

電気振り子やフランクリンモーターなどをつくって、静電気の理解を深めます
摩擦で生じる電気を調べよう

空気の乾燥した日に、ベランダで毛布を干して部屋に入ろうと窓に手をかけた瞬間、激痛が走った経験がありませんか。また、プラスチック製の下敷きを髪の毛でこすり、髪の毛を逆立てたりしたことはありませんか。こうしたことが起こるのは、摩擦によって生じた電気、つまり静電気の仕業です。セルフサービスのガソリンスタンドでは、「給油する前には静電気除去シートに触れてください」というアナウンスが流れます。このように、マイナスイメージが多い静電気ですが、コピー機や空気清浄機など、身近なところで大活躍しています。

1 はく検電器の製作

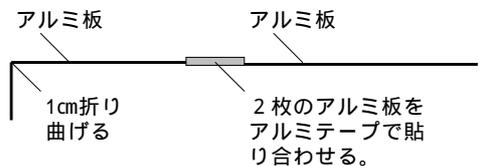
(1) 準備するもの

- ビーカー (300mL) 1個
- プラスチック段ボール (12cm × 12cm) 1枚
- アルミ板 (6cm × 6cm) 1枚
- アルミ板 (0.5mm × 12mm × 50mm) 2枚
- アルミホイル, アルミテープ, セロハンテープ



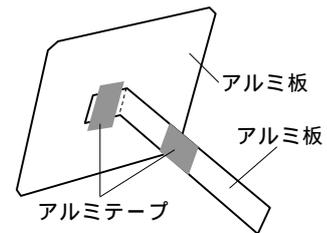
(2) 工作の手順

右図のように、12mm × 50mmのアルミ板2枚をアルミテープでつなぐ。



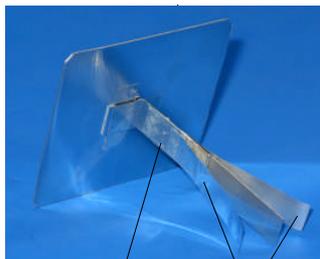
アルミテープでつないだ2枚の板を6cm × 6cmのアルミ板にアルミテープで貼る。

12mm × 50mmに切ったアルミホイル2枚を、下図のようにセロハンテープでアルミ板に貼る。

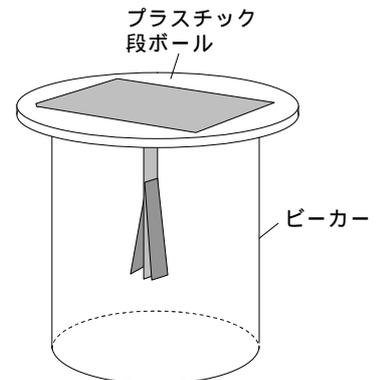
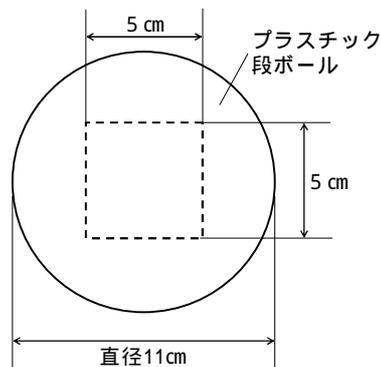


