

物理実験 コンデンサーの接続実験

[目的] コンデンサーを直列・並列に接続したときの電気容量の合成、ならびに電圧の分配則、電荷保存が理論と一致しているか調べる。

[準備] $3300\mu\text{F}$ 、 $3300\mu\text{F}$ 二つ並列、 $3300\mu\text{F}$ 二つ直列のコンデンサー各 1、メロディ IC、デジタル容量計、デジタル電圧計、電池ボックス入り単 1 乾電池 $\times 2$ 、ストップウォッチ、電卓、ミノムシ付きコード 3 本

[準備その 2] デジタル容量計のレンジを 20mF にして、各コンデンサーの容量を測り、 $3300\mu\text{F}$ ひとつの値を C とすると、 $3300\mu\text{F}$ 二つ直列の値は $1/2C$ (にぶんのいちしー)、 $3300\mu\text{F}$ 二つ並列の値は $2C$ となることを確かめよ。なお、このコンデンサーはプラスマイナスの極性があるので、極性をまちがえないで測る。 $1000\mu\text{F} = 1\text{mF}$ である。

$3300\mu\text{F}$ ひとつの測定値 = _____ mF

$3300\mu\text{F}$ 二つ直列の、ひとつひとつの測定値 = _____ mF と _____ mF

$3300\mu\text{F}$ 二つ直列の全体としての測定値 = _____ mF

$3300\mu\text{F}$ 二つ並列の測定値 = _____ mF

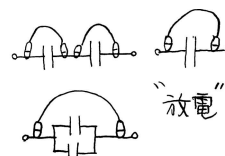
以下の実験ではコンデンサーの容量を、 C 、 $1/2C$ 、 $2C$ として計算している。

[実験 1] 直列接続の電圧比

直列接続の場合、 $Q = C_1V_1 = C_2V_2$ なので、電圧比はコンデンサーの容量の逆比になる。すなわち、 $V_1 : V_2 = C_2 : C_1$ である。これが成立しているか調べる。

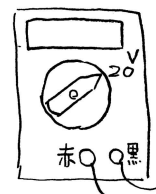
1. 実験に用いるコンデンサーを右図のようにリード線で放電する。

このコンデンサーは内部抵抗がほぼゼロなので、リード線を 1 秒もつなげば充・放電は完了する。



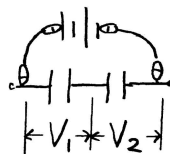
2. デジタル電圧計のセレクターをななめ上の 20V レンジにセットする。

3. コンデンサーを右下図のように接続し、それぞれの場合の電圧比が理論通りになるか、調べよ。実験前には必ずコンデンサーを放電すること。



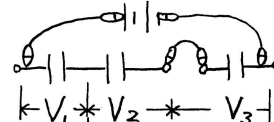
・直列接続その 1 理論 $V_1 : V_2 = C : C = 1 : 1$

測定値 $V_1 =$ _____ $[\text{V}]$ 、 $V_2 =$ _____ $[\text{V}]$



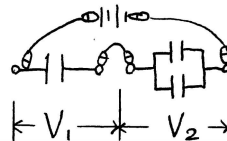
・直列接続その 2 理論 $V_1 : V_2 : V_3 = 1 : 1 : 1$

測定値 $V_1 =$ _____ $[\text{V}]$ 、 $V_2 =$ _____ $[\text{V}]$ 、 $V_3 =$ _____ $[\text{V}]$



・直列接続その 3 理論 $V_1 : V_2 = 2C : C = 2 : 1$

測定値 $V_1 =$ _____ $[\text{V}]$ $V_2 =$ _____ $[\text{V}]$



[実験 2] コンデンサーの並列接続

並列接続の場合、電荷保存の式が成立する。即ち、 $Q = C_1V = (C_1 + C_2) V'$

である。

1. 各コンデンサーを放電する。次に、コンデンサーを図のように充電し、コンデンサーを並列接続して、電圧がほぼ理論通りになるか調べよ。

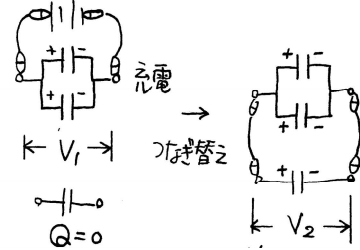
・並列接続その1

理論 $Q = 2C \times V_1 + 0 = (2C + C) \times V_2$

よって、 $V_2 / V_1 = 2 / 3 \doteq 0.67$

測定値 $V_1 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$ 、 $V_2 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$

