

# 物理教學示範實驗室－網站簡介（二）

黃福坤

國立臺灣師範大學物理系

國立臺灣師範大學物理系示範實驗

## 動畫主題：反應時間與行車安全距離

---

本程式經過特別設計，可以挺精確的估算出你個人的反應時間。當你看到燈號由綠燈變黃燈再變為紅燈時（時間隨意 random）趕快按下 brake 按鈕並放開，將測量出你的反應時間並用動畫顯示當你開車時的行車安全距離

按鈕,將出現新視窗，開始顯示動畫（每按一次將另開一視窗）

參數：（輸入）

V：汽車速率，初始值 = 72 km/hr (相當於 20 m/s)

你可以選擇汽車速率輸入的單位（ km/h, mph=mile/h 或 m/s)

friction: 輪胎摩擦係數，初始值 = 0.8

按鈕（Button）：

**Brake:** 煞車開關，按下放開後，車子啟動煞車系統

**Reset:** 重新開始另一測量 按

顯示：（輸出）

圖形橫軸為車子位移，縱軸為車子速率

**Delay+Brake:** 顯示 反應時間 + 汽車煞車所需時間（單位：秒）

圖中顯示 滑行距離 + 煞車距離

螢幕上小點相對地面的高度 (如左邊座標) 顯示車頭在該位置時的車速

( $X$ ,  $V_x$ ): 分別顯示 滑鼠所在位置車子的位移與速率

按住滑鼠鍵移動時 (Drag), 前一數值顯示相對移動(drag)起始點的位移及速度

說明:

本動畫顯示反應時間與行車安全距離

1. 動畫啟動後 (按 Clear 或 Restart), 車子以  $V$  欄 內速率向右行進
2. 燈號將由 綠燈 變 黃燈 再變為 紅燈 (時間隨意 random)
3. 當燈號變為 紅燈 時, 請趕快按下 **Brake** 按鈕 並放開.

程式將計算:

狀況開始到你放開按鈕的時間(反應時間), 以及車子煞車停住所需時間,

分別顯示於 **Brake +Delay** 欄內

反應時間內車子繼續行進距離, 與煞車距離則顯示於圖內

4. 動畫軌跡橫軸為車子的位置, 縱軸為車子的速率大小.
5. 想知道數值請將滑鼠移至有興趣的位置,

則該處位置與車子速率值將分別顯示於 ( $X$ ,  $V_x$ ) 欄內.

若想知道兩點間相對位置, 則由起點按住左鍵不放移動滑鼠位置(Drag).

則 位置 數值將改為 位移量, 同理可測量相對速度

6. 改變車子速率  $V$  或 輪胎摩擦係數, 按 **Reset** 將重新開始.
7. 關閉視窗則結束
8. 每按一次將開一新視窗.

只要你的電腦受的了, 可同時執行數個動畫.

建議步驟:

1. 先已預設初速 ( $72\text{km/hr} = 20\text{ m/s}$ ), 重複幾次測量自己的反應時間.
2. 觀察 反應時間內 滑行距離與煞車距離並記錄
3. 改變 初速 或 輪胎摩擦係數, 重複上一步驟
4. 想一想, 為何速度隨位置的軌跡是那樣的呢!

真正開車時, 煞車不是只有 按 Brake 按鈕, 因此反應時間會更長!

**開車請小心!**

試試看吧！原理說明請看 趣味物理：開車時的所應保持的安全距離

---

摩擦係數

一般參考數值	靜摩擦係數	動摩擦係數
汽車輪胎於乾燥路面	1.0	0.7-0.8
汽車輪胎於潮濕路面	0.7	0.5
汽車輪胎於結冰路面	0.3	0.02

---

歡迎您的批評與指教，電子郵件：請按 [hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw](mailto:hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw) 師大物理系

最後修訂時間：09/12/97 12:08:14



趣味物理：您的反應時間有多快？

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/class/demolab/PhysicsIsFun/反應時間.html>

---

## 趣味物理

---

主題：您的反應時間有多快？如何測量？

應用：開車時的所應保持的安全距離

從兒時的一個遊戲談起！我想各位可能都玩過這樣的一個遊戲。

請另一個伙伴拿一支原子筆的頂端，讓筆自然垂下。

自己的食指和拇指則微張，位於筆的正下方兩側。

當看到對方放開筆後，趕緊按住正下落中的筆。

您抓的到筆嗎？

聽起來似乎挺容易的。

如果您曾玩過這遊戲,就知道要

抓住下落中的筆. 很不簡單. 必須要反應很快才行!

