



第

1

單元

直線運動

1-1

時

間

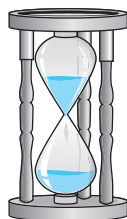
〈學習內容〉

學習內容 Ea-IV-1 時間、長度、質量等為基本物理量，經由計算可得到密度、體積等衍伸物理量。

1. 計時工具：日晷、碼錶、單擺等具有規律性的變化可以用來測量時間，而脈搏跳動有可能受到運動或情緒的影響，會有不規律的變化，較不適合作為客觀的測量工具。



燃燒線香



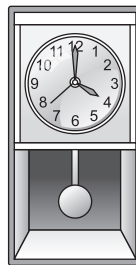
沙漏



日晷



鐘



2. 時間單位：

(1) 秒：1967 年起，國際間根據銨原子鐘為標準訂定。

(2) 時間換算：1 天 = 24 小時 = 1440 分 = 86400 秒。 (平均太陽日)

3. 單擺：

(1) 單擺：以一細線懸掛一重物於某固定點，使重物可以規律性的做來回擺動的裝置，稱為單擺。

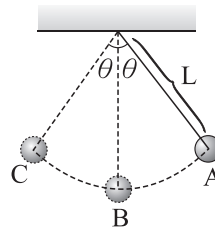
(2) 單擺的構造：如右圖

① 擺錘：細繩下端懸掛的重物。

② 擺長：細繩長度 L 即為擺長。

③ 擺角：單擺離鉛垂線擺動的幅度 θ 即為擺角，擺角一般不超過 10° 。

④ 若由 A 點出發，來回擺動一次的路徑為 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 。



(3) 單擺實驗：下表為某人做了甲、乙、丙、丁、戊五次單擺實驗的數據

實驗	擺長 (cm)	擺角 ($^\circ$)	擺錘質量 (g)	擺動十次時間 (秒)
甲	100	10	100	20.1
乙	100	8	100	20.3
丙	60	10	100	15.8
丁	60	8	100	15.7
戊	60	10	50	15.8

$$T \propto \sqrt{L}$$

成正比

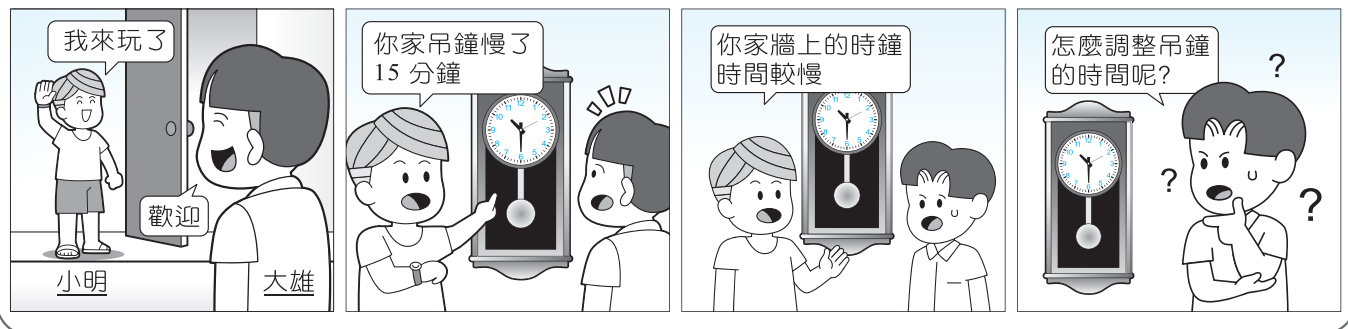
$$(公式) T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

g : 重力加速度 (9.8)

(4) 說明：

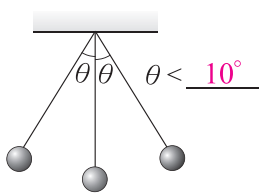
- ① 由甲乙或丙丁這兩組實驗可知週期大小和擺角無關。
- ② 由甲丙實驗可知擺長愈長、週期愈大。
- ③ 由丙戊實驗可知週期和擺錘質量無關。
- ④ 週期 = 擺動時間 ÷ 擺動次數。(T)
- ⑤ 由實驗的結果可知單擺週期和擺長有關，和擺錘質量及擺角無關。

自然小劇場



觀念一把罩

1. 單擺進行小角度的擺動時，單擺來回擺動一次所需的時間和擺長有關，和擺角及擺錘質量的大小無關。
2. 單擺的擺長愈長，其週期愈大。



觀念推與敲

將對的圈起來

1. 科學家(伽利略，赫茲)發現單擺的等時性。
2. (1) 單擺的週期與(擺長長度，擺錘質量)有關。
(2) 單擺擺動太快，則需(增加，減少)擺長長度，單擺的週期和擺長成(正相關，逆相關)。

應用練習

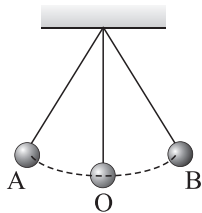
- (C) 1. 怡晴、怡欣、怡汝三人各用長 100 公分之繩子作單擺實驗，但其擺錘質量各重 20 克、30 克、40 克，設所測週期各為 T_1 、 T_2 、 T_3 ，則三者之大小關係為何？
(A) $T_1 > T_2 > T_3$ (B) $T_1 < T_2 < T_3$ (C) $T_1 = T_2 = T_3$ (D) 不能比較
1. 週期和擺錘質量無關，和擺長有關。
- (A) 2. 一單擺擺長 25cm，擺錘質量 25g，來回擺動 30 次時需時 30 秒，若擺長不變，擺錘質量改為 50g，擺動 20 次時需時多少？
(A) 20 秒 (B) 10 秒 (C) 5 秒 (D) 資料不足，無法預測
2. 週期為 $30 \div 30 = 1$ (秒/次)，擺錘質量不影響週期，故擺動 20 次需 20 秒。
- (B) 3. 從下列哪一個實驗，可測得單擺週期和擺長的關係？
(A) 固定擺長，改變擺錘的質量，測量小角度擺動 10 次所需時間
(B) 固定擺錘的質量，改變擺長，測量小角度擺動 10 次所需時間
(C) 同時改變擺長、擺錘質量，但固定兩者乘積，測量小角度擺動 10 次所需時間
(D) 同時改變擺長、擺錘質量，但固定兩者比值，測量小角度擺動 10 次所需時間



- (A) 1. 有甲、乙兩單擺，在相同的時間內甲擺動 9 次，乙擺動 4 次，則兩者的週期比為何？
- (A) 4 : 9 (B) 2 : 3 (C) 9 : 4 (D) 3 : 2

頻率 9:4
週期 4:9

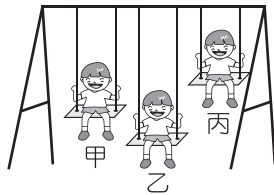
- 基(D) 2. 單擺實驗中，當擺錘由右圖中 A 點釋放，其擺動一次的路徑應為何？
- (A) A→O→B (B) A→O→B→O
(C) A→B→A→B (D) A→O→B→O→A



- 基(C) 3. 能隨時間顯示規律變化的工具，可以作為計時器，下列何者最不適合作為測量時間的工具？
- (A) 竿影 (B) 單擺擺動 (C) 杯水的蒸發 (D) 沙漏

- (C) 4. 體重相等的甲、乙、丙三人玩高矮不同的秋千，如右圖所示，當擺盪角度相同時，哪一人的秋千來回擺盪一次所需的時間最短？
- (A) 甲 (B) 乙
(C) 丙 (D) 三人所需的時間一樣長

素養題

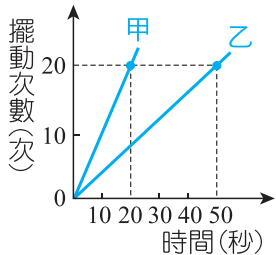


4. 擺長愈短週期愈小

- 基(B) 5. 右圖為甲、乙兩單擺的擺動次數與時間關係圖。關於甲、乙兩單擺的週期，下列何者正確？
- (A) 甲的週期是 1.0 秒，乙的週期是 3.0 秒
(B) 甲的週期是 1.0 秒，乙的週期是 2.5 秒
(C) 甲的週期是 2.0 秒，乙的週期是 0.4 秒
(D) 甲的週期是 3.0 秒，乙的週期是 2.5 秒

判斷方法

越靠近時間軸的斜線，週期越大



$T_乙 > T_甲$

5. 甲的週期是 20 秒 / 20 次 = 1 秒 / 次；乙的週期是 50 秒 / 20 次 = 2.5 秒 / 次。

- 精(B) 6. 小彤研究單擺的運動，其實驗數據如下表所示，則根據資料可得到下列哪一個推論？

擺長 (cm)	擺錘質量 (g)	擺角 (度)	擺動 15 次所需時間 (秒)
100.0	60.0	2	30.1
100.0	60.0	3	29.8
100.0	60.0	4	30.3
100.0	60.0	5	29.9

- (A) 擺動週期與擺長無關 (B) 擺角介於 2~5 度時，擺動週期與擺角無關
(C) 擺動週期與擺錘質量無關 (D) 擺動週期與擺長、擺錘質量及擺角皆有關

6. 此實驗只有改變擺角

請閱讀下列敘述後，回答 7.～ 9.題

麗夏做單擺實驗，並將實驗的結果記錄如下表。

實驗編號	擺長 (cm)	擺錘質量 (g)	擺角 (度)	擺動 10 次的時間 (秒)
第 1 次	100	10	10	20
第 2 次	100	10	7	20
第 3 次	25	10	10	10

- (A) 7. 第 1 次及第 2 次實驗中，哪些是控制變因？(甲) 擺長；(乙) 擺錘質量；(丙) 擺角。
(A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 甲丙 (D) 甲乙丙
- (C) 8. 根據第 1 次及第 2 次實驗的結果可知，下列哪一項推論是正確的？
(A) 單擺的週期與擺長的長度有關 (B) 單擺的週期與擺錘的質量無關
(C) 單擺的週期與小角度的擺角之大小無關 (D) 單擺的週期與擺錘質量成正比
- (D) 9. 第 3 次實驗中，單擺的擺動週期為何？
(A) 20 秒 (B) 10 秒 (C) 2 秒 (D) 1 秒

9. $10 \div 10 = 1$ (秒/次)

請閱讀下列敘述後，回答 10.～ 11.題

鋼鐵人、美國隊長跟浩克想要了解單擺擺動的相關特性，做了一連串的單擺實驗，右表為三人測量單擺擺動時間的實驗紀錄結果。

編號	1	2	3	4
擺錘質量 (克)	20	20	40	20
擺長 (公分)	75	75	75	25
擺角 (度)	10	7	10	10
擺動 10 次時間 (秒)	17.5	17.6	17.4	10.1

- (C) 10. 關於這項實驗的設計，三個人各有不同的見解：
鋼鐵人：「第 1 組實驗跟第 2 組實驗的不同處為擺角。」
美國隊長：「第 1 組實驗與第 3 組實驗的控制變因僅為擺角」還有擺錘質量
浩克：「第 1 組實驗與第 4 組實驗的操縱變因僅為擺長。」
誰的敘述是正確的？ 10. 實驗組跟對照組間僅有一組操縱變因，其他均為控制變因，實驗所觀察的結果為應變變因。第 1 組跟第 3 組實驗的控制變因為擺長跟擺角。
(A) 鋼鐵人、美國隊長 (B) 美國隊長、浩克 (C) 鋼鐵人、浩克 (D) 三者均正確
- (A) 11. 關於這項實驗的實驗結果，下列推論何者錯誤？
(A) 單擺週期主要受擺錘質量影響
(B) 擺長是主要影響單擺週期的因素
(C) 在小角度的擺動中，角度的變化幾乎不會影響單擺週期
(D) 測量擺動 10 次所需的時間是因為測量上的便利性及準確性
11. 此實驗中，擺錘質量大小對單擺週期幾乎無影響。

1-2

位置與位移

學習內容

學習內容 Eb-IV-8 距離、時間及方向等概念可用來描述物體的運動。

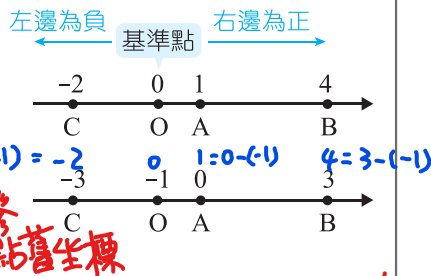
1. 位置：

(1) 選一基準點（參考點）來說明其他物體相對於此參考點的距離和方向。

(2) 表示法：

① 直線座標：通常以 0 為基準點，以基準點右邊為正，左邊為負。

② 若參考點改變，各物體間的距離及相對位置不變。

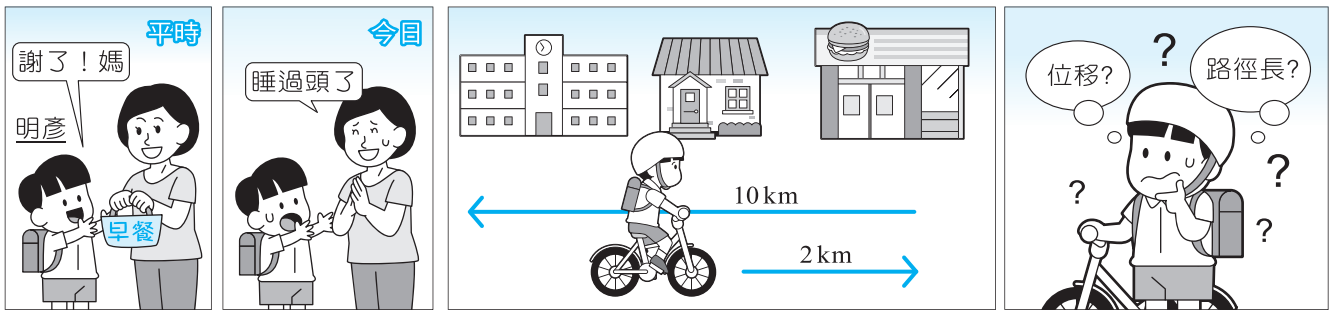


2. 位移和路徑長（或路程）：

	位移 ^{「終點-起點」的直線距離}	路徑長 ^{走過的都算 (包括折返)}
定義	最終位置與最初位置的直線距離	物體走過的路線總長度
特性	(1) 位移大小：最終位置與最初位置的直線距離 方向：起點指向終點 (2) 位移方向：由最初位置指向最終位置的方向即為位移方向（有方向性）	(1) 路徑長大小：運動路線的總長度 (2) 方向性：物體的運動不一定為直線，故路徑長無方向性

例：操場一圈 300m，小董跑了操場三圈整，路徑長為 300m × 3 = 900m，位移為 0m。

跑操場一圈 自然小劇場 路徑 = 200m, 位移 = 0m



觀念一把罩

1. 描述一個物體位置時須建立參考點。

例如



此圖是以 家 為參考點

2. 路徑長大小 ≥ 位移的大小。

3. 若直線運動且方向不變，則路徑長大小 = 位移的大小。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 質點移動時所經過的軌跡長度 (L) 稱為 (路徑長、位移)。

把物質當作一點

2. 質點位置的變化，稱為 (路徑長、位移)。

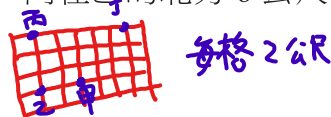
坐標 (直線距離)

3. 路徑長 (有、無) 方向性，位移 (有、無) 方向性。

應用練習

- (D) 1. 甲、乙、丙、丁四人靜立於操場，乙在甲的西方4公尺處，丙在乙的北方6公尺處，丁在丙的東方10公尺處，則甲在丁的哪個方向？

(A) 東南方 (B) 西北方 (C) 東北方 (D) 西南方

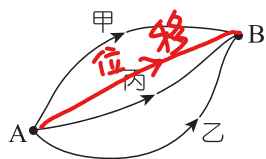


- (C) 2. 甲、乙、丙三人沿不同的路徑由A地至B地，如右圖所示，則三人的位移大小關係為何？

(A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 < 乙 < 丙

(C) 甲 = 乙 = 丙 (D) 乙 > 丙 > 甲

2. 三人皆由A移動至B，故位移均相同。

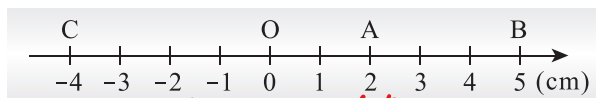


- (A) 3. 阿飛沿半徑100公尺的圓形操場跑一圈，其位移大小為多少公尺？

(A) 0 (B) 100 (C) 200 (D) 314

3. 繞一圈後，終點為起點，位移為0。

- (B) 4. 有隻螞蟻由右圖中的A點爬到B點，再由B點爬到C點，則螞蟻的位移與路徑長各為多少公分？



(A) 位移6公分，路徑長6公分 (B) 位移-6公分，路徑長12公分

(C) 位移12公分，路徑長6公分 (D) 位移6公分，路徑長12公分

4. 位移： $(-4) - 2 = -6$ (cm)；路徑長： $(5 - 2) + [5 - (-4)] = 3 + 9 = 12$ (cm)

有方向性(向右為正, 向左為負)



國道一北上



- (D) 1. 右圖為高速公路旁的交流道指示牌，下列敘述何者錯誤？

素養題

(A) 數字的大小是代表路徑長

(B) 路標並沒有顯示嘉義交流道在大林交流道的南方

(C) 嘉義交流道與大林交流道之間的路徑長為14公里

(D) 路標所標示的數字是以嘉義交流道為參考點

1. (D) 以指示牌的位置為參考點

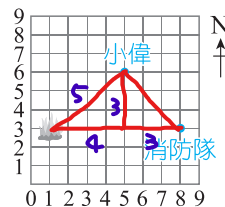
- (D) 2. 小偉發現森林大火，打電話通知消防隊救火，若其位置如右坐標圖所示，每一格的距離為100公尺，則下列敘述何者錯誤？

(A) 小偉距離森林大火500公尺

(B) 消防隊在森林大火的東方700公尺

(C) 小偉在消防隊的西北方 $300\sqrt{2}$ 公尺處 $\sqrt{(300)^2 + (300)^2}$

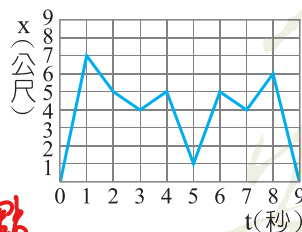
(D) 若改以森林大火處的坐標為(0, 0)，則小偉的坐標為(3, 4)



- (D) 3. 右圖是甲車在直線道路上位置(x)與時間(t)的關係圖，下列敘述何者正確？

(A) 0~1秒時前進了8公尺 (B) 1~2秒時折返3公尺

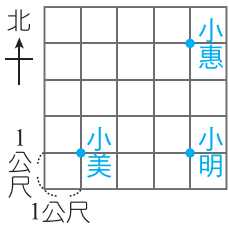
(C) 第5秒時距離原點2公尺 (D) 0~9秒全程的位移為0



回到起點

(C) 4. 小惠、小明、小美三個人的位置，如右圖所示。下列對小惠位置的描述，何者正確？

- (A) 小惠在北方 4 公尺處
- (B) 小惠在東北方 4 公尺處
- (C) 小惠在小美東北方約 4.2 公尺處
- (D) 小惠在小明北方 4 公尺處



$$\sqrt{3^2 + 3^2} = 3\sqrt{2}$$
$$= 3 \times 1.414$$
$$= 4.242$$

4. (A)(B) 無基準點；(D) 小惠在小明北方 3 公尺處。

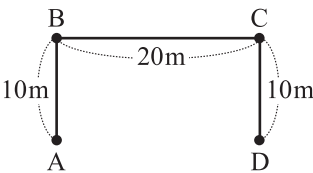
(C) 5. 甲、乙、丙三人騎腳踏車沿筆直的公路向東前進，0 至 5 秒期間距離出發點的位置和時間的關係記錄如右表所示，則在第 4 秒和第 5 秒之間，何者的路徑長最大？

時間 (秒)	0	1	2	3	4	5
甲位置 (公尺)	0	5	10	10	10	10
乙位置 (公尺)	0	2	4	6	8	10
丙位置 (公尺)	0	3	6	9	12	15

- (A) 甲 (B) 乙
- (C) 丙 (D) 三者相同

(C) 6. 如右圖所示，阿福由 A 點出發經 B 點、C 點至 D 點，則阿福之位移為何？

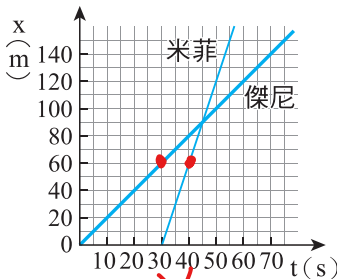
- (A) 20 公尺向左 (B) 40 公尺向左
- (C) 20 公尺向右 (D) 40 公尺向右



A→D 的直線距離
加“方向”

6. 阿福之路徑長為 40m，位移為 20m 向右。

(A) 7. 米菲和傑尼在筆直的道路進行賽跑，右圖是比賽中兩者的位置 (x) 與時間 (t) 關係圖。凱蒂在他們比賽的跑道旁觀看，她觀測到傑尼跑過她面前，再經過 10s，米菲才通過她面前。若凱蒂沒有改變過她所站立的位置，則凱蒂觀賽的位置應為下列何者？



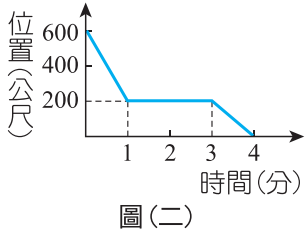
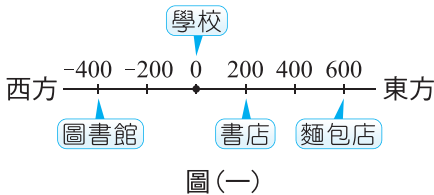
- (A) x = 60m (B) x = 70m
- (C) x = 110m (D) x = 120m

【111 國教會考補考】

7. x = 90m 時兩人同時通過，之後米菲會比傑尼快，故凱蒂不可能站在大於 90m 的位置，刪(C)(D)。(A) 若凱蒂在 60 公尺處觀賽，傑尼在 30 秒時通過，米菲在 40 秒時通過，符合題目敘述；(B) 若凱蒂在 70 公尺處觀賽，傑尼在 35 秒時通過，米菲約在 42.5 秒時通過。

請閱讀下列敘述後，回答 8.~9.題

一直線道路上各建築物的位置如右圖(一)所標示，今小魯以學校為原點，東方為正，他的位置與時間關係如右圖(二)。



- (D) 8. 小魯的出發點在何處？
(A) 圖書館 (B) 學校 (C) 書店 (D) 麵包店
- (A) 9. 小魯行經路線中，不包含下列哪一地點？
(A) 圖書館 (B) 學校 (C) 書店 (D) 麵包店



速率與速度

〈學習內容〉

學習內容 Eb-IV-8 距離、時間及方向等概念可用來描述物體的運動。

1. 速率：

- (1) 定義：物體運動的快慢程度，**沒有方向性**。
- (2) 速率的單位：公分／秒（cm/s）、公尺／秒（m/s）、公里／小時（km/hr）。
- (3) 平均速率：單位時間內所經過的路徑長來表示物體運動的快慢，稱為平均速率。
- (4) 平均速率 = $\frac{\text{路徑長}}{\text{時間間隔}}$
- (5) 瞬時速率：物體在運動過程中極短時間內的快慢程度。

例：高速公路上最高和最低速限其數字指的就是瞬時速率。

- (6) 當時間間隔趨近於 0 時，此時的平均速率可當作該時刻的瞬時速率，瞬時速率簡稱為速率。

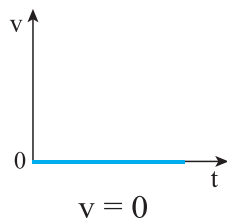
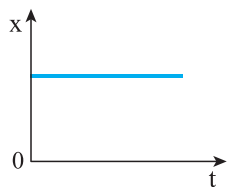
2. 速度：

- (1) 定義：物體運動的快慢程度及方向，**具有方向性**，須標明物體的前進方向。
- (2) 速度的單位：公分／秒（cm/s）、公尺／秒（m/s）、公里／小時（km/hr）。
- (3) 平均速度：單位時間內所經過的位移來表示物體運動的快慢，稱為平均速度。
- (4) 平均速度 = $\frac{\text{位移}}{\text{時間間隔}}$ ， $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- (5) 瞬時速度：物體運動中某一瞬間的快慢與方向。

3. 等速度運動：

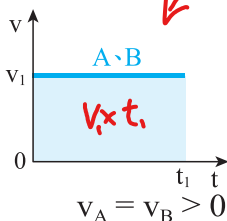
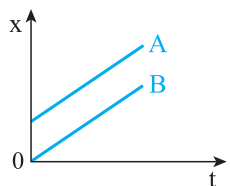
- (1) 定義：在運動過程中，運動體運動快慢和方向始終不變。
- (2) **等速度運動的過程必為直線**，故又稱為等速度直線運動。
- (3) 物體運動狀況的關係圖：

① 靜止不動（ $v = 0$ ）：



x-t 圖形水平線即運動體是靜止狀態

② 等速度運動（ $v > 0$ ）：

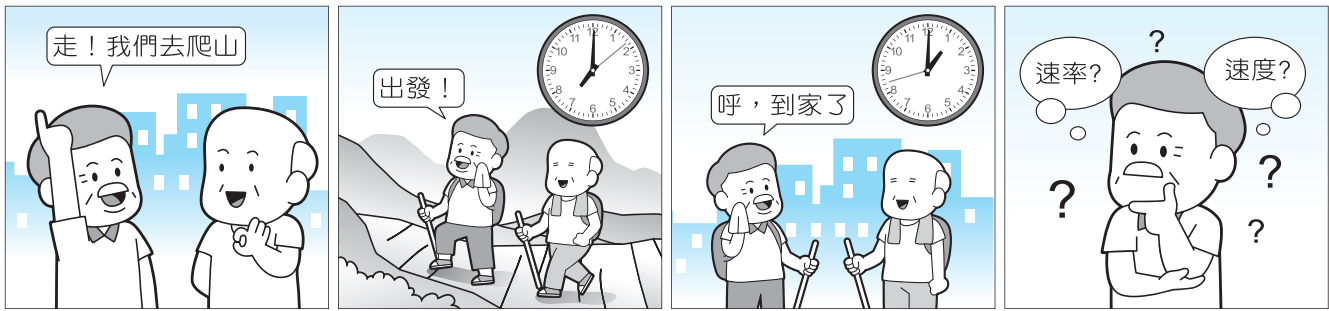


v-t 圖形涵蓋面積即為運動體的位移（設向東為正，運動方向均向東）

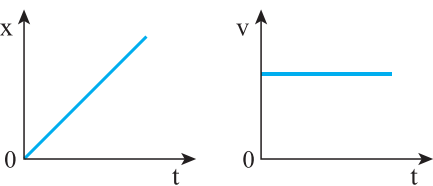
V-t 圖面積法求距離
圖中 v_1 直線和 t 軸所夾面積 = 距離

距離 = 速度 × 時間
 $S = V \times t$

自然小劇場



觀念一把罩

1. 速率和速度的常用單位為 cm/s 和 m/s 。
2. 
圖形表示物體做 等速度 運動。
3. 速率 可以表示物體運動的快慢，但不能表示物體運動的方向。

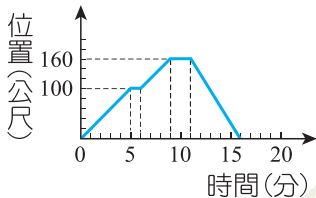
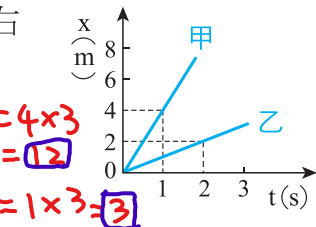
觀念推與敲

將對的圈起來

1. 路徑長／時間間隔為（平均速率，平均速度），位移／時間間隔為（平均速率，平均速度）。
2. 質點在進行直線運動時，若方向與快慢始終保持不變，則稱為（等速度，等速率）運動。
3. 等速度運動（一定，不一定）是等速率運動，等速率運動（一定，不一定）是等速度運動。

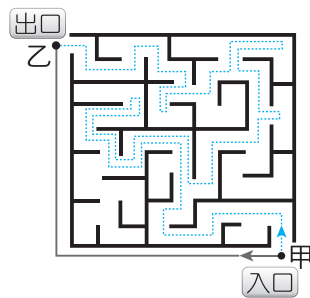
應用練習

- (D) 1. 沿直線運動的甲、乙兩質點，其位置 x 與時間 t 的關係如右圖所示，當 $t=3$ 秒時，甲、乙相距多少公尺？
 $12-3=9$
(A) 0 公尺 (B) 3 公尺
(C) 6 公尺 (D) 9 公尺
 $V_甲 = \frac{\Delta x}{t} = \frac{4}{1} = 4$ $\Delta x_甲 = 4 \times 3 = 12$
 $V_乙 = \frac{2}{2} = 1$ $\Delta x_乙 = 1 \times 3 = 3$
- (D) 2. 冠宇在長 25 公尺的游泳池中，游到對面後再折返游回到原出發點，全程共游了 50 公尺，費時 50 秒，則下列敘述何者正確？
(A) 全程的位移為 50 公尺 (B) 去程 的平均速度為 +1 公尺／秒
(C) 回程 的平均速度為 -1 公尺／秒 (D) 全程的平均速度為 0 公尺／秒
2. (A) 位移為 0；(B)(C) 無法確定。
- (B) 3. 小華上街購物，所經歷的位置與時間的關係如右圖。關於整個路程的敘述，下列何者錯誤？
(A) 小華共走了 320 公尺
(B) 小華的整個過程平均速度為 20 公尺／分
(C) 小華共停了 2 次
(D) 小華在 10 分鐘之後的位置愈來愈靠近出發點





- (C) 1. 爺爺帶阿鵬到遊樂園走迷宮，他們同時由入口處的甲點出發，虛線是阿鵬在迷宮中行進的路線，實線是爺爺走迷宮外圍到出口處所行進的路線，如右圖所示。若 10 分鐘後，他們兩人同時到達出口處的乙點位置，則下列有關兩人由甲點到乙點的敘述何者正確？



- (A) 路徑長：兩人相同 (B) 位移：阿鵬大於爺爺
(C) 平均速率：阿鵬大於爺爺 (D) 平均速度大小：阿鵬大於爺爺
1. (A) 阿鵬較大；(B)(D) 二人相同。

- (C) 2. 臺中世貿附近在蓋一棟大樓，此大樓利用升降機來載運材料跟工具，當升降機爬升至 48 公尺高的頂樓後會立刻下降返回原地，若爬升的平均速度大小為 6 公尺／秒，下降的平均速度大小為 8 公尺／秒，則此升降機升降一趟共需幾秒？

- (A) 6 秒 (B) 8 秒 (C) 14 秒 (D) 48 秒

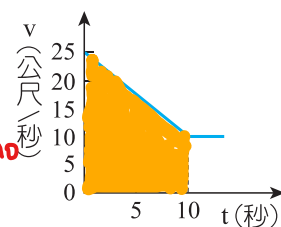
$$2. \frac{48}{6} + \frac{48}{8} = 8 + 6 = 14 \text{ (秒)}。$$

- (B) 3. 某車在筆直的公路上行駛，速度由 25m/s 開始減速，其車速與時間關係如右圖所示，則在 0~10 秒內，此車共行駛多少距離？

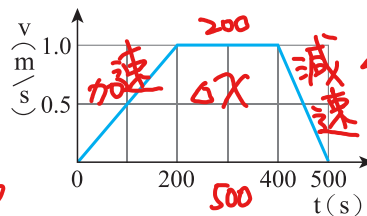
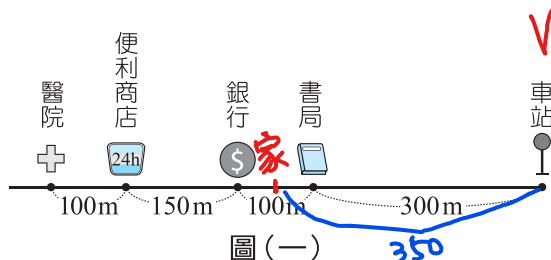
- (A) 250m (B) 175m (C) 25m (D) 10m

距離 = 面積 = $\frac{10+25}{2} \times 10 = 175$

$$3. S = \frac{10+25}{2} \times 10 = 175 \text{ (m)}$$



- (B) 4. 志興家和車站位於同一條筆直的馬路上，這條路上有書局、銀行、便利商店、醫院，其距離關係如圖(一)所示。若圖(二)為志興由家門前出發走直線到車站的速率 (v) 和時間 (t) 關係圖，他在 t = 0s 時出發，t = 500s 時到達車站，且過程中不回頭走重複路線，則志興家的位置最可能坐落於何處？ 【109 國教會考】



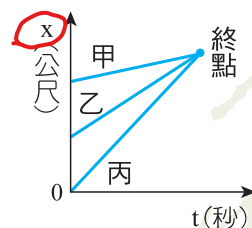
- (A) 車站與書局之間 (B) 書局與銀行之間
(C) 銀行與便利商店之間 (D) 便利商店與醫院之間

4. v-t 圖線段下方的面積為位移，知志興的位移大小 = $(200 + 500) \times 1 \div 2 = 350 \text{ (m)}$ ，車站往回推 350m 的位置落在(B)書局與銀行之間。

- (C) 5. 如右圖所示，甲、乙、丙三人分別在不同起點以不同的交通工具沿一直線前進，試問當三人同時通過終點時，何者速度較快？

- (A) 甲 (B) 乙
(C) 丙 (D) 一樣快

5. x-t 圖中，斜直線斜率愈大，表示其速度愈快。



越陡的線 表示速度越快

- 基(C) 6. 一隻小螞蟻沿一東西向的直線爬行，小螞蟻的位置和時間之紀錄如右表，則下列敘述何者正確？

時間 (秒)	0	1	2	3	4	5
位置 (公分)	0	3	3	5	3	0

- (A) 0~5 秒間，小螞蟻做等速度運動
 (B) 1~3 秒間，小螞蟻的平均速度為 2 公分/秒
 (C) 0~5 秒間，小螞蟻的平均速度為 0 公分/秒
 (D) 1~4 秒間，小螞蟻的平均速度為 2 公分/秒

$$\frac{5-3}{3-1} = 1$$

$$6. (B) \text{ 平均速度} = \frac{5}{3} \approx 1.67 \text{ (cm/s)} ;$$

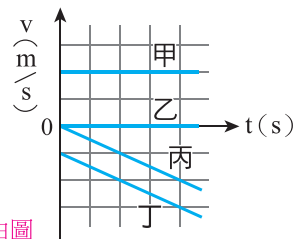
$$(D) \text{ 平均速度} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ (cm/s)} .$$

