

Physics Laboratory Report

Title Displaying E-field-a. Salad Oil/Color Powder Method

Author _____ Class 12-E Name Marina Uno

Co-workers _____ Megumi Sano

Date of Experiment

2/09/10

Date of Report

2/16/10

Summary

サラダ油とカラーパウダーを使って、帯電体の周囲に作る電場を観察した。正や負に帯電させたねじの周辺のカラーパウダーがどのような変化をするのかや、2本のねじを異種に帯電させ隣同士に置いたときの電場の様子を観察した。又、電荷を帯電していない導体で囲んだり、電荷を導体の壁の外側においたときの様子や、金属板で様々な形を作り帯電させ、カラーパウダーがどのような模様を作るかも見た。この実験を通して、電荷の種類（正か負か）によってできる電場の違いや、静電遮蔽の性質なども身近に見ることができた。

Teacher's Comment 精力的に実験をして 資料を有効に使い整理しています。

Comment 「空間電場」の表現は 私にはなじみがなく理解できませんでした。

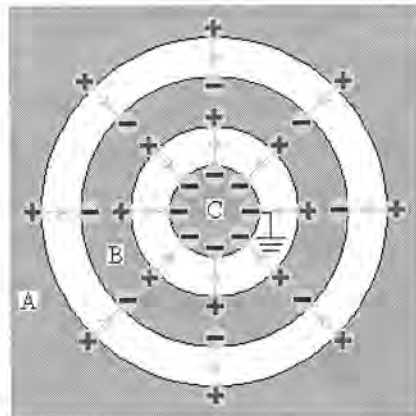
項目の整理 (Numbering) は サフカ (好印象) でした。 番号が 番号で あることも 好印象。

- * レポートは、日本語あるいは英語で記載すること。
- * この用紙をレポートの表紙として使うこと。
- * 実験日から一週間目にあたる日か、それ以前に提出すること

1) 序(Introduction)

今回の実験の目的は、電場がどのように作られているかをサラダ油とカラーパウダーを使い視覚化すること。点電極や平面電極を置いたときに、周囲のほかの電荷にどのような影響を及ぼすかを観察する。

この実験では、3つの電場の性質を4つ利用する1つ目は、電荷を置いたときにその電荷は周りの空間に静電気力をおよぼす。2つ目は、電場とは電荷がつくる静電気力が存在する空間のこと。3つ目は、電場に置かれた電荷は置かれた場所の電場から力を受ける。4つ目は、静電遮蔽という導体で囲むことによって外部の電場をさえぎるはたらき。例えば、正の帯電体を中空の導体に近づけたときに帯電体の静電から出た電気力線は、中空導体に現れた負の電荷に入って終わり、また中空導体に現れた正電荷からは、新たに電気力線が出て行く。つまり帯電体から出た電気力線は中空部分へは入らず、内部の電場は0になる。地下街で電波が遮られラジオや携帯電話が受信しにくいのは、この静電遮蔽のはたらきによる現象である。



2) 実験 (Experimental)

使用器具(Apparatus)

- ・ ポリスチレン皿 (Polystyrene Plate)
- ・ サラダ油 (Salad Oil)
- ・ カラーパウダー (Color Powder)
- ・ ねじ × 2 (Thumbtacks)
- ・ 帯電体 (Charged Body)
- ・ ピンセット (tweezers)
- ・ アルミホイル(Aluminum Foil) or 金属板

実験方法(Methods)

- ① ポリスチレン皿にサラダ油を薄く一様に広げるようにしく。
- ② カラーパウダーを油の上に一様に広げるようにまき、かきまぜる。
- ③ 中央にねじを置き、帯電させた帯電体を接触させる。
- ④ 帯電したねじの周りのカラーパウダーの動きや、模様を観察する。
- ⑤ ねじの数を増やしたり、金属板で形をつくっておくなどして電場の様子を観察する。
 - ・ 金属板で円をつくる
 - ・ 金属板で壁を作る
 - ・ 金属板で円を作る

