学習日：　　月　　日

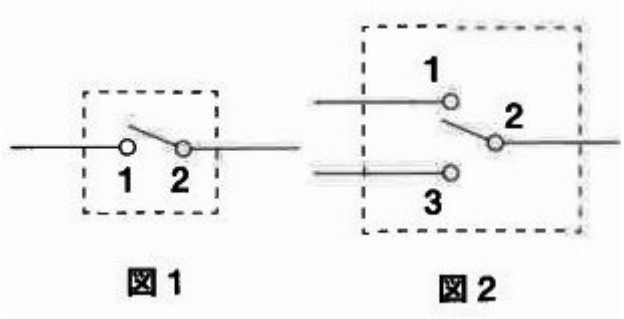
2021 年度　海陽中等教育学校・特別給費【理科】大問 2

電気について次の文章を読み、問いに答えなさい。

問題 1

　ひろし君の家の階段には電球が 1 つ付いています。1 階のスイッチを入れたり切ったりすると、電球がついたり消えたりします。2 階にあるスイッチを入れたり切ったりしても電球がついたり消えたりします。これはどんな回路になっているのだろう、とひろし君は考えました。

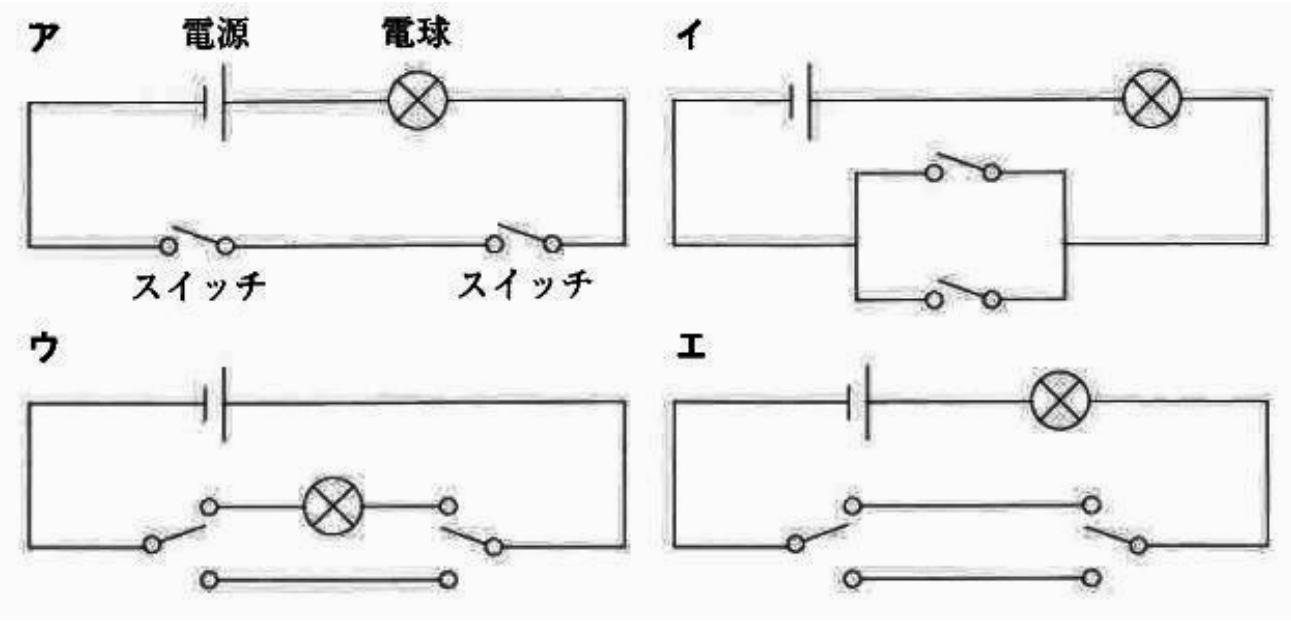
　ふつうのスイッチは図 1 のようになっています。破線の中がスイッチで、○印を端子と言います。端子には導線をつなげるようになっています。一方、図 2 は切り替えスイッチというもので、端子が 3 つあり、端子の 1 番と 2 番がつながっている状態から切り替えると、3 番と 2 番がつながった状態になります。



