

壹、兩質點間的碰撞

一、碰撞簡介

1. 當兩個物體互相接近，在_____時間內產生力的交互作用時，我們稱這兩個物體發生了「碰撞」。
2. 碰撞時兩物體不一定要接觸，其交互作用力可以是接觸力，也可以是超距力。
3. 例子：
 - (1) 車禍發生時，兩車間的碰撞造成車體凹陷，且兩車的運動狀態改變。
 - (2) 撞球檯上，球桿撞擊母球，母球撞擊色球使色球入袋，均為碰撞。
 - (3) 極光現象：來自太陽的高速帶電粒子，在穿透大氣層的過程中，與空氣分子的碰撞、釋放能量而形成極光。
 - (4) 化學反應：藉由反應物分子間的有效碰撞，而發生化學反應。
 - (5) 核反應：核能發電廠中的反應爐，利用中子撞擊原子核後產生核分裂，而釋放核能。
 - (6) 在微觀尺度下，兩帶同性電的粒子，在接近時會產生強烈的電磁交互作用，雖然沒有直接接觸，亦可視為碰撞。

二、碰撞的類別

1. 依方向：碰撞前後，質點的運動方向均在同一直線上，稱為_____碰撞（亦可稱_____碰撞）；否則稱為_____碰撞。

2. 依能量：碰撞前後，系統的總動能若守恆，則稱為_____碰撞；否則稱為_____碰撞。
 - (1) 完全彈性碰撞
 - a、若碰撞前後系統的總動能守恆，這種碰撞稱為完全彈性碰撞 (**perfectly elastic collision**)，簡稱彈性碰撞。這種碰撞幾乎只發生在微觀世界中（例如原子、電子、原子核及基本粒子間的碰撞）。
 - b、但是在碰撞過程中動能並不守恆，因為有一部分的能量會變成位能，但系統的動能與位能總和不變，碰撞結束時，兩物體會完全恢復原狀，位能完全變回動能。

 - (2) 非彈性碰撞
 - a、若碰撞後系統的總動能變少，這種碰撞稱為非彈性碰撞 (**inelastic collision**)。一般生活上的碰撞多屬此類。
 - b、總動能會變少，主要是因為發生碰撞的物體是巨觀物體（而不是像原子、電子等的小物體），在碰撞過程中，動能可能因為產生永久形變、受摩擦力作用轉變成熱能……等因素有所損失，使得物體的動能不會完全守恆。

 - (3) 完全非彈性碰撞
 - a、若碰撞後物體合為一體，這種碰撞稱為完全非彈性碰撞 (**completely inelastic collision**)，此為非彈性碰撞的特例。
 - b、完全非彈性碰撞，其實是非彈性碰撞的特例，因此亦屬於非彈性碰撞。

三、碰撞的過程

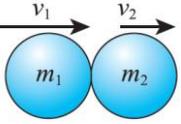
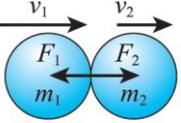
1. 能量觀點：

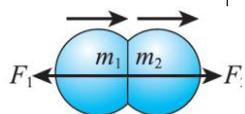
兩者作用過程中有交互作用力，此交互作用力可能對系統作負功，奪走系統動能，因此碰撞前後，系統的總動能可能不守恆。

2. 動量觀點：

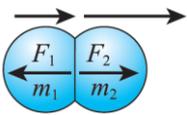
系統在碰撞過程中不受外力作用，因此在碰撞前後的動量必然守恆。
縱使系統受到外力作用，但是因為碰撞過程經歷時間極短，外力造成的衝量值便很小，故動量依然守恆。

3. 碰撞過程中的詳細描述

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 碰撞開始 2. $v_1 > v_2$
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 運動學觀點： <ol style="list-style-type: none"> (1) m_1 受到作用力 F_1 向左而_____，m_2 受到作用力 F_2 向右而_____。且 $F_1 = F_2$。(加速度不一定相等) (2) 但在這個階段中，雖然 m_1 減速，m_2 加速，但是 v_1 還是大於 v_2，因此 m_1 的位移 Δx_1 還是大於 m_2 的位移 Δx_2，因此兩者正在_____。 2. 力的觀點： <ol style="list-style-type: none"> (1) 兩者互相靠近的過程中，因為_____，故_____。 (2) _____ 3. 能量觀點： <ol style="list-style-type: none"> (1) 形變量增加會使兩者間的<u>位能</u>增加。 (2) 對 m_1 而言，F_1 作 對 m_2 而言，F_2 作 對系統而言，作功的總和為 (3) 因此可以看作動能轉換成位能 4. 動量觀點 <ol style="list-style-type: none"> (1) m_1 受到 F_1 作用而動量變化： (2) m_2 受到 F_2 作用而動量變化： 總動量變化為：



1. 運動學觀點：
 - (1) 此時 m_1 依然受到 F_1 而持續減速， m_2 則受到 F_1 持續加速。
 - (2) 經過上述階段， v_2 開始大於 v_1 ，因此 Δx_2 大於 Δx_1 ，兩者處於_____的階段。(描述一下加速度不一定相等)
2. 力的觀點：
 - (1) 因遠離而造成形變量變小，故兩者間的作用力變小。
3. 能量觀點：
 - (1) 形變量變小而使得儲存的位能變少
 - (2) 而 F_1 對 m_1 持續作負功，



