

Date of Lab 1/29/14

Date of Submission _____

Physics Laboratory Report

Title 表題

静電気と箔検電器

Author

Class E

No.

7

Name

著者

氏名

石川 莉紗子Co-workers
共同実験者陳 惠理萩野 遙希

Summary

この実験を通じて静電気や摩擦電気の性質や仕組みについて学んだ。プラスとマイナスの電荷の関係を理解するために毛皮でPVCを帯電させてPSボールやアルミボールに近づけ動きを見た。他にも箔検電器やヴァンデグラーフ起電機を使い静電誘導、誘電分極の作用を目に見える形にした。

Addition/Correction
追加/修正

- 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

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Due 提出期限	Summary 要旨	Intro. 序	Exp. 実験	Results/Disc. 結果/考察	Table/Fig. 表/図	Concl./Opinion 結論/感想	Clearness わかりやすさ	Others 他
+		+	+	+	+	+		

* Write your report in Japanese or in English * Use this form as a front cover.

* Submit your reports by the seventh day after your lab. You can add to or correct your report: note when you have done this.

2. 序

(1) 目的

摩擦による静電気の発生の反応を色々な物質のものを使い、接触させたり、近づけてみたりして調べる。

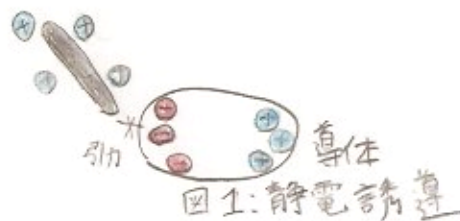
(2) 理論

① 摩擦電気

二つの物質をこすり、摩擦で帯電させる。摩擦で正負の電荷をもたせる現象を摩擦電気という。正負の電荷は物の物質によって決まる。

② 静電誘導

帯電した物体を導体に近づけることで帯電している物体と同じ電荷が導体の中の物体に近い側に誘導される。また反対の電荷は物体と離れている側に逃げる現象を静電誘導という。もしある物体がプラスに帯電しているとする。導体に近づけると、マイナスの電荷が物体側に誘導され、プラスの電荷は反対側に行く。



③ 誘電分極

帯電物を絶縁体に近づけたときに起こる現象のことを静電分極という。帯電物がマイナスと考え、絶縁体は両方の電荷を持っているとする。帯電物を絶縁体に近づけると絶縁体の原子の向きがマイナス電荷に揃う。プラスとマイナスは引き合う性質なので、帯電物と絶縁体も同様に引き合う。



簡潔にまとめている
良い。

3. 実験

(1) 実験道具

-PVC

-エポナイト棒

-毛皮

-ガラス

-アクリル棒

-絹

-アルミボール

-ポリスチレンボール

-サスペンダー

-はく検電器

-ヴァンデグラフ起電機

-電球

-Flying Ball

-Silver Snake

-Hamilton's Mill ネオンランプ

-アルミトレイ

-ネオンランプ

(2) 実験方法

① 摩擦電気

- PVC を毛皮でこすってアルミボール、発泡ポリスチレンボール、水流に近づける。
- ガラス棒を絹でこすってアルミボール、発泡ポリスチレンボール、水流に近づける。
- エポナイト棒を吊るし、絹や毛皮でもう一個のエポナイト棒を帯電させて近づける。



PVC



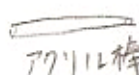
エポナイト棒



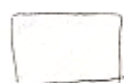
毛皮



ガラス



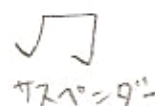
アクリル棒



絹



ポリスチレンボール



サスペンダー



アルミボール



はく検電器



ヴァンデグラフ起電機



電球



Flying Ball



Silver Snake



ネオンランプ



アルミトレイ

図2:道具



Hamilton's mill

② はく検電器

- 金属板を指で触り電荷ニュートラルにしたあと、PVC を毛皮でこすり、金属板に近づける。
- 金属板を指で触った後、PVC を金属板から遠ざける。
- 指を金属板から離し、PVC を金属板に近づける。

③ ヴァンデグラフ起電機

- ヴァンデグラフ起電機のスイッチを入れ、Silver Snake や Flying Ball を近づける。
- ヴァンデグラフ起電機のスイッチを入れ、電球を近づける。
- 生徒 A が絶縁台に乗り、ほかの生徒は手をつなぎ、円になる。ヴァンデグラフ起電機のスイッチを入れ、生徒 A は両手をヴァンデグラフ起電機におく。数十秒後、生徒 A と一人の生徒が人差し指を近づける。

