

彰化縣立員林國民中學公開授課教學活動設計

(授課者填寫)

授課教師：賴文振 授課班級：906 授課科目：理化

授課單元：2-3 作用力與反作用力定律教材來源：翰林版理化第五冊授課日期：114年10月31日第1節

學習目標	了解牛頓第三運動定律		
學生先備經驗 或教材分析	理解牛頓第一運動定律、牛頓第二運動定律。		
	教學活動	時間	評量方法
	1. 以問題引發學生思考。電子天平上有空燒杯，燒杯底有隻蒼蠅，當蒼蠅往上飛時，電子天平的讀數如何改變。	5	學生上台演算 類似題
	2. 從生活的例子說明反作用力的現象。讓學生坐在有輪子的椅子上推牆壁，觀察反用力的方向，和定性地推斷作用力越大反作用力越大。	5	
	3. 以思想實驗的方法。		
	(1) 利用例題並應用牛頓第二運動定律，定量地計算出作用力與反用力的大小是相等的。	10	
	(2) 出類似例題，讓學生練習作答，並抽二位同學到上台作答，從中診斷學生的學習狀況，並再一次解說。	15	
	4. 說明作用力與反作用力，可以是接觸力，也可以是超距力。	5	
	5. 綜合前面的生活現象和思想實驗說明牛頓第三運動定律。	5	

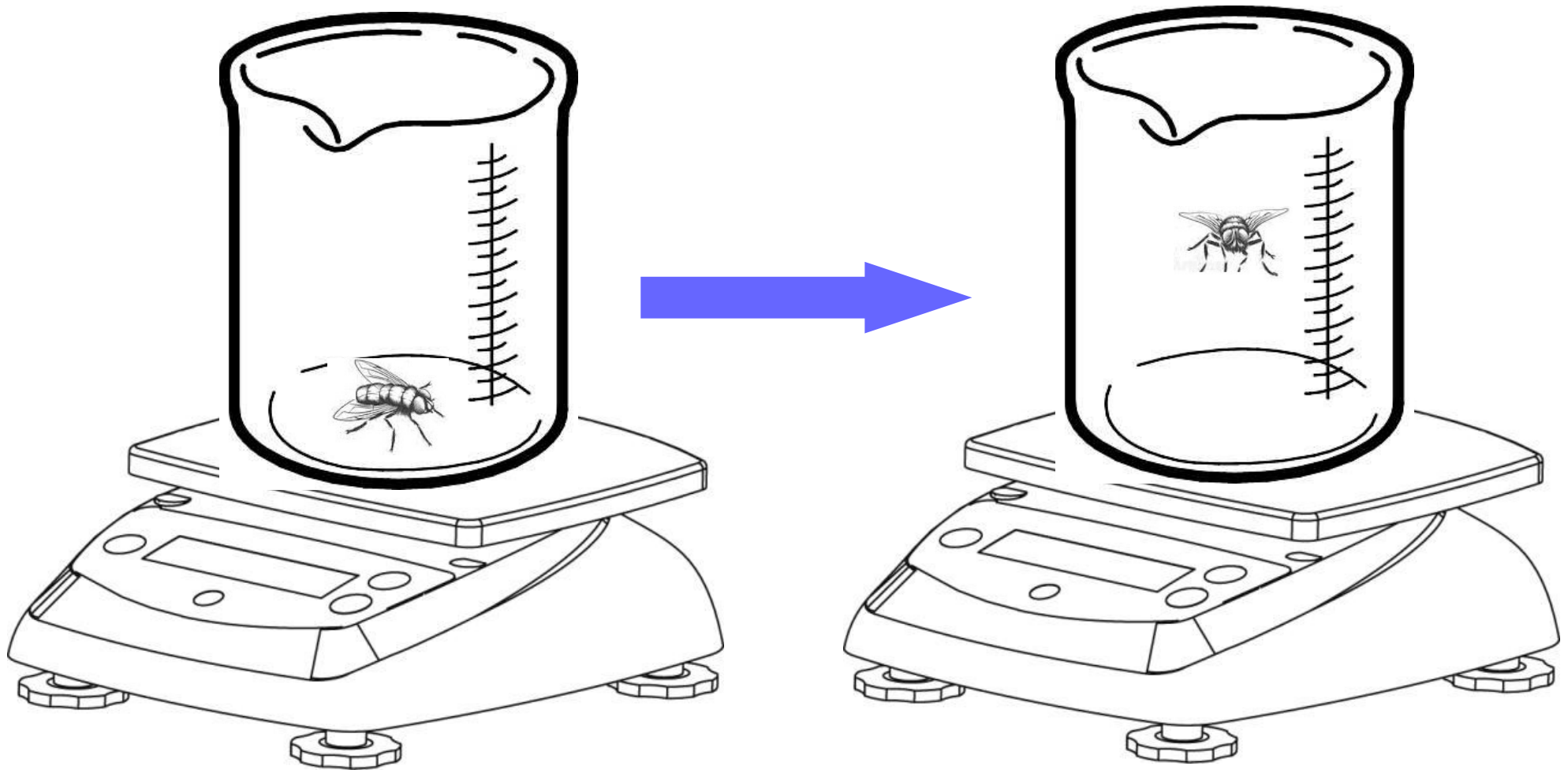


第二章 力與運動

2-3 作用力與反作用力定律 (牛頓第三運動定律)

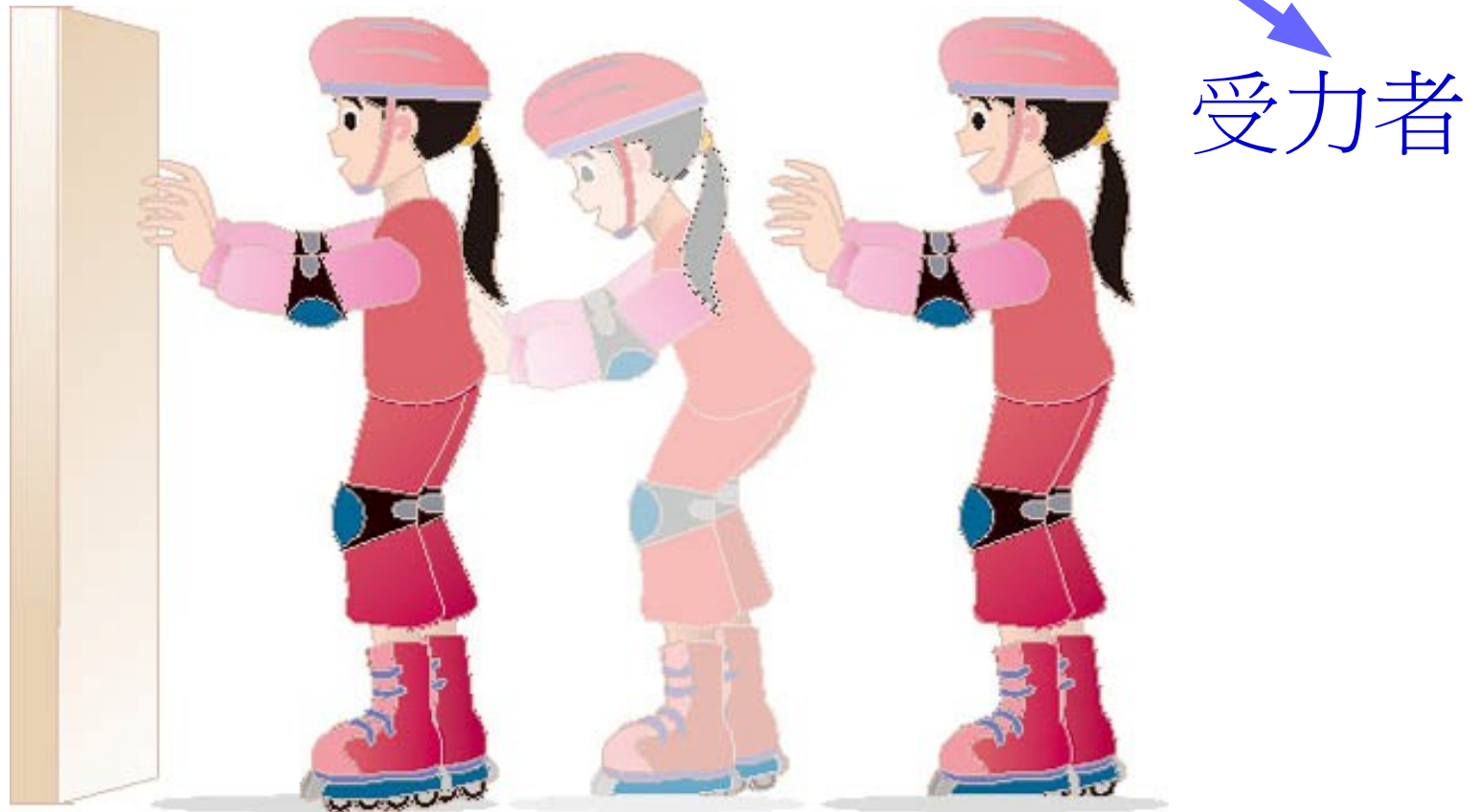
當燒杯中的蒼蠅飛起來，電子天平的讀數將如何變化？

Ans:變小?變大?不變?還是...