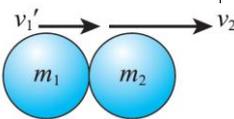
而 F_2 對 m_2 持續作正功。

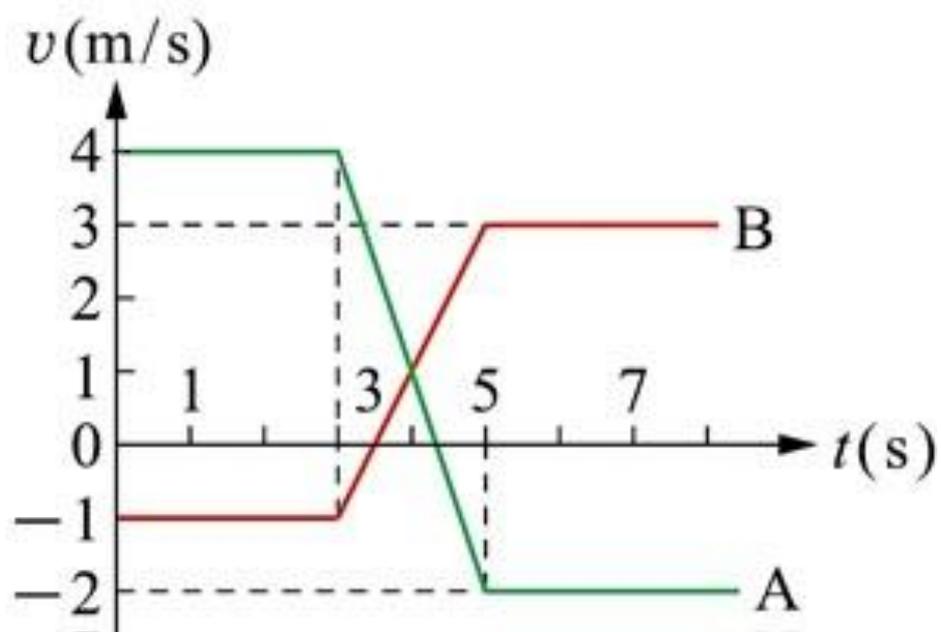
兩者作的功

- (3) 可視為位能轉變為動能

4. 動量觀點：

1. 碰撞結束
2. 兩者間無交互作用
3. 能量觀點：
4. 動量觀點：



四、碰撞過程的 $v-t$ 圖

範例 1

若不考慮爆炸及核反應，不論是彈性或非彈性碰撞，下列何者均需守恆？（多選） (A)動量 (B)動能 (C)力學能 (D)能量 (E)質量。

範例 2

下列有關兩質點發生一維彈性碰撞的敘述，何者正確？（多選） (A)碰撞過程中滿足動能守恆 (B)碰撞過程中滿足動量守恆 (C)碰撞過程中滿足力學能守恆 (D)碰撞前、後滿足動能守恆 (E)兩質點碰撞後仍然在同一直線上運動。

範例 3

質量不相等的兩質點作直線彈性碰撞，下列哪些物理量的量值，對兩質點而言是相等的？（多選） (A)碰撞時的作用力 (B)碰撞過程的加速度 (C)碰撞過程的動量變化量 (D)碰撞過程的速度變化量 (E)碰撞前後的動能變化量。

範例 4

質量為 10 公斤之 A 與質量為 6 公斤之 B 沿同一直線作碰撞，相撞前速度各為 10 公尺/秒及 -5 公尺/秒，相撞後 A 的速度變為 4 公尺/秒，則

- (1) B 的速度變為_____公尺/秒。
- (2) A、B 兩車的碰撞屬於彈性碰撞嗎？

類題 4

小明取 A、B 兩輛質量相等的力學臺車，在軌道上作一維碰撞實驗，已知 A、B 兩車碰撞前後的速度如附表，則

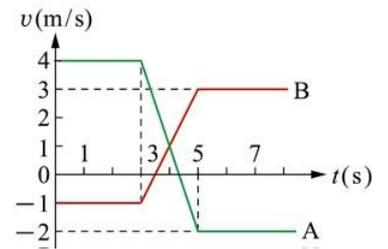
- (1)表中 v 之值為_____公尺/秒。
- (2)A、B 兩車的碰撞屬於彈性碰撞嗎？_____。 4，是

	A 車	B 車
初速 (公尺/秒)	4	2
末速 (公尺/秒)	2	v

範例 5

甲、乙兩球於一直線上作正面碰撞，其速度 v 和時間 t 的關係如右圖所示，若甲球為 2 kg ，則（應選 3 項）

- (A) 乙球質量為 3 kg (B) 乙球質量為 4 kg (C) 此碰撞為彈性碰撞 (D) 碰撞前後動能不守恆 (E) 甲、乙兩球碰撞期間平均作用力量值為 6 N

