

單元二 力與運動

- 2-1 牛頓第一運動定律 P.63
- 2-2 牛頓第二運動定律 P.71
- 2-3 牛頓第三運動定律 P.86
- 2-4 圓周運動和萬有引力 P.98



2-1 牛頓第一運動定律

※ 牛頓運動定律 The Laws of Newton 1642-1727

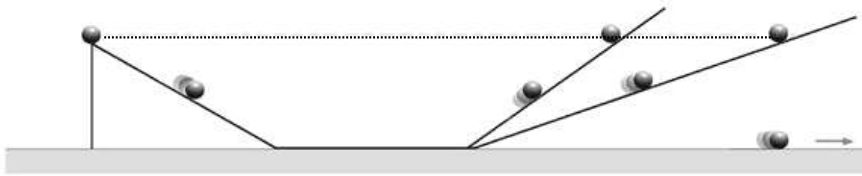
第一運動定律:任何物體，若是不受外力作用，或是受外力作用但是合力=0時則物體 靜者恆靜，動者恆做等速度直線運動。

第二運動定律:當一個物體受外力作用時，物體就會在沿力的方向產生加速度。

第三運動定律:每施一作用力，則必同時產生一反作用力，二力的大小相等，方向相反，作用在不同物體上。二力同時產生，同時消失且作用在同一直線上。

※ 伽立略的實驗：提出「慣性」。(Galileo galilei, 1564-1642)

1. 裝置如下圖：



2. 討論：

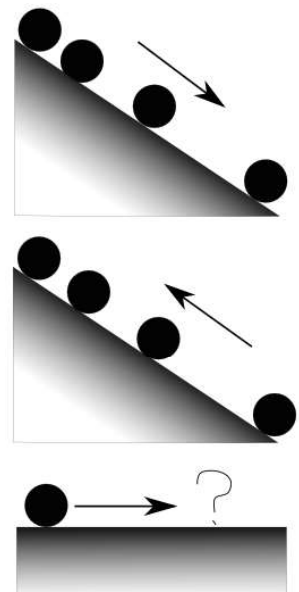
(1)使一個小球由斜面的上端向下滑，這個球滑到斜面下端後繼續前進，滑向另一斜面，最後達到一個最高的位置，且這個高度與原來的高度_____。

(2)如果把斜面的坡度減小，球還是可以達到_____的高度，只是在斜面上所滑行的距離_____。

(3)當小球滑向一光滑水平面時，則小球將在水平面上如何運動？

①如果水平面完全光滑沒有任何阻力的話，小球將_____。

②實際上，小球會受_____和_____的作用，而逐漸停止。



※ **牛頓第一運動定律 (慣性定律):**

1. 慣性:

- (1) 意義: 物體不論其運動或是靜止, 均有維持其原來_____的特性, 稱為物體的慣性。
- (2) 慣性只和物體的_____有關, 而和其速度、所受的外力無關。
- (3) 質量越大的物體, 慣性越____; 質量越小的物體, 慣性越____。

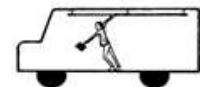
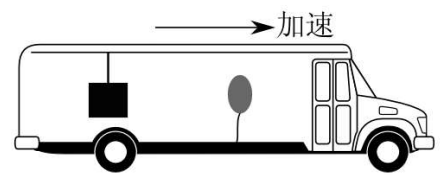
2. 牛頓第一運動定律:

任何物體, 若是不受_____作用, 或是受外力作用但是合力=_____時, 則物體靜者恆靜, 動者恆做等速度直線運動。

※ **日常生活中的慣性實例:**

1. **靜止**物體的慣性:

- (1) 靜止的汽車突然開動, 車上的人會向_____仰。
- (2) 搖動果樹, 果實因靜止的慣性而和樹枝脫離, 受重力作用而掉落
- (3) 振動衣服、拍打棉被, 以除去灰塵。
- (4) 急拉或是彈掉杯上的紙片, 則紙片上的硬幣因靜止的慣性而留在原處再因重力作用而掉入杯中。



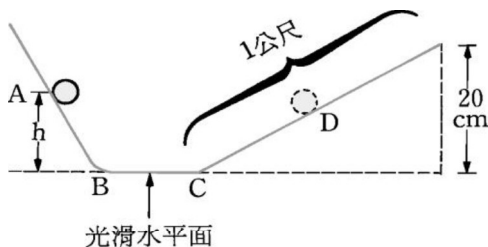
2. **運動**中物體的慣性:

- (1) 行進中的公車突然煞車, 車上的人會向_____仰。
- (2) 賽跑到終點的人, 無法立刻停止。
- (3) **向北行駛的汽車突然向東轉彎, 則車上的人向_____方傾倒。**
- (4) 刀柄鬆落, 將柄往地下一擊就會嵌入柄中了。
- (5) 揮動毛筆驟停, 即可甩去筆上的墨水。



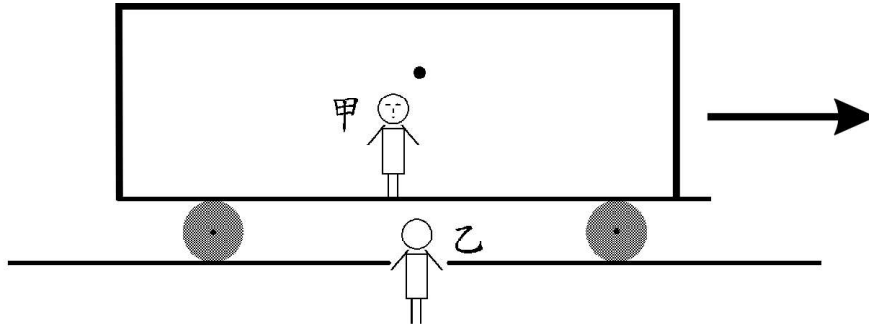
範例 1

附圖的鋼珠由靜止自 A 點釋放, 到達右方斜面 D 點後再滾下, 試回答下列問題:



- (1) 鋼珠由 A→B→C→D 的運動過程中, 哪一段速度不變? _____
哪一段速度加快? _____; 哪一段速度減慢? _____。
- (2) 承(1), $h = 15$ 公分, 右方的斜面全長 1 公尺, 則 CD 距離_____公分。
- (3) 承(2), 假設右方的斜面傾斜角度變小, 則 CD 的距離將增加、減少或不變? _____。

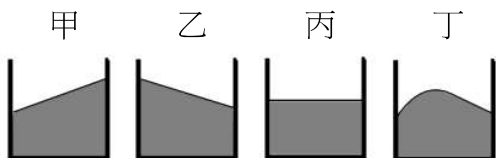
*** 討論:** 有兩位學生在水平地面上合作進行一項實驗，甲生站在以等速向右前進的火車車廂地板上，乙生則靜止站在地面上，如圖。當火車通過乙生面前時，甲生沿垂直於車廂地板的方向，向上拋出一棒球後讓其自由落下。



- (1) 甲生看見的棒球運動軌跡: _____
- (2) 乙生看見的棒球運動軌跡: _____
- (3) 如火車突然**加速**，會落於甲生的_____。
- (4) 如火車突然**減速**，棒球會落於甲生的_____。

範例2

如圖，燒杯內盛水，試回答下列問題：



1. 以等速率向右運動，則燒杯內水面應為 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁
2. 向右運動速率突增時，燒杯內水面應為 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁
3. 由靜止突然向左運動時，燒杯內水面應為 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁



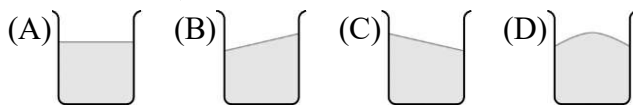
歷屆試題

- () 1. 投擲標槍比賽時，運動員用力將標槍向前擲出，「在標槍離開運動員的手後，標槍仍能繼續飛行」。前述引處中有關標槍運動情況的敘述，下列何者正確？
 (A)處於力平衡的狀態 (B)當時不受外力的作用
 (C)受到空氣向前的推力 (D)有維持原運動狀態的慣性

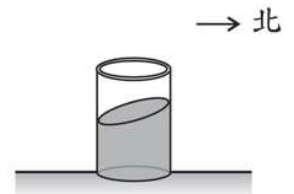
【94.基測一】

- () 2. 若在水平面上，有一盛水的燒杯向右作等速度運動，此燒杯內水面的狀態最可能為下列何種圖形？

【93.基測二】



- () 3. 芷伶搭乘高速鐵路列車北上途中，在某段時間內，她觀察到座位前方的飲料液面呈現傾斜狀，如圖所示，假設軌道成南北向水平直線，下列何者是此列車當時的運動狀態？



