

2 力與運動

2-1 慣性定律

2-2 運動定律

2-3 作用力與反作用力定律

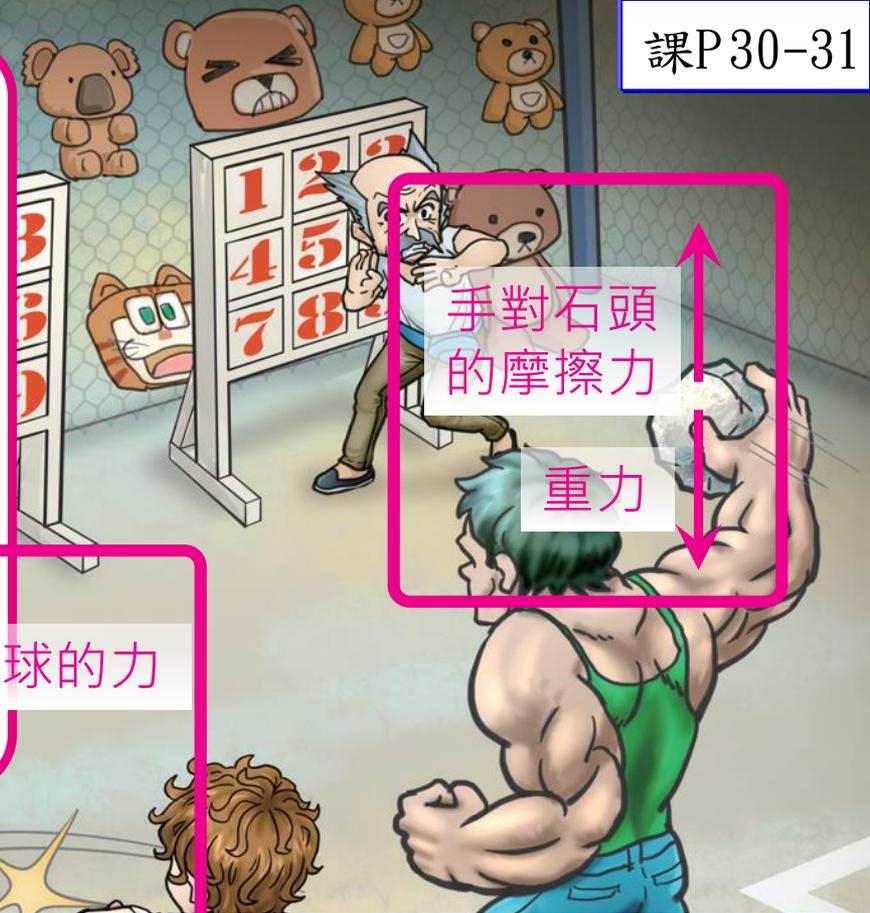
2-4 圓周運動與萬有引力

2-5 力矩與槓桿原理

由亞里斯多德的哲學理論，到伽利略的新科學，運動學逐步發展茁壯，本章將介紹對運動學影響最深遠的理論，由牛頓提出的三大運動定律，是如何造成科學界的巨變呢？



探究提問 阿翰與琳琳逛夜市時發現阿花老師跟體育老師正在比賽丟九宮格，只是比賽的方式好像怪怪的？請問右圖飛行中的棒球與拿在手中的石頭正在受到哪些力的作用呢？試著畫畫看吧！



解答

阿花老師用球棒將球擊出，所以球會受到棒子給予的一作用力，以及重力的作用；體育老師石頭還未投出，石頭受到手給予的摩擦力，以及重力的作用。

2-1

慣性定律

Kahoot!