- 基(D) 7. 電影「移動世界 (Jumper)」中描述一個具有瞬間移動能力的移動人 (jumper) 大衛的故事。所謂瞬間移動就是指來往兩地所經過的路徑長為 0，若移動人以瞬間移動來往任意距離的兩地均只需要 0.01 秒。某天住在 12 樓的大衛想去找位在 1 樓大樓管理員領取代收的包裹，1 樓到 12 樓高度差為 40 公尺，已知大樓的電梯每秒可以升降 1 公尺，則下列敘述何者正確？

- (A) 大衛搭電梯抵達 1 樓的路徑長跟使用瞬間移動抵達 1 樓的路徑長相同，所以兩種方式的平均速率相同 (B) 大衛搭電梯抵達 1 樓的位移跟使用瞬間移動抵達 1 樓的位移相同，所以兩種方式的平均速度相同 (C) 大衛使用瞬間移動抵達 1 樓，其平均速率為 4000 公尺/秒 (D) 大衛搭電梯抵達 1 樓，其平均速度大小為 1 公尺/秒

7. (A) 搭電梯路徑長為 40m，瞬移路徑長為 0m；(B) 位移相同，但花費時間不同，故平均速度不同；(C) 平均速率 = 路徑長 ÷ 時間 = 0 ÷ 0.01 = 0 (m/s)。

- 基(D) 8. 在筆直的道路上有甲、乙、丙、丁四輛車，右圖為四車的速度 (v) 與時間 (t) 關係圖。若 t = 0s 時，四車位於同一位置，則有關 t > 0s 車輛間距離的敘述，下列何者正確？



- (A) 甲、乙兩車的距離保持不變
 (B) 丙、丁兩車的距離保持不變
 (C) 甲、丙兩車的距離愈來愈近
 (D) 乙、丁兩車的距離愈來愈遠

【111 國教會考】

8. v-t 圖線下所圍的面積為位移大小，由圖可知，甲：等速（正方向）、乙：靜止於出發點、丙：等加速度運動（初速度為 0，加速度為負，往負方向移動）、丁：等加速度運動（初速度為負，加速度為負，往負方向移動）。利用 v-t 圖所圍的面積判斷：(A) 甲、乙之間距離愈來愈遠；(B) 丙、丁之間距離愈來愈遠；(C) 甲、丙之間距離愈來愈遠；(D) 乙、丁之間距離愈來愈遠，故選(D)。

- 基(C) 9. 智耀在筆直的跑道上折返跑，他從 P 點起跑，其路徑為 P→Q→P→Q→P→S，總共歷時 15s，如右圖所示。下列何者可表示此次智耀折返跑的平均速率？

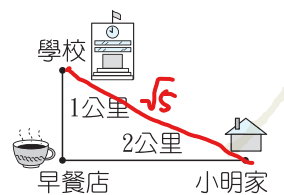


【105 國教會考】

- (A) 0.33m/s (B) 0.33m/s，方向向西 (平均速度)
 (C) 3m/s (D) 3m/s，方向向西

$$9. \frac{10 \times 4 + 5}{15} = 3 \text{ (m/s)} \text{ 速率沒有方向性}$$

- (A) 10. 右圖是小明騎腳踏車經早餐店上學的路線圖，小明家到早餐店的直線距離是 2 公里，早餐店到學校直線距離是 1 公里。若小明騎腳踏車上學需時 20 分，則下列有關小明上學的敘述，何者正確？



- (A) 平均速率為 9 公里/小時 (B) 位移為 3 公里
 (C) 平均速度的大小為 15 公里/小時 (D) 此過程有可能是等速度運動

$$10. (A) 3\text{km}/20\text{min} = 9\text{km/hr} ; (B) \text{ 位移} = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} \text{ (km)} ; (C) \sqrt{5}\text{km}/20\text{min} = 3\sqrt{5}\text{km/hr}$$

$$V_{\text{甲}} = +2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

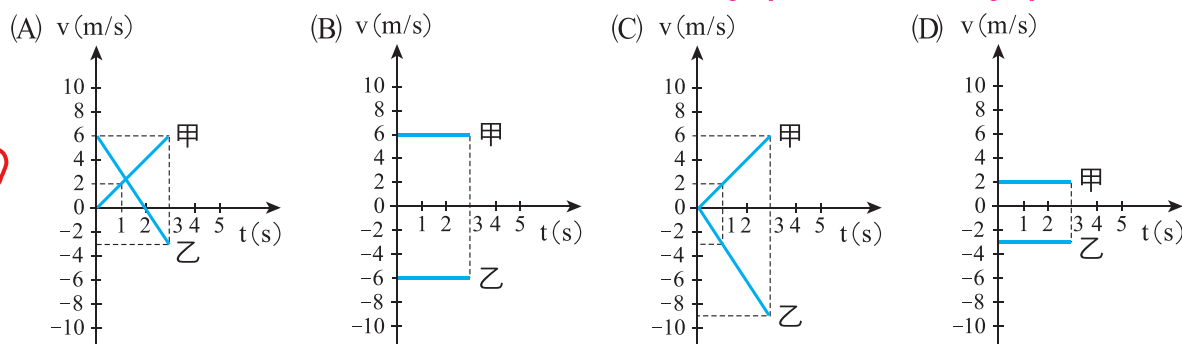
$$V_{\text{乙}} = -3 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

- 精 (D) 11. 在直線上運動的甲、乙兩物體，其位置對時間的關係如右表所示。則在 0 秒至 3 秒期間，下列何者可能是兩物體的速度 (v) 對時間 (t) 的關係圖？

時間 (s)	0	1	2	3	4	5
甲位置 (m)	0	2	4	6	8	10
乙位置 (m)	6	3	0	-3	-6	-9

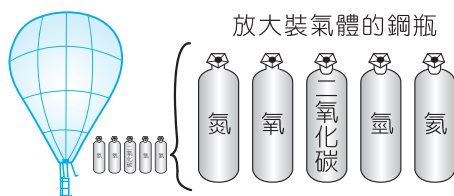
11. 由表可知，甲、乙皆做等速度運動， $v_{\text{甲}} = \frac{2-0}{1-0} = 2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$ ， $v_{\text{乙}} = \frac{3-6}{1-0} = -3 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$

如果是
x-t 圖
要選 (A)

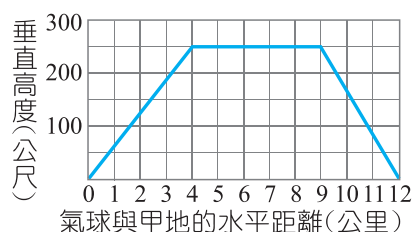


請閱讀下列敘述後，回答 12~14 題

鋼鐵人受困於甲地，他發現了一個大氣球以及數個裝有氣體的鋼瓶，如右圖(一)所示。不過氣球下面的鐵製吊籃鬆脫了，於



圖(一)



圖(二)

是他運用智慧，克服重重困難，使大氣球得以由地面升起。經過一小時的飛行，鋼鐵人終於降落在安全的乙地。為記錄這次冒險的歷程，鋼鐵人以大氣球離地面的垂直高度為縱座標，距甲地的水平距離為橫座標畫圖，描述大氣球的位置，所得圖形如上圖(二)所示。

- 基 (B) 12. 欲使大氣球安全飛行，氣球內充填下列何種氣體最適宜？

(A) 氫 (B) 氮 (C) 氦 (D) 氧

12. 應選擇比空氣輕、不可燃、不助燃的氦氣。

- 基 (C) 13. 假設鋼鐵人從甲地到乙地的水平移動方向維持不變，下列敘述何者正確？

(A) 大氣球在距甲地 4~9 公里處，水平方向的位移為 0
(B) 大氣球在距甲地 0~4 公里與 9~12 公里兩段路程中，其水平位移方向相反
(C) 從甲地到乙地，大氣球在水平方向的平均速度為 12 公里/小時
(D) 從甲地到乙地，大氣球在垂直方向的平均速度為 500 公尺/小時

13. (A) 水平方向位移為 5km；(B) 方向相同；(D) 起始及終點垂直高度皆為 0，故垂直方向的位移及平均速度為 0。

- 精 (C) 14. 當大氣球的位置與甲地的水平距離為 5~8 公里時，不考慮空氣阻力且方向維持不變的情況下，有關力的描述，下列何者正確？

(A) 大氣球脫離地球引力的作用
(B) 大氣球所受地球引力的作用小於空氣浮力的作用
(C) 大氣球所受地球引力的作用等於空氣浮力的作用
(D) 大氣球所受地球引力的作用大於空氣浮力的作用

14. 5~8 公里時垂直高度維持於 250 公尺，上下不移動，垂直方向合力 = 0。

1-4

關於 加 速 度

學習內容

學習內容 Eb-IV-8 距離、時間及方向等概念可用來描述物體的運動。

1. 加速度：物體在運動過程中，速度產生變化時，即稱此物體具有加速度。

(1) 加速度用 a 表示，平均加速度 = $\frac{\text{速度變化量}}{\text{時間間隔}}$ ， $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。

(2) 單位：公分／秒²（ cm/s^2 ）、公尺／秒²（ m/s^2 ）。

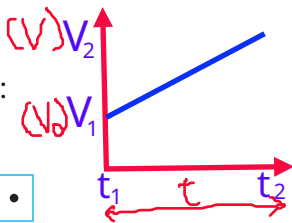
(3) 加速度是單位時間內的速度變化量，而速度具有方向性，所以**加速度有方向性**。

(4) 當加速度方向與速度方向相同時，速度會愈來愈快，就像開車踩油門；當加速度方向與速度方向相反時，速度會愈來愈慢，就像開車踩煞車。

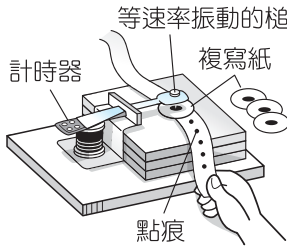
2. 打點計時器：

(1) 如右圖，利用打點計時器，在紙帶上留下軌跡的分布情形，可用來判斷物體的速度大小。

(2) 甲、乙兩紙帶其軌跡分布如下：



$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v - v_0}{t}$$



① 甲、乙兩紙帶均穩定拉動。

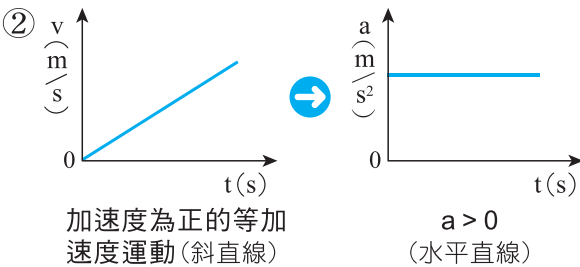
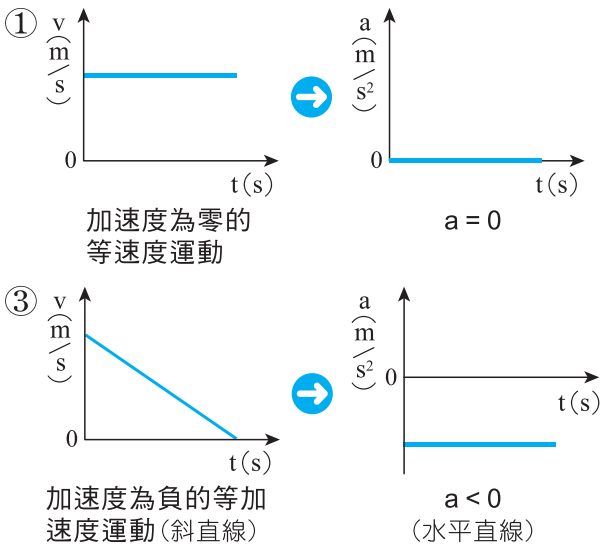
② 相鄰兩點間的時間間隔相同，但甲、乙兩張紙帶點距不同

③ 由紙帶上軌跡分布情形可知，此兩紙帶平均速度大小：甲 < 乙，且甲、乙兩紙帶均做等速度運動。

$$\Rightarrow \begin{aligned} at &= v - v_0 \\ v_0 + at &= v \\ \boxed{v &= v_0 + at} \end{aligned}$$

3. 等加速度運動：在運動過程中，加速度的大小及方向維持不變。

(1) 加速度與時間的關係圖：



(2) 補充公式：(v：末速， v_0 ：初速，a：加速度，t：時間間隔，S：位移)

$t = \frac{v-v_0}{a}$ ① $v = v_0 + at$ ② $S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ③ $v^2 = v_0^2 + 2aS$ ④ $S = \frac{1}{2} (v_0 + v) t$

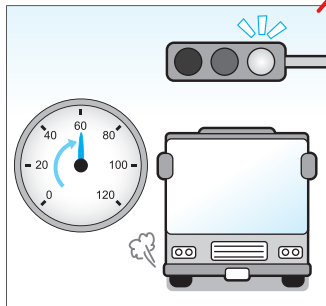
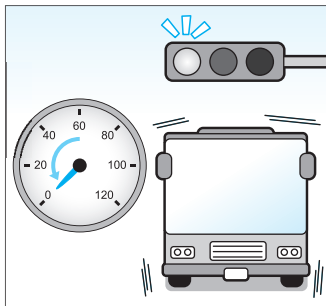
4. 自由落體：物體在運動過程中只受地球引力（重力）作用，不受其他作用力的影響，稱為自由落體運動，而該物體稱為自由落體。

(1) 特性：

- ① 是一種等加速度運動（加速度大小為 $g = 9.8\text{m/s}^2$ ）。
- ② 在落下過程中，因受到地球引力的作用，使物體產生重力加速度（ $g = 9.8\text{m/s}^2$ ），所以落下過程中物體的速度會愈來愈快。
- ③ 不同質量的物體在相同高度同時落下，過程中除了受到重力的作用之外，如果不受到其他因素的作用，應同時落地。（即落地時間和物體質量無關）

① $V = gt$

② $h = \frac{1}{2} gt^2$ ③ $V = \sqrt{2gh}$



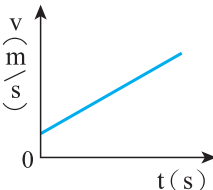
質量大的物體所受重力較大，但也平均消耗在每克的質量上，所以重力加速度不變。

觀念一把罩

1. 物體運動時，速度不是定值，而是隨著時間改變，稱為 加速度運動。
2. 平均加速度的公式為 $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ，其中 $\bar{a}$ 為平均加速度， Δv 為速度變化量， Δt 為時間間隔。
3. 加速度是有 大小 和 方向 的物理量。

觀念推與敲

將對的圈起來

1.  左圖為（等速度運動、等加速度運動）。
2. v-t 圖所圍成的面積為（位移、速度變化量）。
3. 自由落體為一種（等加速度運動、等速度運動）。

應用練習

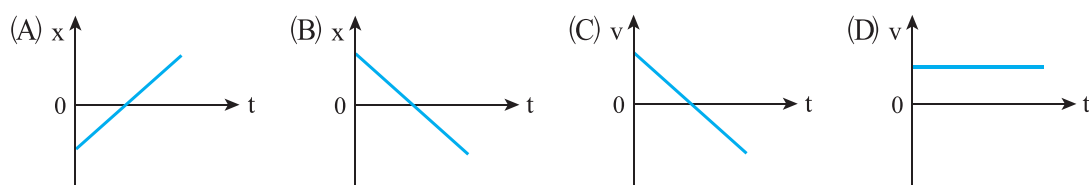
- (D) 1. 若一運動物體的加速度為零，則其意義為何？
 (A) 物體最後必成靜止狀態 (B) 物體必做等速度運動
 (C) 物體必做等速率運動 (D) 物體保持原來的運動狀態

- 基 (A) 2. 一輛公車的初速度為 30m/s ，在駕駛踩下煞車後滑行 3 秒靜止，試問此公車在煞車過程的平均加速度為何？

(A) -10m/s^2 (B) -30m/s^2 (C) -0.3m/s^2 (D) -1m/s^2

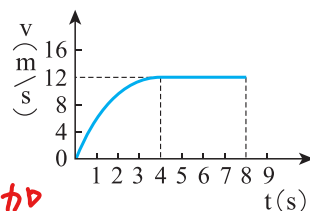
2. $a = \frac{0-30}{3}$ ， $a = -10\text{m/s}^2$

基(C) 3. 下列哪一個圖形為加速度不為零的等加速度運動？



(C) 4. 大雄將一球由高樓處自由落下，球的 $v-t$ 關係如右圖（向下為正），若球飛行 8 秒後著地。下列敘述何者正確？

- (A) 球作等加速度直線運動
(B) 4 秒內，球所受重力加速度漸減
(C) 4 秒內，球的速度漸增
(D) 4 秒後，球所受的重力為零



球所受重力沒變，所以重力加速度不變，但因空氣阻力漸大，合力漸趨於 0，速度漸趨於等速。



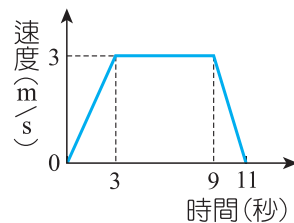
(C) 1. 從空中自由釋放物體，3 秒後抵達地面時，其瞬時速度為何？（ $g = 9.8\text{m/s}^2$ ）

- (A) 19.6m/s (B) 24.5m/s (C) 29.4m/s (D) 44.1m/s

$$1. 9.8 \times 3 = 29.4 \text{ (m/s)}。$$

(D) 2. 右圖為電梯從一樓直達樓頂的速度與時間關係圖，下列敘述何者錯誤？

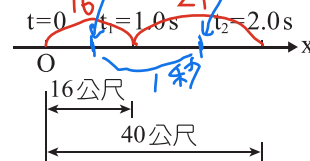
- (A) 0~3 秒間的加速度為 1m/s^2
(B) 3~9 秒間的加速度為 0m/s^2
(C) 第 10 秒時的瞬時加速度為 -1.5m/s^2
(D) 此樓的高度為 45m



- (D) 此樓的高度為 45m
 $2. (D) (11+6) \times 3 \div 2 = 25.5 \text{ (m)}$

$$\text{面積} = \frac{6+11}{2} \times 3 = 25.5 \text{ (m)}$$

基(A) 3. 如右圖所示，白雲駕駛汽車沿 x 方向做等加速度運動，經過原點時開始計時，在時間 $t_1 = 1.0$ 秒與 $t_2 = 2.0$ 秒時，他的位置分別距原點 16 公尺與 40 公尺，則此汽車的加速度大小為多少公尺／秒²？

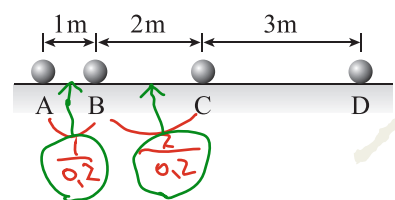


- (A) 8 (B) 12

- (C) 16 (D) 24

$$3. v_1 = \frac{16}{1} = 16 \text{ (m/s)}, v_2 = \frac{40-16}{2-1} = 24 \text{ (m/s)}, a = \frac{24-16}{2-1} = 8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

基(D) 4. 右圖為一向北做等加速度滾動的小球，小球由 A→B、B→C、C→D 均費時 0.2 秒，則小球的加速度大小為多少？

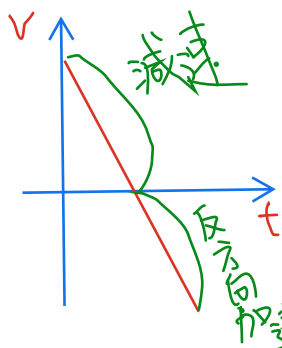


- (A) 5m/s^2 (B) 10m/s^2

- (C) 20m/s^2 (D) 25m/s^2

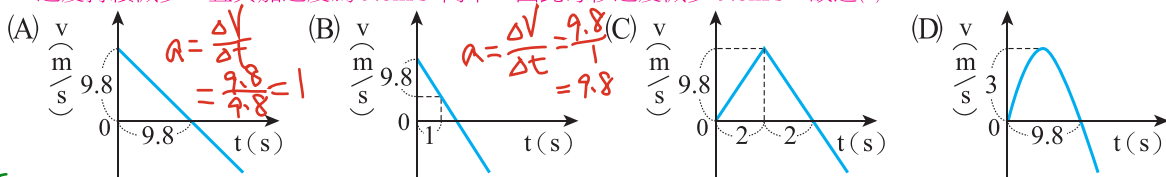
$$4. v_{AB} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ (m/s)}, v_{BC} = \frac{2}{0.2} = 10 \text{ (m/s)}, a = \frac{10-5}{0.2} = 25 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

- 精(B) 5. 將一顆球鉛直上拋，球上升一段高度後便向下墜落。已知此地的重力加速度為 9.8m/s^2 ，若不計空氣阻力的影響，速度方向以鉛直向上為正、鉛直向下為負。下列選項中，哪一個最可能是此球運動過程的速度 (v) 與時間 (t) 關係圖？



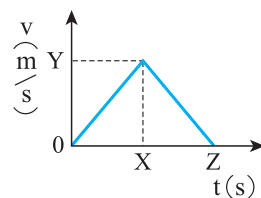
5. 在上拋至最高點的過程中，一開始有初速度， v_0 不等於 0，故(C)(D) 與題幹不合；後來速度持續減少，且其加速度為 9.8m/s^2 向下，因此每秒速度減少 9.8m/s ，故選(B)。

【110 國教會考】



- 基(D) 6. 右圖為某車子在公路上的速度 (v) 與時間 (t) 關係圖，則此車子 0~Z 秒間的平均速度應以下列何者表示？

- (A) 0 (B) $2Y$
(C) $2Z$ (D) $Y/2$

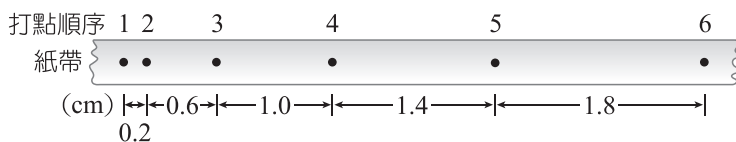


6. 位移 = $\frac{Z \times Y}{2}$ (m)，平均速度 = $\frac{\frac{Z \times Y}{2}}{Z} = \frac{Y}{2}$ (m/s)

- (B) 7. 10kg 和 6kg 的兩鐵球，在同一高度靜止自由落下，同時落地的原因為何？
(A) 兩者材質相同 (B) 兩者加速度相同
(C) 兩者所受重力相同 (D) 兩者所受阻力相同

- 精(C) 8. 小雄利用頻率為 50Hz 的打點計時器對物體落下的過程做紀錄，部分紀錄如右

素養題



圖及下表所示。若根據表中的數據推算，則平均加速度 X 的值為下列何者？

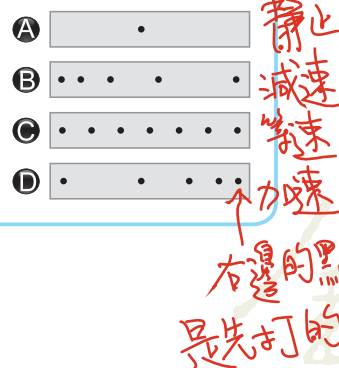
打點順序	1	2	3	4	5	6
位置 (cm)	0	0.2	0.8	1.8	3.2	5.0
位移大小 (cm)		0.2	0.6	1.0	1.4	1.8
平均加速度大小 (cm/s^2)			X			

- (A) 960 (B) 980 (C) 1000 (D) 1020

8. $v_{1 \sim 2} = \frac{0.2}{0.02} = 10$ (cm/s)， $v_{2 \sim 3} = \frac{0.6}{0.02} = 30$ (cm/s)， $a = \frac{30 - 10}{0.02} = 1000$ (cm/s^2)

請閱讀下列敘述後，回答 9.~10.題

右列圖形是用同一打點計時器，記錄四個物體 A、B、C、D 其運動情形；假設紙帶拉動方向為右。

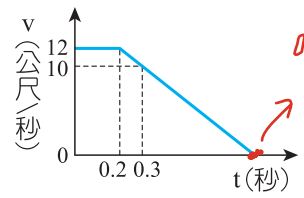


- (C) 9. 哪一物體是做等速度運動？
(A) A (B) B (C) C (D) D
(D) 10. 哪一物體的運動速度愈來愈快？
(A) A (B) B (C) C (D) D

請閱讀下列敘述後，回答11.~12.題

小紅駕車上班，車速為 12m/s 時，她突然看見前方有一故障車輛，於是緊急剎車，但她看到故障車輛到剎車的反應時間為 0.2 秒，而煞車後車子為等加速度運動，其速度 (v) 與時間 (t) 的關係圖如右圖。

【高雄五福】



$$a = \frac{0-12}{t-0.2} = -20$$

$$t = 0.8 \text{ 秒}$$

(A) 11. 小紅在剎車期間平均加速度為多少 m/s^2 ?

- (A) -20 (B) -2 (C) 2 (D) 20

$$11. a = \frac{(10-12)}{0.1} = -20 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

基(D) 12. 小紅需要在多少公尺以前就看見故障車輛，才不會撞上?

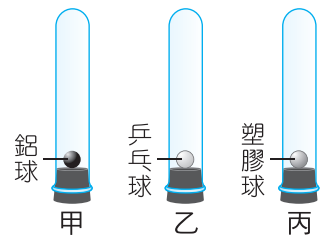
- (A) 2.4 (B) 3.6 (C) 5.4 (D) 6

$$12. \text{位移} = 12 \times 0.2 = 2.4 \text{ (m)}, a = -20 = \frac{0-12}{t-0.2}, t = 0.8\text{s},$$

$$\frac{1}{2} \times (0.2+0.8) \times 12 = 6 \text{ (m)} \quad \text{面積} = \frac{0.2+0.8}{2} \times 12 = 6$$

請閱讀下列敘述後，回答13.~14.題

如右圖，有三支等長、厚而堅固之真空玻璃管，甲、乙、丙內裝材質不同之圓球，今將三管均倒立後，發現甲管內鋁球下落到管底之時間為 0.2 秒，假設 $g = 10\text{m/s}^2$ 。



(A) 13. 乒乓球在玻璃管倒立後球落到管底之速度大小為何?

- (A) 2m/s (B) 20m/s (C) 20m/s^2 (D) 不能計算

$$13. \because v = gt \therefore v = 10 \times 0.2 = 2 \text{ (m/s)}$$

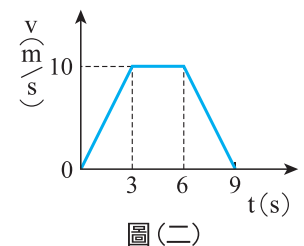
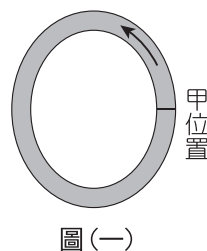
(A) 14. 丙管內塑膠球下落到管底的距離為多少公尺?

- (A) 0.2 (B) 0.4 (C) 0.6 (D) 不能計算

$$14. \text{作 } v-t \text{ 圖，管長} = v-t \text{ 圖所圍 } v \text{ 面積} = \frac{2 \times 0.2}{2} = 0.2 \text{ (m)}.$$

請閱讀下列敘述後，回答15.~16.題

大漢到遊樂場玩小型賽車，賽車跑道為右圖(一)之橢圓形車道，賽車由甲位置繞車道一周時得速率 (v) - 時間 (t) 之關係如右圖(二)。



基(B) 15. 該橢圓形車道一圈約為多少公尺?

- (A) 50 (B) 60 (C) 70 (D) 80

$$15. \text{車道周長} = 10 \times 3 \div 2 + 10 \times 3 + 10 \times (9-6) \div 2 = 60 \text{ (m)}$$

基(C) 16. 試問小型賽車在 $1 \sim 3$ 秒及 $6 \sim 9$ 秒的加速度分別為何?

- (A) $\frac{10}{3} \text{ m/s}^2, \frac{10}{3} \text{ m/s}^2$ (B) $\frac{3}{10} \text{ m/s}^2, \frac{3}{10} \text{ m/s}^2$

- (C) $\frac{10}{3} \text{ m/s}^2, -\frac{10}{3} \text{ m/s}^2$ (D) $\frac{3}{10} \text{ m/s}^2, -\frac{3}{10} \text{ m/s}^2$

$$16. a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ 且加速度有方向之分, } 1 \sim 3 \text{ 秒加速度為正, } 6 \sim 9 \text{ 秒加速度為負。}$$



核心素養學習單



什麼是區間測速？

臺灣交通部在 2019 年開始實施「區間測速」政策，而且陸續拓展實施範圍。而區間測速的目的是為了避免車速過快導致交通事故的發生，但卻意外造成特殊的規避行為，因其測速的原理是以區間的「……」計算是否超速，也就是計算在固定的路徑長中，測試車輛行經所耗費的時間，以此判斷駕駛是否超速。例如，A 公路於 2019 年 12 月起實施區間測速，實施路段長約 5.9 公里，速限為每小時 40 公里。在不超速的情況下，每小時 40 公里的行車時間約等於 8 分鐘 51 秒，如果少於 8 分 51 秒，就代表車輛時速超過 40 公里。

和一般固定方式的測速照相機相同，區間測速會設置提醒標誌，如右圖所示，一般道路會架設在起點前方 100 至 300 公尺、高速公路則是起點前 300 至 1000 公尺。另外在區間測速的起點、終點處也會有告示牌提醒。而罰款，區間測速罰款金額計算則是與一般超速罰款相同。



評量目標

測驗學生對於速度及速率概念理解與相關概念之計算

- (A) 1. 根據上文所述，區間測速的原理「……」是測試車子行進中的何項物理量？
 (A) 平均速率 (B) 瞬時速率
 (C) 平均速度 (D) 瞬時速度
 1. 在固定的路徑長中，測試所耗費的時間，即為平均速率。
- (B) 2. 假設有一路段的速限為 70 公里／小時，若有一輛車子要通過一 7 公里的路段，則駕駛至少要耗費多少時間才不會被罰錢？
 (A) 小於 3 分鐘 (B) 大於 6 分鐘
 (C) 小於 7 分鐘 (D) 大於 10 分鐘

$$2. \frac{7}{70} = 0.1 \text{ (小時)}$$

$$0.1 \times 60 = 6 \text{ (分鐘)}$$
- (A) 3. 根據上區間測速的原理，可推測文中特殊的規避行為不可能為下列何者？
 (A) 故意開很快，避免被拍照
 (B) 刻意降低車速，造成壅塞
 (C) 車速忽快忽慢，造成意外事故
 (D) 先減速，通過區間後再加速
 3. 開很快會被罰錢，不是特殊的規避行為。



第2單元

力與運動

2-1

關於慣性定律

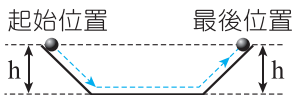
學習內容

- 學習內容 Eb-IV-10 物體不受力時，會保持原有的運動狀態。
Eb-IV-12 物體的質量決定其慣性大小。

1. 慣性：

(1) 伽利略的實驗：

① 如下圖(一)、圖(二)，球在完全光滑的斜面滑下經水平軌道至右邊斜面等高處。



圖(一)



圖(二)



圖(三)

② 如上圖(三)，若右邊無斜面，則小球從左邊斜面滑下後以等速度移動而不停止。

③ 伽利略認為物體具有維持原來運動狀態的特性，稱為慣性。

2. 牛頓第一運動定律（又稱慣性定律）：

(1) 定義：如果物體不受外力或所受外力的合力為0，則靜止的物體保持靜止，運動的物體必沿著一直線做等速度運動。靜者恆靜，動者恆做等速度運動(等速率直線運動)

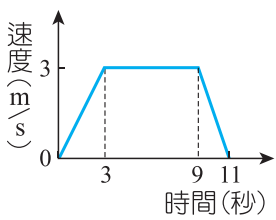
(2) 慣性和質量的關係：物體的質量愈大，愈不易改變其運動狀態，換句話說就是質量愈大的物體愈不容易搬動，質量愈大的物體在運動中愈不容易停止。

(3) 例子：

即 質量越大，慣性越大

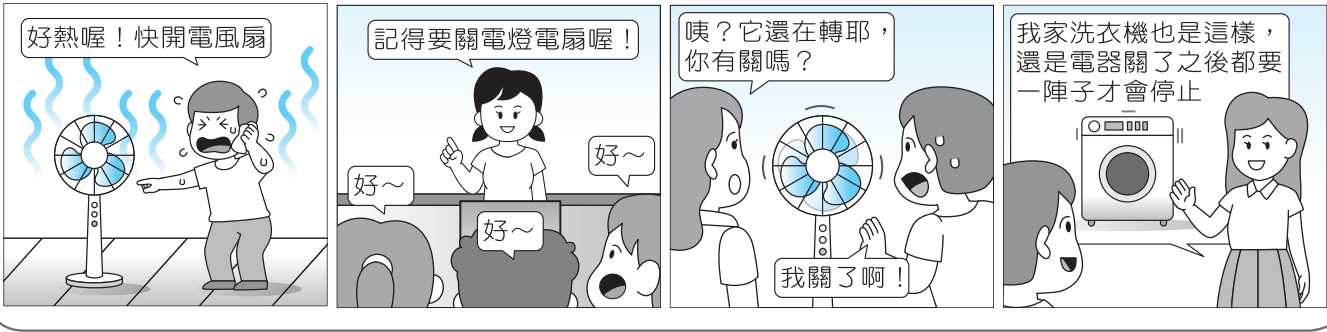
- 公車突然開動或加速，乘客身體會往後仰。
- 公車突然緊急煞車，乘客身體會往前傾。
- 比賽 100m 賽跑到終點時選手無法立刻停止。

(4) 已知車子上有一杯水，以右方為東方，向東方前進，其速度與時間的關係如右圖所示，在 0~3 秒間和 3~9 秒間和 9~11 秒間，車上水杯的圖形如下表所示：



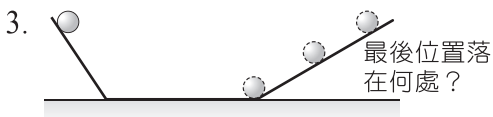
時間	0~3 秒	3~9 秒	9~11 秒
運動狀態	加速度運動 (方向向東)	等速度運動	加速度運動 (方向向西)
水杯 (右邊為東方)			