$V_2 / V_1 \doteq \underline{\hspace{2cm}}$



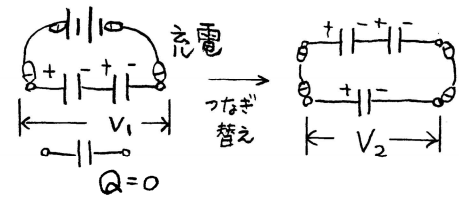
・並列接続その2

理論 $Q = 0.5C \times V_1 + 0 = (0.5C + C) \times V_2$

よって、 $V_2 / V_1 = 1 / 3 \doteq 0.33$

測定値 $V_1 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$ 、 $V_2 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$

$V_2 / V_1 \doteq \underline{\hspace{2cm}}$



・並列接続その3

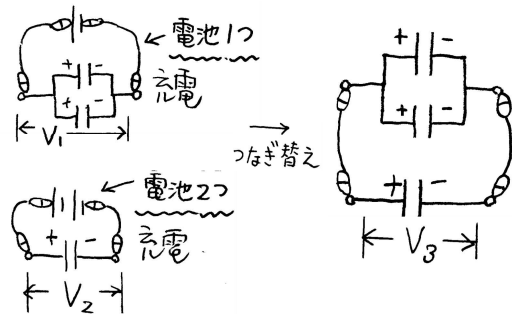
理論 $Q = 2C \times V_1 + C \times V_2$

$= (2C + C) \times V_3$

測定値 $V_1 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$ 、 $V_2 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$

$V_3 = \underline{\hspace{2cm}} [V]$

考察：測定値 V_1 、 V_2 から V_3 を計算で求め、測定値の V_3 と比較せよ。理論は正しいか？



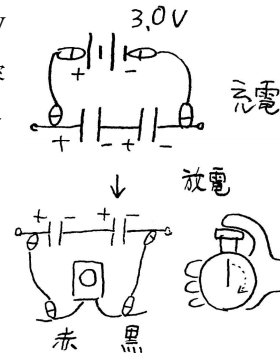
[実験3] $Q=CV$ の実験

コンデンサーを放電してから、3.0V で充電し、リード線をメロディ IC につなぎ替えてメロディ IC の鳴っている時間をストップウォッチで計る。 $Q=CV$ であるから、コンデンサーに蓄えられる電気量はコンデンサーの容量に比例し、メロディ IC の鳴る時間もコンデンサーの容量が大きいほうが長く鳴るはずである (完全に比例はしない)。

$3300 \mu F$ 二つ直列 = 秒

$3300 \mu F$ ひとつ = 秒

$3300 \mu F$ 二つ並列 = 秒



物理実験 コンデンサーの接続実験

[目的] コンデンサーを直列・並列に接続したときの電気容量の合成、ならびに電圧の分配則、電荷保存が理論と一致しているか調べる。

[準備] 3300 μF、3300 μF 二つ並列、3300 μF 二つ直列のコンデンサー各1、メロディ IC、デジタル容量計、デジタル電圧計、電池ボックス入り単1乾電池×2、ストップウォッチ、電卓、ミノムシ付きコード3本

[準備その2]、デジタル容量計のレンジを 20mF にして、各コンデンサーの容量を測り、3300 μF ひとつの値を C とすると、3300 μF 二つ直列の値は 1/2C、3300 μF 二つ並列の値は 2C となることを確かめよ。なお、このコンデンサーはプラスマイナスの極性があるので、極性をまちがえないで測る。1000 μF = 1mF である。

3300 μF ひとつの測定値 = 3.2 mF
 3300 μF 二つ直列の、ひとつひとつの測定値 = 3.2 mF と 3.3 mF
 3300 μF 二つ直列の全体としての測定値 = 1.64 mF
 3300 μF 二つ並列の測定値 = 6.50 mF

