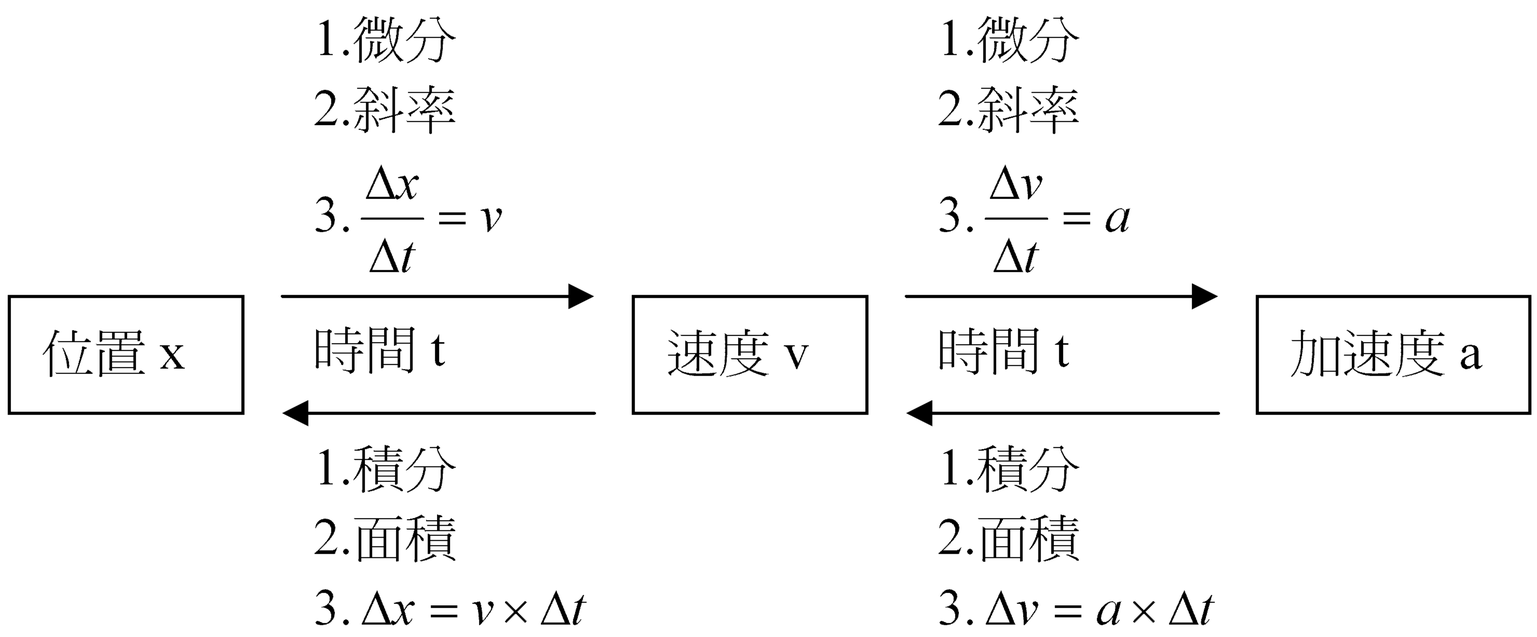
2-1 生活中常見的運動

※直線運動的要素



1.位置向量：藉由向量來描述一物體與參考座標原點的距離及方向之關係。

2.位移：物體移動時，起點到終點的距離和方向。位移是一種向量，僅和物體位置的變化有關，與運動所經的過程無關。

3.路徑長：物體沿運動路徑所經的長度。路徑長是一種純量，只考慮所經長度的大小，不管運動方向的變化。

4.位移 **S** 與路徑長 ***l*** 的關係：$S \le l$

(1)若運動之軌跡為直線，則 $S = l$　　**(2)**若運動之軌跡為曲線，則 $S < l$

※速率&速率

1.平均速度：單位時間內之位移

$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 方向：起點→終點的方向**(**位移的方向**)**

2.瞬時速度：某一時刻或位置之速度**(**可視為某一點在極短時間內之平均速度**)**

$\bar{v} = \lim_{t_2 \to t_1} \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$ 方向：某一瞬間物體在運動軌跡的切線方向

3.平均速率：單位時間內所經之路徑長

$$\text{平均速率}\bar{v} = \frac{\text{路徑長}l}{\text{經過時間}\Delta t}$$

4.瞬時速率：某一時刻或位置之速率**(**可視為某一點在極短時間內之平均速率**)**

$$\text{瞬時速率}v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\text{路徑長}l}{\text{經過時間}\Delta t}$$

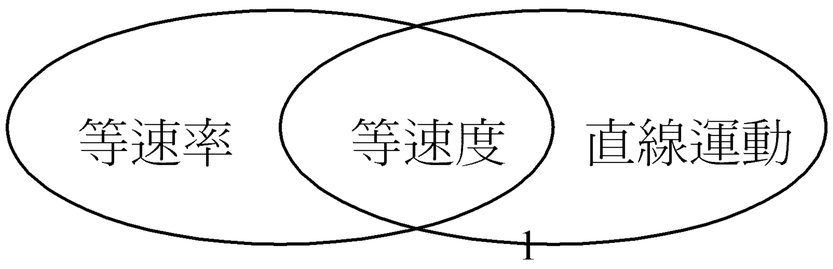
5. 平均速度$\bar{v}$ ≤ 平均速率$\bar{v}$，瞬時速度$\bar{v}$ = 瞬時速率v

※等速度與等速率

1.等速度：**a.**快慢不變　**b.**方向不變**(**直線**)**　**c.**平均速度**=**瞬時速度

2.等速率：**a.**快慢不變　**b.**方向可變**(**任意軌跡**)**　**c.**平均速率**=**瞬時速率

3.等速度與等速率



※速度、速率

【觀念&公式】

1. 速度$\bar{v}=\dfrac{\text{位移}\Delta\bar{x}}{\text{時間}\Delta t}$

2. 速率$v=\dfrac{\text{路徑長}l}{\text{時間}\Delta t}$

例 1.一隻松鼠被狗沿直線追逐 4 公尺後，爬上鉛直豎在地面的木柱上端躲避，若木柱高 2 公尺，若松鼠被追逐之時間為 4 秒鐘，則松鼠之平均速率為何？ (A)1.5 (B)1 (C)0.5 (D)$\dfrac{\sqrt{5}}{2}$ 公尺／秒。

答：A

類 1.某人自 A 點出發向南步行 20m 後，又回頭向北經 A 點而達北方 30m 處停下，歷時 50 秒，則此人步行的(1)平均速率爲_____ m/s;(2)平均速度爲_____ m/s 向_____(方向)

答：1.4，0.6，北

類 2.在月球上放置一面反射鏡，若自地球上瞄準那面鏡子發射雷射光，10 秒鐘後，雷射光返回原發射處；由此可推算地球與月球之距離爲_____km（光速 3×10^8m/s）答：1.5×10^6

類 3.太陽和地球之間的平均距離爲一億五千萬公里，若光速爲 3×10^8m/s 則我們所見的太陽是多久前的太陽？ (A)500 秒前 (B)600 秒前 (C)300 秒前 (D)200 秒前 (E)無從估計 。答：(A)

類 4.半徑 R，週期 T，等速率圓周運動的物體，其在本週期內之平均速率量值爲_____。答：$\dfrac{2\pi R}{T}$

類 5.張三靜坐在教室看書，李四則在教室走廊上奔跑，下列敘述何者正確？ (A)李四對張三而言在運動 (B)張三對地面沒有運動 (C)張三對李四而言沒有運動 (D)李四對地有運動 (E)張三對太陽而言有運動 。答：(A)(B)(D)(E)

類 6.一人自某位置出發，先向東走 30m，又向北走了 40m，此人最後距出發點的位移爲 m，若此人向東走 10 秒，向北走了 8 秒，則全程之平均速度爲_____m/s。答：

類 7.某同學在 100 米賽跑中，跑完全程所需時間爲 12.5 秒，在中間時刻即 6.25 秒時的速度爲 7.8 m/s，到達終點時的速度爲 9.2 m/s，則在全程中平均速率爲 (A)8.1 m/s (B)7.8 m/s (C)8.0 m/s (D)9.2 m/s。答：C

※速度、速率

例 2.(1)某船沿河順流而下的航速為 24 公里／小時，逆流而上的航速為 6 公里／小時，則船沿此河往返一趟，其平均速度為若干公里／小時？ (A)0 (B)6 (C)12 (D)16 (E)18 。
(2)承上題，船沿此河往返一趟，其平均速率為若干公里／小時？ (A)0 (B)6 (C)12 (D)16 (E)18 。答：(1)(A)；(2)(D)

類 1.某船在河中航速爲 18km／小時，河水流速爲 6km／小時，船沿此河在兩地間往返一趟，平均速率爲_____，平均速度爲_____。答：16km/小時，0

類 2.某人上山速率爲 6km/hr，下山速率爲 18km/hr，則其往返一趟之平均速度與平均速率各若干？答：0；9km/hr

類 3.某人乘百貨公司的自動扶梯上樓，需時 40 秒，若於停電時步行而上，需時 60 秒，則當此人在上升的自動扶梯再步行向上，則需時若干秒？答：24 秒

類 4.某人靜止站在一往上的電扶梯上，需要 20 秒可到達上一層樓，但是，如果電扶梯靜止，此人步行而上，卻費時 30 秒。若此人在運行的電扶上，以同樣的速度步行向上，則此人費時_____秒即可到達上一樓層。答：12

類 5.某人乘百貨公司的電扶梯上樓需時 t_1 秒，停電時步行而上需時 t_2 秒，若電梯一面上升人一面向上步行（ 速率仍同前 ），則需時 t =_____。答：$\dfrac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$

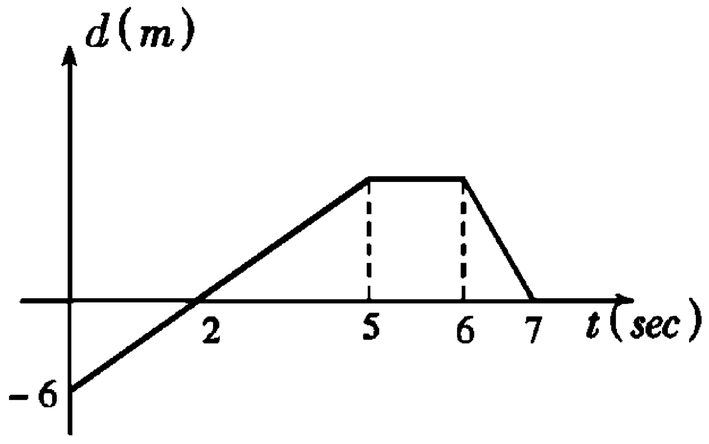
類 6.某人開車自甲鎮先到位於其西方 2km 之乙鎮，再折回至位於甲鎮東方 6km 之丙鎮共經 1/4 小時，在此時間內，車之 (1)平均速率爲何？ (2)平均速度爲若干？答：(1)40km/hr；(2)24km/hr 向東

類 7.列車從 A 開行到 B，開始以速度 V 行駛了 $\frac{1}{3}$ 路程，中間的 $\frac{1}{3}$ 路程速度爲 2V，行駛最後的 $\frac{1}{3}$ 路程時，速度又爲 V，則全程的平均速度應爲： (A)1.2V (B)1.5V (C)1.8V (D)1.25V。答：A

※x-t 圖

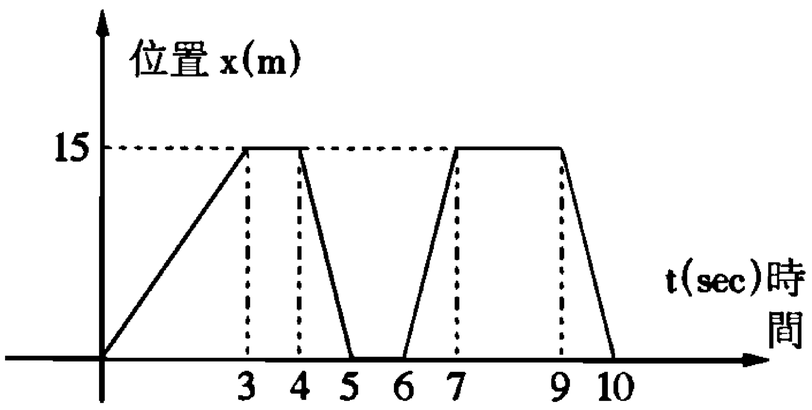
【觀念&公式】
x-t 圖⇨1.座標：x　　2.斜率：v　　3.面積：無意義

例 3.如圖

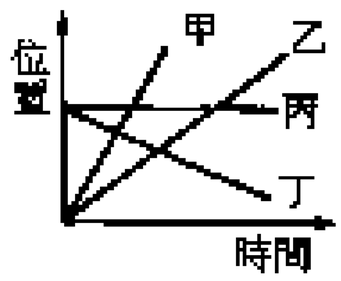


(a)5 秒內位移_____m。答：15
(b)第幾秒時物體為靜止_____。答：6
(c)第 7 秒內物體之位移為_____m。答：-9
(d)7 秒內物體之位移為_____m。答：6
(e)5 秒內之平均速度_____m/s。答：3
(f)第 7 秒內速度為_____m/s。答：-9
(g)7 秒內平均速度為_____m/s。答：6/7

類 1.這是一個物體的位置與時間關係間，請指出此物
(a)在第 2 秒末，第 4 秒末，第 8 秒末與第 9 秒末的位置?
(b)在第 3 秒初，第 6 秒初與第 8 秒初的位置?
(c)在 10 秒內各休息幾次?各在哪一段時間內?