自然小劇場



觀念一把罩

1. 牛頓第一運動定律又稱為 慣性定律；物體保持原本運動狀態的特性稱為 慣性。
2. 物體不受外力，或合力 = 0 時，靜者恆靜；動者恆作 等速度運動。

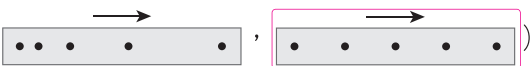


若小球不受任何外力作用，小球最後位置會和起始位置之 垂直高度 相同。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 公車開動時，乘客（向前傾，往後仰）；公車緊急剎車時，乘客（向前傾，往後仰）。
2. 百米賽跑衝刺到終點，由於慣性的緣故，選手（容易，不容易）停下來。

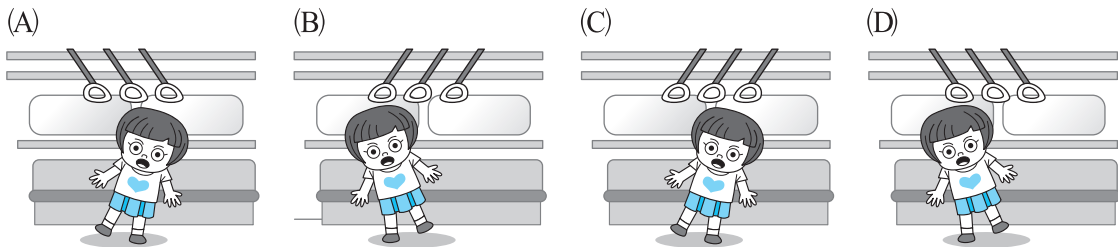
3. ()
為符合牛頓第一運動定律之圖形。

應用練習

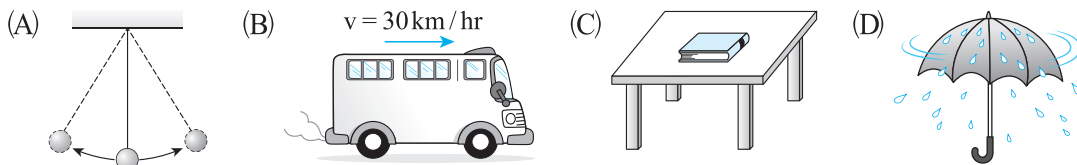
- 圖(A) 1. 如果一物體一直靜止不動，則下列何者正確？(甲) 速度為零；(乙) 沒有加速度；(丙) 作用於物體的合力為零；(丁) 物體必不受任何力的作用。
(A) 甲乙丙 (B) 甲乙丁 (C) 乙丙丁 (D) 甲丙丁

1. (丁) 物體仍受重力及所在平面的支撐力

- (A) 2. 平穩站在向右前進中公車內的乘客，和車子上懸吊的吊環，維持其原有狀況，當煞車時，下列何者正確？



- (A) 3. 下列哪一個現象不符合牛頓第一運動定律的描述？



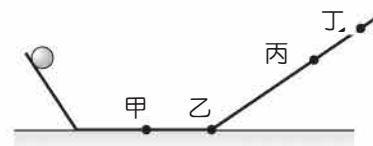
3. (A) 單擺的運動方向不斷變化

學習實戰評量

- (C) 1. 右圖為一小球從完全光滑的斜面上滑下，若空氣阻力忽略不計，小球會在圖中哪一點靜止？

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁

1. 最後位置的垂直高度和起始位置相同



- (C) 2. 一輛汽車行駛於筆直的道路，在 $t = 0\text{s}$ 時開始由靜止出發， $t = 10\text{s}$ 時汽車的速度大小為 20m/s ，已知汽車在 $t = 10 \sim 20\text{s}$ 期間所受合力為 0 ，則 $t = 20\text{s}$ 時，汽車的速度大小應為多少？

【110 國教會考補考】

(A) 0 (B) 10m/s

(C) 20m/s (D) 40m/s

2. $t = 10 \sim 20\text{s}$ 期間汽車所受合力為 0 ，加速度為 0 ，表示汽車進行等速度運動，則 $t = 20\text{s}$ 時，汽車的速度大小仍為 20m/s ，故選(C)。

- (C) 3. 下列為四項物體的運動狀態，試判斷何者所受合力不為零？

(A) 硯臺靜置於書桌上 (B) 飛機等速度向西飛行

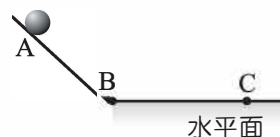
(C) 汽車等速率向右轉彎 (D) 小船靜止浮於水面上

3. 轉彎代表方向改變，故轉彎時有受力。

- 基(C) 4. 如右圖，AB 及 BC 皆為完全光滑面，小球由 A 點自由滑下，A 點距水平面的垂直高度為 15 公分，若空氣阻力可忽略不計，當小球在滑經 B 點與 C 點時，速度大小比為何？

(A) 需視 AB 長度而定 (B) 需視 BC 長度而定 (C) 1 : 1 (D) 無法判斷

4. BC 平面上小球呈慣性運動，其合力 = 0 ，速度保持不變。



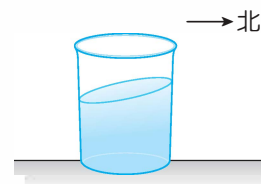
- (B) 5. 芷伶搭乘高鐵列車北上途中，在某段時間內，她觀察到座位前方的飲料液面呈現傾斜狀，如右圖所示，假設軌道呈南北向，下列何者可能是此列車當時的運動狀態？

素養題

(A) 停止於某地 (B) 減速直線前進

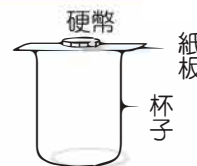
(C) 加速直線前進 (D) 等速直線前進

5. (A)(D) 水面呈水平；(C) 水面應向南傾斜。



請閱讀下列敘述後，回答 6.~7.題

羅斯在杯子上放一片紙板，且在紙板上放置一枚硬幣，如右圖所示，並以不同方式拉動紙板，觀察硬幣的運動。



- 基(D) 6. 向左急速拉動紙板時，下列何者為硬幣的運動情形？

(A) 在原處飄浮 (B) 向上彈起 (C) 隨紙板向左運動 (D) 在原處垂直落下至杯內

6. 急拉時，硬幣會留在原處而垂直落下至杯中。

- 基(C) 7. 向右緩慢拉動紙板時，硬幣的運動情形為下列何者？

(A) 在原處飄浮 (B) 向上彈起 (C) 隨紙板向右運動 (D) 在原處垂直落下至杯內

7. 慢慢拉時硬幣會因摩擦力而隨紙板往右移動



關於運動定律

學習內容

學習內容 Eb-IV-11 物體做加速度運動時，必受力，以相同的力量作用相同的時間，則質量愈小的物體其受力後造成的速度改變愈大。

1. 物體受力和運動狀態的關係：

- (1) 維持慣性：分成不受力和受力作用，但合力 = 0。
- (2) 受力作用：物體的運動狀態會改變（變快、變慢或改變方向），會產生加速度 a。
- (3) 受定力作用：等加速度運動（牛頓第二運動定律）。

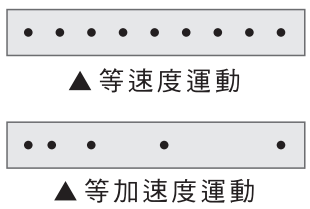
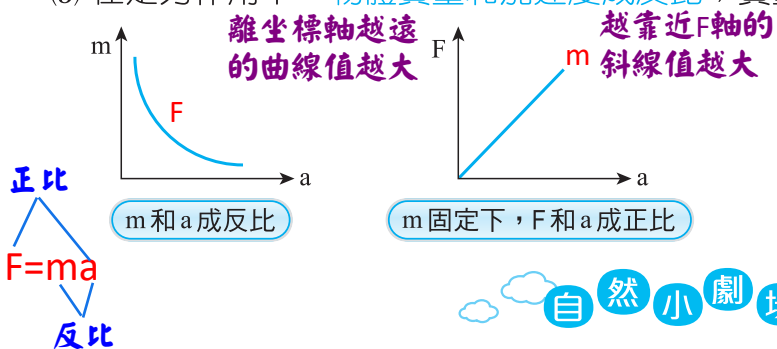
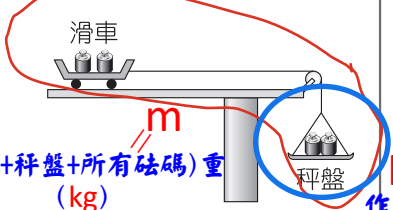
2. 牛頓第二運動定律：

- (1) 定義：物體受外力作用時，會沿著力的方向產生加速度，加速度的大小和作用力成正比，和物體的質量成反比。
- (2) 公式： $F = ma$
 - ① F：合力，單位為 N（牛頓）； $1\text{kgw} = 9.8\text{N}$
 - ② m：物體質量，單位為 kg
 - ③ a：加速度，單位為 m/s^2 或 cm/s^2 。
 - ④ 1 牛頓的力可使質量 1 公斤的物體產生 1m/s^2 加速度。
- (3) 適用時機：適用任何地點，只要相同物體受到相同外力作用，產生加速度均相同。

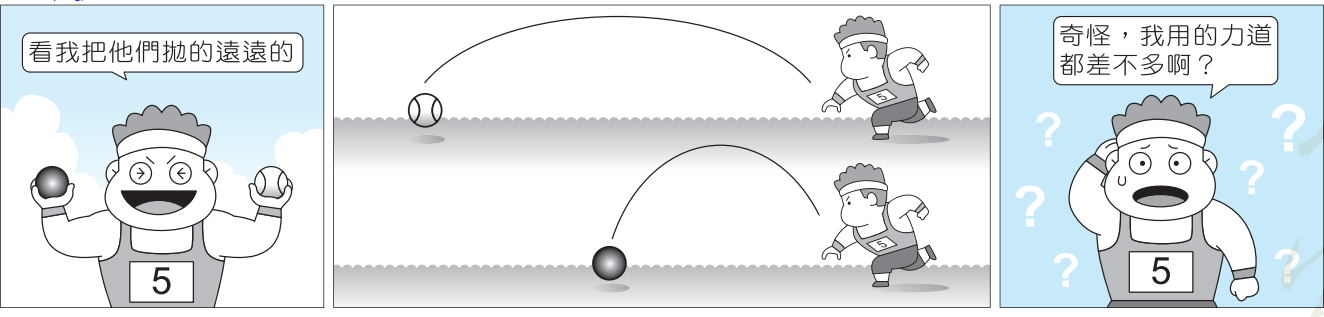
$$\text{N(牛頓)} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \text{(秒)}}$$

3. 實驗：

- (1) 相同質量的滑車，若前端懸掛的重物（砝碼）愈重，代表滑車受的拉力會愈大，此時滑車所具有的加速度會愈大。
- (2) 前端懸掛的重物相同，此時滑車受的拉力相同，若滑車上依序增加相同質量的重物，代表滑車具有的質量愈大，此時滑車的加速度會愈小。
- (3) 在定力作用下，物體質量和加速度成反比；質量固定，定力愈大物體加速度會愈大。



源自地心引力



教師用書——歡迎指教

/ 觀念一把罩 /

1. 物體受到外力作用，合力 不為 0，其運動狀態改變，此時物體作 加速度 運動。
2. 物體的質量 (m) 一定時，作用力 (F) 愈大時，加速度 (a) 愈大，作用力 (F) 一定時，質量 (m) 愈大的物體，其 a 愈小。
3. 牛頓第二運動定律公式： $F = ma$ 。

/ 觀念推與敲 /

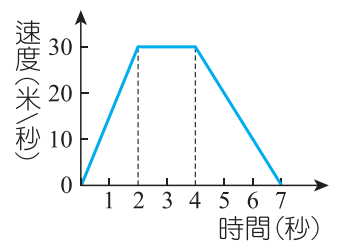
將對的圈起來

1. 在無重力的地方 (可, 不可) 使用天平測量物體質量；牛頓第二運動定律 (可, 不可) 應用。
2. 質量 1kg 的物體在地球上所受的重力為 (1 , 9.8) 牛頓。
3. 加速度 (a) 的常用單位為 (m/s 或 cm/s , m/s^2 或 cm/s^2)。

應用練習

- (B) 1. 某物體在光滑水平面上受外力作用，其速度與時間的關係如右圖所示，在哪一時刻該物體所受的合力最小？

- (A) 第 1 秒
(B) 第 3 秒
(C) 第 5 秒
(D) 第 6 秒



1. 2~4 秒加速度為零，代表所受合力為零。

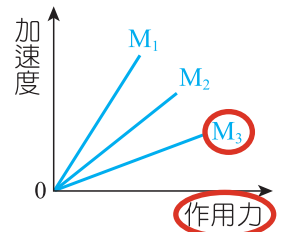
- (A) 2. 在光滑無摩擦的水平面上，若施一水平力 F 可使質量 m 的物體產生 a 的加速度，則要使質量 $4m$ 的物體產生 $2a$ 的加速度，應施力多少？

- (A) $8F$ (B) $4F$ (C) $2F$ (D) F

2. $F = ma$, $4m \cdot 2a = 8ma = 8F$ 。

- 基 (B) 3. 右圖為牛頓第二運動定律實驗的結果。若 M_1 、 M_2 、 M_3 為三個物體的質量，三個物體質量大小的關係為何？

- (A) $M_3 < M_2 < M_1$
(B) $M_1 < M_2 < M_3$
(C) $M_3 < M_1 < M_2$
(D) $M_1 < M_3 < M_2$



3. $F = ma$ ，相同施力，質量愈小，加速度愈大。

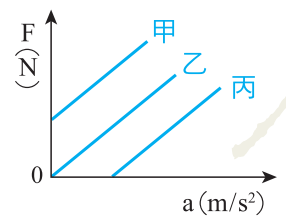
- 基 (A) 4. 小雄以固定 30N 的力推動一部裝滿水，總重 50kg 的車子，若車子的水逐漸流失，在總重剩下 30kg 時才被發現，則在推動之初，其加速度大小為多少 m/s^2 ？剩下 30kg 時，加速度大小又為多少 m/s^2 ？

- (A) 0.6 、 1 (B) 0.6 、 0.6 (C) 1 、 1 (D) 1 、 0.6

4. $a_1 = 30 \div 50 = 0.6 (\text{m/s}^2)$ ， $a_2 = 30 \div 30 = 1 (\text{m/s}^2)$ 。

- 基 (A) 5. 物體置於水平桌面上，施以水平力 F ，若考慮摩擦力，則 F 與加速度 a 的關係圖應為右圖何者？

- (A) 甲 (剛開始施力因有摩擦力， a 皆為0)
(B) 乙
(C) 丙
(D) 無法判定



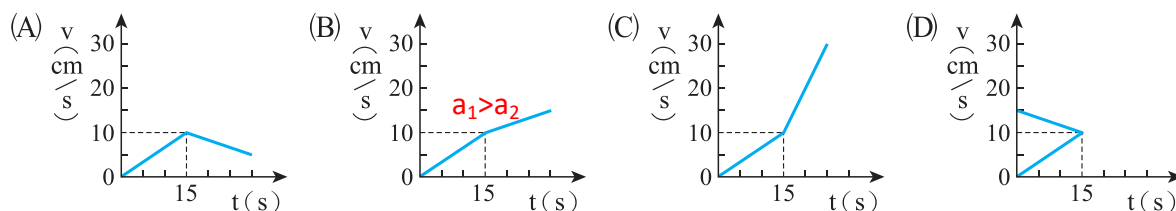
5. 水平力 F 需先克服摩擦力後才能使物體產生加速度



- 基(B) 1. 一物體在水平面上向東作直線運動，在時間 $t = 15\text{s}$ 之前，物體所受合力大小為 F_1 ，方向向東；時間 $t = 15\text{s}$ 之後，物體所受合力大小為 F_2 ，方向也向東。若 $F_1 > F_2$ ，則下列何者最可能為其速度 (v) 與時間 (t) 的關係圖？【109 國教會考】

素養題

$$F_1 > F_2 \\ \rightarrow a_1 > a_2$$



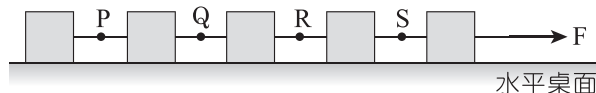
- (D) 2. 對同一物體分別施以定力 F_1 、 F_2 、 F_3 ，所測得加速度分別為 a_1 、 a_2 、 a_3 ，若 $F_1 : F_2 : F_3 = 1 : 2 : 4$ ，則 $a_1 : a_2 : a_3$ 為何？

(A) 1 : 4 : 16 (B) 16 : 4 : 1 (C) 4 : 2 : 1 (D) 1 : 2 : 4

2. 質量相同時，作用力和加速度呈正比。

(C) 表示 $F_2 > F_1$ ；(D) 表示同一時間出現兩種速度，不合理。

- (A) 3. 如右圖所示，將五個完全相同的木塊以細線連接，再以固定的水平力 F 拉



**F相同時
m和a成反比**

$$a_{\text{前}} : a_{\text{後}} \\ = 2 : 2.5 = 4 : 5 \\ m_{\text{前}} : m_{\text{後}} \\ = 5 : 4$$

動木塊，使五個木塊以相同速度在無摩擦力的水平桌面上作直線運動。剛開始五個木塊的加速度大小同為 2m/s^2 ，一段時間後，將某一位置的細線剪斷，已知剪斷後仍被相同的水平力 F 拉動的木塊其加速度變為 2.5m/s^2 ，若忽略細線質量，則剪斷細線的位置，應是圖上 P、Q、R、S 哪一個位置？【104 國教會考】

(A) P (B) Q (C) R (D) S

剪掉一塊剩四塊即可，故剪在P點

3. 將木塊質量設為 m ， $F = 5m \times 2 = 4m \times 2.5$

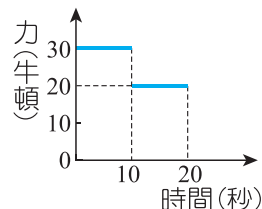
- (B) 4. 有四個質量相同且沿直線運動的木塊甲、乙、丙、丁，其運動狀態分別如下：(甲) 向南移動且速率每秒增加 1m/s ；(乙) 向南移動且速率每秒減少 2m/s ；(丙) 向北移動且速率每秒增加 3m/s ；(丁) 向北移動且速率每秒減少 4m/s ；下列哪兩個木塊各自所受的合力均向北？

減速表示合力和運動方向相反 【101 基測】

(A) 甲、乙 (B) 乙、丙 (C) 丙、丁 (D) 甲、丁

4. 向北速率增加或向南速率減少

- 基(B) 5. 一物體靜置在光滑水平面上，其質量為 10 公斤，若先以 30 牛頓的水平力推 10 秒，再改以同方向 20 牛頓的水平力推 10 秒，其力與時間的關係如右圖所示，則此物體在第 8 秒及第 15 秒的加速度大小比為何？ **30:20=3:2**



(A) 2 : 3 (B) 3 : 2 (C) 3 : 5 (D) 4 : 5

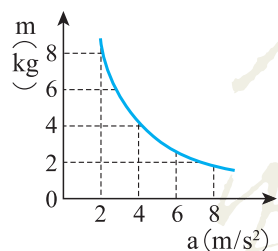
5. 0~10 秒： $a = 30 \div 10 = 3 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ；10~20 秒： $a = 20 \div 10 = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$ 。

- 基(D) 6. 以相同的外力 F 作用在不同物體，產生的加速度 a 與物體質量 m 的關係如右圖，則 F 的大小為何？

(A) 2N (B) 4N
(C) 8N (D) 16N

$$F = ma = 8 \times 2 = 16$$

6. $F = 2 \times 8 = 4 \times 4 = 8 \times 2 = 16 \text{ (N)}$ 。



- (D) 7. 阿忠與小志想要移動地上的書櫃，發現書櫃裝滿書時，他們無法推動書櫃，因此將裡面的書先拿下，之後就可以輕鬆推動書櫃。兩人對此現象的解釋如下：
 阿忠：由牛頓第二運動定律 $F = ma$ 可知，書櫃裝滿書時，質量 m 較大，因此推動書櫃所需的力 F 也較大，而造成我們推不動書櫃。
 小志：書櫃裝滿書時，書櫃垂直作用於地面的力較大，因此書櫃與地面間的最大靜摩擦力較大，而造成我們推不動書櫃。

關於兩人的解釋是否合理？

【111 國教會考】

- (A) 兩人均合理 (B) 兩人均不合理 (C) 只有阿忠合理 (D) 只有小志合理
7. 合力不為 0，質量再大都可以產生加速度，合力為 0，質量再小都無法產生加速度，因為推不動書櫃是施力小於最大靜摩擦力，所以必須先克服最大靜摩擦力，因此將書櫃的書取下是為了降低最大靜摩擦力。答案選(D)。

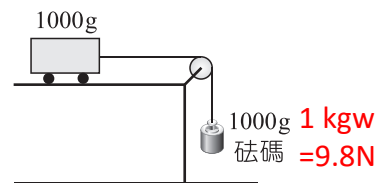
- (B) 8. 做滑車實驗如右圖，若滑車質量 1000g，以砝碼 1000g 拉之，不計摩擦，滑車的加速度為多少 m/s^2 ？(1kgw = 9.8N)

(A) 9.8 (B) 4.9 (C) 0.98 (D) 0.49

$$m = \text{總質量} = \text{滑車重} + \text{砝碼重} = 2\text{kgw}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{9.8}{2} = 4.9$$

8. 1000g = 1kg，根據 $F = ma = 1 \times 9.8 = (1 + 1) \times a$ ， $a = 4.9 (m/s^2)$ 。



- (C) 9. 旅日投手陳偉殷，面對巨人隊強打岡本和真，投出時速 144 公里的快速球，岡本和真發揮強打威力將球以 20m/s 的速度反向擊出，若球與球棒的接觸時間為 0.5 秒，則棒球在這段時間內的平均受力大小為多少 N？(棒球質量約為 140g)
- (A) 4.2 (B) 8.4 (C) 16.8 (D) 21

$$9. 144\text{km/hr} = 40\text{m/s}, a = \frac{-20 - 40}{0.5} = -120 (m/s^2)$$

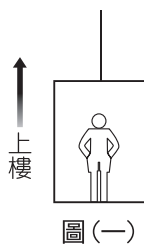
$$F = 0.14 \times 120 = 16.8 (N)$$

請閱讀下列敘述後，回答 10.~11.題

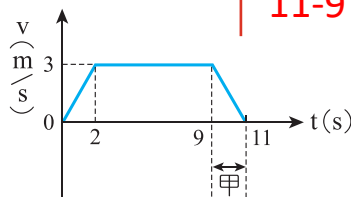
$$144 \times \frac{5}{18} = 40$$

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$

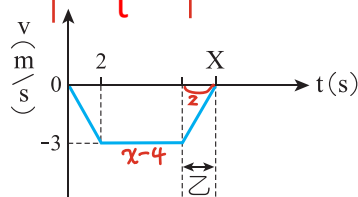
阿明搭電梯上下樓，如下圖(-)所示。已知每一層樓的高度為 3m，從 1 樓到 10 樓，電梯上升了 27m。下圖(二)是他從 1 樓到 10 樓過程的 $v-t$ 圖，下圖(三)是他從 10 樓到 3 樓過程的 $v-t$ 圖。在阿明上下樓的過程中，他受到兩個力，一為重力，一為電梯地板對他的向上作用力，且重力加速度 $g = 9.8m/s^2$ 。



圖(一)



圖(二)



圖(三)

$$\left| \frac{0-3}{11-9} \right| = \left| \frac{0-(-3)}{t} \right| = 1.5 \quad t=2$$

- (B) 10. 已知在圖(二)中的甲階段與在圖(三)中的乙階段，電梯的加速度大小相等，則圖(三)中的 X，其值應為下列何者？

- (A) 10 (B) 9 (C) 8 (D) 7

10. 1 到 10 樓，共上升 9 樓 = 27 公尺，上升或下降一樓 = 3 公尺，

$$10 \text{ 到 } 3 \text{ 樓，共下降 } 7 \text{ 樓} = 21 \text{ 公尺，} \frac{3(X + X - 4)}{2} = 21, 2X = 18, X = 9$$

- (A) 11. 若阿明的質量為 40kg，則在圖(三)之乙階段，電梯地板對他的作用力大小應為下列何者？(補充) 作用力 F 向上，體重向下， F 要先扣掉體重抵消的力，剩下的力才是用來讓電梯減速的

- (A) 452N (B) 392N (C) 332N (D) 60N

$$11. F = m(g + a) = 40(9.8 + 1.5) = 452 (N)$$

$$F - mg = ma$$

$$F - 40 \times 9.8 = 40 \times 1.5$$

2-3 作用力與反作用力

學習內容

學習內容 Eb-IV-13 對於每一作用力都有一個大小相等、方向相反的反作用力。

1. 作用力與反作用力（牛頓第三運動定律）：

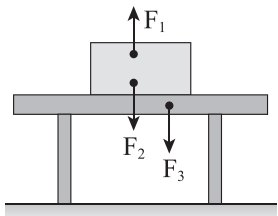
(1) 力為一種交互現象，當你施力在一物體上，此物體必同時施力在你身上。

例：當你用手打右手，右手感覺會痛，但左手也會痛，表示左、右手均受力的作用；如果把左手打右手的力稱為作用力，則右手給左手的力稱為反作用力。

(2) 當物體受外力作用時，物體必給予施力者一反作用力，作用力與反作用力的大小相等、方向相反，作用在不同物體上，兩者同時發生且同時消失。

(3) 如右圖， F_1 為桌面對木塊的支撐力，又稱桌子給木塊的正向力； F_2 為木塊所受的重力， F_3 為木塊壓桌子的力。

F_1 與 F_2 大小相等方向相反作用在一直線上，且作用在同一物體上（木塊），使物體靜力平衡； F_1 與 F_3 大小相等、方向相反作用在同一直線上，但是兩者作用在不同物體上（ F_1 作用在木塊， F_3 作用在桌子），所以 F_1 與 F_3 無法互相抵消。



二力平衡
 F_1 ：桌面 對 木塊
 F_2 ：地球 對 木塊
 F_3 ：木塊 對 桌面
作用力
反作用力

(4) 生活中的應用：

- ① 游自由式，手向後滑水，腳往後踢，手和身體受到水的反作用力而往前。
- ② 火箭升空，底部噴出大量氣體，火箭慢慢上升，火箭升空的力量為噴出氣體給火箭的反作用力。

(5) 合力、作用力與反作用力的比較：

兩力平衡（合力）	作用力與反作用力
大小相等、方向相反且作用在同一直線上	
作用在 <u>相同物體上</u>	作用在 <u>不同物體上</u>
合力等於 0 時，為平衡力	合力不等於 0
一力消失另一力還會存在	作用力消失反作用力也跟著消失

自然小劇場



觀念一把罩

- 1. 牛頓第三運動定律又稱為 作用力與反作用力定律，作用力與反作用力 大小相等，方向相反，作用在同一直線上。
- 2. 物體同時受到兩力作用，且合力為 0，則兩力 大小相等，方向相反，但作用在 同一物體 上。
- 3. 作用力與反作用力會 同時發生、同時消失。

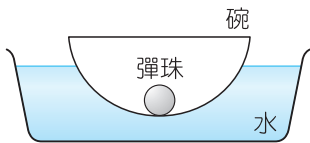
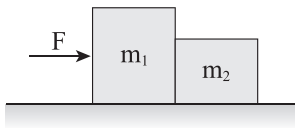
觀念推與敲

將對的圈起來

- 1. 作用力與反作用力作用在不同物體上，故（可以，不可以）互相抵銷。
- 2. 大人和小孩二人互推，大人施力給小孩，小孩施力給大人，為一組作用力和反作用力；因大人質量較大，故後退速度較（快，慢）。
- 3. 以鐵鎚敲擊釘子，釘子受力釘入牆壁，則鐵鎚所受到的反作用力是來自（釘子，牆壁）。

應用練習

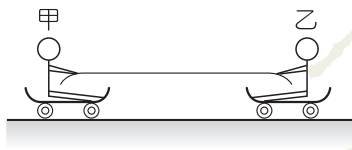
- (C) 1. 過年所放的沖天炮，能夠衝到天空，是利用哪一物理定律來產生向上的作用力？
(A) 牛頓第一運動定律 (B) 牛頓第二運動定律
(C) 牛頓第三運動定律 (D) 慣性定律
- (A) 2. 如右圖，在光滑平面上，F 為作用於 m_1 之外力， F_{12} 為 m_1 對 m_2 之作用力， F_{21} 為 m_2 對 m_1 之作用力。當 F 沿水平方向向右作用於 m_1 上，則 F_{12} 與 F_{21} 之大小關係為何？
(A) $F_{12} = F_{21}$ (B) $F_{12} < F_{21}$
(C) $F_{12} > F_{21}$ (D) 無法比較
2. 作用力與反作用力的大小相等。
- (B) 3. 將碗置於臉盆內的水中，碗內有一顆彈珠，如右圖所示。當碗及彈珠在水面上呈靜止狀態時，彈珠的重力施予碗底一向下的作用力 F，則下列何者為 F 的反作用力？
(A) 水作用於碗的浮力 (B) 碗底作用於彈珠的支撐力
(C) 碗底作用於彈珠的萬有引力 (D) 彈珠作用於地球的萬有引力



- 基(D) 1. 下列哪一個情況，無法用牛頓第三運動定律來解釋及說明？
(A) 用手拍牆壁，手會感到疼痛 (B) 划船的人用槳向後推水，船才能向前行駛
(C) 以肩部抵著步槍開槍，步槍會用力撞擊肩部 (D) 靜止的火車，突然以加速度前進時，車上的乘客向後傾倒

1. (D) 牛頓第一運動定律

- 基(B) 2. 甲、乙兩人的質量分別為 40kg 及 50kg，兩人坐在水平地面的滑板車上，同時互拉，如右圖所示。假設滑板車的質量、滑板車與地面的摩擦力忽略不計，則甲與乙的加速度值之比，下列何者正確？



2. $a_{\text{甲}} : a_{\text{乙}} = \frac{F}{m_{\text{甲}}} : \frac{F}{m_{\text{乙}}} = \frac{1}{40} : \frac{1}{50} = 5 : 4$

- (A) 4 : 5 (B) 5 : 4 (C) 16 : 25 (D) 25 : 16

F 固定
m 和 a
成反比

探討「拔河」問題：甲乙兩隊拔河比賽，無論輸贏，其實兩隊受力是相等的。

甲受到乙拉甲的力+甲拉乙產生的反作用力($3\text{N}+5\text{N}=8\text{N}$)

乙受到甲拉乙的力+乙拉甲產生的反作用力($5\text{N}+3\text{N}=8\text{N}$)

設
甲用 5N 拉乙
乙用 3N 拉甲

30 K.雙向溝通 自然 五

(C) 3. 書本靜置於桌面上，書本重量的反作用力是什麼？

- (A) 書壓於桌面的力 (B) 桌面支持書的力
(C) 書本對地球的萬有引力 (D) 地球對書本之萬有引力

決定輸贏因素：

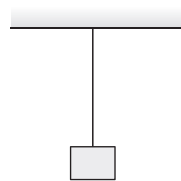
- (1) 各隊總質量
(2) 手臂腿部肌耐力、持久力
(3) 穩定度(重心)
(4) 摩擦力(手握繩、鞋底)

基(D) 4. 甲：作用力與反作用力；乙：平衡的二力。有關甲、乙兩種情形的敘述，下列何者正確？

- (A) 甲、乙兩者的受力物均相同 (B) 甲、乙兩者之合力均可抵消 (C) 甲、乙兩者均可使物體保有慣性 (D) 甲情形若一力消失，則另一力亦同時消失；而乙情形其中一力若消失，則另一力不一定會消失

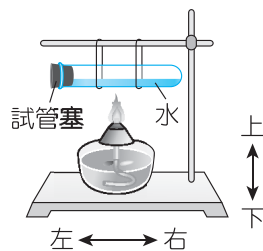
基(B) 5. 利用一繩子繫一物體於天花板上，如右圖所示，則下列各組作用力中何組屬於作用力與反作用力之關係？(甲) 繩子拉物體的力與物重；(乙) 天花板拉繩子的力與繩子拉天花板的力；(丙) 繩子拉天花板的力與繩子拉物體的力；(丁) 物體吸引地球的力與物重。

- (A) 甲、丙 (B) 乙、丁
(C) 甲、丁 (D) 乙、丙



基(B) 6. 如右圖，試管保持水平並用細線吊住，內裝少量水並塞上試管塞，今加熱試管使管內水蒸氣有足夠壓力將試管塞迅速推開，則試管向何方運動？

- (A) 向左 (B) 向右
(C) 向上 (D) 向下



6. 試管塞被推開時，試管塞向左運動，試管向右運動。

請閱讀下列敘述後，回答 7.~9.題

如右圖所示， F_1 為手拉繩子之力， F_2 為繩子拉物體之力， F_3 為繩子作用於手之力， F_4 為物體作用於繩子之力（繩子重量不計）。



(D) 7. 繩子若處於靜力平衡時，繩子是受哪兩力作用而平衡？

- (A) F_1 、 F_2 (B) F_2 、 F_3 (C) F_2 、 F_4 (D) F_1 、 F_4

7. 作用在繩上的力為 F_1 和 F_4

基(A) 8. 若木塊沒有被手拉動，此時各力之大小為何？

- (A) $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$ (B) $F_2 = F_4 > F_1 = F_3$
(C) $F_1 = F_3 > F_2 = F_4$ (D) $F_1 = F_2 > F_3 = F_4$

基(B) 9. 下列各組何者彼此間為作用力及反作用力？

- (A) F_1 、 F_2 (B) F_1 、 F_3 (C) F_3 、 F_4 (D) F_2 、 F_3

9. F_2 、 F_4 及 F_1 、 F_3 分別為兩組作用力及反作用力

補充「內力」問題

2-4 圓周運動與萬有引力

學習內容

學習內容 Eb-IV-9 圓周運動是一種加速度運動。

1. 圓周運動：（又稱「變加速度」運動）

(1) 定義：物體以固定點為圓心，繞著此固定點不斷改變方向的運動方式稱為圓周運動。

(2) 圓周運動的特性：物體做圓周運動時，由於物體的運動方向不斷改變，依據牛頓第二運動定律，物體必受到指向圓心的力作用，稱為向心力。

(3) 向心力：【參考】 $F = m \frac{V^2}{R}$

① 向心力恆指向圓心，且與物體的運動方向垂直。

② 向心力變大會使物體的運動速率變快或運動半徑變小。

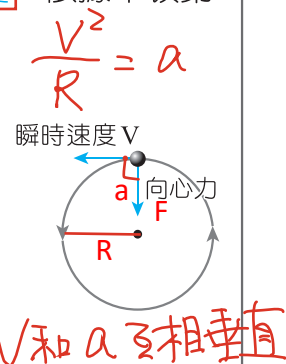
③ 做圓周運動的物體，若失去向心力，物體會因為慣性的緣故，沿切線方向飛出。

④ 等速率圓周運動：指物體進行圓周運動期間，速率維持不變。

(4) 生活例子：圓周運動因方向一直在變，所以不能說「等速度」

① 下雨天騎自行車，當車速加快時，輪胎上的水和輪胎之間的附著力，不足以提供水做圓周運動所需的向心力，水將會沿著切線方向飛出，因此自行車的擋泥板，可以避免汙水、泥沙濺向身體。

