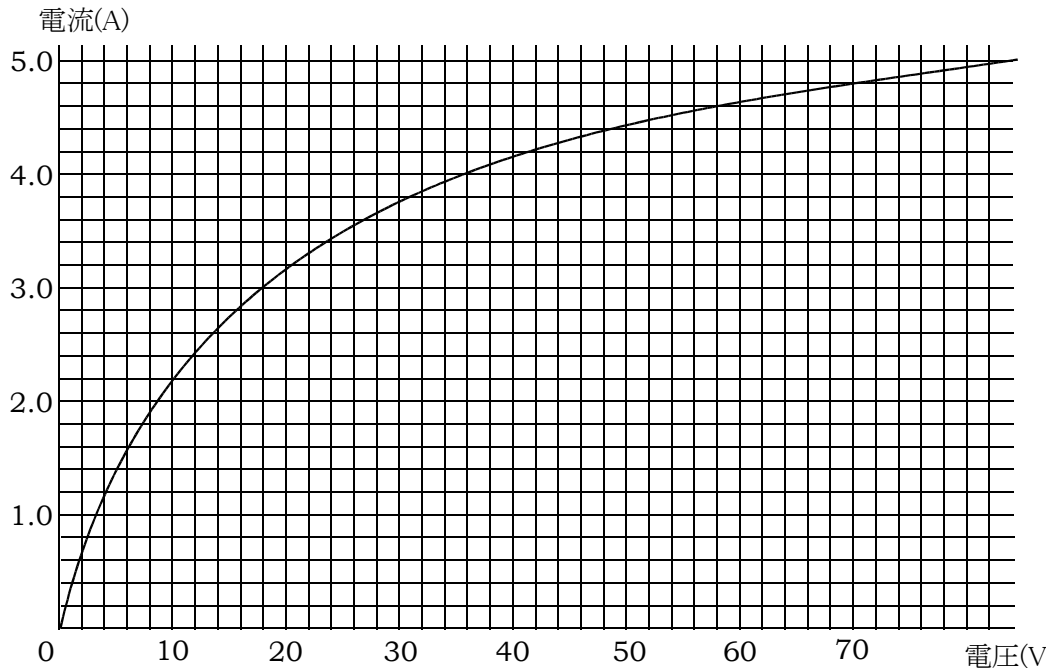


新作問題シリーズ 第16回 電池のパワーを取り出す

内部抵抗 12.0Ω 、起電力 50.0 V の電池がある。この電池を使って、下の電流-電圧特性を持つ電球を点灯してみる。



電池を1個を電球に直接つないで点灯させた。このときの電球は明るく輝くほどではなかった。このとき、電球にかかる電圧は [V]、電流は [A]、消費電力は [W] であった。

次に、もっと明るく点灯させるため、電池を2個使うことにした。電池2個を並列にして電球を点灯させてみた。このときは、最初のときより随分明るく点灯したように見えた。このときの電球の消費電力は [W] であった。

友達が「電池2個を直列につなげばもっと明るくなるのでは」と提案したので、電池2個を直列にして電球を点灯してみたが、友達の言うとおりににはならなかった。このときの電球の消費電力は [W] であった。

このように、直列接続だから、電池をたくさん使っているから、明るくなるものでもなさそうである。試してみると、思っていたようには明るくはなつてはくれない。消費電力には限界があるように思われた。