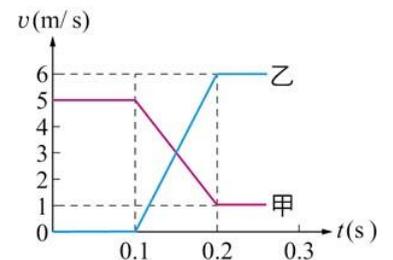


類題 5

如右圖所示為甲、乙兩球發生正面碰撞時速度對時間之變化圖，若甲球質量 6 kg ，則：（應選 2 項）

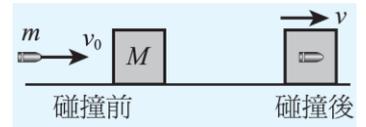
- (A) 乙球質量為 2 kg (B) 乙球質量為 3 kg (C) 乙球質量為 4 kg (D) 此碰撞為彈性碰撞 (E) 此碰撞為非彈性碰撞

CD



範例 6

如圖所示，一質量為 M 的木塊置於光滑平面上，被一質量為 m 的子彈以水平速度 v_0 射中並嵌入其中，設碰撞過程中系統損失的動能全部轉變為熱能，則

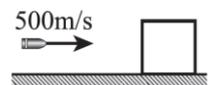


(1) 碰撞後合體的速度 $v =$ _____。

(2) 碰撞過程產生的熱能 = _____。

類題 6

質量 0.02 公斤的子彈，以速度 500 公尺/秒水平射入靜止木塊內，如圖所示。已知木塊的質量為 9.98 公斤，且子彈射入木塊內的時間極短，則



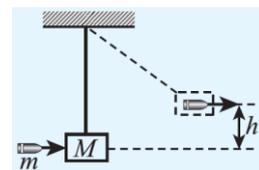
(1) 子彈射入木塊後，合體的速度約為 _____ 公尺/秒。

(2) 子彈射入木塊的過程中，系統損失動能約為 _____ 焦耳。

1, 2495

範例 7

如圖所示的裝置稱為衝擊擺。將質量為 m 的子彈射入質量為 M 的木塊，且子彈陷於木塊中，合體上升最大高度 h ，若子彈射入木塊內的時間極短，則

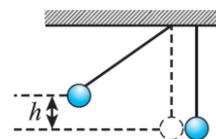


(1) 子彈射入木塊後，合體的速度為_____。

(2) 子彈入射速度為_____。

類題 7

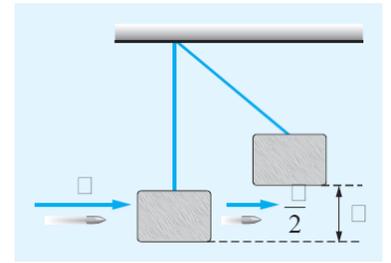
如圖所示，兩小球的質量均為 m ，以長度相同的兩細繩分別懸吊。其中一球仍靜止於懸吊位置，另一球則左移，並使它升高 h ，釋放後兩球相撞而結合為一，則結合體所能達到的最大高度為_____。



$$\frac{h}{4}$$

範例 8

如右圖所示，子彈的質量為 m ，以 v 的水平速度射向以輕繩懸吊的靜止木塊，木塊的質量為 $2m$ ，輕繩的質量可以忽略；子彈將木塊射穿後，以 $\frac{v}{2}$ 的速度飛行，懸吊的木塊則上升至 h 的高度。設重力加速度為 g ，



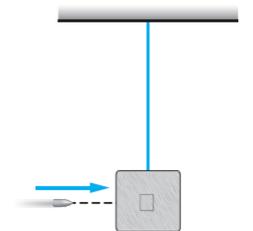
求：

- (1) 子彈射穿木塊後瞬間，木塊的速度為何？
- (2) 木塊獲得動能後，往上盪的最大高度 h 為何？

類題 8

一子彈的質量為 m ，入射一質量為 M 的靜止木塊，如右圖所示。設子彈陷於木塊中，而木塊上升的最大高度為 h ，則子彈入射時速度為何？（令 g 為重力加速度）

- (A) $\frac{m+M}{m}\sqrt{2gh}$ (B) $\frac{m+M}{M}\sqrt{2gh}$ (C) $\frac{m}{m+M}\sqrt{2gh}$ (D) $\frac{M}{m+M}\sqrt{2gh}$

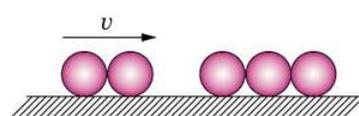


(A)