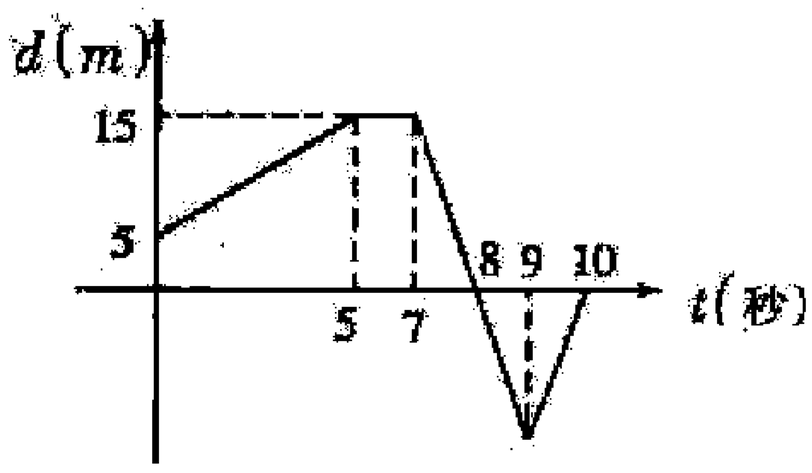


類 2.在東西向直線道路上行駛的甲、乙、丙、丁四輛汽車，以東方爲正，其 x－t 圖分別如圖所示，試回答下列問題：



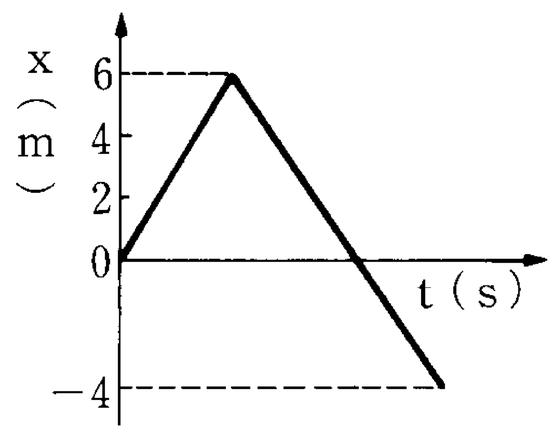
(1)哪一輛車子靜止不動？_____。
(2)哪些車子向東方行駛？_____；哪些車子向西方行駛？_____。
(3)在相同的時間間隔內，甲、乙二車所行的距離以何者較大？_____。
答：(1)丙；(2)甲與乙，丁；(3)甲

類 3.如圖爲一物體之位置時間圖，則



(1)5 秒內平均速度_____m/sec。答：2
(2)10 秒內平均速度_____m/sec。答：-0.5
(3)10 秒內之平均速率_____m/sec。答：5.5
(4)第 10 秒內之速度_____m/sec 。答：15

類 4.某物體作直線運動，其位置對時間的關係圖(即 x－t 圖)如右所示，則此物體的路徑長與位移量值之比爲若干？ (A)3：2 (B)2：3 (C)4：1 (D)3：1 (E)1：1。答：C



※v-t 圖

【觀念&公式】
v-t 圖⇨1.座標：v　2.斜率：a　3.面積：△x

例 4.有一火箭由海上發射垂直升空又落下，其 v-t 圖如下：

(1)火箭所達最大高度為_____公尺。答：375

(2)t=_____秒時速度為 0。答：25

(3)t=30 秒瞬間速度_____公尺/秒，向_____。答：10，下

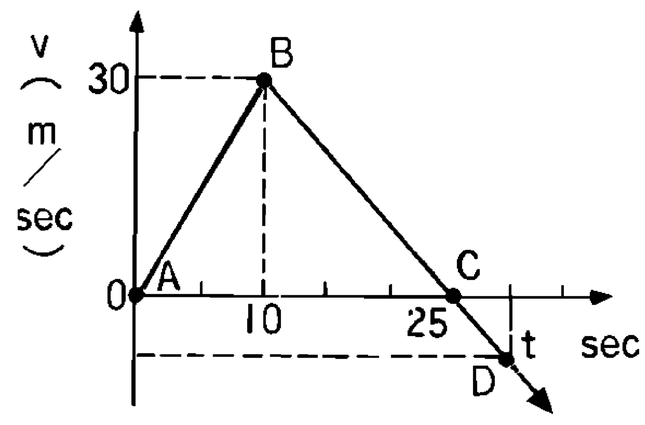
(4)0~30 秒平均速度_____公尺/秒，向_____。答：35/3，上

(5)0~30 秒平均速率_____公尺/秒。答：40/3，上

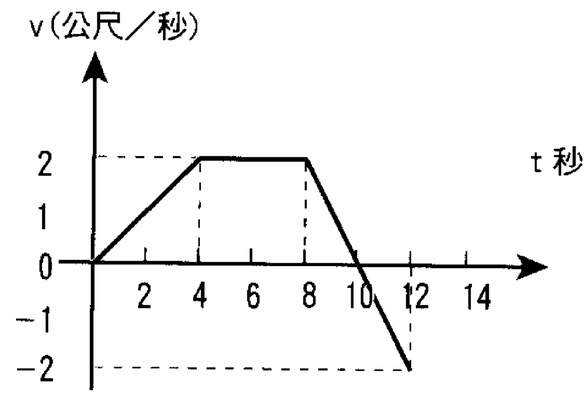
(6)0~15 秒平均加速度=_____公尺/秒^2。答：4/3

(7)10~15 秒平均加速度=_____公尺/秒^2。答：-2

(8)火箭於出發後_____秒落下著水面。答：$25+5\sqrt{15}$

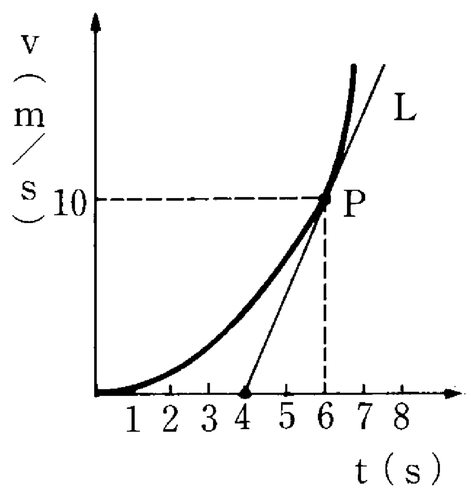


類 1.右圖中所示爲沿 x 軸運動質點之速度 V 與時間 t 之關係。若 t＝0 時該質點位於 x=4 米處，則在 t＝12 秒時該質點之位置：(A)x＝12 米 (B)x＝16 米 (C)x＝18 米 (D)x=22 米 (E)x=24 米。【71 日大】答：(B)

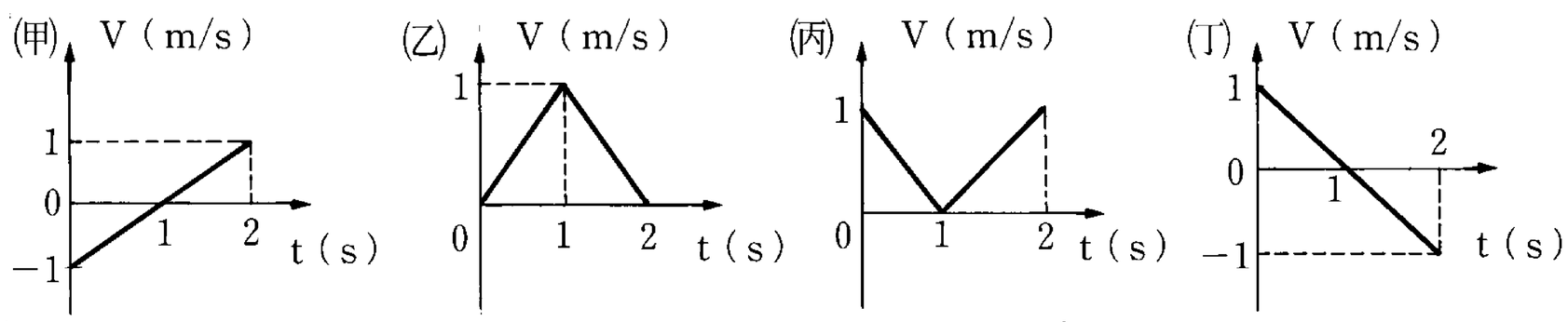


類 2.某物體作等加速度直線運動，當其速度由 $2\,m/s$ 變爲$-6\,m/s$ 之時距內，物體的平均速度量值與平均速率比值爲_____。答：4：5

類 3.下圖所示爲某跑車在加速過程的速度對時間的關係圖，P 點爲切線 L 與函數圖的交點，則該跑車在 6 秒末的瞬時加速度量值爲若干？ (A)1 (B)2 (C)5 (D)10 (E)$\frac{5}{3}$ m/s^2。答：C



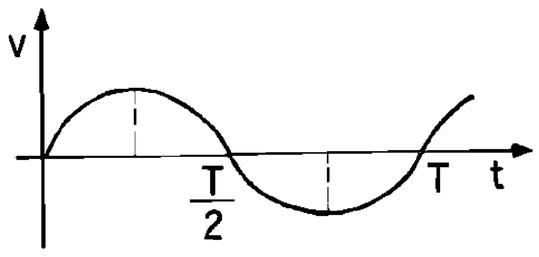
類 4.四個質點作直線運動其函數圖形如下所示則下列結論中正確是： (A)四個質點在 2 秒內速度的變化率都有相同 (B)在 2 秒末，質點乙離出發最遠 (C)在第 2 秒內，質點甲、乙做加速運動 (D)在第 2 秒末，乙、丙質點出發位移相同。



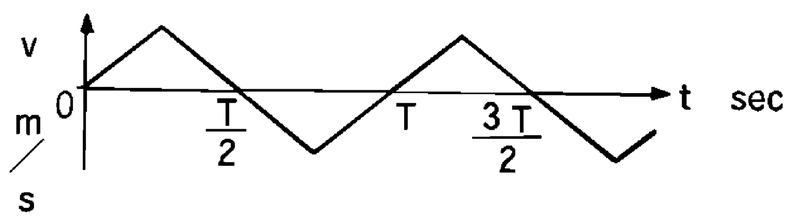
答：D

※v-t 圖

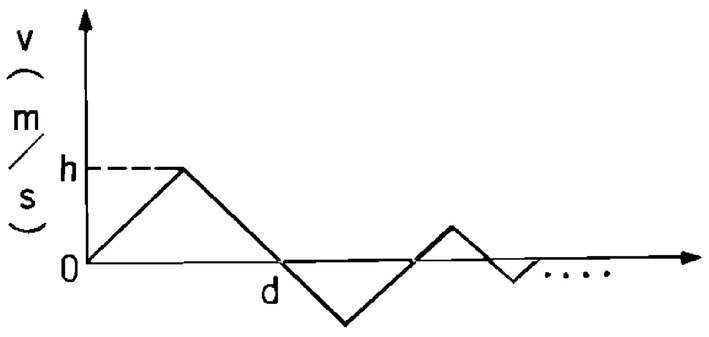
例 5.有一質點沿 x 軸作週期 T 的直線來回運動，其速度 v 對時間 t 關係如右圖所示，則： (A)質點於 $\frac{T}{4}$ 與 $\frac{3T}{4}$ 時通過同一點 (B)質點於 $\frac{T}{8}$ 與 $\frac{7T}{8}$ 時亦通過同一點 (C) $\frac{T}{2}$ 時，速度 v=0 但此時加速度量值 a 為最大 (D)0~$\frac{T}{4}$ 期間，加速度方向與速度方向相反 (E) $\frac{T}{2}$~$\frac{3T}{4}$ 期間，速率漸增。答：(A)(B)(C)(E)



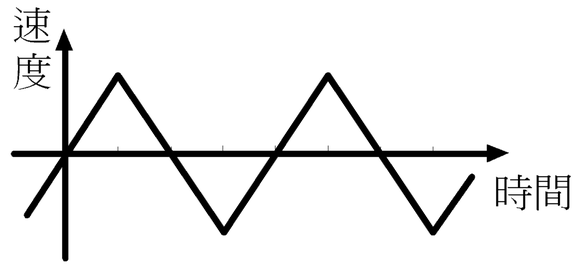
類 1.右圖為一質點作直線運動的速度 v 對時間 t 的關係圖，下列敘述何者為正確？ (A)為一週期運動 (B)週期為 T (C) $\frac{3T}{8}$ 與 $\frac{5T}{8}$ 兩時刻，質點通過同一點 (D)最初 $\frac{T}{8}$ 秒內與最初 $\frac{7T}{8}$ 秒內的平均速度相同 (E)0~$\frac{T}{4}$ 期間與 $\frac{3T}{4}$~T 期間質點的加速度相同。答：(A)(B)(C)(E)



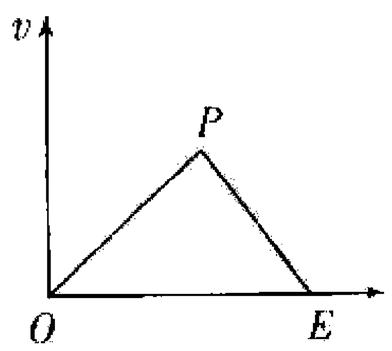
類 2.一質點自原點沿 x 軸做一維運動，其速度與時間之關係如圖所示，其中連續兩次速度為零之間的關係曲線均為折線。折線與 x 軸間形成三角形，三角形的底跟高均成規則性遞減，依次減半。設最大三角形之底為 d、高為 h，則當 t→∞時，此質點離開原點的距離為何？【85 奧林匹亞初選】答：$\frac{2}{5}hd$



類 3.右圖為某週期運動的速度與時間的關係，T 為週期。時間等於那兩個值時，質點通過相同位置？(A) t=T/8 和 3T/8 (B) t=T/8 和 5T/8 (C) t=3T/8 和 5T/8 (D) t=0 和 T/2 (E) t=T/4 和 3T/4。【69 夜大】答：(C)(E)



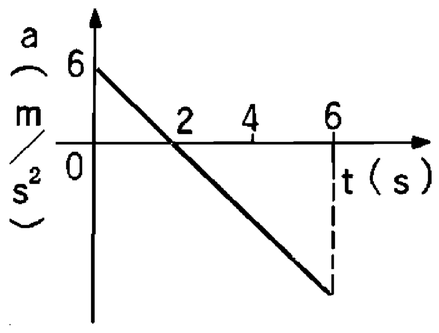
類 4.右圖為速率對時間的關係，若運動方向一定，則下列敘述中正確的是：(A)OP 為等速度運動 (B)PE 為等加速運動，加速度為負 (C)OPE 圖線下面積代表位移大小 (D)OPE 面積÷0E 時間=平均速率 (E)OP 和 PE 之加速度相等。【70 夜大】答：(B)(C)(D)



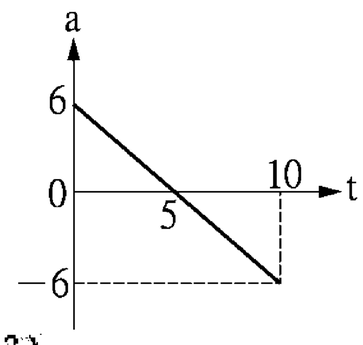
※a-t 圖

【觀念&公式】
a-t 圖⇨1.座標：a　　2.斜率：無意義　　3.面積：△v

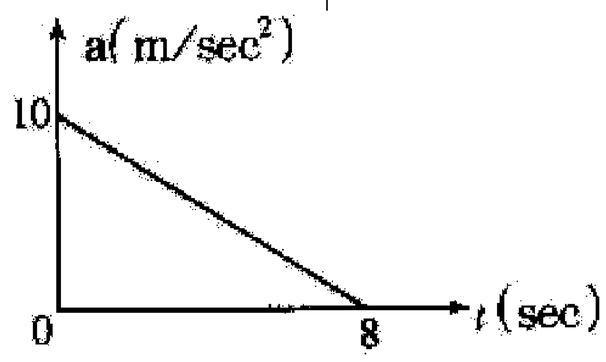
例 6.一質點作正向直線運動，其 a-t 圖如右所示，設 t=0 時，位置 x=0，速度 v_o=18m/s，求 0 至 6 秒間 (1)最大正速度？ (2)幾秒末的位移最大？ (3)4 秒至 6 秒之平均加速度？ (4)何時物體開始反向運動。答：(1)24m/s；(2)6sec；(3)-9m/s^2；(4)6sec



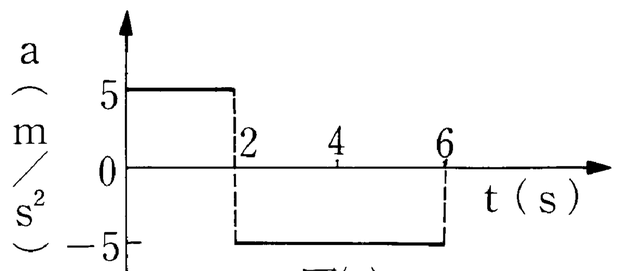
類 1.一質點作直線運動，其加速度對時間的函數圖，如右圖所示，若其初速爲 4m/s 向東，則 10 秒的速度爲多少？ (A)4m/s 向東 (B)6m/s 向西 (C)34m/s 向東 (D)30m/s 向西。答：A



類 2.沿正向作線性運動之物體，其 a-t 圖如右所示。
(1)此物之速度隨時間增加或減少？答：增加
(2)4 秒末之瞬時加速度_____m/sec^2。答：5
(3)8 秒末之瞬時加速度_____m/sec^2。答：0
(4)若已知初速度V_o=0，則 4 秒末瞬時速度_____m/s。答：30
(5)由 4~8 秒速度增加_____m/s。 (提示：a-t 面積代表ΔV)答：10