④ 電気盆とミニライデン瓶

- アルミトレイの上にプラカップを乗せ、アルミトレイを毛皮でこする。
- 指を毛皮でこすったアルミトレイに近づける。
- ネオンライトを毛皮でこすったアルミトレイに近づける。

4. 実験結果

① 摩擦電気

- PVC を毛皮で摩擦し、色々なものに近づけた結果

近づけたもの	反応
つりさげたアルミボール	反発する
つりさげた発泡ポリスチレンボール	引合う
水流	引合う

引合った後 反発する ?

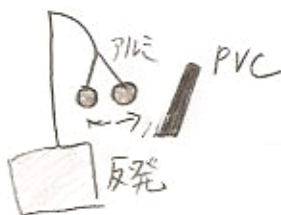


図3: 結果

*は理論とは
異なる結果
どうしてそうなるのだろうか？
↓

b. ガラス棒を絹で摩擦し、色々なものに近づけた結果

近づけたもの	反応
つりさげたアルミボール	無反応
つりさげた発泡ポリスチレンボール	無反応
水流	引合う



図4: 結果

c. エボナイト棒をエボナイト棒やガラスに近づけた結果

近づけたもの	反応
1 中性のエボナイト x 中性のエボナイト	無反応
2 マイナスに帯電したエボナイト x マイナスに帯電したエボナイト	反発する
3 中性のエボナイト x マイナスに帯電したエボナイト	引合う
4 マイナスに帯電したエボナイト x プラスに帯電したガラス	引合う
5 中性のエボナイト x プラスに帯電したガラス	反発する

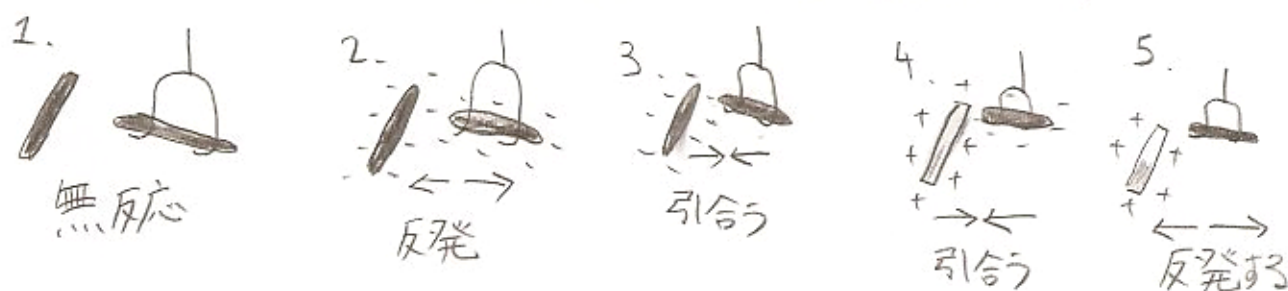


図5: 結果

② はく検電器

a. 金属板を指で触り、中性にすると箔は閉じる。



図6: 結果

- b. 毛皮で摩擦した PVC を近づけると箔が開く。

図7: 結果

- c. PVC を近づけたまま金属板を指で触ると箔が閉じる。

図8: 結果

- d. 指を金属板から離すと箔は閉じたままになる。

図9: 結果

- e. 棒を金属板から遠ざけると箔が開く。

図10: 結果

③ ヴァンデグラフ起電機

- a. スイッチの入ったヴァンデグラフ起電機に flying ball を近づけると引合いと反発を繰り返す。スイッチの入ったヴァンデグラフ起電機に silver snake を近づけると風に吹かれているみたいにヴァンデグラフ起電機に近づいたり離れたりする。

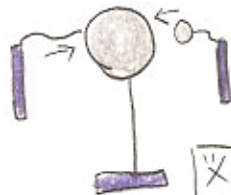


図11: 結果

- b. スイッチの入ったヴァンデグラフ起電機に電球を近づけると電球が一瞬光る。



図12: 結果

- c. 生徒Aがヴァンデグラフ起電機に触れると徐々にしびれを感じ、髪の毛が立ってくる。数十秒後、生徒Aがもう一人の生徒と人差し指を近づけると弱い電流が円になっている生徒の手に流れる。ヴァンデグラフ起電機に近い生徒のほうが刺激が強かった。