ひろし君はこの 2 種類のスイッチを使って階段の電球の回路を 4 つ考えました。

問 1

次の回路図のうち、上の文章の下線部のようにはたらくものを選びなさい。



ひろし君は、もし３階建ての家だったらどうしたらいいかなあと考えました。階段に電球が１つだけあり、１階のスイッチでも２階のスイッチでも３階のスイッチでも電球がついたり消えたりするようにしたいのです。どうしてもうまくいかないのでお姉さんのまいさんに助けを求めました。

まい「そうねえ。４路スイッチというのを使うといいよ」
ひろし「それは何？」
まい「そうね。４路スイッチには図３のように４つの端子があって、初めは１番と２番、３番と４番がつながっているの。そこでスイッチのつまみを時計回りに 90°まわすと、今度は１番と３番、２番と４番がつながるの」

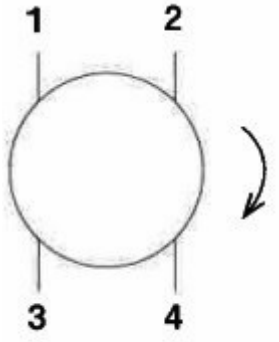
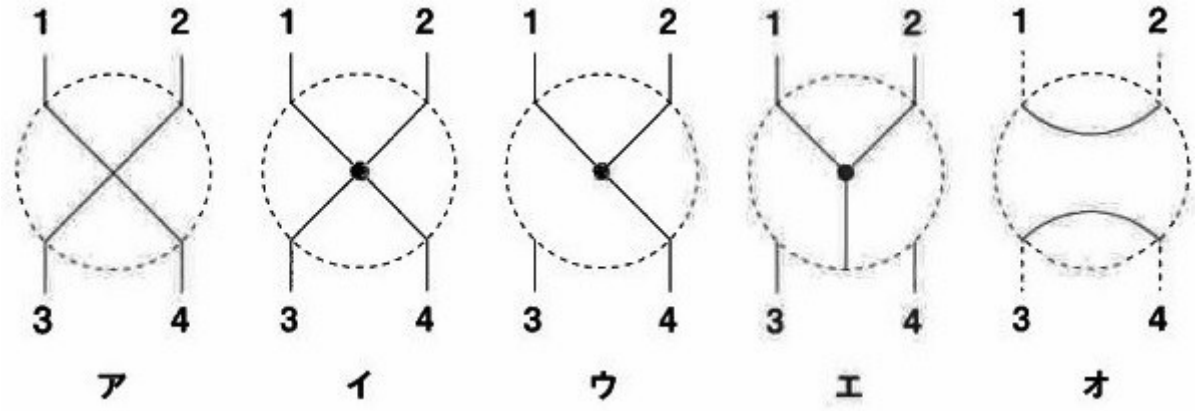