因為當對方將筆鬆開時,

- 光會將此訊號傳到您的眼睛.
- 眼睛再將訊號傳到腦部.
- 頭腦分析信號後會通知食指及拇指, 趕緊開始動作

按住受重力的影響而早已開始成自由落體運動的筆.

從你的眼睛看到信號那一刻, 直到真正開始反應的時間間隔, 便是您的反應時間.

想知道您的反應時間有多快嗎!

若是我們將原子筆改為約三十公分長有刻度的尺.

觀察您所抓住尺的位置. 愈是靠近尺的底部表示您的反應越快!

由於在時間  $t$  內, 從靜止落下的自由落體下滑的距離是

$$1/2 * g * t^2. \text{ 其中 } g \text{ 是地球表面的重立場強度 } 9.8 \text{ 公尺/秒}^2$$

若是進一步測量尺所下滑的距離  $S$ , 便可以算出您個人的反應時間.

自由落體 (物體自由落下)

在一秒鐘內會落下 4.9 公尺. 也就是會在

- 0.1 秒內落下 4.9 公分.
- 0.2 秒內落下  $4.9 * 4 = 19.6$  公分.
- ...

一枝原子筆的長度小於 20 公分,

當反應時間大於 0.2 秒的人就絕對抓不住落下的筆. 您是否躍躍欲試呢!

(PS. 一般原子筆的長度約 13-17 公分)

試試看, 測一下你的反應時間嗎?

歡迎你的意見: E-mail [hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw](mailto:hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw) 師大物理系 黃福坤



趣味物理：開車時的所應保持的安全距離 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/class/demolab/PhysicsIsFun/安全距離.html>

## 趣味物理

主題：開車時的所應保持的安全距離（或您開車可以開多快？）



年輕人往往喜歡開快車，

家長或老師雖然常會規勸同學不要開快車，  
但是效果總是不理想。（難道他不明白道理嗎？）

我則藉另一種方式來說明。

教導他（她）估算自己開車所應保持的最小安全距離

一般而言，敢開快車或喜歡開快車的人，

都對自己的駕駛技術很有自信。否則不會也不敢開快車。

但是現代的交通狀況，馬路上奔馳的

不僅僅是自己一部車而已。而是有很多車子再行駛。

是不是所有其他的駕駛員技術都和你一樣好呢！

會出車禍 都是因為有 **意料不到** 的狀況出現。

開車時 不僅要注意自己車子的運動，

也要注意其他車子的運動情形，隨時判斷與反應。

車子之間的相對運動決定了安全與危險。

光靠自己駕車技術一流是不夠的。

當狀況發生時，如果對方的行動 和自己所期盼的不一致。

災禍便可能臨身。

當看到情形不對時，每個人下一個動作便是煞車。但是

從眼睛看到

--> 發現狀況不對

--> 頭腦下達指令

--> 手或腳開始動作

--> 車子煞車開始動作，

這一連串的動作都需要 **時間**。

從眼睛看到狀況到手腳開始動作的時間是 個人的反應時間。

下煞車到車子煞車系統開始動作，屬車子的反應時間。

由於 **慣性**，車子要完全停下，又需要一段更長的時間。

在交通安全手冊裡這樣寫著：

在高速公路或筆直的馬路上，

當車速增加時，應相對增加跟車距離

(即自己車子車頭和前車車尾之間的距離)