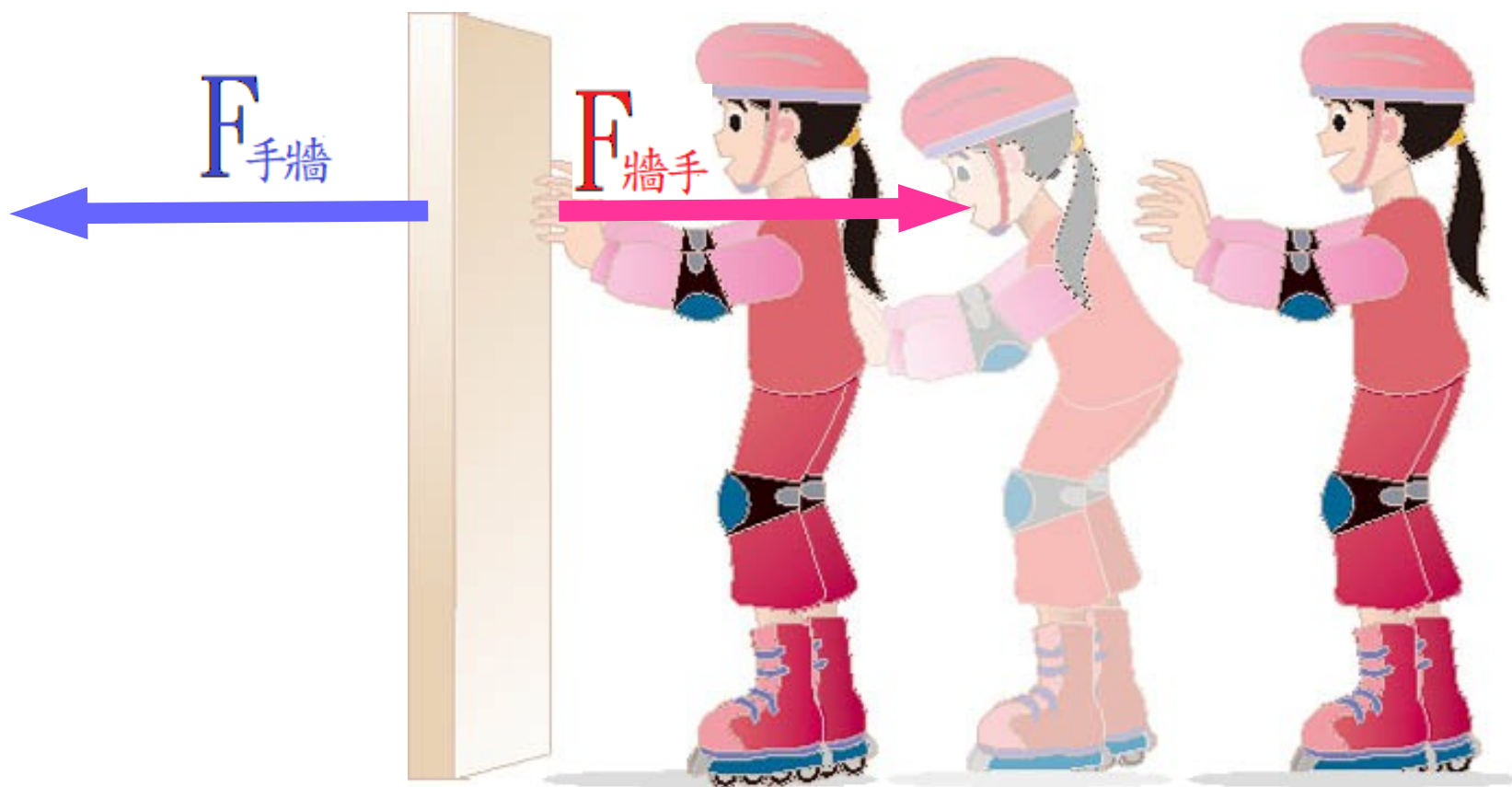


作用力與反作用力

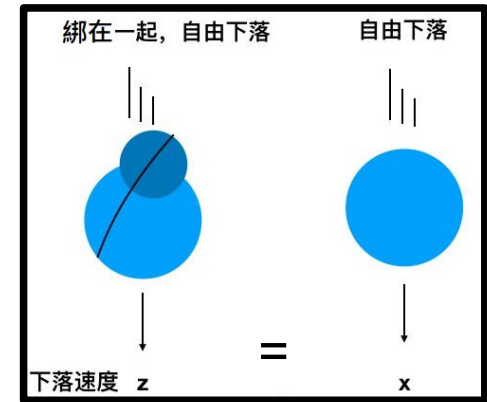
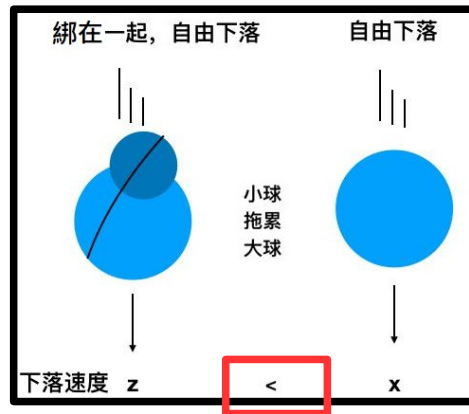
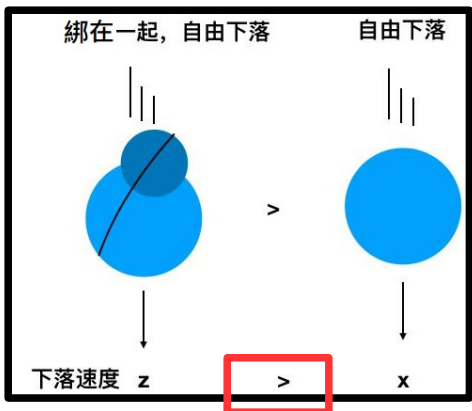
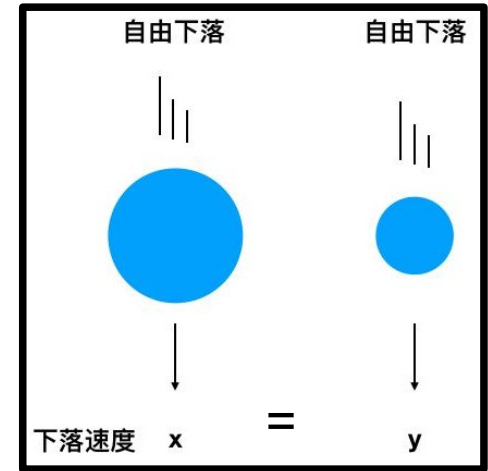
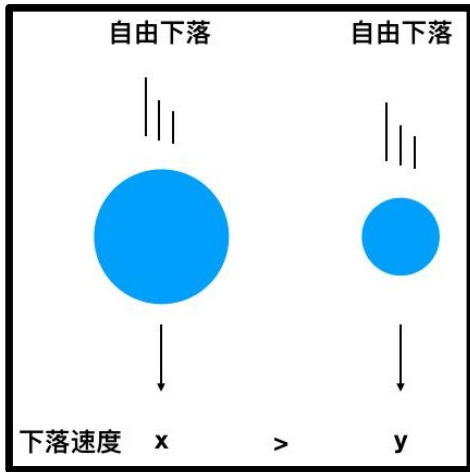
1. 由生活經驗可知當施力在物體時，物體同時亦產生一方向相反的力作用在施力者，稱之為反作用力。