Quizizz

1

牛頓第一運動定律



2-1 慣性定律

科學 tell me why

在繫安全帶時，必須要慢慢的拉動才能將安全帶拉出，若快速的拉動則會卡住，安全帶這樣的設計是為了預防什麼情況發生呢？

因安全帶的目的是要防止緊急煞車時，人體因慣性急速向前衝撞導致的傷害，故若有瞬間很大的施力在安全帶上，安全帶就會卡住，以拉住人體。



2-1 慣性定律

- 列車開始**向前**移動的瞬間，人會**往後仰**。
- 行駛當中突然緊急**煞車**，人會瞬間**往前衝**。

a 列車開動



b 列車煞車



▲ 圖2-1 列車改變運動狀態時，身體會隨之前傾或後仰

探討活動

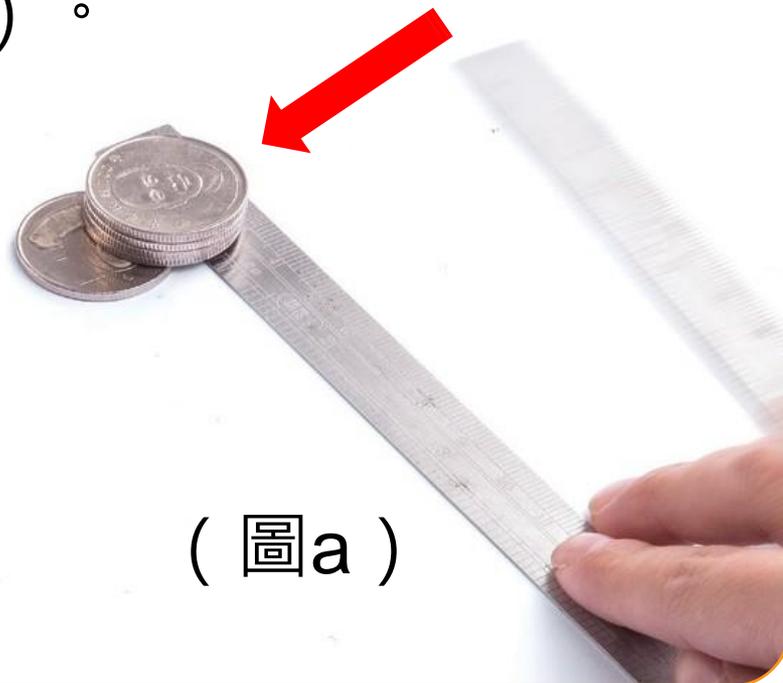
2-1 慣性

影片

探討活動2-1 慣性

一. 靜止狀態的維持

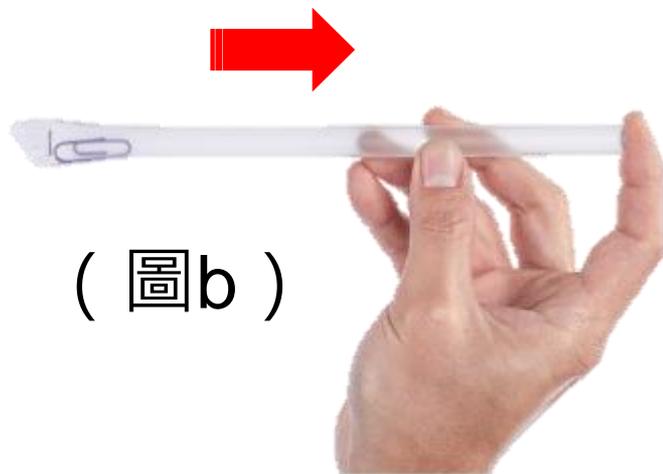
1. 將五個十元硬幣疊起，置於水平桌面上。
2. 用鐵尺橫切迅速彈開最底層的硬幣，觀察各硬幣的運動情形（圖a）。



探討活動

二. 運動狀態的維持

1. 取一支透明粗吸管，並用釘書針釘住吸管削尖的一端。
2. 在吸管中放入一根迴紋針，並用手指封住吸管口。
3. 使吸管口向右平行於地面（圖b），並將吸管平行向右移動後快速停止，觀察迴紋針的運動情形。

