

能量去了那裡？

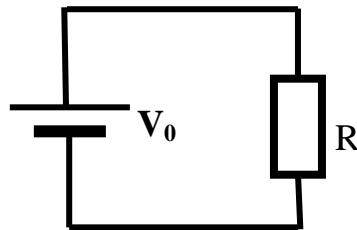
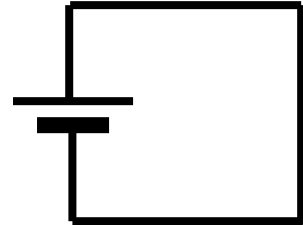
用一條完全沒有電阻的電線把一個電池短

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. 若電路有電阻 R，但沒有線圈。L 不是零，但非常微小。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。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！(因為 L 無論多麼小，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。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 ($E = \frac{1}{2}LI^2$)。

電流不會有穩定值，所以問題「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)

物理勿勿理 <http://ngsir.netfirms.com>