問題：作用力與反作用力的大小關係？

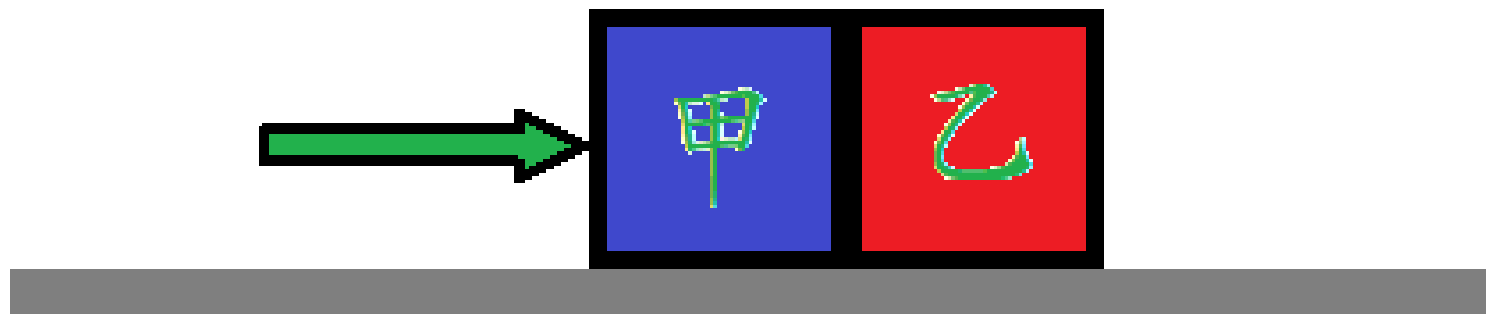


思想實驗



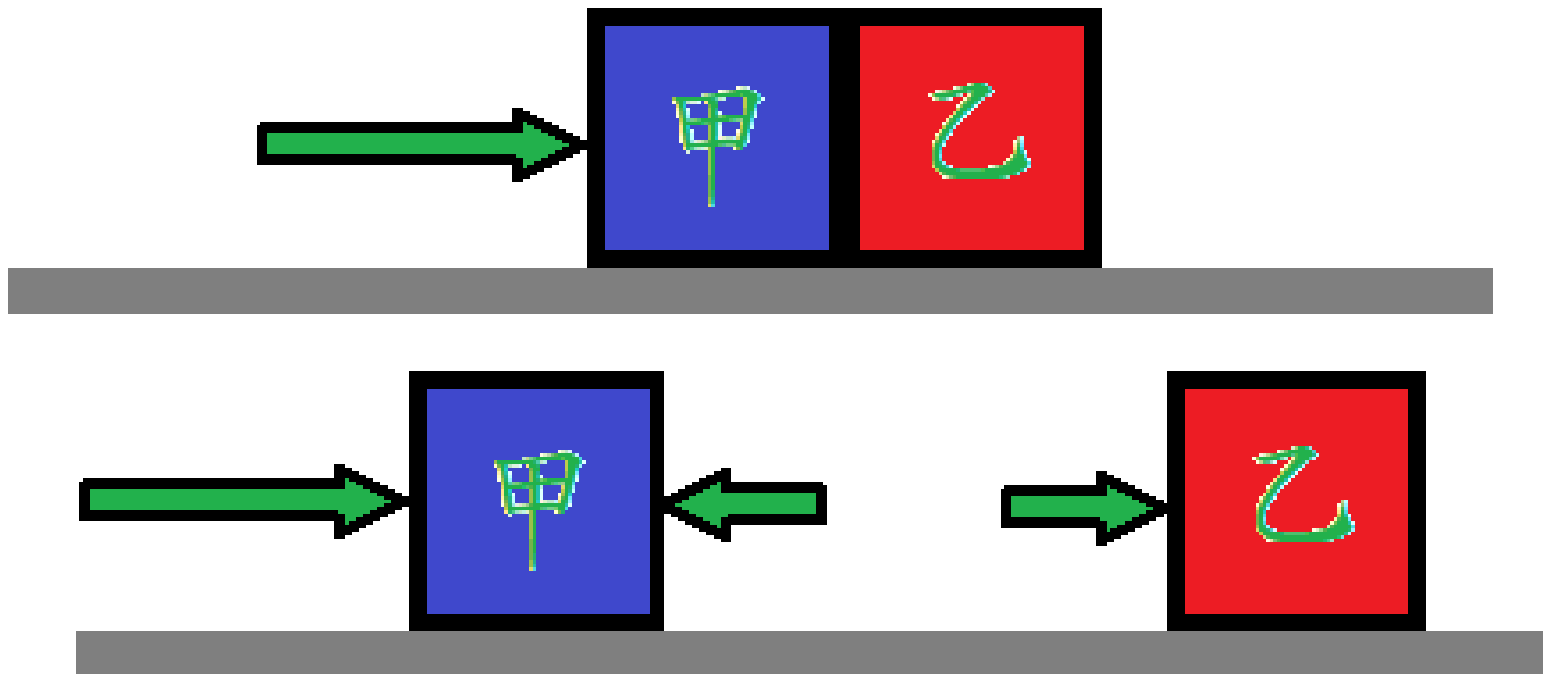
如下圖所示，甲和乙兩物體的質量均為1公斤，外力的大小為2牛頓。物體與接觸面均光滑無摩擦力。

- (1) 請問兩物體的加速度為何？
- (2) 乙物體所受的作用力(甲物體對乙物體的作用力)為何？
- (3) 甲物體所受的合力為何？
- (4) 乙物體對甲物體所作用的力為何？



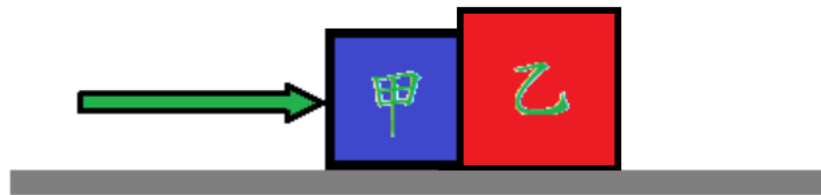
如下圖所示，甲和乙兩物體的質量均為1公斤，外力的大小為2牛頓。物體與接觸面均光滑無摩擦力。

- (1) 請問兩物體的加速度為何？
- (2) 乙物體所受的作用力(甲物體對乙物體的作用力)為何？
- (3) 甲物體所受的合力為何？
- (4) 乙物體對甲物體所作用的力為何？



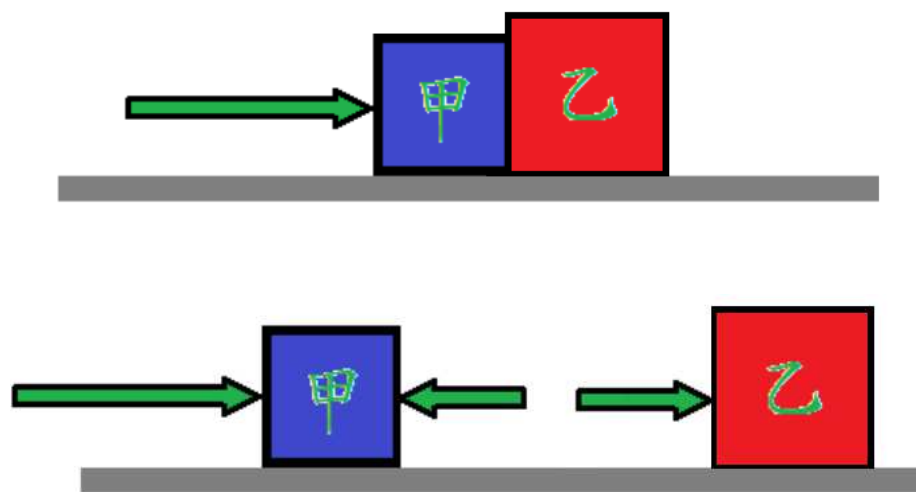
如下圖所示，甲的質量均為1公斤，乙的質量均為2公斤，外力的大小為3牛頓。物體與接觸面均光滑無摩擦力。

- (1) 請問兩物體的加速度為何？
- (2) 乙物體所受的作用力(甲物體對乙物體的作用力)為何？
- (3) 甲物體所受的合力為何？
- (4) 乙物體對甲物體所作用的力為何？



如下圖所示，甲的質量為1公斤，乙的質量為2公斤，外力的大小為3牛頓。物體與接觸面均光滑無摩擦力。

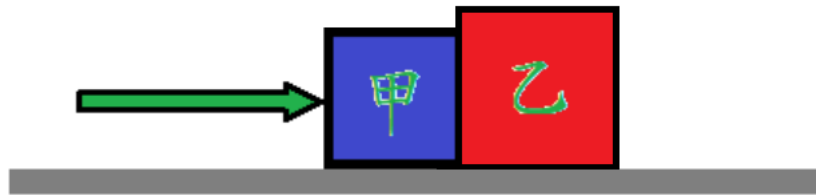
- (1) 請問兩物體的加速度為何？
- (2) 乙物體所受的作用力(甲物體對乙物體的作用力)為何？
- (3) 甲物體所受的合力為何？
- (4) 乙物體對甲物體所作用的力為何？



挑戰題:

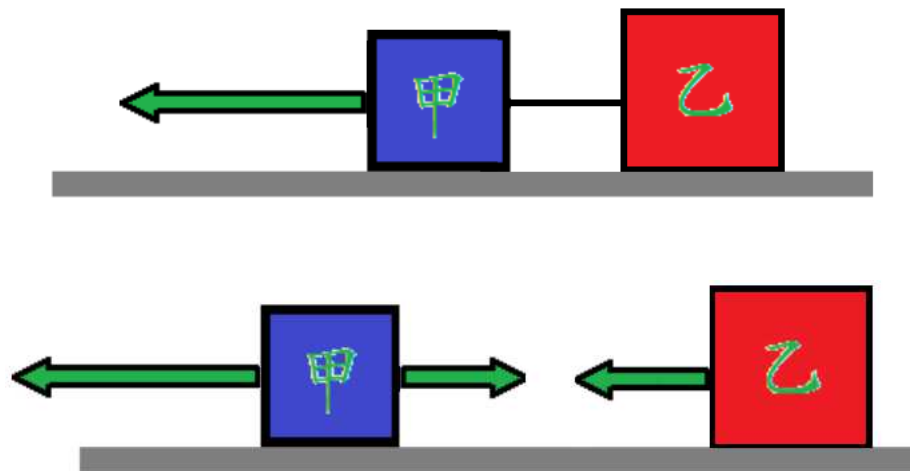
如下圖所示，甲的質量為 m_1 公斤，乙的質量為 m_2 公斤，外力的大小為 F 牛頓。物體與接觸面均光滑無摩擦力。(答案以代號表示)

- (1) 請問兩物體的加速度為何？
- (2) 乙物體所受的作用力(甲物體對乙物體的作用力)為何？
- (3) 甲物體所受的合力為何？
- (4) 乙物體對甲物體所作用的力為何？



如下圖所示，甲乙兩物有細繩連接，甲的質量為1公斤，乙的質量為2公斤，外力的大小為3牛頓。物體與接觸面均光滑無摩擦力。

- (1) 請問兩物體的加速度為何？
- (2) 乙物體所受的作用力(甲物體對乙物體的作用力)為何？
- (3) 甲物體所受的合力為何？
- (4) 乙物體對甲物體所作用的力為何？



如下圖所示，**A**和**B**為相同的兩物體，位在空間中的不同位置，已知兩物體彼此存在吸引力。

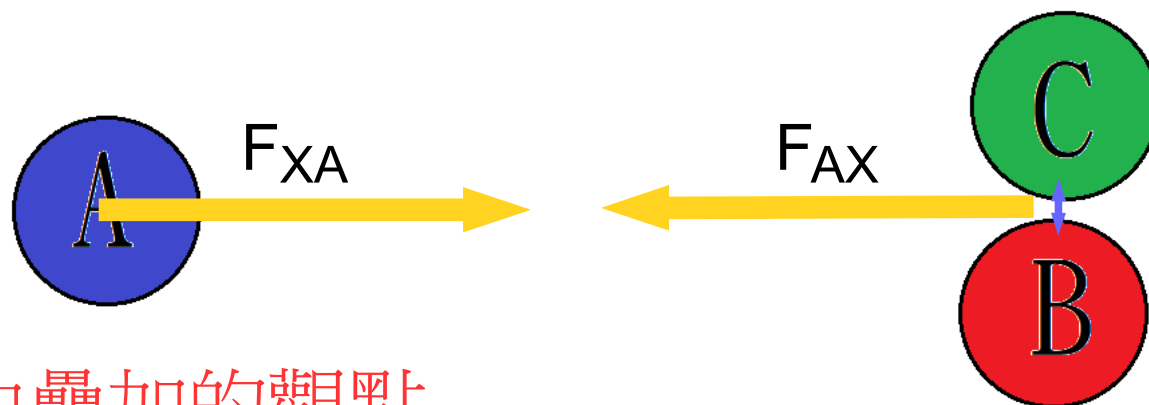
(1)若**A**物體吸引**B**物體的作用力為 F_{AB} ，則**B**物體吸引**A**物體的作用力為 F_{BA} ，兩力的大小關係為何？



Ans：由對稱的觀點

$$| F_{AB} | = | F_{BA} |$$

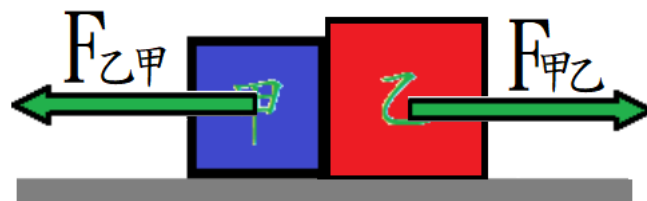
如下圖所示，**A**、**B**和**C**為相同的三物體，位在空間中的不同位置，已知兩物體彼此存在吸引力。



Ans：由疊加的觀點

$$|F_{AX}| = |F_{XA}|$$

總結：作用力與反作用力的大小相等

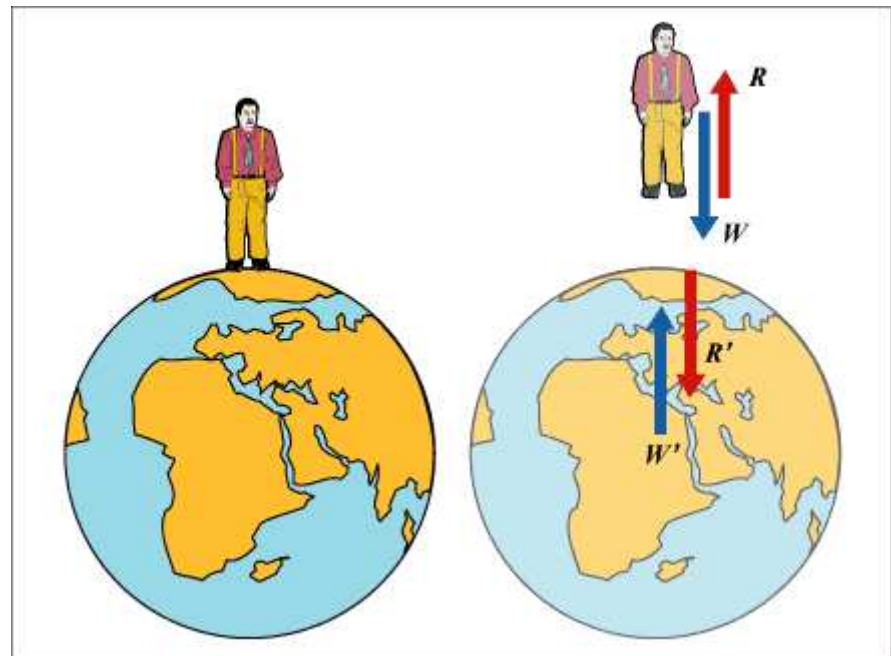
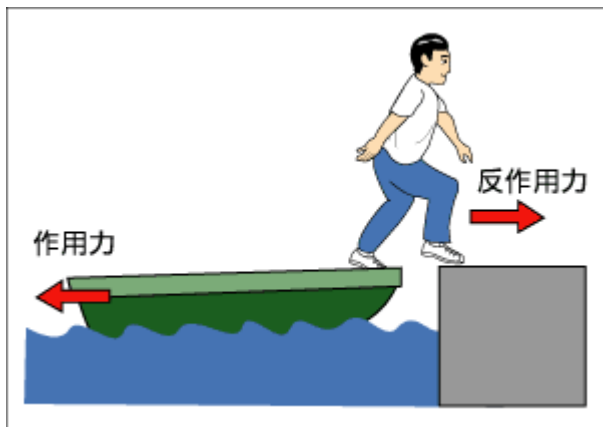


