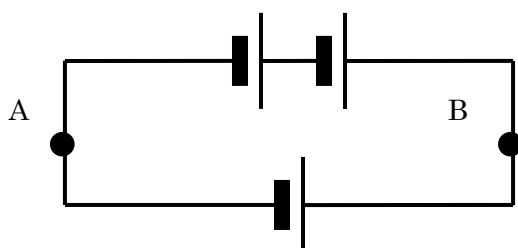


## 問題

次の図のように、起電力  $1.5\text{ V}$  の乾電池  $2$  本を直列につなぎ、さらにもう  $1$  本を並列につないだ。A、B間の電圧を測定すると何Vになるか。最も適当なものを、次の①～④の中から  $1$  つ選びなさい。ただし、起電力や内部抵抗の大きさは等しいとする。



- ①  $3.0\text{V}$       ②  $2.25\text{V}$       ③  $2.0\text{V}$       ④  $1.5\text{V}$

## 解説・解答

この問題は、物理チャレンジ 2010 第 1 チャレンジ理論問題コンテストに出題された問題です。

起電力  $1.5\text{V}$  の電池  $2$  つをつなぐ場合の電圧は、直列つなぎでは足し合わせになり  $3.0\text{V}$  になります。これは、 $3$  つ以上の電池を直列につないだ場合も同じで、電圧は足し合わせになります。並列つなぎでは、電圧は変わらず  $1.5\text{V}$  です。これも、 $3$  つ以上の電池を並列につないでも  $1.5\text{V}$  と変わりません。

この問題では、直列つなぎした電池  $2$  つと電池  $1$  つを並列つなぎした回路になっています。並列つなぎは、教科書などでは同じ電池（同じ電圧）をつなぐ場合は記されていますが、この問題のように異なる電圧の並列つなぎを説明した例はあまり見かけません。

上の直列つなぎの  $2$  つの電池の電圧は、 $3\text{V}$  になります。下の電池の電圧が  $1.5\text{V}$  なので、平均して  $2.25\text{V}$  と考えた人もいるかもしれません。しかし、並列つなぎの電圧は平均であることはどこにも記載されていません。

この問題を解くためには、キリヒホッフの法則の  $1$  つ

「回路中の、任意のひとまわりの閉じた経路について **起電力の和 = 電圧降下の和**」を利用します。また、電池には内部抵抗を  $r$  があるので、ここでの電圧降下を考えなくてはなりません。B から始まり、右回り（下の電池を通り）で A を通過して（上の電池を通り）B に戻る経路を考えます。電池の起電力を  $E$ 、回路に流れる電流を  $I$ 、内部抵抗を  $r$  とします。

$$\text{起電力の和} = -E + E + E = E$$

最初の起電力は電流の流れる方向に電位が下がっているため、 $-$ の符号がついています。

$$\text{電圧降下の和} = Ir + Ir + Ir = 3Ir$$

電圧降下は、電流の向きに関係なく符号は同じなので、足し算になります。

これから、 $E = 3Ir$  となり  $E/3 = Ir$  が得られます。

AB間の電圧は、AB間の起電力と電圧降下の和となるので、AからBを見ると、

$$2E - 2Ir = 2E - 2E/3 = 4E/3 = 2V$$

と求めることができます。

よって解答は ③の 2V です。

### 注意

このように、異なった電圧の電池を並列つなぎにすると、電池の中を本来流れる向きと反対の電流が流れます。反対の電流が流れると気体が発生して破裂することがあるので危険です。この問題は、あくまでもキリヒホッフの法則を理解するためのものですので、電池のこのような配線は行わないようにして下さい。

同じ電池でも、使用状況や個別の状況で電圧が異なることがあるので、小学校の教科書には載っていますが、たとえ同じ電池でも、並列つなぎで使用することは避けましょう。