図３

ひろし「90°ずつ２回まわすと元にもどるんだね。スイッチの中はどういうしくみになってるの」
まい「それは考えなさいよ」

ひろし君は４路スイッチの中身（つまみとともに回転する部分）を５通り考えてみました。下のア～オです。点線の円の内部が 90°ずつ回転します。

アはななめの２本の線が立体交差していて、ななめの線どうしはつながっていないことを表しています。イは２本のななめの線がつながっていることを表しています。



問２
上のア～オのうち４路スイッチとしてはたらくものを選びなさい。

まい「スイッチの中はわかったね。
じゃあ、この４路スイッチを使って、３階建て用の回路をかいてみて」

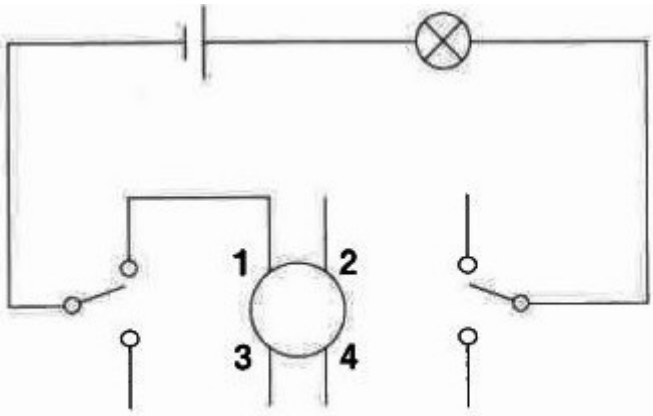
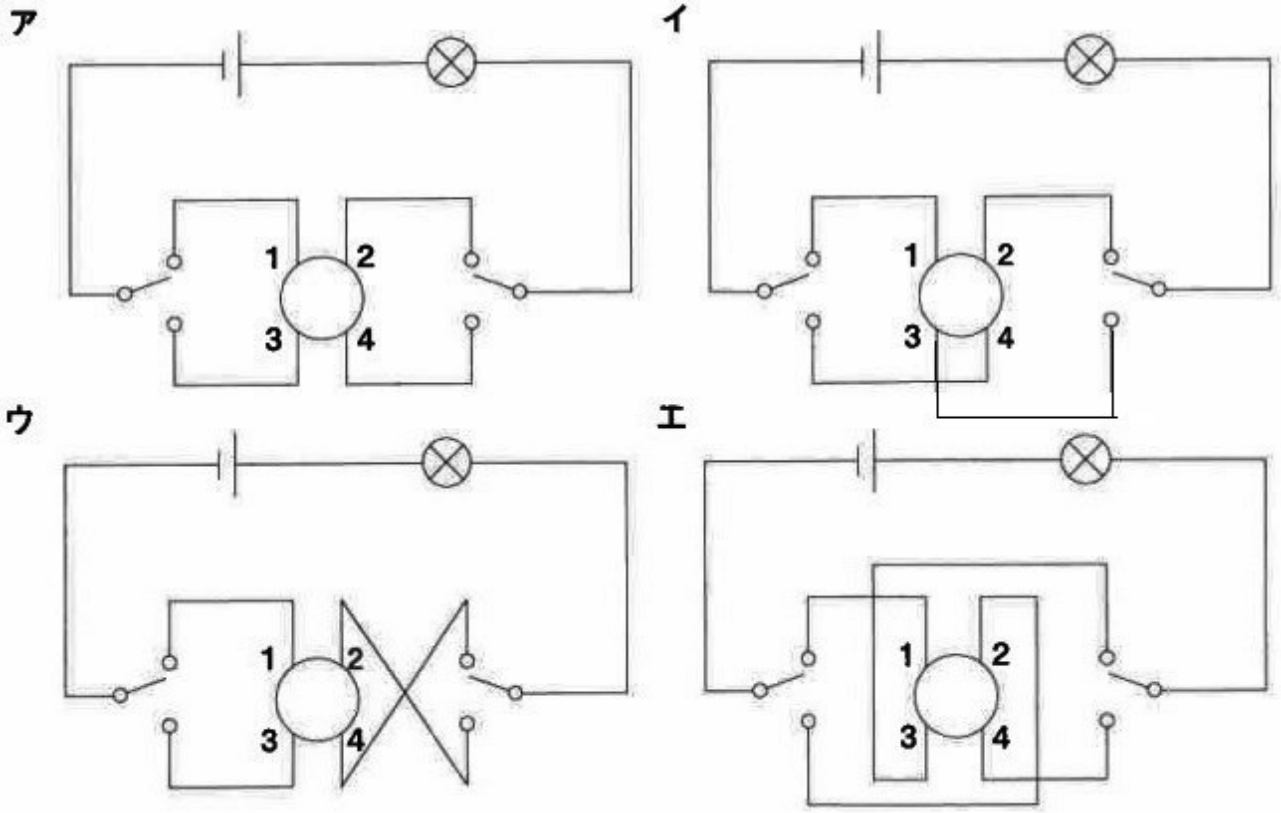