直径11cmの円に切ったプラスチック段ボールに5cm × 5cmの穴を開ける。

図のように、ビーカーにプラスチック段ボールをのせ、さらにアルミ板をかぶせる。



テープ アルミ箔



2 製作したはく検電器を用いた実験

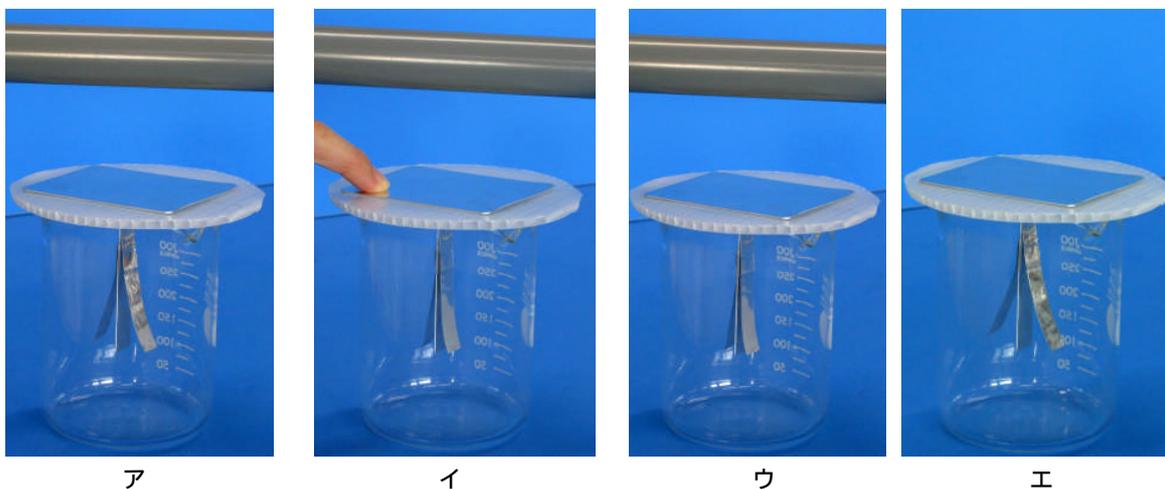
(1) 電荷の移動を考える実験

ティッシュペーパーでこすった塩ビパイプをはく検電器に近づける。(ア)

塩ビパイプをはく検電器に近づけた状態で、アルミ板に触れる。(イ)

アルミ板に触れた手を離す。(ウ)

塩ビパイプをはく検電器から離す。(エ)

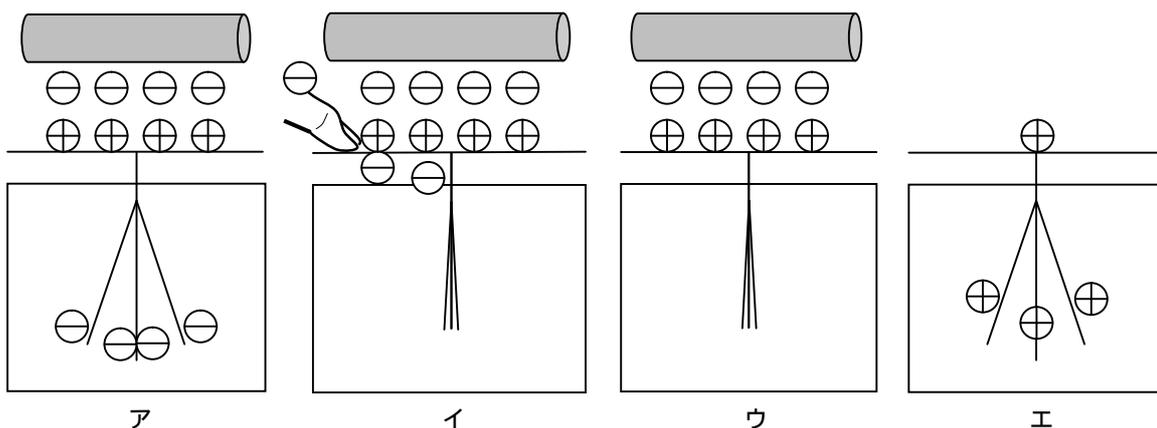


(2) 説明

塩ビパイプの負の電荷が、アルミ板の自由電子と反発し合い、自由電子がアルミはくのほうに移動する。そのため、アルミはくが負の電荷を帯び、斥力によって開く。(ア)

