

Date of Lab 2/1/2017

Date of Submission 2/8/2017

Laboratory Report

Title
表題

電荷、静電気と箔検電器

Homeroom <u>I</u>	Section <u>26</u>	Name 氏名 <u>SAORI SHIBA</u>
----------------------	----------------------	----------------------------------

Lab Partners
共同実験者 Eri Fujiwara

Summary

摩擦により、箔検電器や電気缶などを用いて、見えない電気を見えるようにした。二つの異なる物体を摩擦させると電子が移動してそれぞれに帯電あることがわかった。同じ帯電物体は反発し、異なる帯電物体は引き合うことも分かった。帯電していない物に帯電物体を近づけても、分極により引き合うという結果も出た。

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

Teacher Comments

自分で描いた図でわかりやすいレポートになっている。一方で同様の図がくり返されるので、内容の順序等を工夫すると良い

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Due 提出期限	Summary 要旨	Intro. 序	Method. 方法	Results 結果	Table/Fig. 表/図	Discussion 考察	Clearness わかりやすさ	General 全般
<u>+</u>					<u>+++</u>	<u>++</u>	<u>++</u>	<u>++++</u>

* Write your report in Japanese or in English * Use this form as a cover sheet.
* Submit your reports by the seventh day after your lab.

<目的>

見えない電気を実験で見えるようにする。

<理論>

摩擦電気

異なる二つの物質を擦り合わせて、一方から電子がもう一方に移動してそれぞれ帯電すること。

誘電分極

帯電した物質を絶縁体に近づけると、絶縁体内の帯電物質とは違う電荷の原子が誘導される。プラスに帯電した物体を絶縁体に近づけると、絶縁体内の電子が帯電物質に誘導される。

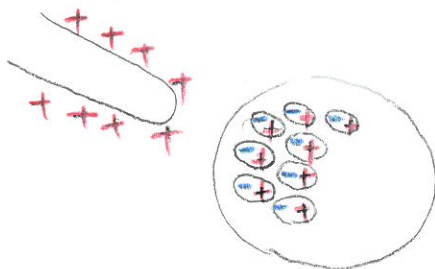


図 .誘電分極の図

静電誘導

帯電した物体を導体に近づけると、帯電物質に近い導体の表面が帯電物質とは異なる電荷に帯電する。そして、帯電物質と同じ電荷はその表面の反対の方向に行く。プラスに帯電した物体を導体に近づけると、その物体に近い導体の表面が、マイナス電荷になる。そして、導体内のプラス電荷は反対の方向に動く。

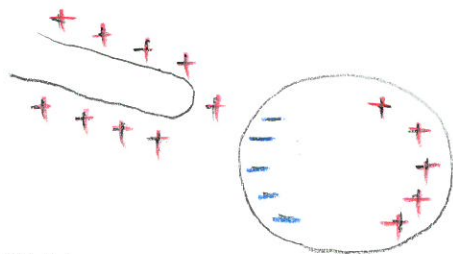


図 .静電誘導の図

<実験器具>

棒 (PVC, エボナイト、ガラス、アクリル)、金属性サスペンダー、ボール (ポリスチレン、アルミコーティング)、毛皮、絹、水の入った哺乳瓶、箔検電器、

電気盆（アルミニウムトレイ、プラスチックコップ）、サランラップ、発泡スチロール、ネオンランプ、ヴァンデグラフ起電機、絶縁台、放電電極

<実験>

実験 1. 摩擦による静電気

- (1) PVC 棒を毛皮でこすり、ポリスチレンボール、アルミニウムコーティングボールに近づけて様子を見る。
- (2) エボナイト棒を毛皮でこすり、ポリスチレンボール、アルミニウムコーティングボールに近づけて様子を見る。
- (3) ガラス棒を絹布でこすり、ポリスチレンボール、アルミニウムコーティングボールに近づけて様子を見る。
- (4) アクリル棒を毛皮でこすり、ポリスチレンボール、アルミニウムコーティングボールに近づけて様子を見る。
- (5) アクリル棒を絹布でこすり、ポリスチレンボール、アルミニウムコーティングボールに近づけて様子を見る。

実験 2. プラス、マイナス電気

[2-A]帯電体と非帯電体絶縁体

- (1) エボナイト棒を毛皮でこすり、片側を帯電させ、もう片側の帯電をなくしてサスペンダーの上に置く。PVC 棒を毛皮でこすり、エボナイト棒に近づけて帯電側、非帯電側の様子を見る。
- (2) ガラス棒を絹でこすり、片側を帯電させ、もう片側の帯電をなくしてサスペンダーの上に置く。PVC 棒を毛皮でこすり、ガラス棒に近づけて帯電側、非帯電側の様子を見る。
- (3) ガラス棒を絹でこすり、片側を帯電させ、もう片側の帯電をなくしてサスペンダーの上に置く。ガラス棒を絹でこすり、サスペンダーの上のガラス棒にちかづけて帯電側、非帯電側の様子を見る。
- (4) エボナイト棒を毛皮でこすり、片側を帯電させ、もう片側の帯電をなくしてサスペンダーの上に置く。アクリル棒を絹でこすり、エボナイト棒に近づけて帯電側、非帯電側の様子を見る。
- (5) エボナイト棒を毛皮でこすり、片側を帯電させ、もう片側の帯電をなくし