以下の実験ではコンデンサーの容量を、C、1/2C、2C として計算している。

[実験1] 直列接続の電圧比

直列接続の場合、 $Q = C_1 V_1 = C_2 V_2$ なので、電圧比はコンデンサーの容量の逆比になる。すなわち、 $V_1 : V_2 = C_2 : C_1$ である。これが成立しているか調べる。

1. 実験に用いるコンデンサーを右図のようにリード線で放電する。このコンデンサーは内部抵抗がほぼゼロなので、リード線を1秒もつなげば充・放電は完了する。

2. デジタル電圧計のセレクターをなめ上りの 20V レンジにセットする。

3. コンデンサーを右下図のように接続し、それぞれの場合の電圧比が理論通りになるか調べる。実験前には必ずコンデンサーを放電すること。

・直列接続その1 理論 $V_1 : V_2 = C : 1 = 1 : 1$
 測定値 $V_1 = 1.52 [V]$ 、 $V_2 = 1.52 [V]$

・直列接続その2 理論 $V_1 : V_2 : V_3 = 1 : 1 : 1$
 測定値 $V_1 = 1.52 [V]$ 、 $V_2 = 1.52 [V]$ 、 $V_3 = 1.50 [V]$

・直列接続その3 理論 $V_1 : V_2 = 2C : C = 2 : 1$
 測定値 $V_1 = 2.99 [V]$ 、 $V_2 = 1.52 [V]$

[実験2] コンデンサーの並列接続

並列接続の場合、電荷保存の式が成立する。即ち、 $Q = C_1 V = (C_1 + C_2) V'$

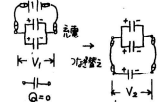
高2 C 組 No. 氏名 2017年 月 日 21 21 E

である。

1. 各コンデンサーを放電する。次に、コンデンサーを図のように充電し、コンデンサーを並列接続して、電圧がほぼ理論通りになるか調べよ。

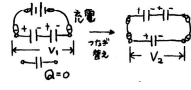
・並列接続その1

理論 $Q = 2C \times V_1 + 0 = (2C + C) \times V_2$
 よって、 $V_2 / V_1 = 2/3 \approx 0.67$
 測定値 $V_1 = 3.06 [V]$ 、 $V_2 = 2.02 [V]$
 $V_2 / V_1 \approx 0.66$



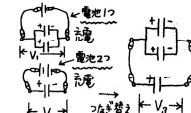
・並列接続その2

理論 $Q = 0.5C \times V_1 + 0 = (0.5C + C) \times V_2$
 よって、 $V_2 / V_1 = 1/3 \approx 0.33$
 測定値 $V_1 = 4.05 [V]$ 、 $V_2 = 1.02 [V]$
 $V_2 / V_1 \approx 0.33$



・並列接続その3

理論 $Q = 2C \times V_1 + C \times V_2 = (2C + C) \times V_3$
 測定値 $V_1 = 1.52 [V]$ 、 $V_2 = 3.02 [V]$
 $V_3 = 2.0 [V]$



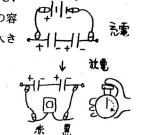
考察：測定値 V_1 、 V_2 から V_3 を計算で求め、測定値の V_3 と比較せよ。理論は正しいか？

$2 \times 1.52 + 1 \times 3.02 = 3 \times V_3$
 $3.04 + 3.02 = 3 \times V_3$
 $V_3 = 2.0 [V]$

[実験3] $Q = CV$ の実験

コンデンサーを放電してから、3.0V で充電し、リード線をメロディ IC につなぎ替えてメロディ IC の鳴っている時間をストップウォッチで計る。 $Q = CV$ であるから、コンデンサーに蓄えられる電気量はコンデンサーの容量に比例し、メロディ IC の鳴る時間もコンデンサーの容量が大きいが長く鳴るはずである (完全に比例はしない)。

3300 μF 二つ直列 = 21.6 秒
 3300 μF ひとつ = 12.2 秒
 3300 μF 二つ並列 = 33.1 秒



デジタル容量計は秋月電子の CM-7115A @ 1270 円を使用。
 コンデンサーも秋月電子の 50V3300 μF @ 80 円を使用。