- (A)停止於某地 (B)減速直線前進 (C)加速直線前進 (D)等速直線前進

- () 4. 表列出四項物體的運動狀態，依據牛頓第一運動定律來判斷，何者所受合力不為零？

【100.基測】

- (A)硯台 (B)飛機
 (C)汽車 (D)小船

物體	運動狀態
硯臺	靜置於書桌上
飛機	等速度向西飛行
汽車	等速率向右轉彎
小船	靜止浮於水面上

- () 5. 天賜要作一份講解「牛頓第一運動定律」的報告，下列何者作為講解此定律的範例最為適當？

【101.基測】

- (A)投手越用力投球，所投出去的球速度越快
 (B)選手划龍舟時，用槳向後撥水，使龍舟前進
 (C)運動員於百米賽跑抵達終點時，無法立刻停下來
 (D)蘋果距離地面越高，自由落下至地面時的速度越快

- () 6. 雅婷和怡君分別對牛頓第一運動定律提出自己的見解，其敘述如下：

雅婷：若靜止的物體不受外力作用，則此物體會一直維持靜止。

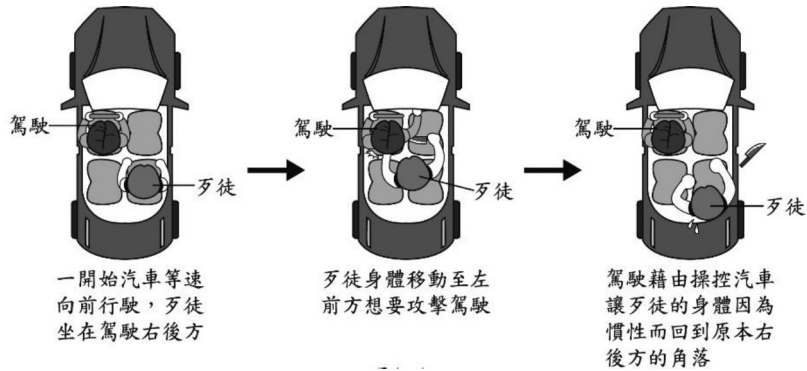
怡君：若運動中的物體所受合力為零，則此物體會一直作等速度運動。

關於兩人的敘述下列何者正確？

【106.會考】

- (A)兩人均合理 (B)兩人均不合理 (C)只有雅婷合理 (D)只有怡君合理

() 7. 某電影中出現歹徒挾持駕駛，而駕駛試圖擺脫的場景，圖為其俯視示意圖：【110. 會考】



下列四種操控汽車的方式，哪一個最可能是圖中提及的操控方式？

- (A) 先急右轉再急加速 (B) 先急右轉再急減速
 (C) 先急左轉再急加速 (D) 先急左轉再急減速

ANS: 1.DABCC 6.AC

觀念澄清

- ___ 1. 牛頓提出慣性。
- ___ 2. 慣性和物體的質量有關，而和其速度、所受的外力亦有關係。
- ___ 3. 向北行駛的汽車突然向東轉彎，則車上的人向西方傾倒。
- ___ 4. 如果一物體一直靜止不動，則物體必不受任何力的作用。
- ___ 5. 火車天花板上懸吊著一單擺，乘客發現擺錘往南擺高，代表火車的運動狀態向北加速行駛或向南減速行駛。

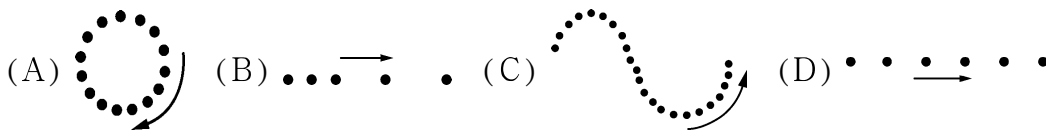
ANS: X X X X O



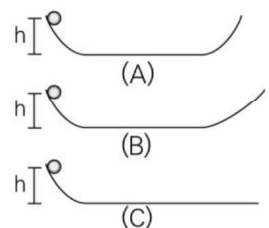
單元練習題

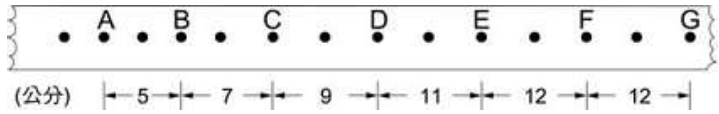
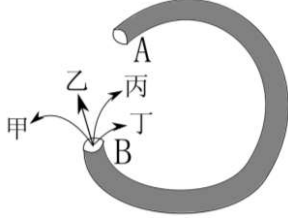
一、選擇