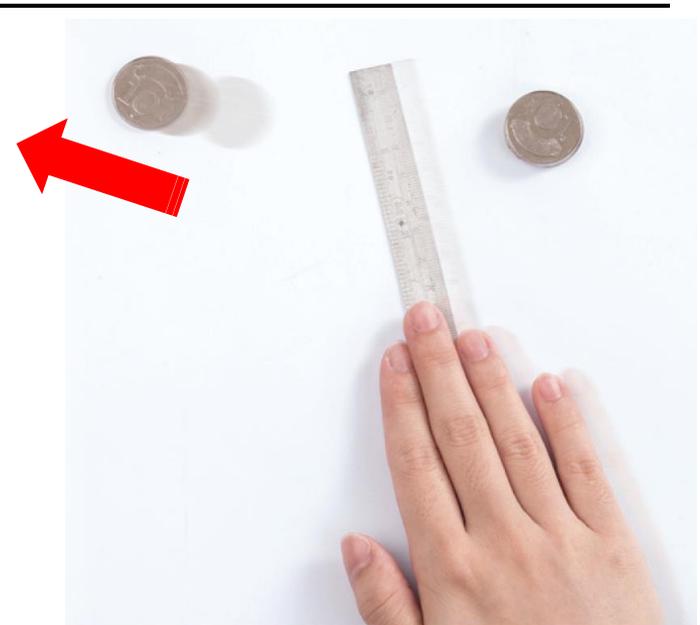


想一想

1. 活動一中，被鐵尺敲到的硬幣會如何運動，沒有敲到的又會如何運動呢？

被敲到的硬幣會沿著敲擊方向飛出，而上方的硬幣會在原處落下。

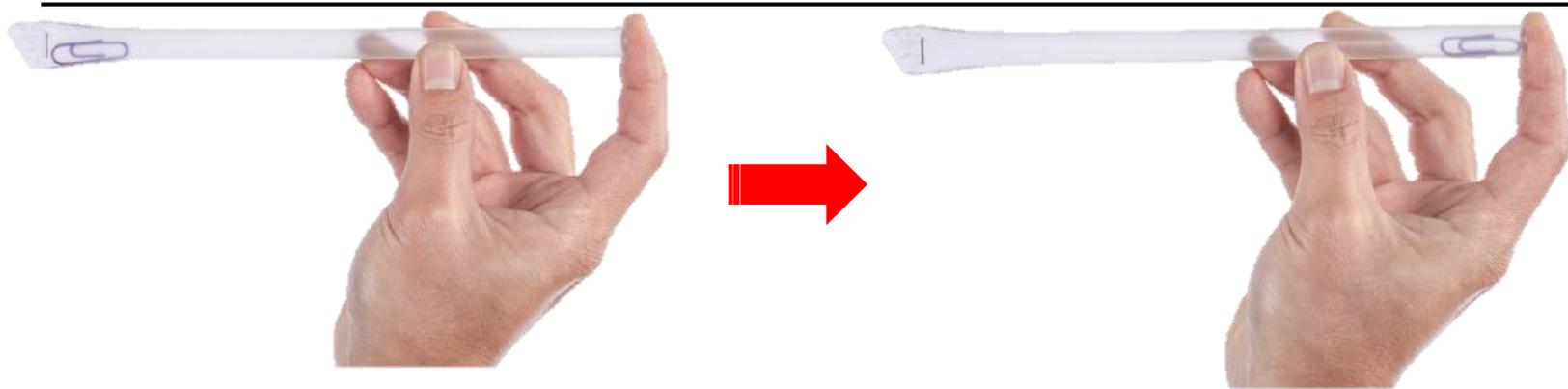
使用鐵尺快速地敲擊最底層的硬幣，會發現只有最底層的硬幣飛出，其他硬幣原地落下，代表靜止的硬幣如果沒有受到外力敲擊，會有維持在原處的趨勢。