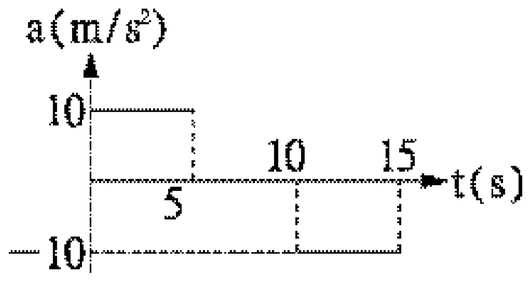


類 3.一人自靜止開始運動，其加速度對時間之關係如右圖，則此人離出發點最遠之距離爲：(A)10 (B)20 (C)30 (D)40 (E)50 公尺。答：(B)

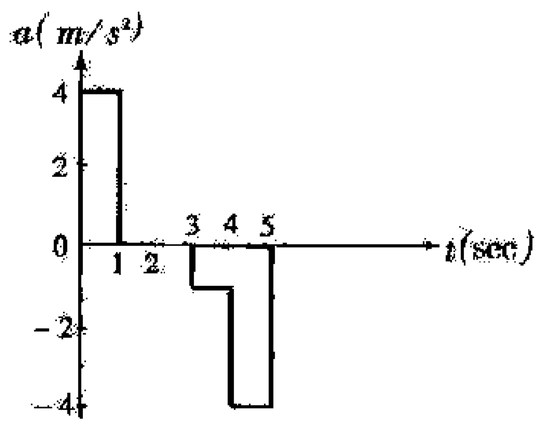


圖(一)

類 4.一直線運動物體自靜止開始運動，其中 a-t 關係如附圖，則此物體 (A)在 10 秒時速率最大 (B)在 10 秒後即反向運動 (C)在 15 秒時速率最大 (D)在 15 秒後即靜止不動 (E)在整個運動過程中運動方向均不改變。答：ADE

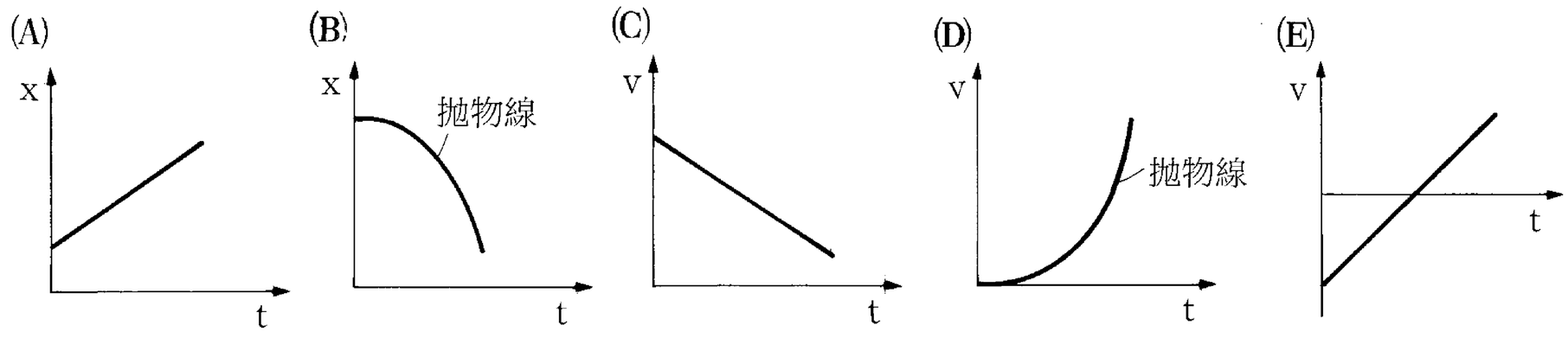


類 5.右圖表示一物體在一直線上運動，初速度爲 1.0m/s，其 a-t 圖如右圖所示，則在 5 秒內的平均速率爲 (A)3.9 (B)4.5 (C)5.6 (D)6.7 (E)7.2 m/s。答：(A)



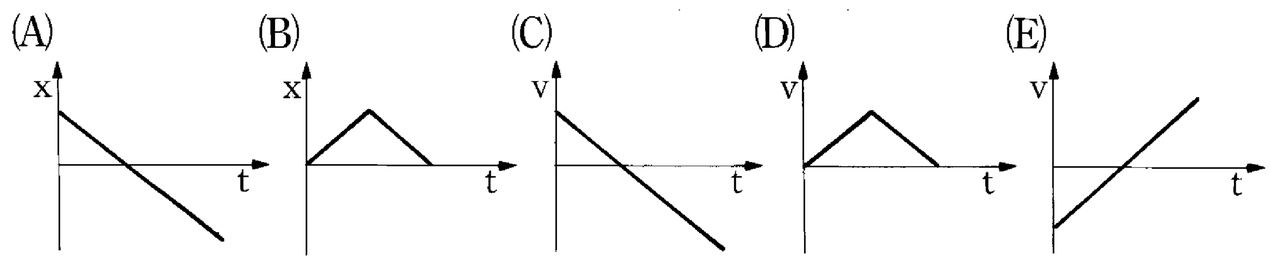
※x-t 圖、v-t 圖、a-t 圖⇨綜合判斷

例 7.下列函數圖中，哪些可以表示物體作等加速度直線運動？



答：BCE

類 1.下列各函數圖形，哪些其運動經過的路徑恰與位移的大小相等？（x：位置，v：速度）答：AD



類 2.作直線運動的物體甲、乙、丙，其 x-t 圖如右圖所示，則：

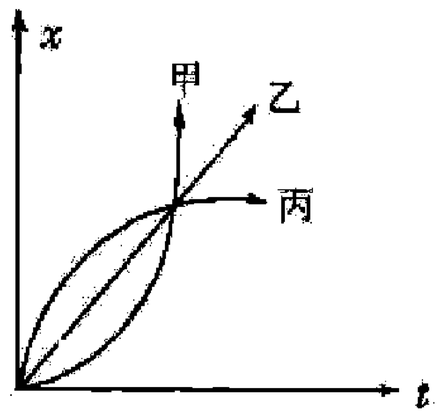
(1)初速以_____物最大。答：丙

(2)相遇時速率以_____物最大。答：甲

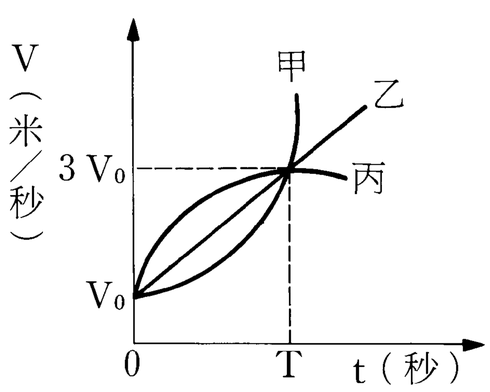
(3)相遇時誰走最多？答：一樣遠

(D)乙是做_____運動。答：等速度

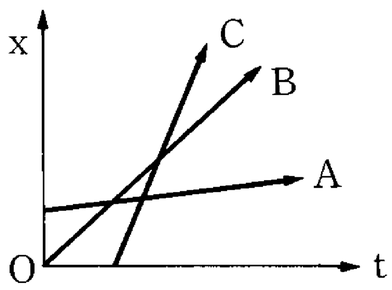
(E)誰的速度是愈來愈快？答：甲



類 3.附圖所示為甲、乙、丙三直線運動質點的速度與時間關係圖則下列描述正確的是： (A)T 秒末加速度甲>乙>丙 (B)T 秒內平均加速度：甲=乙=丙 (C)T 秒內平均速度：甲=乙=丙=$2V_0$ (D)若 t=0 初位置三者相同，則 T 秒末的位置仍可能相同 (E)T 秒末，丙的加速度與速度方向相反。答：AB

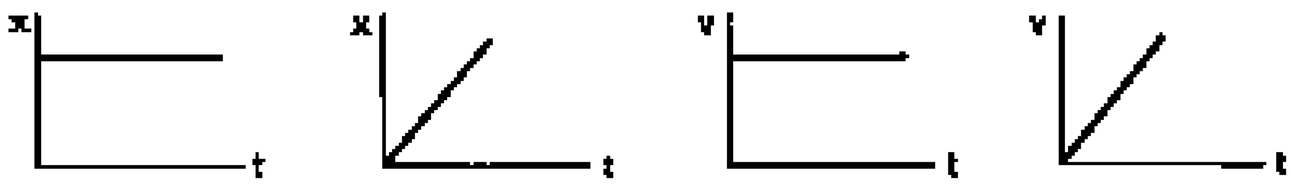


類 4.在同一直線上運動的 A、B、C 三個物體，如附圖所示，則下列何者正確？(A)B、C 同一地點出發 (B)A、B 同一時刻出發 (C)C 的速率最快 (D)C 先追上 A 而後再追上 B (E)C、A 不同時，不同地點出發。答：ABCDE



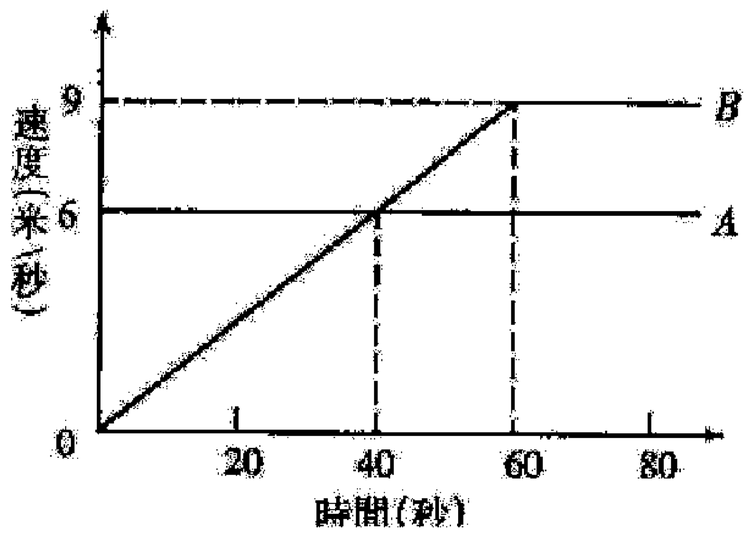
類 5.下列何圖可以表示有加速度（X：位置，V：速度，t：時間）答：D

(A)　　(B)　　(C)　　(D)



※v-t 圖⇨追車問題

例 8.停在十字路口之 B 車當綠燈亮時，加速前進，同時另一 A 車以一定速度穿過十字路口，其速度對時間關係圖如右：



(a)B 車最初加速度_____m/sec^2。答：$\frac{3}{20}$

(b)t=_____秒時兩車速率相等？答：40

(c) t=_____秒時 B 車趕上 A 車？答：90

(d)兩車速率相等時，兩車相距_____m？答：120

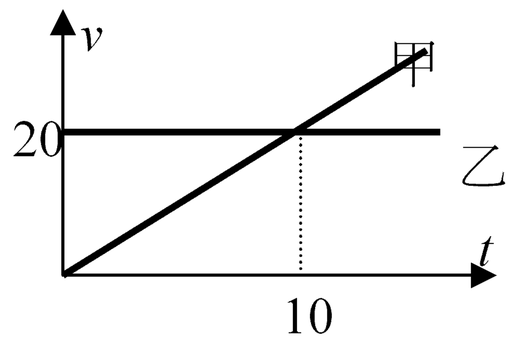
(e)B 車趕上 A 車時，離十字路口_____m？答：540

類 1.某人以等速度追趕停在直線公路路旁之公車，當他距車 32m 時，公車突然以 $1\,m/sec^2$ 等加速度開走，若此人欲趕上公車，其速度最小需為 (A)12 (B)9 (C)8 (D)6 (E)4 m/sec。答：(C)

類 2.二條平直且互相平行的鐵路上，各有一列火車：甲火車長 300 公尺，以等速 40 公尺/秒前進；乙火車長 100 公尺，當甲火車尾端通過乙火車頭時乙火車由靜止開始起動，且以 2 公尺/秒^{2}之加速度增至最大速度 60 公尺/秒後維持等速前進。總共經過_____秒後乙火車尾端超過甲火車頭？【84 日大】答：65 秒

類 3.甲車以 10 公尺/秒，乙車以 4 公尺/秒之速率在同一車道中同向行駛。若甲車之駕駛員在離乙車後方距離 d 處發現乙車，立即踩煞車 而使車獲得−2 公尺/秒^{2}之定值加速度，為使兩車不致相撞，則 d 之值至少應大於：(A)3 米 (B) 9 米 (C)16 米 (D)20 米 (E)25 米。【70 日大】答：(B)

類 4.甲乙兩車同時同方向出發，其速度時間圖如右，且知在第 8 秒末兩車相遇，則出發時甲車在乙車前方_____m；當 t=_____秒時，兩車又相遇，兩次相遇時間內甲車共走_____m。答：96；12；80



類 5.有甲、己、丙、丁、戊五部公車，在同一地點沿同一直線，每隔 t 秒由靜止開始以等加速度 a 依序開出，當戊車剛要出發時，甲車恰離出發點 64 米，此時乙丙兩車相距多遠？(A)12 (B)16 (C)20 (D)24 (E)32 米。答：(C)

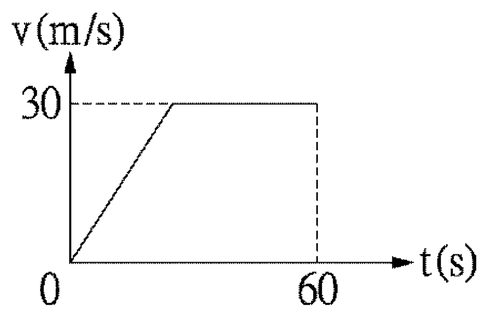
類 6.A、B 兩車同向行駛，A 之速度 v_1，B 之速度 v_2，$v_1 > v_2$ 且 B 在前、A 在後，若欲使 A 不撞上 B，則 A 煞車之最小加速度為若干？答：$\frac{(v_1 - v_2)^2}{2d}$

※v-t 圖⇨分段加速

例 9.某人由靜止開始，前 $\frac{1}{4}$ 行程作等加速度運動，最後 $\frac{1}{8}$ 行程作減速度運動，至終點恰停止，其餘路程作等速度運動，則其最大速度與平均速度之比為_____。答：11：8

例 10.一物體作直線運動，先以 4 公尺/秒^2 的等加速度從靜止開始運動，接著以−2 公尺/秒^2 的等加速度運動直到停止。若運動的總距離為 150 公尺，則此物體運動所需時間為：(A)5 秒 (B)10 秒(C)15 秒 (D)20 秒 (E)25 秒。【83 日大】答：(C)

類 1.如圖所示爲一物體進行直線運動的速度 v－時間 t 關係圖，全部歷時 60 秒，全程平均速度爲 20 公尺/秒，則其前半程與全程的平均加速度比值爲 (A)1：2 (B)2：1 (C)3：2 (D)4：3 (E)條件不夠，無法求出。答：(C)



類 2.一物體作直線運動，先以4公尺/秒^2 的等加速度從靜止起動，加速至某速度的時候，開始維持等速度，一段時間後，又以 - 4 公尺／秒^2 的加速度減速至停止，若此三段區間的距離相等，則全程最大速率與平均速度之比值爲若干？ (A)$\frac{1}{2}$ (B)2 (C)$\frac{3}{5}$ (D)$\frac{5}{3}$ (E)4 。答：(D)

