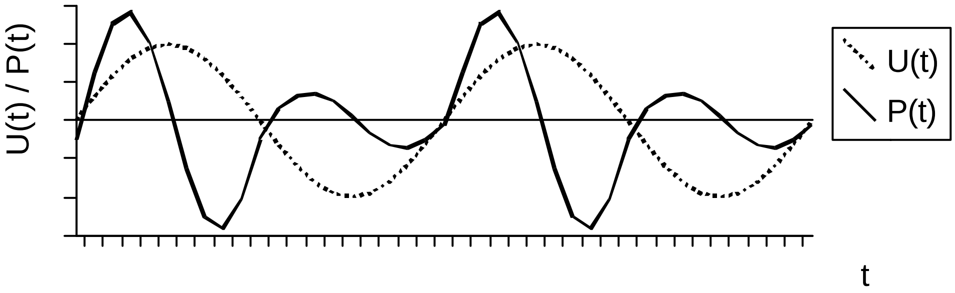
Im Zusammenhang mit der Leistung von Wechselstrom bei Spulen und Kondensatoren wurde in einer der vorherigen Stunden gefolgert, dass bei Spulen das Zeit-Leistungs-Diagramm, genauso wie bei Kondensatoren, eine mit doppelter Frequenz (bezogen auf die Frequenz der Wechselspannung) pulsierende Sinuskurve ergebe. Um dies zu untersuchen, wird eine Spule mit Eisenkern an einen Leistungsmesser angeschlossen und eine Wechselspannung angelegt. Das an den Signalausgang des Leistungsmesser angeschlossene Oszilloskop zeigt jedoch nicht die erwartete Sinuskurve, sondern eine in der folgenden Abbildung skizzierte Kurve:



P(t) ist offensichtlich keine reine Sinusschwingung. Durch Verändern der Frequenz der Wechselspannung wird auch die Form der Kurve verändert, ihre Form weicht jedoch stets von der einer Sinuskurve ab. Auch das Entfernen des Eisenkerns bringt keine Besserung. Wenn man die Spule durch einen Kondensator ersetzt, erhält man die erwartete Kurve. Dieses Phänomen ist bei allen Spulen in unterschiedlichen Ausprägungen zu beobachten. Die Hysterese der Eisenkerne spielt dabei eine wichtige Rolle.

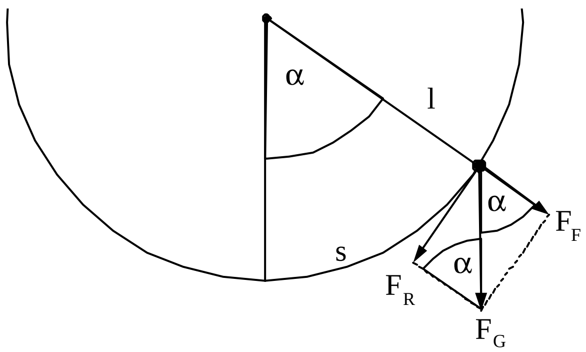
Im Idealfall (das heißt ohne Ohm'schen Widerstand) sollte an einem Kondensator im Wechselstromkreis gelten:

$$P(t)=U(t)\cdot I(t)$$
$$P(t)=\hat{U}\cdot(-\cos\omega t)\cdot\hat{I}\cdot\sin\omega t$$
$$P(t)=-\hat{U}\cdot\hat{I}\cdot\sin\omega t\cdot\cos\omega t$$

Zur weiteren Umformung wird der Satz $\sin(x+y)=\sin x\cdot\cos y+\cos x\cdot\sin y$ beziehungsweise $\sin(x+x)=\sin x\cdot\cos x+\cos x\cdot\sin x$ herangezogen. Aus Letzterem erhält man $\sin 2x=2\cdot\sin x\cdot\cos x$; daraus wiederum folgt $\sin x\cdot\cos x=\frac{1}{2}\cdot\sin 2x$. Wenn man diesen Zusammenhang auf die Leistungsformel anwendet, führt das zu $P(t)=-\frac{1}{2}\cdot\hat{U}\cdot\hat{I}\cdot\sin 2\omega t$. Eine solche Kurve sollte eigentlich auf dem Oszilloskop zu sehen sein.

Nach dieser Betrachtung wurde das zuletzt behandelte Fadenpendel wieder aufgegriffen. Die Länge des Fadens beträgt 1,83 m, die angehängte Kugel hat eine Masse von
1,565 kg. Die Richtgröße D wurde zu D=8 N/m bestimmt.

Die Geometrie eines Fadenpendels sieht folgendermaßen aus:



Die Gewichtskraft des Pendelkörpers wird hiebei in eine zur Kreisbahn tangentiale Komponente F_R, die Rückstellkraft, und eine entlang des Fadens wirkende Komponente F_F zerlegt. Beide Komponenten verlaufen senkrecht zueinander, da bei einem Kreis die Tangente in ihrem Berührpunkt stets orthogonal auf dem Radius steht.

Aus der Zeichnung sind folgende Zusammenhäge ersichtlich:

$$F_R = G \cdot \sin\alpha$$

$$\wedge\ \alpha = \frac{s}{l} \quad (\mathit{Definition\,des\,Bogenmaßes})$$

$$\Rightarrow\ s = l \cdot \alpha$$

Für kleine Winkel α gilt dabei: $\alpha \approx \sin\alpha$. Bei 10 ° liegt beispielsweise der Fehler bei etwa 0,5 %, für kleinere Winkel ist er entsprechend geringer.
Durch Einsetzen in die erste Gleichung erhält man

$$F_R = G \cdot \frac{s}{l}$$

$$F_R = \frac{G}{l} \cdot s$$

Aus der allgemeinen Definition der Richtgröße D, nämlich $D = \frac{F_R}{s}$, ergibt sich dann $D = \frac{m \cdot g}{l}$.

Zur Bestimmung der Schwingungsdauer T setzt man diesen Wert einfach in die bekannte Formel ein:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Im Falle des verwendeten Pendels beträgt die Schwingungsdauer T = 2,71 s, was ungefähr mit auf anderem Weg bestimmten Wert von 2,78 s und der experimentell bestimmten Dauer von T = 2,7 s übereinstimmt.