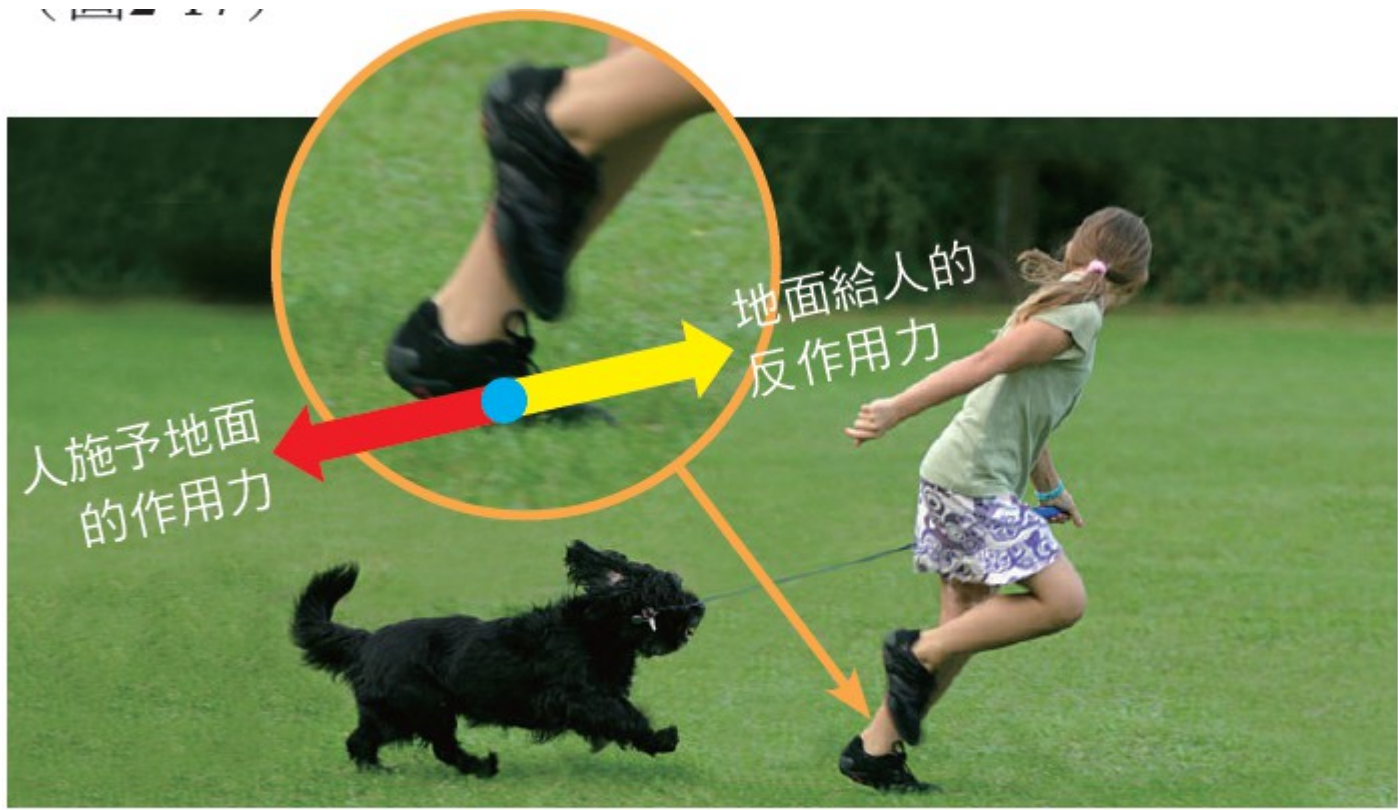
2. 牛頓第三運動定律

(又稱作用力與反作用力定律)

(1) 每施一作用力於物體，物體必給與施力者一反作用力，兩力的大小相等，方向相反且作用在同一直線上，二者同時發生且同時消失。

(2) 作用力與反作用力作用在不同的物體上，所以無法抵消。

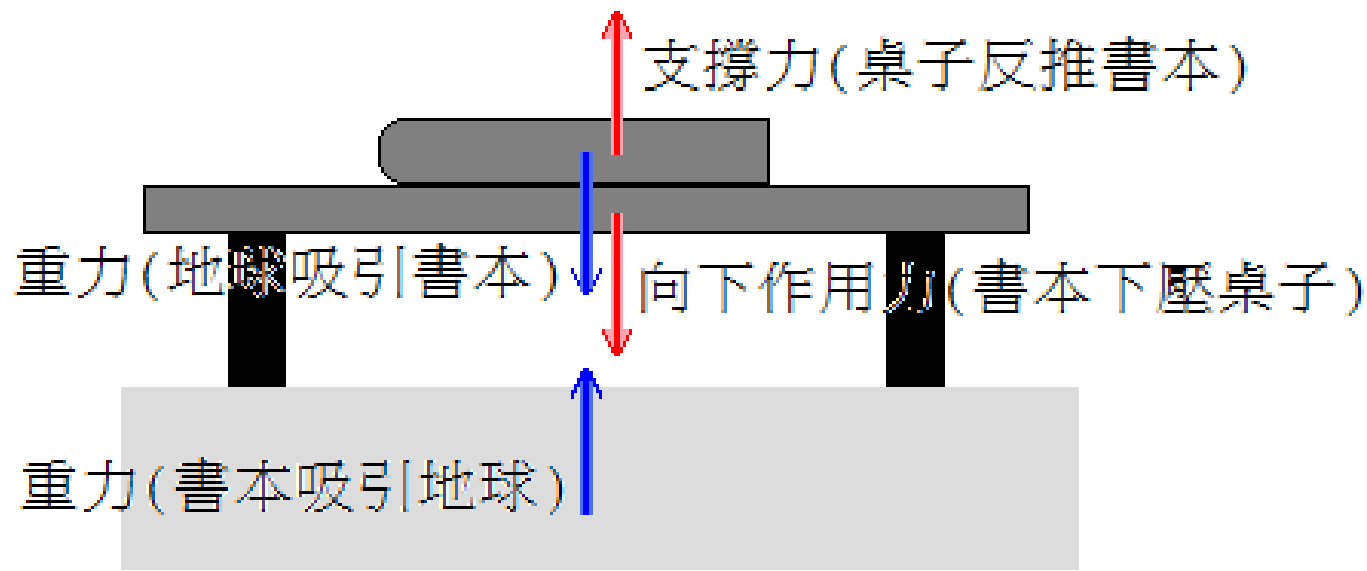




▲ 圖2-17 人跑步時，是靠地面給予的反作用力前進。

(3)例如：

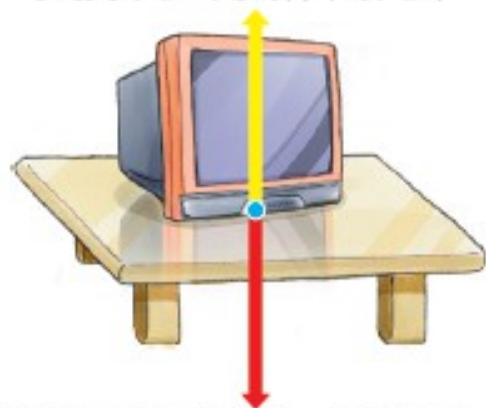
- a. 地球吸引書本的重力與書本吸引地球的重力，
這兩個力互為作用力與反作用力。
- b. 書本下壓桌子的向下作用力與
桌子反推書本的支撐力，
這兩個力互為作用力與反作用力。



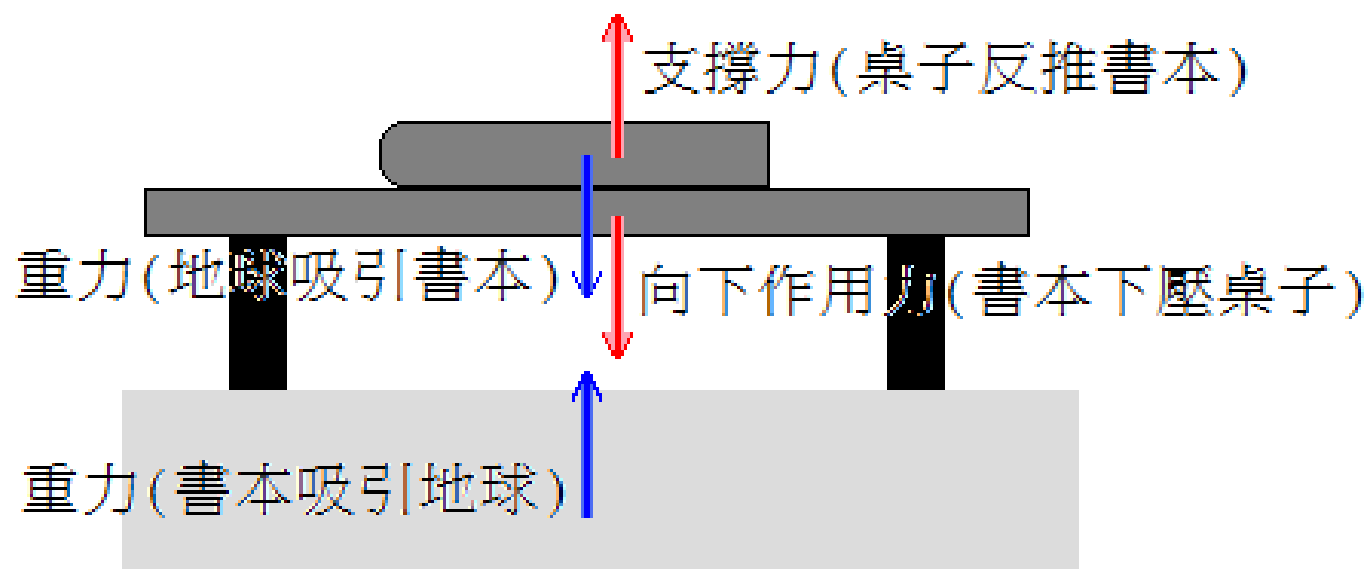
知識快遞

靜置於桌面上的物體，由兩力平衡的條件可知：桌面給物體的支撐力必等於物體的重量；另外由牛頓第三運動定律可知：物體壓桌子的力（作用力），必等於桌面給物體的支撐力（反作用力）。綜合以上所述，桌面給物體的支撐力和物體壓桌子的力，其大小都與物體的重量相等。

