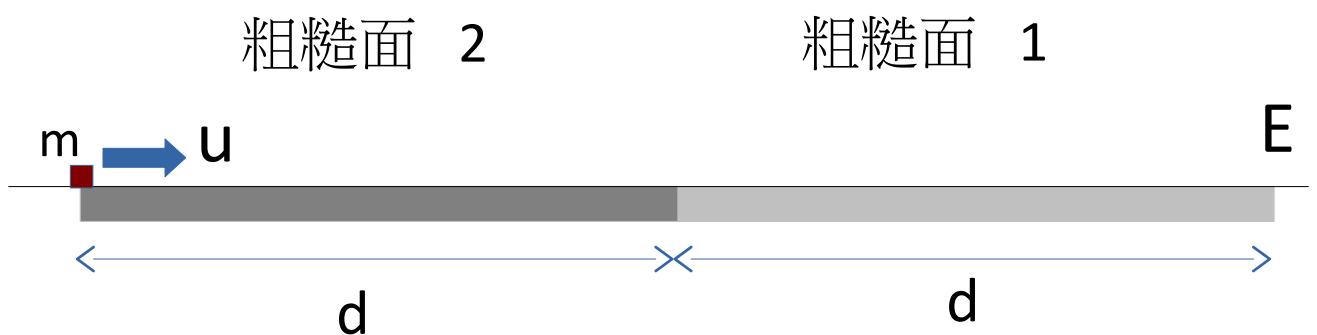
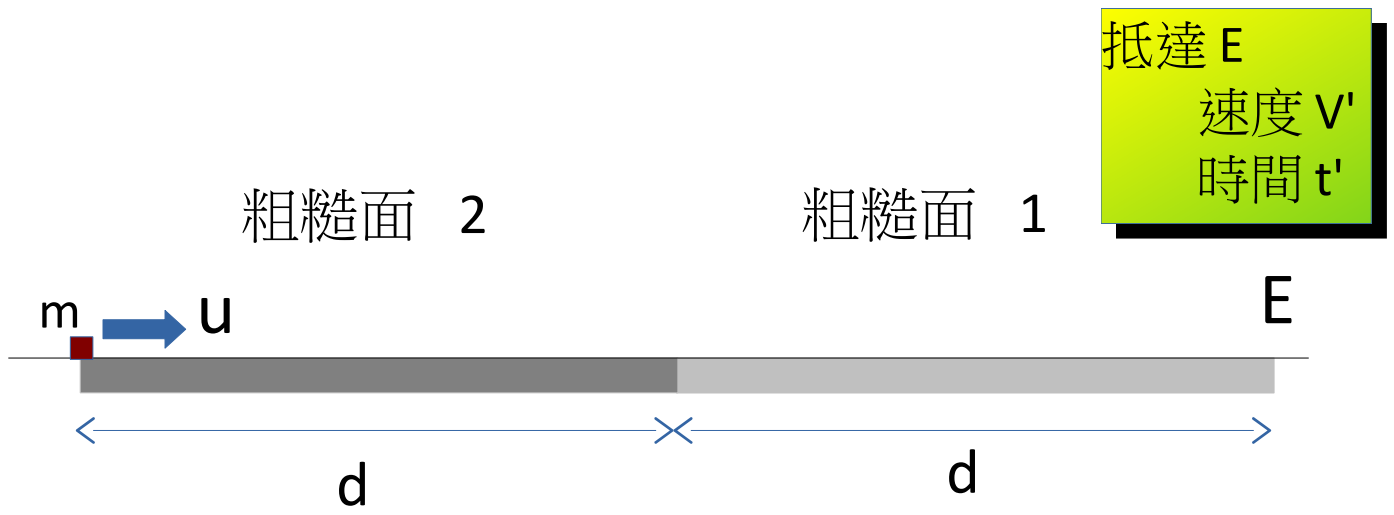
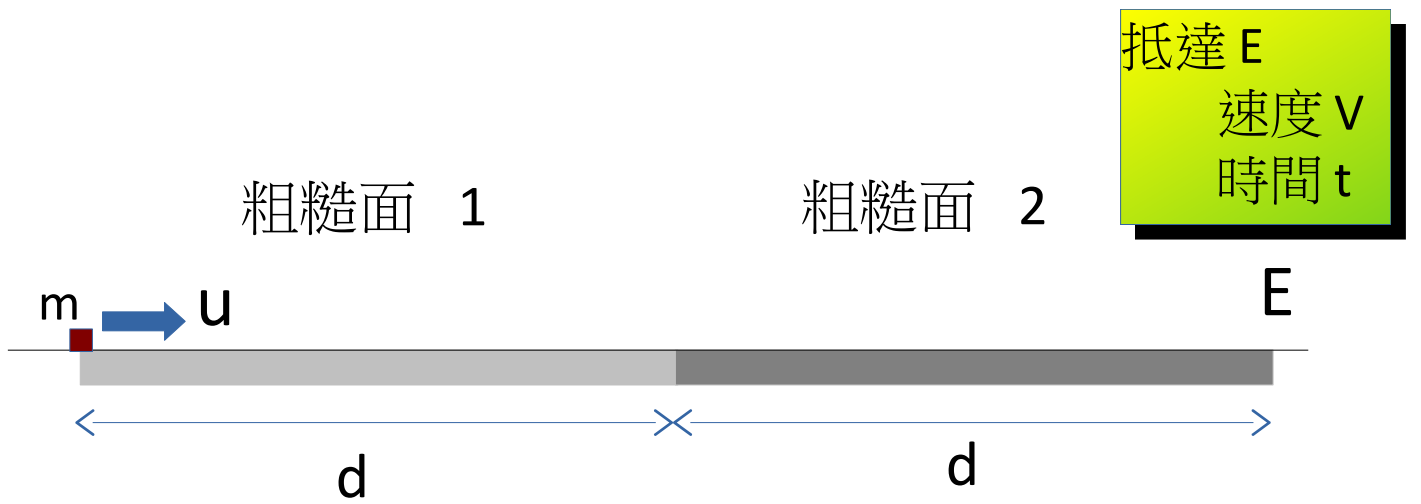