図13: 結果

方法が
標準と
ちがう

④ 電気盆とミニライデン瓶

- a. アルミトレイを毛皮で摩擦するとパチパチ音がした。



毛皮

図14: 結果

- b. 指でアルミトレイを触ると弱い静電気を感じた。



図15: 結果

- c. ネオンライトをアルミトレイに近づけたらネオンライトが一瞬赤く光った。



5. 考察

図16: 結果

- ① 摩擦電気の仕組み→ プラスとマイナスの関係

- a. 毛皮は帯電体(+)によりプラス(+)になりやすい。PVCをこするとPVCはマイナス(-)に帯電する。マイナス(-)に帯電しているPVCを中性の導体アルミボールに近づけると最初は引き合う。だが接触することにより、静電誘導が起きてマイナスの電荷はアルミボールに移動してしまう。両方のアルミボールはこれによってマイナスの電荷を持つ。マイナス同士は反発しあうのでアルミボール同士とPVCは反発しあう。



図17: 仕組み

☆なぜ毛皮で PVC を摩擦すると帯電するのか

AIR (MOST POS.)	FUR	SEALING WAX	ORLON
HANDS	LEAD	HARD RUBBER	SARAN
ASBESTOS	SILK	NICKEL, COPPER	POLYURETHANE
RABBIT FUR	ALUMINUM	BRASS, SILVER	POLYETHYLENE
GLASS	PAPER	GOLD, PLATINUM	PVC
MICA	COTTON	SULFUR	KEL-F (CTE)
HUMAN HAIR	STEEL	ACETATE, RAYON	SILICON
NYLON	WOOD	POLYESTER	TEFLON (MOST NEG.)
WOOL	AMBER	CELLULOID	

図18: 帯電系列

この図は帯電系列を示している。左上にある物質ほどプラスの電荷を持ちやすい。毛皮はプラスの電荷に近く、PVC はマイナスの電荷に近い。遠い物質を摩擦したり、接触させたりすると静電気が起きる。すなわち PVC はマイナスに帯電する。

発泡ポリスチレンボールは不導体でプラスとマイナスを両方かねている。そこに毛皮でマイナスに帯電した PVC を近づけると発泡ポリスチレンボールの中のプラス電荷が PVC のマイナスに反応し引合った。なぜこのようなことが起きたのかというと誘電分極の作用が働いたからである。そのため二つのポリスチレンボールはプラスとマイナスが向き合い、引合った。だが、理論的にはボールと PVC が接触し、電荷が移動して反発しあうはずだった。

必ずしも反発するとは限らない



図19: 仕組み

☆なぜ反発しなかったのか

おそらく PVC のマイナス電荷が PVC から遠いほうのボールに行き届かず最初のボールだけが引き合い続けたのだと考えられる。

絶縁体だから移動しにくい

水流にマイナスに帯電した PVC を近づけるとともにプラスの電荷を持っている水素が PVC に引合い、水素の分子の向きがすべて PVC のほうを向く。この作用を誘電分極という。

作



図20: 仕組み

帯電系例によりマイナスをもらいやすい。ガラスのマイナス

- b. ガラスを絹で摩擦すると絹はプラスに帯電する。アルミコートボールは中性の導体なので両方の電荷を持っている。アルミコートボールにガラスを近づけるとアルミコートボールは実験 a と同様静電誘導により最初は引合い接触すると反発するはずだった。ガラスのプラスに引き寄せられアルミコートボールとガラスは引合うが、近づいて接触するとマイナスの電荷はガラスに移りアルミコートボール同士と棒は反発しあうはずだった。だが私たちが実験を行った結果ガラス棒を近づけても無反応だった。



図 21: 仕組み

今度は絹で摩擦したガラス棒を発泡ポリスチレンボールに近づけた。誘電分極によりガラスのプラスの電荷が中性の不導体の発泡ポリスチレンボールを引き寄せられ接触するまで引合う。そして接触後電荷が移り同じ電荷を二つのボールは持ち反発するはずだった。