② 洗衣機進行脫水動作時，內筒會高速轉動，但是衣服上的水與衣服之間的附著力，不足以提供水滴做圓周運動所需的向心力，於是水滴會沿切線方向從筒壁上的小孔飛出，達到脫水的目的。



2. 萬有引力：

兩物體不論質量是否相等，其間的萬有引力F(吸引力)必相等
(觀念同拔河)

(1) 提出者：牛頓

(2) 萬有引力定律：任何兩個物體之間，皆有互相吸引的力，吸引力的大小與兩物體的質量乘積成正比，與兩物體的距離平方成反比，稱為萬有引力定律。

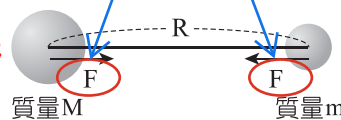
(3) 公式： $F = G \times \frac{M \times m}{R^2}$ (補充)

R變3倍，F變1/9；R變1/2倍，F變4倍

〈M、m：物體質量（公斤），R：兩物體間的距離（公尺）

，G：萬有引力常數（ $6.67 \times 10^{-11} \text{N} \times \text{m}^2/\text{kg}^2$ ）〉

取兩物體質量中心(重心)
的距離，球的重心在球心

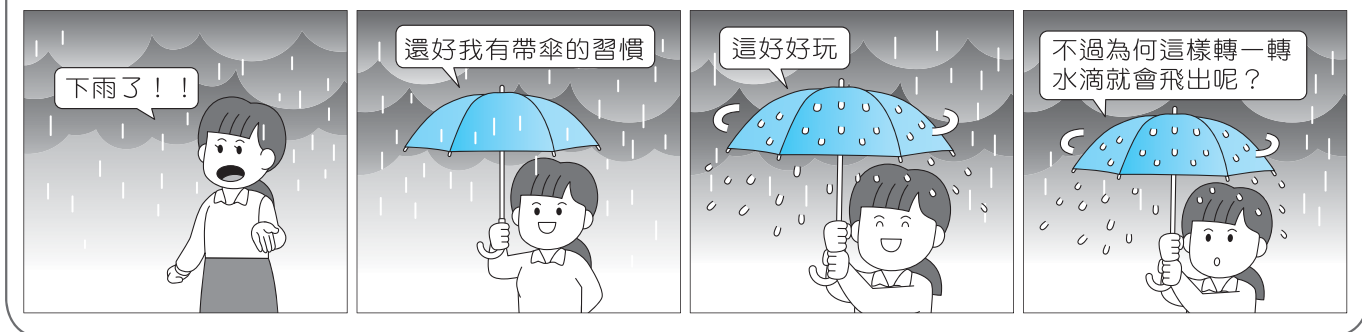


(4) 物體所受的萬有引力大小，也稱為物體的重量。相同物體在高山比在平地的重量為輕，這是因為地球表面上的物體離地愈高，所受的重力愈小，所以物體的重量隨著所處的地表位置高低不同而改變。

(5) 人造衛星可以繞地球做圓周運動，是利用人造衛星所受到的萬有引力作為向心力，以穩定的速率在地球大氣層頂運動。

(6) 人與人之間也存在著萬有引力，但我們卻感受不到引力存在的原因，是因為人的質量太小了。

自然小劇場



觀念一把罩

1. 物體作圓周運動時，必受一直指向圓心的力，稱為向心力；此力的方向與物體的瞬時速度方向垂直。
2. 物體作圓周運動時，若向心力突然消失，則物體將依慣性作用而沿著圓周的切線方向飛出。
3. 萬有引力大小與兩物體的質量的乘積成正比，與兩物體距離的平方成反比。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 在公路路面或賽車道的轉彎處，路面外側常設計得比內側（高，低），這是為了產生車子轉彎所需的向心力。
2. 將沾有雨滴的雨傘旋轉，當旋轉速率變快時，雨滴在傘面上所受的摩擦力（大於，小於）向心力，雨滴將沿著傘面邊緣的切線方向飛出。
3. 萬有引力（遵守，不遵守）牛頓第三運動定律。

應用練習

非接觸力

(D) 1. 下列敘述的作用力，何者不是超距力？

- (A) 放在桌上的課本所受的重力 (B) 太陽對地球的吸引力 (C) 兩磁鐵以相同兩極互相接近時，彼此作用的排斥力 (D) 將充飽氣的氣球吹氣孔放鬆後，噴射氣體產生的反作用力

1. (D) 氣體對氣球的反作用力為接觸力

基 (D) 2. 右圖為一顆球做等速率圓周運動的情形，當球位於甲處時所受到的合力方向應為何者？

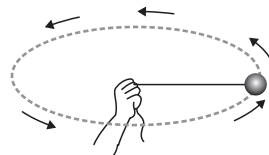
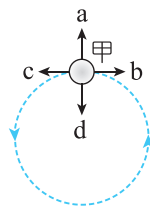
- (A) a (B) b
(C) c (D) d

2. 等速率圓周運動所受合力方向指向圓心。

基 (B 和 C) 3. 如右圖，小名以輕繩繫一球，手執另一端，使球在水平面上做等速率圓周運動，則下列敘述何者錯誤？

- (A) 繩子拉球的力，提供了球所需的向心力
(B) 繩子拉球的力，其反作用力為繩子拉手的力 球拉繩子
(C) 球在水平面上做變速度運動 變加速度
(D) 若手釋放繩子，則球沿切線方向飛出去

3. (B) 反作用力為球拉繩子的力



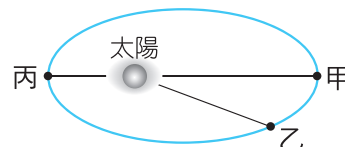


(C) 1. 等速率圓周運動為下列哪一種運動？

- (A) 等速度運動 (B) 等加速度運動
(C) 變加速度運動 (D) 減速度運動

1. 等速率圓周運動加速度大小不變，但方向不斷改變，屬於變加速度運動。

基(A) 2. 如右圖所示，一顆小行星以橢圓形軌道繞著太陽運行，小行星在甲、乙、丙三個位置時與太陽的距離分別為 $R_{\text{甲}}$ 、 $R_{\text{乙}}$ 、 $R_{\text{丙}}$ ；小行星與太陽之間的萬有引力大小分別為 $F_{\text{甲}}$ 、 $F_{\text{乙}}$ 、 $F_{\text{丙}}$ 。若運行的過程中，太陽與小行星的質量變化忽略不計，且已知 $R_{\text{甲}} > R_{\text{乙}} > R_{\text{丙}}$ ，則下列關係何者正確？



- (A) $F_{\text{甲}} < F_{\text{乙}} < F_{\text{丙}}$ (B) $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}} = F_{\text{丙}}$
(C) $F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}} > F_{\text{丙}}$ (D) $F_{\text{甲}} = F_{\text{丙}} \neq F_{\text{乙}}$

2. 萬有引力大小與距離平方成反比，因 $R_{\text{甲}} > R_{\text{乙}} > R_{\text{丙}}$ ，故 $F_{\text{甲}} < F_{\text{乙}} < F_{\text{丙}}$ 。

(A) 3. 有甲、乙兩星球，已知甲星球質量為乙星球的 2 倍，甲星球受到乙星球的萬有引力為 $F_{\text{甲}}$ ，乙星球受到甲星球的萬有引力為 $F_{\text{乙}}$ ，若要以圖示呈現 $F_{\text{甲}}$ 、 $F_{\text{乙}}$ 的大小及方向，則下列何者最合適？ 【111 國教會考補考】

- (A) (B) (C) (D)

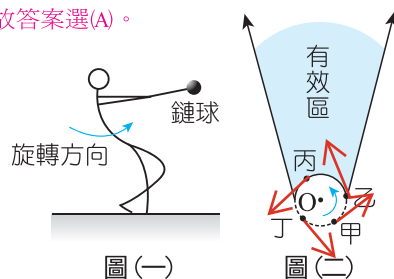
3. 萬有引力會遵守牛頓第三運動定律，作用力與反作用力的力量相等、方向反向，且萬有引力只有吸引力，故答案選(A)。

基(B) 4. 在鏈球比賽中，小雄以逆時針方向快速旋轉拋擲鏈球，如右圖所示。若他的位置在右圖中之 O 點，則他最適合在鏈球到達圖中甲、乙、丙、丁的哪一個位置時放開鏈球，才能讓鏈球飛得遠，又落在有效區域內？

素養題

- (A) 甲 (B) 乙
(C) 丙 (D) 丁

4. 放手後，鏈球向圓周的切線方向飛出，故選(B)。



基(B) 5. 俊傑與美玲對於萬有引力定律分別提出以下看法：

俊傑：舉例來說，我桌上的橡皮擦，它以相同大小的力吸引著宇宙中的每一個物體，這種力就是萬有引力。 X

美玲：舉例來說，我腳底下的地球，它的質量非常大，所以它作用於我的萬有引力會遠大於我作用於它的萬有引力。

關於兩人的看法是否相等符合萬有引力定律，下列何者正確？

【109 國教會考】

- (A) 兩人的看法均符合 (B) 兩人的看法均不符合
(C) 只有俊傑的看法符合 (D) 只有美玲的看法符合

5. 萬有引力大小與兩物體質量乘積成正比，與兩物體距離平方成反比。判斷：(1) 橡皮擦非以相同大小的力吸引每一個物體，俊傑的看法不符合；(2) 地球作用於自身的萬有引力應等於自身作用於地球的萬有引力，故美玲的看法不符合。



核心素養學習單



潛艇

潛艇，或稱潛水艇、潛艦，是能夠在水下運行的艦艇，具有潛伏於海中而難以探測的特性，也是較早期就有的匿蹤載具。潛艇的種類繁多，形式各異，小到全自動或一兩人操作、作業時間數小時的小型民用潛水探測器，大至可裝載數百人、連續潛航3~6個月的俄羅斯颱風級核潛艇。按體積可分為大型、中型或小型（袖珍潛艇、潛水器）和水下自動機械裝置等，主要用途除軍事方面外，也利用於觀光及海底探勘研究…等。



潛水艇之所以能在海中浮潛自如，主要歸功於潛水艇構造中一個名為「沉浮箱」的設計，其數量依據潛水艇的大小而改變。潛水艇進行一般下潛及上浮動作時皆須依靠沉浮箱的幫助，進行下沉時，潛水艇的重力需要大於水給潛水艇的浮力，此時船員會讓水注入沉浮箱，藉此增加潛水艇的重量；而進行上浮時，潛水艇的重力需要小於水給潛水艇的浮力，此時船員會將空氣注入沉浮箱，並將其其中的水排出，好讓潛水艇上浮。

今某艘探勘潛艇在航行過程中失去推進動力，只能利用進水、排水以控制潛艇的下潛或上浮。在上浮過程中，為了避免上升速度過快，導致人體難以承受壓力驟變，工作人員於是進行潛艇減速。已知該水域水體靜止，且潛艇在進水或排水後的總質量皆可視為 m ，所受浮力的量值為 F_B 、垂直阻力的量值為 F_R ，而重力加速度的量值為 g 。

評量目標

測驗學生對於力的分析與合力概念的熟悉程度

(B) 1. 潛艇沿垂直方向等速上升的過程中，下列關係何者正確？

(A) $F_B + F_R = mg$

(B) $F_B - F_R = mg$

(C) $F_B - F_R < mg$

(D) $F_B + F_R < mg$

F_B 向上， F_R 向下， mg 向下

$F_B = F_R + mg$

1. 等速表示合力為 0，故浮力 = 阻力 + 重力，答案選(B)。

(C) 2. 承第 1.題，若潛艇沿垂直方向呈減速上升的運動狀態，則關係式變成下列何者？

(A) $F_B + F_R = mg$

(B) $F_B - F_R = mg$

(C) $F_B - F_R < mg$

(D) $F_B + F_R < mg$

表示 向下的力 > 向上的力

$F_B < F_R + mg$

2. 若運動狀態變為減速上升，阻力和運動方向相反，浮力 < 阻力 + 重力，答案選(C)。



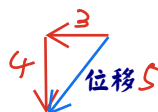
第 1 次 段考評量

範圍

第 1、2 單元

得分

一 選擇題 (每題 4 分，共 80 分)



- (A) 1. 喬喬向西走 3m，再向南走 4m，試問她的位移大小及所走的路徑長各為多少？

(A) 5m、7m (B) 7m、5m (C) 1m、7m (D) 7m、1m

1. 位移為向西南方 5 公尺，路徑長為 $3+4=7$ (公尺)。

- (A) 2. 在下列何種運動方式下，其物體的平均速度必等於瞬時速度？

(A) 等速度運動 (B) 等速率運動
(C) 等加速度運動 (D) 變加速度運動

2. (A) 等速度運動的任何時刻速度皆相等

- (D) 3. 小玲向南走到 100 公尺遠的超級市場買菜，阿倫向北走到 100 公尺遠的郵局寄信，兩人都走了 5 分鐘，則兩人的何種物理量相同？(甲) 位移；(乙) 路徑長；(丙) 平均速度；(丁) 平均速率。 兩人方向不同

(A) 甲丁 (B) 乙丙 (C) 甲丙 (D) 乙丁

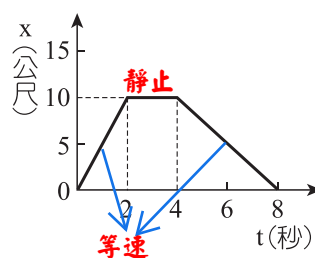
3. (甲) 位移及(丙) 平均速度皆具有方向性，故二者不相同。

- 基(D) 4. 一質量為 600 公克的滑車做直線運動，其位置 (x) 與時間 (t) 的關係如右圖所示，哪一段時間內，滑車所受的合力最大？

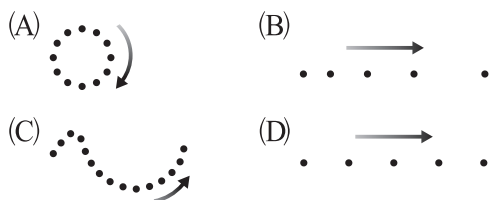
靜止和等速，表示不受力或合力為零

(A) 0~2 秒 (B) 2~4 秒
(C) 4~8 秒 (D) 以上合力都是零

4. 0~2 秒及 4~8 秒皆為等速度運動，2~4 秒靜止，故合力皆為 0。



- 基(D) 5. 下列都是利用每十分之一秒閃光一次的照相裝置所拍攝物體運動的情況，試問哪一個物體所受合力為零？(箭頭表示運動方向)

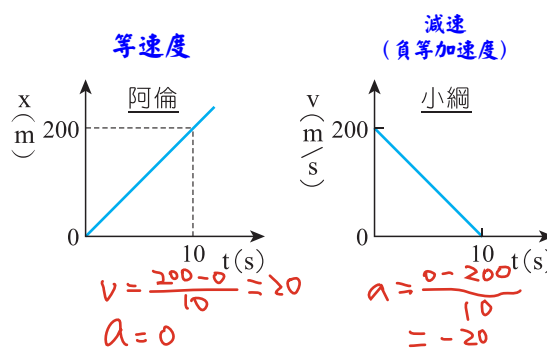


5. 方向不變且相鄰兩點間距相同

- 基(C) 6. 阿倫和小綱相約到河濱公園騎腳踏車，右圖中是他們在一條又長又直的車道上騎車的位置 (x) - 時間 (t) 關係圖和速度 (v) 時間 - (t) 關係圖，關於他們運動的敘述，下列何者正確？

(A) 他們的初速度相同
(B) 他們的出發點相同
(C) 10 秒內他們騎車的方向相同
(D) 他們的加速度相同

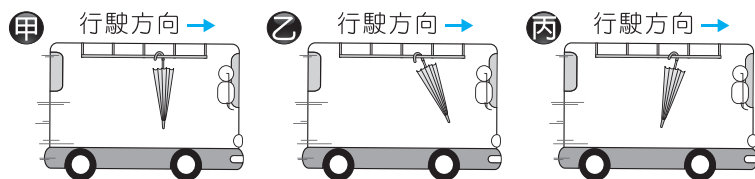
都往正方向運動



6. (A) 阿倫的初速度 $= \frac{200}{10} = 20$ ；小綱的初速度是 200；

(B) 從題目的資訊中無法判斷出發點是否相同；(C) 阿倫為等速度運動，0~10 秒速度都是正值；小綱 0~10 秒速度也是正值，所以騎車的方向相同；(D) 阿倫的運動從 x-t 圖呈現斜直線關係可以看出加速度 $= 0$ 。

- (C) 7. 一把傘掛在公車內（車內無風，傘可自由擺動），傘擺動情形如下圖，則哪一個圖形可以代表一部正向右方啟動的公車？

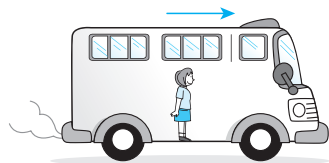


(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 無法判斷

- (B) 8. 腳踏車雙載會造成危險，主要原因為何？

- (A) 違反校規，會被學校老師關切
(B) 雙載時，質量較大，令腳踏車較難停下
(C) 其實不會危險，摩托車也雙載
(D) 後座會使駕駛的肩膀癢，故不安全

- 基(C) 9. 曾同學站在行駛中的車內，當緊急煞車時，她的身體會向前傾，如右圖所示。試問下列哪一項是造成曾同學身體向前傾的主要理由？

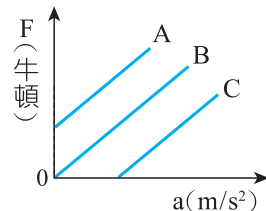


- (A) 車輪給曾同學一向前的力
(B) 車內空氣給曾同學一向前的力
(C) 車底盤給曾同學的腳底一向後的摩擦力
(D) 車在煞車時，改變了曾同學重力的方向

意思是：身體前傾，腳沒移動，因為向前移動的腳被向後的摩擦力平衡

9. 曾同學會因慣性向前移動，但因(C) 車底盤給曾同學的腳底一向後的摩擦力，故造成前傾。

- 基(C) 10. 物體置於水平桌面上，施以水平力 F ，令其作等加速度運動，試問如右 F 與加速度 a 的關係圖中，哪一條線不合理？



- (A) A (B) B
(C) C (D) 無法判定

$F=0$ 竟然還有加速度 a

10. (A) 有計摩擦力；(B) 摩擦力為 0；(C) F 為 0 時應不會有加速度，故選(C)。

- (C) 11. 志玲在表演馬術時，自馬背上跳起卻不慎摔在馬後，則馬的運動狀態為下列何者？

- (A) 靜止 (B) 等速前進 (C) 加速前進 (D) 減速前進

11. (A)(B) 志玲剛好落在馬背上；(D) 志玲會落在馬前。

- (B) 12. 下列哪一個物理量不具有方向性？

- (A) 力 (B) 速率 (C) 速度 (D) 加速度

- 基(B) 13. 一個籃球急速撞擊在空中的排球，比較兩個球相互撞擊的作用力，下列敘述何者正確？

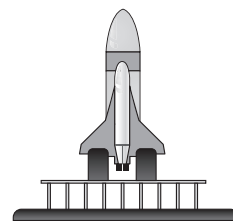
- (A) 籃球質量比較大，故排球所受的撞擊力比籃球大
(B) 兩球相互作用的力一樣大 質量小的排球反彈速度較大
(C) 排球質量比較小，故排球所受到的撞擊力比籃球大
(D) 籃球比排球速度快，故排球所受到的撞擊力比籃球大

13. 根據牛頓第三運動定律，作用力與反作用力大小相等。

基(C) 14. 太空中的太空梭能向前推進，主要的原因為下列何者？

- (A) 空氣的浮力
(B) 空氣的摩擦力
(C) 噴出的氣體給太空梭的反作用力，使太空梭前進
(D) 噴出的氣體施力於空氣，空氣給太空梭的反作用力

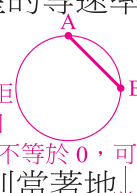
14. (C) 因為作用力與反作用力



基(B) 15. 一物體作等速率圓周運動，下列正確的敘述有幾項？(甲) 此運動亦為變加速度運動；(乙) 物體受到的外力為定力；(丙) 任一時距內的平均速度均相同；(丁) 物體受到向心力的作用；(戊) 任一時距內的平均速率均相等；(己) 若為人造衛星的等速率圓周運動，則衛星受到萬有引力的作用產生向心力的效果。

改 C

- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5
15. (乙) 物體受到的外力為非定力，因為方向一直在變。(丙) 任一時距內的平均速度均不相同。例如：物體剛好轉一圈，從 A 點又回到 A 點時，位移 = 0，所以平均速度 = 0，但是物體從 A → B 時，位移不等於 0，所以平均速度也不等於 0，可見並非任何時刻，平均速度都相等。(丁) 物體並沒有真正受到一個力叫做向心力，向心力等於物體作圓周運動時所受到的合力。



基(A) 16. 甲、乙兩球同時自 20 公尺之高樓自由落下。若兩球質量比為 3 : 1，則當著地前瞬間，兩球敘述下列何者正確？

- (A) 所受的重力比為 3 : 1 (B) 所需的時間比為 3 : 1
(C) 末速度比為 1 : 3 (D) 加速度比為 1 : 3

16. 萬有引力大小正比於兩物體質量乘積，由於地球質量固定，故兩者所受重力比 = 兩球質量比。

(D) 17. 小明發現家中具有鐘擺的老時鐘走太慢，他該怎麼做，才能使老時鐘的時間變的標準？

擺長太長

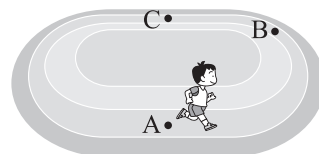
- (A) 增加鐘擺的質量 (B) 減少鐘擺的質量
(C) 增加鐘擺的長度 (D) 減短鐘擺的長度

17. 走太慢代表週期比較大，此時要縮短鐘擺長度才可以讓時間變標準，答案選(D)。

(B) 18. 右圖為一學生在 400 公尺操場跑道上進行跑步，由 A 點

出發沿跑道逆時鐘方向跑，其中 B 點為離 A 點 $\frac{1}{3}$ 圈，

C 點為離 A 點 $\frac{1}{2}$ 圈。請問該名學生跑到哪一個位置時的位移最大？



- (A) A (B) B (C) C (D) 三處位移相等

18. 位移 = 末位置 - 初位置，因為從 A 點出發，故該名學生在 B 點時位移最大。

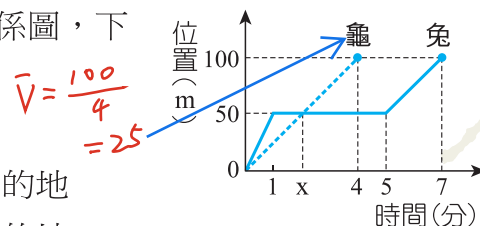
(B) 19. 下列針對汽車的某些裝備的配置和開車的相關規定，哪一項的原理與慣性較有關係？

- (A) 汽車坐墊大 (B) 紅燈停，綠燈行，故在行駛其間要繫安全帶
(C) 車輛靠右邊行駛 (D) 有安全氣囊的設計 (沒有規定一定要裝安全氣囊)

精(D) 20. 右圖為烏龜和兔子百米比賽的位置與時間的關係圖，下列敘述何者正確？

- (A) 兔子所走的路程較長，所以較慢到達目的地
(B) 烏龜一直都跑得比兔子快，所以較快到達目的地
(C) 烏龜做加速度運動，所以比兔子較快到達目的地
(D) 兔子的平均速率約為 14.3 公尺／分

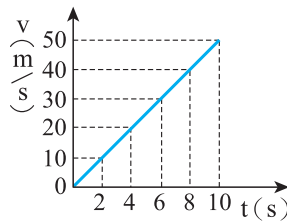
20. (A) 都為 100 公尺；(B) 剛開始較慢；(C) 烏龜做等速度運動；(D) $\frac{100}{7} \approx 14.28$ (公尺／分)。



二 題 組 (每題 4 分，共 20 分)

請閱讀下列敘述後，回答 21.~23.題

記錄下某 10kg 的物體在一直線上之運動情形，並依紀錄做其 v-t 圖，如右圖所示。



- (C) 21. 此物體的加速度大小為多少 m/s^2 ?

(A) 20 (B) 10 (C) 5 (D) 2

21. $50 \div 10 = 5 \text{ (m/s}^2\text{)}$

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$

- (B) 22. 此物體在 10 秒內的位移大小為多少公尺?

(A) 100 (B) 250

(C) 500 (D) 1000

22. $10 \times 50 \div 2 = 250 \text{ (m)}$

$$\Delta \text{面積} = \frac{10 \times 50}{2} = 250$$

- 基 (C) 23. 此物體所受合力為多少牛頓?

(A) 10 (B) 20

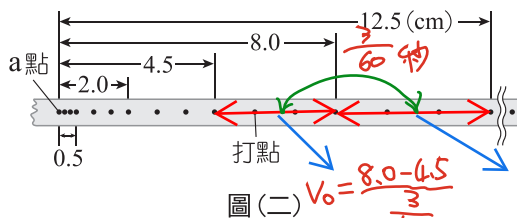
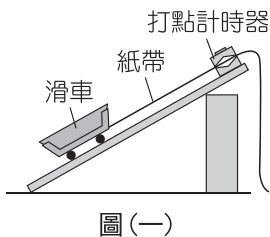
(C) 50 (D) 100

23. $F = ma = 10 \times 5 = 50 \text{ (N)}$

$$F = ma = 10 \times 5 = 50$$

請閱讀下列敘述後，回答 24.~25.題

滑車實驗示意圖如下圖(一)，實驗結束後紙帶的打點如下圖(二)。已知打點計時器的頻率為 60 赫。



- 基 (A) 24. 此滑車在起點 a 點的瞬時速度，其值為何?

(A) 等於 0 (B) 大於 0

(C) 小於 0 (D) 無法判斷

24. 滑車由靜止開始下滑，故選 (A)。

- 精 (C) 25. 此滑車的加速度為多少 m/s^2 ?

(A) 2

(B) 3

(C) 4

(D) 5

$$a = \frac{0.9 - 0.7}{\frac{3}{60}} = 4 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

25. 週期 = $\frac{1}{60}$ (s)，第 1~4 點速度 = $0.5 \div \frac{3}{60} = 10 \text{ (cm/s)}$ ，

第 4~7 點速度 = $1.5 \div \frac{3}{60} = 30 \text{ (cm/s)}$ ，

加速度 = $(30 - 10) \div \frac{3}{60} = 400 \text{ (cm/s}^2\text{)} = 4 \text{ (m/s}^2\text{)}$



第3單元

功與能

3-1

功和功率

學習內容

- 學習內容 Ba-IV-5 力可以作功，作功可以改變物體的能量。製造能量稱為「正功」(F,S方向相同or加速)
Ba-IV-6 每單位時間對物體所做的功稱為功率。消耗能量稱為「負功」(F,S方向相反or減速)

1. 功 (Work)：製造能量or消耗能量的過程

功與能，單位相同：焦耳 (J)

- (1) 定義：施力 F 使物體沿力的方向產生位移 S 時，則此外力對物體作功，用 W 表示。
(2) 公式： $W = F \times S$ (單位：W：焦耳，F：牛頓，S：公尺)

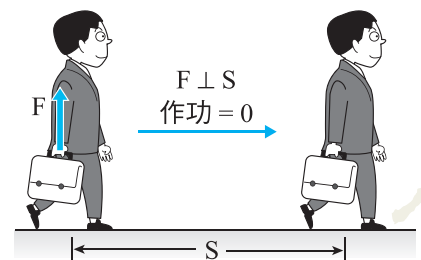
運動方式	水平移動	等速垂直上升
圖形		
公式	$W = F \times S$ (功 = 水平力 × 沿力方向之位移)	$W = mg \times h$ (功 = 物重 × 物體上升之高度)

(3) 特性：F和S互相平行，才是有效作功，夾角>0°則F與S的平行分力才有作功

- ① 當施力方向與位移方向相同 (夾角 0°)，此時施力所作的功為正功；當施力方向與位移方向相反 (夾角 180°)，此時施力所作的功為負功。
② 若施力方向與位移方向之間的夾角為 90° ，則此力對物體不作功。
③ 當施力無法超越最大靜摩擦力時，物體的位移為 0，此時雖有施力在物體上，但施力對物體所作的功為 0。
④ 功無方向性，但有正、負功。
⑤ 功的大小和作功的方法、路徑、時間長短無關。

(4) 作功為零的例子：

- ① 提著書包站著不動。(位移 = 0)
② 提著書包往前走。(向上作用力和水平位移垂直)
③ 圓周運動。(向心力和位移垂直)
切線方向





- (C) 1. 某人施 5N 的水平力推動 2kgw 的物體，在一粗糙水平面上等速前進了 10 公尺，再沿同路線將物體以相等的力等速推回原處，則此人共做功多少焦耳？
 (A) 0 (B) 50 (C) 100 (D) 200 **因為等速，合力=0，做功=0**
 $W = FS = 5 \times 10 = 50$
 $1.5 \times 10 \times 2 = 100 \text{ (J)}$ **來回** $50 \times 2 = 100$
- (A) 2. 甲、乙、丙三個工人，分別將同重量的水泥扛到五樓，甲耗時 2 分 13 秒，乙耗時 3 分 05 秒，丙耗時 2 分 30 秒，則三人何者對水泥做功的功率最大？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 一樣大 **三人做功相同，時間越短的功率越大**
 2. 三人做功相同，而甲花最少時間，故甲功率最大。
- (D) 3. 以 200gw 之向心力，使一物體做半徑為 1 公尺的圓周運動，若物體運動 1 周，則該向心力所作的功為多少焦耳？
 (A) 61.54 (B) 30.78 **圓周運動，向心力對物體不做功**
 (C) 6.28 (D) 0
 3. 向心力與物體運動方向垂直，且運動一周其位移 = 0，故向心力做功 = 0。
- (D) 4. 如右圖，施 3 公斤重的力，水平作用於 8 公斤重的靜止物體，若 5 秒內物體沿受力方向移動了 10 公尺，則此力作了多少焦耳的功？(1 公斤重 = 9.8 牛頓)
 $F = 3\text{kgw}$
 $F = 3 \times 9.8 = 29.4$
 $W = FS = 29.4 \times 10$
 (A) 30 (B) 80
 (C) 235.2 (D) 294
 4. $W = F \times S = 3 \times 9.8 \times 10 = 294 \text{ (J)}$
- (D) 5. 甲、乙、丙三木塊質量分別為 2kg、3kg、2kg，均靜置於無摩擦力的水平桌面上。今分別對甲、乙、丙三木塊施以大小均為 F 的外力，甲、乙兩木塊受力方向向右，受力期間均水平向右移動 1m，丙木塊受力方向鉛直向上，受力期間向上移動 1m，如上圖所示。若此移動過程中，外力 F 對甲、乙、丙三木塊作功的大小分別為 $W_{\text{甲}}$ 、 $W_{\text{乙}}$ 、 $W_{\text{丙}}$ ，則下列何者正確？
三者 F 和 S 相同，作的功 W 便相同
但三者的加速度 a 不同
 (A) $W_{\text{甲}} < W_{\text{乙}} < W_{\text{丙}}$ (B) $W_{\text{甲}} < W_{\text{丙}} < W_{\text{乙}}$
 (C) $W_{\text{甲}} = W_{\text{乙}} < W_{\text{丙}}$ (D) $W_{\text{甲}} = W_{\text{乙}} = W_{\text{丙}}$
 5. $W = F \times S$ ，作用於甲、乙、丙的力大小相等且皆位移 1 公尺，故 F 對三者作功的大小相等。
- (A) 6. 一個質量為 10kg 的木塊置於水平桌面，木塊同時受到 F_1 、 F_2 兩個大小固定的外力， F_1 的大小為 10N，方向水平向右； F_2 的大小為 5N，方向鉛直向上。若施力過程中，木塊僅水平向右移動 1m，如上圖所示，則此過程 F_2 對木塊作功應為多少？
 F_1 作功 $W = 10 \times 1 = 10 \text{ (J)}$
 F_2 和位移互相垂直，作功 = 0
 (A) 0 (B) 5J
 (C) 10J (D) 15J
 6. F_2 與水平位移垂直，故不作功， F_2 作功大小 = 0。

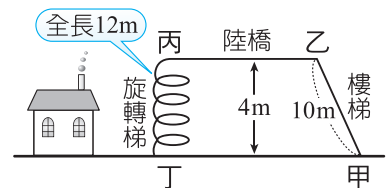
- 基(B) 7. 電器行中的抽水馬達有 900 瓦特、700 瓦特、500 瓦特三種規格。關於此三種馬達的敘述，下列何者正確？

素養題

- (A) 馬達瓦特數愈大，所作的功必定愈多 → 前提是「相同時間內」
 (B) 將相同體積的水抽至相同高度，900 瓦特馬達所需的時間較其他兩者少
 (C) 將相同體積的水抽至相同高度，900 瓦特馬達所需的能量較其他兩者少
 (D) 相同時間內，將 100 公升的水抽到高处，則 500 瓦特馬達所抽的高度最高
 7. (A) 不一定；(C) 時間較兩者少；(D) 900 瓦特。

請閱讀下列敘述後，回答 8.~10.題

今天小新和爸媽去大賣場購物，他們買了一堆生活用品及食物，小新和爸爸、媽媽分別提著 5、20、10 公斤重的東西回家，他們到家之前會經過一座陸橋，如右圖所示。



- (B) 8. 當小新由甲走到乙時，他對手上物品所作的功為多少 $\text{kgw} \cdot \text{m}$ ？

(A) 0 (B) 20 (C) 40 (D) 60 $5 \times 4 = 20$

8. $5\text{kgw} \times 4\text{m} = 20\text{kgw} \cdot \text{m}$

不必改成牛頓

- 基(A) 9. 當爸爸由乙等速走到丙時，爸爸對手上物品所作的功為多少 $\text{kgw} \cdot \text{m}$ ？

(A) 0 (B) 80 (C) 100 (D) 200

9. 施力向上，位移為水平方向，兩者垂直施力不作功。

- 基(C) 10. 當小新一家三口到家後，將物品從 1 樓提到 2 樓，則他們三人各自對手中物品所作功之大小順序應為何？

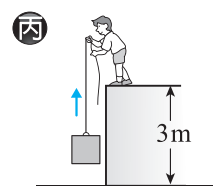
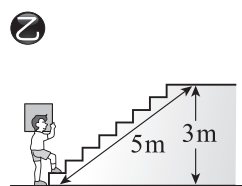
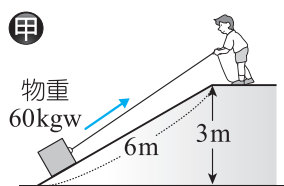
(A) 小新 = 爸爸 = 媽媽 (B) 小新 > 爸爸 > 媽媽