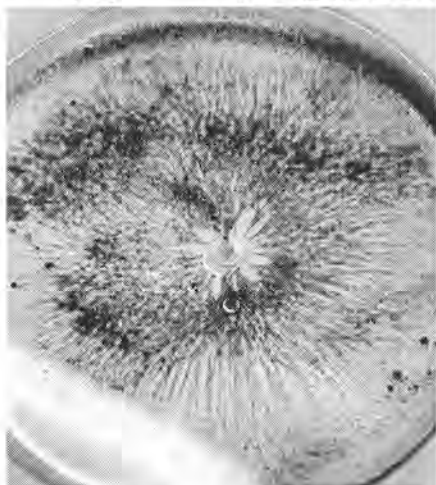
- * 負の帯電体を作るために、コンデンサーにバンデグラフから負電子を集め、充電させる。
- * 正の帯電体を作るために、ガラス棒と絹を使ったがうまくいかなかったので、電器発電機を使った。(電器発電機は“静電気と箔検電器”のレポート参照)

3) 実験結果 (Results)

(ア) ねじを帯電していない場合

観察記録 : カラーパウダーの移動は見られなかった。一様に広がったままで静止したままだった。

(イ) ねじを帯電した場合

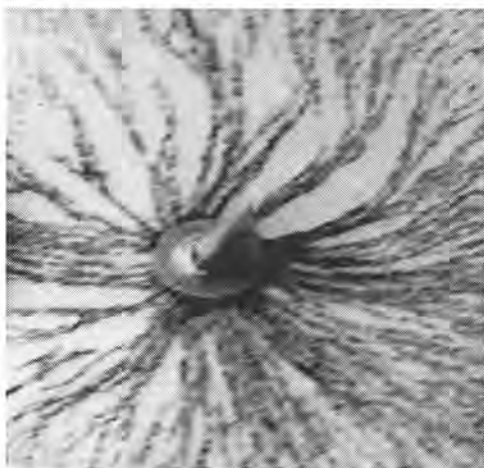


① 負

観察記録 : 負の帯電体をねじに接触させると同時に、ねじの回りに浮いていたカラーパウダーが少しずつ、ねじから遠ざかるように動き始めた。ねじの周りには、左の写真のような模様ができ、帯電体を接触させてからある程度時間がたつと、カラーパウダーの動く速さは減り、最終的には静止した。

(写真イー1)

② 正



観察記録 : 正の帯電体をねじに接触させると、カラーパウダーはねじに引き寄せられるようにして、近づき始めた。ねじの周りには左図のような模様ができた。カラーパウダーの動く速度は、時間がたつにつれて減り、最終的には静止した。

(写真イー2)

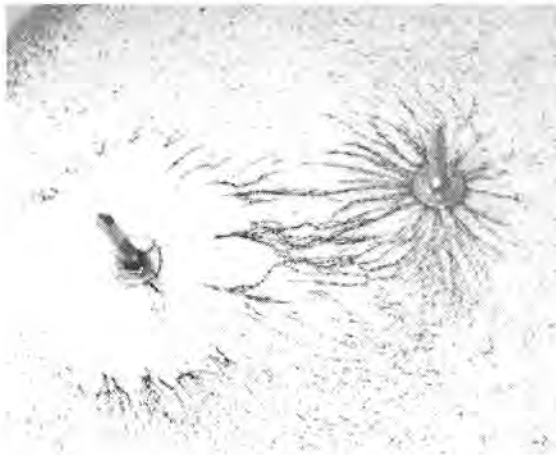
考察 :

- ・ ねじを正や負に帯電させたとき、周囲の空間 (カラーパウダー) は影響をうけた。このことから、電荷を置いたときに、その電荷は周りの空間に静電気力をおよぼすと解釈できる。又、静電気力が作られたことから、電場が存在していると考えられる。
- ・ 正の帯電体の周りのカラーパウダーが吸い寄せられるように集ってきたことから、正の帯電体の周りの空間は電荷に引き寄せられると解釈できる。