てサスペンダーの上に置く。アクリル棒を毛皮でこすり、エボナイト棒に近づけて帯電側、非帯電側の様子を見る。

[2-B]帯電絶縁体と水

- (1) PVC 棒を毛皮でこすり、水流に近づけて様子を見る。
- (2) ガラス棒を絹でこすり、水流に近づけて様子を見る。

[2-C]帯電絶縁体と導体

- (1) PVC 棒を毛皮でこすり、金属製のサスペンダーに近づけて様子を見る。
- (2) ガラス棒を絹でこすり、金属製のサスペンダーに近づけて様子を見る。

実験 3. 箔検電器

PVC 棒を毛皮でこする。箔検電器のアースを取る。

- (1) 放電しないように PVC 棒を箔検電器にゆっくり近づける。その時の箔検電器の様子を見る。
- (2) 放電しないように PVC 棒を箔検電器にゆっくり近づける。アースを取ってアースを除く。棒を遠ざけたときの箔検電器の様子を見る。
- (3) PVC 棒を箔検電器に放電するようにゆっくり近づける。その時の箔検電器の様子を見る。
- (4) PVC 棒を箔検電器に接触させる。その時の箔検電器の様子を見る。

実験 4. 電気盆

- (1) サランラップで包んだ発泡スチロールを紙でこする。
- (2) 電気盆を発泡スチロールに近づけて、端を指で触る。
- (3) 電気盆を遠ざけて、端を指で触る。
- (4) (1)~(3)をもう一度やり、端を指で触る代わりにネオンランプの導線をつけて、ランプの様子を見る。

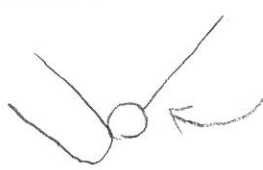


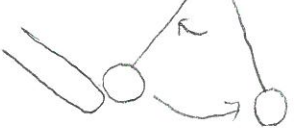
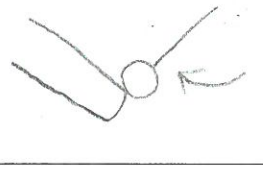

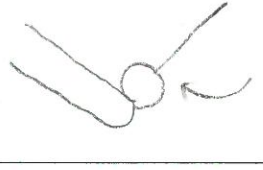

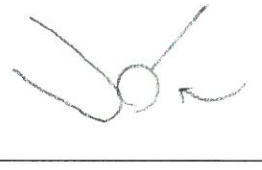

実験 5. ヴァンデグラフ起電機

- (1) 人が絶縁台に乗って、起電機を両手で触る。電源を入れる。
- (2) 少し時間が経ったら電源を切る。数人で手をつないで、そのうちの一人が絶縁台に乗る人の指を触る。

<実験結果>

実験 1. 摩擦による静電気

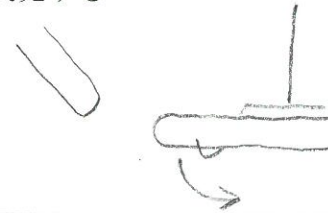
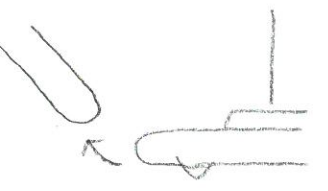
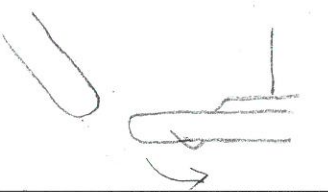
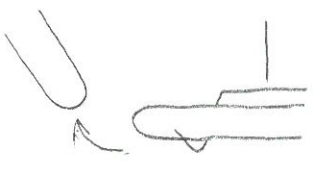
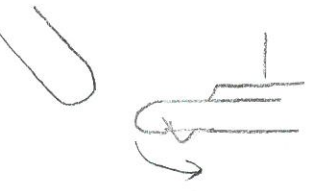
表 1. 実験 1 の結果の表

実験器具	ポリスチレンボールの反応	アルミニウムコーティングボールの反応
PVC・毛皮	引き合う 	最初は引き合い、くっついたらすぐに反発する 
エポナイト・毛皮	引き合う 	最初は引き合い、くっついたらすぐに反発する 
ガラス・絹	少し引き合う 	最初は引き合い、くっついたらす少し反発する 
アクリル・絹	引き合う 	最初は引き合い、くっついたらすぐに反発する 
アクリル・毛皮	反発する 	最初は引き合い、くっついたらす少し反発する 

わかりやすい図と表がある。


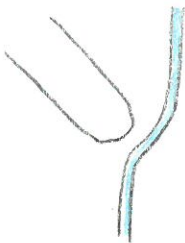
実験 2-A. 帯電体と非帯電絶縁体間の反応

表 2. 実験 2-A の結果の表

近づける実験器具	サスペンダーに置く実験器具	帯電体の反応	非帯電体の反応
PVC・毛皮	エボナイト・毛皮	反発する 	引き合う
PVC・毛皮	ガラス・絹	引き合う 	引き合う
ガラス・絹	ガラス・絹	反発する 	引き合う
アクリル・絹	エボナイト・毛皮	強く引き合う 	引き合う
アクリル・毛皮	エボナイト・毛皮	反発する 	引き合う



