24.11.2005

## 0.1 26. Hausaufgabe

### 0.1.1 Zusammenfassung der Stunde: Der generalisierte Stoß

[$\int$ ist nicht im mathematisch korrekten Sinne als unbestimmtes Integral, sondern als bestimmtes Integral ohne näher spezifierte Grenzen zu interpretieren.]

- $\underbrace{\Delta Q}_{[\mathrm{As}]} = \int \underbrace{I}_{[\mathrm{A}]}\,\mathrm{d}t$; (Stromstoß)

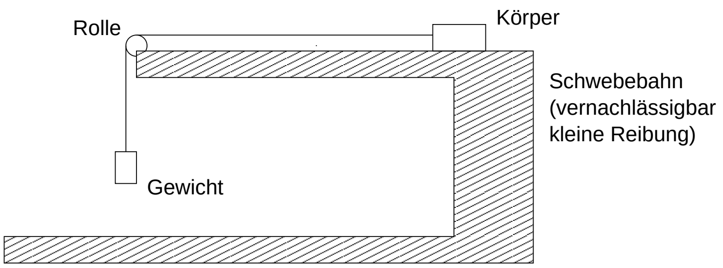
  Möchte man die auf einem aufgeladenen Kondensator gespeicherte Ladung bestimmen, so kann den Kondensator mit einem Ladungsmessgerät leitend verbinden. Dabei wird der Kondensator natürlich entladen.

  Da man Ladungen direkt nicht messen kann, misst das Ladungsmessgerät den Strom $I$. Würde ein Mensch die Aufgabe des Ladungsmessgeräts übernehmen, würde er seine Messdaten in ein $I$-$t$-Diagramm eintragen; die Fläche unterhalb der Kurve gibt dann die geflossene Ladung an, also die Ladung, die auf dem Kondensator gespeichert war.

- $\underbrace{\Delta E}_{[\mathrm{Ws}]} = \int \underbrace{P}_{[\mathrm{W}]}\,\mathrm{d}t$; („Leistungsstoß")

  Schaltet man eine $60{,}0\,\mathrm{W}$-Glühbirne zehn Sekunden lang ein, so erfährt die Umwelt durch Wärme und Licht einen Leistungsstoß von $60{,}0\,\mathrm{W} \cdot 10{,}0\,\mathrm{s} = 300\,\mathrm{Ws} = 300\,\mathrm{J}$.

- $\underbrace{\Delta p}_{[\mathrm{Ns}]} = \int \underbrace{F}_{[\mathrm{N}]}\,\mathrm{d}t$; (Kraftstoß)

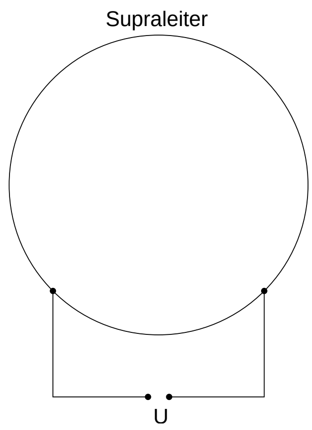


Lässt man das Gewicht los, wirkt, so lange das Gewicht noch nicht auf den Boden aufgesetzt hat, auf den Körper die konstante Kraft $F = m_{\text{Gewicht}} g$. Sobald das Gewicht auf dem Boden liegt – nach der Zeitspanne $\Delta t$ – wirkt auf den Körper keine Kraft mehr, er bewegt sich jedoch trotzdem noch weiter (NEWTONscher Trägheitssatz).

Diese Beobachtung kann auch unter Benutzung des Impulsbegriffs erklärt werden: Das Gewicht überträgt einen Kraftstoß von $m_{\text{Gewicht}} g \cdot \Delta t$ auf den Körper. Es fließt also ein Impuls $p$ von $p = m_{\text{Gewicht}} g \cdot \Delta t$ auf den Körper; die Geschwindigkeit am Ende der Beschleunigungsphase ist $\frac{p}{m_{\text{Körper}}}$.

- $\underbrace{\Delta\phi}_{[\mathrm{Vs}]} = \int \underbrace{U}_{[\mathrm{V}]} \,\mathrm{d}t$; (Spannungsstoß)

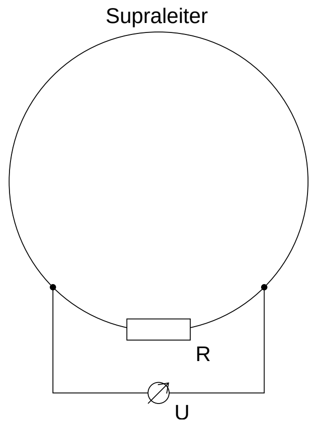
  Legt man an einen geschlossenen Supraleiter, typischerweise einen Ring, für eine gewisse Zeitspanne $\Delta t$ eine Spannung $U$ an, erhält der Supraleiter einen Spannungsstoß der Größe $U\Delta t$.

  Dieser Spannungsstoß baut ein Magnetfeld mit einem magnetischen Fluss von $U\Delta t$ ($[\mathrm{Vs}]$) auf. (Zahlenbeispiel: Legt man zwei Sekunden eine Spannung von $4\,\mathrm{V}$ an, so wird der magnetische Fluss $8\,\mathrm{Vs}$ betragen.)

  Man kann auch den umgekehrten Weg gehen: Man hat einen Supraleiter, der ein Magnetfeld unbekannten magnetischen Flusses erzeugt. Möchte man den Fluss messen, so kann man – ähnlich wie bei der Ladungsmessung beim Kondensator –

die Energie aus dem magnetischen Feld abfließen lassen, indem man in den Supraleiter einen Widerstand einbaut und die am Widerstand anliegende Spannung bestimmt.




Nach dem Spannungsstoß ist die Spannung $0$, das magnetische Feld ist abgebaut und es fließt kein Strom mehr.

Trägt man $U$-$t$-Wertepaare in ein Diagramm ein, so wird die Fläche unter der Kurve die Größe des magnetischen Flusses angeben. (Zahlenbeispiel: Erhält man eine Fläche der Größe $4\,\mathrm{V} \cdot 2\,\mathrm{s}$, so betrug der magnetische Fluss $8\,\mathrm{Vs}$.)

[Antworten:

$\Delta$„Extensive Größe“ $= \int$ „Strom der extensiven Größe“ $\mathrm{d}t$;

und die unterschiedlichen Realisierungen dieser mathematischen Struktur]

(Benötigte Zeit: 43 min)