類 3.火車自甲站出發先乙等加速度 α 進行，至乙站改以等減速度 β 進行而停止於丙站，設甲丙兩站相距 d，則(a)行車時間爲若干？ (b)途中最大速度？答：(a)$\sqrt{\frac{2d(\alpha+\beta)}{\alpha\beta}}$ ；(b)$\sqrt{\frac{2d\alpha\beta}{\alpha+\beta}}$

類 4.火車自靜止起沿直線以加速度 10m/s^2 前進一段距離後，改以加速度−20m/s^2 減速至停止，全程共歷時 60 秒，全程的位移大小爲何？ (A)1000m (B)2000m (C)6000m (D)8000m (E)12000m 。答：(E)

類 5.A、B 二車同時由甲站出發，沿直線軌道進行，同時刻到達乙站。若 A 車先以 a 作等加速度運動一段時間後，再以 3a 作等減速度運動到達乙站而恰好停止；而 B 車則一直作等加速度運動，則 B 車之加速度爲 (A)$\frac{a}{4}$ (B)$\frac{3a}{4}$ (C)$\frac{5a}{4}$ (D)$\frac{a}{2}$ (E)a 。答：(B)

※加速度的觀念

【觀念&公式】
1.切線加速度 a_T：速度的快慢
2.法線加速度 a_N：速度的方向

例 11.下列關於物體運動之敘述何者正確？ (A)物體有加速度，其速度之量值必漸增 (B)物體雖有加速度，但速度量值可以不變 (C)位移之量值可能大於路徑之長度 (D)速度為零，加速度可能不為零 (E)等加速度運動之路徑必為直線 。答：(B)(D)

類 1.有關直線運動之敘述何者正確？ (A)加速度最大時，速度可能最小 (B)速度爲零時，加速度可能不爲零 (C)平均速度之量值必等於平均速率 (D)加速度對時間之關係圖，曲線與時間軸所包圍的面積，表速度 (E)向負方向減速，則加速度爲正 。答：(A)(B)(E)

類 2.改變速度快慢的是切線加速度，改變速度方向的是法線加速度，直線運動，不論如何可以確定的是_____爲 0，而等速率圓周運動可以確定是_____爲 0。答：法線加速度，切線加速度

類 3.下列何者正確？ (A)等速率運動一定沒有加速度 (B)等速度運動可能有加速度 (C)等加速度運動的軌跡必定爲直線 (D)加速度量值愈大者，其速率必也愈快 (E)運動方向向西時，其加速度方向可能向南。答：(E)

類 4 下列述何者正確？ (A)物體作等速率運動，其加速度必爲零 (B)瞬時速度爲零時，加速度必爲零 (C)等速度運動必爲直線運動 (D)瞬時速度的大小等於瞬時速率 (E)物體加速度漸減其速率必減慢。答：CD

類 5 在直線上沿一定方向運動的物體，速度愈來愈快，則可能： (A)沒有加速度 (B)加速度逐漸減少 (C)加速度與速度反方向 (D)加速度與運動方向垂直。答：(B)

類 6 下列敘述何者正確？
(A)全程的平均速率必等於平均速度的大小
(B)等速度運動必爲直線
(C)等速率運動必爲等速度運動
(D)等速度運動必爲等速率運動
(E)等速率運動的軌跡必爲直線。答：(B)(D)

※等加速度

【觀念&公式】

$v = v_o + at \quad s = v_o t + \frac{1}{2}at^2 \quad v^2 = v_o^2 + 2as \quad s = \frac{(v + v_o)}{2} \times t$

※ $v = v_o + at$

例 12.物體在直線上作等加速運動，由 P 點向右出發，而加速度 6 m/s^2 向左，若 1 秒末通過 Q 點，再經 2 秒，又通過 Q 點，

(1)物體向右的最大值位移為多少？ (A)9 (B)12 (C)15 (D)18 公尺。答：B

(2)P、Q 之間的距離為多少？ (A)9 (B)8 (C)7 (D)6 公尺。答：A

(3)出發時的速率為多少？ (A)0 (B)6 (C)9 (D)12 m/s。答：D

類 1. B 廠牌的汽車在直線道路上，由靜止加速到 120km/hr 需時 10 秒，則其平均加速度爲 m/s^2。答：10/3

類 2.一架協和式噴射客機在跑道上，自靜止開始滑行 25 秒後，達到 360km/hr 的速度而起飛，則此飛機在跑道上滑行時平均加速度量值爲若干？ (A)8 公尺/秒 (B)6 公尺/秒 (C)5 公尺/秒 (D)4 公尺/秒 (E)3 公尺/秒 。答：(D)

類 3.在一直線上運動物體，其速度在 10 秒內，由 2 m/s 向東變成 8 m/s 向西，則此物體在此時距內的平均加速度爲_____。（必須寫出方向）答：1 m/s^2，向西

類 4.一汽車在馬路上以 25 公尺/秒的速度行駛，這時司機突然發現前面不遠處有緊急情況而煞車，汽車於 5 秒內停住，試求：

(1)煞車時之加速度爲若干公尺/秒^2

(2)從煞車開始，到車子停住的時間內，車行距離爲若干公尺？答：(1)-5m/s^2；(2)62.5m

類 5.汽車以 36 公里/小時的速率行駛，若以-10 公尺/秒^2 的加速度煞車減速。則

(1)多久時間車子停止？答：1sec

(2)車子自煞車開始又前行多遠？ 答：5m

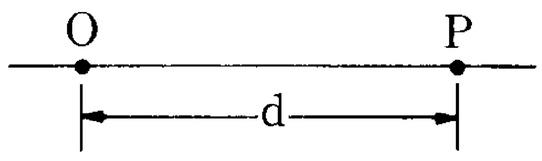
※ $s = v_o t + \frac{1}{2}at^2$

例 13.某物體沿直線作等加速度運動，經原點時開始計時，此時物體之速度為 10m/s，10 秒後物體位置在－100m 處，試求：(1)物體之加速度？(2)物體向正方向之最大位移？(3)第 3 秒內之平均速度？(4)物體在 8m 處時之速度？(5)前 10 秒內之平均速度？答：(1)$-4m/s^2$；(2)12.5m；(3)0；(4)±6m/s；(5)－10m/s

類 1.一質點作等加速度直線運動，過 A 點時速度為 15 米/秒，再經 6.0 秒通過 B 點，A、B 相距 180 米。試求： (1)通過 B 點時之速度？ (2)加速度？ (3)通過 A 點後 3.0 秒之速度及位置？答：(1)45m/s；(2)$5m/s^2$；(3)30m/s，67.5m

類 2.質點由靜止開始作等加速度運動，若在時間 t 秒內行經全程 d，則在時間為 $\frac{t}{2}$ 的瞬時速度_____；在 $\frac{d}{2}$ 的瞬時速度_____。答：$\frac{d}{t}$，$\frac{\sqrt{2}d}{t}$

類 3.如右圖，OP 兩點相距 d，物體自 O 點靜止起動，作等加速度直線運動，若 t 秒末能通過 P 點，則物體的加速度至少要大於多少？ (A)$\frac{d}{t}$ (B)$\frac{2d}{t}$ (C)$\frac{d}{t^2}$ (D)$\frac{2d}{t^2}$ (E)$\frac{\sqrt{3}d}{t^2}$。答：D



類 4.一物體由靜止作等加速度運動，其：

(1)前半時距與後半時距位移的比若干？答：1：3

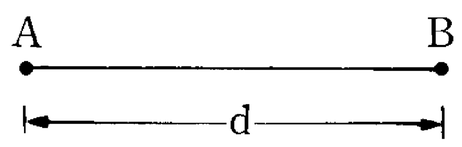
(2)其前半程與後半程之時距的比若干？答：$1:(\sqrt{2}-1)$

※ $v^2 = v_o^2 + 2as$

例 14.長 L 之火車在平直軌道上等加速度行駛，其前端通過車站某一點時，速率為 u，後端通過時速率為 v，求：(1)火車中點通過該點時速率？(2)距車頭 L/3 之點通過該點之速率？(3)首尾通過車站某一點需時若干？答：(1) $\sqrt{\dfrac{v^2+u^2}{2}}$ ；(2) $\sqrt{\dfrac{v^2+2u^2}{3}}$ ；(3) $\dfrac{2L}{v+u}$

類 1.一位自行車選手在速度爲 5m/s 時，以等減速度煞車，滑行 3 公尺後停下來，則從煞車到停止共歷時多少秒？ (A)0.6 秒 (B)2.4 秒 (C)1.2 秒 (D)3.0 秒 (E)4.6 秒 。答：(C)

類 2.如附圖，AB 兩點相距 d，而質點 P 自 A 點以 V_0 初速向右運動，作加速度 a 向左之運動，則欲通過 B 點 2 次，則 a 必須小於_____。答：$\dfrac{V_0^{\ 2}}{2d}$



類 3.一車以 16m/sec 等速前進，欲於 16m 之距離內完全停止，若其煞車爲等加速度，則其
(1)加速度爲 (A)-6 (B)-8 (C)-10 (D)-12 (E)-14 $m/\sec^2$。答：(B)
(2)煞車需時 (A)10 (B)8 (C)6 (D)4 (E)2 秒。答：(E)

※ $s = \dfrac{(v+v_o)}{2} \times t$

例 15.列車長度 50 公尺，車頭通過月台某定點時車速為 20 m/s，車尾通過時車速為 30 m/s，若列車作等加速度直線運動，則整列通過該定點歷時多久？ (A)0.2 (B)0.5 (C)1 (D)2 秒。答：D

※等加速度實驗&第 t 秒內位移

【觀念&公式】

1.第 t 秒內位移= $S_t - S_{t-1} = [v_o t + \frac{1}{2}at^2] - [v_o(t-1) + \frac{1}{2}a(t-1)^2] = v_o + (t - \frac{1}{2})a$

2.若為等加速度，則 $\frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = v(t + \frac{\Delta t}{2})$

例 16.物體作等加速度直線運動，AB、BC 的時距皆為 2 秒，間隔距離如附圖所示，則

(1)物體的加速度大小為_____cm/s^2。答：1.5

(2)在 A 點時的速度大小為_____cm/s。答：2.5

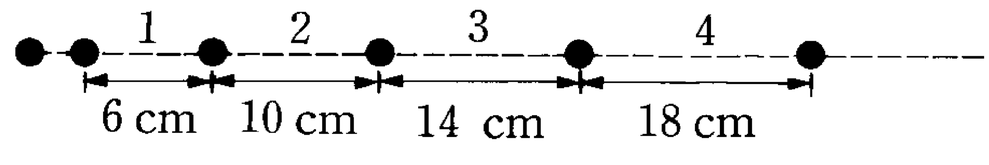
類 1.一物自靜止起作等加速度運動，第 n 秒內之位移爲第(n-1)秒內之位移的 p 倍，則 n= (A) $\frac{2-3p}{1-p}$ (B) $\frac{1-3p}{2(1-p)}$ (C) $\frac{2-p}{3(1+p)}$ (D) $\frac{p-1}{2+3p}$ (E) $\frac{1-3p}{(1-p)^2}$ 。答：(B)

類 2.自靜止起作等加速度運動之物體在第 n 秒之位移爲 d，則其加速度爲_____。答：$\frac{2d}{2n-1}$

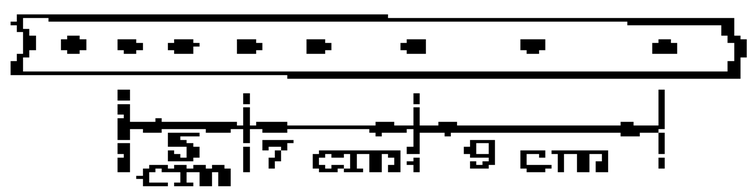
類 3.質點由靜止開始作等加速度運動，則在第 3 秒內和第 5 秒內的平均速度比值是_____。答：$\frac{5}{9}$

類 4.一作等加速度運動的物體，第 6 秒內，第 9 秒內位移分別爲 30m、42m，則加速度與初速各若干？ 答：4m/s^2；8m/s

類 5.使用閃光攝影術拍攝一物體的運動情形（1 號間隔爲 6cm....），兩次閃光的間隔爲 1/20 秒，則此物體的加速度爲_____m/s^2。答：16



類 6.利用高速閃光燈、照相機及照片測定滑車運動的實驗中測得閃光燈閃光頻率爲 20 次／秒，滑車質量爲 500g，紙帶數據如附圖，則：



(1)圖中標明 5cm 的一段，滑車平均速度爲何？

(2)滑車的加速度大小爲何？

(3)滑車受力爲多少牛頓？

(4)滑車自開始行駛完 36cm 需時幾秒？答：(1)0.5m/s；(2)2m/s^2；(3)1nt；(4)0.6sec

※微分應用

【觀念&公式】

設 $x(t) = at^3 + bt^2 + ct + d$

⇨ $v(t) = \frac{d}{dt}x(t) = 3at^2 + 2bt + c$

⇨ $a(t) = \frac{d}{dt}v(t) = 6at + 2b$

例 17.已知運動之位置 x 與時間 t 之關係為 $x = 2t^2 - 4t + 3$，x 以公尺為單位，t 以秒為單位，則 (1)最初此物離坐標原點多遠？ (2)t=0 瞬時速度為何？ (3)何時離原點最近？其距離若干？ (4)由 0 秒至 4 秒物體之平均速度及平均速率各若干？ (5)第 5 秒末之加速度為何？答：(1)3m；(2)-4m/s；(3)1sec，1m；(4)4m/s，5m/s；(5)4m/s^2

類 1.一質點之位置 x(m)與時間 t(sec)爲 $x = 3 + 5t - At^2$，若 2 秒內之位移爲 4m，則 (a)初速 (b)加速度 (c)式中之 A 值各爲若干？答：(a)5m/s；(b)-3m/s^2；(c)1.5

類 2.一直線上運動物體，位置與時間的關係爲 $x=pt^2+qt-7$(x：米，t：秒)，p、q 爲常數，若其初速爲-2m/s，前 2 秒內之平均速度爲 0，則： (A)常數 p=1 (B)在 x=-1m 時，改變運動方向 (C)常數 q=2 (D)軌跡可能爲拋物線 (E)此物作等加速運動。答：AE

類 3.有一運動體之位置 x 與時間 t 之關係爲 $x=t^2-2t+5$，則下列敘述何者爲正確？（式中採用 M.K.S.制） (A)此物作等加速度運動 (B)此物之初速度爲－2 m / s (C)此物運動軌跡可能爲拋物線 (D)此物在改變運動方向時的位置爲 4m (E)此物之速率隨時間而漸增。答：ABD