指がアルミ板に触れると、アルミはくの自由電子が指を通して地球に移動する(大地アース)。(イ) アルミはくが閉じたら、アルミ板から指を離す。(ウ)

塩ビパイプをはく検電器から離すと、アルミ板とアルミはくがすべて正の電荷を帯びているため、再びはくが開く。(エ)



帯電列

2つの物体によって生じる静電気は、下の表のような、帯電列の左の方の物体ほど正電気を帯び、右の方の物体ほど負電気を帯びます。このため、帯電させるためには、次ページの表のような方法が良く行われます。

正(+)	ガラス	毛皮	絹	金属	木材	硫黄	エポナイト	ナイロン	塩化ビニル	負(-)
------	-----	----	---	----	----	----	-------	------	-------	------

	定番の方法	身近な素材を使ってよく帯電させる方法
正に帯電	絹の布でこすったガラス棒	ティッシュペーパーでこすったアクリルパイプ
負に帯電	毛皮でこすったエポナイト棒	ティッシュペーパーでこすった塩ビパイプ

最近の市販の箱入りティッシュペーパーは、「お肌にやさしく」なっているため、静電気は発生しますが、もの足りなさを感じます。街頭で配布されているポケットティッシュの方がおすすめです。さらに、実験用に市販されている紙製ワイパー「ケイドライ」を使うと、パチパチと音が出るほどよく帯電します。また、アクリルパイプ、塩ビパイプは油よごれがあると静電気が発生しにくいので、実験前に表面をエタノールでふいてきれいにしておきます。

どちらもよく帯電するので、感度がよい実験用はく検電器に使用するときには注意しましょう。

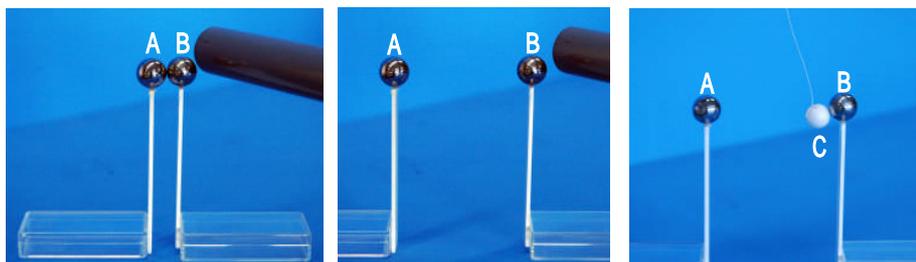
4 静電誘導と誘電分極

～ アルミホイル（導体）や紙（不導体）の薄片が吸い付けられる理由 ～

(1) 静電誘導

金属のように電気をよく通す物質を導体とよぶ。金属には、金属を構成する特定の原子に属さず、金属内を自由に動きまわられる電子があり、これを自由電子とよぶ。電気はこの自由電子の移動によって伝えられる。下図のように、導体である金属球 A、B を接触させておき、ティッシュペーパーでこすった塩ビパイプ（負に帯電）を金属球 B に近づけると、塩ビパイプに近い金属球 B には塩ビパイプと異種（正）の電気が現れ、金属球 A には塩ビパイプと同種（負）の電気が現れる。このような現象を導体の静電誘導とよぶ。金属球 A、B の間に、

負電荷を帯びた小物体 C を置くと、金属球 A から斥力、金属球 B から引力を受ける。



(2) 誘電分極

小さな紙片は帯電したガラス棒にくっつくように、金属以外の物体も帯電体に引きよせられる現象を見ることができる。

電気を通しにくい物質を不導体（絶縁体）とよぶ。アクリルや塩化ビニル、食塩などは不導体である。不導体では、電子はすべて構成粒子（原子・分子・イオン）に属し、自由電子がないため、電気を伝えることができない。そのため、不導体の電子は構成粒子から離れないが、帯電体を近づけると、静電気力によって構成粒子の中の電子の位置がずれる。これを分極とよぶ。流れている水道水にティッシュペーパーでこすった塩ビパイプ（負）を近づけると、不導体の塩ビパイプに近い側の表面には塩ビパイプと異種の電気（正）が現れ、塩ビパイプと遠い側の表面には塩ビパイプと同種の電気（負）が現れる。このため、導体の静電誘導と同様に、水（不導体）は塩ビパイプ（帯電体）に引きよせられる。この不導体に現れる静電誘導の現象を、とくに誘電分極とよぶ。導体の静電誘導と異なり、誘電分極の電気は外へ取り出せない。