- ・ 同様に、負の帯電体の周りのカラーパウダーが遠ざかっていったことから、負の帯電体の周りの空間は、帯電体から遠ざかると解釈できる。

(ウ) 2つのねじを異種に帯電した場合

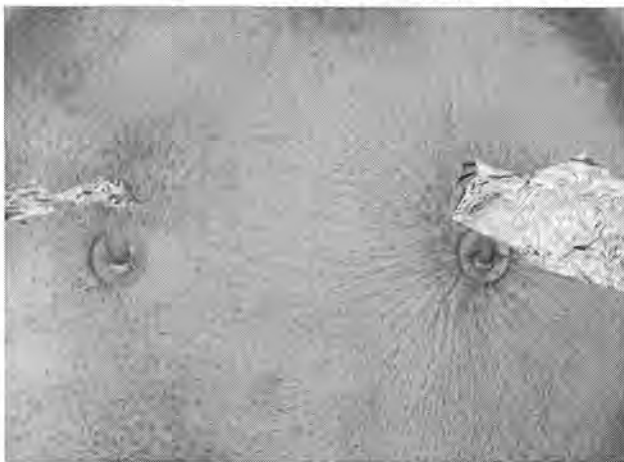
① 2つのねじが近距離にある場合



観察記録：左の写真は2つのねじにそれぞれ異種の帯電体を接触させたときにできた写真だ。ねじの間を狭くしてみた。左側のねじには負の帯電体を接触させ、右側のねじには正の帯電体を接触させた。左側のねじの周りのカラーパウダーは、ねじから遠ざかり、右側のねじの周りのカラーパウダーは、ねじに近づいていった。

(写真ウー1)

② 2つのねじが遠距離にある場合



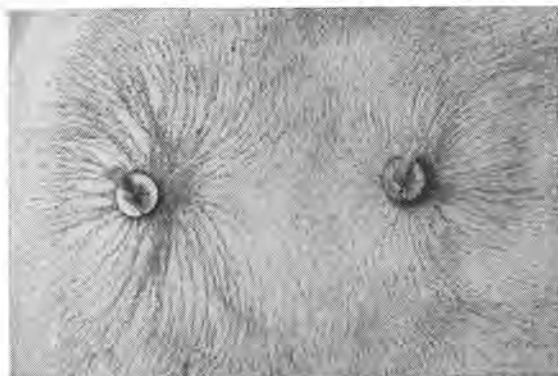
観察記録：左の写真も上の写真と同様に異種の帯電体を接触させたときにできた写真だ。上の写真との違いは、2本のねじの間の距離だ。左側のねじには負の帯電体を接触させ、右側のねじには正の帯電体を接触させた。左側のねじの近くのカラーパウダーはねじから遠ざかり、右側のねじのちかくのカラーパウダーはねじに近づいていった。①と比較してみると、電気力線の様子は似たような模様ができる。

(写真ウー2)

考察：

- ・ 写真ウー1とウー2から見て分かるように、距離を変えてみてもカラーパウダーが作った模様はほとんど同じだったことから、電荷が置かれたときに作られる空間（電場）に2つの電荷の間の距離は関係ないと考えられる。
- ・ 距離に関係なく、正の帯電体の周りの空間は引き寄せられ、負の帯電体の周りの空間は遠ざかっていることから、近くに異種の帯電体があったとしても、それぞれの周りに各自の空間（電場）を作りだすと考えられる。

(エ) 2つのねじを同種に帯電した場合

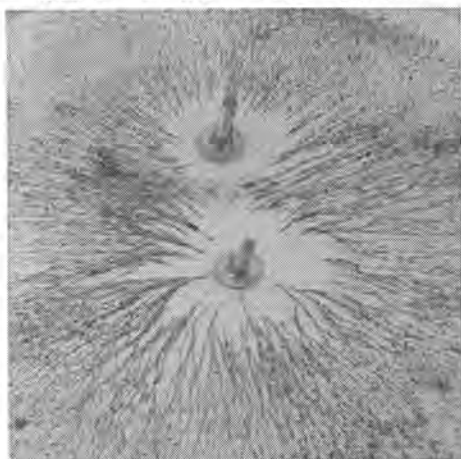


① 正の帯電体

観察記録：左の写真は、2本のねじ両方に正の帯電体を接触させたときの様子だ。両方のねじの周りのカラーパウダーは、ねじに引き寄せられるように近づいていった。2本の真ん中にあったカラーパウダーは、どちらかのねじに引き寄せられた。

(写真エー1)