質量  $m$  以初速  $u$  進入粗糙水平面 1，受到的摩擦為  $f_1$ 。 $m$  繼而進入另一相同長度，但更粗糙的水平面 2，此時受到的摩擦為  $f_2$ 。已知  $f_2 > f_1$  及  $m$  可以到達終點  $E$ 。設  $m$  到達  $E$  的速度為  $V$  及橫跨兩面的總時間為  $t$ 。

現在，把粗糙面 1 和粗糙面 2 的前後位置調轉，如下圖所示。其他參數不變。設在此改變下  $m$  到達  $E$  的速度為  $V'$  及橫跨兩面的總時間為  $t'$ 。



問題：比較  $V$  和  $V'$  的大小；比較  $t$  和  $t'$  的長短。



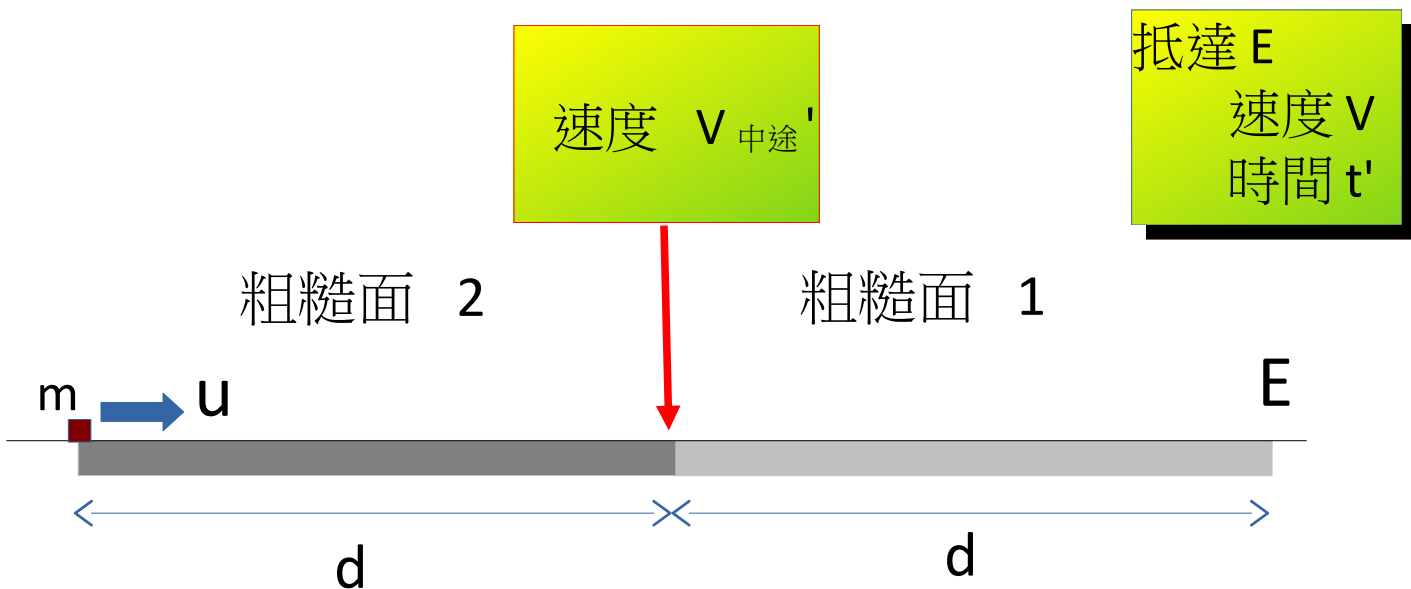
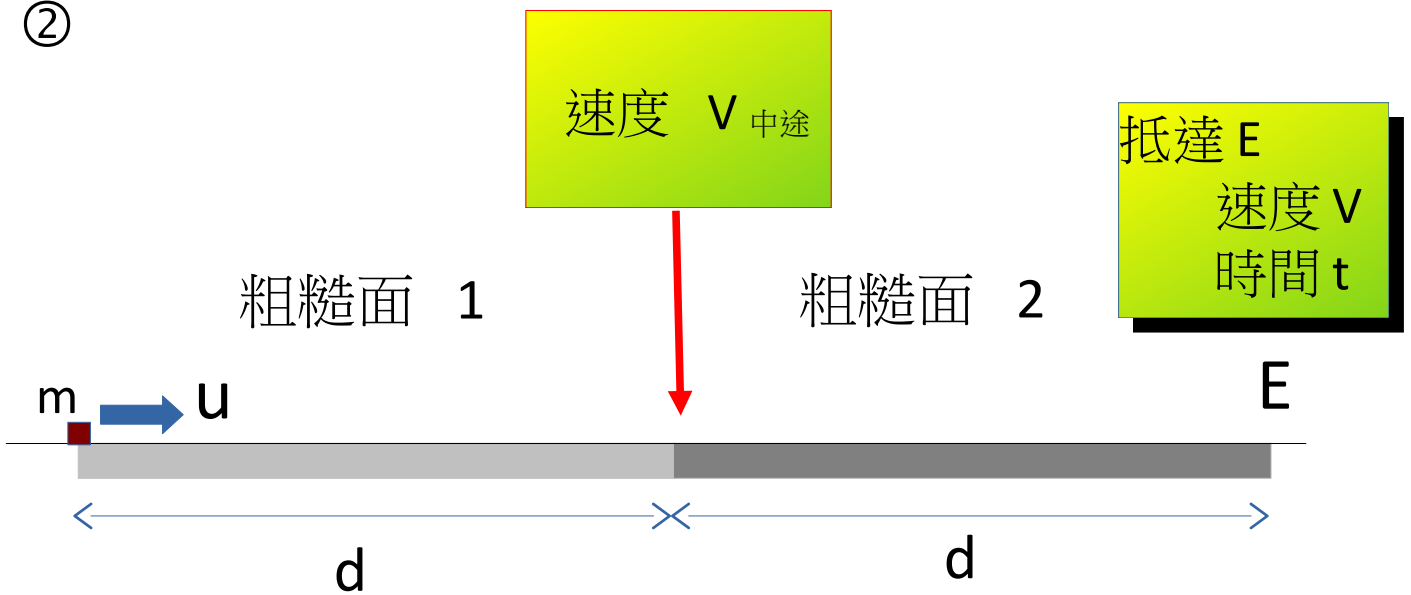
解答 ①  $V = V'$     ②  $t < t'$

