

1. 生活と電気

《a》電気の正体 (教科書P.11~16、問題集P.2~9)

陰極線の実験

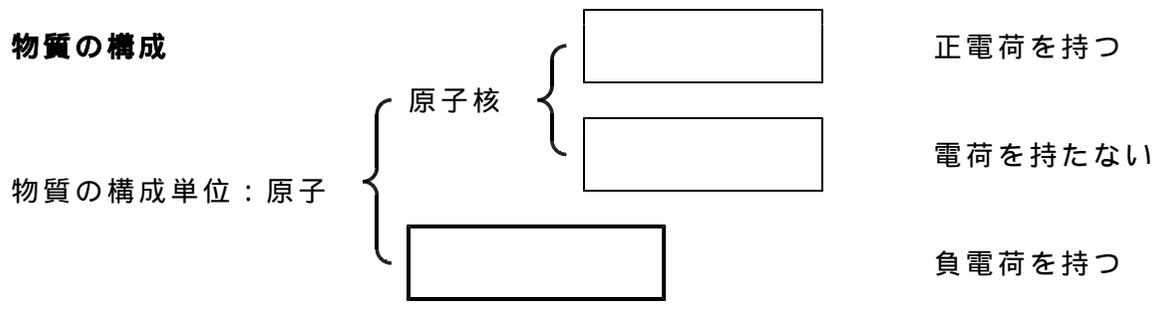
放電現象：電気は空気中でも流れることができる 空気を光らせるものは何？

真空放電：電気は空気がなくても流れることができる 何が電気を運ぶのか？

クルックス管：電気を運ぶ「何か」はどちらの極板から出ているか。

陰極線の性質

物質の構成



陽子の持つ電気量 $+e$
電子の持つ電気量 $-e$

e は電気量の最小単位で と呼ばれる。

どの物質にも**電気のもと**が大量に含まれている。

普通の原子は陽子と電子を同数含み、外から見ると電氣的に中性。
電子数が陽子数と一致していない原子または原子団をイオンという。

電子過剰 電子不足

異種の物質を接触させると、一方から他方へ電子が乗り移って**帯電**する（**摩擦電気、剥離帯電**）。物体の帯電も電子の過不足によっておこる。

電子過剰 電子不足

電荷と電気量

電気量の単位 C (クーロン) 電流の単位との関係
Coulomb

電気量保存の法則 正負を考慮した電気量の総和は常に一定である。

静電気力：帯電体は互いに力を及ぼし合う。この力は空間を隔ててはたらく。

同種の電気 : を及ぼし合う。

異種の電気 : を及ぼし合う。

やってみよう：ストロー検電器の実験 教科書P.16の実験をやってみよう(別紙)

《b》静電誘導 (教科書P.17-21、問題集P.2-9)