想一想

2. 活動二中，當吸管快速停止時，迴紋針會如何運動呢？

吸管中的迴紋針會繼續向右滑動，直到碰到手指才停下。

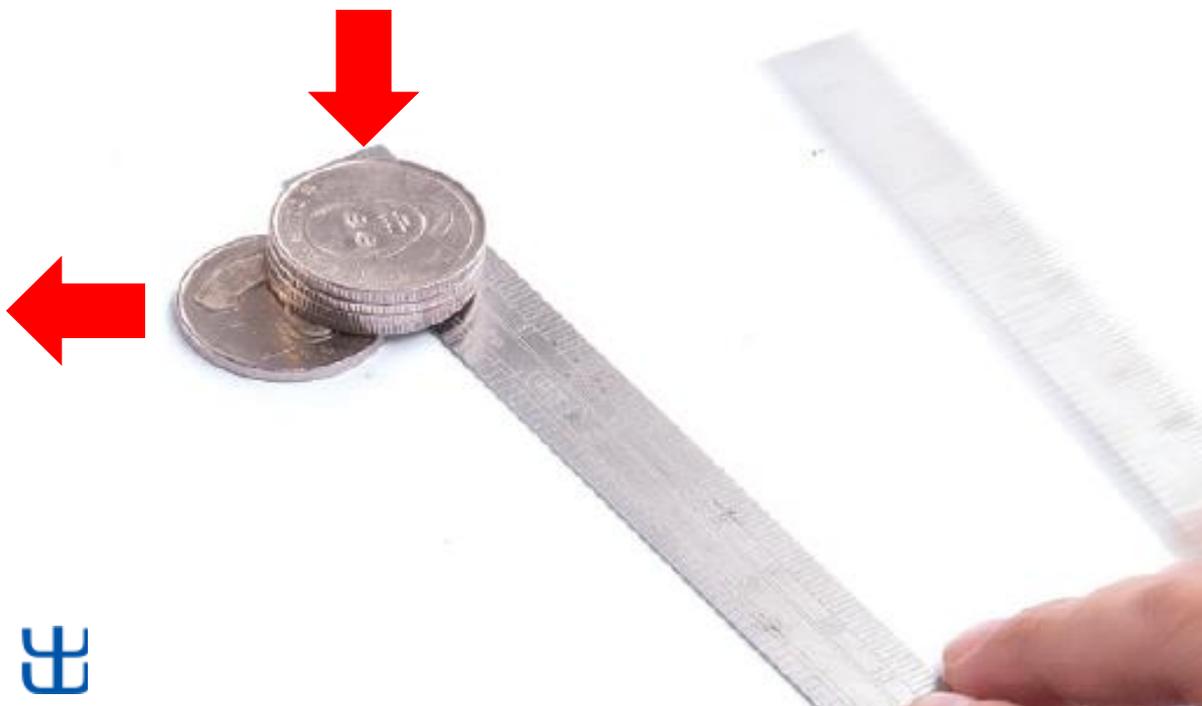


吸管中的迴紋針繼續向右滑動，直到觸碰到手指才停下，代表在移動的迴紋針如果沒有受到外力阻止，會有維持運動的趨勢。



2-1 慣性定律

- 最底層的硬幣受**力**被鐵尺迅速**彈開**的瞬間，上方靜止的硬幣仍維持靜止狀態，又受到**重力**的作用垂直**落下**。
- 落點與被彈開硬幣原本的位置幾乎相同。



2-1 慣性定律

- 原本向右運動的吸管突然停下時，吸管中的迴紋針會繼續向右滑動，直到碰到手指才停下。



- 不論是靜止或運動中的物體，在**不受外力影響**的情況下，都會有**保持原本運動狀態**的趨勢。

(慣性)



例題 補充練習

如果一物體一直靜止不動，則下列何者錯誤？

- (A) 它的速度為零
- (B) 沒有加速度
- (C) 作用於物體的合力為零
- (D) 物體必不受任何力的作用

解答

物體呈靜止時，可能是所受合力為零，或物體不受任何力的作用。故答案選(D)。



補充資料

生活中的慣性

- 砂石車在轉彎時，所載砂石會因為慣性，朝原行駛方向飛灑出去。
- 搖動樹幹，樹葉或果實會維持靜止而與枝幹分離掉落。
- 人在等速行駛的車廂中，鉛直上拋一物體，物體因慣性而維持往前的運動，故會落回人的手中。