5 静電遮蔽（しゃへい）の実験

(1) 準備するもの

携帯電話 2 台

30cm × 30cm の厚手のアルミホイル 2 枚

(2) 実験

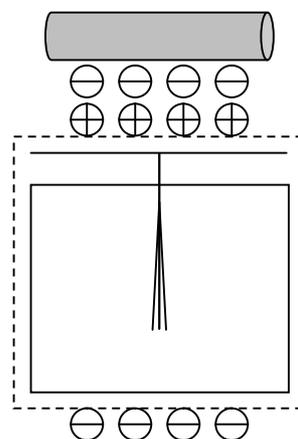
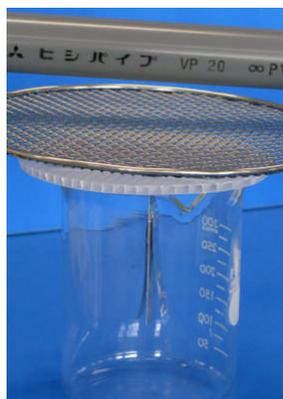
電波状態の良い場所で、携帯電話 A、B のうち、携帯電話 A をアルミホイルですき間なく包む。携帯電話 B からアルミホイルですき間なく包んだ携帯電話 A に、電話をかけてみる。その結果は？

携帯電話 A を包んだアルミホイルの一部を開いて、携帯電話 B で電話をかけると携帯電話 A に電話がかかる。そこで、開いていたアルミホイルを再度すき間なく包み、その上から別のアルミホイルでさらに覆い、しばらく待つとどうなるか。



静電遮蔽

帯電していないはく検電器全体を金網で包んで、帯電棒を近づけると、はくは開きません。これは、金網の表面に帯電棒の電荷と反対符号の電荷が誘導されるために、金網に包まれた内部の電場がなくなるからです。このように物体を導体で囲むことによって、外部からの電場の影響を受けないようにすることを静電遮蔽（シールド）とよびます。このため、自動車の中のヒトに雷は落ちません。雷の音が聞こえたら、建物の中に入るか、周囲のものよりも低い体勢をとることが重要です。



6 電気振り子の作り方と実験

(1) 準備するもの

アルミ缶 350mL 2 個（プルトップは取らない）

プラスチック段ボール（11cm × 17cm）

小鈴，絹糸，ストロー

両面テープ

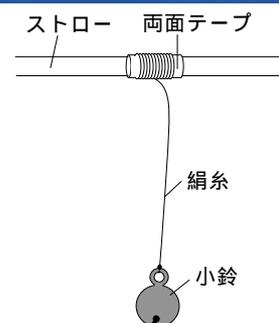
塩ビパイプ ティッシュ

(2) 電気振り子の作り方

鈴に糸を結び付ける。

鈴のついた糸をストローに取り付ける。

- ・両面テープを 5mm ぐらいに細く切る。
- ・切った両面テープをストローの中央に貼る。
- ・鈴の付いた糸をストローの中央に巻き付ける。
- ・糸の長さは、つるした鈴がアルミ缶の高さの真ん中ぐらいになるようにする。



組み立てる

- ・ 鈴のついたストローをアルミ缶のプルトップに通す。
- ・ 2つのアルミ缶の間隔が1cmくらいになるようにして、プラスチック段ボールに固定する。(ただし、固定しなくても実験は可能である。)