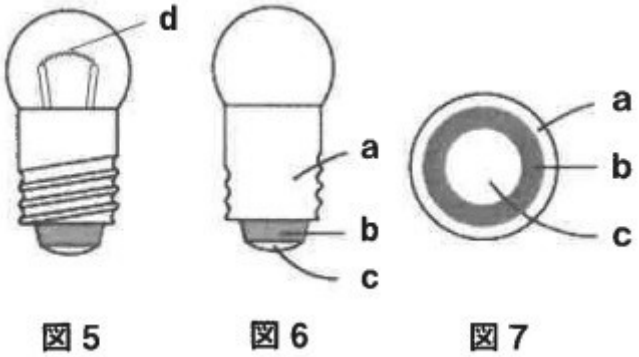
図４

問３
図４には電池１個、豆電球１個、切り替えスイッチ２個、４路スイッチ１個がかいてあります。これらをつないで、どのスイッチでも豆電球をつけたり消したりできるようにするには、どのようにつなげればよいでしょうか。下のなかから選びなさい。



問題２

図５は豆電球です。ソケットに入れる前の豆電球はこんな形をしています。以下では図６のように簡単にかきます。図７はそれを下から見た図です。図６と図７で、ａは金属でできていて、ねじのようになっている部分です。ｂは黒くて電気を通さない物質でできています。ｃも金属でできています。



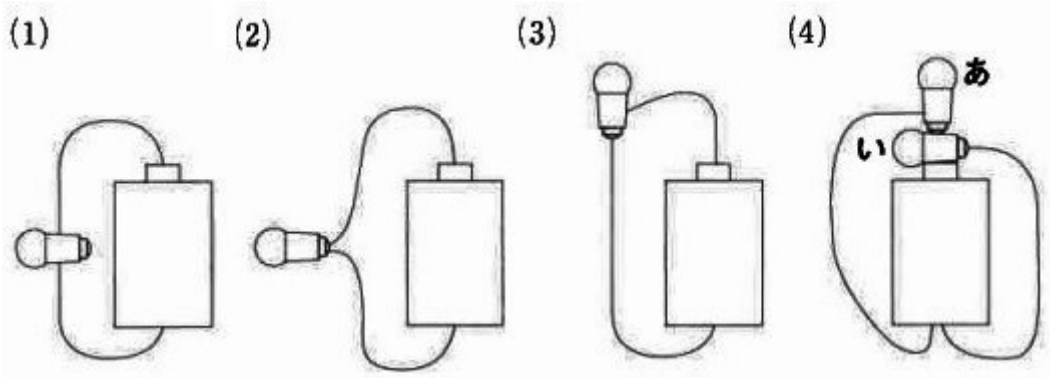
ひろし「ソケットを使わないで豆電球と乾電池をつないでみよう。

つなぎ方によっては豆電球がつかないこともあるね。なんでかなあ」

まい「豆電球の中にはフィラメントという細い金属の線（図５のｄ）があって、そこを電球が流れると光るのよ。電流がフィラメントを通らないようなつなぎ方だと豆電球はつかないの」

問４

豆電球と乾電池と導線を次の（１）から（４）のようにつなぐとき、豆電球がつくものにはＡ、つかないものにはＢと書きなさい。（４）は、あ、いのそれぞれの豆電球について答えなさい。