実験 2-B. 帯電絶縁体と水の間での反応

表 3. 実験 2-B の結果の表

実験器具	水の反応
PVC・毛皮	引き合う 
ガラス・絹	引き合う 

実験 2-C. 帯電絶縁体と導体の間での反応

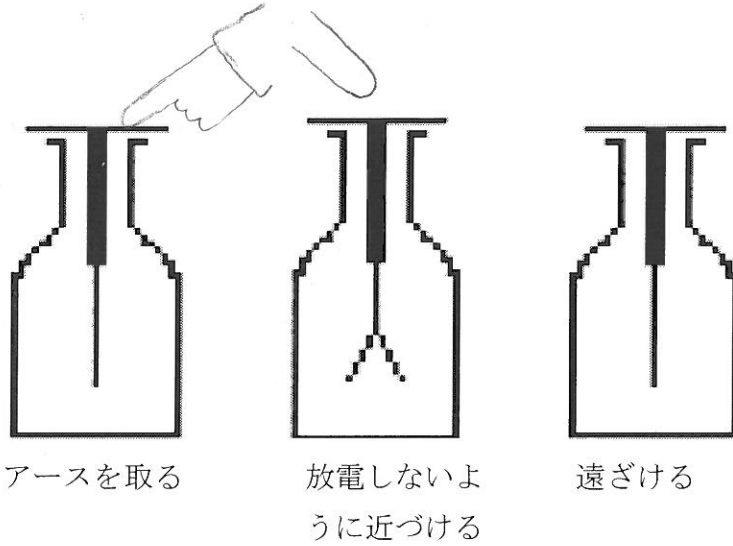
表 4. 実験 2-C の結果の表

実験器具	サスペンダーの反応
PVC・毛皮	引き合う 
ガラス・絹	引き合う 

実験 3. 箔検電器

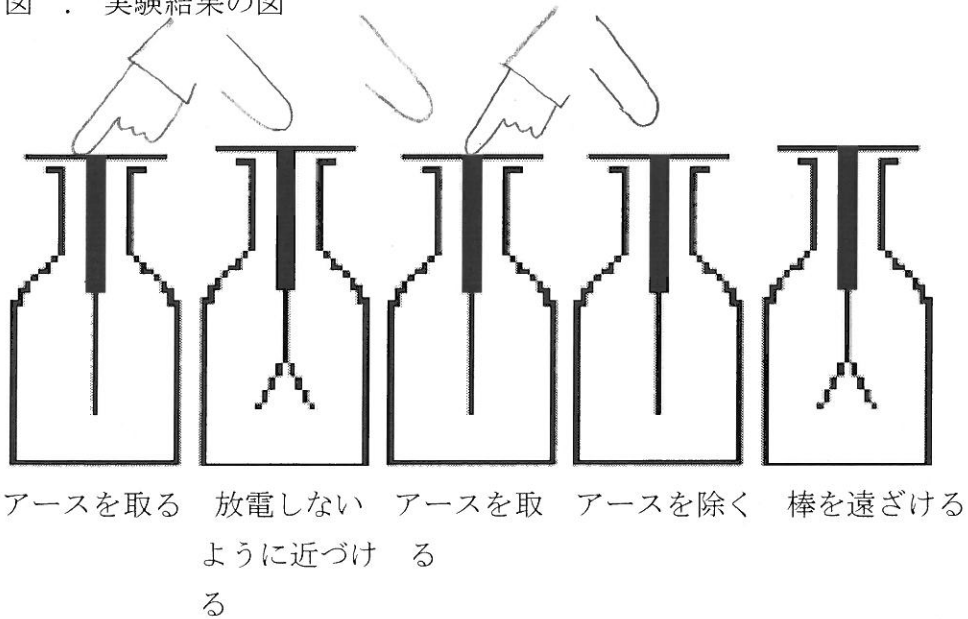
(1) PVC 棒を近づけた時、箔が開く。遠ざけたら箔は閉じる。

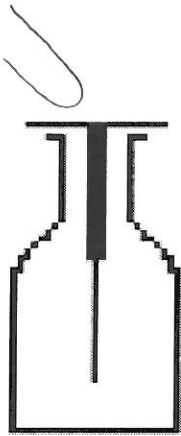
図 . 実験結果の図



(2) PVC 棒を近づけた時、箔が開く。アースを取ると箔は閉じる。アースを除き棒も遠ざけると、箔は開く。再び棒を近づけると箔は閉じる。

図 . 実験結果の図

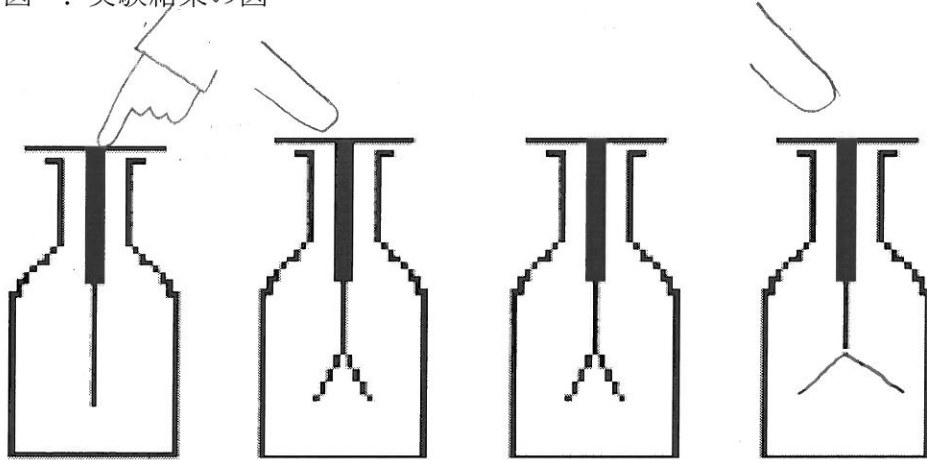




再び棒を近づける

(3) PVC 棒を放電させるよう近づけると箔は開く。棒を遠ざけても開いたままである。再び棒を近づけると箔はより開く。

図 . 実験結果の図



アースを取る

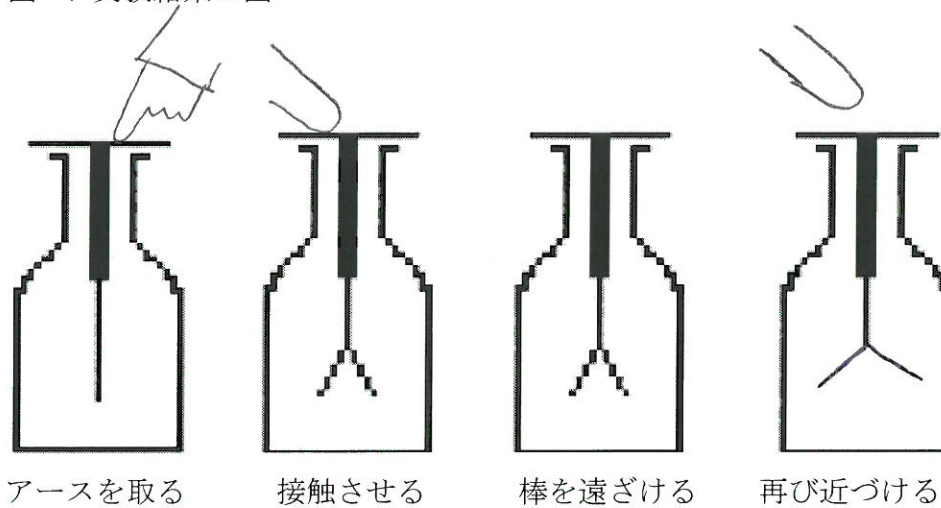
近づけて放電
させる

棒を遠ざける

再び近づける

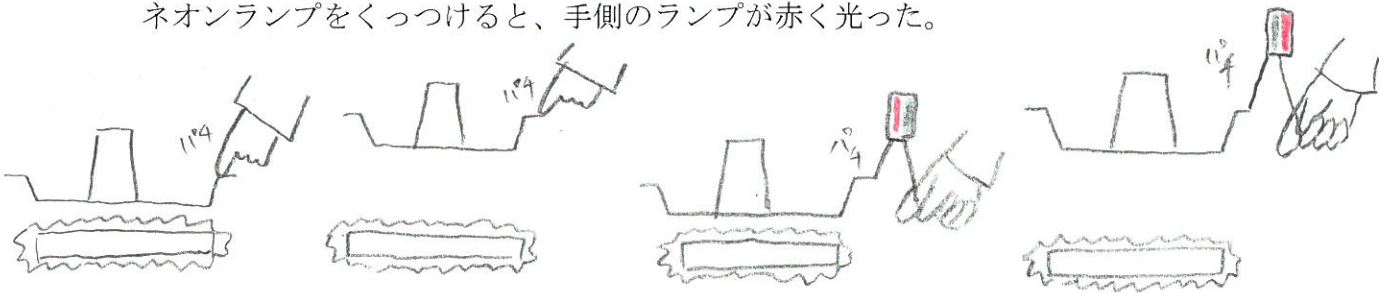
(4) PVC 棒を接触させると箔は開く。棒を遠ざけても開いたままである。再び棒を近づけると箔はより開く。

図 . 実験結果の図



実験 4. 電気盆