解釋：

①克服摩擦作的功（work against friction）表示動能損耗了多少。在上述兩種情況下，克服摩擦作的總功（ $f_1d+f_2d$ ）是一樣的，亦即是  $m$  到達  $E$  的動能（ $\frac{1}{2}mu^2 - f_1d - f_2d$ ）沒有分別。所以  $V = V'$ 。

既然這樣，以下我們把  $V$  和  $V'$  統一以  $V$  表示。

②



首先，不難看到當  $m$  走完第一段距離  $d$  之後，  
 $V_{\text{中途}} > V'_{\text{中途}}$ ，因為前者受到的摩擦 ( $f_1$ ) 較弱，所以  
 在這段路  $m$  的減速較弱。

另外，我們知道在勻加速(uniform acceleration)運動，  
 平均速度  $V_{\text{平均}} = (V_{\text{初}} + V_{\text{末}})/2$ ，及  
 時間  $t = \text{路程}/V_{\text{平均}}$ 。

|            | (A) 粗糙面 1 (前)<br>粗糙面 2 (後)   | (B) 粗糙面 2 (前)<br>粗糙面 1 (後)     |
|------------|--|--------------------------------|
| 第一段<br>$d$ | 速度由 $u$ 線性下降至 $V_{\text{中途}}$  | 速度由 $u$ 線性下降至 $V'_{\text{中途}}$ |
|            | $\therefore V_{\text{中途}} > V'_{\text{中途}}$<br>$\therefore m$ 在 (A) 以一個稍高的平均速行完這段路程 $d$<br>$\therefore m$ 在 (A) 完成第一個 $d$ 的時間會較短   |                                |
| 第二段<br>$d$ | 速度由 $V_{\text{中途}}$ 線性下降至 $v$  | 速度由 $V'_{\text{中途}}$ 線性下降至 $v$ |
|            | $\therefore V_{\text{中途}} > V'_{\text{中途}}$<br>$\therefore m$ 在 (A) 也以一個稍高的平均速行完這段路程 $d$<br>$\therefore m$ 在 (A) 完成第二個 $d$ 的時間也會較短 |                                |

所以，在“粗糙面 1（前），粗糙面 2（後）”， $m$  走第一個  $d$  和第二個  $d$  的時間都是比“粗糙面 2（前），粗糙面 2（後）”短的。

所以，前者的總時間會短一些。

簡而言之，前段減速大的，後段亦只能用相對較慢的速度來完成餘下的長路程；前段減速小的，後段就可以用相對較快的速度來完成餘下的長路程。無疑在後者，後段減速也是大的，但此時已近終點，餘下路程也不多。



作者：吳老師 (Chiu-King Ng)

<https://ngsir.netfirms.com>

<http://phy.hk>

電郵：feedbackWZ@phy.hk 其中 WZ 是 23 之後的質數