疑問：もし、どちらか一方のねじに多めの電気量を加えたとしたら、そのねじに引き寄せられるカラーパウダーの量に変化はあるのだろうか。



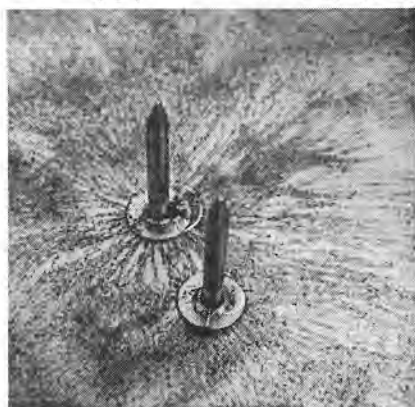
② 負の帯電体

観察記録：両方のねじに負の帯電体を接触させたとき、左の写真のような模様ができた。接触後、両方のねじの周りにあったカラーパウダーは、ねじから遠ざかった。

考察：

- ・ 2つの正の帯電体が隣同士にあっても、それぞれの帯電体を中心にカラーパウダーが引き寄せられたことから、各自電場を作り出すと考えられる。
- ・ 同様に、2つの負の帯電体が隣同士にあっても、2つの帯電体がそれぞれ電場を作り出したことから、電荷それぞれが電場を作り出すと考えられる。

(オ) 2つのねじのうち1つだけ帯電させた場合



① 正の帯電体

観察記録：奥のねじ1本だけに正の帯電体を接触させた時、左の写真のような模様ができた。帯電体を接触させたねじに、カラーパウダーが引き寄せられたが、帯電させていないほうのねじの周辺に、少しだけ線ができた。

(写真オー1)

疑問：帯電させていないほうのねじの周りにできた模様は、帯電させたねじによる影響なのだろうか？

考察：

- ・ 実験Ⅰでやった時に疑問を持ったので実験してみた結果、帯電されていないほうのねじのまわりの空間は、帯電されていないねじを中心に電場を作っていなかったことから、このねじは置かれていないことに等しいと解釈できる。
- ・ 又、帯電していないねじの周りにできた模様は、帯電したねじに向かって引き寄せられていたことから、帯電したねじが作った電場は帯電していないねじを貫通したと解釈できる。

(カ) 点電荷 (ねじ 1 つ) が壁 (金属板) に囲まれている場合

① 円

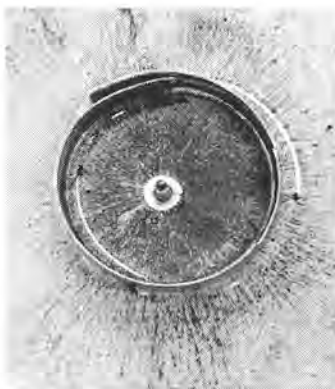
1. 負



観察記録：金属板で円を作り、その中にねじを置き、負の帯電体を接触させたときに、左の写真のような模様ができる。カラーパウダーはねじから遠ざかり、電気力線の模様は、金属板で囲まれていないときの模様とそっくりだった。

(写真カー①－1)

2. 正



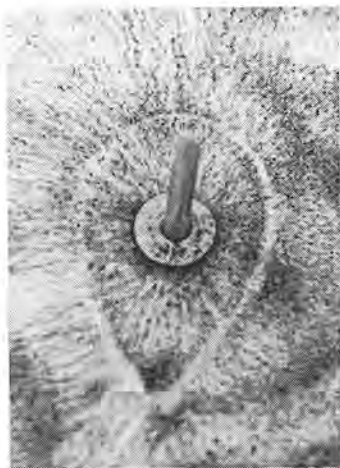
観察記録：金属板の円の中のねじに、正の帯電体を接触させたときに、左の写真のような模様ができる。カラーパウダーはねじに引き寄せられ、模様は金属板がなかったときの模様とそっくりだった。

(写真カー①－2)

考察：

- ・ 実験Ⅰの結果で、点電荷が作る電場が帯電されていないものを貫通すると解釈できると同様に、実験Ⅱでは点電荷がつくる電場は帯電されていない金属板を貫通すると解釈できる。
- ・ 又、正と負の点電荷が作った電場どちらともが金属板を貫通していたことから、正と負に関係なく電場は貫通すると解釈できる。

② 楕円



1. 正

観察記録：楕円形の金属板の中にあるねじに、負の帯電体を接触させた。カラーパウダーはねじに引き寄せられるようにして集ってきた。金属板が置かれていない状態での模様と似ていた。又、楕円のとがっている部分に線が密集していた。

(写真カー②-1)