電気盆を発泡スチロールに近づけた状態で端を指で触ると、ぱちっと音がして静電気が起きた。電気盆を遠ざけて端を指で触った時も、ぱちっと音がして静電気が起きた。電気盆を発泡スチロールに近づけた状態で端にネオンランプの導線をくっつけると、電気盆側のランプが赤く光った。電気盆を遠ざけて端にネオンランプをくっつけると、手側のランプが赤く光った。



実験 5. ヴァンデグラフ起電機

起電機の電源が入っている時、絶縁台に乗る人の髪の毛がふわっと上がる。電源を切って手をつないでいる人の指に触れると、手をつないでいる全ての人にちくっと小さな痛みを感じた。

<考察>

実験 1. 摩擦による静電気

○二つの物を摩擦させると帯電する理由

プラス (+) に帯電	帯電量とその極性	マイナス (-) に帯電
アスベスト 人毛・毛皮 ガラス 雲母 羊毛 ナイロン アクリル樹脂	鉛 絹 木綿 麻 木材 人などの皮膚 ガラス繊維 亜鉛	テフロン 塩化ビニール セロファン セルロイド ポリエチレン ポリエチレン アクリル ポリエステル ポリプロピレン 白金 ポリスチレン ゴム 金 銅 ニッケル 鉄 エボナイト クロム 紙 アルミニウム アセテート

図 5. 帯電系列の図

物質には electronegativity がある。Electronegativity とはどのくらい電子を引き寄せる力があるかを示す。二つの物を摩擦させると、電子が移動してそれぞれプラスとマイナスに帯電する。Electronegativity が強いと、他の物と摩擦した時に電子を得ようとしてマイナスに帯電する。Electronegativity が弱いと、他の物と接触した時に電子を失ってプラスに帯電する。PVC（塩化ビニール）と毛皮に摩擦をかけると、図 5 によると、PVC はマイナス、毛皮はプラスに帯電する。他の物体も図 5 によると、