2-1 慣性定律

動畫

伽利略斜面實驗

- 十六世紀時，伽利略認為：
將一球體自左邊光滑斜面的頂端釋放，球會抵達右邊斜面的相同高度處。

a 球體自光滑斜面上滑下，會到達另一端同樣高度處



垂直高度相同

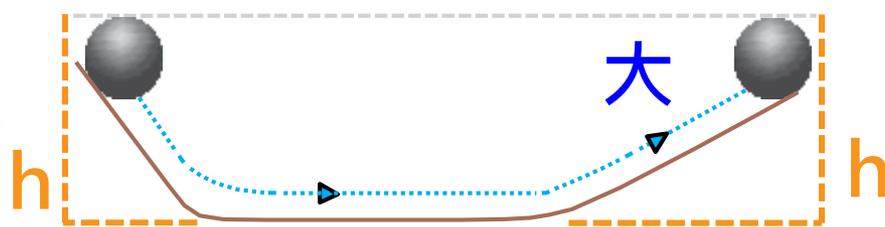
▲ 圖2-2 伽利略的思想實驗



2-1 慣性定律

- 逐漸**降低**右邊斜面的**傾斜角度**，球還是會抵達右邊斜面的**相同高度**處。
- 但右邊**斜面上**運動的**距離較大**。

b 不論斜面傾斜角度大小，球仍會抵達右邊斜面的**相同高度**處



垂直高度相同

圖2-2 伽利略的思想實驗

2-1 慣性定律

- 伽利略推算後提出：
物體沿水平面運動時，未遇到任何「阻礙」，
則物體將以等速持續直線前進。

C 球體自斜面頂端釋放後，若滑下至一水平面，會不斷向前運動



▲ 圖2-2 伽利略的思想實驗



2-1 慣性定律

- 物體有**維持原來運動狀態**的特性，這種特性稱為**慣性**。

C 球體自斜面頂端釋放後，若滑下至一水平面，會不斷向前運動



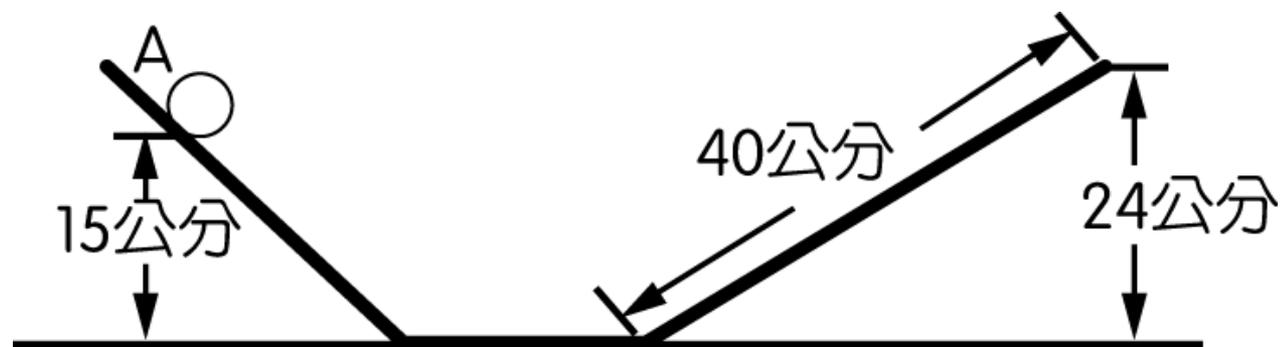
圖2-2 伽利略的思想實驗



例題 補充練習

讓一個小鋼珠由圖中的斜面上A處向下滑，並滑到另一斜面，若摩擦力可忽略，則小鋼珠在右邊斜面上滑過的長度應為幾公分？

- (A)15公分
- (B)20公分
- (C)25公分
- (D)30公分。



解答

摩擦力可忽略，則小鋼珠在右邊斜面的垂直高度應等於15公分； $40 : 24 = X : 15$ ， $X = 25$ 。



1

牛頓第一運動定律

動畫

牛頓第一運動定律

- 英國科學家牛頓（Issac Newton，西元1643~1727年）進一步證實物體的**慣性現象**。
- 牛頓在自然哲學的數學原理一書中指出：
- **外力**並**不是**物體**維持運動**狀態的要素，而是**改變物體運動狀態**的必要條件。