疑問：どのような形をした金属板に囲まれていても、又ねじを負に帯電させても、金属板が置かれていない状態と同じような結果がでるのか？

考察：

- ・ 実験力の結果より、金属板が、円や楕円であっても囲まれている電荷が作る電場は貫通していると解釈できる。
- ・ 楕円形の時に、金属板のとがっている部分に密集していたことにより、凸凹になっていると電場が密集すると考えられる。(実験クに検討)

(キ) 点電荷が壁(金属板)の外にある場合

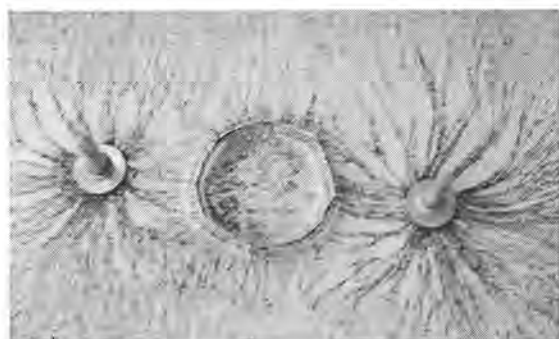
① 円



1. 負

観察記録：円外においたねじに、負の帯電体を接触させたとき、左の写真のような模様ができた。金属板でできている円の内側にあるカラーパウダーに変化は見られなかった。掩蓋にあったカラーパウダーは、負に帯電したねじから遠ざかった。

(写真キー①-1)



2. 正

(写真キー①-2)

観察記録

円外においたねじに、正の帯電体を接触させたとき、左の写真のような模様ができた。負に帯電させたときのように、金属板で囲まれたカラーパウダーに変化はなかった。正に帯電されたねじの周りのカラー

パウダーは、ねじに引き寄せられた。

考察：

- ・ 実験キー①の1と2の結果からわかるように、周りに多数の電荷があっても帯電していない金属板で囲まれた空間には、電荷が作り出した電場の影響をうけてないことがわかる。よって、帯電されていない金属板に囲まれていれば、電場の影響はうけないと解釈できる。このことを静電遮蔽という。
- ・ 又、1と2で電荷と金属板の距離が違っていても、金属板で囲まれている空間にあるカラーパウダーに変化が見られなかった。ここでも静電遮蔽が起こっていると考えられる。

② 楕円形



1. 負

観察記録：ねじを金属板でできた楕円の外側におき、負に帯電させたときに、左の写真のような模様になった。楕円の内側にあったカラーパウダーには変化が見られなかった。楕円の外側にあるカラーパウダーは、帯電されたねじに影響を受け、遠ざかっていった。カラーパウダーが金属板の周りにすこし引き寄せられているのが見えた。

(写真キー②-1)

まとめて疑問：どんな形の金属板を隣において、外側にあるねじを帯電させても、金属板の内側にあるカラーパウダーは、帯電されたねじの影響を受けないのか？

なぜ帯電されていないはずの金属板にカラーパウダーは引き寄せられたのか？

また、金属板の外側にあるねじを正に帯電させても結果は同じになるのか？

考察：

- ・ ①と②でわかるように、電荷の種類が異なっている場合や金属板の形が異なっている場合でも、金属板で囲まれている空間のカラーパウダーに変化はなかった。よって、帯電されていない金属板で囲まれていれば、どんな電荷からも影響を受けないと考えられる。
- ・ 実験キ①や、実験オの結果から考えると、実験キ②の1で金属板に少しカラーパウダーが引き付けられた理由は、金属板が少し帯電されていたと解釈できる。



(ク) ねじではなく、金属板を帯電する場合

① 円

1. 負

(写真ク-①-1)

観察記録：円型の金属板に負の帯電体を接触させたときの模様は、左の写真のようになった。金属板のまわりにあったカラーパウダーは、金属板から遠ざかった。1つのねじを負に帯電させたときと同じような模様になった。

疑問：円型の金属板に正の帯電体を接触させたときには、どのような模様ができるのだろう。

考察：

- ・ 金属板を帯電させたときに、囲まれた内側の空間のカラーパウダーに変化が見られなかったことにより、金属板が帯電しても内側には影響を及ぼさないと解釈できる。

② 長方形の壁1つおいた場合



1. 負

観察記録：金属板を負に帯電させたとき、左の写真のような模様になった。ねじを負に帯電させたときのように、金属板のまわりにあったカラーパウダーは、金属板から遠ざかった。金属板の先端に模様が密集しているのが見えた。
(写真クー②-1)