エボナイト（マイナス） / 毛皮（プラス）

ガラス（プラス） / 絹（マイナス）

アクリル樹脂（プラス） / 絹（マイナス）

アクリル樹脂（マイナス） / 毛皮（プラス）

となる。

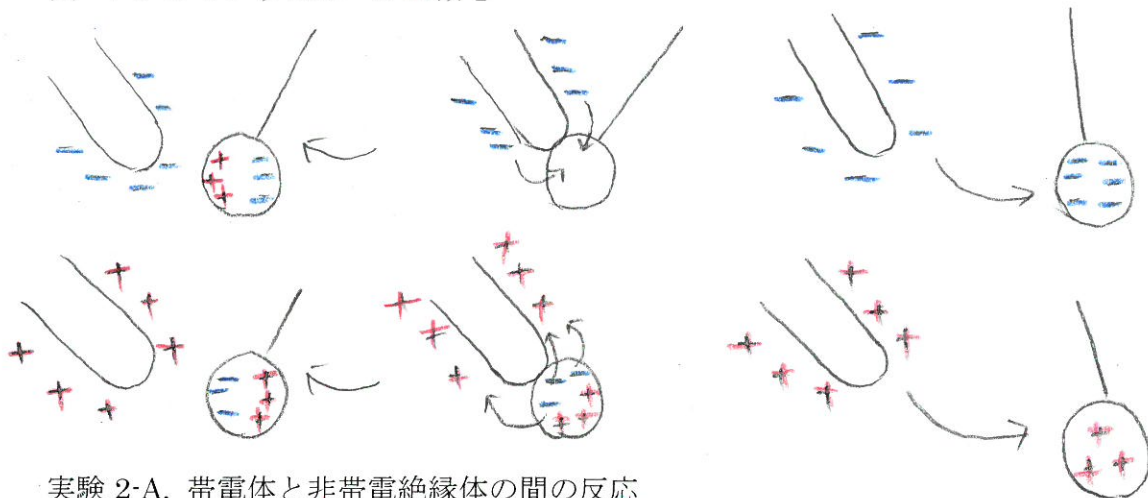
○ポリスチレンボールが引き合う理由

ポリスチレンボールはプラス、マイナスの両方をもっている。マイナスに帯電した棒を近づけると、誘電分極により、帯電した棒に近い表面がプラスに帯電するので棒とボールは引き合う。プラスに帯電する棒に近づけると、同じように表面がマイナスに帯電して引き合う。ポリスチレンボールは絶縁体なので、電子が棒から移動しづらい。そのため、ボールは長い間棒と引き合う。

○アルミニウムコーティングボールが引き合い、接触したら反発する理由

アルミニウムボールもプラス、マイナスの両方を持っている。マイナスに帯電した棒に近づけると、静電誘導により、棒に近い表面がプラスに帯電するので棒とボールが引き合う。しかし、アルミニウムは導体で自由電子をもつので、電子が移動しやすい。そのため、棒が接触した瞬間に、棒の電子がボールに移動する。すると、ボールはマイナスに帯電して、マイナス帯電の棒と反発する。プラス帯電の棒を近づけると、ボールは静電誘導により表面がマイナスになって引き合う。接触した時に、ボールにある電子が棒に移動してボールがプラス帯電になる。そして、プラス帯電の棒と反発する。

