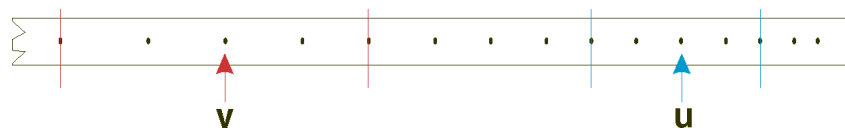
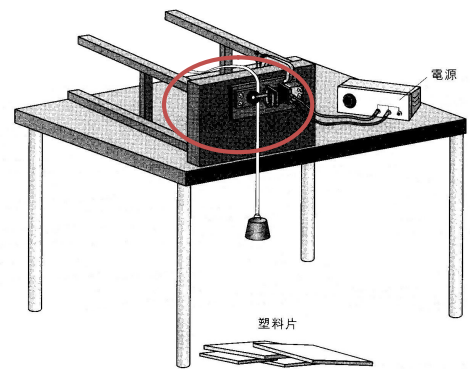


1.7. 重力作用下的垂直運動 (Vertical Motion Under Gravity)

- “重力作用下的垂直運動”即係“物體因地心吸力而向下加速嘅運動”。
 - 至於一個因地心吸力而向下跌嘅物體，我哋就叫佢做“自由落體”。
- 理論上，所有自由落體都會有相同嘅向下加速度，同物體嘅質量無關。
 - 依個就係叫“重力加速度” (acceleration due to gravity)
 - 通常記作“ g ”，數值為 9.81 ms^{-2} 。
 - ◆ 以往會考會當 $g=10\text{ms}^{-2}$ 。但喺中學文憑嘅樣本試題入面，考評局用咗 $g=9.81 \text{ ms}^{-2}$ 。

1.7.1. 以實驗檢測自由落體運動，並估算重力加速度 (Examining the Motion of Free-Falling Objects Experimentally and Estimate the Acceleration due to Gravity)

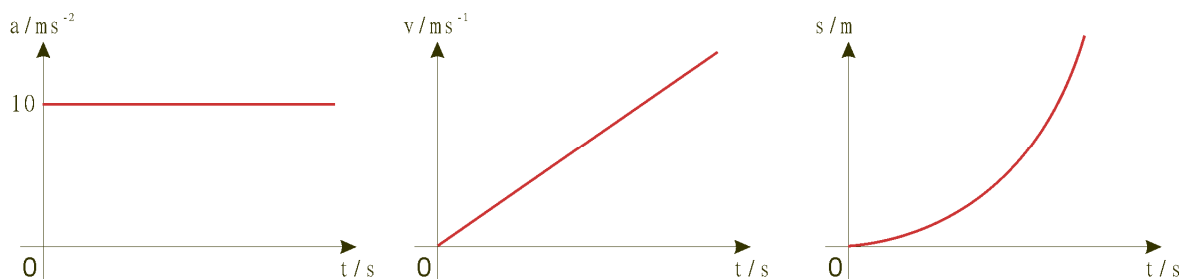
- 右圖顯示咗一個可以用嚟檢測自由落體運動嘅實驗。
- 當中最重要嘅就係個“紙帶打點計時器”(ticker-tape timer)。(喺圖入面用紅圈圈住嗰個。)
- 當物體即進行自由落體運動(即自由咁向下跌)嘅時候，物體會帶動紙帶經過紙帶打點計時器。
- 而因為紙帶打點計時器會不停地打點，所以紙帶上嘅點就會記錄底物體移動嘅情況。
 - 留意打點器嘅操作頻率。
 - ◆ 通常頻率都係 50Hz ，即紙帶中每兩點間所代表嘅時間係 $1/50$ 秒。
- 量度紙帶上點與點間嘅距離我哋就可以計到喺唔同時間物體嘅平均速度。方法如下：
 - 平均速度 = (點與點間嘅距離) / (點與點的時間)
 - ◆ 留意我哋要將距離用 m 嚟表示，如 $2\text{cm} = 0.02\text{m}$ 。
 - ◆ 另外依個平均速度會等於這個時段中間嘅瞬時速度。
- 得到唔同時段嘅速度之後，我哋只要利用公式 $a = (v - u)/t$ 就可以估算出重力加速度。
 - 因為公式中嘅 u 同 v 其實係一個瞬時速度，所以我哋係數“時間”上要留意。
 - 例如我哋好似下面幅圖咁，假設我哋用“每 5 點一段”嘅方法嚟分開條紙條。
 - ◆ 咁每段紙帶就代表用咗 $4/50$ 秒。



- ◆ 我哋計到嘅 u 同 v 就係個別時段中間嘅瞬時速度 (即上面 mark 低嘅位置)。
 - 而佢哋就相隔咗“ $8 \times (1/50)$ ”咁多秒。
- 大家只要明白點數紙帶上所代表嘅時間，要計 u 、 v 同 a 應該唔難。
- 除咗用以上嘅方法嚟估算個重力加速度之外，我哋好多時都會將每個時段計到嘅瞬時速度畫個圖表出嚟 (即係用 graph paper 畫個 graph)。
 - 留意因為始終係實驗，所以我哋多數唔可以用一條直線穿過晒所有點。
 - ◆ 我哋要做嘅係畫一條“較合當”嘅直線通過最多嘅點、令 D 點同直線嘅距離最細。
 - 最後我哋只用計算直線嘅斜率就會得到重力加速度嘅估算值。