若需各章講義，可至http://web.tcfsh.tc.edu.tw/whc1118/下載

※自由落體

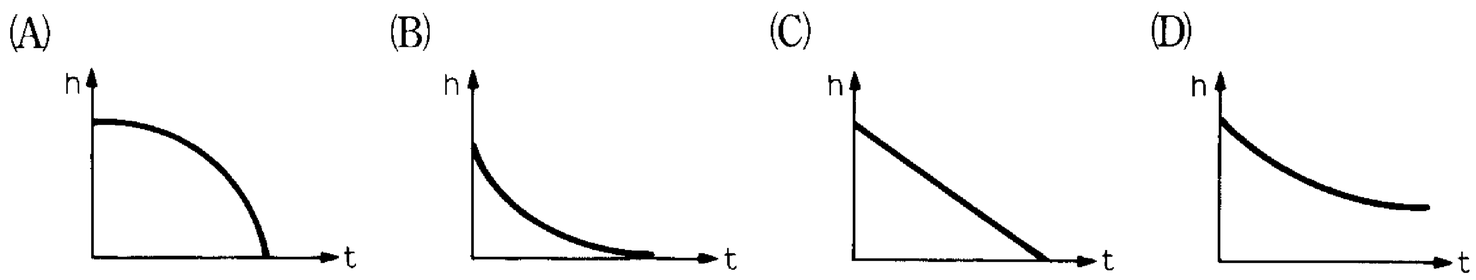
【觀念&公式】

1.公式：$v = v_o + gt$　　$s = v_o t + \frac{1}{2}gt^2$　　$v^2 = v_o^2 + 2gs$

2.物體自高 H 處自由落下時，經 $\sqrt{\frac{2H}{g}}$ 且秒後著地，落地瞬間的速度 $\sqrt{2gH}$ 。

例 18.高度差為 14.7 公尺的甲球與乙球，同時自由落下，若甲球比乙球遲 1 秒落地，則甲球原來高度為 (A)39.2 (B)34.3 (C)29.4 (D)24.5 (E)19.6 公尺。【66 日大】答：(E)

類 1.自由落體其高度 h 與時間 t 之函數關係以下列各圖中那一圖為最正確？【71 日大】答：(A)



類 2.(1)自高處自由落下之物體，其前半程與後半程落下所需時間之比為

(A)1 (B)$\sqrt{2}$ (C)$\sqrt{2}-1$ (D)$\sqrt{2}+1$ (E)$\sqrt{3}$ 。【大學聯考題】答：(D)

(2)自高處自由落下之物體，其前半段時間與後半段時間落下之距離比？答：1：3

類 3.聲音在空氣中之速度為每秒 330 公尺。若落井下石，三秒鐘後聽到聲音，則井的深度約為 (A)330 公尺 (B)110 公尺 (C)80 公尺 (D)64 公尺 (E)44 公尺。【68 大學】答：(E)

類 4.某物作自由落體運動，若不考慮空氣阻力，則第 3 秒內的位移與 3 秒內的位移量值之比為何？(A)1：1 (B)5：9 (C)1：3 (D)1：5 (E)1：5。答：(B)

類 5.在月球與地球表面做同高度之自由落地實驗，則其 (a)末速度比？ (b)所須時間比？答：(a)$1:\sqrt{6}$ ；(b)$\sqrt{6}:1$

類 6.一石頭靜止自屋簷自由落下，下落過程中經過一個 2 公尺高之窗戶歷時 0.1 秒，則屋簷與窗戶頂端之距離為何？答：19.6 公尺

類 7.一傘兵跳傘後自由落下 45 米再開傘，當傘張開時，則以向下之等減速度 $2\,m/\sec^2$ 落下，已知其著地之速度為 4m/sec，且設重力加速度 g=$10\,m/\sec^2$，則 (1)傘兵跳傘後，在空中停留多久？(2)跳傘位置距地面多高？答：(1)16sec；(2)266m

※鉛直上拋運動

【觀念&公式】
①加速度 g=9.8(或-9.8) ※注意：位移、速度及加速度之正負方向需一致
②最高點速度 v=0
③任一過程之"上升時間=下降時間"(對稱性)
④同一高度"速率相等，方向相反"(對稱性)

例 19.氣球以 $1.25\,m/\sec^2$ 之加速度上升，離地 30 秒後，氣球上之人將一物放下，問幾秒後到達地面？ (A)7 (B)8 (C)10 (D)12 (E)15 。($g=10\,m/\sec^2$)答：(E)

類 1.氣球以 12m/s 的等速率上升，當其中一包裹墜落時，氣球之高度爲 32m；若包裹離開氣球後氣球使以 $2m/s^2$ 之加速度上升，則當包裹著地時氣球之高度爲何？(設 $g=10\,m/s^2$)答：96m

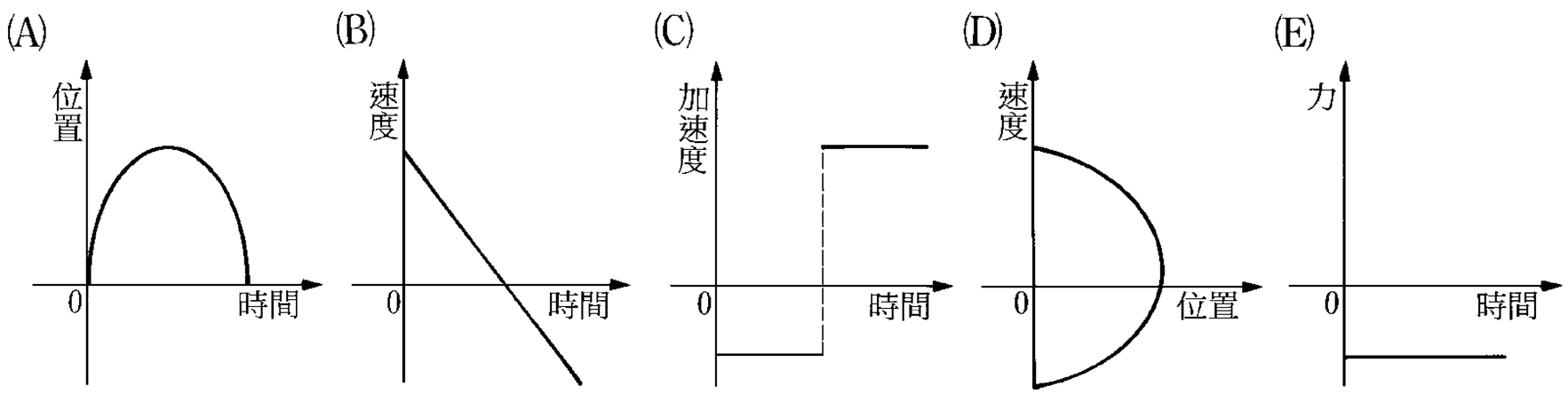
類 2.自一等速上升速度爲 5.0 米/秒的氣球，在距地面 100 米高處自底部放下一石子，則一秒後石子與氣球底部之距離爲多少米? (A)4.9 (B)9.8 (C)14.8 (D)9.9。【65 夜大】答：(A)

類 3.將一質量爲 100g 的子彈，垂直射向空中，若不計空氣阻力，試回答下列問題：
當子彈到達最高點時，速度量值應爲_____m/s。
當子彈到達最高點時，加速度量值應爲_____m/s^2。
當子彈由最高點垂直落下 2 秒時（尚未著地），速度量值應爲_____m/s。答：0；9.8；19.6

類 4.一鋼珠自地面以 v_0 之初速垂直上拋，到達最高點後下墜，下列敘述何者正確？ (A)鋼珠在各位置上所受之重力相同 (B)鋼珠在最高點時的加速度爲零 (C)鋼珠在最高點時不受力 (D)在整個過程中，鋼珠的加速度隨位置而改變 (E)鋼珠速率隨位置而改變。答：(A)(E)

類 5.已知月球上的重力加速度爲地球上的 $\frac{1}{6}$。若以相同的初速分別在地球及月球上鉛直上拋一物，則物體落地的時間之比爲_____。答：1：6

類 6.假設向上爲正，則用下列五個圖形來定性描繪，鋼珠垂直上拋並落回原處之整個過程，何者錯誤？（只計重力作用）

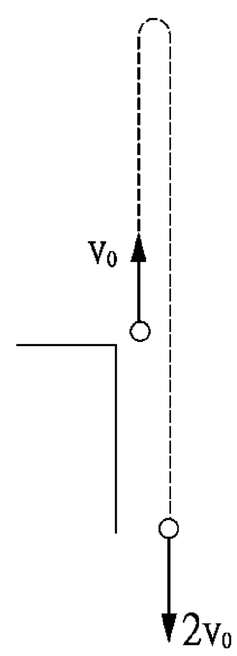


答：C

※鉛直上拋運動

例 20.物體以初速 v 被垂直上拋；設重力加速度為 g，則自拋出上升到其最大高度的一半處，所需時間為何？【87 日大】答：$\frac{v}{g}(1-\frac{\sqrt{2}}{2})$

例 21.某物體以 v_o 之初速作鉛直上拋，當它的速度變成 $2v_o$ 向下時，如附圖，(1)歷時_____。(重力加速度為 g) (2)此時位於拋點下方_____處。答：$\frac{3v_0}{g}$；$\frac{3{v_0}^2}{2g}$



類 1.有關地面鉛直向上拋射運動(不計空氣阻力)初速 v_0，重力加速度 g，下列何者正確？(A)到達最大高度時，所受淨力爲零 (B)數學式 $y=v_o t+\frac{1}{2}gt^2$ 表 t 秒內運動距離 (C)初速加倍，到達最大高度增爲 4 倍 (D)初速加倍，在空中飛行時間加倍 (E)抵達最大高度一半時，，速度量值爲拋出時初速的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。答：(C)(D)(E)

類 2.將一小球自樓頂鉛直向上拋，若其在樓頂上方 h 米處的速率爲在樓頂下方 h 米處的一半，則物體所能達到之最高點在樓頂上方若干米處？答：$\frac{5h}{3}$

類 3.將兩質點 A、B 同時從塔頂，以相同的初速 v_0 拋出，A 被垂直上拋，B 被垂直下拋，則在 t 時間後(t 小於 B 著地所需時間)，A、B 兩質點間的距離爲_____。【79 日大】答：$2v_0t$

類 4.從高度 80 公尺的塔頂上，以某速度鉛直向上拋射一物體，落回地面時的速度大小爲拋出時的 3 倍，若不計空氣阻力，則試求：(g=10 m/s^2)(1)初速度？(2)最大高度？(3)飛行時間？答：(1)$10\sqrt{2}$ m/s；(2)90m；(3) $4\sqrt{2}$ sec

類 5.一顆槍彈自高度爲 100 公尺的建築物邊緣以 98 公尺/秒的速度鉛直向上發射，求：(1)自發射至最高點所需時間？(2)可達到的距離離地面的最大高度？(3)落地時之速度？(4)自發射至落地所經時間？($\sqrt{59}=7.7$)答：(1)10sec；(2)590m；(3)107.8m/s；(4)21sec

※鉛直上拋運動

例 22.將某物鉛直上拋，在拋出點上方某處，物體經過該點的時間分別為 t_1、t_2，則：

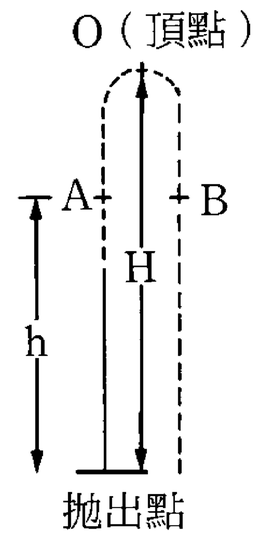
(1)此處距拋出點之高度 h 為何？

(2)此物體之初速度 v_0 為何？

(3)此物最高可上升至距拋出點之高度 H 為何？

(4)落回拋出點共費時若干？

答：(1)$\frac{1}{2}gt_1t_2$；(2)$\frac{1}{2}g(t_1+t_2)$；(3)$\frac{1}{8}g(t_1+t_2)^2$；(4)t_1+t_2



類 1.某人在室內經一高 4.9 間的窗，見一石子上升後又落下，若見到石子的總時間是 1.0 秒，則石子在窗以上之上升的高度(m)為 (A)5.65 (B)4.92 (C)3.34 (D)2.76 (E)1.83。答：(D)

類 2.由地面鉛直上拋一物，若不計空氣阻力，而於拋出後 2 秒與 4 秒時，此物體高度相同則：(1)所能到達的最大高度？(2)第 5 秒末的高度？(3)拋射時初速？(4)前 5 秒內平均速度？(5)前 5 秒內平均速率？答：(1)44.1m；(2)24.5m；(3)29.4m/s↑；(4)4.9m/s↑；(5)12.74m/s

類 3.一物體自地面鉛直上拋，當其通過離地面 40m 高之塔頂時，二次時間間隔為 2sec，則此物體上升的最大高度？初速度？(設 g=10 m/s^2)答：45m；30m/s

類 4.由地面鉛直上拋一石頭，經過 t_1 秒恰經過屋頂，再經過 t_2 秒又落下經過屋頂，則屋頂高度為 (A)$\frac{g(t_1+t_2)}{2}$ (B)$\frac{g(t_1-t_2)}{2}$ (C)$\frac{gt_1(t_1+t_2)}{2}$ (D)$gt_1(t_1+t_2)$ (E)$\frac{gt_1t_2}{2}$ 。答：C

類 5.自屋頂同時以相同之初速鉛直上、下拋出 A、B 兩石，經 t_1 及 t_2 時間分別著地，求：(1)初速大小？(2)屋頂高？(3)著地末速大小？答：(1)$\frac{g}{2}(t_1-t_2)$；(2)$\frac{1}{2}gt_1t_2$；(3)$\frac{1}{2}g(t_1+t_2)$

類 6.某物在地表附近作鉛直上拋，不考慮空氣阻力，則在上升過程中，最後一秒內爬升的高度為_____公尺。（重力加速度 g=10 m/s^2）答：5

類 7.(1)鉛直上拋的物體在整個上升的過程中平均速度為 10 m / s，求其從最高點落回原地的平均速度大小為_____m / s？

(2)承上題，兩次經過一半高度的時間間隔為_____秒？答：(1)10；(2)$2\sqrt{2}$

類 8.一球被垂直向上拋出，達到頂點後又落回原處。如空氣阻力之大小為常數，不能忽略，則：(A)上升時間與下落時間相同 (B)上升時間較下落時間長 (C)上升時間較下落時間短 (D)上升與下落時間何者較長要視阻力大小而定。【70 日大】答：(C)

※拋體運動

例 23.小大不同的兩個小鋼珠，由同一高度分別作自由落體與水平拋射運動，若不考慮空氣阻力，則下列何者正確？ (A)兩者的加速度不同 (B)兩者每秒落下的距離相同 (C)兩者必同時落地 (D)兩者落地時的速度大小相同 (E)兩者的速度變化量必相同。答：(B)(C)(E)

類 1.打靶時，設靶與槍在同一水平線且相距甚遠，若子彈欲命中靶心，則槍必須瞄準何處？ (A)靶心中央 (B)靶心上方 (C)靶心下方 (D)靶心左方 (E)靶心右方 。答：(B)

類 2.水平拋射的球，水平方向的運動是_____，鉛直方向的運動是_____。答：等速度運動，減加速度運動

類 3.飛機水平飛行，投下一彈 (A)駕駛員看炸彈爲直線軌跡 (B)駕駛員看爲拋物線軌跡 (C)地面上人看爲直線 (D)地面上人看爲拋物線 (E)地面上人看爲雙曲線軌跡。答：AD

類 4.下列敘述，何者正確？ (A)自同一高度水平拋出者，落地時間相同 (B)自同一高度斜向拋射，落地時間相同 (C) 自同一高度發射之自由落體與水平拋體，落地時間相同 (D)地球上與月球上之自由落體在相同時間內落下相同的高度 (E)在同一地點同時射出之水平拋體與斜向拋體，必同時落地。 答：(A)(C)

類 5.於高樓頂相同位置上有 A、B、C 三個物體，A 自由落下，B 以初速度 20m/sec 水平拋出，C 以初速度 20m/sec 鉛直向上拋，三者在著地前都只受重力用，則下列何者正確？ (A)三者的加速度大小相等 (B)三者的加速度方向相同 (C)每一物體的加速度方向與速度方向相同 (D)每一物體的落地之瞬時加速度與全程之平均加速度相同 (E)每一物體的加速度爲萬有引力所造成的重力加速度。答：(A)(B)(D)(E)