導体と不導体

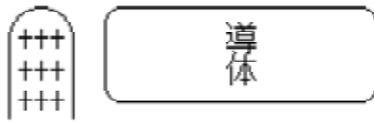
電流をよく通す物質には、物質内を自由に動きまわられる電子がある

	電氣的性質	自由電子の有無	物質の例
導体	電気抵抗極めて小		
不導体	電気抵抗極めて大		

両者の中間で基本的には不導体だが条件により自由電子をもつ「半導体」もある。

導体の静電誘導 導体内の自由電子が静電気力により移動して起きる部分的な帯電

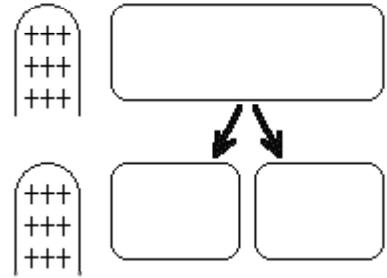
正の帯電体を近付ける



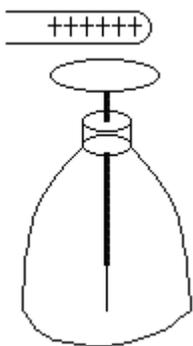
負の帯電体を近付ける



【問】帯電体を近付けて静電誘導を起こしている導体を電荷を逃がさないように切断するとそれぞれの断片は帯電するか。不導体ではどうか。

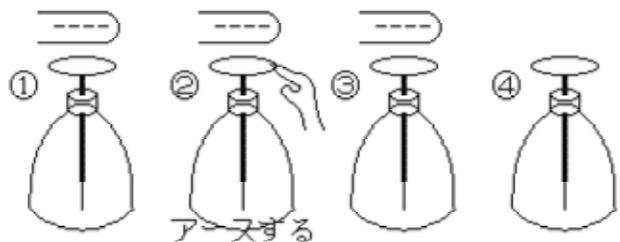


箔検電器 静電誘導を利用して電荷を検出する。



正の帯電体を検電器の円盤に近付けると円盤には の電荷が引き寄せられ、箔には の電荷が取り残され、その斥力によって箔は開く。

【問】右の図の操作を順に行なうとき各部に現れる電荷を符号で示し箔の開き方を図示せよ。



《c》電流 (教科書 P.22 ~ 25、問題集 P.2 ~ 9)

電荷移動の実験：電気を持った何かが移動している。

実際には、 が から へと移動している。

電流

電子やイオンの運動による電荷の連続的な移動を**電流**という。電流の強さは単位時間に流れる**電気量**で表す。

電流の向き = 正電荷が流れる向き 電子の移動方向とは逆

電気量と電流

=

クーロン

Q : 電気量 [C] = [A · s]
 I : 電流 [A] アンペア
 t : 時間 [s]

《b》オームの法則 (教科書 P.22 ~ 25、問題集 P.2 ~ 9)

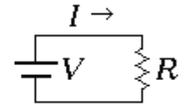
導体に流れる電流と、導体の両端の電圧とは比例する。

オームの法則

=

単位

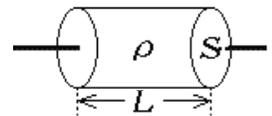
V : 電圧 [V]
 I : 電流 [A]
 R : 電気抵抗 [] = [V/A]



電気抵抗の式

=

ρ : 抵抗率 [$\Omega \cdot m$]
 L : 導体の長さ [m]
 S : 導体の断面積 [m²]

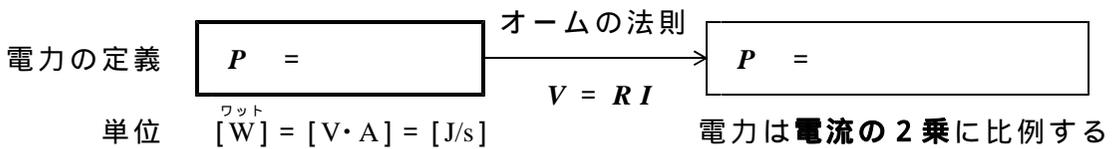


電圧降下：抵抗 R を電流 I が流れると、出口では RI だけ電圧が下がる。

【問】断面積 1 mm²、長さ 100m の銅線の電気抵抗を求めよ。銅の抵抗率を $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ とする。また、この銅線の両端に 100V の電圧を加えるとき、流れる電流を求めよ。

電力 1 秒間に運ばれる電気のエネルギー：(電圧 × 電流) で定義する。

抵抗 R の両端に電圧 V が加わり、電流 I が流れているとする。



1 秒間に $1 \overset{\text{ジュール}}{J}$ の電気エネルギーを消費するときの電力が 1 W。 $J = W \cdot s$
 1 W の電力を 1 時間使用するときのエネルギー消費量 (電力量) を
 1 Wh (ワット時) という。

【問】 100W の電球を 100V の電源につないで 1 時間点灯した。流れる電流は何 A か。消費された電力量は何 kWh か。これが最終的にすべて熱に変わったとすると、何 J の熱が発生しているか。

《 d 》 抵抗の接続 (教科書 P.24 ~ 25、問題集 P.2 ~ 9)

