

理科

令和3年度 渋谷教育学園渋谷中学校入学試験問題

注 答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

1

次の文を読み、問いに答えなさい。

煮物がたっぷり入ったどんぶりにラップをして、冷蔵庫に入れていたら、どんぶりの外側までびしょびしょに濡れていました。

調べてみると、どんぶりにラップをかける際に、ラップがシワになって狭いすき間ができると、そのすき間に煮物の汁が吸いあげられてしまうことがあるそうです。

これは、毛細管現象といって、液体が細い管の中を上昇する現象です。

毛細管現象について、少し考えてみましょう。

理科の実験でつかうメスシリンダーは、正確な体積を量り取る器具です。₁ ガラスのメスシリンダーで水の体積を量り取るとき、水の端の方は盛り上がった状態になります。これは、水面の水が引っ張る力（水の表面張力）が関係しています。水はガラスを引っ張ろうとしますが、ガラスは動かないため、水がガラスに引っ張られて、₂ 水の端が盛り上がります。

メスシリンダーが細くなっていくとどうなるでしょう。断面で見た時に、片側のガラスに引っ張られた水は盛り上がります。この盛り上がった水は反対側のガラスに引っ張られて、さらに上がっていきます（図1）。こうして、₃ 水は細い管をどんどん上がっていきます。このようにして、水が毛のように細い管を上がっていくことから毛細管現象とよばれています。

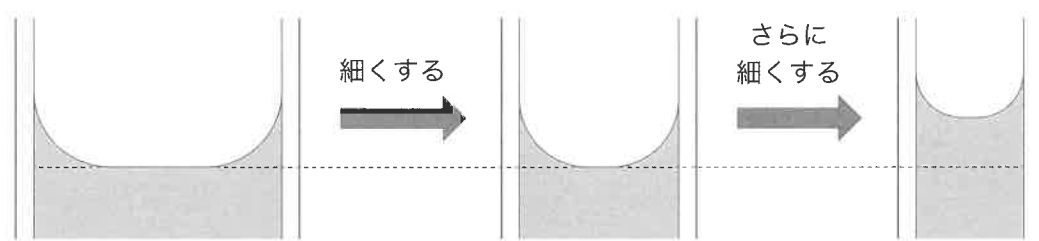


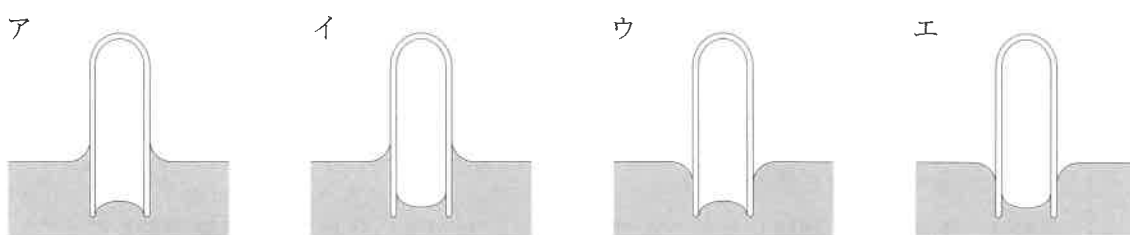
図1

問1 下線部1について、次の文章の（ ① ）～（ ⑥ ）に入る適切な語句や数値を下のア～チからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、円周率は3.14とします。

液体を量りるとき、メスシリンダーを（ ① ）場所に置き、水面のへこんだ面の目盛りを（ ② ）から読みます。32 mLの水を量りるとき、10 mL用のメスシリンダー（直径1.4 cm）を使った場合、メスシリンダーは最低（ ③ ）回使用することになります。1回あたり水位が目盛りよりも0.1 cm高ければ、合計でおよそ（ ④ ）mL多くとってしまったことになります。50 mL用のメスシリンダー（直径2.6 cm）を使った場合、メスシリンダーは最低1回使用するため、水位が目盛りよりも0.1 cm高ければ、およそ（ ⑤ ）mL多くとってしまったことになります。そのため、32 mLの水を量り取るならば、（ ⑥ ）mL用のメスシリンダーを使用する方が誤差が小さくなります。

ア 傾斜 ^{けいしや} のある	イ 水平な	ウ 斜め ^{なな} 上	エ 真横	オ 斜め下
カ 0.2	キ 0.3	ク 0.4	ケ 0.5	コ 0.6
サ 1	シ 2	ス 3	セ 4	ソ 5
タ 10	チ 50			