類 6.下列有關水平拋射的敘述，何者正確？ (A)與同高度的自由落體，同時著地 (B)初速度增倍，落地時間減半 (C)初速度增倍，水平位移也增倍 (D)第 2 秒內的水平位移是第 1 秒內的 2 倍 (E)第 2 秒內的鉛直位移是第 1 秒內的 2 倍。答：AC

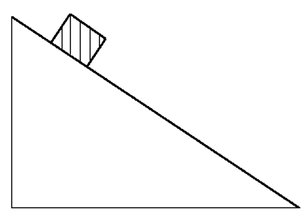
※斜面上的運動

【觀念&公式】
若斜面的傾斜角為θ，則斜面上的加速度$a = g \cdot \sin\theta$

例 24.一光滑斜面，斜角為30°，一物體質量為 2 公斤，由斜面中點以 4 公尺/秒之速率沿斜面上滑，經 2 秒滑至斜面底，求：(設 g=10 公尺/秒^2)(1)斜面長度？(2)滑至斜面底之速率？(3)最高可滑至距底端多遠？(4)此 2 秒內平均速率為何？答：(1)4m；(2)6m/s；(3)3.6m；(4)2.6m/s

類 1.一物體質量爲 m，從一長 24 公尺的光滑斜面頂端由靜止下滑，經 4 秒到達斜面底部。今將此物體從斜面底部以初速 v_0 沿斜面上滑，經 6 秒後又滑回斜面底部，則 v_0 爲_____公尺/秒。【81 日大】答：9

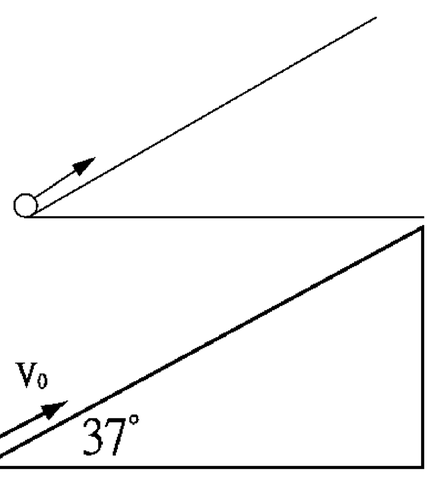
類 2.如右圖所示，一物體沿平滑斜面滑下，在下滑的過程中，下列有關該物體的加速度量值 a 和速度量值 v 的變化，何者正確？(A)a 和 v 都不變 (B)a 和 v 都漸變大 (C)a 和 v 都漸變小 (D)a 不變，v 漸變大 (E)a 漸變小，v 漸變大。【89 推甄】答：(D)



類 3.在距地面高度 h 處有甲、乙兩物體。物體甲以初速 V_0 水平射出，物體乙也同時以初速 V_0，沿一傾角爲 45°之光滑斜面以直線軌跡滑下。如甲、乙兩物體同時到達地面，則(A)$V_0=\sqrt{gh}/2$ (B)$V_0=\sqrt{gh/2}$ (C)$V_0=\sqrt{gh}$ (D)$V_0=\sqrt{2gh}$ (E)$V_0=2\sqrt{gh}$。【75 日大】答：(A)

類 4.一物體質量爲 m，從一長 24 公尺的光滑斜面頂端由靜止下滑，經 4 秒到達斜面底部。今將此物體從斜面底部以初速V_0沿斜面上滑，經 6 秒後又滑回斜面底部，則V_0爲_____m/sec。【81 年大學】答：9

類 5.某物沿光滑斜面以 8 m/s 的速率上滑，又滑回底部時，歷時 3.2 秒，則物體在斜面上運動時，加速度大小爲_____m/s^2。答：5



類 6.如附圖，一物在仰角 37° 之光滑斜面底端，以 v_0 初速沿斜面向上滑行，歷時 8 秒滑回原出發點，則其在斜面之最大位移爲_____m。(g=10 m/s^2)
答：48

※等速率圓週運動

【觀念&公式】

1.角速度 $\omega=\dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}=\dfrac{2\pi}{T}=2\pi f$

2.速率 $v=\dfrac{\Delta l}{\Delta t}=\dfrac{2\pi R}{T}=\omega R$

3.加速度 $a=v\omega=\dfrac{2\pi v}{T}=\omega^2 R=\dfrac{v^2}{R}=\dfrac{4\pi^2 R}{T^2}$ 加速度恆指向圓心，稱為向心加速度。

例 25.一物作等速圓周運動，繞一半徑為 6 公尺的水池一周，需時 3 秒，求：(1)週期 T？(2)頻率 f？(3)角速度 ω？(4)線速度 v？(5)加速度 a？答：(1)3sec；(2)1/3Hz；(3) $\dfrac{2\pi}{3}$ rad/s；(4)4π m/s；(5) $\dfrac{8\pi^2}{3}$ m/s^2

類 1.某鐘秒針長 5cm，求 (1)0 秒到 20 秒針尖的位移？ (2)0 秒到 20 秒針尖的平均速度？ (3)0 秒到 20 秒針尖的平均速率？ (4)20 秒末的瞬時速度？ (5)0 秒到 20 秒的速度變化？ (6)0 秒到 20 秒針尖的平均加速度？答：(1) $5\sqrt{3}$ cm；(2) $\dfrac{\sqrt{3}}{4}$ cm/s；(3) $\dfrac{\pi}{6}$ cm/s；(4) $\dfrac{\pi}{6}$ cm/s；(5) $\dfrac{\sqrt{3}\pi}{6}$ cm/s；(6) $\dfrac{\sqrt{3}\pi}{120}$ cm/s^2

類 2.一半徑為 0.5 公尺的車輪，每分鐘均勻旋轉 180 圈，則輪緣上任一點的加速度量值為_____m/s^2。答：$18\pi^2$

類 3.某物體作等速圓周運動，若軌道半徑為 R，向心加速度為 a，則其軌道切線速率為 (A) $\sqrt{aR}$ (B) $\dfrac{a^2}{R}$ (C) $\dfrac{R^2}{a}$ (D) $\sqrt{aR^2}$。答：A

類 4.已知地球地球半徑約 6400 公里，則

(1)赤道上，地球自轉的角速度約為多少弧度/秒？自轉切線速率為多少公尺/秒？向心加速度的大小？答：7.3×10^{-5}；467；0.0341m/s^2

(2)北緯 60° 處，地球自轉的角速度約為多少弧度/秒？自轉切線速率為多少公尺/秒？向心加速度的大小？答：7.3×10^{-5}；233；0.0171m/s^2

2-2 力的作用

※接觸力與超距力

1.接觸力：施力體與受力體必須接觸才能產生的作用力。如： 推力、拉力、摩擦力、正向力、張力**.....**等。

2.超距力：施力體與受力體不須接觸也能產生的作用力。如： **1.**重力 **2.**電力 **3.**磁力

※力的合成與分解

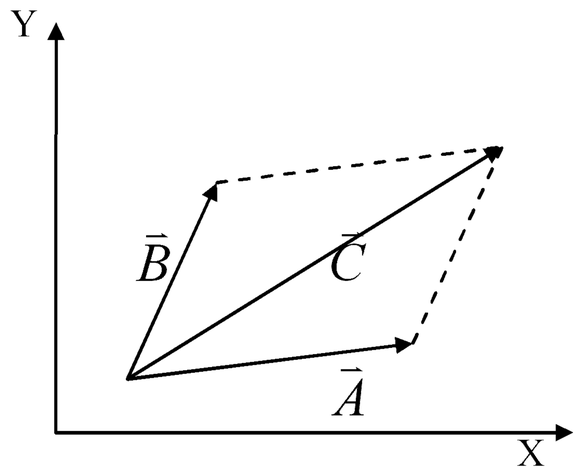
向量的合成

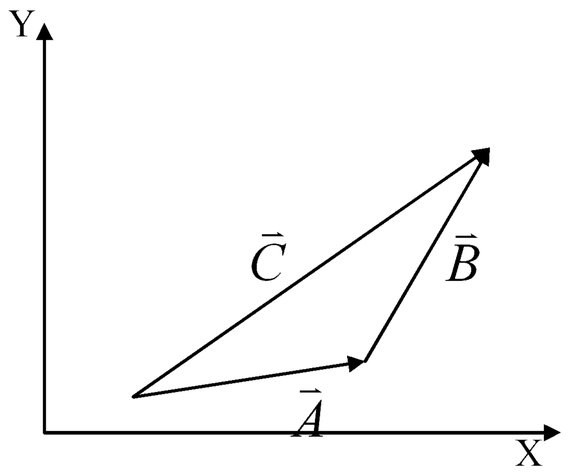
向量$\vec{A}$與向量$\vec{B}$的向量和為$\vec{C}$，則$\vec{C}=\vec{A}+\vec{B}$。

例：$\vec{S}=\vec{v}_o t+\frac{1}{2}\vec{a}t^2$表示位移向量$\vec{S}$等於向量$\vec{v}_o t$加上向量$\frac{1}{2}\vec{a}t^2$。

1.平行四邊形法：向量和$\vec{C}$剛好為$\vec{A}$和$\vec{B}$所構成的平行四邊形的對角線。

2.三角形法：將向量$\vec{B}$平移使$\vec{B}$起點與$\vec{A}$的終點重合，則$\vec{A}$的起點至$\vec{B}$的終點的向量$\vec{C}$即為$\vec{A}$與$\vec{B}$的和。





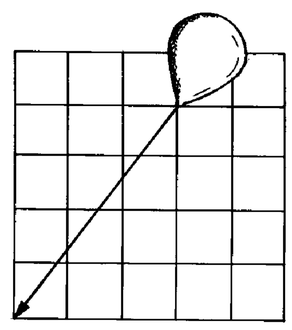
3.解析法：將向量$\vec{A}$、$\vec{B}$分解在 x、y 方向上，再將各分量相加後求和。

例：$\vec{C}=\vec{A}+\vec{B}=(A_x\vec{i}+A_y\vec{j})+(B_x\vec{i}+B_y\vec{j})=(A_x+B_x)\vec{i}+(A_y+B_y)\vec{j}$

※力的合成與分解

例 26.質量 10 公斤之靜止物體，同時受到向北 10 牛頓及向東 $10\sqrt{3}$ 牛頓之兩力作用，2 秒末的位移為 (A)20m 東偏北 30 (B)4m 東偏北 30 (C)2m 東偏北 30 (D)20m 東偏北 60 (E)4m 東偏北 30 。答：(E)

類 1.氣球受到鉛直向上的空氣浮力、水平向右的風力、細繩的拉力而呈靜止狀態，已知細繩的拉力如附圖所示，每一小方格的邊長代表 5 gw，試回答下列問題：



(1)細繩的拉力大小爲_____gw。

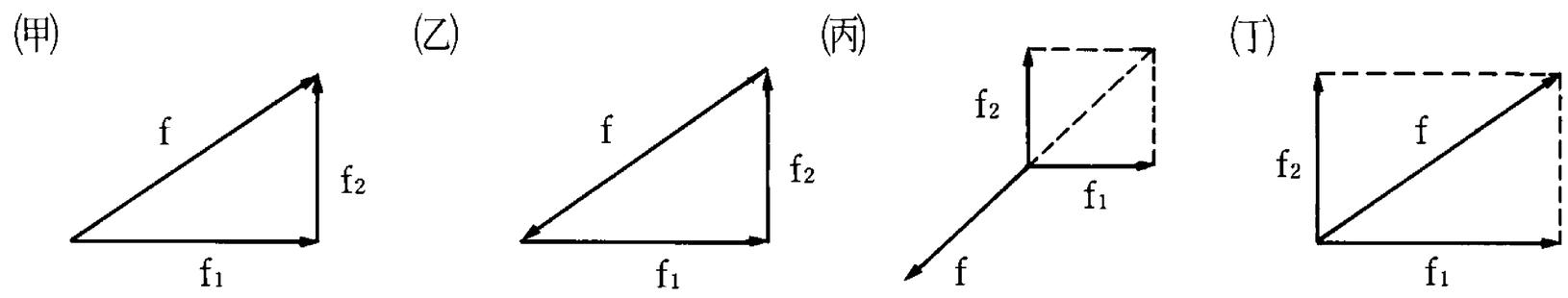
(2)水平方向的風力爲_____gw。

(3)氣球向上的空氣浮力_____gw。答：(1)25；(2)15；(3)20

類 2.有 5gw、10gw、15gw、20gw、30gw 等五個力同時作用於物體上某一點而呈平衡，則 5gw、10gw、15gw、20gw 四力的合力大小爲 (A)50gw (B)40gw (C)30gw (D)10gw (E)條件不足，無法確定 。答：(C)

類 3.某物體在光滑水平面上同時受三個水平力而等速運動，已知其中兩力大小皆爲 F，夾角爲 120°，則第三力之大小爲： (A)條件不足 (B)F (C)2F (D) $\sqrt{3}$ F (E) $\sqrt{2}$ F 。答：(B)

類 4. f 爲 f_1 和 f_2 之合力，用作圖法表示此三力，下列何組正確？ (A) (甲)(乙) (B) (乙)(丙) (C) (甲)(丁) (D) (丙)(丁)。



答：(C)

類 5.下列哪三個力(單位爲 kgw)可調整力的方向而使合力爲零？ (A)6，9，16 (B)12，16，21 (C)3，4，9 (D)100，150，400 (E)20，12，33 答：(B)

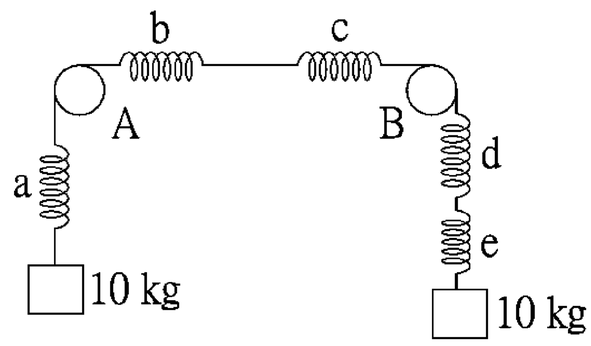
類 6.若二力反向合力爲 2 公斤重，相互垂直時合力爲 10 公斤重，則此二力的大小分別爲 (A)4 及 6 (B)5 及 7 (C)6 及 8 (D)7 及 9 公斤重。答：(C)

類 7.某物體受三力而靜止，已知所受之兩力分別爲 3 公斤重向東和 4 公斤重向北，則第三力的量值爲若干？ (A)7 (B)6 (C)5 (D)2 (E)1 公斤重。答：(C)

※張力

【觀念&公式】
若一繩子或彈簧之
①質量可忽略
②靜止或等速
則繩上各點之張力相等。

例 27.A、B 為兩個定滑輪不計摩擦，系統處於平衡態，五條彈簧相同且重量均不計，則 (A)a 之張力為 10 kgw (B)張力最大的為 d (C)各條伸長量都相同 (D)b 的張力為 20 kgw (E)b、c 的張力都是 10 kgw 。
答：(A)(C)(E)



類 1. 10 公斤的物體被兩個彈簧秤吊起，如右圖所示，設彈簧秤的重量不計，則： (A)每個彈簧的讀數均爲 5 公斤 (B)每個彈簧的讀數均爲 10 公斤 (C)上彈簧的讀數爲零，下彈簧的讀數爲 10 公斤 (D)下彈簧的讀數爲零，上彈簧的讀數爲 10 公斤 (E)兩彈簧的讀數均爲 0 至 10 公斤之間的某值，但和爲 10 公斤 。 答：(B)

