

3 Schüleraktivität

Die Lernaufgabe führt die Schüler Schritt für Schritt und stellt jeweils notwendiges Wissen sicher. Zeitlich ist die Lernaufgabe wie folgt gegliedert:

10 Minuten Aufbau eines elektrischen Schwingkreis

10 Minuten Vergleich: Federpendel, elektrische Schwingung erarbeiten

15 Minuten Selbstständige Messungen an einem elektrischen Schwingkreis[2]

15 Minuten Selbstständiges erarbeiten der Differentialgleichung für den elektrischen Schwingkreis.

15 Minuten Berechnen der fehlenden Werte mit Hilfe der aufgestellten Gleichung.

10 Minuten Vergleich der Messungen mit den berechneten Werten

Als Hinweis für den Aufbau des elektrischen Schwingkreis wird angegeben, dass mit einem geladenen Kondensator begonnen werden soll.
In der Lernaufgabe wird nach den ersten beiden Themen sichergestellt, dass die Schüler dies verstanden haben. Also Variante könnte auch ein Klassengespräch durchgeführt werden, um alle Schüler auf den gleichen Wissensstand zu bringen und dafür 4 anstelle 2 Lektionen für den elektrischen Schwingkreis aufwenden[3].
Für den Vergleich zum Federpendel muss eine der Tabelle 1 entsprechende Tabelle für den elektrischen Schwingkreis erstellt werden.
Die zur Verfügung stehenden Kondensatoren und Spulen ermöglichen den Aufbau eines im Herz Bereich schwingenden elektrischen Schwingkreises. Dadurch können die Messungen mit einfachen Zeigermessinstrumenten gemacht werden.

[2]Falls nicht genügend Material für reale Messungen zur Verfügung steht, könnte dies auch mit einer Simulationssoftware gemacht werden.

[3]Die Zeit ist in dieser Disposition sehr knapp bemessen.