問2 下線部2について、空のガラスの試験管をさかさまにして、空気よりも冷たい水に沈^{しず}めた時、水面はどのようなになりますか。最も適切な図を次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。



問3 下線部3について、ガラスの細い管を水に入れた時、水はガラス管を上がっていきますが、ある程度の場所で止まります。なぜそれ以上、上がらなくなるのか、理由を答えなさい。ただし、「ガラスが水を引っ張る力」という言葉からはじめること。

テーブルの上にこぼれた水をティッシュペーパーで拭きとるとき、ティッシュペーパーが水に触れると、ティッシュペーパーは水を吸い取って水が広がっていくのが観察できます（図2-1、図2-2）。

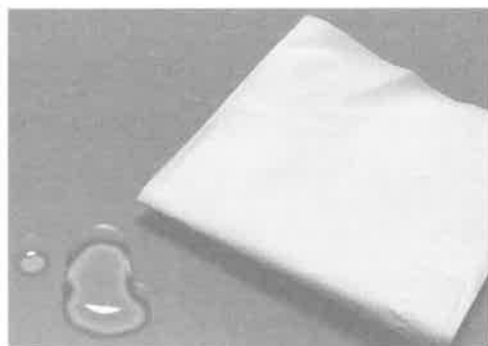


図2-1

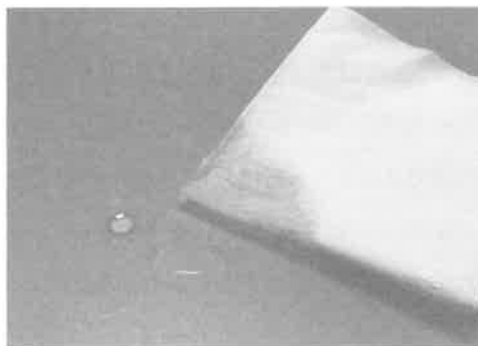


図2-2

紙は、細かい糸状のもの（繊維）が集まってできています。この繊維の間に狭いすき間ができ、細いガラス管と同じように、繊維のすき間を水が吸い上げられていったためです。

この現象を利用した物質の分離方法にペーパークロマトグラフィーというものがあります。

例えば、黒いサインペンのインクは、実際には様々な色を混ぜ合わせて、つくられています。この様々な色をペーパークロマトグラフィーによって分離することができます。

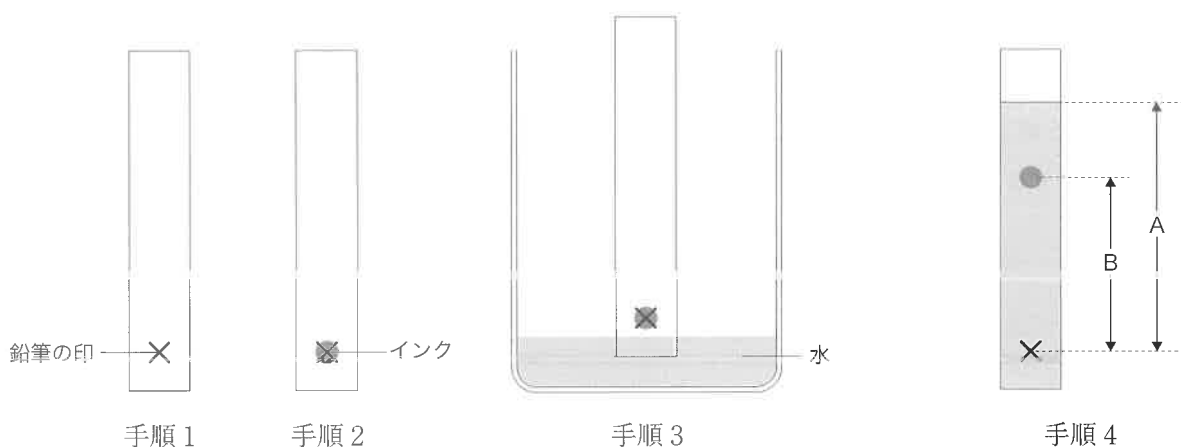
ペーパークロマトグラフィーは、次のような手順で行います。

手順1 まず、縦長のろ紙を準備する。この縦長のろ紙の下から2 cm程度のところに、鉛筆で印をつける。

手順2 鉛筆の印の上に、インクをつける。

手順3 1 cmほど水を入れた容器に、インクをつけたろ紙をまっすぐに入れ、水が吸い上げられるのを待つ（展開する）。

手順4 ある程度、展開したところに取り出し、水が達したところに鉛筆で線を引く。



このような手順で行うと、試料は手順4の図のように初めの場所から移動します。

この時、手順1でつけた鉛筆の印から手順4で引いた線までの距離をA、手順1でつけた鉛筆の印から色の中心までの距離をBとすると、 $\frac{B}{A}$ の値をRf値といい、同じ条件で実験を行ったときに、Rf値が同じものであれば、同じ物質である可能性が高くなります。