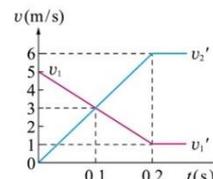
課後練習

單選題

- () 1. 甲和乙兩球相向正面碰撞，碰撞後甲和乙都朝向甲球原來的移動方向運動，依據碰撞原理，碰撞前甲球的哪個物理量一定會大於乙球？(A)質量 (B)體積 (C)速率 (D)受力量值 (E)動量量值。
- () 2. A、B 兩物體發生正向碰撞，碰撞後 A、B 兩物體皆朝著 B 原本運動的方向運動，則下列敘述何者正確？
(A)A 的質量一定比 B 小 (B)碰撞前，A 的動能一定比 B 大 (C)碰撞前，A 的動能一定比 B 小 (D)碰撞前，A 的動量量值一定比 B 大 (E)碰撞前，A 的動量量值一定比 B 小
- () 3. 甲、乙兩球在同一直線相向運動，作正面碰撞後，甲球速度方向與原運動方向相反，乙球靜止。由此可知：
(A)碰撞前甲球動量的量值必較乙球小 (B)碰撞前甲球速率必較乙球小 (C)碰撞時甲球所受的力較乙球大 (D)碰撞前甲球動能必較乙球小 (E)甲球的質量必較乙球小
- () 4. 設於無摩擦之桌面上置有 5 個相同的鋼球，其中三個接連排放一列，另兩個自左方以速度 v 正面碰撞此三球，如右圖所示。假設為完全彈性碰撞，則碰撞後有幾球離開？
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5
- () 5. 光滑水平面的一直線上，有甲、乙兩球相向對撞，兩球體積相同，甲球質量為 0.6 公斤，撞前甲球速度為向右 2 公尺 / 秒；乙球質量為 0.4 公斤，撞前乙球速度為向左 3 公尺 / 秒，已知撞後乙球速度變為向右 3 公尺 / 秒，求撞後甲球的速度為何？(A) 4 公尺 / 秒，向右 (B) 2 公尺 / 秒，向右 (C) 1 公尺 / 秒，向右 (D) 4 公尺 / 秒，向左 (E) 2 公尺 / 秒，向左。
- () 6. 光滑水平面的一直線上，有甲、乙兩球正面相向對撞，兩球體積和質量均相同，碰撞前甲球速度為向右 4 公尺 / 秒，乙球速度為向左 1 公尺 / 秒，已知碰撞後乙球速度變為向右 4 公尺 / 秒，則碰撞後甲球的速度為何？(A)向右 1 公尺 / 秒 (B)向右 2 公尺 / 秒 (C)向左 1 公尺 / 秒 (D)向左 2 公尺 / 秒 (E)向左 4 公尺 / 秒。
- () 7. 一質量為 3.0 kg 的 A 球以 4.0 m/s 的速度向右運動，與另一質量為 2.0 kg，速度為 2.0 m/s 向右運動的 B 球作正面碰撞，則兩球最接近時，B 球的速度量值為何？(A) 4.0 (B) 2.0 (C) 2.4 (D) 4.4 (E) 3.2 m/s。
- () 8. 質量 5 kg 的物體，沿光滑水平面以 3 m/s 向東前進時。在同水平直線上一顆質量 40 g 的子彈以 500 m/s 的速度，相向射入物體內再穿出，子彈離開物體後，物體立即靜止。則子彈的末速度量值為多少 m/s？
(A)125 (B)100 (C)75 (D)50 (E)25



- () 9. 兩球 A、B 於一直線上作正向彈性碰撞，其速度 v 和時間 t 的關係如右圖所示，若 A 球 10 kg，A、B 兩球碰撞期間平均作用力為多少 N？
(A)10 (B)20 (C)30 (D)50 (E)60



- () 10. 一質量 $m = 2000$ 公斤的轎車，以 $v = 20$ 公尺／秒的速率，迎面撞上一停止不動、質量 $m = 8000$ 公斤的貨車。若碰撞後兩車卡在一起，則碰撞後總動能的損失為多少焦耳？
(A) 1.2×10^5 (B) 1.2×10^4 (C) 3.2×10^4 (D) 1.2×10^3 (E) 3.2×10^5
- () 11. 一質量為 1 公斤的 A 物體以 4 公尺／秒向右的速度，撞擊質量為 5 公斤且以速度 2 公尺／秒向左運動的 B 物體，假設碰撞前後 A、B 都在同一直線上，且碰撞後 A 物體以 2 公尺／秒的速度向左運動，試求碰撞後系統的總動量量值為多少公斤·公尺／秒？
(A)4 (B)5 (C)6 (D)10 (E)14。
- () 12. 甲、乙兩物體的速度各為 +4 公尺／秒；-5 公尺／秒（設向右方向為正）相向運動，若發生正向碰撞後，此兩物體的撞後速度不可能各為多少公尺／秒？
(A) -1；-1 (B) +5；+6 (C) -3；+2 (D) -2；+7 (E) +2；+2

多選題

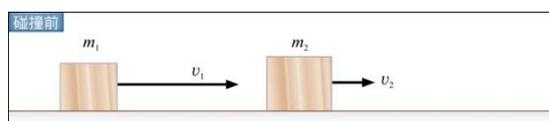
- () 13. 在光滑的水平面上有一靜止且質量為 M 的木塊，一質量為 m 的子彈以速度 v 向右水平射入該木塊。在陷入木塊的過程中，子彈受摩擦力而減速。子彈最後停留在木塊中，兩者以相同的速度運動。下列敘述哪些正確？（應選 3 項）
(A) 當射入的子彈減速時，摩擦力對木塊作正功 (B) 子彈與木塊互施摩擦力，且兩力量值相同方向相反 (C) 當子彈減速停留在木塊後，木塊的末速為 $\frac{mv}{M}$ (D) 在子彈陷入木塊後，當兩者的速度相等時，摩擦力消失 (E) 由於沒有外力作用於子彈與木塊的系統，故系統的動能守恆。
- () 14. 質量不相等的兩物體作非彈性碰撞，在此過程中，兩物體的何種物理量量值必相等？（應選 3 項）
(A) 碰撞的交互作用之力 (B) 動量變化量 (C) 速度的變化量 (D) 碰撞過程所經時間 (E) 加速度
- () 15. 只考慮兩物體碰撞的前後，下列敘述中何者正確？（應選 3 項）
(A) 兩物作彈性碰撞，系統的總動量保持不變 (B) 兩物作彈性碰撞，系統的總動能保持不變 (C) 兩物作非彈性碰撞，系統的總動量無法保持不變 (D) 兩物作非彈性碰撞，系統的總動能無法保持不變 (E) 無論作何種碰撞，系統的總動能皆無法保持不變
- () 16. 打靶時，關於射出的子彈與靶的碰撞，下列敘述何者正確？（應選 2 項）
(A) 為彈性碰撞 (B) 為非彈性碰撞 (C) 碰撞前後總動量守恆 (D) 碰撞前後總動能守恆 (E) 碰撞前後總力學能守恆

