

フランクリンの電気実験の解説

上田加瀬サークル資料 2023年4月22日

渡辺規夫

静電気実験はさまざまな実験が知られていて授業でもよく取り上げられている。しかし、その多くは見世物的実験、おもしろ理科実験となっていて、生徒には電気の流れが見えていない場合が多い。生徒にとっては手品を見るのと変わらない。

このような実情を改善するために、フランクリンの電気実験を今日に再現することが効果的であることがわかった。

静電気の授業の要点は次のとおりである。

①フランクリンの電気の一流体説にもとづいて教える。

フランクリンは電気は1種類であると考えた。電気が多い場合をプラス、電気が少ない場合をマイナスと呼んだ。

その後の研究で移動しているのは電子だけであることが明らかになった。すなわち電気の一流体説が正しかったのである。しかし、プラスの電気、マイナスの電気という言葉により、生徒は電気の二流体説で考えるということが明らかになった。教科書は二流体説にもとづいて書かれてはいないが、生徒は二流体説になってしまうのである。また、受験参考書は二流体説にもとづいて説明しているものが多く、生徒にとってコンデンサーの問題が難問になる理由となっている。

②この宇宙は電気で満たされている。

すべてのものは原子からできており、全ての原子は電気を持っている。だからすべてのものは電気を持っている。

③こすることにより、電気を取り出せる。

こすることにより電気が発生するわけではない。電気が移動しただけである。

④静電気を理解するためには電気の流れが頭の中の目で見えるようになることが必要である。

⑤電気量保存の法則は、自明のこととして考えられるようにすることが必要である。

【具体的な指導方針】

大道仮説実験講座 びりりん 90分の内容。電気現象のおもしろさは伝わるが、電気の流れは定着が難しい。

紙芝居 フランクリンの電気実験 電気の流れがよくわかる。

授業書《電気の流れ》 ほぼ完全な理解が期待できる。

フランクリンの電気実験の復元

電気の流れに注目することが大切。キナズリーはフランクリンの実験を25年間も科学講座で紹介し続けた。おもしろ理科実験的な講座はすぐに飽きられて続かなかった。

今回の報告はフランクリンの電気実験の復元である。

第一導体と起電機のしくみ

[説明]

羊毛とドラムのプラスチックがこすれあい時に、羊毛の電子の一部がプラスチックのドラムに移動します。羊毛は電気貧乏(電子が不足)になります。すると床から電子が羊毛に流れ込みます。

さらにドラムを回転させると、羊毛の電子がドラムに移動します。

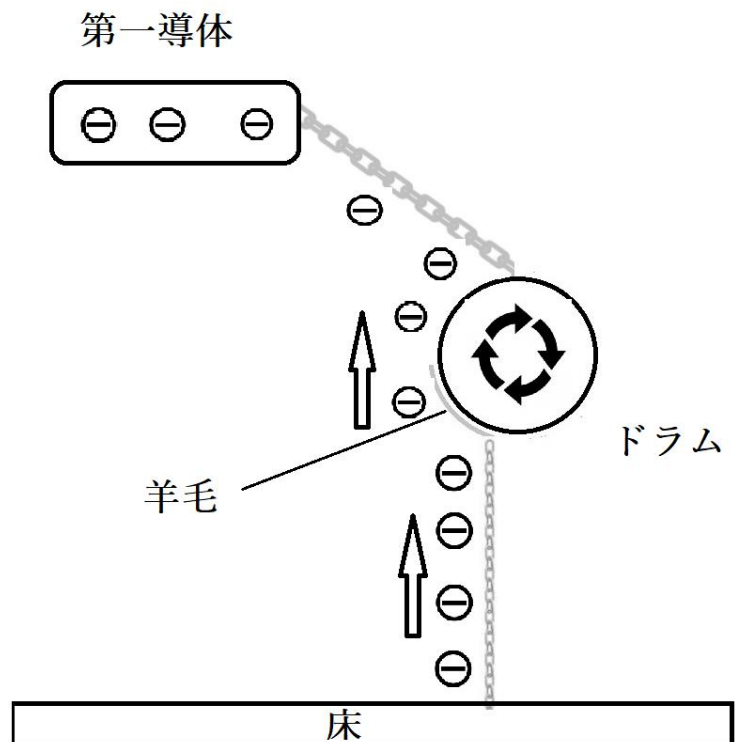
電気持ちになったドラムから鎖を通して、第一導体に電子が移動します。

そのため第一導体は電気持ち(電子が多すぎる)状態になります。

第一導体に手を触れると、電気は人間の体を通して地面に戻っていきます。

[注意]