(C) 爸爸 > 媽媽 > 小新 (D) 媽媽 > 爸爸 > 小新

10. 三人位移相同，作用力 = 物重，作用力：爸爸 > 媽媽 > 小新，故作功：爸爸 > 媽媽 > 小新。

請閱讀下列敘述後，回答 11.~13.題

蛋頭將同一物體（重量為 60 公斤重）分別以三種不同方式等速將物體抬到 3 公尺處，甲方式費時 40 秒，乙方式費時 20 秒，丙方式費時 10 秒，所有摩擦可忽略。（ $g = 9.8\text{m/s}^2$ ）



- (B) 11. 乙方式中，蛋頭對物體所作的功為多少焦耳？

(A) 60×3 (B) $60 \times 9.8 \times 3$ (C) 60×5 (D) $60 \times 9.8 \times 5$

11. 物體呈等速運動，合力 = 0，作用力 = 物重， $F = 60 \times 9.8 \text{ (N)}$ ， $W = F \times S = 60 \times 9.8 \times 3 \text{ (J)}$

- (D) 12. 哪一種方式所作的功最大？

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 三種方式都相等

12. 作功大小與路徑無關，故 $W_{\text{甲}} = W_{\text{乙}} = W_{\text{丙}}$ 。

- (A) 13. 哪一種方式的功率最小？費時較長的，功率較低

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 三種方式都相等

13. $P = \frac{W}{t}$ ， $t_{\text{甲}}$ 最大，故 $P_{\text{甲}}$ 最小。



認識動能、位能與能量守恆

學習內容

學習內容 Ba-IV-7 物體的動能與位能之和稱為力學能，動能與位能可以互換。

E_K
1. 動能 (K) : $= \frac{1}{2} mV^2$ (V:速率)
(Kinetic Energy)

(1) 定義：物體因運動而具有的能量形式，稱為動能。

運動的 (2) 影響因素：

① 若物體質量相同，動能大小與速率平方成正比。

② 若物體速率相同，動能大小與質量成正比。

(3) 特性：

① 動能無方向性。

② 外力使物體速率增加，則外力對物體作正功，等於物體增加的動能。

③ 物體運動的速率愈快，動能愈大，對別的物體作功的能力愈大。

④ 摩擦力對物體作負功，物體速率減少，等於物體減少的動能。

作功=末速動能-初速動能

$$FS = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$$

$$F=ma$$

$$maS = \frac{1}{2}m(V^2 - V_0^2)$$

$$\rightarrow 2aS = V^2 - V_0^2$$

$$\rightarrow \boxed{V^2 = V_0^2 + 2aS}$$

E_P
2. 位能 (U) : $= mgh$ (h:高度)
(Potential Energy)

潛在的 (1) 定義：當外力作用在物體上，使物體的高度或形狀產生變化時，外力所作的功便以重力位能或彈之位能的形式儲存。物體隨著高度差或形變而變化的能量稱為位能。

(2) 重力位能：or彈力位能

① 物體因位置高低改變而具有不同大小的重力位能，同一物體在高處的重力位能較在低處大（通常以水平地面為位能 = 0）。

② 影響因素：

(a) 若物體質量相同，重力位能大小與地表之高度差成正比。

(b) 若物體與地表高度差相同，重力位能大小與質量成正比。

(3) 彈性能：物體由於產生形變而具有的能量或藉由彈性作用而儲存的能量。

① 彈性體必須產生形變，才有彈性能，形變量愈大，彈性能愈大。還跟彈性體的材質屬性有關，通常以

彈力係數來表示

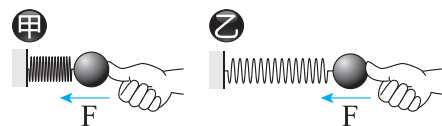
② 實例：拉長或壓縮的彈簧。「彈力係數」來表示

(4) 動能、重力位能和彈性能的互換：

① 右圖(a)為一彈簧平放在桌面固定，當用一外力壓縮彈簧時，彈簧具有彈性能，壓縮量達最大時彈性能最大，此時若把壓縮中的彈簧放掉，彈簧會以一速率彈出如右圖(b)，此時彈簧把彈性能轉換成動能。

② 物體掛在彈簧下端如右圖(c)，使物體上下振動，當物體振動至最高點時，物體具有最大的重力位能，在平衡位置時，動能最大，最低點時彈性能最大。

彈簧原長



彈性能 甲 > 乙

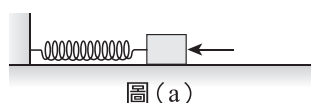


圖 (a)

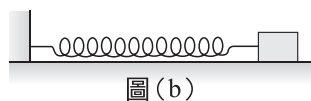


圖 (b)

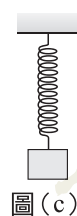


圖 (c)

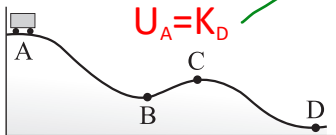
$$mgh = \frac{1}{2}mV^2$$
$$\rightarrow V^2 = 2gh \rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

3. 功能轉換與能量守恆

(1) 力學能（E）：物體的位能與動能的總和，稱為力學能。沒有阻力或其他外力介入

① 力學能守恆：物體運動的過程中，若只受重力或彈力，則力學能總和會保持不變，我們稱此結果為力學能守恆，即動能 + 位能 = 定值（ $E = K + U = \text{定值}$ ）。

② 如右圖所示，一輛質量 m 的靜止小車由 A 處滑下到達 D 處，假設過程中無摩擦力存在，並以 D 點之重力位能為 0，小車無論在任何位置，重力位能和動能的總和均維持不變；即遵守力學能守恆。（以 D 點重力位能為 0）



沒有摩擦力的話，最高點的位能會全數轉換成最低點的動能

(2) 功能互換：凡是可以作功的物理量，稱為能。能量可以轉變為功，功也能轉變為能；能量是一種作功的能力。

「功」與「能」可以互換

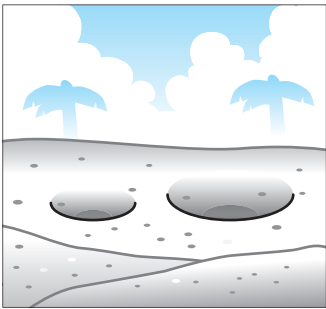
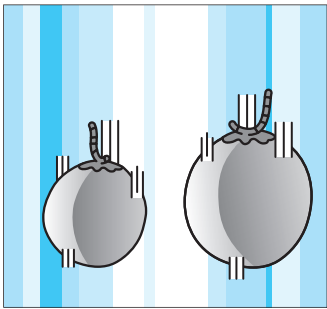
「作功」可以獲得「能量」；「能量」也能幫忙「作功」

例：撞球時，以桿子用力擊球，球從靜止狀態變為運動狀態，球得到了動能，動能為一種能量，可以作功，具有破壞能力。

(3) 能量守恆：自然界的能量轉換過程，不會無中生有，也不會憑空消失，某種形式能量的減少，必由另一種形式能量的增加而來，且能量總和不變。

① 能量可以用不同形式轉換：自然界中仍有許多形式的能量，像是熱能、光能、電能、核能等，自然界中能量可以彼此相互轉換，例如水力發電就是藉由水的位能轉換成馬達的動能再由發電機轉換成電能。

自然小劇場



觀念一把罩

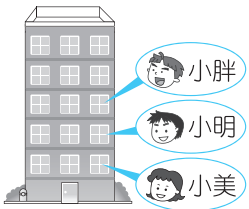
1. 位能為物體因 形狀 或 位置 改變所具有的能量。
 - (1) 重力位能：與質量或 高度差 成正比。
 - (2) 彈性能：形變越大，彈性能 越大。
2. 僅受 重力 或 彈力 的情況下，動能和位能的總和維持不變，稱為 力學能守恆。

觀念推與敲

將對的圈起來

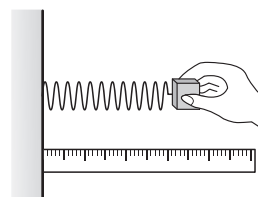
1. （小美，小明，小胖）所具有的重力位能最大。

註：三人體重相同
2. 阿寶玩溜滑梯，若不計摩擦力，則其在（最高處，最低處）動能最大。



應用練習

- (B) 1. 運動中的物體在粗糙平面上，經過一段距離後漸漸停止下來，物體所減少的動能和摩擦力所作的功有何關係？
 (A) 功 > 減少的動能 (B) 功 = 減少的動能 **減少的動能=摩擦力作的負功**
 (C) 功 < 減少的動能 (D) 無法比較
- (C) 2. 關於功與動能的敘述，下列選項何者正確？
 (A) 功有方向性 (B) 施一外力於一物體上，此外力必做功 (C) 相同速率下，質量較大的物體其動能較大 (D) 物體自高處自由落下，其動能減少
2. (A) 功無方向性；(B) 向心力不做功；(D) 速率增加，動能增加。
- (B) 3. 如右圖，蘋果樹上結有甲、乙、丙三個重量相等的蘋果，它們分別在不同的位置上，則哪一個蘋果所具有的重力位能最大？
 (A) 甲
 (B) 乙
 (C) 丙
 (D) 一樣大
3. 三者重量相等，故位置最高者，其重力位能最大。
- (A) 4. 如右圖，有一條彈簧一端固定在牆壁上，另一端掛上一木塊。試問下列何種情形下，當手放開時，木塊可以產生最大的速率？（假設彈簧拉長或壓縮時，皆不超過彈性限度）
 (A) 彈簧拉長 7cm (B) 彈簧拉長 4cm
 (C) 彈簧壓縮 3cm (D) 彈簧壓縮 5cm
4. 彈簧的形變愈大，所具有的彈性能愈大。
- (D) 5. 關於功與能的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 水力發電的過程，是利用重力位能對發電機做功，使其運轉
 (B) 用鐵錘將釘子釘入木板中的過程，是利用鐵錘的動能對釘子做功
 (C) 運動時用手舉起啞鈴，是手對啞鈴做功，增加其重力位能
 (D) 凡是對物體做功，均會同時增加物體的動能和位能



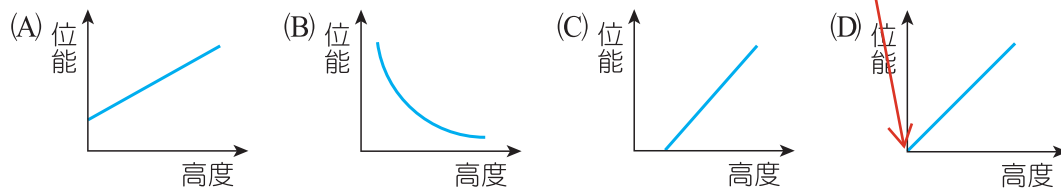
5. (D) 不一定



- (C) 1. 載重相同的甲、乙兩電梯從一樓升到十樓，甲電梯花了 10 秒，乙電梯花了 15 秒，下列敘述何者正確？
 (A) 甲電梯的驅動馬達做功較多 (B) 甲電梯增加的位能較多
 (C) 甲電梯的驅動馬達功率較大 (D) 兩電梯作的功及功率都一樣大

1. (A)(B) 兩者馬達做功及增加的位能皆一樣多；(C)(D) 做功相同，但甲電梯花費時間較少，故其功率較大。

- (D) 2. 將相同質量的物體放置在不同的高度，並將地平面的位能定義為零，則下列哪一張圖是位能和高度關係圖？



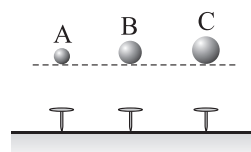
2. 位能與高度成正比，故選(D)。

- 基(B) 3. 同質量甲、乙兩物體，各以相等速率做等速度運動，但運動方向相反，則兩者的動能關係為何？

(A) 甲 > 乙 (B) 甲 = 乙 (C) 甲 + 乙 = 0 (D) 甲 < 乙

3. 動能不具方向性，由於甲、乙的質量及速率大小相等，兩者動能相等。

- 基(C) 4. A~C 三顆大小不同的鐵球，由相同高度落下，如右圖所示，何者能將鐵釘打入較深？



(A) A (B) B

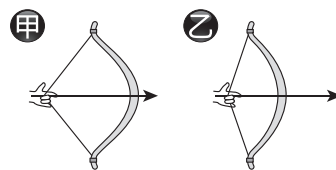
(C) C (D) 一樣深

4. A、B、C 所在高度相同，而 C 的質量最大，故 C 的重力位能最大。

- 基(D) 5. 高速運動的棒球可以擊破玻璃，主要是因為棒球具有何種性質？

(A) 較小的質量 (B) 較大的重力位能 (C) 較少的熱能 (D) 較大的動能

- 基(A) 6. 如右圖所示，弓箭手施力於弦上，分別以甲、乙兩種方式將弦拉開，何種方式射出的箭，離開弦的瞬時速率較快？



(A) 甲 (B) 乙

(C) 甲、乙相同 (D) 箭皆不會射出

- 基(C) 7. 運動會的登高比賽中，前四名的資料如右表。則下列敘述，何者正確？

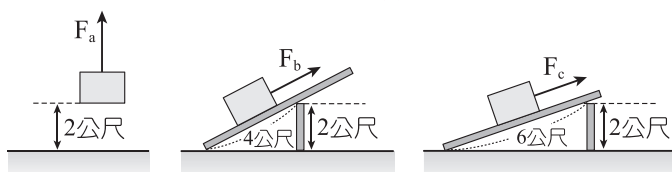
選手	重量	花費時間
甲	50 公斤重	5 分整
乙	45 公斤重	5 分 20 秒
丙	40 公斤重	5 分 30 秒
丁	55 公斤重	5 分 40 秒

- (A) 甲所花的時間最短，因此甲所作的功最多
(B) 乙的體重最輕，所以乙所作的功比較少
(C) 丁比較重，所以丁所增加的位能最多
(D) 四位選手爬的高度相同，所以增加的位能相同

$U = mgh$
大 大 相同

7. (A)(C)(D) 四人增加高度相同，但丁最重，丁所增加的位能最多，所作的功最多；(B) 丙最輕。

- 基(D) 8. 如右圖所示，以不同的方式將同一物體等速提升 2 公尺，則有關施力對此物體做功的敘述，下列何者正確？

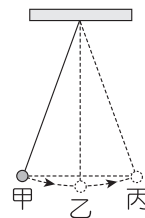


表示F作正功=物重作負功，物體沒增加動能，只增加重力位能

- (不考慮摩擦阻力的影響)
(A) F_a 所作的功最小 (B) F_b 所作的功最大
(C) F_c 不作功 (D) 三力所作的功相同

8. 三者增加之位能相同，所作的功也相同。

- 基(D) 9. 有一單擺如右圖所示。將擺錘自甲點從靜止自由釋放，經過最低點乙點，到達與甲點等高的丙點。已知擺錘在甲點、乙點及丙點的重力位能分別為 $U_{\text{甲}}$ 、 $U_{\text{乙}}$ 及 $U_{\text{丙}}$ ，擺錘在甲點、乙點及丙點的動能分別為 $E_{\text{甲}}$ 、 $E_{\text{乙}}$ 及 $E_{\text{丙}}$ ，若不計任何摩擦力，則下列何者正確？



- (A) $U_{\text{甲}} - U_{\text{乙}} = 2E_{\text{丙}} = E_{\text{乙}} - E_{\text{甲}}$
 (B) $U_{\text{乙}} - U_{\text{丙}} = 2E_{\text{甲}}$
 (C) $U_{\text{甲}} - U_{\text{乙}} = E_{\text{甲}} - E_{\text{乙}}$
 (D) $U_{\text{丙}} - U_{\text{甲}} = E_{\text{甲}} - E_{\text{丙}} = 0$

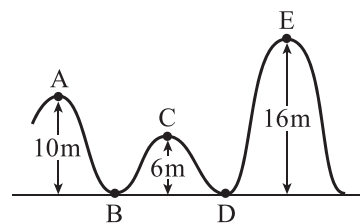
【110 國教會考】

9. 物體只受重力做功，則遵守力學能守恆， $E_{\text{甲}} + U_{\text{甲}} = E_{\text{乙}} + U_{\text{乙}} = E_{\text{丙}} + U_{\text{丙}}$ ，其中因甲與丙在最高點，動能為零， $E_{\text{甲}} = E_{\text{丙}} = 0$ ，(A)(C) $U_{\text{甲}} - U_{\text{乙}} = E_{\text{乙}} - E_{\text{甲}} = E_{\text{乙}}$ ；(B) $U_{\text{乙}} - U_{\text{丙}} = E_{\text{丙}} - E_{\text{乙}} = -E_{\text{乙}}$ ，答案選(D)。

- 精(B) 10. 水力發電是利用高處的水下沖推動發電機而發電，下列關於水推動發電機而發電的敘述，何者錯誤？
- (A) 水的位能減少，動能增加 (B) 損失的位能可直接轉換成電能
 (C) 部分的位能轉成熱能而散失 (D) 仍然遵守能量守恆定律

請閱讀下列敘述後，回答 11.~13. 題

有一小球沿光滑軌道由 A 點自由滾下，如右圖所示，並假設滾動過程中不計任何阻力，只受重力的影響。(設水平地面的重力位能為 0)



- (B) 11. 在運動的過程中，小球在下列何處的動能最大？
 (A) A、E (B) B、D (C) C、D (D) D、E
 11. 根據 $E = U + K$ ，位能 = 0 時，動能最大。
- (A) 12. 在運動的過程中，小球在下列何處的重力位能最大？
 (A) A (B) B (C) C (D) D
 12. 根據 $E = U + K$ ，動能 = 0 時，位能最大。

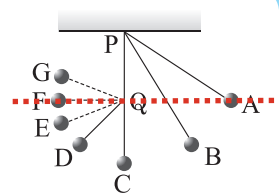
- 基(B) 13. 在運動的過程中，小球是否可達到 E 點？

(A) 可以 (B) 不可以 (C) 視小球質量而定 (D) 視小球在 D 點速率而定

13. 因為 E 點處的重力位能大於 A 點的重力位能，故小球無法到達 E 點。

請閱讀下列敘述後，回答 14.~15. 題

右圖為一垂直懸掛的單擺，擺錘由 A 點靜止釋放，Q 為一固定之細棒，擋住擺繩的運動，假設整個擺動過程無能量的損失。



- (A) 14. A、B、C、D 四點中，哪一點的重力位能最大？

(A) A 點 (B) B 點 (C) C 點 (D) D 點

14. A 點最高，故其重力位最大。

- 基(C) 15. 當擺錘由 A 點釋放而擺動到左側，擺錘所能達到最高點應為圖上的哪一點？

(A) D 點 (B) E 點 (C) F 點 (D) G 點

15. 根據力學能守恆，擺錘能擺到與 A 點等高的位置，故選(C) F 點。

3-3 關於槓桿原理（含靜力平衡）

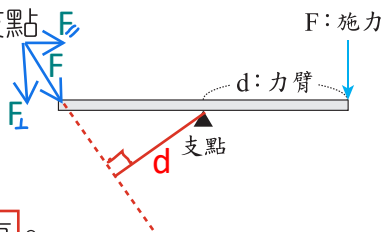
學習內容

- 學習內容 Eb-IV-1 力能引發物體的移動或轉動。
- Eb-IV-2 力矩會改變物體的轉動，槓桿是力矩的作用。
- Eb-IV-3 平衡的物體所受合力為零且合力矩為零。

「力矩」的單位和「功、能」的單位都是→ $N \cdot m$
但是力矩的N和m互相垂直
功、能的N和m互相平行

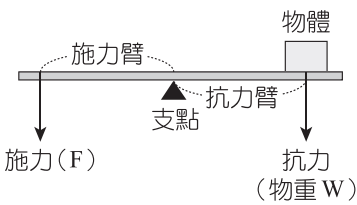
1. 力矩：

- (1) 定義：施力可使物體發生轉動，稱此力對物體產生力矩。
- (2) 力矩 = 施力 × 力臂， $L = F \times d$ （L：力矩，F：施力，d：力臂）
- (3) 單位：L 的單位為 $kgw \cdot m$ 或 $N \cdot m$ （≠焦耳）
- (4) 支點：物體發生轉動時，唯一不會發生轉動的點，稱為支點，常以▲代表支點。
- (5) 力臂：施力的作用線到支點的垂直距離。
- (6) 力矩性質：
 - ① 要產生力矩使物體發生轉動，施力方向與力臂必須垂直。
 - ② 若施力於槓桿的支點上，則力臂為 0，此時力矩為 0，不發生轉動。
 - ③ 當力作用在物體上產生力矩時，物體會隨力矩方向轉動，因此力矩有方向性，其方向有兩種：順時鐘力矩與逆時鐘力矩。



2. 槓桿原理：

- (1) 內容：在槓桿的兩端施力，當槓桿不再轉動時，槓桿處於平衡狀態。當槓桿達到平衡時，施力產生的力矩大小會等於抗力產生的力矩大小，稱為槓桿原理。
- (2) 公式：施力 × 施力臂 = 抗力 × 抗力臂



3. 靜力平衡：

- (1) 靜止物體同時受到數力作用，仍然保持靜止，則物體呈現靜力平衡。
 - ① 靜力平衡（不移動也不轉動），合力 = 0，合力矩 = 0
 - ② 移動平衡（物體不移動但可轉動），合力 = 0，合力矩不等於 0（原地轉動）
 - ③ 轉動平衡（物體可移動但不轉動），合力不等於 0，合力矩 = 0

自然小劇場



/ 觀念一把罩 /

1. 力矩為施力使物體繞著支點轉動的物理量，其公式為力矩 (L) = 力臂 (d) $\times$ 施力 (F)。
2. 槓桿靜止平衡時，順時鐘方向的力矩 等於 逆時鐘方向的力矩。
3. 力矩的方向依其旋轉方式可分成 逆時鐘 和 順時鐘 方向。

/ 觀念推與敲 /

將對的圈起來

1. 力矩 (有 , 無) 方向性，單位為牛頓-公尺，(等於 , 不等於) 焦耳。
2. 合力矩 = 0 表示物體 (不轉動 , 不移動)，合力 = 0 表示物體 (不轉動 , 不移動)。
3. 物體達到靜力平衡時其運動狀態為 (可 , 不) 轉動、(可 , 不) 移動。

應用練習

- (B) 1. 阿毛使用拔釘器將鐵釘拔起，如右圖所示。若釘子的抗力大小為 60kgw，則阿毛至少需施力多少 kgw，才能將釘子拔起？

(A) 2kgw (B) 4kgw

(C) 6kgw (D) 8kgw

$$1. F \times 75 = 60 \times 5, F = 4 \text{ (kgw)}$$

- (A) 2. 右圖中的支點 (刻度 100 處) 用一鐵釘固定住，小偉手提彈簧秤，使一掛有砝碼 (刻度 25 處) 之木尺恰能維持靜止平衡，若不考慮木尺重量，且砝碼的重量為 100gw，則彈簧秤上顯示的施力大小為多少 gw？

(A) 150 (B) 250

(C) 300 (D) 400

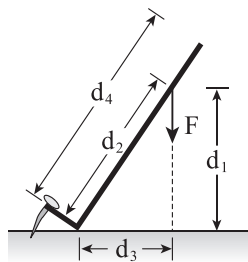
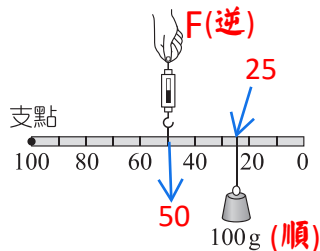
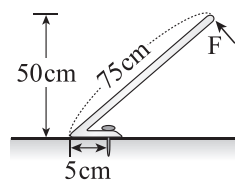
$$2. 100 \times (100 - 25) = F \times 50, F = 150 \text{ (gw)}$$

此為費力裝置

- (C) 3. 安琪利用起釘器將釘子拔起，其施力 F 的大小、方向如右圖所示，則她施力的力矩大小為下列何者？

(A) $F \times d_1$ (B) $F \times d_2$ (C) $F \times d_3$ (D) $F \times d_4$

3. 施力與其力臂垂直



F 的力臂



- (C) 1. 關於力與力矩的敘述，下列何者正確？

(A) 力和力矩都是能量的一種，不具方向性 **皆有方向性**

(B) 力矩的效應不會產生運動狀態的改變

(C) 可用大小、方向及作用點來描述力，而力矩則是受到力與力臂乘積的大小和方向所影響

(D) 力的方向多以順時鐘與逆時鐘方向來表示

1. (A) 皆為量值，具方向性；(B) 力矩會造成運動狀態的改變；(D) 力矩。

「力矩」不是力也不是能量，只代表「轉動」的能力。

(B) 2. 下列有關功及力矩的比較，何者正確？

選項	功	力矩
(A)	具有方向 ✗	具有方向
(B)	單位為焦耳	單位為公斤重·公尺或公克重·公分
(C)	當外力與位移方向垂直時，功的大小為最大 ✗ 平行	當外力與力臂方向平行時，力矩的大小為最大 ✗ 垂直 轉
(D)	對物體作正功，可增加物體能量	當力矩不為 0 時，可使物體移動

2. (A) 功不具有方向；(C) 外力和位移平行時，功的大小最大。外力和力臂方向垂直時，力矩的大小最大。

(A) 3. 右圖為阿飛以木棒移走石頭的情形，已知石頭質量為 400 公斤，其重心離小圓木 30 公分，兩手與小圓木間的平均距離為 1.5 公尺，則阿飛至少要施多少力才能把石頭抬起來？ $F \times 1.5 = 400 \times 0.3$ $F = 80$

(A) 80kgw (B) 200kgw (C) 400kgw (D) 800kgw

3. $F \times 150 = 400 \times 30$ ， $F = 80$ (kgw)

(D) 4. 右圖所示之桿秤（桿秤重量不計）若恰好可維持平衡狀態，則下列的敘述何者正確？

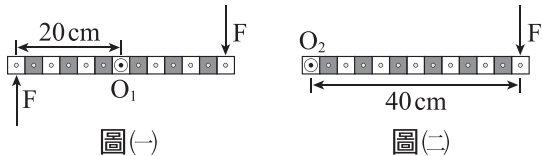
(A) 香蕉的重量等於 200 公克重 $W \times 10 = 200 \times 20$

(B) 手提的力等於 400 公克重

(C) 手提的力增大，會使秤桿轉動

(D) 秤錘再往右移，會使秤桿順時鐘方向轉動 4. (A)(B) 力矩平衡 $200 \times 20 = 4000$ (gw·cm) = 香蕉重 $\times 10$ ，香蕉重 = 400 (gw)，手提的力 = 秤錘 + 香蕉重 = 600 (gw)；(C) 會使整組向上移動。

(A) 5. 有一槓桿其轉軸 O_1 點在槓桿中央，同時在距 O_1 點兩側 20cm 處，垂直槓桿施予大小為 F 的力，如圖(-)所示，兩力對此槓桿產生的合力矩大小為 L_1 。另有一槓桿其轉軸 O_2 點在槓桿的一端，在距 O_2 點 40cm 處，垂直槓桿施予大小為 F 的力，如圖(二)所示，此力對此槓桿產生的力矩大小為 L_2 。關於 L_1 及 L_2 兩者的關係，下列何者正確？ 【111 國教會考】



(A) $L_1 = L_2$ (B) $L_1 = 2L_2$

(C) $2L_1 = L_2$ (D) $L_1 = 0$ ，且 $L_1 < L_2$

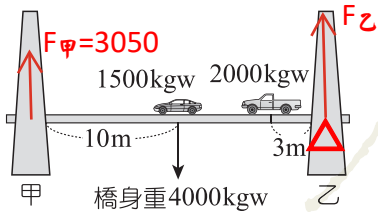
5. L_1 兩個力所產生的力矩皆為順時鐘，故 $L_1 = 20 \times F + 20 \times F = 40F$ ； L_2 此力所產生的力矩為順時鐘， $L_2 = 40 \times F = 40F$ 。故選(A) $L_1 = L_2$ 。

(A) 6. 如右圖所示，長 20m、4000kgw 的橋上有一 1500kgw 的車行駛至橋中央，若另一 2000kgw 的車，恰行駛至橋上距乙端 3m 處，求此時甲、乙兩橋墩的受力分別為多少 kgw？ $F_{\text{甲}} \times 20 = (4000 + 1500) \times 10 + 2000 \times 3$ $F_{\text{甲}} = 3050$

(A) 3050、4450 (B) 4450、3050

(C) 3750、3750 (D) 7500、7500

6. 以乙為支點， $F_{\text{甲}} \times 20 = 1500 \times 10 + 4000 \times 10 + 2000 \times 3$ ， $F_{\text{甲}} = 3050\text{kgw}$ ；以甲為支點， $F_{\text{乙}} \times 20 = 1500 \times 10 + 4000 \times 10 + 2000 \times 17$ ， $F_{\text{乙}} = 4450\text{kgw}$ 。



合力=0 → 向上總力=向下總力 → $F_{\text{甲}} + F_{\text{乙}} = 4000 + 1500 + 2000 = 7500$

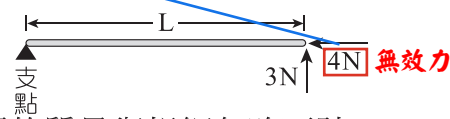
$F_{\text{乙}} = 7500 - F_{\text{甲}} = 7500 - 3050 = 4450$

基(D) 7. 如右圖所示，一槓桿保持水平，支點在左端，全長為

L 。在槓桿右端施予鉛直向上 3N 及水平向左 4N 的力

，此兩力對槓桿產生逆時針 $840\text{N} \cdot \text{cm}$ 的力矩，若槓桿的質量與粗細忽略不計，則 L 應為多少？ $840=3 \times L$ $L=280$

【103 國教會考】



(A) 120cm (B) 168cm (C) 210cm (D) 280cm

7. 只有垂直於力臂的力產生力矩 $\rightarrow 3 \cdot L = 840$ ， $L = 280$ (cm)。

基(A) 8. 甲、乙、丙三人至野外露營，有一顆大石頭在

營地的中央，為了將大石頭移開，他們利用一

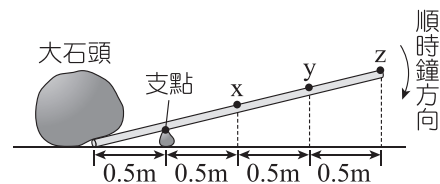
根堅硬且重量分布均勻的木棍，以一顆小石頭

當作支點，如右圖所示。若甲、乙、丙所施的

最大力量分別為 100 牛頓、 200 牛頓、 300 牛頓，且三人同時鉛直向下施最大力量於木棍，則下列哪個組合所產生的「順時鐘力矩和」大小為最大？

(A) 甲在 x 點，乙在 y 點，丙在 z 點 (B) 甲在 z 點，乙在 y 點，丙在 x 點

(C) 甲在 y 點，乙在 z 點，丙在 x 點 (D) 甲在 y 點，乙在 x 點，丙在 z 點



力量越大，力臂越大，力矩就越大

精(D) 9. 右表為小萍做槓桿原理實驗，在槓桿平衡且水平時所得的結果，若槓桿重量與支點摩擦力均忽略不計，則下列敘述何者錯誤？

(A) 第一次實驗中，若

甲 = 10 ，則丁 = 2

(B) 第二次實驗中，支點右方產生的力矩大小為 $4 \times$ 丙 ($\text{gw} \cdot \text{cm}$) 【101 基測】

(C) 若丁 = 4 ，則第一次實驗中支點左方產生的力矩大小為 20 ($\text{gw} \cdot \text{cm}$)

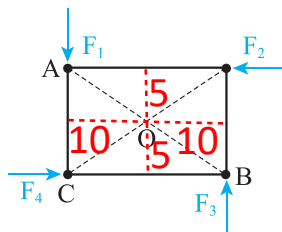
(D) 若乙 = 0.5 ，則第二次實驗中支點右方產生的力矩大小為 20 ($\text{gw} \cdot \text{cm}$)

9. (D) 右方力矩為 10 ($\text{gw} \cdot \text{cm}$)

10

請閱讀下列敘述後，回答10.~11.題

如右圖所示， F_1 、 F_2 、 F_3 及 F_4 四力大小皆為 15gw ，並以不同方向作用於同一矩形盒子上，已知 $AC = 10\text{cm}$ ， $BC = 20\text{cm}$ 。



(C) 10. 以 C 為支點，哪些力會產生逆時鐘方向的力矩？

(A) 僅 F_2 (B) 僅 F_1 、 F_2 (C) 僅 F_2 、 F_3 (D) F_1 、 F_2 、 F_3

10. 以 C 為支點，因 F_1 和 F_4 的延長線通過支點，故不產生力矩。 F_1 、 F_4 的延長線通過 C 點，為無效力

(D) 11. 以 O 為支點，四力所產生的總力矩大小為何？

(A) $45\text{gw} \cdot \text{cm}$ (B) $150\text{gw} \cdot \text{cm}$ (C) $375\text{gw} \cdot \text{cm}$ (D) $450\text{gw} \cdot \text{cm}$

11. $15 \times 10 + 15 \times 5 + 15 \times 10 + 15 \times 5 = 450$ ($\text{gw} \cdot \text{cm}$)

$F_1 \times 10 + F_2 \times 5 + F_3 \times 10 + F_4 \times 5$



認識簡單機械

學習內容

學習內容 Eb-IV-7 簡單機械，例如：槓桿、滑輪、輪軸、齒輪、斜面，通常具有省時、省力或者是改變作用力方向等功能。指不須用電或燃料，手動即可操作

1. 簡單機械的分類與應用原理：

- (1) 機械：能傳遞能量，幫助人類做功的裝置。(或說將能量轉成功的裝置) 通常都會耗損減少
- (2) 常見的機械：注意：是傳遞「能量」，不是傳遞「功」
① 利用槓桿原理者：槓桿、輪軸、滑輪。
② 利用斜面原理者：斜面、螺旋。
(3) 使用機械的目的：可以省時或省力或者改變施力方向，但是無法省功。
機械效率(e)= 输出的功 / 輸入的功 ≤ 1
或說操作方便
費力 費時 (不省力也不費力)