- () 1. 欽捷在等速向右行駛的火車中，上拋一石子，到達最高點時，下列敘述何者是對的？
(A) 火車與石子向右的速度方向，大小均相同 (B) 火車向右的速度大於石子向右的速度
(C) 欽捷在原地無法接到石子 (D) 欽捷必須向左移才可接到石子。
- () 2. 十元放在廣口瓶上方中間隔著一片塑膠片，今將塑膠片用力快速移開，則十元將如何？
(A) 落入廣口瓶中 (B) 在瓶口左方落下 (C) 產生一加速度 (D) 在瓶口右方落下。
- () 3. 一汽車在筆直的粗糙水平公路上行駛，速率表上顯示出穩定的 60km/hr，則此汽車所受合力的方向為何？ (A) 向前 (B) 向後 (C) 側面方向 (D) 合力為零。
- () 4. 下列哪一項現象不屬慣性定律？ (A) 划船時，槳往後划，船往前行 (B) 用力拉下桌布，餐具留在桌上 (C) 百米賽跑抵達終點時不能立刻停止 (D) 鐵鎚掉落時，用力將木柄向地一擊，鐵鎚即可進入木柄中。
- () 5. 如圖，是利用每秒閃光 10 次的照相機所拍攝的質點運動情形，箭頭表示運動方向，請問哪一個質點不受力或受力的合力為零？



- () 6. 桌上放置一木尺 (質脆)，木尺上方放兩張大報紙，用一鐵鎚快速敲擊木尺的前端，則木尺斷裂，是利用何種原理？ (A) 報紙來不及推開空氣→慣性定律 (B) 利用運動定律 (C) 桌子的反作用力 (D) 魔術。
- () 7. 有關伽立略的慣性實驗如右圖，其右圖 A、圖 B、圖 C 三個接觸面皆光滑無摩擦力，且不考慮任何阻力，則下列敘述何者錯誤？ (A) 就圖 A、圖 B 三者而言，球滾至另一面時，圖 A 的高度較高 (B) 無論圖 A、圖 B 球將在軌道來回滾動而不會停止 (C) 圖 C 中，當球滾至平面時，將保持等速度運動 (D) 這實驗結果將說明物體保有慣性。
- () 8. 坐在等速往北方行駛的公車上，若車子突然向東轉，則人將何處傾斜？ (A) 北方 (B) 東方 (C) 東南方 (D) 東北方。



- () 9. 小球由左邊斜面上的 A 點自由滑下，經水平面然後爬上斜角分別為 60° 、 45° 、 30° 的 B、C、D 三斜面，假設接觸面都完全光滑，則小球在 B、C、D 三斜面上爬行的高度如何？
 (A) 以斜面 B 最高 (B) 以斜面 C 最高 (C) 以斜面 D 最高 (D) 三者相等
- () 10. 物體向左拉動紙帶，打點計時器的紙帶打點記錄如圖，則從哪一點開始物體所受之合力為零？
 (A) C (B) D (C) E (D) F
- 
- () 11. 將一條內部光滑的圓弧形水管水平固定在水平桌面上，若不考慮任何摩擦力，圖中哪一條虛線最能代表鋼球從 A 處管口快速進入，而由 B 處管口出來的運動軌跡？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁
- 
- () 12. 已知地球由西向東自轉，則跳遠能力一定的人分別向東與向西跳，所得成績如何？
 (A) 向東大於向西 (B) 向東等於向西 (C) 向東小於向西 (D) 無法判定。
- () 13. 騎師表演騎術時，自等速運動的馬背上跳起，對地面的觀察者而言，騎師的運動狀態為下列何者？
 (A) 自由落體 (B) 鉛直上拋 (C) 水平等速 (D) 向前斜向拋射

ANS: 1.AADAD 6.AAADC 11.BBD

二、填充

1. 如右圖所示，一鋼珠分別可經由 A、B、C 三路徑運動，今自左方自由釋放鋼珠，試問：(假設無摩擦力)

- (1) 經由 A、B 路徑所能達到的高度 H_A 、 H_B 的關係為_____。
- (2) 經由 C 路徑的鋼珠，將停止於何處？_____。
- (3) 鋼珠通過 P 點後，所走的距離 D_A 、 D_B 、 D_C 的關係為_____。