なぜ、色を分離できるのでしょうか。

まず、ろ紙は細かい繊維による毛細管現象で、水を吸い上げます。サインペンのインクのところまで水がくると、水にインクの成分が溶け、水とともに進みます。

インクの成分は紙にくっついたり、水に溶けたりを繰り返しながら移動していきます。インクの成分の種類によって、水との親しみやすさや紙との親しみやすさが異なり、移動する速さに差が出てきます（図3）。そのため、展開させる液体を、水からアルコールのような違う物質に^{ちが}変えると、また違った結果が現れることがあります。

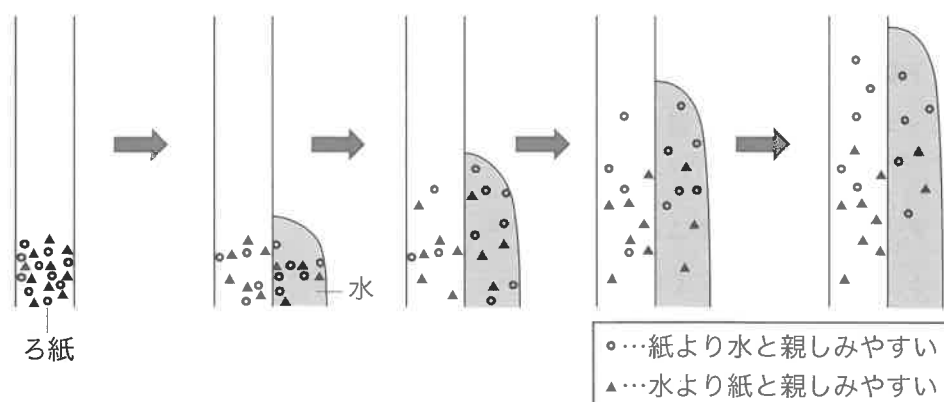


図3 ペーパークロマトグラフィーを真横から見たモデル図

5 オレンジ色のサインペンを、ペーパークロマトグラフィーで分離するとき、展開させる液体が水の場合（図4－1）と、アルコールの場合（図4－2）では、次のような結果がみられました。



図4－1



図4－2

問4 下線部4について、印をつけるとき、鉛筆を用いるのはなぜですか。最も適切なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 消しゴムで消すことができるから
- イ 水などに溶けにくいから
- ウ 黒くて見やすいから
- エ 水に溶けてあとが残らないから

問5 下線部5の結果について、アルコールとより親しみやすいのは、赤色と黄色のどちらですか。解答らの正しい方を○で囲みなさい。

問6 実験に用いたオレンジ色のサインペンで紙に文字を書き、水ですすぐと、どのような変化が起こると考えられますか。最も適切なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 赤色と黄色の文字に分かれる
- イ 薄い黄色の文字が残る
- ウ 薄い赤色の文字が残る
- エ オレンジ色が濃くなる

紙でおこなうペーパークロマトグラフィーのほかに、紙を特殊なシートに変えたクロマトグラフィーもあります。このシートを用いて、水やアルコールによって違う結果が現れることを利用し、次のようにインクの成分を分離する方法もあります。

大きな四角に切った専用のシートの端に先ほどの手順と同様に、液体④で展開します（図5-1）。次に90度回転させて（図5-2）、液体⑤で展開します（図5-3）。こうすることで、液体④だけでは分離できなかった物質も分離することができます。これを2次元展開といいます。