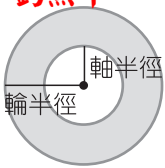
2. 利用槓桿原理的機械：

(1) 槓桿：可繞固定點自由轉動的裝置，此固定點稱為支點，依支點位置可分為三種：

種類	支點在中間	抗力點在中間	施力點在中間
圖形			
力臂大小	施力臂 > 抗力臂 施力臂 < 抗力臂 施力臂 = 抗力臂	施力臂 > 抗力臂 施力 < 抗力	施力臂 < 抗力臂 施力 > 抗力
使用目的	可省力、省時或改變施力方向	省力但費時	省時但費力
例子	剪刀、天平	開瓶器、大型釘書機	掃把、筷子、麵包夾

(2) 輪軸：起釘桿、桿秤 裁紙刀 筆、筷子、球拍 鏟子、鋤頭、釣魚竿

第一種槓桿的變形 ① 由兩個半徑不同的圓輪，固定在同一轉軸上所組成的機械裝置，以軸心當支點，輪或軸的半徑當力臂，則輪軸可視為槓桿的連續使用，為槓桿的變形。半徑大的稱為輪，半徑小的稱為軸，如右圖。



施力位置	施力於輪上 (省力費時)	施力於軸上 (費力省時)
圖示	 $F \times R = W \times r$ $F : W = r : R$ $r < R, F < W$	 $F \times r = W \times R$ $F : W = R : r$ $R > r, F > W$
實例	螺絲起子、汽車方向盤	汽車輪軸、擀麵棍

喇叭鎖

竹蜻蜓

② 輪與軸兩者固定一起，故輪轉 1 周，軸也轉 1 周。

(3) 滑輪：中間有凹槽能繞軸心轉動的小輪，亦是槓桿的變形。

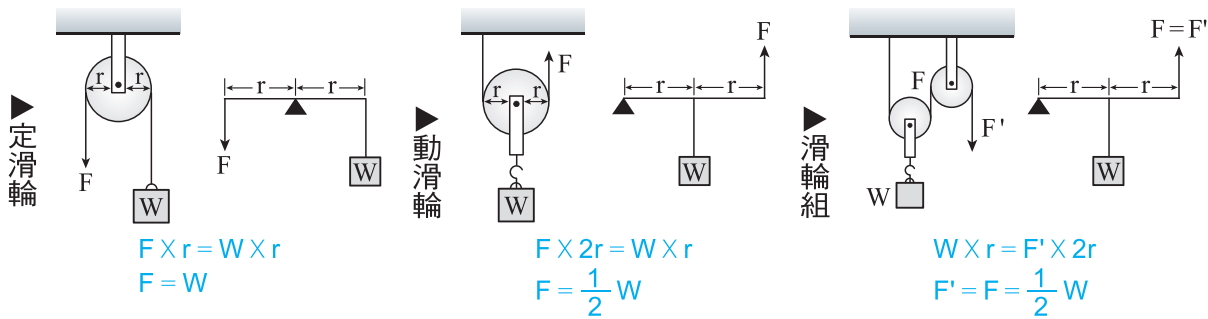
第一種槓桿的變形

① 定滑輪：軸固定不動，**不省力且不省時，只改變施力方向**。欲將物體上升，則施力 = 物重 ($F = W$)。欲使物體上升 h 公分，則應下拉 h 公分。

第二種槓桿的變形

② 動滑輪：軸可上下移動，**可省力一半**。欲將物體上升，則施力 = 物重一半 ($F = 1/2W$)。欲使物體上升 h 公分，則應上拉 $2h$ 公分。

③ 滑輪組：將定滑輪和動滑輪聯結使用，可達到省力、改變施力方向的目的。



3. 利用斜面原理的機械：

(1) 斜面：物體沿著光滑斜面推到斜面頂，**施力作功 = 物體增加的位能**。

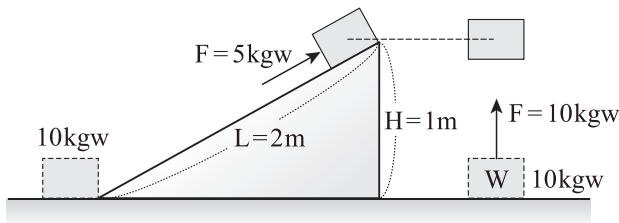
① 公式： $F \times L = W \times H \rightarrow F = W \times \frac{H}{L}$ (高 / 斜面長)

施力作功 = 物體增加位能
 $F \times L = W \times H$
 $5 \times 2 = 10 \times 1$

② 斜面恆省力，而且斜角愈小愈省力。

③ 應用：盤旋而上的山路和樓梯。

例：將 10kgw 的重物從地面拿到 1m 高的地方須施力 10kgw，但利用長為 2m 的斜面推上去，只需 5kgw。

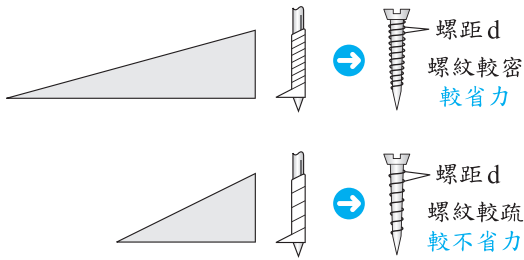


(2) 螺旋：斜面的另一種變形運用的裝置，恆省力。

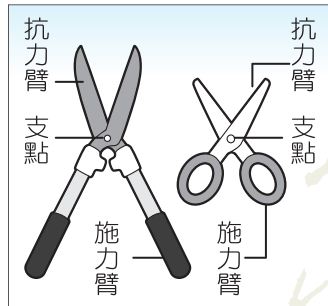
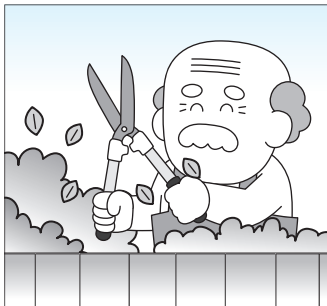
① 螺距：相鄰兩螺紋間的距離。螺距愈小，所展開的斜面斜角愈小，愈省力。

② 順著螺旋轉一圈，物體即上升或下降 1 個螺距的距離。

例：螺絲釘、絞肉機、礦泉水的瓶蓋等，都是應用螺旋的裝置。

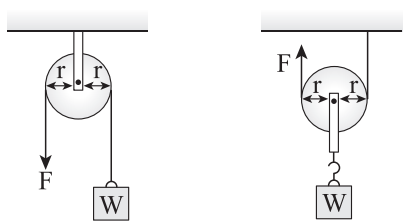


自然小劇場



觀念一把罩

- 簡單機械可以省時或省力、或改變施力方向，但不能省 功。
- 兩個半徑不等的圓柱，固定在同一轉軸上所組成的機械稱為輪軸，輪轉一圈，軸轉 一圈。
- (1) 定滑輪：不省力、不省時，但可 改變施力方向。
(2) 動滑輪：省 力 費 時 的裝置



觀念推與敲

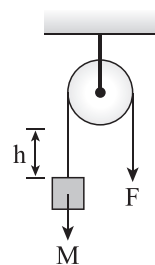
將對的圈起來

- 斜面是一個省力的裝置，斜角越小越（省力，費力）。
- 抗力點在中間的槓桿一定（省力，省時），施力點在中間的槓桿一定（省力，省時）。
- 螺旋為斜面的變形，為省力的裝置，螺紋愈（密集，稀疏）越省力。



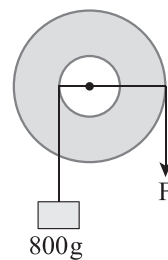
應用練習

- (B) 1. 如右圖所示，小禹使用細繩及定滑輪，施一力 F 將一重量 M 的物體以等速度提升 h 的高度。假設沒有阻力與摩擦力，且細繩、定滑輪的質量均忽略，則下列敘述何者正確？



- (A) 定滑輪是省力的機械
(B) 使用定滑輪可改變施力的方向
(C) 改用半徑愈大的定滑輪，則會愈省力
(D) 施力所作的功小於物體重力位能的增加量
1. (A)(B)(C) 定滑輪不省力也不省時，只改變施力方向；(D) 等於。

- (C) 2. 如右圖所示，輪直徑為 100 公分，軸直徑為 40 公分，今欲舉起 800 克重的物體時，至少需施力多少公克重？

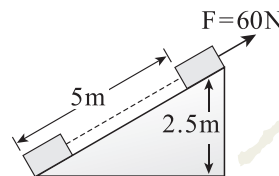


- (A) 100 (B) 200
(C) 320 (D) 400
2. 依力矩平衡列式， $800 \times 20 = F \times 50$ ， $F = 320$ (gw)。

- 基 (C) 3. 有關簡單機械的敘述，下列何者正確？

- (A) 利用槓桿的機械一定省力 (B) 利用螺旋的機械一定費力
(C) 利用斜面的機械一定省力 (D) 利用輪軸的機械一定費力
3. (A)(D) 利用槓桿原理的機械，可省時或省力；(B)(C) 利用斜面原理的機械必省力。

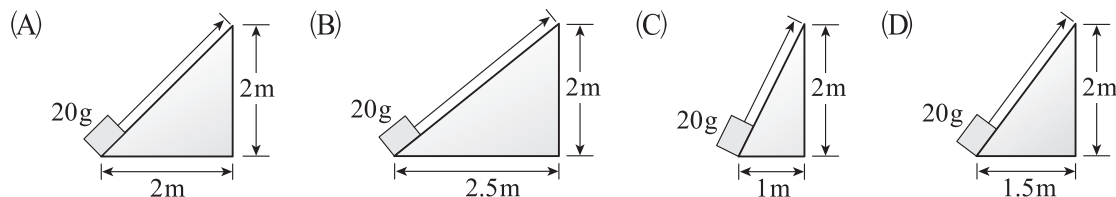
- 基 (A) 4. 如右圖，物體靜止於斜面底部，以 60N 之力沿斜面將物體拉了 5m，則此施力對物體所作的功為多少？



- (A) 300J (B) 150J
(C) 不作功 (D) 不知物體之質量，故無法計算
4. 作功 = 作用力 $\times$ 位移 = $60 \times 5 = 300$ (J)。



- (C) 1. 螺旋是下列哪一種機械裝置的變形？
(A) 槓桿 (B) 滑輪 (C) 斜面 (D) 輪軸
- (B) 2. 一定滑輪之左側掛有一重 50kgw 的物體，現於右側向下拉 10cm，則物體的高度會上升多少公分？
(A) 5 (B) 10 (C) 20 (D) 50
- (C) 3. 欲將相同質量的物體沿著光滑斜面等速拉上斜面頂端，若不考慮摩擦力，則下列何者所需要的施力最大？



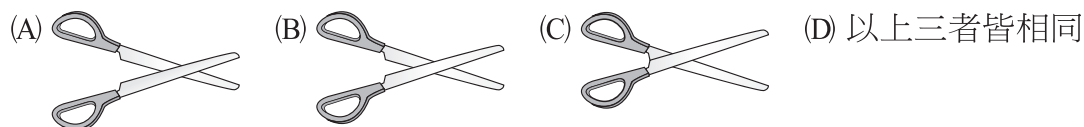
3. 斜面愈斜，愈不省力。

- (D) 4. 有關簡單機械的敘述，下列何者正確？

(A) 使用槓桿之目的是省力，且節省時間 (B) 門上門把是省時的輪軸 (C) 使用動滑輪無法省力，但可以使得操作方便 (D) 以掃把掃地是利用槓桿的原理

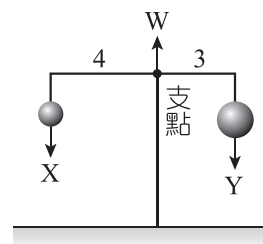
4. (A) 無法同時省力並省時；(B) 施力在輪上，為省力；(C) 動滑輪省力。

- (C) 5. 使用下列三把剪刀時，何者最可達到省時之目的？



5. (C) 抗力臂 > 施力臂，費力但省時。

- (A) 6. 天平的兩側以輕繩懸吊著重量分別為 X 公斤重及 Y 公斤重的兩物體，且平衡靜止不動，已知左右兩側臂長的長度比為 4 : 3，如右圖所示。假設天平的兩臂重量及支點接觸面的摩擦力皆很小可以忽略，支點支撐天平兩臂的力量為 W 公斤重，則下列關係式何者正確？



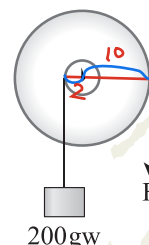
(A) $4X = 3Y$ (B) $X + Y = 7W$

(C) $4X + 3Y = W$ (D) $3X + 4Y = W$

6. 由靜力平衡列式① 合力 = 0 : $W = X + Y$ ，② 合力矩 = 0， $4X = 3Y$ 。

- (B) 7. 如右圖，一省力的輪軸，輪面積為 100 平方公分，軸面積為 4 平方公分，今欲舉起 200gw 的物體時，至少須施力多少 gw？

(A) 8
(B) 40
(C) 100
(D) 200

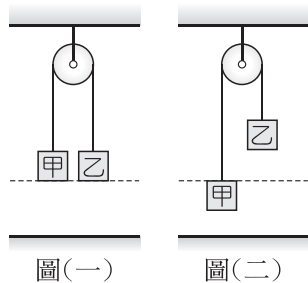


7. 輪軸面積比為 100 : 4，半徑比為 10 : 2， $200 \times 2 = F \times 10$ ， $F = 40$ (gw)。

(D) 8. 使用機械的目的為何？

- (A) 省力、省時又操作方便 (B) 省力、省時又省功
(C) 省力、不省時，但能省功 (D) 省力或省時，但不能省功

基(C) 9. 將甲、乙兩砝碼以細線相連並跨過定滑輪，使兩砝碼距離地面相同高度，如右圖(一)所示。當由靜止自由釋放後，甲砝碼下降，乙砝碼上升，如右圖(二)。假設細線及定滑輪的重量不計，且細線與定滑輪間無摩擦力，在砝碼運動的過程中，下列推論何者最適當？



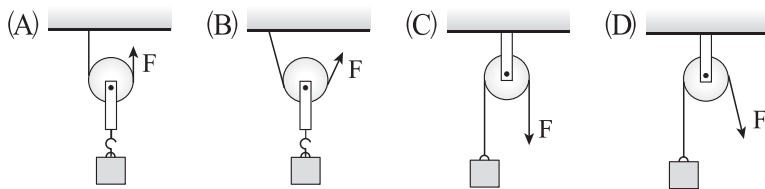
- (A) 甲的動能增加，乙的重力位能減少
(B) 甲的動能減少，乙的重力位能增加
(C) 甲的動能增加，乙的重力位能增加
(D) 甲的動能減少，乙的重力位能減少

基(D) 10. 下列哪一種器具屬於費力的槓桿裝置？

- (A) 天平 (B) 起釘器 (C) 開瓶器 (D) 鑷子

10. (A) 施力臂 = 抗力臂；(B)(C) 施力臂 > 抗力臂；(D) 施力臂 < 抗力臂。

(A) 11. 利用下列各滑輪來拉動相同物體時，假設滑輪的重量都可忽略，則利用下列何種方式所需的施力 F 最小？



11. (A) $F = \frac{1}{2}$ 物重；
(B) $F > \frac{1}{2}$ 物重；
(C) $F =$ 物重；
(D) $F =$ 物重。

基(C) 12. 不計摩擦力及滑輪重，如右圖所示，今欲使一物體沿斜面緩緩上升，所須施力

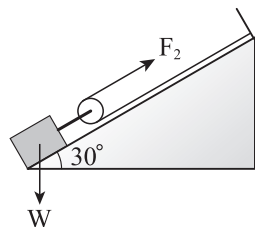
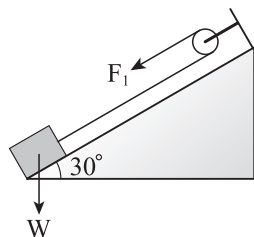
$F_1 : F_2$ 為何？

- (A) 1 : 1
(B) 1 : 2
(C) 2 : 1
(D) 3 : 1

$$F_1 = \frac{W}{2}$$

$$F_2 = \frac{F_1}{2} = \frac{W}{4}$$

$$F_1 : F_2 = 2 : 1$$

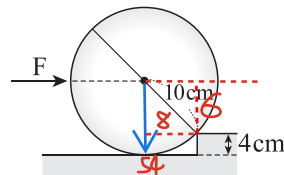


12. 相同斜面，故二圖中使物體沿斜面上升的力相同，設均為 F 且 $F < W$ ，圖中 $F_1 = F$ (定滑輪)， $F_2 = \frac{F}{2}$ (動滑輪)，故 $F_1 : F_2 = 2 : 1$

基(B) 13. 一顆 54 公斤重的實心球體 (重心在球心處)，如右圖所示，球半徑 10 公分，欲將此實心球以滾動的方式推上 4 公分高之平臺，則水平力 F 至少需施力多少公斤重？

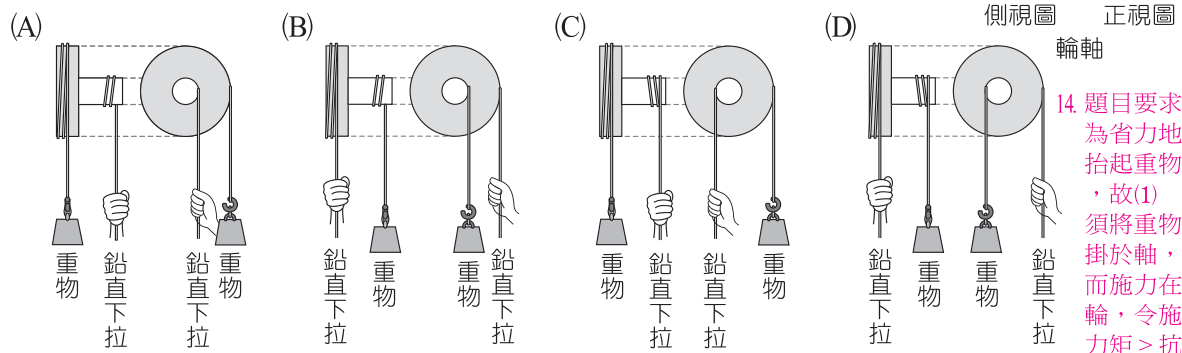
- (A) 64 (B) 72
(C) 84 (D) 96

13. $F \times 6 = 54 \times 8$ $F = 72$ (kgw)



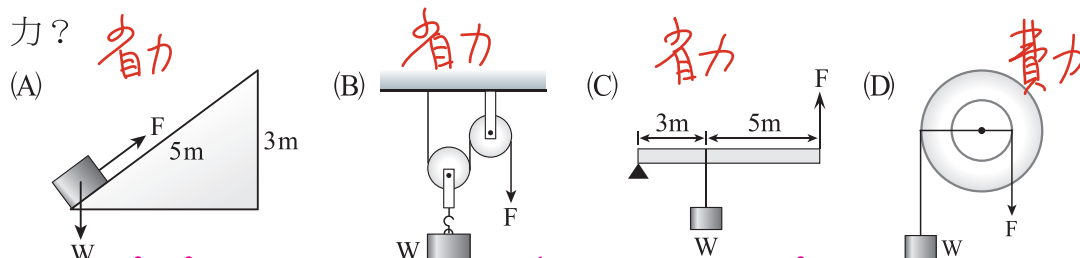
(精) (D) 14. 右圖為輪軸裝置的正視圖及側視圖，若要使用此裝置「省力地」

將重物等速向上抬起，下列何種使用方式最適當？【109 國教會考】



14. 題目要求為省力地抬起重物，故(1)須將重物掛於軸，而施力在輪，令施力矩 > 抗力矩才能達到省力地效果；(2) 重物與施力同側會令重物下降，重物與施力異側會令重物上升，答案選(D)。

(精) (D) 15. 下列四圖，物體重量均為 W ，不計滑輪重及摩擦力，則何圖之機械使用上最費力？



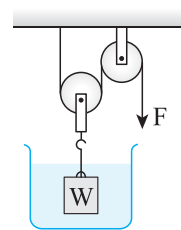
15. (A) $F = W \times \frac{3}{5} = \frac{3}{5}W$ ；(B) 動滑輪省一半的力 $F = \frac{1}{2}W$ ；(C) $8F = 3W$ ， $F = \frac{3}{8}W$ ；(D) 施力臂 < 抗力臂， $F > W$ 。

(精) (C) 16. 如右圖所示，體積 100cm^3 的物體 W 完全沒入水中，但不與容器底面接觸，滑輪組的重量及細繩間的摩擦均不計，當施力 F 為 100 克重時，物體可維持平衡，則物體的密度為多少 g/cm^3 ？

(A) 2 (B) 2.5

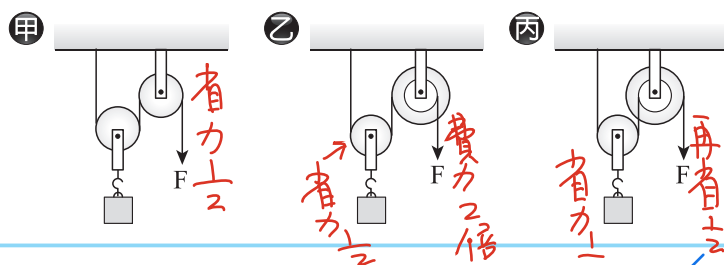
(C) 3 (D) 3.5

16. $W = F \times 2 + B = 100 \times 2 + 100 = 300 \text{ (gw)}$ ， $300 \div 100 = 3 \text{ (g/cm}^3\text{)}$



請閱讀下列敘述後，回答 17.~19. 題

哈登為了探究自己的力量到底能夠舉起多重的物體，因此設計如右圖的機械組合，其中輪軸的直徑比為 2:1。



(C) 17. 如果要吊起相同的重物時，利用哪一組機械組合最省力？

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 都一樣省力

17. 甲、乙、丙皆因動滑輪省去一半的力，但乙施力於軸上，丙施力於輪上，故施力大小：乙 > 甲 > 丙。

(精) (A) 18. 以丙組吊起 80kgw 的重物，則哈登需要施多少 kgw 的力量？

(A) 20 (B) 40 (C) 80 (D) 160

18. $80 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 20 \text{ (kgw)}$ 。

(精) (C) 19. 以乙組使重物上升 60 公分，則哈登需施力向下拉幾公分？

(A) 15 (B) 30 (C) 60 (D) 120

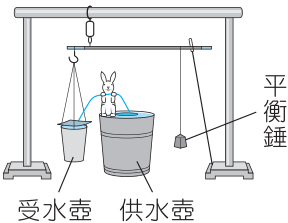
19. 動滑輪處增加一倍距離，輪軸處減少一半距離，故向下拉 $60 \times 2 \times \frac{1}{2} = 60 \text{ (cm)}$ 。

核心素養學習單

神奇的桿秤—即秤「重」又秤「時」

范蠡在經商中發現，商人的買賣交易是憑感覺估算大小，非常不精準，而桿秤的出現提供衡量的標準，減少許多買賣的糾紛，促進了貿易的發展。

除了重量之外，古代也沒有準確計時的工具，常利用影子、沙漏來計量時間的長短，但這些計時方法並不是非常準確，直到「秤漏」發明之後，而秤漏主要是以供水壺，通過虹吸管，將水逐漸引到受水壺中，而受水壺掛在秤桿的一端，另一端則掛有平衡錘，當供水壺流入受水壺中的水為一升時，重量為一斤，經過的時間為一刻，而秤桿就是顯示時間的工具，隋朝後，秤漏即成為官方主要計時器。



評量目標

介紹古代的計時工具「秤漏」，評量學生是否了解其中原理。

- (B) 1. 如文中所述，當左方受水壺的水逐漸增加後，右方的平衡錘要如何移動才能達到新的平衡？
(A) 左移 (B) 右移
(C) 不動 (D) 資料不足，無法判斷
1. 要使平衡錘右移才能使順時鐘力矩增加。
- (A) 2. 由文中可知，此種古代的秤漏是應用了何種原理？
(A) 槓桿原理 (B) 功能定理
(C) 斜面原理 (D) 省力原理
2. 中間的線為支點，逆時鐘力矩等於順時鐘力矩，故為槓桿原理。
- (C) 3. 古代秤重一斤為 16 兩，若今有 40 兩，試問共為幾斤？
(A) 1 斤 (B) 2 斤
(C) 2.5 斤 (D) 4 斤
3. $40 \div 16 = 2.5$ (斤)。



第4單元

電



4-1

認識靜電

〈學習內容〉

學習內容 Kc-IV-1 摩擦可以產生靜電，電荷有正負之別。

Kc-IV-2 靜止帶電物體之間有靜電力，同號電荷會相斥，異號電荷則會相吸。

1. 摩擦起電：適用於絕緣體的帶電。 「靜電感應」適用於使導體帶(靜)電

(1) 定義：兩不同絕緣體互相摩擦後，由於物體表面電子得失，使兩者帶電的現象。

(2) 摩擦起電不是創造額外的電荷，只是電荷轉移的現象。絕緣體互相摩擦，失去電子數和得到電子數相等，故兩物體所帶電量相等、電性相反。

(3) 靜電產生：物質由原子組成，電中性的原子其核外的電子數和核內的質子數相同；核外電子因不同物質摩擦之後脫離原軌道的現象，使兩物質產生靜電。

① 正電荷：玻璃棒與絲絹摩擦後，玻璃棒所帶電荷。

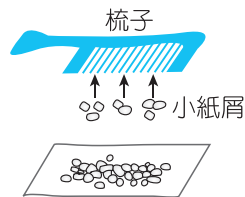
② 負電荷：毛皮和塑膠尺摩擦後，塑膠尺所帶電荷。

(4) 生活中靜電現象：

① 冬天脫掉毛衣，會有劈啪的聲音。

② 用塑膠製的梳子梳過乾燥頭髮後，梳子能吸引紙片。

③ 電扇用久了，扇葉會沾滿灰塵。



2. 電量 (Q)：代表電荷的多寡，單位為庫侖，符號用 C 表示。

(1) 基本電荷 (e)：為一個電子或質子所帶的電量，但質子所帶為正電，電子所帶為負電。1 基本電荷 = $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。1 庫侖(C) ÷ 6.25×10^{18} 個電子(e)的電量

(2) 任何獨立的帶電體所帶的電量都是基本電荷的整數倍。

3. 靜電力和庫侖定律：

(1) 靜電力 (F)：同性電荷互相排斥，異性電荷互相吸引的力，為一種超距力。

兩物體間的靜電力是作用力和反作用力的關係，其大小相等、方向相反、作用在不同物體上。

(2) 庫侖定律：科學家庫侖所提出，二帶電體之間的作用力大小 (F) 與帶電體電量乘積 ($Q_1 \times Q_2$) 成正比，與其距離平方 (r^2) 成反比。

$$F \propto \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

(類似萬有引力定律)

4. 導體和絕緣體：

(1) 導體：可以導電，可讓電荷在其內部自由移動的物質。

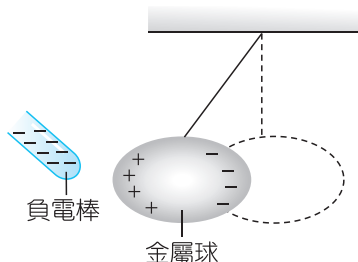
例：金屬、石墨、電解質水溶液。

(2) 絕緣體：不能導電，不能讓電荷在其內部自由移動的物質。

例：木頭、一般塑膠、玻璃。

5. **靜電感應**：當一帶電體靠近導體時，導體靠近帶電體的一端感應出異性電，遠端感應出同性電，產生**電荷暫時分離**的現象，分離後，導體恢復不帶電的狀態。

分兩種方法



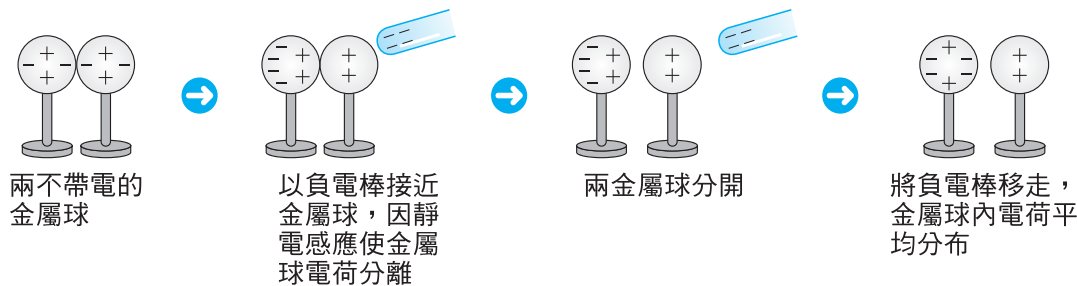
6. **感應起電**：利用靜電感應原理，使**導體內正、負電荷分離**的現象。

(1) 一帶電物體接近一不帶電導體，感應起電後，最後使不帶電導體帶電。

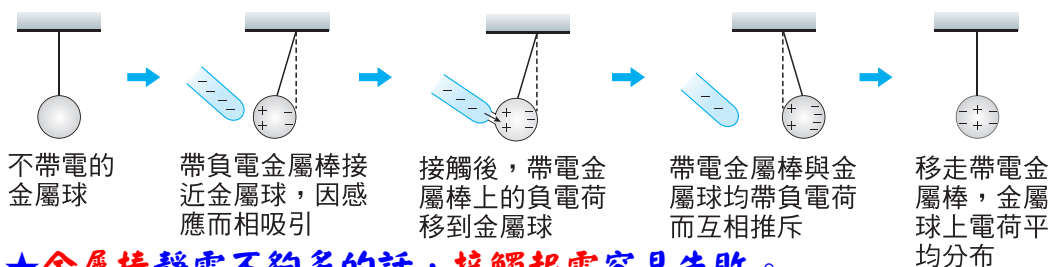


註：接地作用：為了中和遠端電荷，用手接觸左右兩端有電荷分布的金屬球。

(2)〔補充〕當一帶電體接近兩並列導體時，可使原不帶電導體最後帶電的現象。



7. **接觸起電**：以**帶電導體接觸不帶電導體**後，使原不帶電導體帶相同電性之電荷。



★**金屬棒靜電不夠多的話，接觸起電容易失敗。**

自然小劇場



/ 觀念一把罩 /

1. 物體摩擦後帶電的原因為 電子 的轉移，非質子轉移。
2. 靜電力為任何兩個帶電體間互相作用的一種 超距力，屬於非接觸力；依電性相異或相同分成 引力 和 斥力。
3. 感應起電為利用帶電體先使金屬導體產生靜電感應讓其正、負電荷暫時分離的現象，最後金屬導體帶電的電性與帶電體的電性 相反；接觸起電是利用帶電體直接接觸金屬導體，使金屬導體帶靜電的方法，此時金屬導體帶電的電性與帶電體的電性 相同。

/ 觀念推與敲 /

將對的圈起來

1. 庫侖定律：兩帶電體之間的靜電力大小與兩帶電體的電量乘積成（正比，反比），與兩帶電體的距離平方成（正比，反比）。
2. 電荷的最小自然單位：一個電子的電量約為（ 1.6×10^{-19} ， -1.6×10^{-19} ）庫侖，任何帶電體所帶的電量為電子或質子所帶電量的整數倍。
3. （感應起電，接觸起電）用靜電感應的原理，讓不帶電導體帶電；而（感應起電，接觸起電）是利用帶電導體接觸不帶電導體，令其帶電。

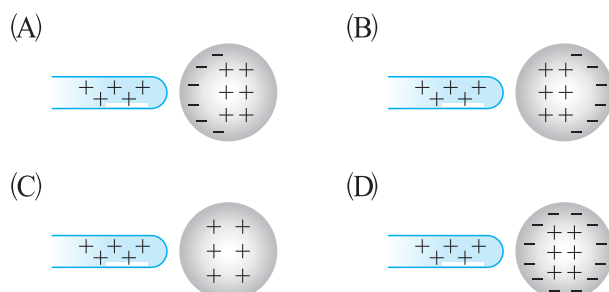
應用練習

基(C) 1. 有關毛皮摩擦塑膠尺的過程，下列何者錯誤？

- (A) 摩擦可幫助電子脫離
- (B) 塑膠尺獲得電子而毛皮失去電子
- (C) 摩擦過後的塑膠尺可吸引帶負電的物體
- (D) 無論毛皮或塑膠尺，互相摩擦後皆可吸引小紙片

1. (C) 摩擦後的塑膠尺帶負電，可吸引帶正電的物質。

(A) 2. 帶正電的物體接近不帶電的金屬球時，會發生靜電感應，下列何者為金屬球上感應電荷的合理分布圖？



2. 金屬球中的正電荷不動，負電荷受到吸引而靠向左側。

(D) 3. 若某物質中含有 8 個質子、10 個電子，則該物體的帶電量為何？（1 基本電荷帶電量為 1.6×10^{-19} 庫侖）

- (A) 1.6×10^{-19} 庫侖
- (B) -1.6×10^{-19} 庫侖
- (C) 3.2×10^{-19} 庫侖
- (D) -3.2×10^{-19} 庫侖

3. 此物質中正負電荷相抵後，帶有 2 個負基本電荷，故選(D)。

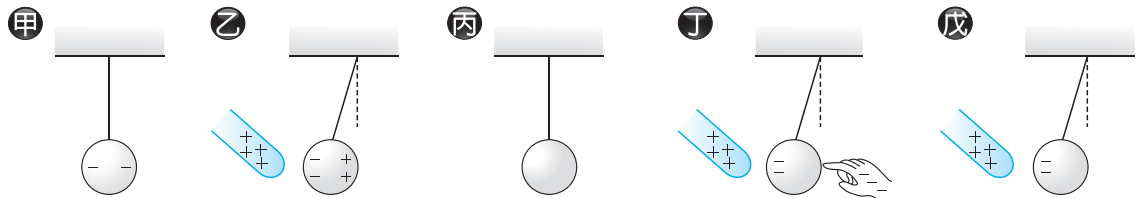
基(B) 4. 下列關於兩帶電體之靜電力的敘述，何者錯誤？

- (A) 是一種超距力
- (B) 兩帶電體之距離愈大，相互間之靜電力愈大
- (C) 兩帶電體之電量愈大，相互間之靜電力愈大
- (D) 若兩帶電體均帶正電，則相互之間的作用力為排斥力，且大小相同