- ()17. 在一直線上有甲和乙兩物體，其質量各為 2 kg 和 4 kg。物體甲以 6 m/s 的速度向右碰撞靜止中的物體乙。碰撞後物體甲以 1 m/s 的速度向左彈回，則：(應選 2 項)
(A)碰撞後物體乙的速度 2.5 m/s (B)碰撞後物體乙的速度 3 m/s (C)碰撞後物體乙的速度 3.5 m/s (D)此碰撞為彈性碰撞 (E)此碰撞為非彈性碰撞
- ()18. 在光滑平面上有甲物體質量為 3 公斤、乙物體質量為 1 公斤，今甲以速度 8 公尺／秒向東與原為靜止的乙發生正面碰撞，若碰撞後甲的速度為 5 公尺／秒向東，則下列敘述哪些正確？
(A)碰撞後乙的速度為 9 公尺／秒向東
(B)碰撞後乙的動能為 $\frac{81}{2}$ 焦耳
(C)碰撞後甲、乙的總動能為 78 焦耳
(D)碰撞前後甲、乙的總動能損失為 18 焦耳
(E)此碰撞不屬於彈性碰撞

答案	1.E	2.E	3.A	4.B	5.E	6.C	7.E	8.A	9.C	10.E	11.C	12.B	13.ABD	14.ABD	15.ABD	16.BC	17.CE	18.ABCDE
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	--------	--------	--------	-------	-------	----------

貳、一維正向彈性碰撞

一、質量 m_1 的 A 物體及質量 m_2 的 B 物體原本分別以速度 v_1 、 v_2 運動 ($v_1 > v_2$)，發生正面彈性碰撞後，兩者速度分別為 v_1' 、 v_2' ，如下圖所示。



二、彈性碰撞前後遵守總動量守恆、總動能守恆：

利用上面兩式，找出末速與兩物體質量和初速的關係。

三、討論：

1. 正面彈性碰撞前兩物體的接近速率 ($v_1 - v_2$) 會等於碰撞後的遠離速率 ($v_2' - v_1'$)。恢復係數(e)為

2. 站在質心看兩物體的運動時，碰撞前兩物體都在接近質心，碰撞後兩物體都在遠離質心。

3. 被碰撞體速度為零時：
 - (1) $m_1 \ll m_2$

 - (2) $m_1 < m_2$

 - (3) $m_1 = m_2$

 - (4) $m_1 > m_2$

 - (5) $m_1 \gg m_2$

四、碰撞學的應用

1. 由碰撞中的守恆定律，可計算物體碰撞後速度和質量間的關係，我們也可依此關係建立安全撞擊的規則與防護設備。
2. 藉由高速粒子相互碰撞的實驗，能幫助我們了解物質的組成。例如：基礎物理（一）學過的原子、原子核、質子與中子等構造，皆是由碰撞實驗所得知的；另外，華人之光丁肇中博士就是於碰撞實驗中發現了新粒子，而榮獲 1976 年諾貝爾物理獎。
3. **中子減速劑**（[英語](#)：Neutron moderator，又稱**中子慢化劑**）在一般情況下，可裂變核發射出的**中子**的飛行速度比其被其它可裂變核的捕獲的中子速度要快，因此為了產生**鏈式反應**，就必須要將中子的飛行速度降下來，這時就會使用中子減速劑。

範例 1

如圖所示，光滑平面上有 A 、 B 兩小球，若 A 球的質量為 2 公斤， B 球的質量為 4 公斤，各以 9 公尺/秒和 12 公尺/秒之初速度相向而行，作正面彈性碰撞。令向右為正，則

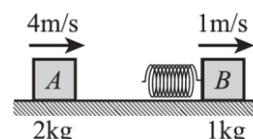


(1) 碰撞後 A 球的速度為_____公尺/秒； B 球的速度為_____公尺/秒。

(2) 碰撞後 A 球獲得動能_____焦耳； B 球損失動能_____焦耳。

類題 1

如圖所示，光滑平面上有 A 、 B 二物體，質量各為 2 公斤、1 公斤，碰撞前速度各為 4 公尺/秒、1 公尺/秒，設 B 物所接之彈簧為理想彈簧，碰撞視為彈性正面碰撞，則



(1) 碰撞後， A 之速度為_____公尺/秒； B 之速度為_____公尺/秒。

(2) 碰撞前系統的總動量為_____公斤·公尺/秒，碰撞後系統的總動量為_____公斤·公尺/秒。

(1) 2、5 (2) 9、9

範例 2

甲球以 8 m/s 朝東與以 5 m/s 朝西的乙球作正面彈性碰撞，已知碰撞後甲球的速度為 $\frac{33}{4} \text{ m/s}$ 朝西，則碰撞後乙球的速度為：