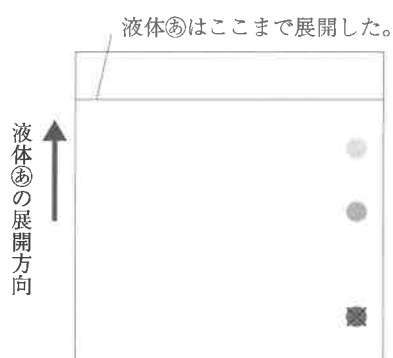


図5-1

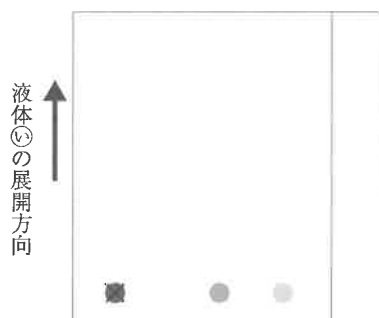


図5-2

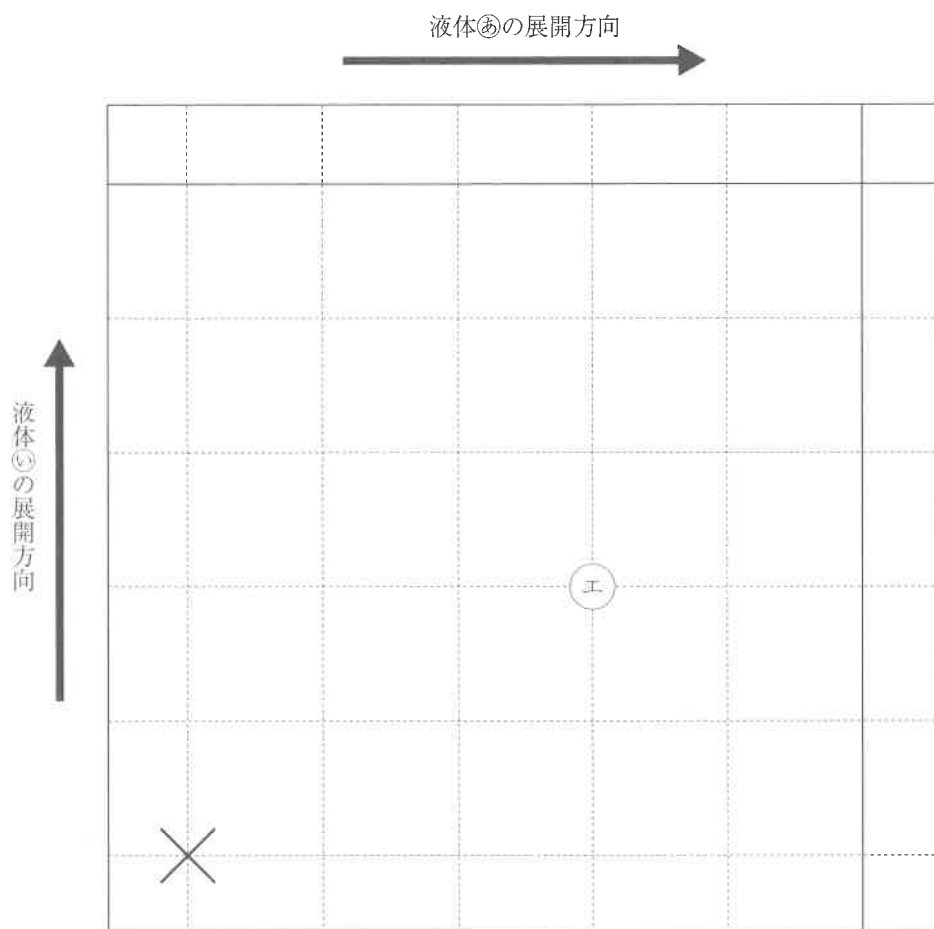


図5-3

問7 次の図6は、特殊なシートを用いて、液体㊸および液体㊹で物質㊺について2次元展開をおこなった結果です。物質㊺～㊽のRf値を参考にして、次の(1)、(2)に答えなさい。

	液体㊸でのRf値	液体㊹でのRf値
物質㊺	0.5	0.7
物質㊻	0.1	0.4
物質㊼	0.8	0.8
物質㊽	①	②

- (1) 物質㊺～㊼は、液体㊸と液体㊹での2次元展開のあと、どの位置に見られますか。解答らんにそれぞれ㊽のように図示しなさい。
- (2) 物質㊽の①（液体㊸でのRf値）および②（液体㊹でのRf値）を答えなさい。