支撐力（反作用力）



物體壓桌子的力（作用力）

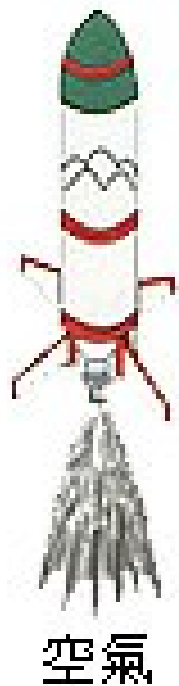


作用力與反作用力的應用

1. 游泳時須用手或腳撥水，手或腳對水施力，同時水給予身體反作用力，使身體前進或後退。
2. 划船時必須用槳撥水，槳對水施力，同時水給予槳反作用力，使船前進或後退。



3. 火箭及噴射機燒燃燃料後會噴出氣體，
利用噴出氣體所產生的反作用力升空。
4. 射出砲彈的砲身因為反作用力而後退，
此時的作用力亦稱為後座力



(作用力)
氣壓施力
火箭噴水



水分子反推
火箭前進
(反作用力)

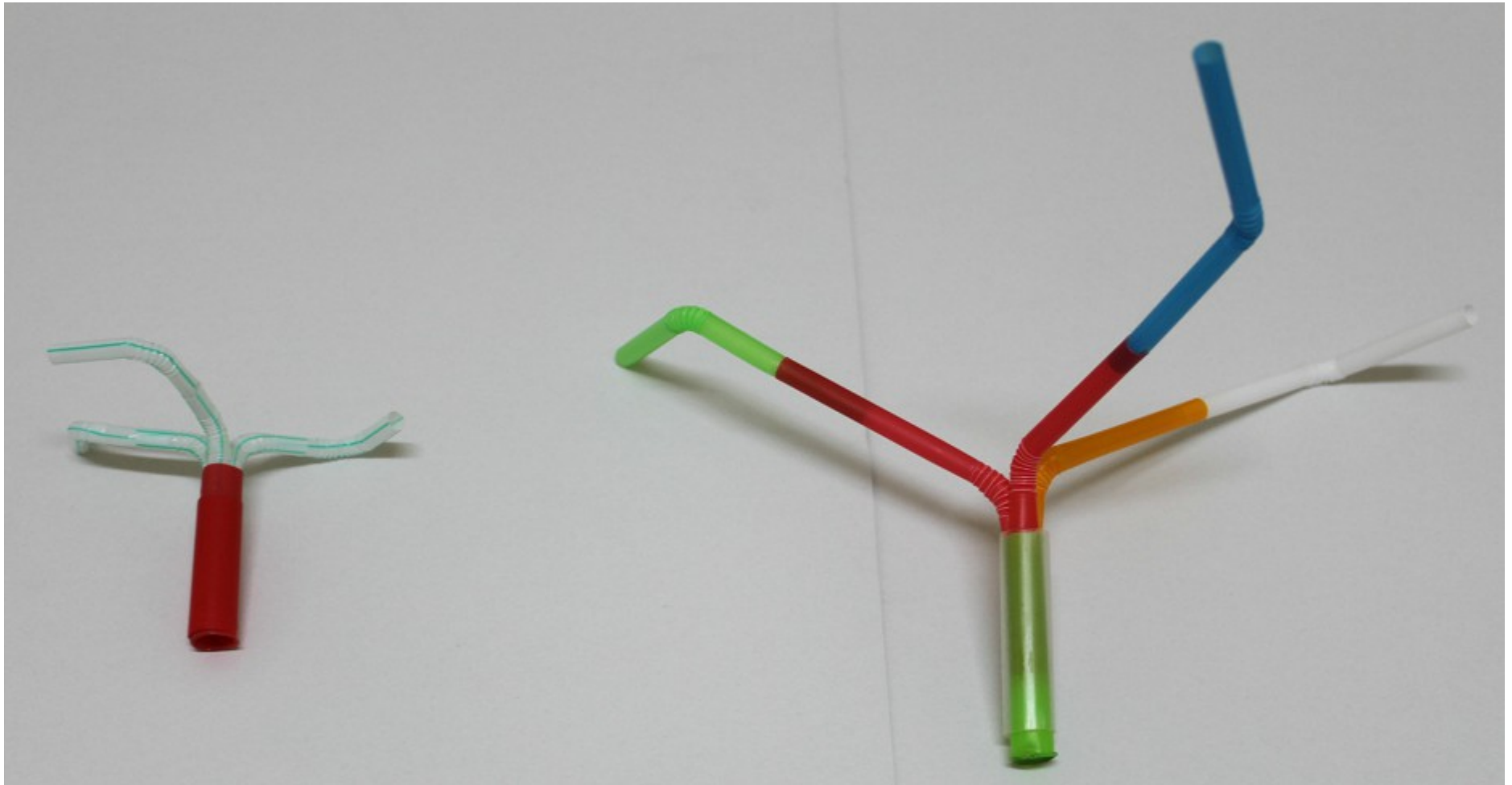


5. **烏賊**收縮充水腔室，迫使體內的**水**噴出體外，而使其推向相反方向。
6. **章魚**運用噴出體內的**水**所產生的反作用力使身體前進。
7. 賽跑時使用**起跑架**，**腳**蹬起跑架的力愈大，起跑架施予人的反作用力**愈大**。



牛頓第三運動定律的教具

吸管風車



牛頓第三運動定律的教具

水火箭



牛頓第三運動定律的活動

推牆壁、拔蘿蔔



例題一

講解：甲、乙二人同時互推，其推力甲為 4 kgw，乙為 3 kgw，則甲和乙所受的作用力為何？（甲和乙兩人互推對方的肩膀）



$$F_{\text{甲}} = \text{乙的推力} + \text{甲推乙的反作用力} \\ = 3 + 4 = 7(\text{kgw})$$

$$F_{\text{乙}} = \text{甲的推力} + \text{乙推甲的反作用力} \\ = 4 + 3 = 7(\text{kgw})$$

例題一

練習：若A、B兩人分別站在兩彈簧秤上，秤得A = 60 kgw，B = 30 kgw，如果A在B肩上垂直向下用10 kgw的力壓下，則A、B兩人腳下彈簧秤讀數各為多少？



$$W_A = \text{A的重力} + \text{B給A的反作用力} \\ = 60 + (-10) = 50 \text{ (kgw)}$$

$$W_B = \text{B的重力} + \text{A壓B的作用力} \\ = 30 + 10 = 40 \text{ (kgw)}$$

例題二

講解：如下圖，甲、乙兩物體靜置於光滑的水平面上，今施一水平推力F，使甲、乙同時產生 4 m/s^2 的加速度。

- (1) F的大小為 20 牛頓。
(2) 甲作用於乙的力，大小為 8 牛頓，方向為向 右。
(3) 乙作用於甲的力，大小為 8 牛頓，方向為向 左。

- (1) $F = ma = (3 + 2)4 = 20 \text{ (N)}$
(2) $F_{\text{甲乙}} = m_{\text{乙}} a_{\text{乙}} = 2 \times 4 = 8 \text{ (N)}$
(3) <法一> 由牛頓第三運動定律，

$$F_{\text{乙甲}} = -F_{\text{甲乙}}$$

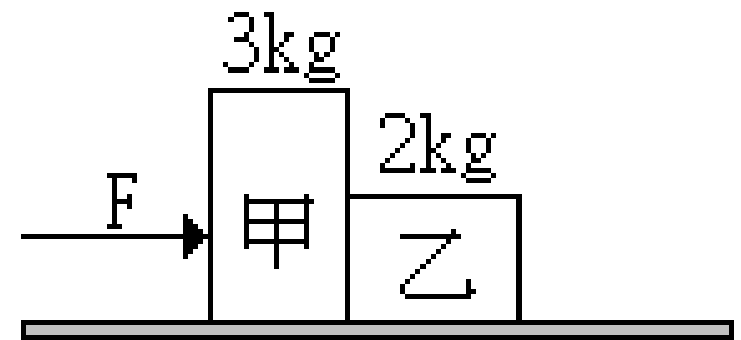
$$F_{\text{乙甲}} = -8 \text{ (N)}$$

- <法二> 由合力觀點(受力者為甲)，

$$F_{\text{合力}} = m_{\text{甲}} a_{\text{甲}}$$

$$20 + F_{\text{乙甲}} = 3 \times 4$$

$$F_{\text{乙甲}} = -8 \text{ (N)}$$



例題二

練習：甲、乙兩物體互相接觸，置於光滑的桌面上，今有水平力F作用在其上，如下圖；若甲物體質量為4公斤，乙物體質量為3公斤， $F=28$ 牛頓。

- (1) 整個裝置運動的加速度為 4m/s^2 。
- (2) 甲作用於乙之力的為 12 牛頓。
- (3) 乙作用於甲之力的為 12 牛頓。
- (4) 甲物體所受合力的大小為 16 牛頓。

$$(1) F = ma, a = F/m = 28/(3+4) = 4 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