図 . アルミニウムボールの動き

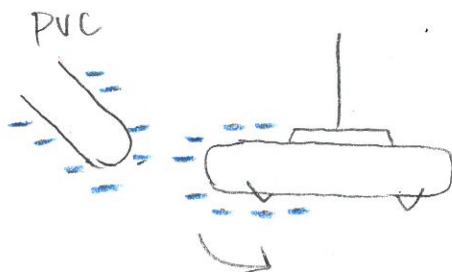


実験 2-A. 帯電体と非帯電絶縁体間の反応

○毛皮でこすった PVC が毛皮でこすったエボナイトと反発する理由

図aによると、PVC (-)・毛皮 (+)、エボナイト(-)・毛皮(+)に帯電する。PVC とエボナイトは同じ電荷なので、反発する。

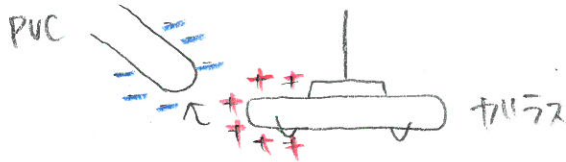
図a. PVC とエボナイトの反応



○毛皮でこすった PVC が絹でこすったガラスと引き合う理由

図 a によると、PVC (-)・毛皮 (+)、ガラス(+)^{電荷}・絹(-)に帯電する。PVC とガラスは違う電荷なので引き寄せ合う。

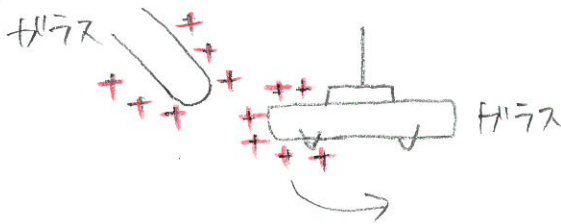
図 .PVC とガラスの反応



○絹でこすったガラスが絹でこすったガラスと反発する理由

図 a によると、ガラス(+)^{電荷}・絹(-)に帯電する。二つのガラスは同じ電荷なので反発する。

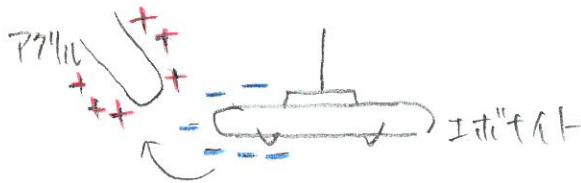
図 .二本のガラスの反応



○絹でこすったアクリルが毛皮でこすったエボナイトと引き合う理由

図 a によると、アクリル(+)^{電荷}・絹(-)、エボナイト(-)^{電荷}・毛皮(+)^{電荷}に帯電する。アクリルとエボナイトは違う電荷なので引き合う。

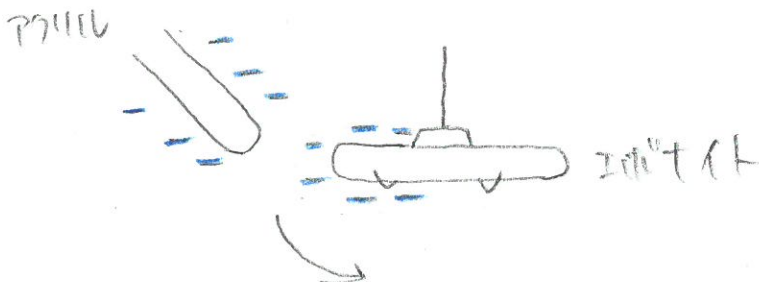
図 .アクリル(+)とエボナイトの反応



○毛皮でこすったアクリルが毛皮でこすったエボナイトと反発する理由

図 a によると、アクリル(-)^{電荷}・毛皮 (+)、エボナイト(-)^{電荷}・毛皮(+)^{電荷}に帯電する。アクリルとエボナイトは同じ電荷なので反発する。

図 .アクリル(-)とエボナイトの反応



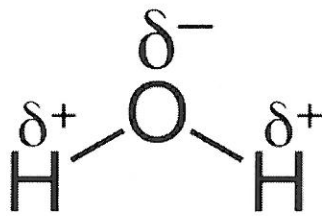
○非帯電絶縁体と帯電絶縁体が電荷の種類関係なく引き合った理由

非帯電絶縁体に帯電絶縁体を近づけると、非帯電絶縁体に誘電分極が生じて表面が帯電する。プラス帯電の物を近づけると、表面はマイナス電荷になって帯電絶縁体と引き合う。マイナス帯電の物を近づけると、表面はプラス帯電になって帯電絶縁体と引き合う。

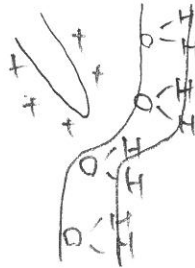
実験 2-B. 帯電絶縁体と水の間での反応

○帯電絶縁体と水が電荷の種類関係なく引き合う理由

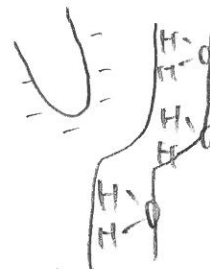
水の原子には+電荷と-電荷がある (図b) プラスに帯電する PVC を水に近づけると配向分極により、マイナスに帯電する水素原子が PVC の方を向き、PVC と水は引き合う (図c)。また、マイナスに帯電するガラスを水に近づけると配向分極により、プラスに帯電する酸素原子がガラスの方を向き、ガラスと水は引き合う (図d)。



図b 水分子図



図c. プラス帯電絶縁体を近づけた時



図d マイナス帯電絶縁体を近づけた時

実験 2-C 帯電絶縁体と導体間の反応

○帯電絶縁体と導体が電荷の種類関係なく引き合う理由

サスペンダーは金属で導体である。プラスに帯電した絶縁体を近づける時、静電誘導により、マイナス電荷が導体の表面に近づき、反対側にプラス電荷が動く。マイナスに帯電した絶縁体を近づける時も同様に静電誘導により、プラス電荷が表面に来て、反対側にマイナス電荷が動く。

実験 3. 箔検電器

○実験結果のように箔が動いた理由

(1)

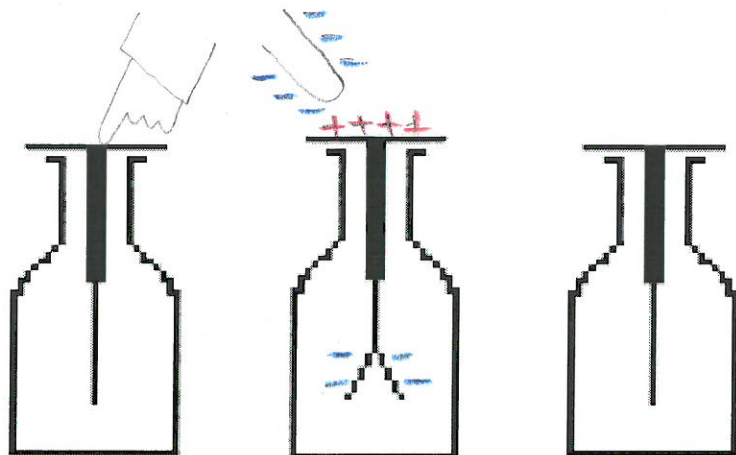


図 .実験結果の図

PVC 棒を毛皮でこすっているのです、棒はマイナスに帯電している。つまり、電子を多く持っている。箔検電器は導体でできている。そのため、その棒を箔検電器に近づけると、静電誘導により、プラス電荷が上に来てマイナス電荷が反対に下に行く。二手に分かれている箔は両方ともマイナスに帯電しているため、反発して開く。棒を遠ざけると電器の帯電はもとにもどり、箔は閉じる。