※ X印は初めに印をつけた場所。実線まで展開した。

図6

2

次の文を読み、問いに答えなさい。

A君「ここに、電球が2種類あるよ。どちらが明るいかな。」

B君「調べてみよう。」

【実験1】

電球それぞれに乾電池1個をつないで、明るさを比較しました。

また、電流計もつないで、電球に流れる電流を測定しました。

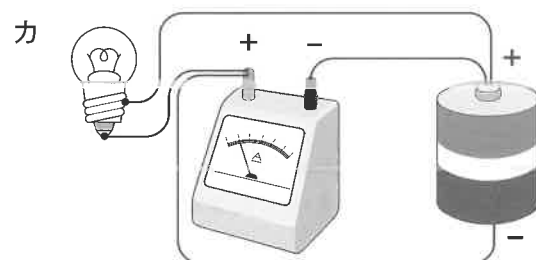
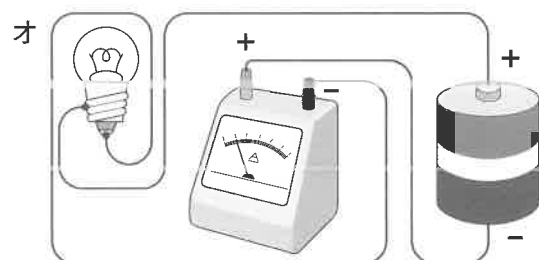
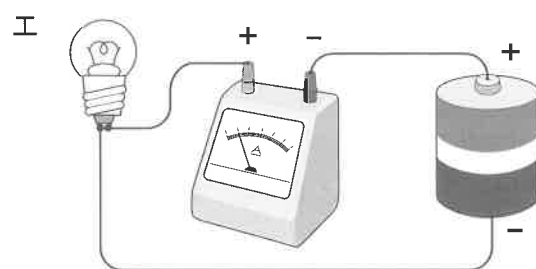
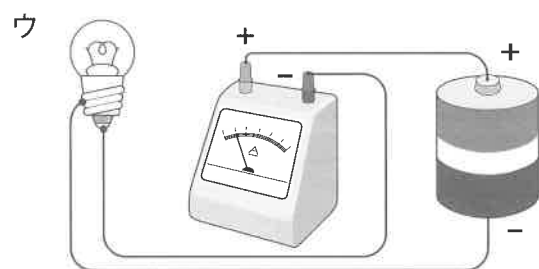
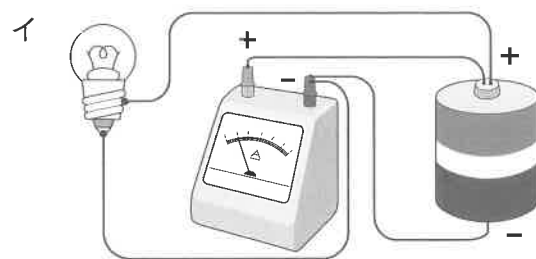
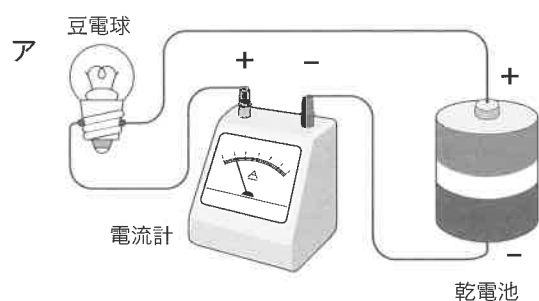
問1 電球の内部構造は、右の図1のようになっています。

フィラメントの片側は口金と、反対側は中心電極と、それぞれ金属線を通してつながっています。

実験1で、電球が光り、電球に流れる電流を正しく測ることができるのは、次の図のどれですか。次のア～カからすべて選び、記号で答えなさい。



図1



A君「実験1の結果は表1のようになったよ。」

表1 実験1の電球に流れた電流と明るさの比較

	電流 [mA]	明るさの比較
電球P	230	明るい
電球Q	190	暗い

※A（アンペア）、mA（ミリアンペア）は電流の単位 1A=1000mA

問2 この電球PとQを、乾電池1個に並列につなぎました。次のア～オの文章のうち、正しくないものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 電球PもQも、それぞれ表1と同じ明るさで光る。
- イ 電球PやQに流れる電流は、それぞれ表1と同じ大きさの電流である。
- ウ 電池を流れる電流は420mAである。
- エ 電池を流れる電流から、電球Pに流れる電流の大きさを引いたものは、電球Qに流れる電流の大きさと等しい。
- オ 電流計を2つの電球に並列につなぐと、電流計は電球PとQに流れる電流の合計値を示す。