問５

図８の回路について回路図をかくと、下のア～コのどれになりますか。

乾電池の記号は線が長い方が＋極です。

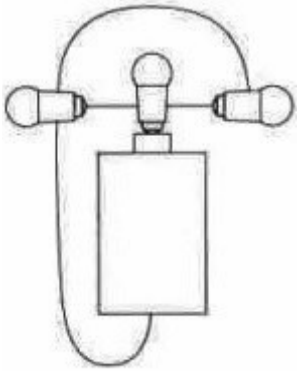


図８

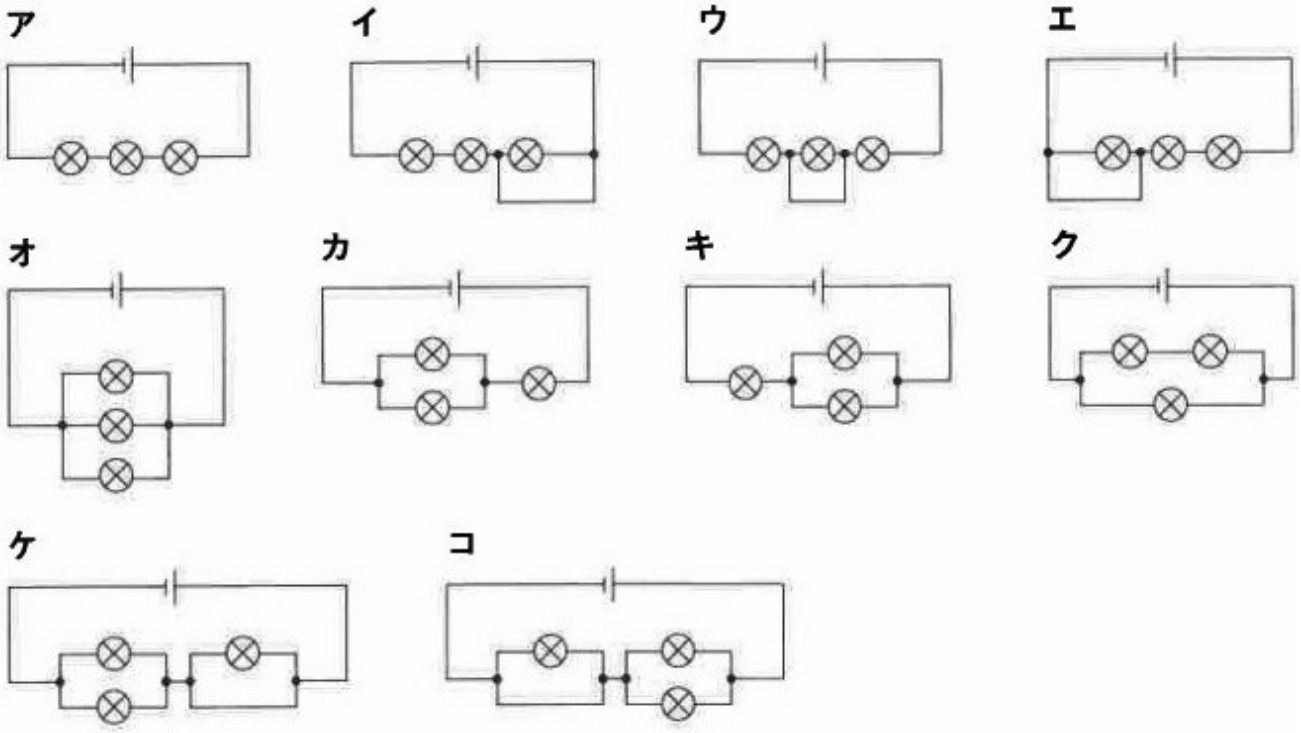


図６のｂの部分は電気を通さない物質でできています。
ひろし君はこのことを不思議に思いました。
ひろし「ｂの部分を金属に変えた豆電球を作るとどうなるかなあ」
まい「ひろしが考えている豆電球を作るのはむずかしいから、ふつうの豆電球を２個つないで、片方の豆電球だけａとｃを直接つなぐといいよ」

問６
ふつうの豆電球１と２を図９のように直列にして乾電池１個をつなぐと２つとも同じ明るさでつきました。ここで豆電球１について図６のａとｃをアルミホイルでつなぐと豆電球１と２はそれぞれどうなりますか。次のなかから１つずつ選びなさい。