(2)

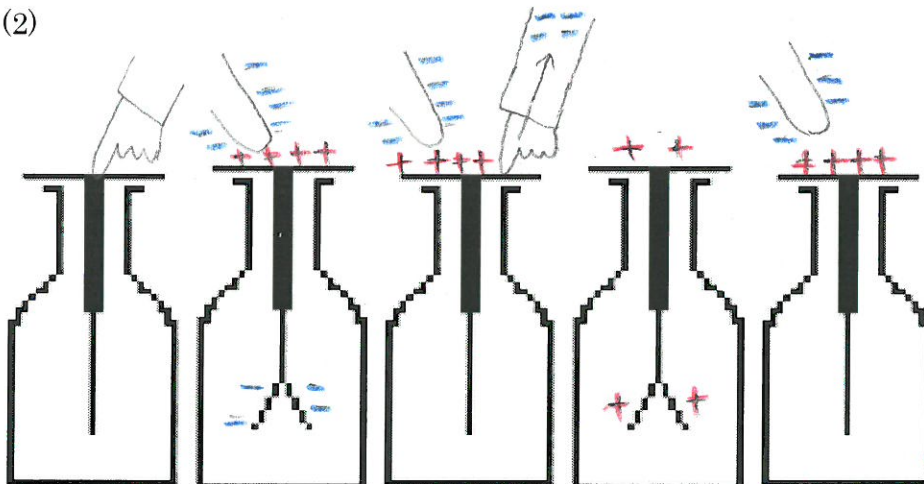


図 .実験結果の図

左から二つまでは(1)と同じ原理である。棒を近づけた状態でアースを取ると、箔は閉じる。アースを取る時に下の方にいた電子が上に上がってきて手の方に逃げていく。アースを除き棒も遠ざけると、棒によって引きつけられたプラス電荷が全体に広がる。すると、二手に分かれる箔にもプラス電荷が来て、反発

し合い箔が開く。再び棒を近づけると箔は閉じる。つまり、マイナス電荷の棒により、プラス電荷が再び引き寄せられて上に行く。下の箔の部分からプラス電荷が除かれるので、箔は閉じる。

(3)

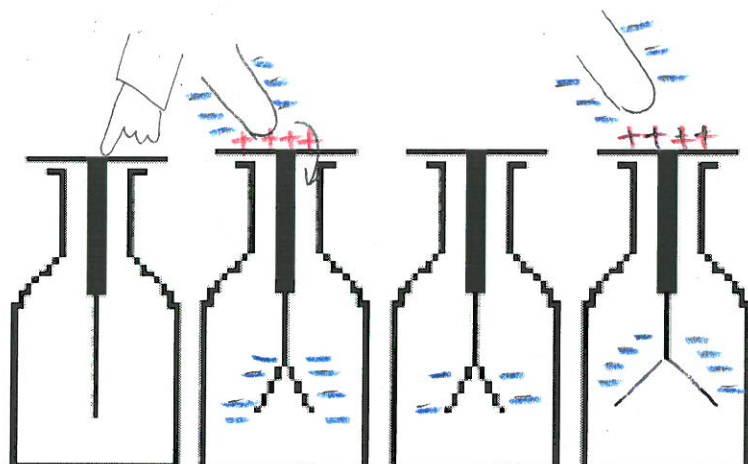


図 .実験結果の図

PVC 棒を箔検電器に放電するように近づける。すると、静電誘導により箔検電器内のプラス電荷が棒に近づくために上に動き、マイナス電荷は反対に下へ動く。放電するので、棒から電子が電器に移動する。移動した電子も棒に反発して下の方へ行く。棒を遠ざけると、両方の電荷が全体に広がる。しかし、電子の量が増加したので全体がマイナス電荷となる。二手に分かれた箔もマイナス電荷なので反発して箔が開く。再び棒を近づけると、マイナス電荷は反発しようとするのでより箔が開く。

(4)

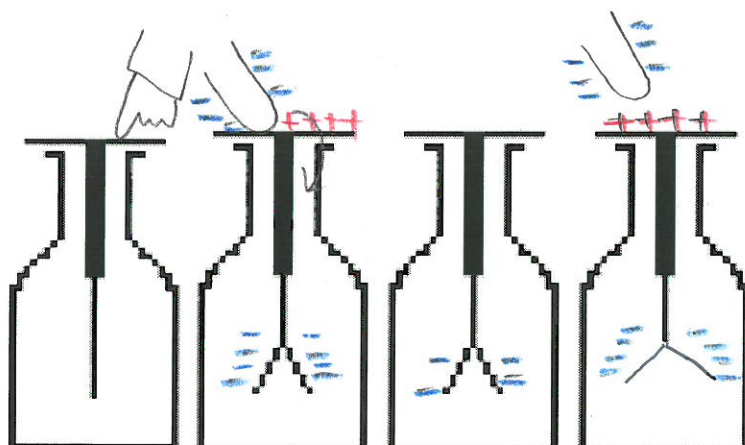


図 .実験結果の図

(3)と同じ原理である。棒が接触した時に棒の電子が電器内に移動する。電子全体はマイナス電荷となるので、棒を遠ざけても箔は開いたままである。棒を近づけたら箔はより開くので、電器全体がマイナス電荷であることが確認できる。