但是 怎樣的跟車距離才是適當安全的呢？

如果個人和車子所需的反應時間總和是 0.6 秒。

當前車和自己的車速都是 72 公里/小時 (相當於 20 公尺/秒)。

當看到前車煞車燈亮起，到煞車開始動作之前，

車子仍將以等速度的方式運動。

因此自己的車子將多滑行 12 公尺。

若是兩車的煞車距離 (煞車開始到完全停下所需行走的距離) 相同，

那麼最少的跟車距離便是 12 公尺。

所以 **跟車距離和汽車行車速率成正比**。

反過來，當你在高速公路上開車時，將

你與前車的距離 除以 反應時間 便是你當時的 安全行車速率。

以上是考慮 **兩車都煞車時** 的情況。

爲什麼在高速公路上往往一出事，便是連環車禍。

因爲當你發現車禍發生時，出事的車子就停在前頭，

這時你所需要的安全距離是

跟車距離 + 車從開始煞車到完全停下所需的 煞車距離。即

**安全距離 = 跟車距離 + 煞車距離**

汽車的 煞車距離 往往大於 跟車距離許多。

接下來談談 **如何估算汽車的煞車距離？**

車子剎車主要取決於 輪胎與地面之間的摩擦力。

摩擦力  $F_{\mu}$  使得汽車減速,

若車子的總質量為  $m$ , 則作用於地面的 正向力 大小為  $mg$ ,

其中  $g$  為地表附近的重立場強度 (值為  $9.8$  公尺/秒<sup>2</sup>).

因為 摩擦力  $F_{\mu}$  大小正比於正向力. 所以  $F_{\mu} = \mu mg$

而汽車的速度變化率 (即 加速度)  $a = F_{\mu}/m = \mu g$

因此和車子的質量無關.(如果剎車時, 輪胎皆處於正常工作狀態)

若是輪胎與地面的摩擦係數相同, 那麼

相同速度的轎車與大卡車, 皆需要 相同的煞車距離.

但大卡車需要更多的輪胎, 去吸收較多的動能  $K = m v^2/2$

( 煞車時所有車子的動能, 被轉換至輪胎與地面摩擦的熱能,

也將輪胎皮刮一層在地面上)

否則輪胎很快會磨破 (溫度增高)--常見貨車司機長途旅行後, 用水澆輪胎以降溫。

因此載重物的貨車

高速煞車時, 輪胎很快達到高溫, 煞車效果會明顯降低,

( 改變摩擦係數), 於是煞車距離會增加。

低速煞車時, 輪胎摩擦係數大致不變, 則煞車距離與小車應大致相同。

車禍發生時, 警方往往 根據 煞車痕長短 來判定 出事前汽車的 行車速率  $v$ .

煞車距離  $S = v^2/2a = v^2/2g \mu$

因為輪胎與地面的摩擦係數有一定的範圍,

因此由煞車距離  $S$  可以估算出車速.

如果 你的車子輪胎的摩擦係數 是  $1$ ,

則可以在  $45$  度的斜坡上恰好不下滑 ( 踩住煞車時 ).

$\mu = \tan \theta$ , 其中  $\theta$  是

當車子停放在斜面上咬緊煞車時, 剛開始下滑時的角度.

一般值大約  $0.8$  左右.(滑動摩擦更小, 約  $0.6$  : ABS 的功效之一)

雨天時可降至  $0.2$  以下.

若取摩擦係數為  $0.8$ , 則

時速 72 公里(=20 公尺/秒) 的汽車需要  
 $(20)^2/(2*9.8*0.8)=25.5$  公尺的停車距離.

因此對反應時間是 0.6 秒 的情況下,

安全距離 =  $0.6 * 20 + 25.5 = 37.5$  公尺.

要特別注意的是 煞車距離和車子速率的平方成正比.

因此 時速 100 公里與時速 70 公里,

煞車距離的比值是  $100/49=2.04$ ,

雖然速率只增加了 1.43 倍.

一般人開車, 當車速增加時, 自然不自覺的會相對增加跟車距離,  
那原本就是需要的,

卻忽略了更重要的煞車距離.

當兩車都同時煞車且車況與路況皆良好的情形下,

可能只是虛驚一場.

但是若發生其他狀況, 同時需要

跟車距離加上剎車距離時, 也就是發生車禍的時候.

不妨估算一下 高速公路上所需要的安全距離:

以 時速 90 公里的車子, 反應時間是 0.6 秒, 需要  
 $0.6 * 25 + 25^2/(2*9.8*0.8) = 15. + 39.9 = 44.5$  公尺

相當於十幾部車子的長度.

這也就是爲什麼, 在高速公路上一出事,

便是連環車禍.

以上的估算是很保守的, 假設精神狀況良好, 煞車系統正常.

若是在天黑或雨天時, 需要更長的距離.