4. (B) 靜電力大小與距離平方成反比。



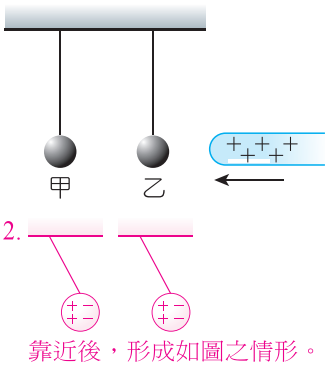
(C) 1. 下圖為感應起電的步驟，正確的起電步驟順序為下列何者？



- (A) 丙→乙→戊→丁→甲
- (B) 丙→乙→戊→甲→丁
- (C) 丙→乙→丁→戊→甲
- (D) 丙→丁→戊→乙→甲

(A) 2. 如右圖，兩金屬球以絕緣線並排懸掛，取一支帶正電的塑膠棒由右方靠近，但不接觸金屬球，下列何者正確？

- (A) 甲、乙兩球都不帶電，但會相吸
- (B) 甲、乙兩球都不帶電，但會相斥
- (C) 甲、乙兩球都帶負電，兩球會相斥
- (D) 甲帶正電、乙帶負電，兩球會相吸



(A) 3. 使用下列哪一種物質接在電路中，不能使燈泡發亮？

- (A) 塑膠直尺 (B) 石墨圓棒 (C) 銅製小刀 (D) 銀製筷子

(C) 4. 當人不小心接觸高壓電而觸電時，旁人常會使用乾燥的木棒先行撥開接觸人體的電線，再搬運傷者。下列何者是使用乾燥木棒撥開電線的原因？

- (A) 木棒的密度比水小 (B) 木棒不具磁性
- (C) 木棒不易導電 (D) 木棒不易導熱

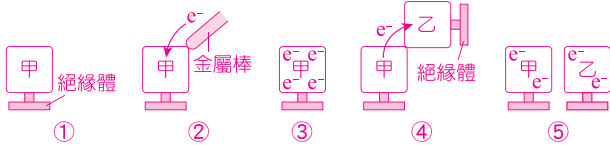
(D) 5. 將甲、乙兩不帶電金屬塊進行下圖中的實驗步驟，關於步驟⑤中兩金屬塊的電性，應為下列何者？

【110 國教會考】



- (A) 甲：帶正電，乙：帶正電
- (B) 甲：帶正電，乙：帶負電
- (C) 甲：帶負電，乙：帶正電
- (D) 甲：帶負電，乙：帶負電

5. 下圖表示實驗中電子轉移的過程。其中步驟②與④為接觸起電，所以甲、乙所帶電性均與金屬棒相同，兩者皆帶負電，故選(D)。



- 基(C) 6. 有甲、乙、丙、丁四個帶電的小油滴，今分別測量油滴上所帶的電量，下列測量結果中，何者錯誤？（ $e = -1.6 \times 10^{-19}$ 庫侖）

(A) 甲： $+6.4 \times 10^{-19}$ 庫侖 (B) 乙： -8.0×10^{-19} 庫侖
(C) 丙： -4.0×10^{-19} 庫侖 (D) 丁： $+1.6 \times 10^{-18}$ 庫侖

6. 帶電量應為電子電量的整數倍，(A) $-4e$ ；(B) $5e$ ；(C) $2.5e$ ；(D) $-10e$ 。

必須是 1.6×10^{-19}
的整數倍

- 基(C) 7. 小民參加科學博覽會，他站在木製椅子上，雙手接觸高達數萬伏特的金屬球，同學看見他的頭髮直豎而人卻安然無恙，下列敘述何者正確？

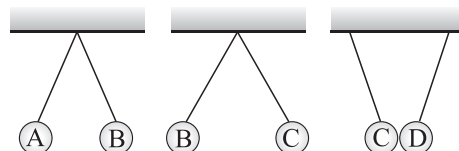
(甲) 手指接觸高壓電金屬球後，頭髮帶同性電而豎直

(乙) 人體為電的不良導體，故不會被電到

(丙) 因木製椅子為電的不良導體，身體不與地面接觸無電流流過身體，故不會被電到

(A) 甲、乙 (B) 乙、丙 (C) 甲、丙 (D) 甲、乙、丙

- 精(D) 8. 有四個絕緣小球，用細繩繫著掛在支架上，它們之間的作用情形如右圖，由此實驗可知，D 球的電性可能為何？



(A) 帶與 A 球相同的電性 (B) 帶與 B 球相同的電性

(C) 帶與 C 球相同的電性 (D) 帶與 A 球相反的電性或電中性

8. 相斥者必須同性電荷，假設 A 帶正電，則 B：+，C：+，D：- 或不帶電，選(D)。

請閱讀下列敘述後，回答 9.~10.題

有 A、B 兩個帶電體，改變其電量、電性與距離後，分別測得結果如下表所示。

實驗次數	A 物體電性與電量	B 物體電性與電量	A、B 間的距離	相吸或互斥	靜電力大小
1	+12 庫侖	+15 庫侖	6cm	互斥	F
2	+6 庫侖	-15 庫侖	6cm	相吸	F/2
3	-6 庫侖	-5 庫侖	6cm	互斥	F/6
4	-12 庫侖	+15 庫侖	3cm	X	4F Y
5	+12 庫侖	+15 庫侖	2cm	互斥	9F
6	+24 庫侖	-45 庫侖	12cm	相吸	Z

- 基(D) 9. 第 4 次實驗中，Y 值為何？

(A) $\frac{F}{3}$ (B) $\frac{F}{2}$ (C) $2F$ (D) $4F$

9. 和第一次實驗比，距離為一半， $Y = \frac{F}{0.5^2} = 4F$

- 精(B) 10. 第 6 次實驗中，Z 值為何？

(A) F (B) $\frac{3F}{2}$ (C) $3F$ (D) $4F$

10. 和第一次實驗比，A 帶電量 2 倍，B 帶電量 3 倍，距離 2 倍， $Z = \frac{2 \times 3F}{2^2} = \frac{3}{2} F$

$$F \times \frac{6}{4} = \frac{3F}{2}$$

4-2

關於電流

學習內容

1. 簡單電路：

(1) 基本電路構成元件：電源、電器及導線。導線上的開關用來開啟或關閉電源。

- ① 電源：提供電器中所需的能量，包括直流電和交流電。
- ② 電器：使用電能的裝置，如電燈。
- ③ 導線：將電源和電器連接形成一封閉迴路。

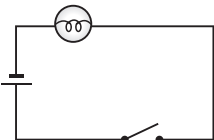
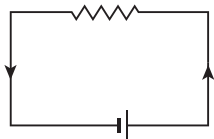


(2) 各種電路元件之符號：

- ① 電燈：(Symbol)
- ② 電池：(Symbol)
- ③ 開關：(Symbol)
- ④ 電阻：(Symbol)
- ⑤ 安培計：(Symbol)
- ⑥ 伏特計：(Symbol)

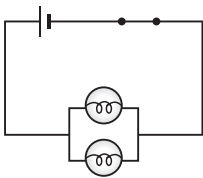
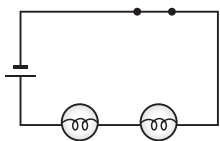
(3) 電路的種類：

- ① 通路：電源、電器和導線構成，能使電流通的封閉迴路稱之；右圖為一通路的簡單電路圖。
- ② 斷路：裝有開關的電路中，若將開關拉起，則電器不能使用，形成斷路；右圖中開關被拉起，所以燈泡不亮。



(4) 串聯與並聯

- ① 串聯：串聯是用導線將電器與電源連接成單一的迴路；右圖(一)為兩燈泡串聯示意圖。
- ② 並聯：是在兩個連接點之間連接幾條分支電路，所以其中有部分電器損壞不會影響其他電器，如家庭用電燈，右圖(二)為電器並聯示意圖。



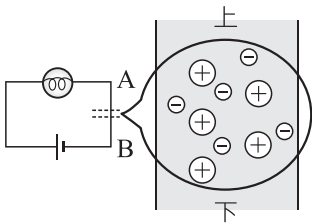
圖(一)

圖(二)

- ③ 串、並聯特性：若從串聯電路取下其中一個電器，電路就成為斷路。並聯電路分成數條分支電路，取下其中一個電器，此分支電路成為斷路，其他分支電路仍為通路，尚能運作。

2. 電流：

- (1) 在金屬導體中可以自由移動的電子，稱為自由電子，電子在導線中移動時形成電子流。傳統上以正電荷流動的方向為電流的方向，恰與電子流的方向相反。右圖中，電子由 B 往 A 流，電流由 A 往 B 流。



(2) 電流和電子流的流向：

	外電路（導線部分）	內電路（電池內部）
電流	正極→負極	負極→正極
電子流	負極→正極	正極→負極

教師用書 歡迎指教

3. 電流計量：

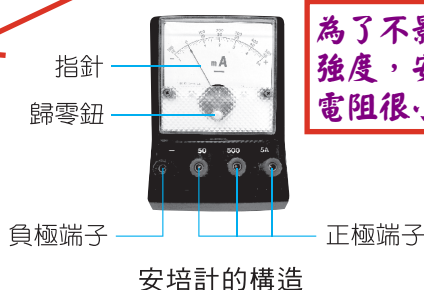
(1) 電流強度 (簡稱電流)

- ① 定義：每秒鐘通過電路上某一截面的電量。
- ② 單位：安培 (A)、毫安培 (mA) 「安培」的定義？
- ③ 1 安培：導線的某一截面在 1 秒內通過 1 庫倫的電量，所產生的電流大小。
- ④ 公式：電流 $I = \frac{\text{電量 } Q}{\text{時間 } t}$ $Q = I \times t$ $\langle Q$ ：庫倫， I ：安培 (A)， t ：秒 $\rangle$

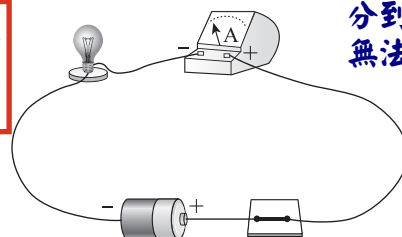
(2) 測量電流大小的儀器：安培計或毫安培計

- ① 安培計是測量電流的儀器。使用前要先調整歸零鈕使指針歸零，並由大而小逐漸改變測量範圍。
- ② 安培計使用時需與待測電器串聯，安培計的正極與靠近電池正極端相接，負極與靠近電池負極端相接。 正接正、負接負
- ③ 安培計不可以單獨與電池相連接，也不可以和電器並聯。

會燒掉



為了不影響原來電流強度，安培計設計成電阻很小的裝置



安培計與電池、燈泡的接法

電流大多流向電阻小的安培計，電器分到的電流太少而無法運作

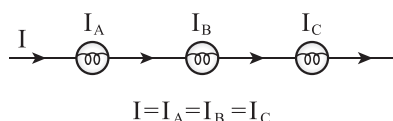
V：電壓

I：電流

R：電阻

(3) 電流計算：

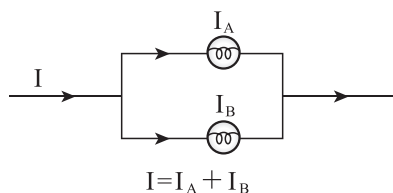
- ① 當電器串聯時，整條電路上的電流大小都是一樣的，如下圖所示：



$$I = \frac{V}{R}, V = IR, R = \frac{V}{I}$$

「歐姆定律」§4-4才會教，先了解三者關係

- ② 當電器並聯時，電路中的總電流等於各分支電流的總和，如下圖所示：



串聯 $\Rightarrow$ 電流相等
瓜分電壓

並聯 $\Rightarrow$ 電壓相等
瓜分電流

自然小劇場

串聯使用，電流相等



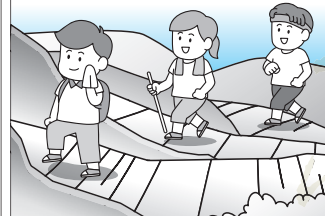
同一條路，不論在哪個位置，所通過的人都相等。



並聯使用，總電流為各電流相加



所有分路的人數相加就是總人數。



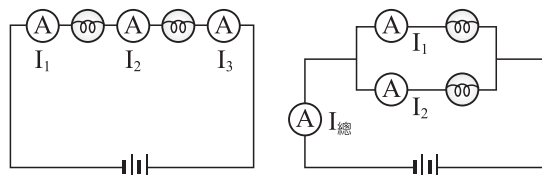
/ 觀念一把罩 /

1. 串聯 是將不同的電路元件串接成同一條迴路的方式。並聯 是將不同的電路元件彼此以並排方式相接，形成多條迴路的方式。
2. 電子流：指帶負電的電子在電路中移動的情形，其移動方向與電流方向 相反。電流：指正電荷在電路中移動的情形。但正電荷不會移動，實際上是 電子 在移動。
3. 安培計使用時與待測電路 串聯，連接方式為 正極端子 與待測電路靠近電池正極的一端相接，負極端子 與待測電路靠近電池負極的一端相接，且安培計不可與電源單獨相接或與電器 並聯 避免安培計受損。

/ 觀念推與敲 /

將對的圈起來

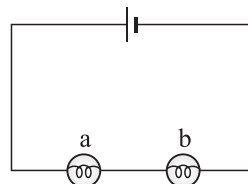
1. 在燈泡並聯的電路中，若將電路中任一燈泡取下，對另一個燈泡（不影響，不會亮）。
2. 安裝安培計時，安培計的電阻（愈小，愈大）愈好，這樣才能較接近裝置安培計前的電流。
3. 燈泡串聯或並聯時其電流關係

串聯：（ $I_{\text{總}} = I_1 = I_2 = I_3$ ， $I_{\text{總}} = I_1 + I_2 + I_3$ ）並聯：（ $I_{\text{總}} = I_1 = I_2$ ， $I_{\text{總}} = I_1 + I_2$ ）

應用練習

- （ B ） 1. 右圖中，電器 a 與 b 在電路中連接的方式為何？

(A) 並聯 (B) 串聯
(C) 串並聯 (D) 通聯



- 基（ A ） 2. 隔壁老王家的電視機故障了，但其他的家電並沒有因此而斷路，因此可知一般家庭裡的各種電器通常是使用何種連接方式連結？

素養題

(A) 並聯 (B) 串聯 (C) 串、並聯 (D) 通聯

2. 並聯時，一分支斷路不會對其他分支造成影響。

- （ C ） 3. 電流常用的單位為安培，1 安培意指導線某一截面上每秒有多少電量通過？

(A) 9×10^9 庫侖 (B) 1.6×10^{-19} 庫侖
(C) 1 庫侖 (D) 6×10^{23} 庫侖

- 基（ B ） 4. 有一導線內，電流由東向西，則電子流的流向為何？

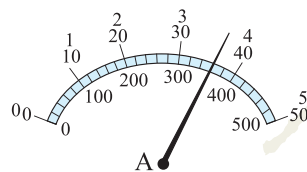
(A) 由東向西 (B) 由西向東 (C) 由南向北 (D) 由北向南

4. 電子流與電流方向相反。



- （ D ） 1. 某生欲以安培計測量流經電燈泡的電流大小，電路接通後，若導線一端連接在安培計標有「500mA」的正極端子上，指針指示如右圖所示，則通過燈泡的電流大小是多少毫安培？

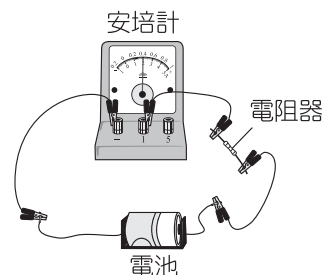
(A) 0.36 (B) 3.6
(C) 36 (D) 360



- (D) 2. 下列選項中電路元件符號代表的電路元件，何者沒有出現在右圖的電路裝置中？ 【109 國教會考補考】

(A) —(A)— (B) —|—
(C) — $\sim$ — (D) —(V)—

2. (A) 安培計；(B) 電池；(C) 電阻。



- (A) 3. 若每分鐘有 1.5×10^{20} 個電子通過某一導線的截面，則導線中的電流為多少？（一個電子之電量約 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ）

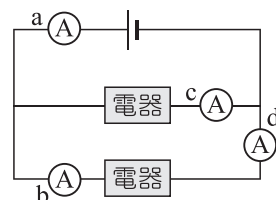
(A) 0.4A (B) 0.8A (C) 2.4A (D) 3.0A

3. $\frac{1.5 \times 10^{20}}{60} \times 1.6 \times 10^{-19} = 0.4 \text{ (A)}$

- (A) 4. 修明想測量右圖裝置之總電流，請問他應將安培計接於圖中哪個位置？

(A) a (B) b (C) c (D) d

4. 安培計需與待測電流串聯。



- (C) 5. 關於電流的敘述，下列何者正確？

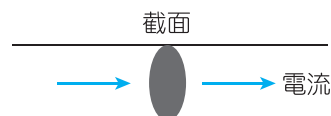
(A) 1 安培的電流是指某一橫截面上，每分鐘有 1 庫倫的電量流過
(B) 測量電流的大小時，安培計必須與待測物並聯
(C) 將電器串聯時，流經各電器的電流大小皆相同
(D) 並聯電路中，各分支的電流大小與總電流大小是相同的

5. (A) 1 秒有 1 庫倫的電量通過；(B) 串聯；(D) 各分支的電流大小總和為總電流大小。

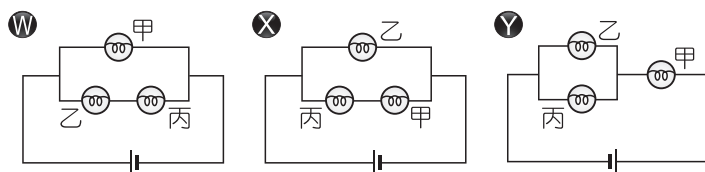
- (C) 6. 如右圖，通過導線截面的電流為 0.1 安培，則在 10 分鐘內通過此截面的總電量為多少庫倫？

(A) 0.01 (B) 1 (C) 60 (D) 6000

6. $Q = It = 0.1 \times 10 \times 60 = 60 \text{ (C)}$



- (C) 7. 右列 W~Y 的電路圖中甲、乙、丙均為燈泡，將甲燈泡取下後乙燈泡仍會亮的電路有哪些？



(A) WXY (B) WY (C) WX (D) XY

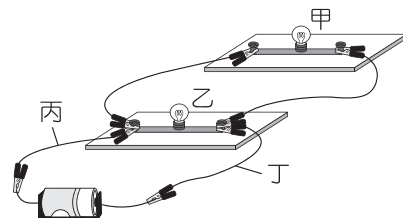
7. W、X 的甲和乙為並聯

- (D) 8. 一電路裝置如右圖所示，此時甲、乙兩個燈泡都不亮，以下為小萍與小雯對此情形可能原因的推論：
小萍：可能是只有乙燈泡燒毀發生斷路，而甲燈泡是因為乙燈泡燒毀而不亮。

小雯：可能是丙、丁兩條導線其中一條發生斷路，造成兩個燈泡都不亮。

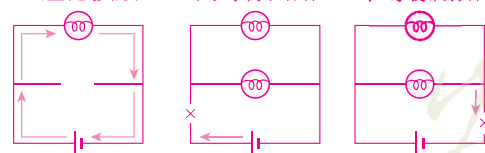
關於兩人的推論下列何者正確？

(A) 兩人的推論均合理
(B) 兩人的推論均不合理
(C) 只有小萍的推論合理
(D) 只有小雯的推論合理



【111 國教會考補考】

8. 依兩人敘述畫電路圖，如附圖，答案選(D)。



4-3

關於電壓

學習內容

1. 電壓和電流：在電路中電壓決定電流的方向。
2. 電壓：又稱「**電位差**」：**一庫侖電量在兩點間的電位能差**

(1) 電壓：單位為**伏特 (V)**

① 電池：利用化學能轉換成電能的裝置，正、負兩極間的電壓幾乎保持固定。

② 電池皆有正、負兩極，正、負兩極間有電壓，產生電流。

③ 一般乾電池的電壓為 1.5 伏特，即正極比負極高出 1.5 伏特。

(2) 測電壓的儀器：伏特計

① 電路符號：

② 伏特計是測量電壓的儀器，使用前要先調整歸零鈕使指針歸零。

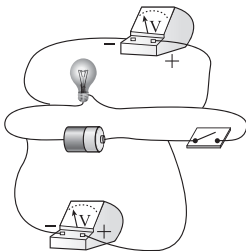
③ 使用時，伏特計**需與待測物並聯**，伏特計的正極與靠近電池正極端相接，負極與靠近電池負極端相接。**正接正、負接負**

④ 可以直接和電池連接測量電池的電壓。

⑤ 測量未知電壓大小时，應先選用較大的測量範圍，然後由大到小逐漸改變較適當的測量範圍。

伏特 = $\frac{\text{焦耳}}{\text{庫侖}}$ ($V = \frac{J}{C}$)

為了避免瓜分太多電流，伏特計刻意設計成電阻很大的裝置



伏特計與電池、燈泡的接法

3. 電壓的計算：

	電池串聯	電池並聯	電器串聯	電器並聯
圖示				
電壓	燈泡電壓 = 總電壓 $V = V_1 + V_2 + V_3$	燈泡電壓 = 總電壓 $V = V_1 = V_2 = V_3$	電池電壓 = 總電壓 $V = V_1 + V_2$	電池電壓 = 總電壓 $V = V_1 = V_2$

總電壓=各電壓相加
電壓大，燈泡會很亮

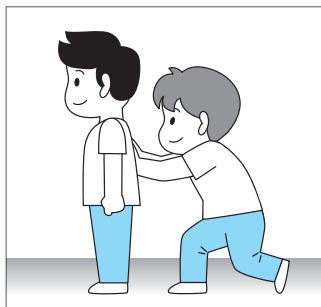
電壓未增加
燈泡亮度不變
電池分工供電
續航力增加

電流相等
瓜分電壓
分配比例
和電阻成正比

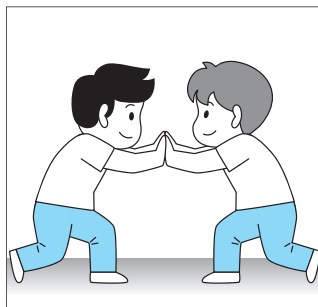
電壓相等
瓜分電流
分配比例
和電阻成反比

電池接反 會互相抵銷

自然小劇場



正、負極相接，電壓相加



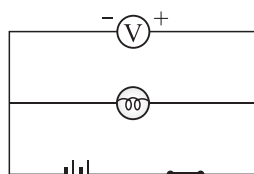
同極相對，電壓相減



觀念一把罩

1. 電壓決定電流的方向，提供電壓的是 電池，電流由電池 正極 經導線流向 負極。

2. 測量電壓的儀器，叫做 伏特計，內部有一個高電阻，伏特計與待測的電路需 並聯 使用，如右圖所示。



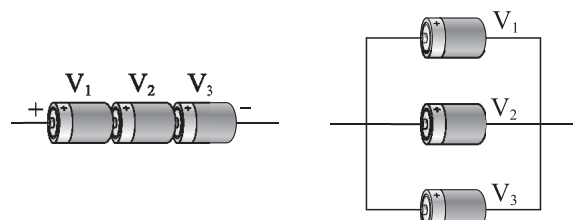
伏特計的接法

3. 燈泡以 並聯 方式連接，其中一個損壞，另一個仍然會亮，故家庭、學校的電燈或電器以此種方式連接。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 電池在電路中串聯或並聯時的電壓關係：



串聯：（ $V_{\text{總}} = V_1 + V_2 + V_3$ ， $V_{\text{總}} = V_1 = V_2 = V_3$ ）。並聯：（ $V_{\text{總}} = V_1 + V_2 + V_3$ ， $V_{\text{總}} = V_1 = V_2 = V_3$ ）。

2. 伏特計（可，不可）直接連接電源，使用時，連接端子應（由小至大，由大至小）。
3. 同一電路中，數個相同的燈泡互相並聯，並聯的燈泡數愈多，則每個燈泡的亮度（不變，愈亮）。

應用練習

- （ C ） 1. 關於電壓的敘述，下列何者錯誤？

(A) 測量電壓的儀器稱為伏特計 (B) 電池的功用是用來驅使電子流動 (C) 伏特計使用時，應以串聯的方式連接電池或燈泡的兩端 (D) 使用伏特計時應由最大的測量範圍開始

1. (C) 以並聯方式連接。

- 基（ C ） 2. 電流與電壓的單位依序為何？

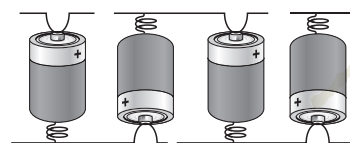
(A) 伏特；焦耳 (B) 伏特；安培 (C) 安培；伏特 (D) 焦耳；伏特

- 基（ C ） 3. 玩具汽車內部 4 個 1.5V 電池的接法如右圖所示，則該玩具汽車的正常工作電壓為多少 V？

(A) 1.5 (B) 3.0

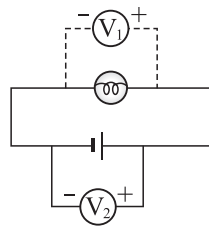
(C) 6.0 (D) 9.0

3. 此為串聯，總電壓 = $1.5 \times 4 = 6$ (V)。

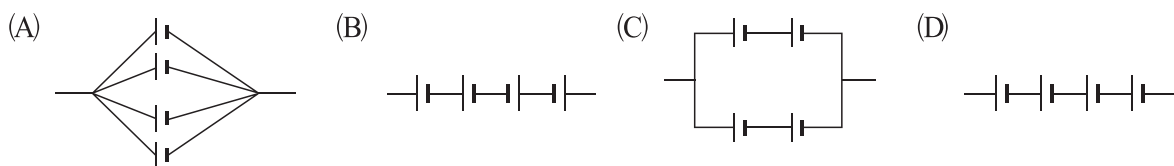




- (B) 1. 右圖的電路中，燈泡兩端的電壓為 V_1 ，電池兩端的電壓為 V_2 ，若其他電阻不考慮， V_2 的讀數為 $1.5V$ ，則 V_1 顯示的讀數應為多少？
 (A) 大於 $1.5V$ (B) 等於 $1.5V$
 (C) 小於 $1.5V$ (D) 不能確定

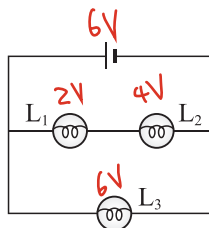


- (D) 2. 下列電池的連接法中，何者總電壓最大？



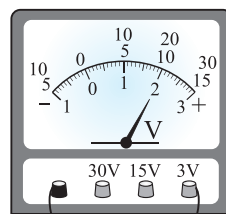
2. 電池串聯可令其電壓相加，故選(D)。

- (A) 3. 如右圖的電路圖， L_1 、 L_2 、 L_3 三個燈泡兩端的電壓分別為 $2V$ 、 $4V$ 、 $6V$ ，則電池電壓為何？
 (A) $6V$ (B) $10V$
 (C) $12V$ (D) $18V$



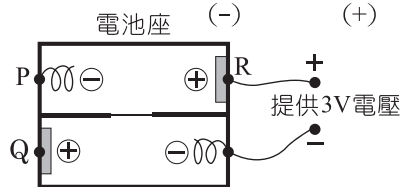
3. 電池電壓 = $L_1 + L_2 + L_3 = 6V$ 。

- 基(A) 4. 小明使用伏特計測量某電源的電壓，結果如右圖所示，下列何者為該電源之電壓？
 (A) 2 伏特 (B) 10 伏特
 (C) 20 伏特 (D) 30 伏特



4. 正極接於 $3V$ 的位置，故測得電壓為最內排之讀數。

- 基(A) 5. 遙控器內部通常都會有如右圖的電池座裝置，圖中的 $\oplus$ 、 $\ominus$ 分別代表安裝時電池正、負極擺放的位置。若在此電池座上裝兩個電壓均為 $1.5V$ 的電池，可使圖中接出的導線兩端提供 $3V$ 的電壓，則電池座內部的電路設計應符合下列何種情形？



【103 特招】

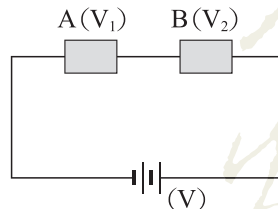
- (A) P、Q 兩點接通，兩顆電池為串聯 (B) P、Q 兩點接通，兩顆電池為並聯
 (C) Q、R 兩點接通，兩顆電池為串聯 (D) Q、R 兩點接通，兩顆電池為並聯

5. 串聯才能使電壓達到 $3V$ ，且串聯為正極接負極，故選(A)。

- 基(A) 6. 將 4 個 1.5 伏特的電池並聯後，電池組的總電壓為多少？
 (A) 1.5 伏特 (B) 3.0 伏特 (C) 4.5 伏特 (D) 6.0 伏特

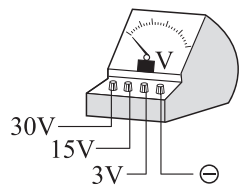
6. 電池並聯， $V = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 1.5 (V)$ 。

- (A) 7. 郁馨將電池與 A、B 兩個電器串聯起來，如右圖所示，則下列何者正確？
 (A) $V = V_1 + V_2$ (B) $V = V_1 = V_2$
 (C) $V + V_1 + V_2 = 0$ (D) $V + V_1 = V_2$

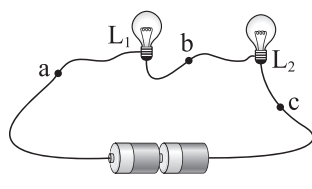


7. 串聯電路，總電壓相加。

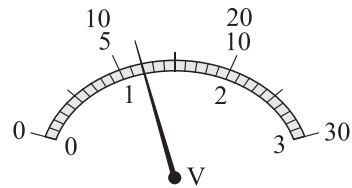
- 基(D) 8. 欲測量下圖(一)燈泡 L_1 兩端的電壓，將 a 接在伏特計 3V 的端子上，b 接在伏特計 $\ominus$ 端子上，結果如下圖(二)所示，則 L_1 兩端的電壓為何？



圖(一)

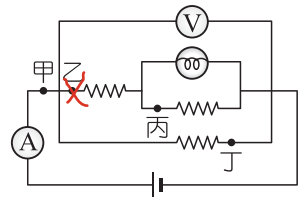


圖(二)



- (A) 120V (B) 7V (C) 2.4V (D) 1.2V

- 精(B) 9. 老師要求同學將手中的材料連接成如右圖所示的電路裝置，小芬完成後觀察到燈泡發光，伏特計與安培計也都發生偏轉，正當他想記錄下他所觀察的讀數時，卻不小心碰撞了線路，結果燈泡熄滅，但伏特計與安培計的讀數仍不為零。甲、乙、丙、丁哪一個位置的導線鬆脫形成斷路，才會造成上述情況？（所使用的伏特計與安培計均已歸零）



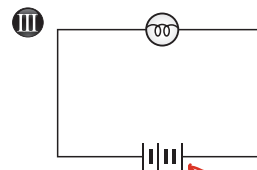
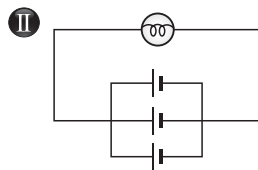
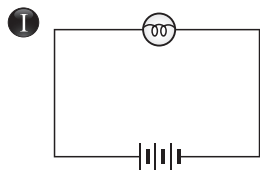
鬆脫位置	燈泡	伏特計	安培計
甲	熄滅	歸零	歸零
乙	熄滅	偏轉	偏轉
丙	發光	偏轉	偏轉
丁	發光	偏轉	偏轉

【103 國教會考】

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁

請閱讀下列敘述後，回答 10.~12. 題

奇樺分別將電池以下列三種方式與小燈泡接在一起。



- (A) 10. 當電池以方法 I 連結時，下列相關的敘述，何者正確？

- (A) 其總電壓等於各個電池電壓的總和
(B) 增加串聯的電池數，燈泡亮度不會改變
(C) 兩電池同向串聯或反向串聯對於測量結果沒有影響
(D) 日常生活中沒有電池串聯的應用

10. (B) 亮度變亮；(C) 有影響；(D) 有。

- 基(C) 11. 當電池以方法 II 連結時，下列相關的敘述，何者正確？

- (A) 其總電壓等於各個電池電壓的總和
(B) 增加並聯的電池數，燈泡亮度會更亮
(C) 電池並聯可以延長電池的使用時間
(D) 一般手電筒需使用 3 伏特的電壓，故可以將兩個 1.5 伏特的電池並聯使用

11. (A) $V_{\text{總}} = V_1 = V_2 = V_3$ ；(B) 亮度不變；(D) 串聯。

- 基(A) 12. 方法 I 和方法 III 的連結方式相似，卻有些不同，試問兩種方式所測得的總電壓會有什麼差別？

- (A) 方法 I 比方法 III 高 3 伏特 (B) 方法 I 比方法 III 高 1.5 伏特
(C) 方法 I 比方法 III 低 3 伏特 (D) 方法 I 比方法 III 低 1.5 伏特

12. 方法 I： $V = 1.5 + 1.5 + 1.5 = 4.5$ (V)；方法 III： $V = 1.5 + 1.5 - 1.5 = 1.5$ (V)。



電 阻 與 歐 姆 定 律

學習內容

學習內容 Kc-IV-7 電池連接導體形成通路時，多數導體通過電流與其兩端電壓差成正比，其比值即為電阻。

1. 電阻：

(1) 電阻的形成：電子在導線中流動，會和導線中的原子碰撞，使電子的流動受到阻礙，此為電阻的成因；流動阻力愈大，電阻愈大，如木頭、塑膠等絕緣體；流動阻力小的物體，如金屬、石墨。

(2) 電阻的定義和單位：

① 電阻可以用 R 這個符號來表示，電路中電阻 R 的大小，以導體兩端的電壓 V 與電流 I 的比值來表示。

② 公式：電阻 $R = \frac{\text{電壓 } V}{\text{電流 } I}$ (單位：歐姆 = $\frac{\text{伏特}}{\text{安培}}$ ， $\Omega = \frac{V}{A}$)

③ 電路符號為

(3) 影響電阻大小的因素：

① 導體的材料性質：金、銀、銅是電的良導體，有較低的電阻；而玻璃、橡膠等是電的絕緣體，有很高的電阻。

② 導線粗細：對於相同材料的導體，電阻大小與其截面積成反比。

③ 導線長短：對於相同材料的導體，電阻大小與其長度成正比。

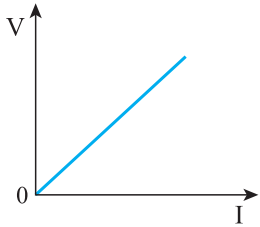
R
細長→大
粗短→小

2. 歐姆定律：

(1) 西元 1826 年，德國科學家歐姆 (Georg Simon Ohm) 由實驗發現。

(2) 同種金屬導線在溫度一定的情況下，兩端的電壓 V 與流經電流 I

的比值為定值。($\frac{V}{I} = \text{定值}$ ，此定值即為導線的電阻)