実験 4. 電気盆

○電気盆に触れたらぱちっと音がする理由

(1) 電気盆を発泡スチロールに近づける状態

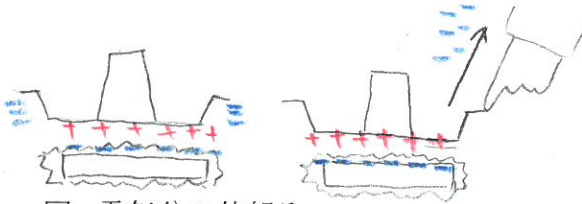


図 . 電気盆の仕組み

サランラップでつまれた発泡スチロールを紙でこするとマイナスに帯電する。そこに電気盆を近づけると、静電誘導により電気盆のプラス電荷が発泡スチロールと引き合うために電気盆の底に来る。そしてマイナス電荷が電気盆の淵に来る。その状態で淵を指で触ると、淵にいる電子が指から逃げるのでぱちっと音がして静電気が起きる。

(2) 電気盆を発泡スチロールから遠ざける状態

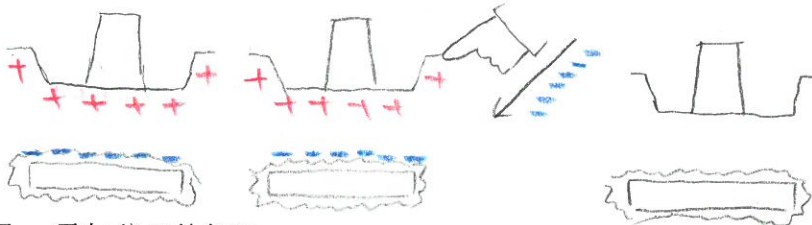


図 . 電気盆の仕組み

(1)の状態から、電気盆を発泡スチロールから遠ざける。すると、底に集まったプラス電荷が全体に広がる。(1)のときに電子は逃げたので、電気盆全体がプラスに帯電している。その状態でもう一度淵を指で触ると、指から電子が電気盆に流れていくのでぱちっと音がして静電気が起きる。

○ネオンランプが光る理由

(1) 電気盆を発泡スチロールに近づける状態

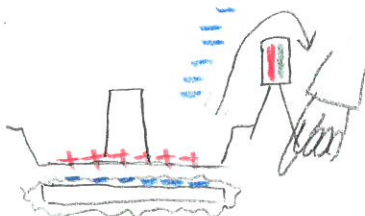


図 . ネオンランプが点灯する仕組み

電気盆を発泡スチロールに近づける状態で淵をネオンランプの導線で触ると、電子が電気盆から指へと流れていく。そのため電気盆側のランプが赤く点灯する。

(2) 電気盆を発泡スチロールから遠ざける状態

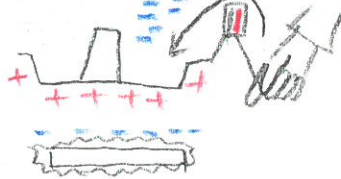


図 . ネオンランプが点灯する仕組み

電気盆を発泡スチロールから遠ざけている状態で淵をネオンランプの導線で触ると、電子が指から電気盆へ流れていく。そのため指側のランプが赤く点灯する。

実験 5. ヴァンデグラフ起電機

○絶縁台に乗らなくては行けない理由

人は導体なので電子の移動がしやすい。もし、台に乗らなければ起電機から流れる電気が体を通して地面に流れる。そのため、感電してしまう。それを防ぐために絶縁台に乗り、電気の通り道を防ぐ。

○髪の毛がふわっと上がる理由

起電機の電源が入っている時、電子が体の中に移動する。すると体はマイナス電荷となる。一本一本の髪もマイナス電荷で反発するので、ふわっと上がる。

○手をつなぐ人達全員がちくっと痛みを感じた理由

体の中に電気をためた状態で起電機の電源を切る。その人が手をつないでいる人の指を触ると、一気に電子が手をつないでいる人に流れる。手をつないでいるので、その電気が全員の体に通る。だから、全員がちくっと痛みを感じる。

< 結論 >

二つの異なる物をこすると帯電する。同じ物体でもこする物体を変えることで、プラス電荷になったりマイナス電荷になったりする。電子が移動することによ

ってプラスになったりマイナスになったりする。同じ電荷は反発し、異なる電荷は引き合う。絶縁体に帯電する物体を近づけると、電荷の種類関係なく引き合う。導体、水の場合でも電荷の種類関係なく引き合う。電子が体内に流れることによってぱちっと音がなり痛みを感じる。

<感想>

今回の実験で電気の仕組みを学んだ。同じ物体でも、摩擦させる物体を変えることでプラス電荷になったりマイナス電荷になったりするのはおどろきであった。また、物の種類によって摩擦電気が生じやすいものとそうでないものがあるのも初めて知った。今回の実験は日常にいかせそうだ。例えば、服の素材を見て摩擦電気ができにくい物を選択したり、ドアノブに触ったときの静電気の対処法を考えたりすることができる。日常生活にも物理は潜んでいるのだなど実感した。身近に起こる当たり前なことも物理的に考えたら非常に面白いと思った。

<文献>

Lab Report of Risako Ishikawa

Lab Report of Marina Sayo