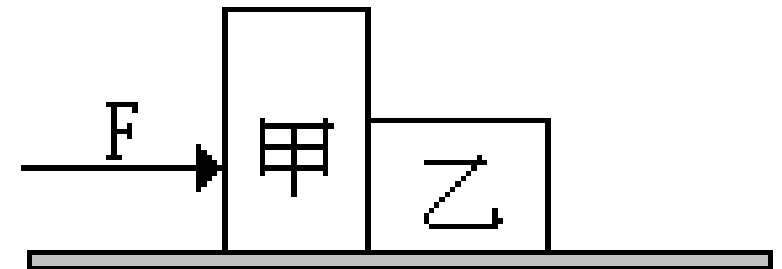
$$(2) F_{\text{甲乙}} = m_{\text{乙}} a_{\text{乙}} = 3 \times 4 = 12 \text{ (N)}$$

(3) 由合力觀點(受力者為甲)

$$F_{\text{合力}} = m_{\text{甲}} a_{\text{甲}}, 28 + F_{\text{乙甲}} = 4 \times 4,$$

$$F_{\text{乙甲}} = -12 \text{ (N)}$$

$$(4) F_{\text{合力}} = F + F_{\text{乙甲}} = 28 + (-12) = 16 \text{ (N)}$$



練習題

1. 下列何者為**火箭**前進所利用的原理？

(A)噴出的高速氣體，會減少空氣阻力

(B)噴出的氣體施力於空氣，
空氣給火箭反作用力

(C)噴出的氣體給火箭反作用力

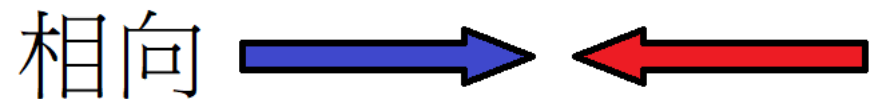
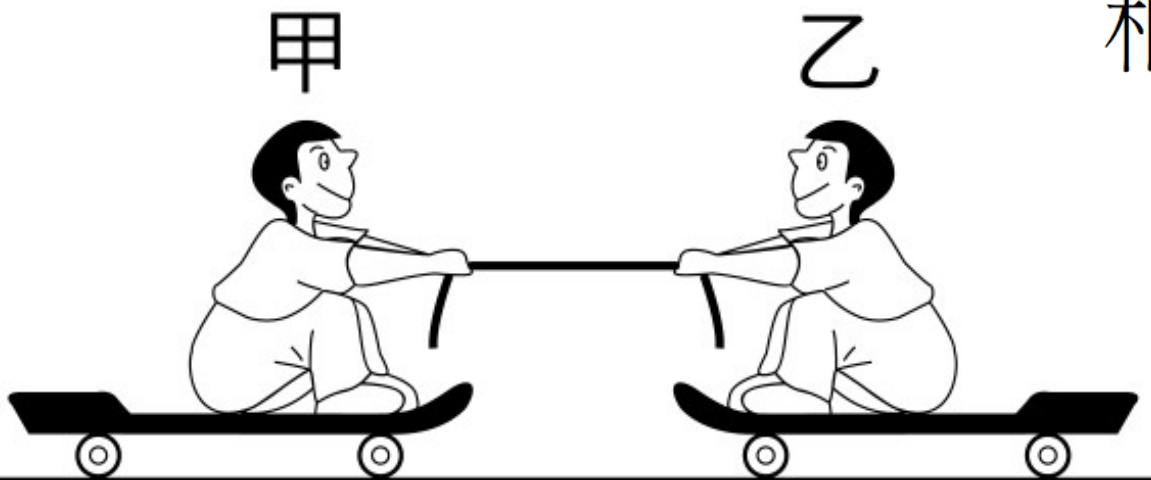
(D)噴出的氣體減少火箭重量，並產生浮力



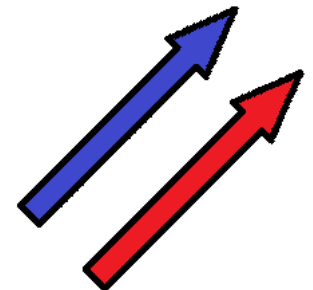
練習題

2.甲、乙兩人分別坐在滑板上，各握繩的一端，如圖所示，設滑板與水平地面間無摩擦力，當甲用力拉乙時，下列敘述何者正確？

- (A)甲靜止不動，乙向甲靠近
- (B)乙靜止不動，甲向乙靠近
- (C)甲、乙皆反向運動
- (D)甲、乙皆相向運動**



同向



練習題

3. 如果一塊石頭重400牛頓，而小偉用手以475牛頓之力將石頭向上舉起，則石頭給手的反作用力為何？

- (A) 75牛頓
- (B) 400牛頓
- (C) 475牛頓**
- (D) 875牛頓

作用力
(向上) = 475N

反作用力
(向下) = 475N



重力 (重量) = 400N

練習題

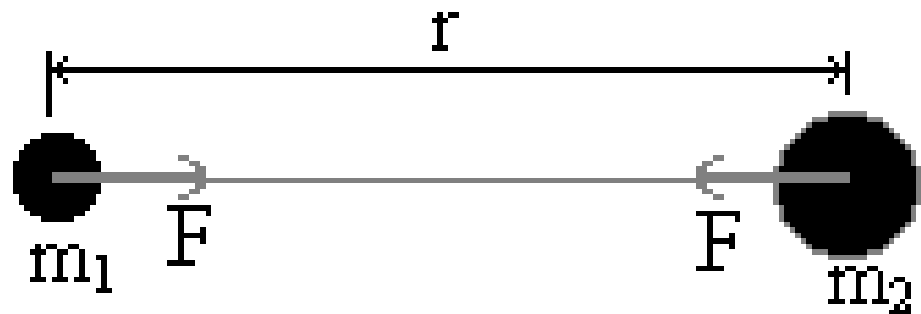
4. 假設火星上的重力加速度約為地球上的 10 倍，若地球對火星的萬有引力為 F ，則火星對地球的萬有引力為何？

(A) F

(B) $0.1F$

(C) $10F$

(D) $100F$



練習題

5. 雞蛋碰石頭後雞蛋破裂，其原因為何？

(A) 雞蛋受力較大

(B) 雞蛋所受壓力較大

(C) 兩者受力相等，

雞蛋破裂只因蛋殼比石頭脆弱

(D) 石頭質量較雞蛋大



練習題

6. 質量比為 2 : 1 的甲、乙兩人在光滑的平面上互推，甲用 40N 的力推乙，乙用 50N 的力推甲，則下列何者錯誤？

- (A) 甲、乙受力比為 5 : 4
- (B) 甲、乙由靜止所獲得的加速度比為 1 : 2
- (C) 甲、乙分開的速率比為 1 : 2
- (D) 當兩人互推分開後均向後退，此即為牛頓第三運動定律的現象