直列接続

直列接続は一本道なので、それぞれの抵抗の が等しい。

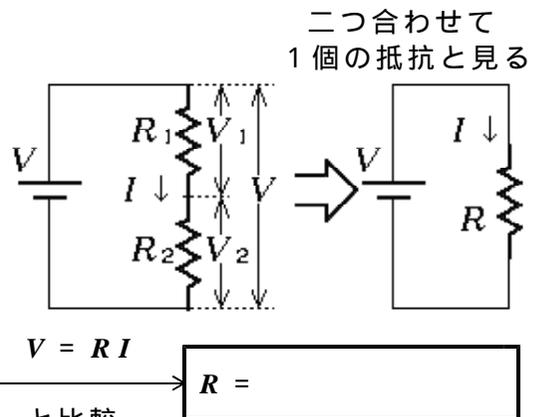
R_1 についてのオームの法則の式



R_2 についてのオームの法則の式



辺々加え合わせる



直列接続の合成抵抗の式

【問】 1 の抵抗 2 本を、直列につないだときの合成抵抗はいくらか。 $R[\quad]$ の抵抗を 2 本を直列につないだときの合成抵抗はいくらか。

並列接続

並列接続では、それぞれの抵抗に加わる が等しい。

R_1 に流れる電流

$$I_1 =$$

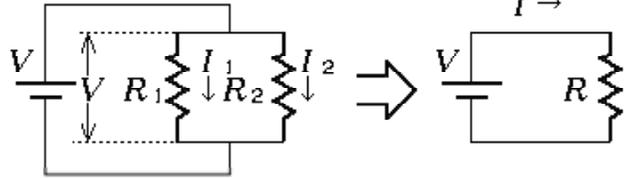
R_2 に流れる電流

$$I_2 =$$

辺々加え合わせる

$$I = I_1 + I_2 =$$

$$I = I_1 + I_2 \rightarrow$$



二つ合わせて
1 個の抵抗と見る

と比較

$$\frac{1}{R} =$$

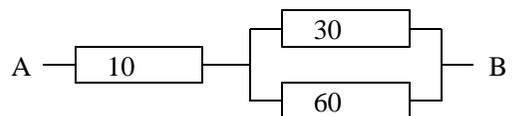
並列接続の合成抵抗の式

【問】 1 の抵抗 2 本を、並列につないだときの合成抵抗はいくらか。 $R[\quad]$ の抵抗を 2 本を並列につないだときの合成抵抗はいくらか。

やってみよう：直列・並列接続した抵抗の抵抗値を測ってみよう。(別紙)

【問】電池はそれ自身が内部抵抗をもつ。起電力 E (電流を取り出さないときの電池の電圧)、内部抵抗 r の電池に抵抗 R をつないだとき、電池の端子間電圧はいくらになるか。

【問】右図のように接続した抵抗の AB 間の合成抵抗を求めよ。



《e》モーター (教科書 P.26 ~ 29、問題集 P.2 ~ 9)

磁極 細い棒磁石の両端をそれぞれ**磁極**とよぶ。磁極には と がある。二つの磁極は必ず一対 (**双極子 dipole**) で現れ、単独では存在しないことが経験的に知られている。

磁気力

磁極は互いに力を及ぼし合う。

同種の磁極は を、異種の磁極は を及ぼし合う。

磁界 (磁場)

磁気力を伝える空間の性質を**磁界 (磁場)**といい、文字記号 H で表す。磁界は向きと大きさを持った量 (ベクトル) である。磁界は合成できる。

磁力線

磁界中の各点で磁界ベクトルに接する有向曲線群。N極から出てS極へ入る。磁界の強さは磁力線の密度に比例する。

電流が作る磁界

	直線電流が作る磁界	円形電流が作る磁界	ソレノイドが作る磁界
電流と磁界の向き			
右手親指の関係			

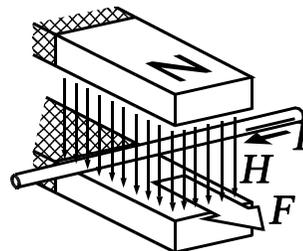
コイルの磁界は導線の各部分が直線電流として作る磁界の合成と考えられる。

電流が磁界から受ける力

電流が作る磁界との相互作用を通じて、磁界は電流に力を及ぼす。

電流が磁界から受ける力の向きは、
電流・磁界のいずれにも直交する。

磁界と平行に流れる電流は磁界から力を受けない。

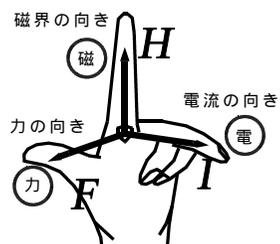


フレミングの左手の法則

左手の親指を人差し指、中指に直角に立てるとき、

電流の向きに中指
磁界の向きに人差し指 を向けると、
力の向きが親指 で示される。

中指から順に **電・磁・力** とおぼえる。



直流モーター (2極モーターの動作原理)

	AB の電流の向き	AB が受ける力	回転の向き
	CD の電流の向き	CD が受ける力	
	AB の電流の向き	AB が受ける力	回転の向き
	CD の電流の向き	CD が受ける力	
	AB の電流の向き	AB が受ける力	回転の向き
	CD の電流の向き	D が受ける力	