A君「つまり、電球に電流がたくさん流れるほど、電球は明るく光るんだね。」

B君「それはどうかな。この実験だけで、その結論を出すのは早いんじゃないかな。」

A君「じゃあ、何を調べればいいのさ。」

B君「たとえばこの電球PとQを直列につないだら、どうなるかな。」

【実験2】

電球P、電球Q、電流計、乾電池1個を次の図2のようにつなぎ、2つの電球の明るさを比較しました。また、それぞれの電球に流れる電流を測定しました。

なお、今回は電球を電球ソケットにとりつけて、実験を行いました。

A君「電球PもQも光ったよ。つまり、2つの電球には電流が流れたってことだね。」

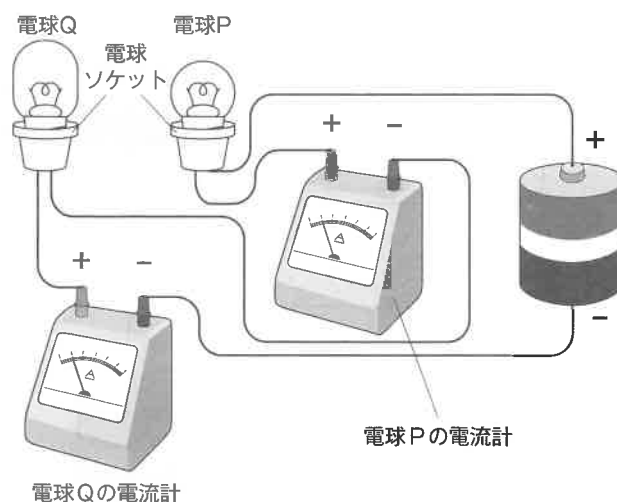


図2

問3 もし下線部のA君の説明が正しいのだとしたら、実験2の電球PとQはどちらの方が明るくなるはずですか。次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 2つとも同じ明るさ
- イ 電球Pの方が明るい
- ウ 電球Qの方が明るい

B君「さて、実験2を実際に行った結果は、どうなったかな。」

表2 実験2のそれぞれの電球に流れた電流と明るさの比較

	電流 [mA]	明るさの比較
電球P	150	暗い
電球Q	(あ)	明るい

問4 (あ)にあてはまる数は、以下のア～カのいずれかです。正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 105 イ 110 ウ 150 エ 190 オ 210 カ 270

