

物理学Bレポート

1.実験の目的

ミニトマトや川沿いの石を始め、様々な物質と磁石がどのように反応するのかを実験を通して検証し、原因を探る。

2.原理

●磁石とは

自宅の冷蔵庫に磁石を使ってメモや写真、レシピ表などを貼るように、日常生活の中でよく使われる磁石だが、磁石はなぜくっつくのだろうか。

磁石には、「永久磁石」と「電磁石」の2種類がある。そのうち、N極S極をもち、鉄を引きつけるものを永久磁石という。一方で、電流が流れている時のみ磁石としての性質を持つものを電磁石という。磁石には磁力があり、N極とS極を近づけると磁力が引き合い、くっつけることが出来る。逆に、同じN極同士、S極同士を近づけると磁力が反発し合って離れようとする。磁石の中央には原子核があり、原子核の周りを電子が回転している。

●反磁性と常磁性

反磁性とは、磁場がかけられた時に、その磁場とは反対方向に小さな磁気モーメントが生じる性質のことである。この性質は全ての物質に見られる。外部磁場がかけられると、電子はフレミングの左手の法則により、その磁場と垂直方向に等速円運動をする。したがって、右ねじの法則により、電子と円運動している平面と垂直に外部磁場とは逆向きの磁場が発生する。これが反磁性の原因である。

常磁性とは、不対電子を持つ物質に磁場がかけられると、不対電子の向きが揃って、かけられた方向と同じ方向に磁気モーメントが生じることである。

3.実験準備

今回、6つの材料を用いて実験した。材料は以下の通りである。

- ・ミニトマト2つ
- ・クレヨン12色
- ・ほうれん草
- ・使い捨てカイロ
- ・500円玉
- ・1000円札

ネオジウム磁石（直径10mm、厚さ2mm）14個

ストロー1本

まち針

水の入ったペットボトル（500mm容器）

押しピン

ハサミ

セロハンテープ

群馬県の利根川にある石100個

*実験で用意したものの詳細

ネオジウム磁石：楽天に売っていた50個セットのものを使用した。（超強力ネオジウム磁石）

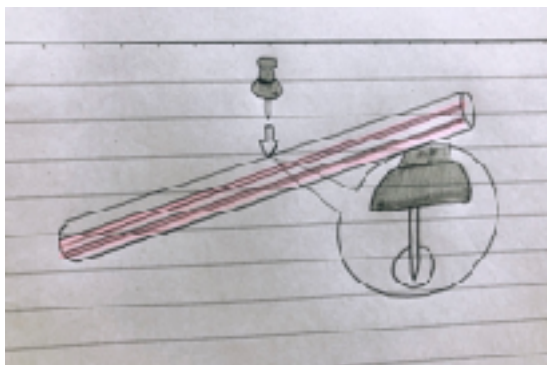
その他に使用した道具は自宅にあるものを使用した。

4.実験方法

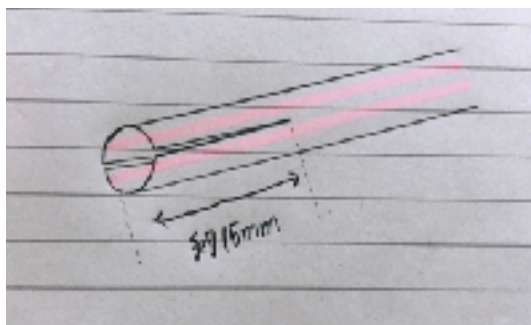
（実験1）

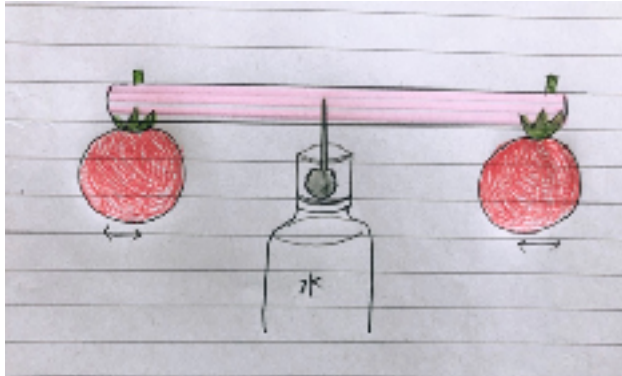
(1)まず、ペットボトルの蓋にまち針の頭部をテープで固定する。

(2)ストローの中央に押しピンでまち針を通すための穴を開ける。このとき、押しピンが反対側に抜けないように軽く刺す。



(3)ストローの両端に2箇所ずつ切り込みを入れる。





(4)ミニトマトのヘタの部分をストックの切り込みに挟む。その後、まち針の先に押しピンで開けた穴を通してストックを乗せる。ミニトマトの位置を動かして、バランスを調整する。

(5)ネオジウム磁石を14個つなぎ、ミニトマトに近づける。

(実験2)

(6)用意した6つの材料全てにネオジウム磁石を14個つなげたものを近づける。

(7)実験結果を表にまとめる。

(実験3)

群馬県を通る利根川の川沿いから無作為に石をたくさん持ってきて、どれくらいの数の石が磁石にくっつくかどうかを実験する。

(8)実験1で用いた実験器具に、ミニトマトではなくネオジウム磁石を10個つなげたものをストローの両端にテープで固定してくっつける。

(9)ネオジウム磁石に触れないよう様々な石を一つずつ近づけ、石を引きつけ、ストローの回転を見る。

(10)結果を表にまとめる。

5.実験結果

(実験1)