起電機という言葉から「こすると電気が起きる」と考えやすいが、電気は起きない。(電気量保存の法則)電気が地球から移動してくるという理解が大切。



1.第一導体でライデンびんを充電する。

電気持ち(電子が多い)の第一導体にライデンびんの先端を近づけると、電気(電子)がライデンびんの内側の金属箔にたまる。

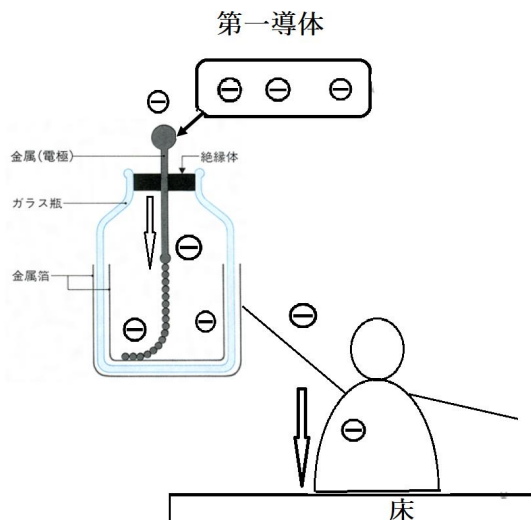
ライデンびんの外側の金属箔に手を触れていると、ライデンびん内部の電気(電子)に反発して、外側の金属箔の中の電子が人の体を通して地面に流出する。

そのためライデンびんの内側は電気持ち
ライデンびんの外側は電気貧乏
になり、互いに引き合っている。

ライデンびんの外側は電気貧乏だが、そこに手を触れても感電しない。安全である。

ライデンびんの外側を持っている人が中央の突起に触ると、電気(電子)は人の体を通して外側に移動する。このとき人は感電する。

[注意] 図の状態はライデンびんの外側は人を通じて地球と電氣的につながっている。この状態をアースしていると言う。アースとは地球(Earth)と電氣的につながることである。アースしていないライデンびんにはほとんど電気(電子)がたまらない。外側の金属箔の電子を地球に流出させることでライデンびんに電気がたまるのである。



2.電気くも

充電したライデンびんのまわりに針金を巻きつけ、その端をライデンびんの突起と同じ高さにして数センチ離しておく。

ライデンびんの突起は電気持ち
針金の先端は電気貧乏である。

絶縁体の糸(絹糸)におもりをつるして、突起と針金の先端の間にぶら下げる。

おもりは電気普通である。

電気普通は、電気持ちの突起に引き寄せられて吸いつく。そこでおもりに電気が移動し、おもりは電気持ちになる。

電気持ちと電気持ちは反発して、おもりは電気貧乏の針金の先端に吸い寄せられる。そこに付くと、持っている電気(電子)が針金に流れ込みおもりは電気普通になる。

すると再び、電気持ちの突起に吸い寄せられる。

これを繰り返す。

これを見ると、くもが糸にぶら下がって移動しているように見える。

ライデンびんの中の電気は少しずつおもりに運ばれて、最後にはライデンびんは電気普通になる。



3.とれないコイン

コインを置く場所の金属箔を立てて、そこに電気を送る。

金属箔を平らにしてお金を乗せる。

心の清らかな人はこのコインをとれるが、そうでない人はビリッとなってとれない。

この装置はプラ板の両面にアルミ箔を貼り、片側には半分だけアクリル板で覆ってある。

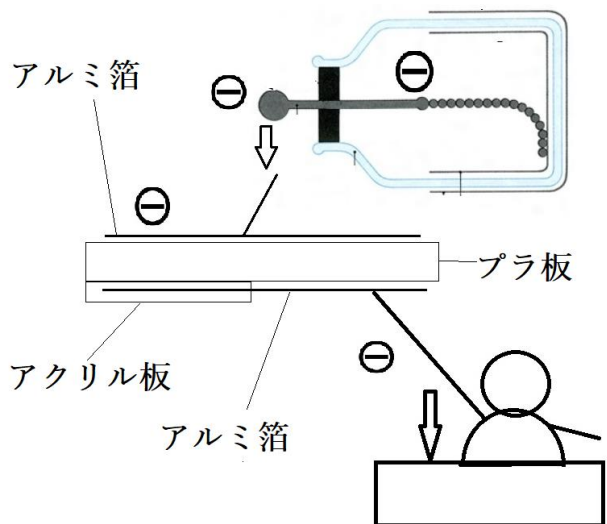
装置裏側のアルミ箔に手を触れてライデンびんの電気(電子)をこの装置の表側に移すと、裏側のアルミ箔の中の電子は電子同士の反発により、人を通して地球に流れ出す。