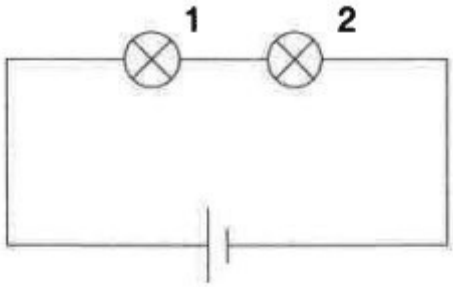


図９

ア：一瞬明るくかがやいてすぐ消える
イ：はじめよりも明るくつく
ウ：はじめと同じ明るさでつく
エ：はじめより暗くつく
オ：消える

問題３
　ひろし君は豆電球と電流計と電源装置をつないで豆電球の明るさを調べてます。電源装置は図10のようなもので、つまみを回すと1.6 Ｖ、1.7 Ｖのように細かく電圧を変えることができます。以下では電源と言います。

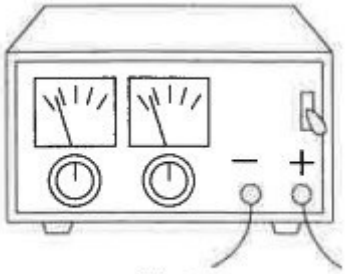


図10

実験１

はじめに、図 11 のように豆電球１個と電流計をつないだ回路を作って、回路の＋を電源の＋に、回路の－を電源の－につなぎます。このあとで登場する回路でも同じようにします。電源のつまみを回すと電圧が変化して、そのとき豆電球を流れる電流を電流計で測ることができます。また豆電球の明るさも観察します。このあとも同じ種類の豆電球を使うこととします。

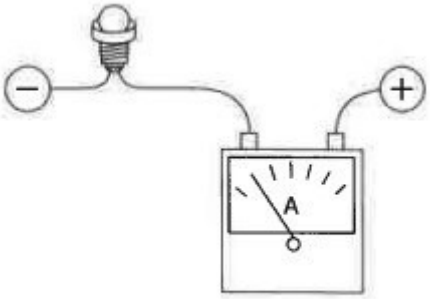


図 11

結果は表１のようになりました。たとえば「かすかにつく」はその電圧や電流になったとき、初めてかすかについたという意味です。ほかの明るさについても、初めてその明るさになったときの電圧や電流を表しています。空らんは上と同じ明るさという意味です。

「まぶしい」ときより電圧を高くすると豆電球が切れる心配があるので、ここで実験をやめました。表の 2.6 V のところの×は実験を行わなかったことを示します。これからも「まぶしい」をこえるような実験は行わないことにします。

表１　豆電球１個

電源の電圧［V］	電流［mA］	豆電球の明るさ
0	0	つかない
0.3	136	
0.5	150	かすかにつく
1	190	暗い
1.5	230	ふつうの明るさ
2	270	とても明るい
2.5	310	まぶしい
2.6	×	×