類 2.有數個彈力常數相等之彈簧串聯著，其一端受力，另一端固定，則 (A)只有固定端的一條彈簧會伸長 (B)只有受力一端的一條彈簧受力之作用 (C)每條彈簧都會伸長，但伸長量不相等 (D)每條彈簧伸長均相同 (E)每條彈簧均受力之作用，但均不相等 。 答：(D)

類 3.平常用的懸吊式彈簧秤，若取下平放。一人在一端用一公斤重力拉，另一人在秤鉤一端也用一公斤重力拉。問此彈簧秤上的讀數爲何？ 答：1kgw

類 4.理想彈簧之彈力常數 100N/m，長度 100cm。則其兩端各施以 10N 的反方向力時，與彈簧一端固定，他端施以 10N 之拉力時，彈簧長度分別爲何？答：皆爲 110 公分

類 5.小明用手將一條彈簧撐開，已知兩手的拉力都是 1.0 牛頓，則彈簧上的彈力爲_____牛頓。小明對彈簧所施的合力爲_____牛頓。答：(1)1；(2)0

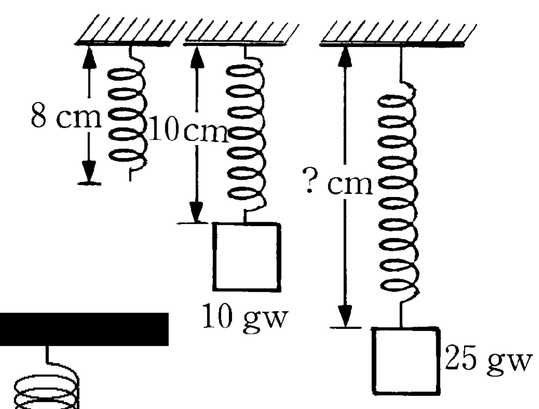
類 6.A、B 兩條完全相同之彈簧，A 彈簧一端固定於牆上，另端以 F 克重之力拉之，則彈簧伸長量爲 x 公分。若 B 彈簧兩端各以 2F 克重力同時拉之，則其伸長量爲 (A)4x cm (B)2x cm (C)x cm (D)x/2 cm。答：(B)

※虎克定律

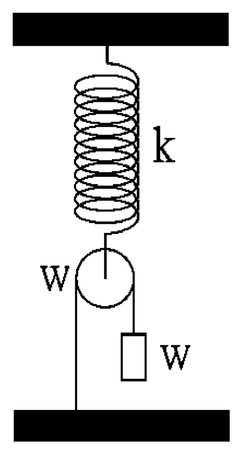
【觀念&公式】
彈簧在彈性限度內，拉力 F 與彈簧伸長量 x 成正比，即 $\vec{F}=k\vec{x}$ 。(彈簧恢復力 $\vec{F}'=-k\vec{x}$)

例 28.當一彈簧受重力各為 0.5kg、1kg、1.5kg、2.0kg 及 2.5kg 時，彈簧的伸長量分別為 0.2cm、0.4cm、0.6cm、0.75cm 及 0.90cm。求
(1)此彈簧可用來量度力的最大值約為多少公斤？ 答：1.5kgw
(2)當一力作用在彈簧上，使它伸長了 0.55cm，則此力大小為多少公斤重？ 答：1.38kgw

類 1.理想彈簧所受之外力與其形變成正比，附圖所示為一理想彈簧懸掛重物的情形，若彈簧的自然長度為 8 cm，則懸 25 gw 的重物時的長度為若干 cm？ (A)12 (B)13 (C)14 (D)15 (E)16 cm。答：(B)



類 2.附圖中，假設定滑輪與懸掛物的重量均為 w，在不計繩重與所有摩擦力的情況下，當懸掛物靜止不動時，彈簧（力常數 k）的伸長量為_____。答：$\frac{3w}{k}$

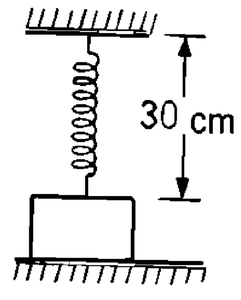


類 3.下表為某彈簧受力與伸長量的實驗數據，則此彈簧的彈力常數為若干？ (A)3.75 (B)2.25 (C)1.75 (D)4.25 (E)5 kgw/m

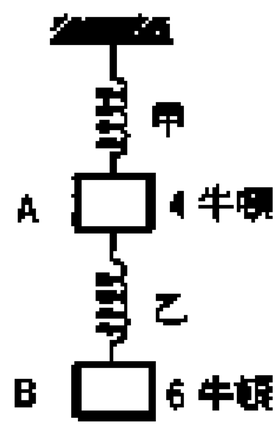
受力(kgw)	0.15	0.30	0.45	0.60
伸長量(cm)	4.0	8.0	12.0	16.0

答：(A)

類 4.一彈簧長 20cm，彈力常數為 100N/m，一端懸於天花板，另一端掛 2.0kg 的重錘如圖，成平衡狀態時，彈簧長度為 30cm，設 $g=10m/s^2$，則重物加給地板的作用力其量值為 (A)0 (B)10N (C)20N (D)30N (E)50N 。答：(B)



類 5.甲、乙兩彈簧各受力 12 牛頓時，均伸長 12 公分，今將此兩彈簧連接 A、B 兩物體，如右圖所示，且 A 重 4 牛頓，B 重 6 牛頓，則甲、乙兩彈簧的伸長量各為多少公分？ (A)甲 6 cm、乙 6 cm (B)甲 6 cm、乙 10 cm (C)甲 10 cm、乙 6 cm (D)甲 10 cm、乙 10 cm。答：(C)



※串聯&並聯

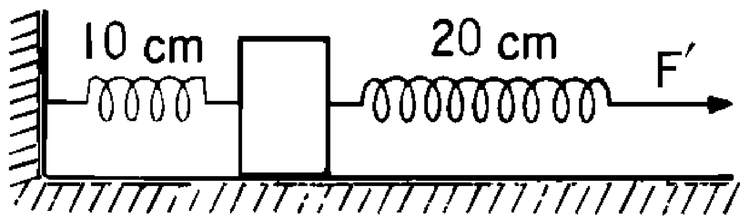
【觀念&公式】

1.分割：彈力相等，形變依長度均分，$k' = nk$

2.串聯：彈力相等，形變相加，$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$ 形

3.並聯：形變相等，彈力相加，$k = k_1 + k_2 + k_3$

例 29.用一彈簧將物體向右移動 1cm 需力 6N，今將彈簧分成二段 10cm 與 20cm，如圖，則(1)將物體向右移動 1cm，需用力若干？(2)右端彈簧伸長若干？(摩擦力不計) 答：(1)18N，(2)2cm



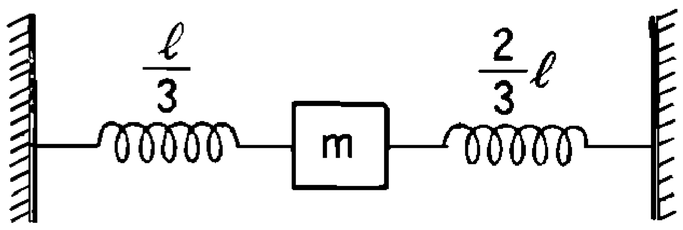
類 1.施 20 牛頓之拉力於一彈簧，見彈簧伸長 10 厘米，今將其等分爲二段且並聯之，則欲使每段增長 5 厘米，兩端應施以拉力 (A)20 牛頓 (B)40 牛頓 (C)60 牛頓 (D)80 牛頓 (E)100 牛頓。答：(B)

類 2.作用 1 牛頓之力於 1 根彈簧，其伸長爲 x，若將同樣的彈簧二根並聯，且作用 6 牛頓之力，則伸長將爲 (A)2x (B)3x (C)4x (D)5x (E)6x 。答：(B)

類 3.彈力常數爲 k，原長 L 的彈簧，分成 L/3，2L/3 兩段，聯結如圖示，則使質量 m 的物體

(1)作 S.H.M 時週期爲若干？

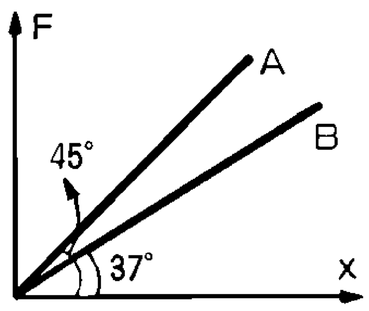
(2)向右移動 x，需力若干？ 答：(1)$\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{2m}{k}}$ (2)$\frac{9kx}{2}$ 向右



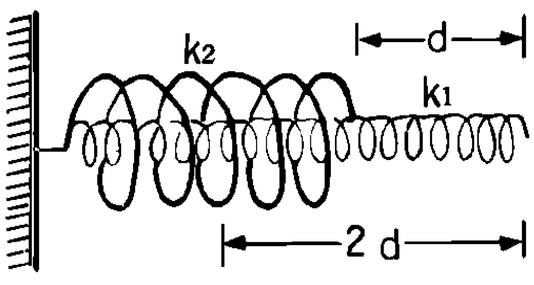
類 4.如右圖，A、B 兩彈簧之 F－x 圖形，與 x 軸之夾角分別爲 37° 及 45°，則：

(1)串聯後，圖形之斜率爲若干？

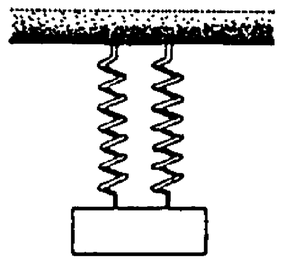
(2)並聯後，圖形之斜率爲若干？ 答：(1)3/7 (2)7/4



類 5.如圖，兩彈簧之力常數各爲 k_1、k_2，則壓縮 2d 時施力 (A)$2(k_1+k_2)d$ (B)$(2k_1+k_2)d$ (C)$(k_1+k2)d$ (D)$\frac{2k_1k_2}{k_1+k_2}d$ (E)$2k_1k_2d$ 。答：(B)



類 6.將一重物懸吊於質量可忽略的彈簧下，在鉛垂直方向成平衡，此時彈簧的伸長量爲 ΔL。今將此彈簧由中間剪斷，利用被剪斷後的二彈簧將同一重物吊起，在鉛垂方向成平衡（如圖所示）。若懸吊連接所耗去的長度可以忽略，則此彈簧組合被重物拉長了_____。答：$\frac{\Delta L}{4}$



※慣性定律

【觀念&公式】

1.物體保持原有狀態的特性稱為慣性。

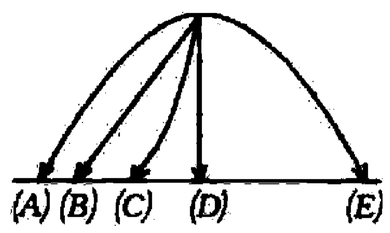
2.慣性定律：物體不受外力或外力和為零時，靜者恆靜，動者恆沿直線作等速度運動。

3.慣性定律只適用於慣性座標系(觀察者靜止或等速度運動)，不適用於加速座標系。

4.科氏力：地球上因不同緯度間之轉動速度不同，而使運動產生偏轉之假想力。

5.因科氏力作用，北半球向右偏，南半球向左偏。

例 30.在等速運動的火車中，向後水平拋射一物體。由站在車外地面上的人看來，其運動軌跡可能成為右圖中那條？【67 年大學】答：(A)(D)(E)

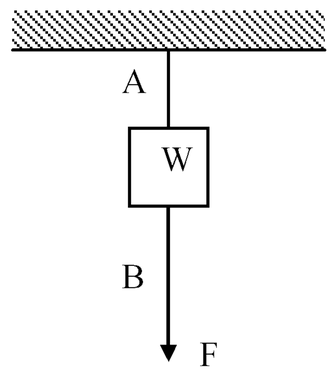


例 31.北半球海防部隊發現其北方有敵艦靜立於海面，若欲使砲彈命中該艦，則發射時，方向應朝 (A)正北 (B)向北偏西 (C)向北偏東 (D)向東 (E)向西。答：(B)

類 1.如圖裝置，A、B 係想條完全相同之繩，W 為物體重量，用有拉 B 繩，則：

(1)力量逐漸加大，則何繩先斷？答：A 繩

(2)用手猛拉 B 繩，則何繩先斷？答：B 繩



類 2.伽立略慣性實驗改用單擺的擺動 (A)主要目的是減少摩擦 (B)若擺長 50cm 的線懸掛 10g 的物體自右邊高 15cm 處擺下，則擺至左邊的高度為 15cm (C)如在最低點往上高 10cm 處置一阻攔的橫桿，不使擺線完全擺動，只有小部分擺動，則在左邊的高度為 10cm (D)當質量改為 20g 時，擺至左邊高度仍為 10cm (E)增高橫桿的高度，就如同伽立略實驗時，增加斜面之上滑斜度。答：(A)(B)

類 3.旋轉雨傘，則雨水飛去，此現象是受： (A)慣性 (B)離心力 (C)向心力 (D)地心引力 (E)切線方向的力。答：(A)

類 4.下述物理現象何者可以慣性性質解釋？ (A)賽跑者到終點仍向前衝幾步 (B)斧頭鬆脫時，執柄向下方敲擊，斧頭即自動嵌入柄內 (C)一玻璃杯置於長條紙上，若用手急拉，則杯穩然不動 (D)站在汽車內之乘客，當汽車突然開動易向後仰，突然停止易向前傾 (E)從火車上跳下之人仍須向前走幾步，才不會跌倒。答：(A)(B)(C)(D)(E)

※牛頓第二運動定律

例 32. 2kg 物體靜置於桌面上，今受一沿桌面向東 8 牛頓之力產生 $3\,m/s^2$ 的加速度，試求：(1)摩擦力為若干？(2)最初 4 秒內，移動多少 m？答：(1)2nt；(2)24m

例 33.施力 F 於 A 加速度為 a_1，施力 2F 於 B 加速度為 a_2，今若以 3F 作用於 A 與 B 之合體，則其加速度若干？答：$\dfrac{3a_1a_2}{2a_1+a_2}$

類 1.一位自行車選手在速度爲 5m/s 時，以等減速度煞車，滑行 3 公尺後停下來，則從煞車到停止共歷時多少秒？ (A)0.6 秒 (B)2.4 秒 (C)1.2 秒 (D)3.0 秒 (E)4.6 秒 。答：(C)

類 2.一物體的質量爲 2kg，由靜止開始受一定力作用，使其在光滑的水平面上運動；若 7 秒後之速度爲 21m/sec，則作用在物體上的外力爲？ (A)6 牛頓 (B)10.5 牛頓 (C)42 牛頓 (D)7 牛頓 。答：(A)

類 3.以 298 牛頓的力量，往上提起一質量 10kg 的物體，則物體上升加速度爲_____ m/s^2。答：20

類 4.將一定值力 F 作用於質量 m_1 的 A 質點，產生 a_1 加速度，作用於 m_2 的 B 質點，產生 a_2 加速。今將ＡＢ兩質點結合在一起，仍以 F 作用時產生加速度爲_____。答：$\dfrac{a_1a_2}{a_1+a_2}$

類 5.一質量爲 2kg 的物體，在光滑桌面上，以每秒 3 米的速度向東前進，當此物體受到向南 6 牛頓及向東 2 牛頓之兩力同時時作用 2 秒鐘，求：

(1)自受力到 2 秒末，此物體的速度爲若干？答：$\sqrt{61}\,m/s$

(2)2 秒末，物體位移爲何？答：10m

類 6.一個質量爲 0.2kg 之球，從高 19.6m 靜止降落，著地後反跳高度爲 4.9m，若地與球接觸時間爲 0.05 秒，則球施地之平均力大小(牛頓)：(A)38 (B)95 (C)120 (D)148 (E)182。答：(C)