疑問：金属板を正に帯電させたときも、ねじを正に帯電させたときと同じような結果になるのか？

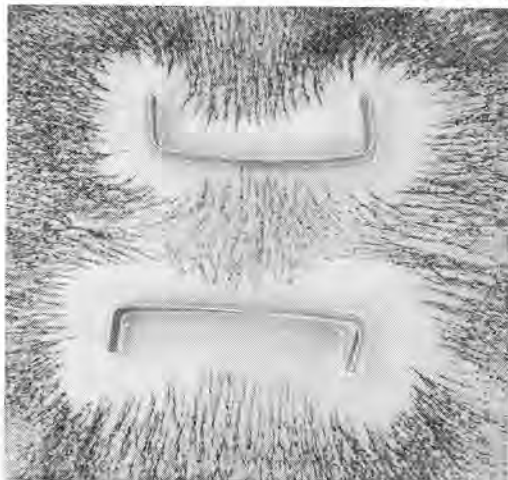
金属板の長さによって、カラーパウダーが遠ざかったり、引き寄せられたりする量に変化はあるのか？

凹凸があると、電場は密集するのか？

考察：

- ・ 円や長方形でも、金属板の周辺のカラーパウダーに変化が見られたことにより、金属板(導体)がどのような形をしても、帯電されていれば周囲の空間に影響を及ぼすと解釈できる。
- ・ 実験クー②-1で検討したように、金属板に凸凹や、先端部分があるとカラーパウダーが密集したことにより、先端や凸凹があるとそこに電場が密集しやすくなると考えられる。

③ 長方形の壁2つおいた場合



1. 同種(負)

観察記録：2つの壁両方を負に帯電させたときに、左の写真のような結果になった。カラーパウダーは壁から遠ざかった。カラーパウダーは、壁の形にそって遠ざかり、壁の形と似た模様を作った。

(写真クー②-1)

疑問：正に帯電させたときは、壁にカラーパウダーがひきつけられているような結果がでるのか？

考察：同種に帯電させた2つのねじを置いたときの模様似ていることから、2つの導体を同種に帯電させると各自の電場を作り出すと解釈できる。

2. それぞれ正と負に帯電させた場合



観察記録：奥の壁を負に帯電させ、手前の壁を正に帯電させたとき、左のようになった。負に帯電させた壁のまわりのカラーパウダーは遠ざかり、正に帯電させた壁の周りのカラーパウダーは、壁に吸い寄せられた。2つのねじをそれぞれ違う帯電体にしたときと同じような結果だった。

(写真クー②-2)

考察：

- ・ 異種に帯電させた2つのねじを置いたときの模様似ていることから、同種の帯電体を周囲に置くと、それぞれの電場を作り出すと解釈できる。

4) 結論 (Conclusion)

この実験により4つのことを理解することができた。1つ目は、正に帯電している物体の周辺の空間は引き寄せられ、負に帯電している物体の周辺の空間は遠ざかるということ。2つ目は帯電体は周囲の空間に静電気力をおこし、影響を及ぼすということ。3つ目は導体に囲まれている空間は、外にある電荷が作る電場から全く影響を受けないということ(静電遮蔽)。4つ目は、点電荷でも平電極でも帯電すると、帯電した物体の形にそって電場をつくること。

5) 感想

私がこの実験をして1番興味深いと思ったことは、静電遮蔽の性質である。静電遮蔽の働きを理解したことにより、今まで地下鉄やデパ地下などで携帯電話の受信ができなかったり、トンネルに入ったとたんラジオが聞こえなくなったりする理由を初めて知ることができた。その次に面白いと思ったのは、金属板に帯電体が囲まれていた場合は金属板を貫通して外側までに電場を作るのに、帯電体が金属板の外側にある場合は、金属板の内側に全く影響を及ぼさないという結果がでたことである。又、帯電体の形にそって電場ができるというのはとても面白いと思う。ねじの場合は、底が丸いので周りにできる電場は、円にそってできる。また、まがった帯電体を置いた時には、まがった部分にそって電場ができる。もしまた実験するチャンスがあるとしたら、バレンタインの季節なので、金属板をハート型にして帯電させたらどうなるかを見てみたい。

参考文献：

- ・ チャート式シリーズ 新物理 I (新課程)
- ・ 物理 I I (三省堂)