《 f 》 発電機 （教科書 P.30 ~ 33、問題集 P.2 ~ 9）

電磁誘導

コイルを貫く磁界が変化するとコイルに起電力が生じる

その際、回路が閉じていれば電流が流れる

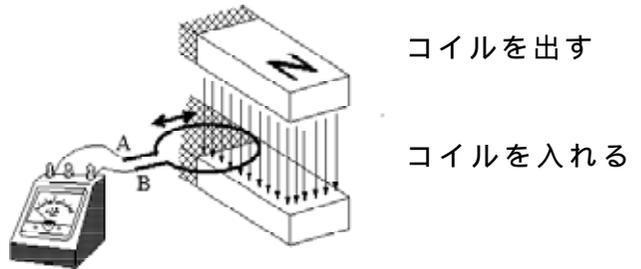
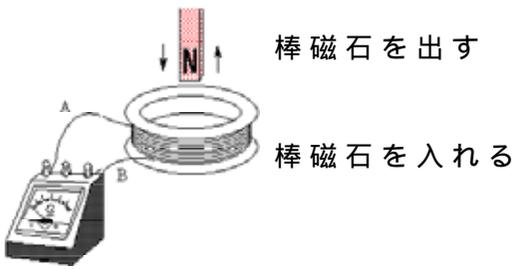


レンツの法則 【誘導電流の向き】

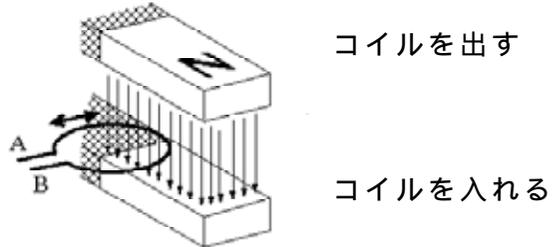
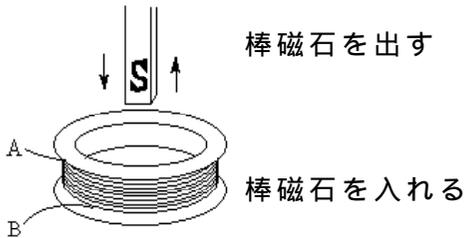
誘導起電力は、誘導電流の作る磁界が、コイルを貫くもとの磁界の変化を妨げるような向きに生じる。