於有摩擦力的環境推動物體，物體開始移動，但移動一段距離後就會停止，若要使木塊持續移動，就必須持續推動。



1 牛頓第一運動定律

牛頓第一運動定律

- 又稱為**慣性定律**
- 所受**外力合力為零**
- 運動**狀態不變**
- 靜止的物體**維持靜止**
- 運動中的物體必**沿直線作等速度運動**

若某物體作等速度直線運動，則該物體所受外力的合力必為零。



? 探究提問

對在車上的觀察者而言：

1. 在等速度行駛的車子內，鬆手讓一顆球自由落體，球會落在釋放點的哪一個地方？

解答

1. 等速度的車子，車內的球會與車子有相同的速度，所以當球從手中釋放，會自由落下在釋放點**原處**。



? 探究提問

2. 若鬆手讓球自由落體時，球還在下降的過程中，車子突然加速，球會落在釋放點的哪一個地方？

解答

2. 因為車子的速度改變，且為**加速**，但球維持原來的速度落下，所以球會落在釋放點的**後方**。



例題 補充練習

下列何者與牛頓第一運動定律的現象無關？

- (A) 車子急停，車上的人會向車前方傾倒
- (B) 腳用力踢一靜止的足球，足球往前運動
- (C) 拍打棉被可除去灰塵
- (D) 速搖果樹，果實會脫落

解答

腳用力踢一靜止的足球，足球因所受外力不為零而往前運動，與牛頓第一運動定律無關。故答案選(B)。



例題 補充練習

以1公斤重的水平拉力，可使質量0.5公斤的木塊在一水平粗糙地面上作1公尺/秒的等速度運動，則木塊與地面間的摩擦力為多少公斤重？

- (A)0公斤重
- (B)0.5公斤重
- (C)1公斤重
- (D)1.5公斤重

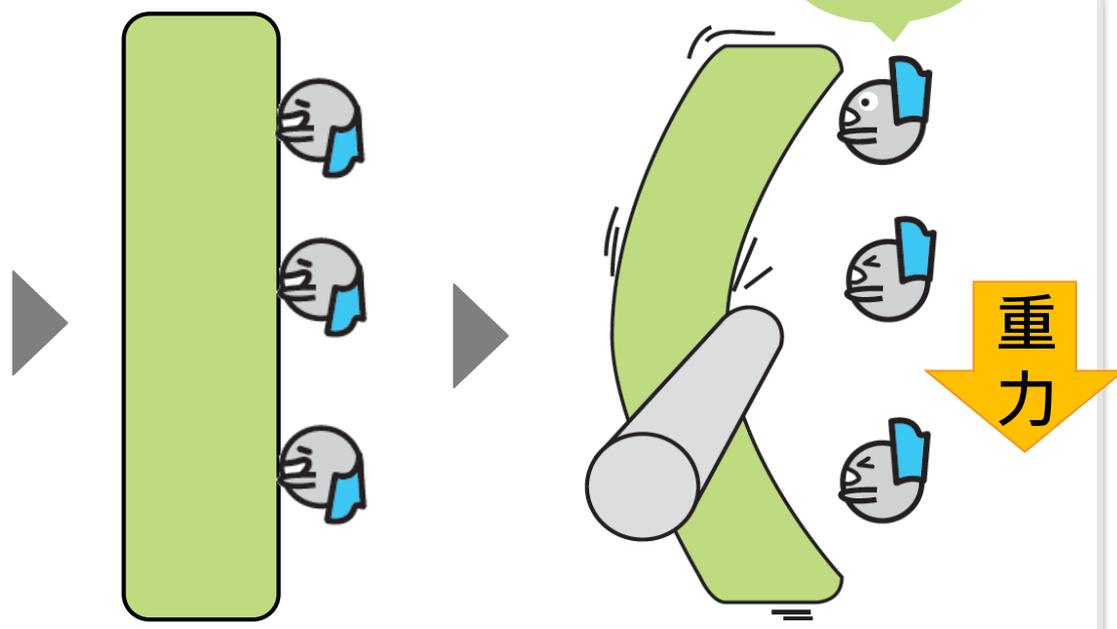
解答

由於物體作等速度運動，故合力為零，所以物體所受的水平拉力 = 木塊與地面間的摩擦力 = 1公斤重。故答案為(C)。



1 牛頓第一運動定律

- 日常生活中可見一些慣性定律的現象：
棍子敲打地毯時，**地毯瞬間往後**運動，上面的灰塵會因慣性**停在原處**，後因**重力向下**落。

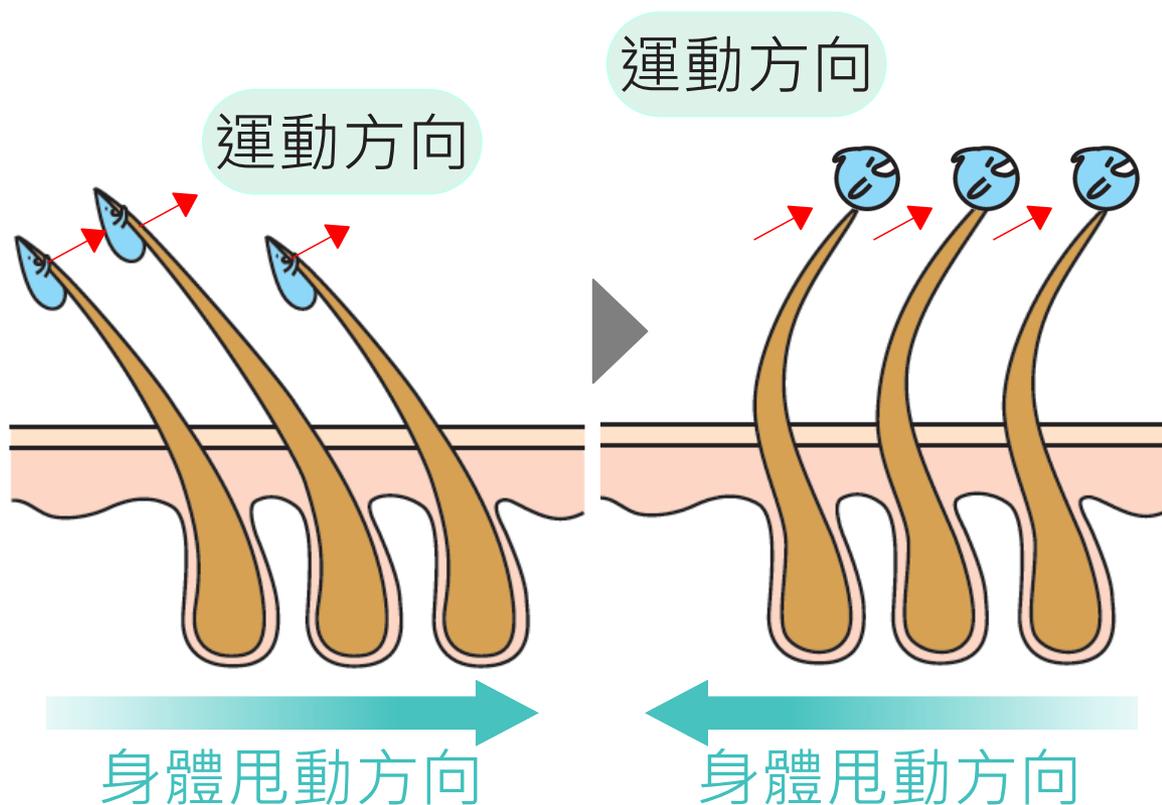
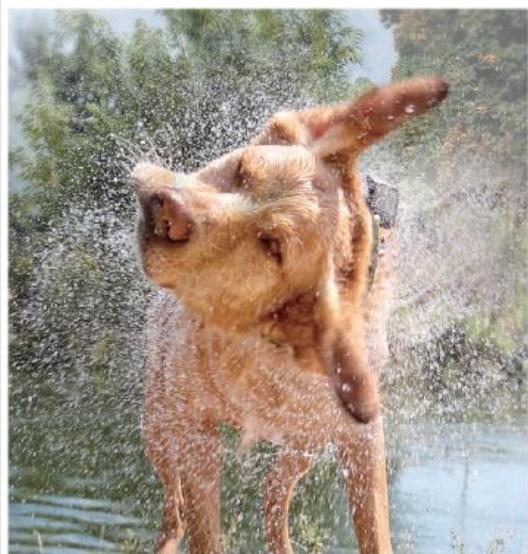