練習題

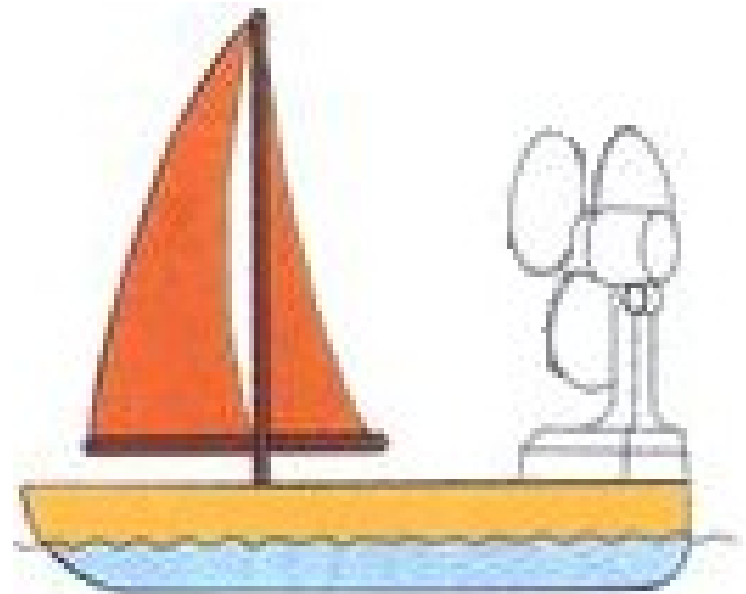
7. 下列哪一種作法無法使帆船加速航行？

(A) 在船尾加裝一臺大電風扇，
並使風扇吹向帆面

(B) 拿起船槳努力划

(C) 在船尾加裝一強力馬達

(D) 增加船帆的面積與數量

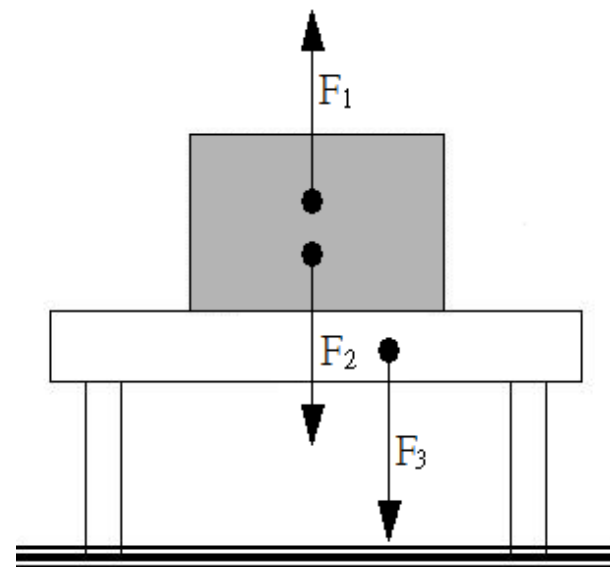


練習題

8. 如下圖， F_1 ：桌面對物體的支撐力，
 F_2 ：物體所受的重力，
 F_3 ：物體壓桌子的力。

則哪些力彼此之間會互相抵消？
哪些力互為作用力跟反作用力？

- (A) F_1 與 F_2 可以互相抵消，
 F_1 與 F_3 互為作用力跟反作用力
- (B) F_1 與 F_3 可以互相抵消，
 F_1 與 F_2 互為作用力跟反作用力
- (C) F_1 與 (F_2+F_3) 可以互相抵消，
不存在互為作用力與反作用力的情形
- (D) 不存在力可以互相抵消的情形，
 F_1 與 (F_2+F_3) 互為作用力與反作用力



練習題

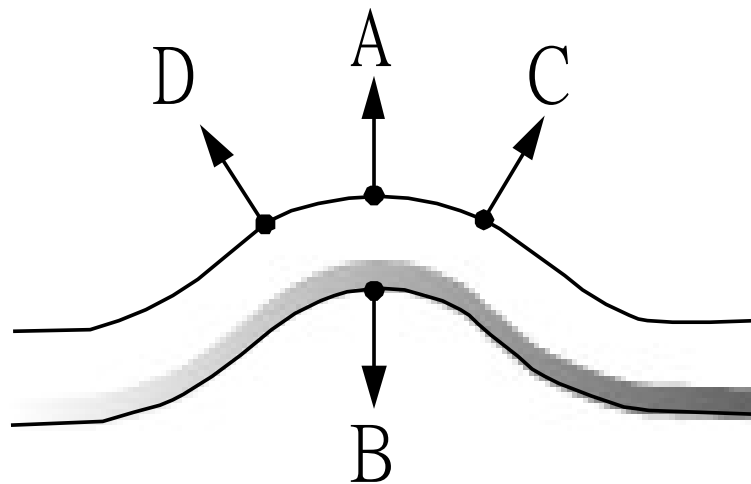
9. 有一長直水管，內部通有水流，如附圖（一），後來水管因破洞而噴水，水管變成附圖（二）的形狀，則水柱噴出的方向最可能是哪一方向？

(A) A

(B) B

(C) C

(D) D



練習題

10. 如附圖所示， $m_1 = 1 \text{ kg}$ ， $m_2 = 3 \text{ kg}$ ， $m_3 = 2 \text{ kg}$ ，受兩水平力之作用，其中 $F_1 = 30 \text{ 牛頓}$ ， $F_2 = 18 \text{ 牛頓}$ ，若不計摩擦力及阻力，且

F_{12} 為 m_1 作用於 m_2 的力， F_{21} 為 m_2 作用於 m_1 的力， F_{23} 為 m_2 作用於 m_3 的力， F_{32} 為 m_3 作用於 m_2 的力。請回答下列問題：

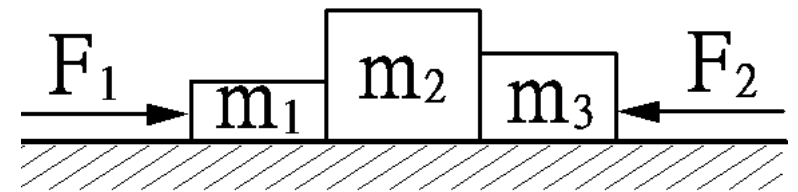
(1) 其大小關係為下列何者？

(A) $F_{12} > F_{21} > F_{23} > F_{32}$

(B) $F_{12} < F_{21} < F_{23} < F_{32}$

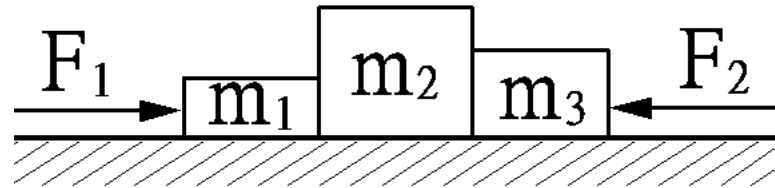
(C) $F_{12} = F_{21} > F_{23} = F_{32}$

(D) $F_{12} = F_{21} = F_{23} = F_{32}$



$$m_1 = 1 \text{ kg}, m_2 = 3 \text{ kg}, m_3 = 2 \text{ kg}$$

$$F_1 = 30 \text{ 牛頓}, F_2 = 18 \text{ 牛頓}$$



$$F = ma, a = F/m = \frac{30 - 18}{(1 + 3 + 2)} = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

以右方為正

$$(F_1 + F_{21}) = m_1 \times 2$$

$$30 + F_{21} = 1 \times 2, F_{21} = -28 \text{ (N)}$$

$$F_{12} = -F_{21} = 28 \text{ (N)}$$

$$(F_{23} + F_2) = m_3 \times 2$$

$$F_{23} + (-18) = 2 \times 2, F_{23} = 22 \text{ (N)}$$

$$F_{32} = -F_{23} = -22 \text{ (N)}$$

$$F_{12} = F_{21} > F_{23} = F_{32}$$

練習題

10. 如附圖所示， $m_1 = 1 \text{ kg}$ ， $m_2 = 3 \text{ kg}$ ， $m_3 = 2 \text{ kg}$ ，受兩水平力之作用，其中 $F_1 = 30 \text{ 牛頓}$ ， $F_2 = 18 \text{ 牛頓}$ ，若不計摩擦力及阻力，且

F_{12} 為 m_1 作用於 m_2 的力， F_{21} 為 m_2 作用於 m_1 的力， F_{23} 為 m_2 作用於 m_3 的力， F_{32} 為 m_3 作用於 m_2 的力。

請回答下列問題：

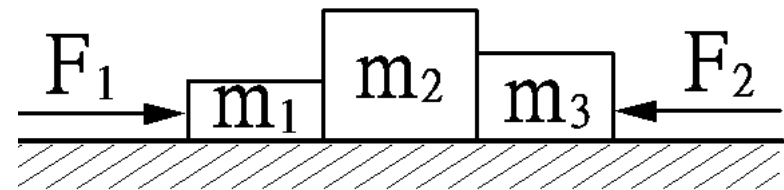
(2) 若 F_2 增加為 30 牛頓 ，且 m_1 ， m_2 ， m_3 以 1 m/s 向右作等速度運動，則其大小關係為：

(A) $F_{12} > F_{21} > F_{23} > F_{32}$

(B) $F_{12} < F_{21} < F_{23} < F_{32}$

(C) $F_{12} = F_{21} > F_{23} = F_{32}$

(D) $F_{12} = F_{21} = F_{23} = F_{32}$



練習題

12. 下列物理現象各為：

- (a) 搖動果樹，使成熟的果實掉落。
- (b) 人能舉物，但不能舉自己。
- (c) 車子煞車時，仍會向前滑行。
- (d) 草皮上的灑水器灑水時，會不停地轉動。
- (e) 蘋果靜置於水果盤內。
- (f) 射擊時，槍托要抵緊肩窩。
- (g) 小朋友溜滑梯。
- (h) 皮球撞到牆壁時會反彈。
- (i) 龍舟比賽，選手滑槳使船前進。
- (j) 抖動衣服，甩掉衣服上的灰塵。
- (k) 工程施工不慎，鋼筋從高處墜落。



試問：

- (1) 屬於牛頓第一運動定律的是 a、c、e、j ○
- (2) 屬於牛頓第二運動定律的是 g、k ○
- (3) 屬於牛頓第三運動定律的是 b、d、f、h、i ○

The End