A君「あれ？ 電球Qの方がPよりも明るくなったよ。なんなんだよこれ。」

B君「つまり、電球の明るさは、電流だけでは決まらないってことだよ。」

A君「でもさ、電球1個の時は、電球Pの方が明るかったんだよ。何で直列だとQなのよ。おかしいでしょ、これ。」

【水流モデルで考察】

B君「これを説明するために、水流モデルを使ってみよう。」

A君「水流モデル、聞いたことがあるよ。電流を水の流れのように考えるんだよね。」

B君「そう、電池（ポンプ）が電流を汲み上げ、電球にあたる斜面を電流が流れ落ち、電流がぐるぐる循環するんだよ。」

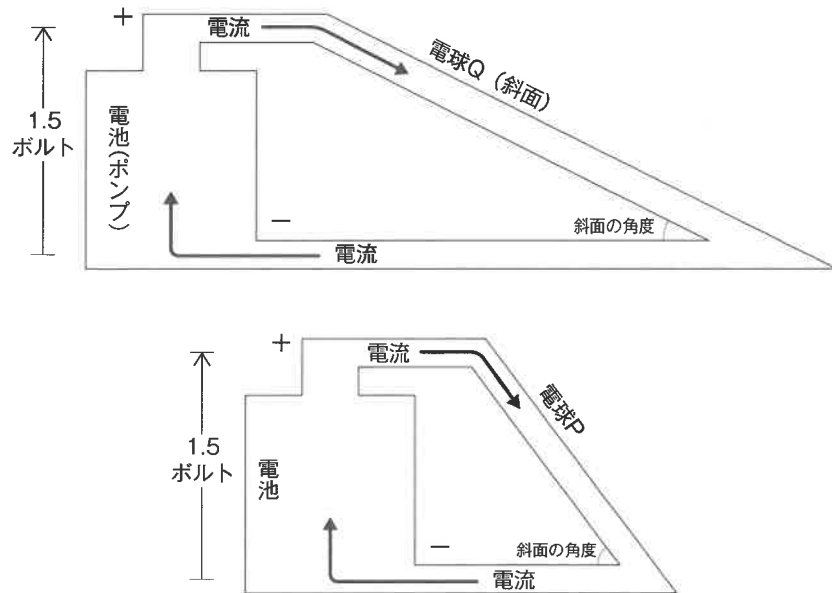


図3 実験1の水流モデル

A君「水流モデルでは、電球によって、斜面の長さは決まっているんだってね。」

B君「そうだ。『明るい電球』は斜面の長さが短く、『暗い電球』は斜面の長さが長い。だから、水流モデルをつくと、電球Pは電球Qよりも斜面の角度が急になってしまう。」

A 君「斜面の角度が大きいと、たくさん電流が流れるってこと？」

B 君「うん。水流モデルでは、斜面の角度が大きいほど電流は大きい。だから図 3 では、電球 P の方が電球 Q よりも流れる電流は大きい。」

A 君「電球 P と Q を並列につないだ時の水流モデルは図 4 のようになるね。それぞれの電球を流れる電流の大きさは、電池 1 個のとき（図 3）と同じだということがわかるね。」

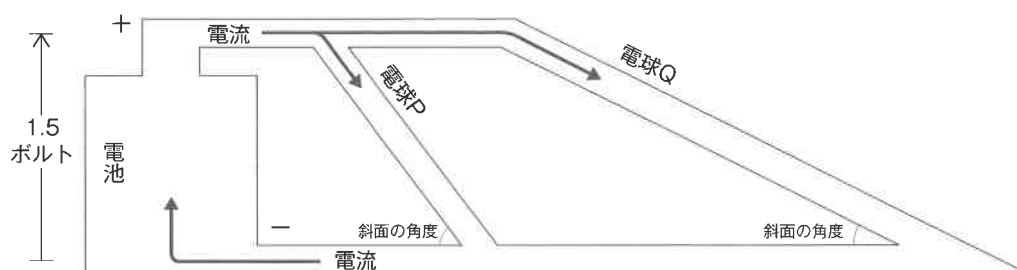


図 4

B 君「たとえば電池を 2 個直列つなぎした電球 Q の水流モデルは、次の図 5 のように高さが 2 倍になり、斜面の角度が大きくなって、たくさん電流が流れる。」

A 君「だから、電池を 2 個直列にすると、電球はもっと明るくなるのか。」

B 君「おっとその結論はまだ早い。実は、電球の明るさを決めているものは、電流だけじゃないんだよ。電圧という言葉を知ったことはあるかい？」

A 君「今回使っている乾電池は、電圧が1.5ボルトと電池の側面に書いてあるね。要するに電圧は、電流を流す力みたいなものでしょ。」

B 君「水流モデルでは、そうは考えないんだ。水路の 2 点間の高さの差のことを電圧というんだよ。」

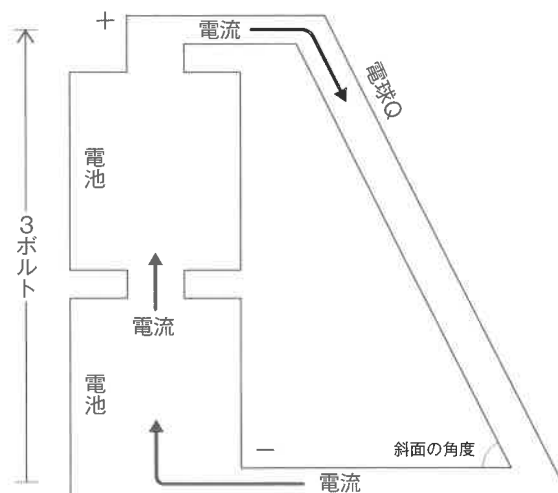


図 5

A君「電池を2個直列にすると、高さが2倍になるから、電圧も2倍の3ボルトになるってことか。」
 B君「そう。ここで、実験2の電球PとQを直列につないだ水流モデルを見てみようか。」