装置の持つ手をアクリル板の方に移動させ、装置の上にコインを置く。

アクリル板は電気を通さないので(不導体)コインを置いても、そのコインを取っても感電しない。

これを別のの人に渡すとき、裏面がアルミ箔の方に触れるように持たせる。

その人がコインを取ろうとすると、電気が表側→コイン→人→裏側へと流れ、人が感電する。



4.静電気でエタノールに火をつける

エタノールを容器に入れ、あたためておく。

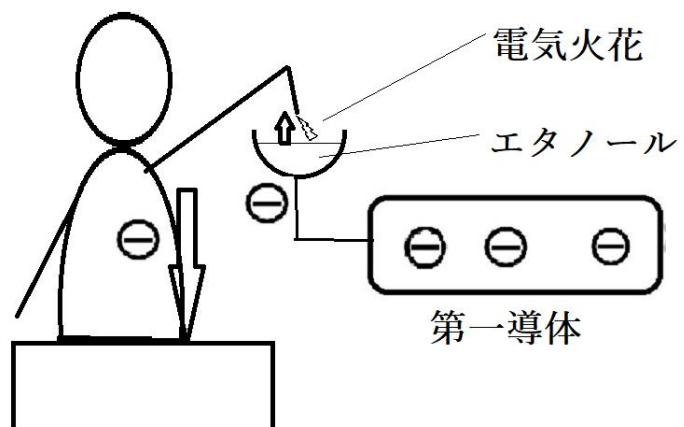
容器は第一導体に差し込む。

起電機で発電して第一導体に電気をためる。エタノールも電気持ちになる。ここで電気普通人間が上から指を近づける。

電気はエタノールから人の指を通して地面に流れ出る。

エタノールと指の間に火花が飛び、エタノールの蒸気が発火する。

人が絶縁体の上に立っていると放電が起こらないため着火しない。



5.サンダーハウス 別紙

6.ひらひらくん

ひらひらくんが電気持ちになると、ひらひらくんの髪の毛(和紙)も電気持ちになり、電気持ち同士で反発するために、ひらひらくんがひらく。

7.電気シャワー

第一導体から電気がシャワー容器の上部の内側のアルミ箔にたまる。

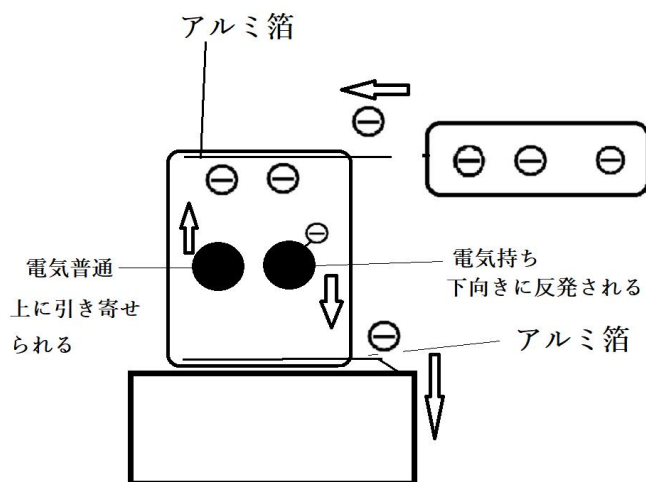
墨をつけた発泡スチロール球は、最初は電気普通で、上部のアルミ箔に吸いつく。そのとき電気をもらい、電気持ちになると、アルミ箔と反発して下に動く。

下部のアルミ箔に触れて電気は地球に流れる。

これにより発泡スチロール球は電気普通になり、再び上部のアルミ箔に引き寄せられる。

これを繰り返す。

[注意] 電気シャワーをするためには、容器の下部のアルミ箔をアースすることが不可欠である。絶縁体の上に置くとうまくいかない。



8.電気ちょうちょ

起電機を回すとちょうちょが立ち上がる。

そこに花を近づけるとちょうちょが寄ってくる。

ちょうちょ 電気持ち

花 電気普通

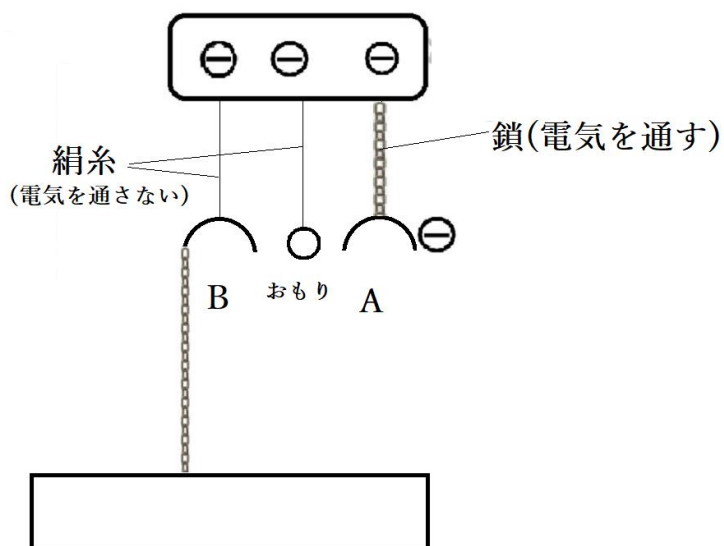
9. 静電気ベル

ベルAは電気持ち
おもりは電気普通
ベルBは電気普通

おもりはベルAに引き寄せられて、接触したときベルAになる。するとおもりは電気持ちになり、Aと反発しあい、Bにぶつかりベルが鳴る。

Bに接触すると、おもりの電気はBから鎖を伝わって地球に流入する。

するとおもりは電気普通になり、再びベルAに引き寄せられる。これを繰り返す。



10. 電気綱渡り

説明略

11. 避雷針(別紙)

12. 踊る人形

説明略