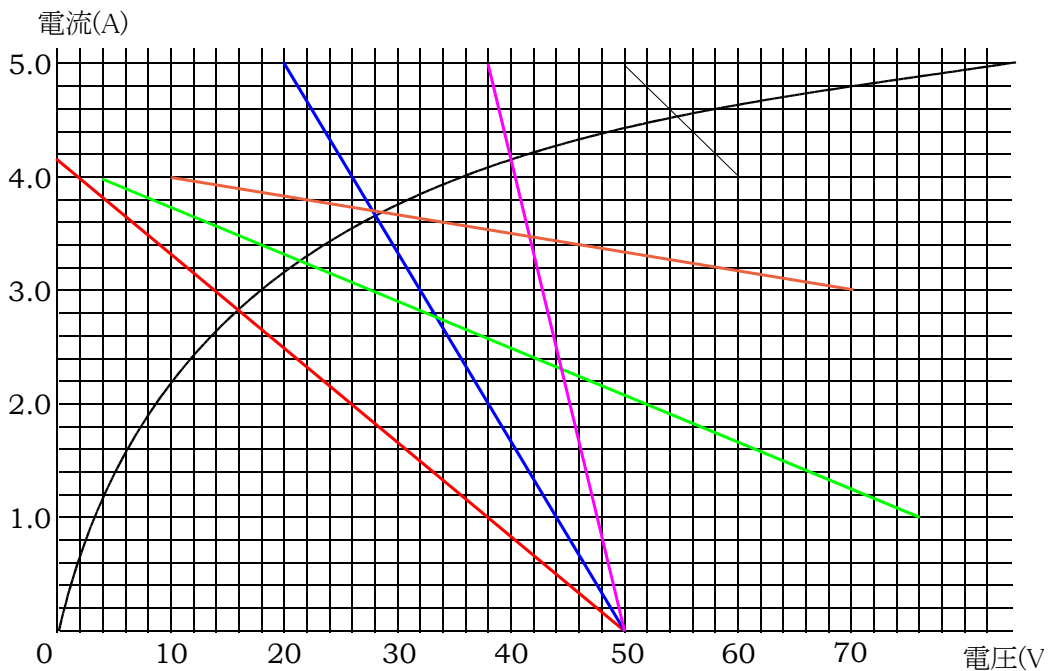
- 問1 上の文章の空欄に適切な数値を入れなさい。
- 問2 電池を5個を並列に接続して電球を点灯させたとき、電球の消費電力はいくらか。
- 問3 電池を5個を直列に接続して電球を点灯させたとき、電球の消費電力はいくらか。
- 問4 電池を無限個を並列に接続して電球を点灯させたとき、電球の消費電力はいくらか。
- 問5 電池を無限個を直列に接続して電球を点灯させたとき、電球の消費電力はいくらか。
- 問6 無限個の電池を使った問4、5の場合よりも電球を明るく点灯させたい。最低何個の電池を、どのように接続すれば良いか、説明しなさい。

新作問題シリーズ 第16回 電池のパワーを取り出す

問1 電球の電圧 V [V]、電流を I [A] とする。このとき、 $V=50-12I$ の関係式が成立する。これをグラフ上に描くと、赤線のグラフになる。このときに電球にかかる電圧、電流は、グラフの交点 (16.0, 2.80) で示される。よって、電圧が 16 [V] …①、電流が 2.8 [A] …②、消費電力は 45 [W] …③ である。

次に、電球をもっと明るく点灯させるため、電池2個を並列にして電球を点灯させてみる。このとき、電池に流れる電流は半分だから $V=50-12\times\frac{I}{2}$ の関係が成立する。グラフに描くと青色のグラフになる。交点は (2.80, 36.4) だから、電圧が 28 [V]、電流が 36 [V] になり、電球の消費電力は 100 [W] …④ だから、消費電力が2倍になっているので明るくなるはずだ。

電池2個を直列に接続した場合、電池の内部抵抗による電圧降下、起電力ともに2倍となる。よって $V=100-12I-12I$ の関係が成立する。グラフ上に記入したものが緑色のグラフで、交点は (21.4, 3.26) だから、電圧が 21 [V]、電流が 3.3 [A] になる。よって、電球の消費電力は 70 [W] …⑤ である。直列接続では、並列接続より少し暗くなるのがわかる。



問2 電池5個を並列に接続：電池に流れる電流は5分の1になる。よって、 $V=50-12\times\frac{I}{5}$ の関係式が成立する。グラフに描くと紫色の直線になる。交点は (40.0, 4.16) だから、電球に流れる電流は 4.2 [A]、電圧は 40 [V] より、消費電力は 170 [W] である。

問3 電池5個を直列に接続： $V=250-60I$ の関係式が成立する。グラフに描けば茶色の直線である。交点は (28.4, 3.68) である。よって、電球に流れる電流は 3.7 [A]、電圧は 28 [V] より、消費電力は 100 [W] である。

問4 電池を無限個を並列接続：電池に流れる電流はゼロ。よって、 $V=50$ だから、電球に流れる電流は 4.4 [A]、電圧は 50 [V] より、消費電力は 220 [W] である。

問5 電池を無限個を直列接続： n 個の電池では $V=50n-12In$ より $\frac{V}{n}=50-12I$ だから、無限個なら $0=50-12I$ とみなせる。交点は (4.20, 40.0) だから、電流が 4.2 [A]、電圧は 40 [V] になる。よって、消費電力は 170 [W] である。

問6 電池4個ではどうしても問4、5より明るく点灯させることはできない。電池5個あればOKだ。3個並列の組電池と、2個並列の組電池を直列に接続すればよい。このとき、各電池に流れる電流は3分1、2分の1になるから $V=100-12\times\frac{I}{3}-12\times\frac{I}{2}$ の関係式が成立する。グラフに描くと黒色の直線だ。グラフの交点は (54.6, 4.54) だから、消費電力は 250 [W] になる。