- (A) $\frac{19}{4} \text{ m/s}$ 朝東 (B) $\frac{11}{4} \text{ m/s}$ 朝東 (C) 3 m/s 朝東 (D) 15 m/s 朝西 (E) $\frac{41}{4} \text{ m/s}$ 朝西

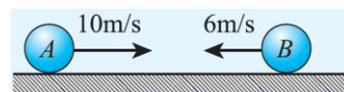
類題 2

速度為 4 m/s 朝東的 A 球與速度 3 m/s 朝西的 B 球作正面彈性碰撞，則碰撞後 B 對 A 球遠離的速度為：

- (A) 1 m/s 朝西 (B) 7 m/s 朝西 (C) 1 m/s 朝東 (D) 7 m/s 朝東 (E) 0 D

範例 3

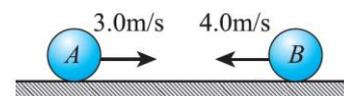
質量相等的 A、B 兩球在光滑平面上，A 球以 10 公尺/秒 向右，B 球以 6 公尺/秒 向左，兩球在同一直線上作正面彈性碰撞，令向右為正，則碰撞後



- (1) A 球的速度為_____公尺/秒。
 (2) B 球的速度為_____公尺/秒。

類題 3

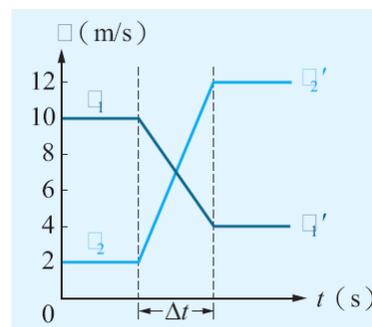
光滑水平面上有質量皆為 2 公斤 的 A、B 兩鋼珠，以速度 3.0 公尺/秒 及 4.0 公尺/秒 發生一維彈性碰撞，如圖所示，令向右為正，則碰撞後



- (1) A 球的速度為_____公尺/秒；B 球的速度為_____公尺/秒。
 (2) A 球獲得動能_____焦耳；B 球損失動能_____焦耳。 (1) -4, 3 (2) 7, 7

範例 4

有兩質點 m_1 與 m_2 ， $m_1=5$ 公斤，與 m_2 進行一維彈性碰撞，碰撞前 m_1 的速度 $v_1=10$ 公尺/秒， m_2 的速度 $v_2=2$ 公尺/秒，測得碰撞後 m_1 的速度 $v_1'=4$ 公尺/秒， m_2 的速度 $v_2'=12$ 公尺/秒，如右圖所示，圖中 Δt 為碰撞期間兩質點相互作用時，速度的變化過程，試求：

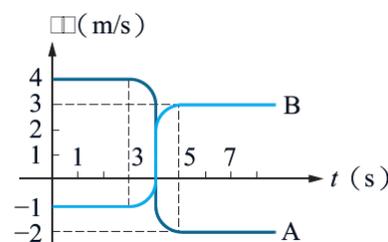


- (1) m_2 的質量為多少公斤？
- (2) 系統的總動量為多少公斤·公尺/秒？
- (3) 測量時間得 $\Delta t=0.1$ 秒，則兩質點間的作用力為何？
- (4) 此碰撞是否為彈性碰撞？

類題 4

A、B 兩球於一直線上作正向彈性碰撞，其速度 v 和時間 t 的關係如右圖所示，若 A 球質量為 2 公斤，則下列敘述哪些正確？

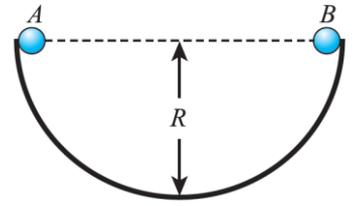
- (A) A、B 兩球碰撞期間的平均作用力為 6 牛頓
- (B) B 球的質量為 3 公斤
- (C) 碰撞時間經歷了 2 秒
- (D) 碰撞前後系統的動量不變
- (E) 碰撞前後系統的動能為一定值。



答 (A)(B)(C)(D)(E)

範例 5

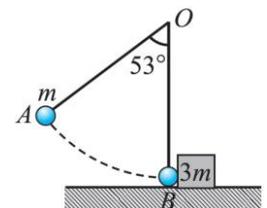
兩質點 A 、 B 同時由光滑半圓形軌道上靜止下滑，如圖。已知 A 、 B 的質量比為 $2:1$ ，則



- (1) 兩質點滑至軌道底部的速率比為_____。
- (2) 令向右的速度為正，則兩質點在底部發生彈性碰撞後， A 質點的速度為_____， B 質點的速度為_____。

類題 5

一質量為 m 的球，以長 ℓ 的細繩繫住，一端固定於 O 點。將球拉至 A 處，細線與鉛直方向夾 53° 的位置，由靜止釋放，如圖在 O 之鉛直下方 B 處與一質量為 $3m$ 之靜止物體作正向彈性碰撞，則 m 反跳的高度為_____。