▲ 圖2-3 敲打地毯，灰塵不會飛散，而是留在原處落下



1 牛頓第一運動定律

- 毛髮全溼的小狗，會快速的甩動身體，讓水滴沿著原本運動的方向飛離身體。



▲ 圖2-4 甩動身體，水珠會沿運動方向飛出



例題 補充練習

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為何？

- (A) 向北行駛中，等速或加速都可能
- (B) 向北行駛中，等速或減速都可能
- (C) 向北減速行駛或向南加速行駛
- (D) 向北加速行駛或向南減速行駛

解答

加速或起動時，擺錘擺動方向與運動方向相反；剎車或停止時，擺錘擺動方向與運動方向相同。可能是向北加速行駛，或是向南減速行駛，故選(D)。



106 會考題

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？

- (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

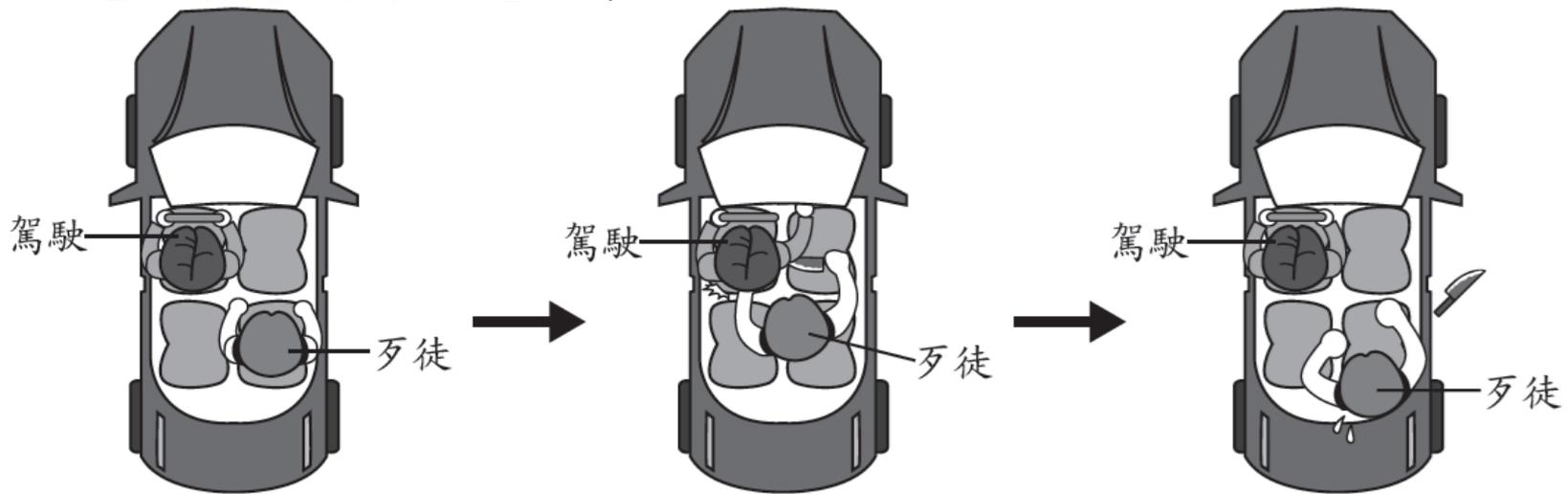
試題解析：

物體若不受外力作用，或所受外力合力為零，則靜止的物體維持靜止，運動中的物體作等速度運動，因此兩人均合理。故選(A)。



110 會考題

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：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？