ミニトマトにネオジウム磁石を近づけると、反発し合った。

(実験2)

ミニトマト	反応は弱いがわずかに反発した。
使い捨てカイロ	引き合った。
ほうれん草	反応しない。
クレヨン12色	黒、茶色、灰色のみ引き合った。
500円	反応しない。
1000円札	わずかに引き合った。

実験の予想として、使い捨てカイロ、ほうれん草、500円玉の3つが磁石と引き合うと考えた。使い捨てカイロには中に砂鉄が入っているから、ほうれん草は鉄分が入っているから、500円玉は中に鉄が含まれているからと予想したが、実際に引き合ったのは、使い捨てカイロ、クレヨン（黒、茶色、灰色）、1000円札であった。

(実験3)

石の番号	石がネオジウム磁石を引くかどうか
1	×
2	×
3	×
4	×
5	×
6	×
7	×
8	×
9	×
10	×
11	×
12	引く
13	×
14	×
15	強く引く

石の番号	石がネオジウム磁石を引くかどうか
16	×
17	反発
18	×
19	×
20	×
21	反発
22	強く引く
23	×
24	×
25	×
26	引く
27	×
28	×
29	×
30	引く
31	×
32	×
33	引く
34	×
35	反発
36	強く引く
37	×
38	×
39	×
40	×
41	×
42	×
43	×
44	×
45	×

石の番号	石がネオジウム磁石を引くかどうか
46	反発
47	×
48	反発
49	×
50	×
51	強く引く
52	×
53	引く
54	×
55	×
56	×
57	×
58	×
59	×
60	×
61	×
62	×
63	×
64	×
65	×
66	×
67	×
68	×
69	×
70	×
71	×
72	×
73	×
74	×
75	反発

石の番号	石がネオジウム磁石を引くかどうか
76	引く
77	×
78	×
79	×
80	×
81	×
82	×
83	×
84	×
85	×
86	×
87	反発
88	×
89	×
90	×
91	×
92	×
93	×
94	引く
95	×
96	×
97	×
98	×
99	×
100	引く

以上より、100個の石を調べた結果、磁石にくっつく石：11%、つかない石：82%、反発した石：7%であった。これにより、鉄を含まない石が多いということがわかった。

6. 考察

①実験方法について

はじめ、ネオジウム磁石を3つ繋げて近づけたところ、反応が弱く、正確な結果が得られなかった。また、実験1では、使用したミニトマトが大きかったため、不安定な実験装置となってしまった。実験に使用する際は、できるだけ小さいミニトマトを使用した方が良いと考えられる。今回は帰省中に実験を行い、100個までしか計測することが出来ず、もう少し石の数を増やせばさらに正確な値を出せたのではないかと考える。

また、あらゆる地方の石を集めるのではなく、一つの河沿いにある石のみを使用したこともあり、確実な値とは言いにくい。

②ミニトマトと磁石はなぜ反発し合うのか

今回、ミニトマトのように、野菜であるほうれん草を用いた。同じ野菜にもかかわらず、結果が異なったのはなぜだろうか。

まず、ほうれん草とミニトマトの違いとして、皮に包まれているか否かである。また、ミニトマトは中に内容物が存在しているのに対し、ほうれん草はそのような形状をしていない。このミニトマトの球体の中の内容物が磁石との反発に関係しているのではないかと考えた。

③ミニトマトの性質

ミニトマトの内容物を調べると、内容物の90%は水分であることがわかった。水は磁石と反発し合う性質があることから、ミニトマトと磁石が反発し合うのは正しいと考える。

④反磁性体

実験の原理でも記述したように、反磁性体は磁石の磁界に置かれると、磁界と逆向きの極性を持つ磁石になるものである。水などの一般的な反磁性体の極力は極めて弱く、通常ではほとんど気づくことはない。しかし今回の実験では、複数のネオジウム磁石をつなぐことで非常に強い磁界を作り、反磁性体の磁力を高めることで、その性質を目で見て確かめることができたのではないかと考える。弱いフェライト磁石などを用いた実験を再度行い、今回の実験と比較できればより良い実験になったと思う。

⑤ほうれん草

ほうれん草には鉄分が多いとよく聞く。しかし、調べてみると、ほうれん草に含まれる鉄分は2mg/100gと少なく、これが原因なのではないかとも考えた。また、ほうれん草には



ヘム鉄という有機化合物が含まれている。金属鉄は磁石にくっつくのに対して、鉄の化合物は磁石にくっつかないという理由から、磁石に反応しなかったと考えた。

左の図はヘム鉄の構造式である。

1000円札は紙なので、磁石につかないのではないかと考えた。しかし、お札にはインクに鉄成分が含まれていることから、反応したと考える。インクには微量な鉄しか入っていないためか、ネオジウム磁石の反応は弱かった。

7.参考文献

磁石とは<コトバンク>

反磁性体<<https://home-01.com>>

ヘム鉄<www.ils.co.jp/seihin/hem.html>

丸ごとわかるトマト 著：田淵俊人

サイエンスショー磁石の秘密 斎藤吉彦

8.結論

今回選んだ材料は、日頃から疑問に思っていた「この物質（材料）は磁石にくっつくのだろうか？」というものを選択し、実験を通して原因を解決するというかなり自己満足な実験になってしまったが、磁石というものはとても不思議なもので、電磁気の世界は広いなと実感した。