回路が閉じていなければ実際には誘導電流は流れない。

【問】 次の場合、誘導電流はどちら向きに流れるか。



【問】 次の場合、高電位（+）になるのは A，B のいずれか。

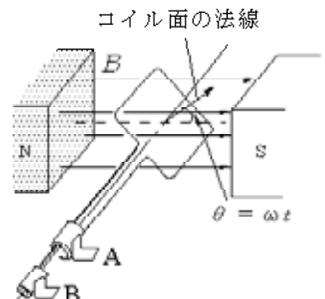


誘導起電力を生じているコイルは電池と考えよ。+ - は仮に抵抗をつないでみて、流れる電流の向きにより判定せよ。

交流の発生

磁界の中でコイルを回転させると、コイルを貫く磁力線の数が変化するので、電磁誘導により周期的な電圧（交流電圧）が発生する。

整流子をつければ直流発電機も作れる。



やってみよう：手回し発電機（ゼネコン）による発電

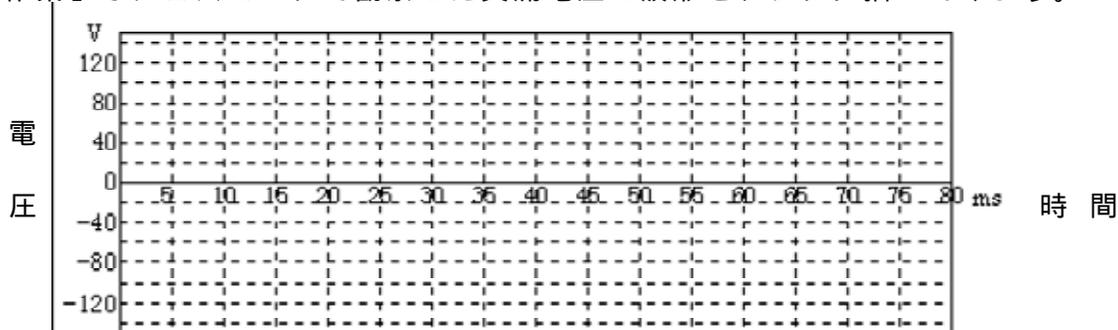
《g》交流（教科書 P.34 ~ 37、問題集 P.2 ~ 9）

商用交流（一般家庭用交流電源）

商用交流の電圧 V（実効値）

周波数：東日本では ^{ヘルツ} Hz、西日本では Hz

【作業】オシロスコープで観察した交流電圧の波形をグラフに描いてみよう。



瞬時値の最大値 $V_0 =$ V 実効値 V_e との関係

電流でも同じ形の関係式が成り立つ。実効値を用いれば、電力やオームの法則の計算は直流と同じ式が使える。

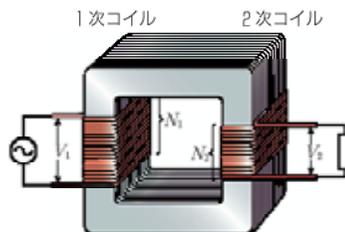
【問】100W の電球を 100V 商用交流でとすとき、流れる交流電流の実効値と瞬時値の最大値はいくらか。この電球の抵抗は何か。

変圧器（トランス）

一次側、二次側の巻き数 N_1, N_2 、電圧 V_1, V_2 、電流 I_1, I_2 とするとき

変圧器の式

電力一定の関係



【問】一次コイルと二次コイルの巻き数比が 10 : 1 の変圧器で、一次側に 100V の交流電圧を加え、二次側に 50 の抵抗を接続した。電力損失はないものとして、二次側と一次側の交流電流を求めよ。

《h》電波 (教科書 P.38 ~ 39、問題集 P.2 ~ 9)

電磁波の種類

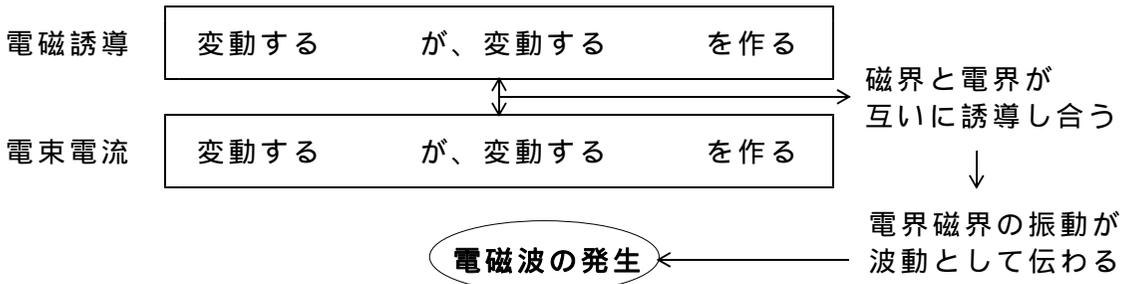
名称	真空中の波長[m]
超長波 (VLF)	$10^4 \sim$
長波 (LF)	$10^3 \sim 10^4$
中波 (MF)	$10^2 \sim 10^3$
短波 (HF)	$10^1 \sim 10^2$
超短波 (VHF)	$1 \sim 10^1$
極超短波 (UHF)	$10^1 \sim 1$
センチ波 (SHF)	$10^{-2} \sim 10^{-1}$
ミリ波 (EHF)	$10^{-3} \sim 10^{-2}$
サブミリ波	$10^{-4} \sim 10^{-3}$
赤外線	$7.7 \times 10^{-7} \sim 10^{-4}$
可視光線	$3.8 \sim 7.7 \times 10^{-7}$
紫外線	$10^{-10} \sim 3.8 \times 10^{-7}$
X線	$10^{-12} \sim 10^{-8}$
線	$\sim 10^{-11}$

電
波

可視光線

感じる色	真空中の波長[nm]
赤	640 ~ 770
橙	590 ~ 640
黄	550 ~ 590
緑	490 ~ 550
青	430 ~ 490
紫	380 ~ 430

電波の発生



電波の性質 (これらの性質は光と共通している)

電波は真空中でも伝わる 物質の振動ではない。
マイクロ波の実験

金属などの導体で反射され、内部に伝わらない。

真空中の電磁波の速さ $c =$ m/s