一開始汽車等速向
前行駛，歹徒坐在
駕駛右後方

歹徒身體移動
至左前方想要
攻擊駕駛

駕駛藉由操縱汽車讓歹徒
的身體因為慣性而回
到原本的右後方角落



110 會考題

- (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

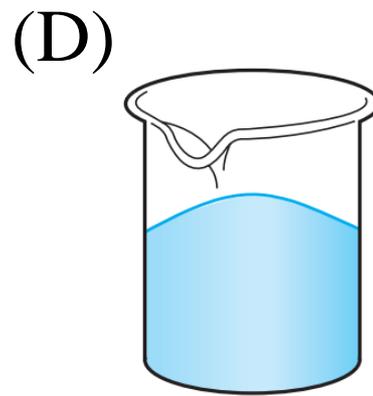
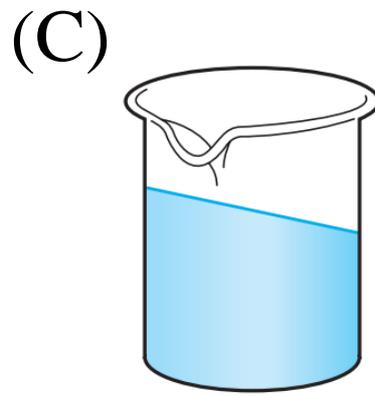
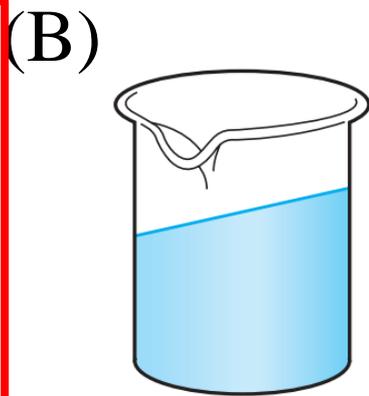
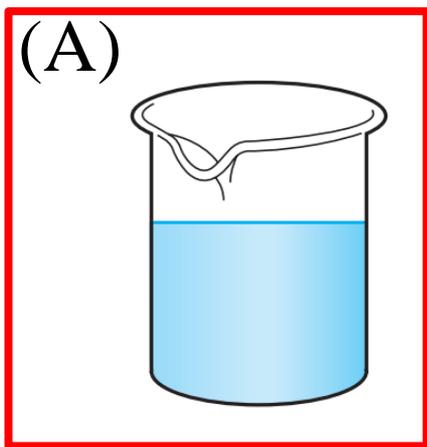
試題解析：

先急左轉會使歹徒因慣性向其右方靠，再急加速會使其向後方倒。故選(C)。



例題 補充練習

在向東等速行駛的火車上，有一盛水的燒杯靜置於桌面，此燒杯內水面的狀態最有可能為下列何種圖形？請解釋你的答案。（設右方為東方）



在等速行駛火車上的水因水平方向不受外力作用，物體有保持原來狀態的特性，維持水平，故選(A)。



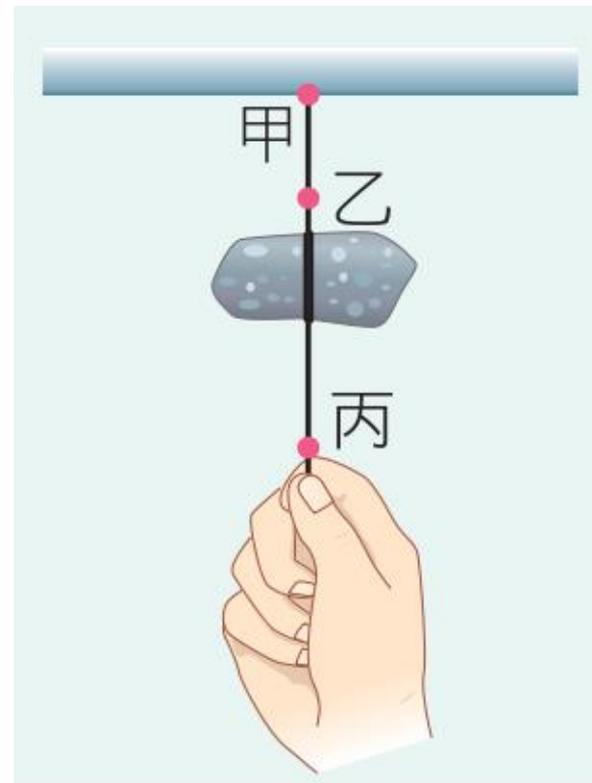
例題 補充練習

一石塊以相同材質的細繩懸吊，如圖所示。當快速向下抽動細繩時，最有可能斷在哪一點？

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙

慢慢抽動繩子時，甲乙兩處同時受到手的拉力和石塊本身重力，丙處僅受到手的拉力，故**甲乙**兩處可能先斷裂；

快速抽動繩子的瞬間，石塊保持慣性不動，甲乙兩處只受到石塊本身重力，僅**丙**處受到手的拉力，故丙處最可能斷裂。



本章節結束