為 $3m$ 之靜止物體作正向彈性碰撞，則 m 反跳的高度為_____。

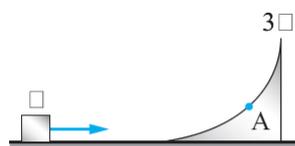
$\frac{1}{10}\ell$

課後練習

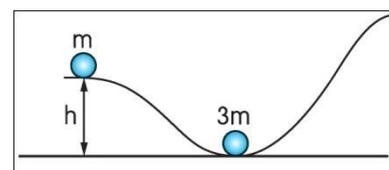
單選題

- () 1. 一卡車不慎撞及靜置於路上的空塑膠桶，設此碰撞為正面彈性碰撞，則關於碰撞後兩者的速度，下列敘述何者正確？
 (A) 卡車以接近原速率反彈，塑膠桶則幾乎靜止不動 (B) 卡車速度幾乎不變，塑膠桶以接近兩倍車速向前飛出 (C) 卡車變成靜止，塑膠桶則以接近原車速向前飛出 (D) 卡車速度幾乎不變，塑膠桶與卡車速度相同 (E) 卡車變成靜止，塑膠桶以接近兩倍原車速向前飛出
- () 2. 有相同質量的鋼球與鋁球，鋼球以 $5v$ 、鋁球以 v 的速度發生正向彈性碰撞，則下列敘述何者正確？
 (A) 鋁球受到的撞擊力量值是鋼球的五倍 (B) 鋁球動量變化量的量值是鋼球的五倍 (C) 鋁球速度改變量的量值是鋼球的五倍 (D) 鋁球動能改變量的量值是鋼球的五倍 (E) 以上皆非。
- () 3. 兩物體 A、B 發生正向彈性碰撞，碰撞後 A 和 B 都朝 A 原來移動的方向運動，則下列推論何者正確？
 (A) 碰撞前 A 動量的量值一定比 B 大 (B) 碰撞前 A 的動能一定比 B 大 (C) 碰撞前 A 的速率一定比 B 大 (D) A 的質量一定比 B 大 (E) A 的密度一定比 B 大
- () 4. 打撞球時，將母球以 2 公尺/秒的速率正面碰撞一靜止的色球，設兩球的碰撞為彈性碰撞，則碰撞後，母球的速率為多少公尺/秒？
 (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4
- () 5. 質量 m_1 的物體向質量 m_2 的靜止物體作正面彈性碰撞，碰撞後 m_1 以原來速率的 $\frac{1}{4}$ 反彈，則 $m_1 : m_2$ 為：
 (A) 1 : 4 (B) 4 : 1 (C) 3 : 5 (D) 5 : 3 (E) 1 : 5
- () 6. 甲球原有動量 p 和靜止乙球作正面彈性碰撞，兩球質量之和為 m ，則碰撞後，乙球速率為何？
 (A) $\frac{p}{m}$ (B) $\frac{2p}{m}$ (C) $\frac{p}{2m}$ (D) $\frac{p}{3m}$ (E) $\frac{p}{4m}$
- () 7. 鋼球的質量為 1 公斤、鋁球的質量為 0.2 公斤，兩球發生正向碰撞，則下列敘述何者正確？【83 推甄】
 (A) 鋁球受到撞擊力的量值是鋼球的五倍 (B) 鋁球動量改變量的量值是鋼球的五倍 (C) 鋁球速度改變量的量值是鋼球的五倍 (D) 鋁球動能改變量的量值是鋼球的五倍

- () 8. A 球正向彈性碰撞靜止在光滑水平面上的 B 球後，以原有入射速率的 $\frac{1}{3}$ 反彈，則 A 球的質量為 B 球的多少倍？
 (A)1 (B)2 (C)3 (D)0.5 (E)0.3。
- () 9. A、B 兩物體的質量比為 1:2，A 的速度為 9 公尺/秒向東，B 的速度為 6 公尺/秒向西，兩者作一維彈性碰撞，求碰撞後 B 的速度為何？
 (A)14 公尺/秒，方向向東 (B)14 公尺/秒，方向向西 (C)8 公尺/秒，方向向東 (D)4 公尺/秒，方向向西 (E)4 公尺/秒，方向向東
- () 10. 甲、乙兩球在一光滑的桌面上，甲球的質量為 2 公斤，以 10 公尺/秒的速率正面碰撞質量為 3 公斤而靜止的乙球，若是彈性碰撞，求碰撞之後乙球的速率為多少公尺/秒？
 (A)10 (B)8 (C)6 (D)4 (E)2。
- () 11. 如右圖所示，質量為 m 的一小物體，以初速 v 滑上質量為 $3m$ 的曲面物體；若曲面可在水平地面上自由滑動，則 m 最高可滑到曲面上的 A 點，之後又沿曲面向下滑，回復原本的運動狀態。設不計任何阻力，求 m 滑到 A 點時，曲面的速度為何？
 (A) v (B) v (C) v (D) $3v$
- () 12. 0.2 公斤的網球以 3 公尺/秒的向右速度沿水平方向垂直擊中牆壁，假設網球與牆壁為彈性碰撞，則下列敘述何者正確？(A)網球碰撞前的動能為 0.6 焦耳 (B)網球碰撞後的動能為 0.6 焦耳 (C)網球碰撞後的速率為 3 公尺/秒 (D)網球碰撞後靜止不動 (E)彈性碰撞後，總動能會變小。
- () 13. 光滑水平面的一直線上，有甲、乙兩球正面相向對撞，兩球體積相同，甲球質量為 0.20 公斤，碰撞前甲球速度為向右 4.0 公尺/秒；乙球質量為 0.40 公斤，碰撞前乙球速度為向左 2.0 公尺/秒，已知碰撞後乙球速度變為向右 2.0 公尺/秒，則有關碰撞前後的總動量和總動能，下列敘述何者錯誤？(A)碰撞後總動量為零 (B)碰撞前總動量為 1.6 公斤·公尺/秒 (C)碰撞前總動能為 2.4 焦耳 (D)碰撞後總動能為 2.4 焦耳 (E)甲、乙兩球為彈性碰撞。
- () 14. 光滑水平面上，質量均為 0.2 公斤的 A、B 兩球，A 球以向右 4 公尺/秒的速度，碰撞正前方原本靜止的 B 球，B 球的碰撞後速度為向右 3 公尺/秒，則有關碰撞前後的總動量和總動能，下列敘述何者錯誤？(A)碰撞前總動量為 0.8 公斤·公尺/秒 (B)碰撞後總動量為 0.8 公斤·公尺/秒 (C)碰撞前總動能為 1.6 焦耳 (D)碰撞後總動能為 1.6 焦耳 (E)甲、乙兩球為非彈性碰撞。
- () 15. 質量為 m_1 的物體向質量為 m_2 的靜止物體作正面彈性碰撞，碰撞後 m_1 以原來速率的 $\frac{1}{4}$ 反彈，則 $m_1:m_2$ 應為(A) 1:4 (B) 4:1 (C) 3:5 (D) 5:3 (E) 1:5。