ひろし君は考えました。「電流がたくさん流れるほど豆電球が明るくなるんだ」
グラフにすると図 12 のようになりました。

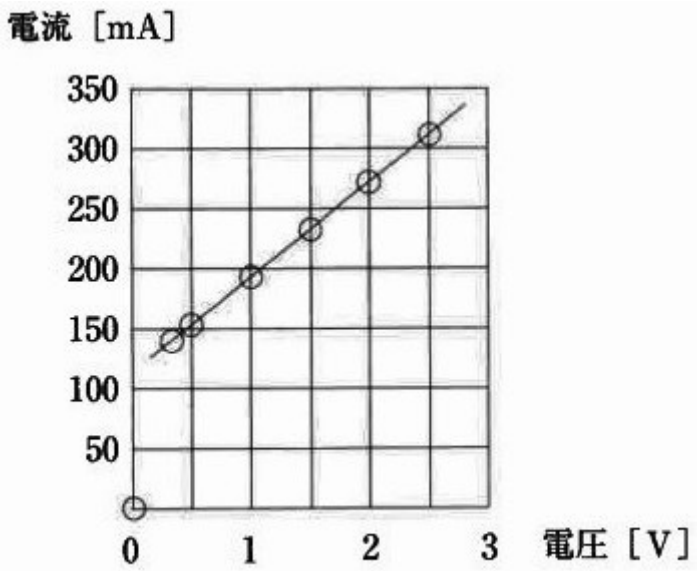


図 12

実験２

次に、図 13 のように豆電球２個を直列につなぎ、それに電流計をつないだ回路を作って、電流計はＡの記号で表します。

このとき、豆電球１を流れる電流と豆電球２を流れる電流は同じです。この電流を電流計で測ることができます。実験はいろいろな電圧について行いましたが、表２には３Ｖの場合だけあげておきます。

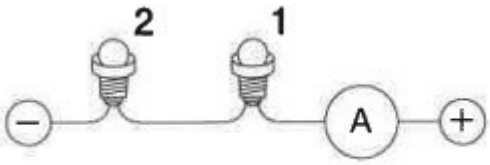


図 13

表２　豆電球２個直列

電源の電圧［V］	電流［mA］	豆電球の明るさ
3	230	ふつうの明るさ

ひろし君は考えました。「電源の電圧が３Ｖのときに電圧計で豆電球１個の電圧を測ったら 1.5 Ｖになると思う。実験１でも実験２でも 1.5 Ｖのときは 230 ｍＡ流れてふつうの明かるさだ。直列のとき電圧は足し算になっているんだ」

実験３

次に、図 14 のように豆電球２個を並列につなぎ、それに電流計をつないだ回路を作って測りました。豆電球１を流れる電流と豆電球２を流れる電流の合計を電流計で測ることができます。実験はいろいろな電圧について行いましたが、表３には 1.5 Ｖの場合だけあげておきます。

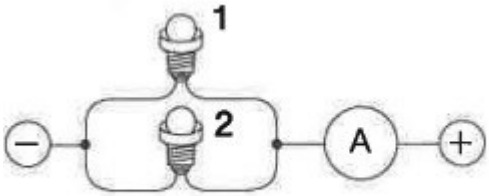


図 14

表３　豆電球２個並列

電源の電圧［V］	電流［mA］	豆電球の明るさ
1.5	460	ふつうの明るさ

ひろし君は考えました。「電源の電圧が 1.5 Ｖのときは豆電球１個には実験１と同じように 230 ｍＡの電流が流れてふつうの明るさになる。２つの豆電球の電流が合わさって、電流計は 460 ｍＡになるんだと思う。並列のときは電流が足し算になっているんだ」

実験４

最後に、図 15 のように豆電球３個と切り替えスイッチと電流計をつないだ回路を作りました。

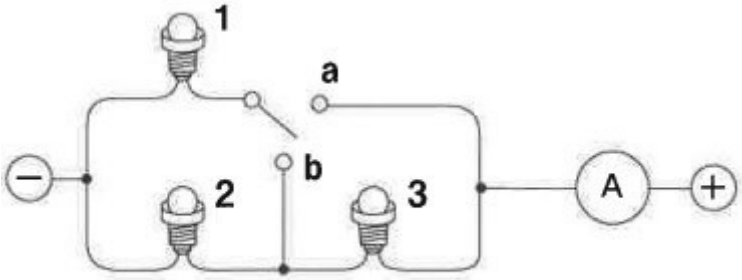


図 15

問７

切り替えスイッチをａにつないで、電源の電圧を上げていきます。豆電球１が初めて「まぶしい」になったとき、電圧を上げるのをやめます。このとき、豆電球３の明るさはどうなっていますか。下の表にしたがって番号または記号で答えなさい。

明るさ	つかない	かすかにつく	暗い	ふつうの明るさ	とても明るい	まぶしい	実験を行わない
番号・記号	0	1	2	3	4	5	×

問８

電源の電圧を問７のままにして、切り替えスイッチをｂにつなぐと、豆電球１と３の明るさはどうなりますか。問７と同じように答えなさい。