(3) 電気振り子の実験

塩ビパイプなどをティッシュペーパーでこすって帯電させる。

塩ビパイプを持っていない手を、一方のプルトップに触れる。

塩ビパイプをもう一方のプルトップの手前から奥へ押し出すように近づける。

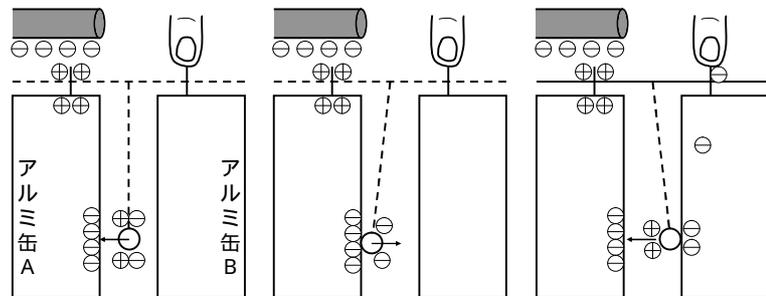
鈴が激しく振動する。



(4) 振動原理

ティッシュペーパーでこすって帯電した塩ビパイプをアルミ缶Aのプルトップに近づけると、静電誘導によってプルトップは正に帯電し、小鈴近くのアルミ缶は負に帯電し、小鈴のアルミ缶A側は正に帯電し、アルミ缶B側は負に帯電する。これにより、アルミ缶Aと小鈴はクーロン力によって引き寄せられる。アルミ缶Aの負の電荷が小鈴に移動し、小鈴全体が負に帯電すると、アルミ缶Aとクーロン力によって反発し、小鈴はアルミ缶Bに触れる。

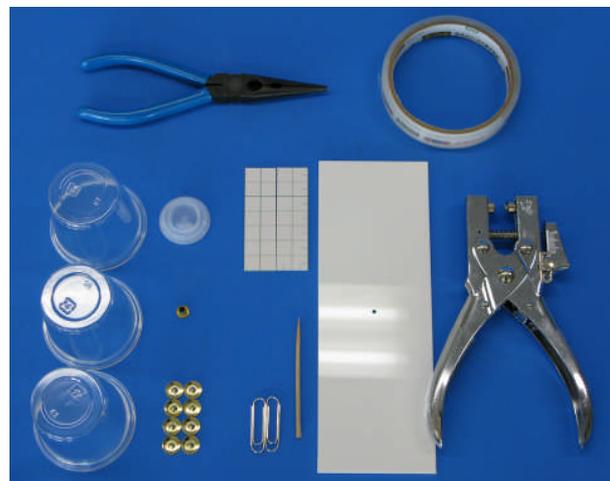
小鈴がアルミ缶Bに触れると、小鈴がもっていた負電荷が、アースされているアルミ缶Bを通して、大地に移動する。このため、小鈴は正に帯電し、アルミ缶Aとのクーロン引力によって引き寄せられる。これにより、小鈴はアルミ缶Aとアルミ缶Bの間を振動する。この振動は、塩ビパイプから負電荷が供給されている間は繰り返し起こる。



8 フランクリンモーターの製作

(1) 準備するもの

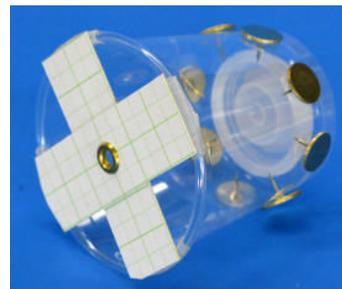
- プラスチックのコップ3個
- フィルムケースのふた
- アクリル板、竹串
- ゼムクリップ2個
- 画びょう 8個
- ハトメ、ハトメパンチ
- 両面テープ、セロハンテープ
- 方眼紙、ラジオペンチ