(3) 歐姆式導體：遵守歐姆定律者，如金屬導線。

(4) 非歐姆式導體：不遵守歐姆定律者，其電阻大小隨電壓高低而改變，

$V-I$ 圖不是一條斜直線 (但仍遵守 $R = \frac{V}{I}$)，如二極體。

電阻
串聯越多，總電阻越大
並聯越多，總電阻越小

3. 串、並聯電路中，電流、電壓、電阻和三者的關係：

項目	串 聯	並 聯
電流	$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ (電流相等)	$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ (電流相加)
電壓	$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$ (電壓相加)	$V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$ (電壓相等)
電阻	R 增加 (電阻變大)	R 減少 (電阻變小)

$R_{\text{總}} = R_1 + R_2 + R_3$

$\frac{1}{R_{\text{總}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

兩電阻並聯快速公式： $R_{\text{總}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{\text{總}} = \frac{\text{乘積}}{\text{總和}}$

例如： 3Ω 、 6Ω 並聯， $R_{\text{總}} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2(\Omega)$

自然小劇場

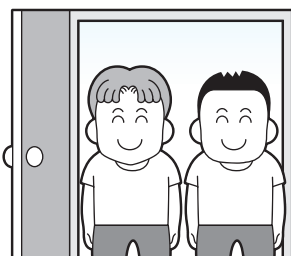
電阻是因為電子與原子碰撞所產生。如同人通過門可能會碰撞門框。



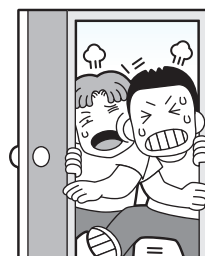
電阻大小和導線截面積成反比。



截面積大，電阻小。



截面積小，電阻大。



觀念一把罩

1. 電阻的大小受導體本身的材質、長度 和 截面積 影響。

2. 歐姆定律：

$$\text{電阻 } R = \frac{V}{I} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} = \text{定值}$$

3. 電阻串聯越多，總電阻會越 大，並聯越多，總電阻會越 小。

觀念推與敲

將對的圈起來

1. 左方導線的電阻（大，小）於右方導線。



2. 將一符合歐姆定律的導體加大所接的電壓，則流過此導體的電流會變（大，小）

應用練習

- (D) 1. 若歐姆式金屬導線的溫度維持在某一固定溫度，則此金屬導線之電阻大小和下列何者無關？ **只要(A)(B)(C)不變，R就不再改變**
(A) 導線的材質 (B) 導線的截面積 (C) 導線的長短 (D) 導線所接的電壓

- (C) 2. 電阻值可以下列哪一式子表示？

(A) $\frac{I}{V}$ (B) $\frac{R}{I}$ (C) $\frac{V}{I}$ (D) $\frac{I}{R}$

2. $R = \frac{V}{I}$

- 基(B) 3. 如右圖電路，電源電壓為 16V，安培計的讀數為 4A，則電阻器的電阻為何？

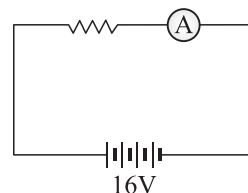
- (A) 2 歐姆 (B) 4 歐姆
(C) 6 歐姆 (D) 36 歐姆

3. $R = \frac{V}{I} = \frac{16}{4} = 4(\Omega)$

- 基(D) 4. 某電鍋標示其電阻為 22 歐姆、適用電壓為 110V，當把此電鍋插在 110V 的電源上使用時，通過電鍋上的電流應為多少安培？

- (A) 1 (B) 2 (C) 4 (D) 5

4. $I = \frac{V}{R} = \frac{110}{22} = 5(A)$



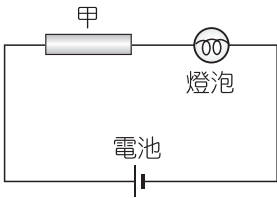
學習實戰評量

- (D) 1. 由右表判斷，在相同溫度下，甲、乙、丙、丁四條材質相同的金屬條，何者的電阻最小？
(A) 甲
(B) 乙
(C) 丙
(D) 丁

金屬條	長度 (cm)	平均截面積 (cm ²)
甲	1000	1
乙	500	1.5
丙	100	2
丁	50	2.5

1. 導體長度愈長，電阻愈大；截面積愈小，電阻愈大，故丁電阻最小。

- (A) 2. 哈登製作簡單燈泡電路，發現燈泡太亮，為了讓燈泡變暗，他用一條均質、長型、延展性佳的甲金屬串接在電路中，如右圖所示，但燈泡卻變得太暗。若將甲金屬作各種處理後，再沿其長軸接回原處，則下列哪種處理方法可使燈泡的亮度介於甲加入前後兩者之間？
(A) 將甲金屬長度剪去一半 (B) 將甲金屬長度拉長一倍
(C) 將甲金屬厚度剖半 (D) 將甲金屬長度剪去一半，再將厚度剖半

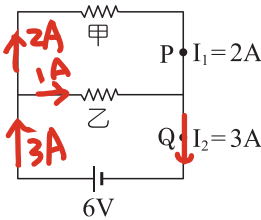


2. (A) 減少電阻；(B)(C) 增加電阻；(D) 減少長度會減少電阻，但厚度減半則會增加電阻，故無法判定。

- 基 (A) 3. 有一位學生在做電阻實驗時，將一個 10 歐姆的電阻分別通以 5A、10A 的電流，則電阻兩端的電壓比分別為何？
(A) 1 : 2 (B) 2 : 1 (C) 1 : 4 (D) 4 : 1

3. $V = IR$, $V_1 = 10 \times 5 = 50$ (V), $V_2 = 10 \times 10 = 100$ (V), $V_1 : V_2 = 50 : 100 = 1 : 2$ 。

- (A) 4. 一電路裝置如右圖所示，電池的電壓為 6V，電阻器甲與電阻器乙並聯，此時流經 P 點之電流 I_1 為 2A，流經 Q 點之電流 I_2 為 3A。若不計導線的電阻與電池內電阻，且電阻器皆符合歐姆定律，則甲、乙電阻值的比為下列何者？【103 國教會考】



- (A) 1 : 2 (B) 2 : 1
(C) 2 : 3 (D) 3 : 2



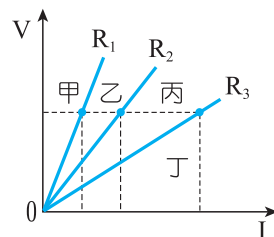
4. $I_{甲} = 2$ (A), $I_{乙} = 3 - 2 = 1$ (A)
 $R_{甲} = \frac{6}{2} = 3$ (Ω), $R_{乙} = \frac{6}{1} = 6$ (Ω)

- 基 (C) 5. 某導體通電後，小華測量其電壓與電流的關係，發現以此三組數據計算出此導體的電阻值大小相同，並將結果記錄至表格。而後卻發現數據遭墨水掩蓋，如右表所示。假設此導體遵守歐姆定律，則表中第三次測量所得之電流值應為下列何者？
(A) 1.5A (B) 3A
(C) 6A (D) 12A

	電壓 (V)	電流 (A)	電阻 (Ω)
第一次	3	1.5	2
第二次	6	3	2
第三次	12	6	2

5. 歐姆定律： $R = \frac{V}{I} = \text{定值}$ ，設第三次電流值為 x A， $\frac{3}{1.5} = \frac{12}{x}$ ， $x = 6$ (A)。

- 基(A) 6. 右圖為三個電阻器 $R_1 \sim R_3$ 的電壓 (V) 與電流 (I) 關係， R_1 是由兩個 R_2 串聯而成， R_3 則是兩個 R_2 並聯而成。若 R_4 是由 R_1 和 R_3 串聯而成，則 R_4 的直線會落在圖中的哪一區？



(A) 甲區

(B) 乙區

(C) 丙區

(D) 丁區

$$R_1 = 2R_2 \quad R_3 = \frac{R_2}{2}$$

$$R_4 = 2R_2 + \frac{R_2}{2} = 2.5R_2$$

6. 串聯電阻增加，故 $R_4 > R_1$ ，相同電壓，電阻愈大，電流愈小，故 R_4 的直線會在甲區。

$$R_4 > R_1 > R_2 > R_3$$

- (C) 7. 停電了，志明拿了一個電阻為 0.5 歐姆的燈泡與三個 1.5V 的電池。他將這三個電池串聯起來，再利用導線與燈泡連接，結果成功的讓燈泡亮了起來，試問此時通過燈泡的電流為多少安培？

(A) 3 (B) 7.5 (C) 9 (D) 15

$$I = \frac{V}{R} = \frac{4.5}{0.5} = 9(A)$$

$$7. I = \frac{4.5}{0.5} = 9(A)$$

- 精(C) 8. 一電路如右圖(一)，在 a、b 之間接上一燈泡後如右圖(二)，則下列敘述何者錯誤？

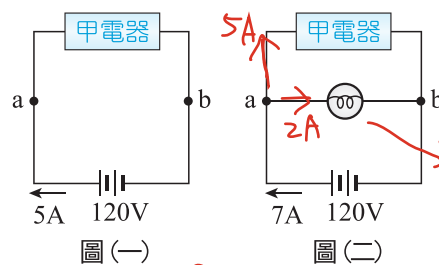
(A) 甲電器的電阻為 24Ω

(B) 燈泡的電阻為 60Ω

(C) 通電 1 分鐘，流經燈泡的電量為 2 庫侖

(D) a、b 兩端的電壓為 120V

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = It = 2 \times 60 = 120(C)$$



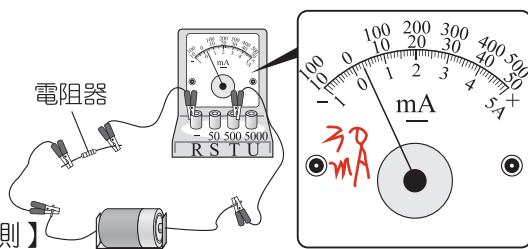
$$R = \frac{V}{I} = \frac{120}{5} = 24(\Omega)$$

$$R = \frac{120}{2} = 60(\Omega)$$

8. (C) 流經燈泡的電流為 2A，1 分鐘流經的電量為 $2 \times 60 = 120(C)$ 。

請閱讀下列敘述後，回答 9.~10.題

一電路裝置如右圖所示，佳佳使用毫安培計量測電路上的電流值，此時導線分別與毫安培計上 R、T 兩點連接，毫安培計上顯示的讀數如放大圖所示。圖中 R 為負 (-) 極端子，S、T、U 分別為 50mA、500mA、5000mA 的正 (+) 極端子。【101 基測】



- (D) 9. 已知此電路中使用的電池電壓為 3V，若電池內電阻與導線和安培計的電阻忽略不計，則由圖上所讀取的電流值來計算，電阻器的電阻值最接近下列何者？

(A) 0.1Ω (B) 1Ω

(C) 10Ω (D) 100Ω

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3}{0.03} = 100(\Omega)$$

$$9. \text{電流為 } 30\text{mA} = 0.03\text{A}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3}{0.03} = 100(\Omega)$$

- (C) 10. 若佳佳要量測更精確的電流值，則她應該如何更動安培計的连接方式？

(A) 將原本連接在 R 點的導線改接到 S 點

(B) 將原本連接在 R 點的導線改接到 U 點

(C) 將原本連接在 T 點的導線改接到 S 點

(D) 將原本連接在 T 點的導線改接到 U 點

10. 欲測得更精確的電流值，要將量測範圍調小，應將 T (500mA) 的導線調整到 S (50mA)。

改接 50mA 範圍

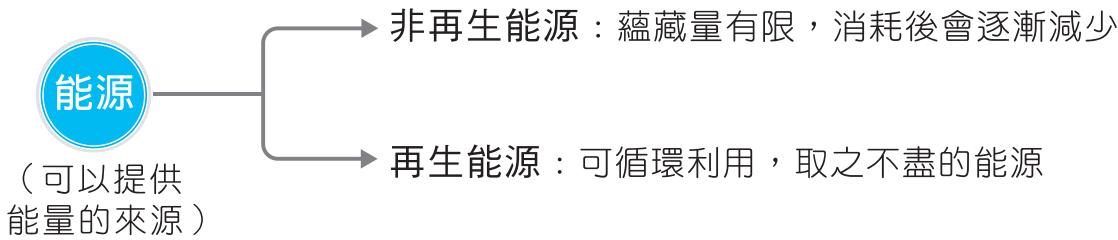


關於能源

學習內容

- 學習內容 Ba-IV-1 能量有不同形式，例如：動能、熱能、光能、電能、化學能等，而且彼此之間可以轉換。孤立系統的總能量會維持定值。
- Ne-IV-5 新興能源的科技，例如：油電混合動力車、太陽能飛機等。
- Ne-IV-6 臺灣能源的利用現況與未來展望。

1. 能源：



2. 非再生能源：

能源	化石燃料	核燃料
來源	古代生物死後，在地底經高溫高壓轉化而成，煤、石油、天然氣	鈾-235
如何獲得能量	燃燒燃料加熱水→水蒸氣推動渦輪機→發電機將動能轉為電能	

3. (1) 常見的再生能源：

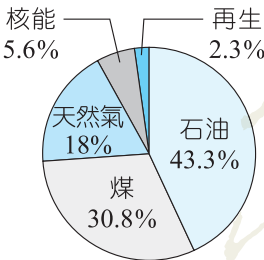
能源	水力	風力	太陽能	生質能
來源	水由高處流至低處轉成電能	風的動能轉成電能	將陽光轉成電能	將生物所產生的有機物，轉換成的能源

(2) 其他再生能源：

能源	地熱	洋流	潮汐
能源轉換	地熱→電能	海水流動動能→電能	潮差→電能

4. 臺灣主要的產能方式：

臺灣能源供給概況如右圖所示，我們可以見到臺灣目前仍以火力發電為主，而水力及風力等為輔，為減少環境破壞，再生能源的開發仍是必須努力的方向。



5. 臺灣再生能源開發方向：

	離岸風力發電	太陽能發電	洋流發電
缺點	(1) 適合設置的土地有限 (2) 低頻噪音	僅在有陽光時才能發電	機器易受海水侵蝕
優點	海上風速快，也較穩定	不會產生汙染	洋流穩定，24 小時皆可發電
例子	苗栗—「海洋風電」離岸風場	高雄—阿公店水庫太陽能發電	屏東外海

6. 能源利用的隱憂：

種類	隱 憂
火力發電	(1) 排放 CO ₂ → 溫室效應 (2) 排放 SO ₂ 、NO ₂ → 酸雨 (3) 煤灰 → 空氣汙染
核能	廢熱 → 海水平均溫度上升
再生能源	(1) 設置地點 → 影響生態 (2) 儲電設備淘汰後的環境汙染



▲ 核電廠

7. 其他能源利用方式：

種類	利用原理	缺點
氫燃料電池	2H ₂ + O ₂ → 2H ₂ O + 熱，燃燒氫氣放熱	氫燃料成本較高
太陽能飛機	光能 → 電能	(1) 能量轉換效率差 (2) 夜晚無法充電
汽電共生	(1) 工廠（例：煉鋼廠；焚化廠等）本身可應用生產過程產出的熱能發電，並將多餘的電賣給臺灣電力公司 (2) 熱能 → 蒸氣 → 發電	蒸氣量必須足夠，經濟效益才高

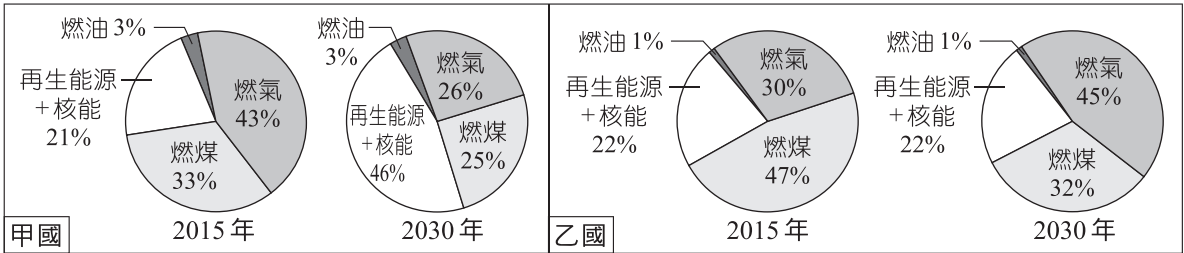


(B) 1. 目前核能發電廠，發電的來源為下列何者？

- (A) 核融合反應 (B) 核分裂反應
(C) 質子轉移 (D) 電子撞擊原子核

1. 目前核融合的技術仍未完備，核能發電是以核分裂為主。

- (C) 2. 通常火力發電的主要燃料為下列何者？
(A) 甘蔗渣 (B) 鈾礦 (C) 煤、天然氣 (D) 酒精
2. (C) 古代生物死亡在地底歷經高溫高壓所形成
- 基(A) 3. 下列各種發電方式與其特色，何者錯誤？
(A) 水力發電—利用洋流的移動、發電
(B) 生質能源發電—將有機物作為燃料，再轉換成電能
(C) 風力發電—僅有部分地區有足夠風力，且有不穩定現象
(D) 太陽能發電—透過太陽能板，將光能轉成電能
3. (A) 水力發電是利用水位高低落差，將位能轉成動能。
- (D) 4. 目前供應臺灣主要電力來源的發電方式，應為下列何者？
(A) 水力 (B) 核能 (C) 再生 (D) 火力
4. (D) 火力發電約占 70% 的總發電量
- (D) 5. 下列何者並不屬於再生能源？
(A) 地熱 (B) 風力 (C) 太陽能 (D) 天然氣
5. 天然氣為非再生能源
- 基(A) 6. 右圖為風力發電的設備圖，在臺灣風力發電的缺點，可能為下列何者？
(A) 風力不穩定 (B) 發電設備易壞
(C) 下雨天無法用 (D) 發電效率差
6. (A) 故設置離岸風力發電場
- (B) 7. 下列何種能源再利用的方式，在臺灣已達商業運轉規模？
(A) 氫燃料電池 (B) 汽電共生 (C) 地熱發電 (D) 太陽能發電
7. (A)(C)(D) 皆有技術問題待克服
- 基(A) 8. 下列何者是臺灣洋流發電的缺點？
(A) 機器會受海水侵蝕 (B) 無法二十四小時發電
(C) 海水平均溫度過高 (D) 洋流不穩定，無法持續供電
8. (D) 黑潮穩定，可以二十四小時發電不間斷。
- 基(B) 9. 下圖為甲和乙兩國在 2015 年，以及 2030 年時預計達成的發電方式比例圖：



參考右表資料，假設沿用同樣的發電機組，僅考慮發電方式的比例改變，不考慮其他因素，則與 2015 年相比，預測兩國在 2030 年平均每度電的碳排放量會如何變化？

(A) 兩國都會增加 【111 國教會考】

(B) 兩國都會減少

(C) 甲國增加，乙國減少

(D) 甲國減少，乙國增加

9. 由題目圖表內的資訊，甲國的燃煤及燃氣比例均下降，故碳排放量減少；乙國的燃煤減少、燃氣增加，但兩者總共占的比例維持不變，而每度電的碳排放量：燃煤 > 燃氣 > 核能 ≈ 再生能源，故乙國的碳排放量也會減少，故選(B)。

機組	每度電碳排放量 (g)
燃煤發電	約 790
燃氣發電	約 380
核能發電	接近 0
再生能源發電	接近 0



核心素養學習單



電的發現者與電學發展

在西元 1752 年 6 月，班傑明·富蘭克林做了一個古今聞名的風箏實驗；他與兒子在雷雨中放風箏，將空中的閃電吸引過來，在風箏線另一端細綁的一支金屬鑰匙與富蘭克林的手之間，產生一系列的電花，他同時感受到麻電的滋味，這證實了閃電是電的一種現象，如右圖所示。隨後富蘭克林又做了實驗發現電荷守恆定律，即在任何孤立系統裡面，總電量是不變的



電是靜止或移動的電荷（帶電粒子）所產生的物理現象，是自然界四種基本交互作用之一。在大自然裏，電的機制給出了很多眾所熟知的效應，例如閃電、摩擦起電、靜電感應等電現象。很久以前，就有許多術士對此進行過研究，但結果乏善可陳。

從 18 世紀開始，電學取得了重要的發展和突破，如：電荷守恆定律（1752）、庫侖定律（1785）、伏打電池（1800）、安培定律（1826）、歐姆定律（1827）、電磁感應（1831）、克希荷夫電路定律（1845）、戴維南定理（1883）、無線電波（1888）、電子的發現（1897）等。19 世紀末以來，電機工程學的快速發展帶給了工業和社會巨大的改變，真空三極體的發明推動電子時代急速向前推進。二十世紀中葉，以矽為材料的半導體科技崛起，出現了電晶體和集成電路。

電作為能源的一種供給方式，有許多優點。這意味著電的用途幾乎是無可限量。例如，交通、取暖、照明、電訊、計算等等，都必須以電為主要能源。家用電器改變了人們的生活方式。進入二十一世紀，現代工業社會的骨幹仍是電能。但是電在給人們帶來方便的同時，也存在著觸電危險，所以一定要掌握安全常識、遵循相關法規，安全用電。

評量目標

介紹電學的演進過程並使學生了解電對於生活的重要性與其存在的危險

- (**C**) 1. 下列選項中的科學家何者發現了電？
 (A) 法拉第 (B) 庫侖 (C) 富蘭克林 (D) 伏打
 1. 富蘭克林發現電，答案選(C)。
- (**D**) 2. 下列常見的物品中何者和電能無關？
 (A) 電池 (B) 電瓶 (C) 吹風機 (D) 自行車
 2. (C) 吹風機是電能轉為熱能；(D) 自行車為人力做功轉為動能。
- (**B**) 3. 二十世紀中葉，半導體科技崛起，試問半導體科技主要是用下列哪個元素來製造晶圓？
 (A) 碳 (B) 矽 (C) 硼 (D) 鐵
 3. 半導體的材料主要為矽，答案選(B)。



第 2 次段考評量

範圍

第 3、4 單元

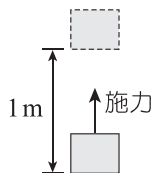
得分

一 選擇題 (每題 4 分，共 80 分)

- (A) 1. 如右圖所示，木塊質量 1 公斤，施力使木塊等速度上升 1 公尺，則合力做功多少焦耳？(重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$)

(A) 0 (B) 4.9
(C) 9.8 (D) 19.6

1. 木塊等速上升→合力為 0，故合力做功為零。



- 基(D) 2. 對地表而言，下列何者之位能逐漸減少？(甲) 等速度上升的氣球；(乙) 水平草地上愈滾愈慢的足球；(丙) 單擺擺錘由最低點擺向最高點；(丁) 由光滑斜面滑落之物體。

(A) 乙丙 (B) 甲
(C) 甲丁 (D) 丁

2. (甲)(丙) 位能增加；(乙) 動能減少，位能不變。

- 基(B) 3. 住在同一棟大廈 5 樓的楊小卿和蔡小光是很要好的同學，他們最愛針對今天上課所學互相討論切磋。有一天放了學，兩人在回家的路上，想起了今天老師所說的「功率」，於是就討論起來；楊小卿家的馬達功率是 80 千瓦，蔡小光家的馬達功率是 50 千瓦，如果同樣要把 20 立方公尺的水抽到 30 公尺的頂樓水塔，則楊小卿家馬達和蔡小光家馬達所花的時間比是多少？

(A) 8 : 5 (B) 5 : 8
(C) 16 : 5 (D) 5 : 16

3. 兩馬達做相同的功，所花時間與功率成反比，故選(B)。

- (D) 4. 下列做功為零的有哪幾項？(甲) 人造衛星地球繞一周，重力對衛星所作之功；(乙) 單擺擺繩的拉力對擺錘所作之功；(丙) 提皮箱水平等速度前進，所提之力對皮箱所作之功；(丁) 手提 10kgw 之行李靜候汽車，手提之力對行李所作的功。

(A) 僅甲乙 (B) 僅丙丁
(C) 僅乙丙丁 (D) 甲乙丙丁

4. (甲)(乙)(丙) 作用力垂直位移；(丁) 位移為零。

- 基(D) 5. 如右圖，一力 $F = 3$ 公斤重，沿水平方向作用於 8 公斤重之靜止物體，在 5 秒內物體沿水平方向移動了 10 公尺。則此力作了多少的功？(1 公斤重 = 9.8 牛頓)

(A) 30 焦耳 (B) 80 焦耳
(C) 235.2 焦耳 (D) 294 焦耳

5. $W = F \times S = 3 \times 9.8 \times 10 = 294 \text{ (J)}$



- (B) 6. 王建民犀利的伸卡球讓他威震四方，他投出的旋轉變化球其受力狀態為下列何者？

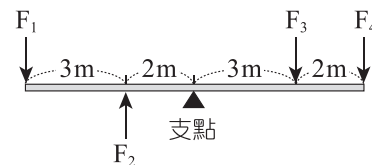
(A) 合力 = 0，合力矩 $\neq 0$ (B) 合力 $\neq 0$ ，合力矩 $\neq 0$
(C) 合力 $\neq 0$ ，合力矩 = 0 (D) 合力 = 0，合力矩 = 0

6. 棒球投出後，向前加速及轉動，故合力及合力矩皆不為零。

- (A) 7. 有一槓桿受到 4 個作用力作用，如右圖所示，試問哪一個作用力產生力矩的方向和其他三者不同？

(A) F_1 (B) F_2
(C) F_3 (D) F_4

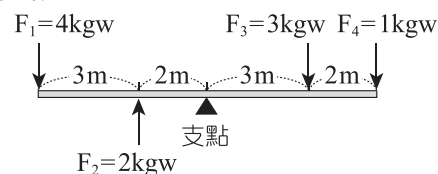
7. F_1 的力矩逆時鐘、 F_2 的力矩順時鐘、 F_3 的力矩順時鐘、 F_4 的力矩順時鐘。



- 基(A) 8. 有一槓桿受到四個作用力作用如右圖所示，試求出此槓桿所受合力矩大小為多少 $\text{kgw} \cdot \text{m}$ ？

(A) 2 (B) 15
(C) 30 (D) 45

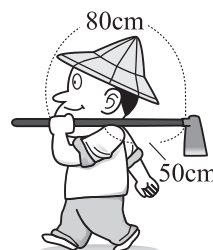
8. F_1 的力矩： $4 \times 5 = 20$ （逆時鐘）； F_2 的力矩： $2 \times 2 = 4$ （順時鐘）； F_3 的力矩： $3 \times 3 = 9$ （順時鐘）； F_4 的力矩： $1 \times 5 = 5$ （順時鐘），合力矩 = 2（逆時鐘）



- 基(D) 9. 農夫扛著鋤頭，手握木柄末端，如右圖所示。木柄全長 80cm（重量不計），鐵鋤頭重 6kgw，距肩膀 50cm，當達靜力平衡時，試問農夫肩膀受力多少 kgw ？

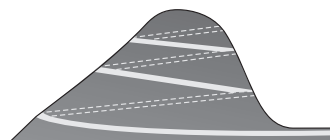
(A) 6 (B) 8
(C) 12 (D) 16

9. 設農夫的手為支點， $6 \times 80 = F_{\text{肩}} \times (80 - 50)$ ， $F_{\text{肩}} = 16$ （kgw）



- (C) 10. 山間的公路往往繞著山坡盤山而上，如右圖中山路這樣的設計主要是如何協助上山的汽車？

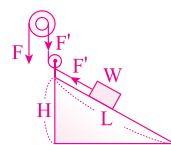
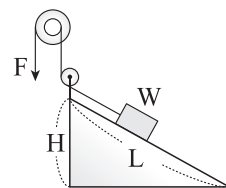
(A) 提高功率 (B) 提高力學能
(C) 減小所需的作用力 (D) 減小所需的功



- 精(D) 11. 如右圖機械組合，輪軸中輪半徑為 R ，軸半徑為 r ，斜面長為 L ，斜面高為 H 。今施力 F 於輪上向下拉，使物重 W 從斜面底等速上升至斜面頂，不計摩擦力和阻力，則下列哪一個列式是正確的？

(A) $F = W$
(B) $F \times R = H \times W$
(C) $F \times L = H \times W$
(D) $F \times L \times R = r \times H \times W$

11. 看輪軸部分： $F \times R = F' \times r \rightarrow F' = \frac{F \times R}{r}$
看斜面部分： $F' \times L = W \times H$
 $\rightarrow \frac{F \times R}{r} \times L = W \times H$
 $\rightarrow F \times L \times R = r \times H \times W$



- (A) 12. 下列何種現象不屬於靜電現象？

(A) 冰塊黏在微溼的毛巾上
(B) 撕開衛生筷塑膠包裝時，會黏在手上
(C) 摩擦過的塑膠尺能吸引小紙片
(D) 脫衣服時與頭髮接觸後，頭髮會黏在衣服上

- (A) 13. 下列帶電體的帶電量，哪一個不存在於自然界？

(A) $+1.6 \times 10^{-20} \text{C}$ (B) $+1.6 \text{C}$
(C) 1 莫耳個 e^- (D) 0.5C

- (C) 14. 下列有關「摩擦起電」的敘述，何者錯誤？
 (A) 兩物體因摩擦起電，所得的電量相等，電性相反
 (B) 摩擦起電適用於絕緣體
 (C) 摩擦起電主因是摩擦力將質子轉移
 (D) 手握住金屬棒，無法用摩擦方式使金屬帶電
- (B) 15. 關於靜電現象的舉例，下列何者正確？
 (A) 指北針恆指向北方 (B) 撕開的免洗筷塑膠套會黏在手上
 (C) 蘋果下落砸到牛頓的頭 (D) 樹欲靜而風不止

基(B) 16. 作「靜電實驗」時，下列正確的有幾項？(甲) 絕緣體較容易摩擦起電；(乙) 導體靜電感應較不明顯；(丙) 天氣潮溼時，較不易操作靜電實驗；(丁) 一帶正電的玻璃棒若可吸引一懸掛物，則懸掛物必帶負電。

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

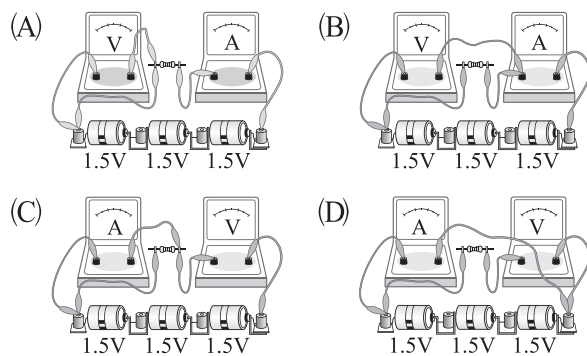
16. (乙) 導體靜電感應較為明顯；(丁) 可能帶負電，也可能不帶電。

- (C) 17. 鐵、鋅、乾燥的空氣、人體、石墨、保鮮膜、玻璃、木棒，以上屬於電的絕緣體的共有幾種？

(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5

17. 乾燥的空氣、保鮮膜、玻璃、木棒

基(B) 18. 某生想用一臺安培計和一臺伏特計來測量一電阻器的電阻，則下列哪個電路的接線圖是正確的？（電路中的  為電阻器）



18. 安培計與電阻串聯、伏特計與電阻並聯。

- 基(B) 19. 下列何者是電阻的最佳定義？
 (A) 電阻就是電路中燈泡對電流阻力的大小
 (B) 電阻就是電路中電壓與電流的比值
 (C) 電阻就是電路中電流阻力的大小
 (D) 電阻就是電路中燈泡明暗程度的表現

精(B) 20. 在定溫下，下列哪一項敘述可以最準確說明歐姆定律？

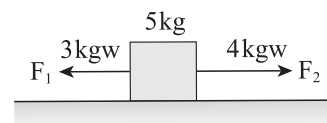
- (A) 金屬導體的電阻 R 與電壓 V 成反比
 (B) 金屬導體的電壓與電流成正比
 (C) 物體的電阻 $R = \text{電壓 } V / \text{電流 } I$
 (D) 金屬導體的電阻與長短、粗細、溫度無關

20. (C) $R = \frac{V}{I}$ = 「定值」。

二 題 組 (每題 4 分，共 20 分)

請閱讀下列敘述後，回答 21.~23. 題

如右圖，5 公斤的木塊在水平面上受定力 F_1 、 F_2 作用而做等速度移動，等速度移動期間，木塊在 2 秒內移動 20 公分。
(假設 $g = 10\text{m/s}^2$)



基(C) 21. F_1 對木塊做功多少焦耳？

- (A) -0.6 (B) -3
(C) -6 (D) -60

21. $F_1 = 3 \times 10 = 30 \text{ (N)}$ ，向左，位移為 $20\text{cm} = 0.2\text{m}$ ，向右；
 $W = 30 \times (-0.2) = -6 \text{ (J)}$

精(C) 22. 摩擦力對木塊做功多少焦耳？

- (A) -0.2 (B) -1
(C) -2 (D) -52

22. 因物體作等速度移動，故合力 $= 0$ ，
摩擦力 $= 1 \times 10 = 10 \text{ (N)}$ ，向左，
 $W = 10 \times (-0.2) = -2 \text{ (J)}$

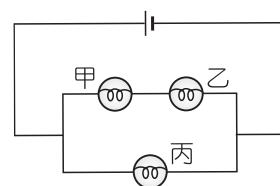
基(B) 23. 合力對木塊做功多少焦耳？

- (A) -1 (B) 0
(C) 1 (D) 2

23. 因合力 $= 0$ ，故作功 $= 0$ 。

請閱讀下列敘述後，回答 24.~25. 題

三個相同的燈泡與一個 3 伏特電池裝置如右圖所示。丙燈泡中的電流是 0.2 安培，電池恰可供電一個小時。



基(C) 24. 電池的總放電量為多少庫侖？

- (A) 1800C (B) 1440C
(C) 1080C (D) 720C

24. 丙燈泡中的電流是 0.2 安培，因三燈泡規格相同，故流經甲和乙燈泡的電流為 0.1A，總放電量為 $0.3 \times 60 \times 60 = 1080 \text{ (C)}$ 。

基(B) 25. 一個燈泡的電阻大小為多少歐姆？

- (A) 10Ω (B) 15Ω
(C) 30Ω (D) 45Ω

25. $\frac{3}{0.2} = 15 \text{ (歐姆)}$