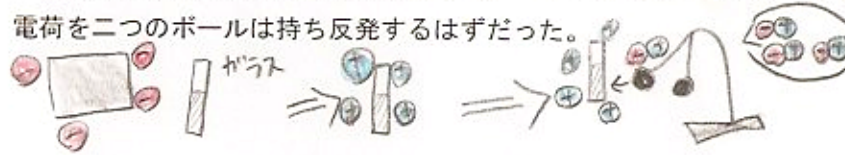


図 22: 仕組み

☆なぜ実験を失敗してしまったのか

PVC と毛皮に比べてガラスと絹は電気を起こしにくい。そのためアルミボールや発泡ポリスチレンボールを引き寄せるほどの電力を発生するに至らなかったと考えられる。

プラスに帯電したガラス棒を水流に近づけると大きく曲がった。これはなぜかという誘電分極の作用だ。ガラスのプラスの電荷が水の中の酸素分子を引き付けた。このことから酸素はマイナスだということがわかる。水の分子はきれいに酸素をガラスのほうに向けて整列した。そしてガラスに一番近い水流が曲がったということだ。



図 23: 仕組み

c. なぜエボナイト棒を帯電させたエボナイト棒やガラスに近づけると反応するか

正負には法則がある

- 中性同士は無反応
- マイナス同士は反発する
- プラス同士は反発する
- マイナスとプラスは引合う
- プラスと中性は引合う
- マイナスと中性は引合う

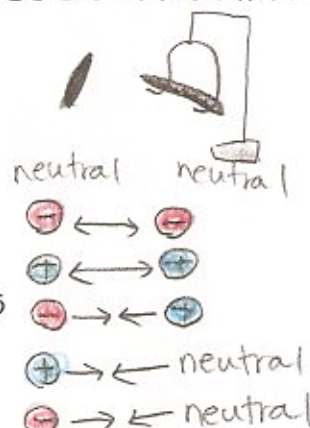


図24:仕組み

この法則からすると中性同士のエボナイト近づけると何も起きなかった。ほかの結果も法則通りだった。だが最後の中性エボナイト棒とプラスに帯電したガラスを近づけたら反発していたように見えた。

☆なぜ相違が生まれたのか

ガラスと絹はPVCと毛皮に比べると電気が起こりにくい。そのため摩擦が足りなかったかプラスの電荷が弱かった。それに加えエボナイト棒を完璧に中性にできず電荷が残っていた可能性もある。これらにより本当は引合うはずの中性エボナイト棒とプラスに帯電したガラスは反発してしまったと考えられる。

② はく検起電機の仕組み

最初に金属板を指で触れるのはアース（中性にする）を取るためだ。毛皮でPVCを摩擦しマイナスに帯電させ、はく検電器の金属板に近づけると箔は双方に大きく広がった。これは金属板にプラスの電荷が移り、金属板とPVCが引合い、下部の箔にマイナスの電荷が行ったため箔同士のマイナスが反発しあったからだ。PVCを近づけたまま指で金属板に触れると下部の箔は閉じてしまった。接触した指から下部のマイナス電荷が体内に移る。だが金属板のプラスはPVCのマイナスと引合っているためプラスの電荷は移らない。次に指を離してPVCを金属板から遠ざけると箔は大きく双方に開いた。マイナスに帯電していたPVCを遠ざけることによ

って前まで引合っていた金属板のプラスの電荷が下部にも充満して箔の電荷がプラス同士になり反発した。この作用を静電誘導という。

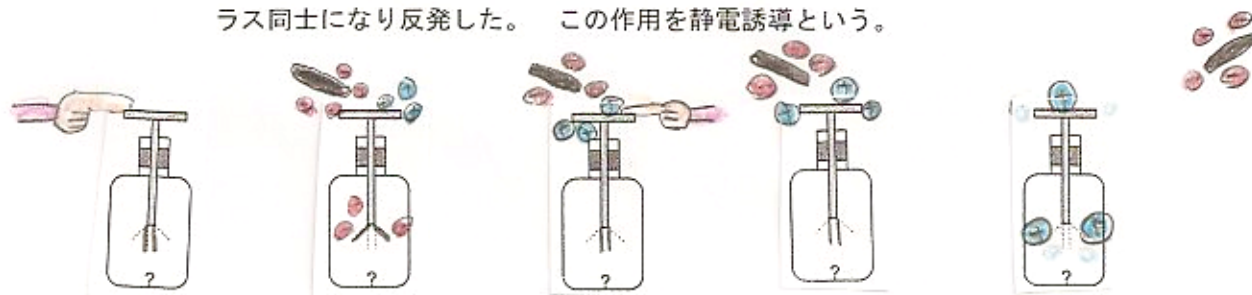


図 25: イ士組み

③ ヴァンデグラフ起電機の仕組み

- a. ヴァンデグラフ起電機のスイッチを入れ silver snake や flying ball を近づけたら静電誘導が起きたため silver snake は風になびくように起電機に近づいたり離れたりした。最初は起電機の電荷と物体の間に引力が生まれた。だがだんだん近づくにつれ接触してしまい電荷が移動した。移動してしまったため起電機と物体は反発しあった。これを繰り返すことにより風になびいている動作が行われた。