況且時速大於 90 公里的還很常見.

真是佩服(?)那些人, 沒有仔細思量的傻勇.

八十六年七月份, 台灣地區因 車禍死亡人數 223 人, 好可怕!



現今的交通環境，由於大眾法治觀念的低落，

不遵守交通規則的人日日可目睹。

尤其是當交通警察不在場時，往往存著 僥倖的心裡，

規避了應受的處罰。

但是當不遵守自然界法則的要求時，是不可能規避其後果的。

只要車子與狀況地點的距離小於該有的安全距離，

車禍是不可避免的。

而且差距愈大，狀況愈嚴重。自然界一直遵行著它的定律。

仔細想想，以後開車或騎車時，

應該不會再仗著自己的技術橫衝直撞，超過了該保持的 安全距離。

利用 Java 動畫可幫你 測量你的個人反應時間與汽車行車安全距離

想試試看嗎！

下圖分別繪出輪胎磨擦係數是 0.7(綠色) 與 0.8(藍色) 時，剎車痕與車速的關係圖

$V = \sqrt{2 * 9.8 * u * s} * 3.6$  公里/時， $u$  為摩擦係數， $s$  為剎車痕長度。

若煞車痕長度為 20 公尺，則煞車前車速約為 時速 60-65 公里。

若是 發生了車禍，則 車子碰撞前車速並不為零！

碰撞時的車速必須根據 碰撞後兩車的

損害程度（與車子結構相關），撞後車子位移與轉動情形等來估算。

若估算出已知 碰撞時的車子速度為 40 公里/時，且碰撞前的煞車痕為 20 公

尺，

則 車子原來的車速是多少呢？（如何由圖中得知）

答案約為時速 75-80 公里。（由圖中看出來了嗎？）

---

依據台灣省交通處，機車安全手冊，

時速 60 公里的機車，正常的煞車距離是 32 公尺，

安全（煞車 + 跟車）距離是 40 公尺。

請依此估算機車剎車時，機車的加速度是多少？

並進而估算機車輪胎與地面的摩擦係數是多少？

**可別偷懶喔！算一算吧！**

---

摩擦係數

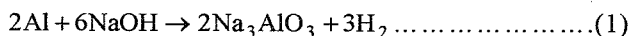
一般參考數值	靜摩擦係數	動摩擦係數
汽車輪胎於乾燥路面	1.0	0.7-0.8
汽車輪胎於潮濕路面	0.7	0.5
汽車輪胎於結冰路面	0.3	0.02

歡迎你的意見：E-mail [hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw](mailto:hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw) 師大物理系 黃福坤

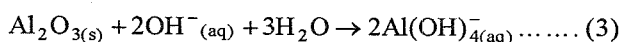
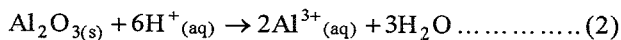
## 鋁金屬的兩性

瑞 益

鋁是地球上存量最豐富的金屬元素。金屬的鋁與酸作用產生氫氣，但也與鹼作用，同樣產生氫氣，例如



因此鋁可能是屬於兩性元素。鋁的氧化物性質類似「類金屬氧化物」具有成酸性或成鹼性的性質。鋁的氧化物不太容易溶於水，但可溶於強酸或強鹼中，呈現兩性的反應，反應方程式如下：



本活動演示，反應式(1)，在量筒內使鋁箔與氫氧化鈉溶液作用，並點燃量筒內的氣體，顯示所產生的氣體為氫氣。

### 實驗步驟

- 1.取包裝口香糖的鋁箔紙一張，但要先把襯裡的薄紙點火燒掉（可用打火機），將鋁箔紙揉搓成一團備用。
- 2.以 100 mL 量筒取 6M NaOH 約 10mL。將鋁箔紙團放入量筒內，浮於氫氧化鈉的溶液上面。兩三分鐘後即見鋁箔紙表面附著小氣泡。
- 3.用手觸摸量筒底部，即覺溶液溫熱。反應逐漸加快，遂見量筒口冒出白煙。
- 4.點燃一支蠟燭，火焰移至量筒口，即聞「撲休」一聲，並見量筒內火焰晃晃。
- 5.冷後倒入量筒 3M 硫酸約 5mL，即見白色膠狀物。