(2) 工作の手順

プラスチックのコップAの底部に、フィルムケースのふたを両面テープで貼り付ける。(中央にへこみがあるため軸受けになる。なければ、市販のプラスチック容器のふたの中央部を、穴が開かない程度にへこみをつくる。)

工作紙(20×70mm)を2枚重ねて中央に穴を開け、その穴にハトメを入れて留める。右図のように、工作紙を十字型にして、プラスチックのコップAに両面テープで接着する。

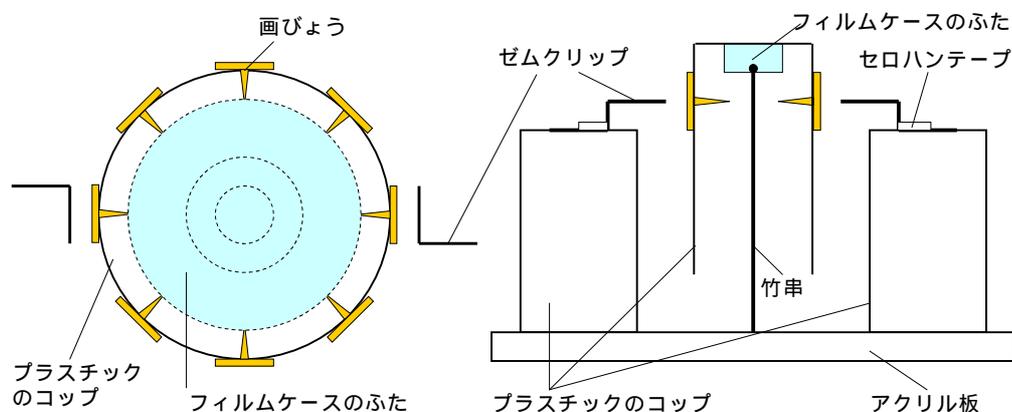


このとき、ハトメが中央になるようにし、はみ出した部分は切り取る。

プラスチックコップAに、画鋏を均等にさせば、回転子が完成する。

プラスチックのコップB、Cをセロハンテープで、アクリル板に固定する。

アクリル板の中央部に竹串をさし、下図のように、ゼムクリップを曲げてセロハンテープで固定する。



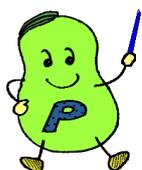
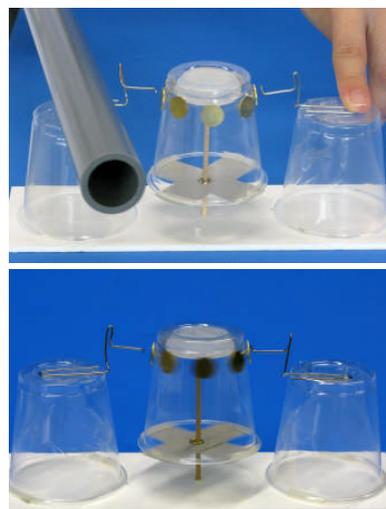
(3) フランクリンモーターの実験

ティッシュペーパーで塩ビパイプをゆっくりこすって負に帯電させる。(パチパチ音がするとよい。)

塩ビパイプをもっていない手を、一方のゼムクリップに触れる。(アースをする。)

塩ビパイプをもう一方のゼムクリップに近づけ、手前から奥へ押し出すようにする。

回転子が回転し始めたら、再度 ~ を行うと、回転子が回転し続ける。



Electricity の語源は

物体を互いに摩擦するとき発生する電気は、摩擦電気とよばれ古代から知られていました。古代ギリシャでは、すでに摩擦されたコハク(琥珀)が小物体を引き付けることが発見されていました。そのため、西欧語の electricity や electrum の語源は「琥珀」を意味するギリシャ語の elektron です。このように、摩擦電気の現象は古代から知られていますが、その機構はいまだよく分かっていません。