図 26: イ士組み

- b. ヴァンデグラフ起電機のスイッチを入れ電球を近づけると電球が一瞬光った。これは静電誘導の作用であり起電機にたまっていた電荷が引き寄せられていく電球に接触し電球に移り、光った。



図 27: イ士組み

- c. 生徒 A は絶縁台に乗りヴァンデグラフ起電機に手を置くことにより体内に電気をためた。絶縁台に乗らなくてはならない理由は、人間は導体なため、電気を直接触ってしまうと大きなショックを受けてしまう。生徒 A は数十秒後、髪の毛が逆立った。これは同じ電荷が体内に充満し、細い髪の毛同士が反発しあったためだ。電気がたまったところで端の人と人差し指を接触することでドアノブに触れたときと同ような静電気の痛さの衝撃



が手を走った。

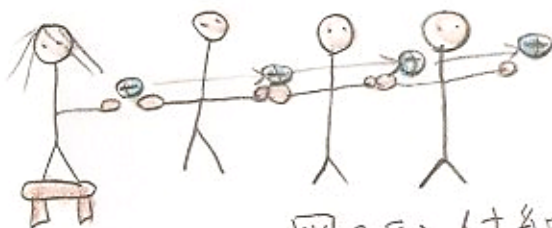


図28: 1人組み

☆なぜヴァンデグラフ起電機に近い人たちのほうが衝撃を感じたのか
ヴァンデグラフ起電機に遠い人たちはショックが行き届かなかった。なぜなら手汗や湿気のせいで電気が徐々に弱まっていったからと考えられる。他にも途中で放電の衝撃で手を離してしまい電流が途切れてしまった可能性もある。

☆ヴァンデグラフ起電機に触れてどう感じたか

スイッチが入った途端くすぐったいぐらいの振動が体中を走った。手足がかゆくなり始め、心臓あたりがムズムズした。髪の毛も逆立って行き少々引っ張られているようだった。

☆工夫したところ

手をヴァンデグラフ起電機に数十秒置いたあと端の人と指を接触するのをなるべく早くするように心がけた。こうすることによって体内にためた電気を逃がすあるいは弱めるのを防ぐために素早く接触させた。

具体的に
量重なる
記述です

標準方法 → ④ 電気盆とミニライデン瓶の仕組み

とらばう
ので
見直すこと

電気盆を毛皮でこすることによってアルミトレイはマイナスに帯電した。これを指で触ると電気が移動しパチっという音がした。ネオンランプをアルミトレイに近づけることによりネオンランプは赤く光った。なぜならネオンランプはマイナスの電荷に反応する性質を持っているからだ。アルミトレイのマイナス電荷が移動しネオンランプを赤く光らせたのだ。



図29: 1人組み

5. 結論

同じ電荷同士は反発しあい反対の電荷は引合った。PVCを毛皮、ガラスを絹でこすると摩擦により電荷が移動することが分かった。誘電分極は不導体の電荷が帯電物と反対の電荷を持つ方に偏る。静電誘導は導体のなかで電荷が片側に集まる現象のことをいう。

6. 感想

電気は私達の生活では欠かせないものだ。その電気の仕組みについて今回の実験を通して学ぶことができた。セーターを脱ぐときに髪の毛が逆立ち、ドアノブを触ると衝撃が走るのはすべて電気の仕業だった。だがなぜこういうことが起きるのか今までわからなかった。だがそれは静電誘導、誘電分極や摩擦などの現象によって起こっていたものだった。色々な実験を今回行い、実験は理論を証明するためのものだけではないと思った。失敗はなぜ生まれるのか、どう工夫すればうまくいくのか、などを考えるのは実験の一つの醍醐味なのではないかと私は初めて気づいた。私達は電気のことを習う前に実験を行った。この実験を最初に行ったことによって難しいという先入観がなくなり、逆に「電気って面白い!」という印象を受けた。これから授業で電気のことや実験の結果をさらに深く学んでいくのが楽しみだ。

内容が具体的に整理されていて優れたレポートである。
読んでいてとてもよくわかる。