1.7.2. 以線圖詮釋有關在重力下作垂直運動的資料 (Presenting Graphically Information on Vertical Motions under Gravity)

- 對於一個自由落體，佢嘅 $a-t$ 圖、 $v-t$ 圖同 $s-t$ 圖其實同其他物體嘅圖冇咩分別。
 - 只不過我哋已經物體嘅加速度係等於“向下 10ms^{-2} ”。
- 有關嘅線圖其實我哋可以用“勻加速運動方程”嚟睇吓佢哋係咩樣：
 - 假設向下是正及物體嘅初速度等於零。
 - $a = 9.81\text{ms}^{-2}$
 - ◆ 即 $a-t$ 圖會是一條水平線。
 - 因為 $v = u + at$
所以 $v = 9.81t$
 - ◆ 即 $v-t$ 圖會是一條斜線。
 - 因為 $s = ut + (1/2)at^2$
所以 $s = 4.9t^2$
 - ◆ 即 $s-t$ 圖會是一條開口向上的拋物線 (即一元二次方程圖像)。
- 基於以上資料，一個自由落體，佢嘅 $a-t$ 圖、 $v-t$ 圖同 $s-t$ 圖應該好似下面咁：

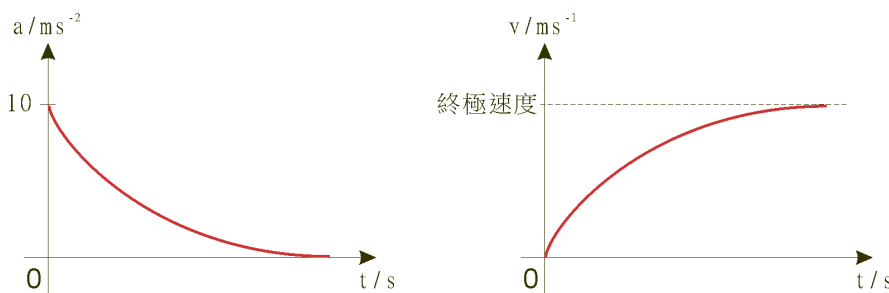


1.7.3. 解決有關垂直運動物體相關的問題 (Solving Problem involving Objects in Vertical Motion)

- 其實依類問題同之前嘅“勻加速運動問題的解答”基本上是一樣嘅。
 - 我哋都係要用“勻加速運動方程”。
- 唔同嘅主要係：
 - 運動方向由“左右”變咗做“上下” (我哋要決定“向上係正”定“向下係正”)。
 - 勻加速運動公式入面嘅“ a ”會等於“ g ”。
 - 至於到底個值會等於 10ms^{-2} 定 9.81ms^{-2} ，大家請留意題目。
 - 如果我哋決定“向上係正”，我哋要代 -10 入方程式。

1.7.4. 描述空氣阻力對重力作用下落體運動的影響 (Describing the Effect of Air Resistance on the Motion of Objects Falling under Gravity)

- 最初我哋提到“理論”上所有自由落體都有相同嘅向下加速度。
- 而依個“理論”就只係“物體除咗受到重力作用之外，再冇受到其他力嘅影響”。
 - 而喺課程入面，咁即係要當“冇空氣阻力”或“空氣阻力細到可以忽略”。
 - 但係喺好多實際嘅情況入面，空氣阻力係唔可以忽略嘅。
 - ◆ 例子：跳降落傘（我哋唔會見到個人不斷咁向下加速）、羽毛喺空中向下跌等等。
- 咁到底點解喺有 D 情況入面空氣阻力大到唔可以忽略呢？
 - 其實空氣阻力係會受到物體嘅形狀、質地影響。
 - ◆ 例如相等重量嘅鐵珠同羽毛受嘅空氣阻力有就好大分別。
 - 而空氣阻力亦會隨著物體嘅速度上升而增加。
 - ◆ 留意依個“增加”並唔係線性嘅，即係速度快一倍並唔代表阻力會大一倍。相反，空氣阻力會越加越快。
- 基於空氣阻力會因速度上升而增加，當一件物體向下跌嘅時候會有以下嘅情形發生：
 - 當物體向下跌嘅速度好細嘅時候，空氣阻力會好細。
 - ◆ 因此物體受嘅地心吸力（即物體嘅重量）大過空氣阻力，物體會繼續向下加速。
 - 當物體嘅速度上升時空氣阻力會增加。
 - ◆ 因此物體受嘅向下淨力會一路減少。結果係物體嘅向下加速度會漸漸變細。
 - 最後當物體嘅速度快到相應嘅空氣阻力等於物體重量時，物體嘅加速度會變成零（即物體不再加速）。
 - ◆ 依個時候物體嘅速度稱為“終端速度” (terminal velocity)。
 - 相關嘅 a-t 圖、v-t 圖如下：



✧ 注意：大家只要識得以上空氣阻力嘅相關概念就 OK，依個部份係唔會有數要你計嘅。