

能量去了那裡？

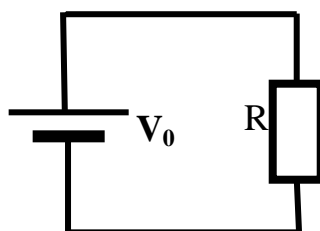
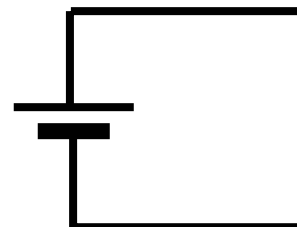
用一條完全沒有電阻的電線把一個電池短

路。電流無限大，電池的功率 ($P = VI$) 無限

大。但電線沒有電阻，即是不會發熱 ($P = I^2R$

$= 0$ ，因為 $R = 0$)。沒有 joule heating，

又何以會無限大功率？



我們先看看在一般情況下，電流是如何增長的。

1. 雖然這個電路沒有電感器 (inductor)，但要引入電感值(self inductance) 才可和現實配合。

電流通過電線產生磁場。當磁場改變，自感現象就隨之出現。雖然電路沒有連接電圈，但電路自己本身就是一個一匝的線圈！

2. 一個直流電 RL 電路，當閉上開關，電流從零開始增長。預科同學熟悉當中的物理。電路的電流隨時間增加

$$I = I_0 (1 - e^{-Rt/L})$$
 , 其中 $I_0 = \frac{V_0}{R}$, 是電流能增長至的最後穩定值。 電流增長的長短約莫是時間常數 $t \sim \frac{L}{R}$ 。

3. 若電路根本沒有線圈 , L 不是零 , 但非常微少。即是時間常數很小 , 那時電流在很短時間就已達到穩定值 I_0 了。
4. 我們再從能量的角度去思考這問題。在電流還在增長的時候 , 電池的功率去了兩個地方 : (i) 電阻的發熱功率 , (ii) 增加了的磁場能量(電流增加 , 磁場增強) 。
5. 但當電流穩定了 , 磁場不再增強 , 所以那時電池的功率百份百只等於電阻的發熱功率。

好了 , 我們回到電線完全沒有電阻的情況。若真的是 $R = 0$, 那麼時間常數 $\frac{L}{R}$ 就是無限大了 ! (因為 L 無論是多麼小 , 一定不會是零) 。即是說 , 當我們閉上開關 , 電流不斷增加 , 不斷增加 , 是無止境的增加。那時根本就沒有最後穩定電流 (或者說 $I_0 = V_0/R$ 是在無限長時間後才出現) 。 能量轉移方面 , 隨著電流增大 , 電池的功率的確是越來越大 , 但不是去了電線的發熱 , 而是去了電流所產生的磁場 ($E = \frac{1}{2}LI^2$) 。 電流根本沒有穩定值 , 所以我們問「當電流穩定時 , 電池的功率去了哪處 ? 」是沒有意義的 !

吳老師 (Chiu-king Ng)