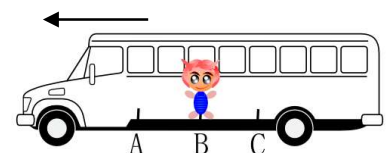


2. 如右圖， $AB \rightarrow BC$ 間皆為完全光滑面，球由 A 點滑下，不計空氣阻力，則：

- (1) 球在 AB 間作何種運動？ (A) 等加速度 (B) 等速度 (C) 靜止 (D) 變力速度。_____。
- (2) 球在 BC 間作何種運動？ (A) 等加速度 (B) 等速度 (C) 靜止 (D) 變力速度。_____。
- (3) 球在 BC 間 (A) 完全不受力 (B) 只受重力作用 (C) 只受有地面支撐力 (D) 合力等於零。_____。

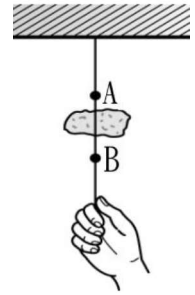


3. 歡捷站在車子 B 點上做跳躍動作，如右圖，如果車子以等速行駛，則落下時會在_____點上，如果躍起時車子突然煞車，則歡捷可能落在_____點上。



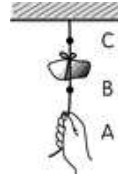
4.如圖，某物體 10 公斤重，以細繩懸掛，若 A、B 兩繩完全相同，則：

- (1) 5kgw 外力慢慢拉 B 繩，則 A 受力_____kgw，B 受力_____kgw。
- (2) 5kgw 外力快速拉 B 繩，則 A 受力_____kgw，B 受力_____kgw。
- (3) 15kgw 外力慢慢拉 B 繩，則 A 受力_____kgw，B 受力_____kgw。
- (4) 15kgw 外力快速拉 B 繩，則 A 受力_____kgw，B 受力_____kgw。



5.如圖，試回答下列問題：

- (1)若用力驟拉 A 點，則絲線可能斷在_____點。
- (2)若用力慢慢拉 A 點，則絲線可能斷在_____點。
- (3)以上各種現象說明了_____定律。



ANS:1. (1)相等(2)永不停止(3) $D_C > D_B > D_A$ ANS:2. (1)A (2)B (3)D 3. (1)B(2)A

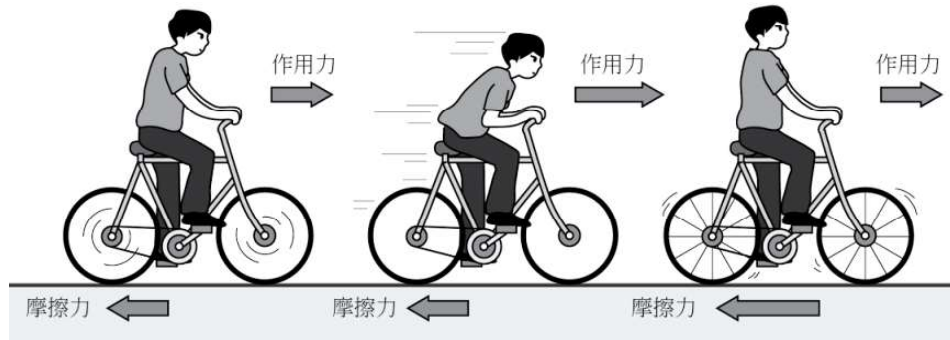
4.(1)15、5 (2)10、5 (3)25、15 (4)10、15 5. (1)B (2)C (3)慣性



2-2 牛頓第二運動定律

※ 牛頓第二運動定律 (____定律):

1. 意義: 當一個物體受____作用(即合力__0)時, 物體就會在沿力的方向產生_____。



- ① 當物體的質量一定時, 加速度和所受的外力成____比。
 ② 當物體所受的外力一定時, 加速度和物體質量成____比。

2. 公式:

3. 力的單位:

① **絕對單位**: 牛頓。

使質量 1 公斤的物體產生加速度 1m/s^2 所需的力, 稱為_____。

② **重力單位**: gw 或 kgw。1 公斤重 = _____ 牛頓。

4. 物體受到作用力的方向就是物體產生加速度的方向, 即 F 與 a 的方向必定_____。

5. 在無重力的地方, 天平無法使用, 此時要測量物體的質量, 可利用牛頓第____運動定律計算而得。