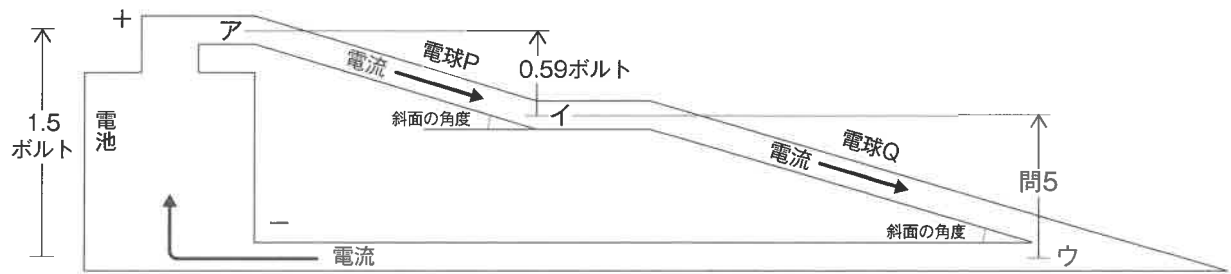


図 6

B君「アとウの間の電圧は電池の電圧なので1.5ボルト、そして、アとイの間の電圧を実際に電圧計で測ると、0.59ボルトだった。」
 A君「え？ 電池じゃない部分の電圧も測れるの？」
 B君「電圧は2点間の高さの差のことだから、電池じゃない部分の電圧も測れるのさ。」
 A君「問4からわかるように、図6では2つの斜面の角度は同じなので、アとイの間の電圧よりも、イとウの間の電圧の方が大きくなるってことか。」
 B君「そういうことだ。斜面の長さが長いぶん、電圧が大きくなる。」

問5 水流モデルから考えると、イとウの間の電圧は何ボルトですか。

A君「わかったぞ。電球の明るさは、電球の両端の電圧にも影響を受けるってことか。」
 B君「その通りだ。電球の明るさは、(1)電球に流れる電流の大きさだけでなく、(2)電球の両端の電圧でも決まるのだ。
 『ワット』という単位を聞いたことがあるかい？ これは、電球が1秒間に放出するエネルギーの大きさのことだ。」
 A君「ワットの値が大きいほど、電球は明るってこと？」
 B君「ざっくり言うと、そういうことだ。実際には電球からは光だけでなく熱や赤外線も出るので、光の明るさとワットの値が完全に比例してるわけではないけどね。
 そして、ワットの値は、(1)(単位はアンペア)と(2)(単位はボルト)の積で求められる。」
 A君「実験2では、電球Pは(い)アンペア×0.59ボルト=(う)ワット、同様に電球Qは(え)ワットになるってことだね。だから、電球Qの方がPよりも明るくなるのか。」
 B君「その通りだ。」

問6 (い)(う)(え)に当てはまる数値を答えなさい。

【実験3】

この電球PとQに、電球Q₂を追加して、次の図7のようにつなぎました。なお、電池の電圧は1.5ボルト、電球Q₂は電球Qと同じ種類の電球（水流モデルでの"斜面の長さ"が同じ）です。

電池を流れる電流を測定すると、実験3（図7）の方が実験2（図2）よりも大きい電流でした。

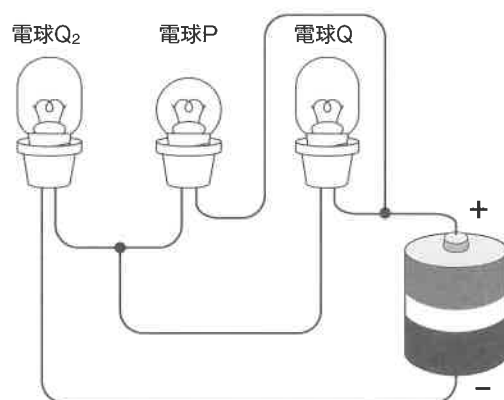


図7

問7 このとき、3つの電球のうち、最も明るい電球、最も暗い電球はどれですか。それぞれP、Q、Q₂から1つ選び、記号で答えなさい。なお、電球P、Q、Q₂は、ワットの値に応じて光の明るさが決まります。

※には記入しないこと。

1

問1	①		②		③			
	④		⑤		⑥			
問2								
問3	ガラスが水を引っ張る力							
問4			問5	赤色 ・ 黄色		問6		
問7	(1)	液体⑤の展開方向 液体⑥の展開方向				(2)	①	
						②		

※

2

問1			問2			問3			問4		
問5	ボルト										
問6	(い)										
	(う)										
	(え)										
問7	最も明るい電球					最も暗い電球					

※

受験番号							氏名		

得点合計	※			点