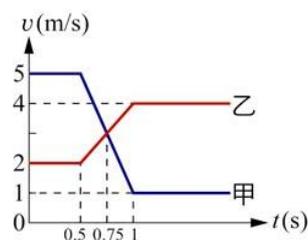


- () 16. 質量 m 的小鋼珠沿著光滑軌道，由靜止下滑，並於軌道最低點處，與質量為 $3m$ 的另一個鋼珠發生彈性碰撞，則碰撞後質量 $3m$ 的小鋼珠上升的高度為(A) $\frac{h}{9}$ (B) $\frac{h}{4}$ (C) $\frac{4}{9}h$ (D) $\frac{7}{9}h$ (E) $\frac{3}{4}h$.



多選題

- () 17. 質量不相等的兩物體作正面彈性碰撞，在此過程中，兩物體的何種物理量量值必相等？（應選 3 項）
 (A)碰撞的交互作用之力 (B)動量變化量 (C)速度的變化量 (D)碰撞前後的動能變化量 (E)加速度
- () 18. 關於在獨立系統中的碰撞，下列敘述哪些正確？（應選兩項）
 (A)不論兩物體作何種碰撞，在任一瞬間，總動量不變
 (B)等質量的兩物體作正向彈性碰撞後，速率必會互換
 (C)兩物體作正向彈性碰撞，在任一瞬間，總動能不變
 (D)兩物體作正向彈性碰撞，在最接近時，一物體所增加的動能，等於另一物體所減少的動能
 (E)不論兩物體作何種碰撞，任一瞬間的力學能均守恆
- () 19. 若甲、乙兩物體發生正向彈性碰撞，且不計任何阻力，則對甲、乙系統而言，下列敘述哪些正確？（應選四項）(A)在碰撞前後，系統的總動量守恆(B)在接觸的過程中，系統的總動量不守恆(C)在碰撞前後，系統的總動能守恆(D)在接觸的過程中，系統的總力學能守恆(E)在接觸的過程中，系統的總動能不守恆。
- () 20. 質量各為 3 kg 、 2 kg 的 A、B 兩質點在一直線上運動，速度各為 18 m/s 、 8 m/s ，則發生彈性碰撞後：（應選 2 項）
 (A) A 之速度為 10 m/s (B) B 之速度為 16 m/s (C) A 與 B 的動量和為 $70\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ (D) A 與 B 的動量和為 $75\text{ kg} \cdot \text{m/s}$ (E) A 與 B 的動能和為 245 J
- () 21. 在一直線上的甲、乙兩球發生正面碰撞，兩球碰撞前後的速度隨時間變化的關係如右圖所示，則（應選 2 項）
 (A)整個碰撞過程費時 0.5 秒 (B)兩物體碰撞前的接近速率為 4 m/s (C)甲、乙兩物的質量比為 $1:2$ (D)兩物體碰撞前的動量量值之比為 $1:2$ (E)此碰撞為非彈性碰撞



- ()22. 物體 A 以 10 公斤·公尺／秒的動量與靜止的物體 B 作正向彈性碰撞後，物體 A 與 B 的動量（皆以公斤·公尺／秒為單位）可能為何？（應選三項）
(A) -10 與 +22 (B) 0 與 +10 (C) +5 與 +5 (D) -15 與 +30 (E) -5 與 +15。

答案 1.B 2.E 3.A 4.A 5.C 6.B 7.C 8.D 9.E 10.B 11.C 12.C 13.B 14.D
15.C 16.B 17.ABD 18.AB 19.ACDE 20.AC 21.AC 22.BCE