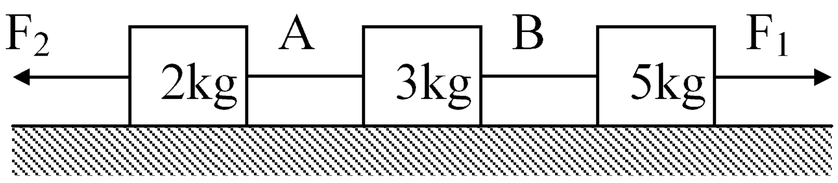
類 7.一汽車質量 1500kg，由靜止起動，經 10sec 加速至 20m/sec。設爲等加速度運動，試求使汽車加速的力量值爲多少？答：3000nt

※牛頓第二運動定律

例 34.施一水平拉力，可使一物體在光滑水平桌面上，以 $15\,m/s^2$ 之加速度運動，若施同大小之拉力，將此物體鉛直上提，其上升之加速度為_____m/s^2。(g=$9.8\,m/s^2$)答：5.2

例 35.氣球載有沙包 2 包時，以加速度 a 上升。載有沙包 6 包時，以加速度 a 下降。若氣球重量及沙包浮力不計，則欲使氣球不升降時，應載沙包 (A)3 包 (B)4 包 (C)5 包 (D)10 包【66 夜大】答：(A)

例 36.如右圖，F_1=50nt，F_2=10nt，則系統受力__(1)__nt，2kg 物受力__(2)__nt，3kg 物受力__(3)__nt，5kg 物受力__(4)__nt，A 繩張力__(5)__nt，B 繩張力__(6)__nt。答：(1)40nt；(2)8nt；(3)12nt；(4)20nt；(5)18nt；(6)30nt



類 1.一個愛斯基摩人拉著 25 公斤的雪橇通過平坦的雪地，若此人所施的水平力爲 60 牛頓，且動摩擦力爲 20 牛頓，則雪橇的加速度爲若干？ (A)0.08 m/s^2 (B)0.625 m/s^2 (C)1.6 m/s^2 (D)2.0 m/s^2 (E)3.4 m/s^2 。答：(C)

類 2.質量爲 2 公斤的物體靜置於地面上，今以 6 牛頓的水平力拉此物體，使其在 2 秒內移動 4 公尺的距離，則此物體在 3 秒末之速度大小爲多少 m/s？ (A)9 (B)2 (C)4 (D)5 (E)6。答：(E)

類 3.一工人站在屋頂上，利用質量不計之輕繩拉起一質量爲 2kg 的磚頭，若工人以 20 牛頓的力量拉動繩子，則磚頭之加速度爲_____m/s^2。(g=$9.8\,m/s^2$)答：0.2

類 4.若使一質量爲 60kg 的人站立於標準磅秤上，並同置於電梯中；若磅秤之讀數爲 63kg，則此時電梯處在何種運動狀態下？ (A)靜止狀態 (B)等速上升 (C)等速下降 (D)等加速上升 (E)等加速下降。答：(D)

※作用力與反作用力→觀念

【觀念&公式】

1.反作用力性質：

①大小相等

②方向相反

③成一直線

④作用在不同物體上

⑤不能互相抵銷

⑥同生同滅

2.假想力只有受力體而無施力體，故無反作用力。

例 37.下列敘述何者正確？ (A)只要大小相等，方向相反的兩力，都互為一對作用力與反作用力 (B)磁力可能不服從牛頓的作用力與反作力定律 (C)對外力作用而言，作用力與反作用力可以抵消 (D)若將火箭及廢氣合成一系統則二者間的作用力與反作用力互相抵消 (E)噴射機的飛行是藉空氣之反作用力。答：(B)(D)

類 1.兩物體的互相作用力與反作用力： (A)必大小相同，方向相反 (B)必同時發生 (C)對每一物體而言，均為外力 (D)必互相抵消 (E)作用力有時大於反作用力 。答：(A)(B)(C)

類 2.下列何者正確？ (A)作用力與反作用力相等 (B)作用力與反作用力同時發生 (C)作用力與反作用力同時作用在同一個物體上 (D)宇宙間之力總數為偶數 (E)向心力與離心力是作用力與反作用力。答：(B)(D)

類 3.靜置於桌面重量 W 的物體，受桌面作用之正向力 N，則 W 與 N (A)為一對作用力、反作用力 (B)不作用在同一物體上 (C)可以互相抵銷 (D)不能互相抵銷 (E)不是作用力、反作用力。答：(C)(E)

類 4.下列敘述何者正確？ (A)地球上的人同時自西向東跳時，地球的自轉可能停止 (B)船靠在岸上時人往岸上跳船必後退 (C)作太空漫步之太空人可利用火箭噴氣的反作用力返回太空艙 (D)噴射機的飛行是靠空氣的反作用力 (E)兩人打架時互相作用的力總和必大小相等。答：(A)(B)(C)(E)

類 5.下列敘述何者正確？ (A)只要大小相等，方向相反的兩力，都互為一對作用力與反作用力 (B)磁力可能不服從牛頓的作用力與反作力定律 (C)對外力作用而言，作用力與反作用力可以抵消 (D)若將火箭及廢氣合成一系統則二者間的作用力與反作用力互相抵消 (E)噴射機的飛行是藉空氣之反作用力。答：(B)(D)

※作用力與反作用力→判斷

【觀念&公式】

1.力的平衡 V.S.反作用力

力的平衡	反作用力
作用在同一物體	作用在不同物體
可以抵消	不能抵消
不成對存在	成對存在
各自獨立	同生同滅

2.反作用力必回到作用力的來源

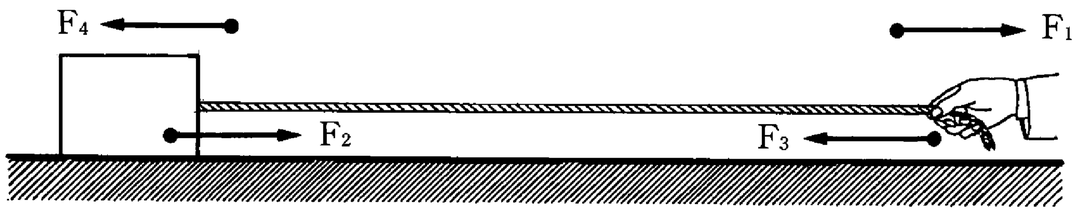
例 38.手持細繩上端，繩之下端繫重量為 W 之物，繩重可以不計。以 $\vec{F}_1$、$\vec{F}_2$、$\vec{F}_3$、$\vec{F}_4$ 分別表示手對繩、繩對手、繩對物、物對繩所施之力，則下列敘述中，那些是正確的？ (A)若物體向上等速運動，則 $|\vec{F}_1|=|\vec{F}_2|=|\vec{F}_3|=|\vec{F}_4|$=W (B)承(A)所述，則 $\vec{F}_1=-\vec{F}_4$，故 $\vec{F}_1$ 和 $\vec{F}_4$ 為一對作用力及反作用力 (C)若物體以等加速度 a 上升，重力加速度為 g，則 $|\vec{F}_1|$=W(1+a/g) (D)承(C)所述，則 $|\vec{F}_2|$=W(1－a/g)。【78 年夜大】答：(A)(C)

類 1.如圖所示，F_1 爲手拉繩子之力，F_2 爲繩子拉物體之力，F_3 爲繩子作用於手之力，F_4 爲物體作用於繩子之力。試問：

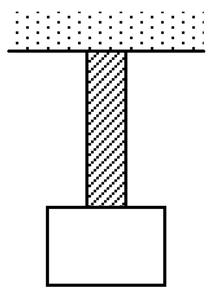
(1) F_1 的反作用力爲_____。答：F_3

(2) F_4 的反作用力爲_____。答：F_2

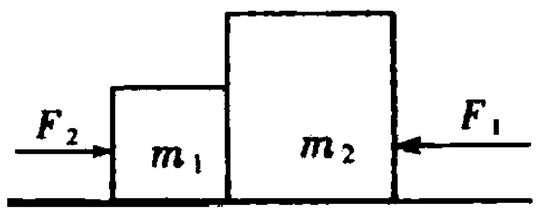
(3)繩子若處於靜止平衡時，則其受_____與_____兩力而平衡。答：F_1，F_4



類 2.右圖中設天花板對繩的作用力爲 F_1，繩對天花板的作用力爲 F_2，繩對物體的作用力爲 F_3，繩所受的重力爲 F_4，物體所受的重力爲 F_5，則下列何者爲正確？ (A)F_2 是 F_1 的反作用力 (B)F_3 是繩的張力 (C)$F_3=F_5$ (D)$F_2=F_3$ (E)$F_1=F_5$。答：(A)(C)



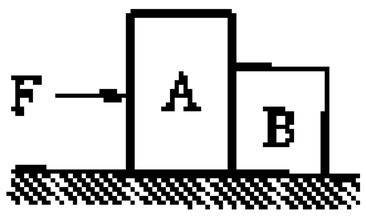
類 3.兩木塊質量分別爲 m_1 及 m_2($m_1>m_2$)，相互接觸置於光滑水平面上，如右圖所示，今同時以量值爲 F_1 之水平力由右側推動 m_1，以量值爲 F_2 之水平力由左側推 m_2，($F_1>F_2$)兩物體之加速度爲 a，二物體間之作用力爲 F，若 F_1、F_2 同時增加 ΔF，則 (A)a 變大，F 不變 (B)a 不變，F 不變 (C)a 變大，F 變大 (D)a 不變，F 變大 (E)以上皆可能。答：(D)



※作用力與反作用力→計算

【觀念&公式】
作用力與反作用力大小相等，方向相反

例 39.A、B 兩物體互相接觸，置於光滑之桌面上，今有水平力 F 作用之，如附圖；若 A 物體之質量為 4 公斤，B 物體之質量為 3 公斤，F=21 牛頓，則：



(1)整體運動之加速度為何？
(2)A 作用於 B 的力為多少牛頓？答：9nt
(3)B 作用於 A 之力為多少牛頓？答：9nt

類 1.體重分別爲 60 公斤重及 40 公斤重之甲、乙二人，在無摩擦的冰面上互推，若甲受到 40 公斤重的推力，則乙應受到多大的推力？ (A)20 公斤重 (B)30 公斤重 (C)40 公斤重 (D)60 公斤重。答：(C)

類 2.下列何者所受合力爲零？ (A)沿直線軌道等速度運動的火車 (B)以等速度沿水平直線飛行的飛機 (C)等速鉛直上升的直昇機 (D)繞地等速率運動的人造衛星。答：(A)(B)(C)

類 3.甲、乙兩船漂浮於水面上，甲船上的人以繩繫住乙船用力拉之，則 (A)甲船不動，乙船向其靠近 (B)乙船不動、甲船向其靠近 (C)兩船皆不動 (D)兩船皆動，互相靠近 (E)甲、乙兩船所受之力大小相等。答：(D)(E)

類 4.在完全光滑的平面上，將 A、B 兩物體各放在彈簧的一端，用力壓縮彈簧後放手（如附圖），1 秒後 A 物的速度爲 2 公尺/秒，B 物的速度爲 8 公尺/秒，已知 A 物質量爲 10 公斤，則 B 物的質量爲_____公斤。答：2.5

類 5.有一艘飛艇質量 500kg，以等速度沿一水平直線飛行，試回答下列問題：($g=9.8m/s^2$)
(1)這艘飛艇所受合力量值應爲_____牛頓。答：0
(2)空氣作用於這艘飛艇的上升力量值應爲_____牛頓。答：4900

類 6.直立圓柱形桶中，盛重量爲 W，密度爲 ρ 之液體，今於此液中，放入一重爲 W_0 密度爲 d 之物且 d＞ρ，則當此物在液中等速下降時，器底所受之總力爲若干？ (A)W (B)W_0 (C)$W+W_0$ (D)$W+\frac{\rho}{d}W_0$ (E)$W+W_o(1-\frac{\rho}{d})$。答：(C)

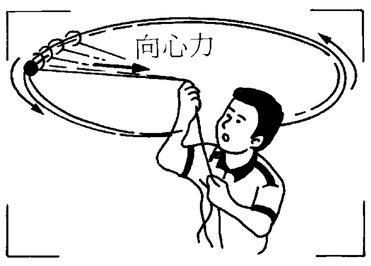
※向心力

【觀念&公式】

向心力 $F = ma = m\dfrac{v^2}{R} = m\dfrac{4\pi^2 R}{T^2} = m\dfrac{2\pi v}{T} = m\omega^2 R$

例 40.一條長 ℓ 的彈簧，一端固定，一端繫一質量為 m 的物體，使之在光滑水平面上作等速率圓周運動，此時，彈簧總長度為 $\dfrac{4}{3}\ell$，若彈力常數為 k，則此物體之速率為多少？ (A) $\dfrac{2\ell}{3}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ (B) $\dfrac{\ell}{2}\sqrt{\dfrac{3k}{m}}$ (C) $\dfrac{3\ell}{2}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ (D) $\ell\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ 。答：(A)

類 1.用細繩一端縛一石子，手執另一端旋轉，試回答下面問題：



(1)此時手上一定感覺到石子有拉手向 (A)外 (B)內 (C)旁 (D)以上都正確之力。答：(A)

(2)同時手必得給與石子一向 (A)內 (B)外 (C)旁 (D)以上都正確之力。答：(A)

(3)此石子所作的運動，稱爲 (A)水平拋物運動 (B)自由落體運動 (C)等速直線運動 (D)圓周運動。答：(D)

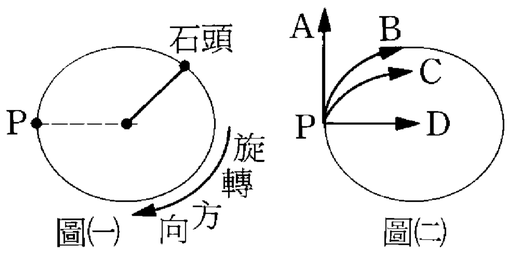
(4)由此實驗知物體作圓周運動時，必受到_____力的作用。答：向心

(5)若旋轉間繩突然斷裂，此石子必沿 (A)向圓心 (B)離圓心 (C)切線 方向運動。答：(C)

(6)在(5)中石子會作此運動是因 (A)向心力 (B)離心力 (C)慣性 之故。答：(C)

類 2.以下敘述何者正確？ (A)一物體作圓周運動必受一向心力 (B)汽車轉彎時，其重量的分力作爲向心力 (C)單擺擺動時，懸線拉引擺錘之力，即爲擺錘所需之向心力 (D)地球與人造衛星間之萬有引力等於衛星作圓周運動所需之向心力。答：(A)(D)

類 3.細繩的一端綁著一塊石頭並作等速率圓周運動，當石頭繞至附圖(一)中的 P 點時，剪斷細繩，則附圖(二)中的哪一路徑表示剪斷瞬間石頭的運動路徑？ (A)A (B)B (C)C (D)D 。答：(A)



類 4.一質量 m 的乾冰碟置於無摩擦的桌面上，以線繫之，線跨過桌子中央小洞而與質量爲 M 的重物連接，今 m 在桌面上作半徑爲 R 的等速圓周運動，欲使 M 不致升降，則 m 的速率爲:(A) $\sqrt{\dfrac{MR}{mg}}$ (B) $\sqrt{\dfrac{MgR}{M+m}}$ (C) $\sqrt{\dfrac{MgR}{m}}$ (D) $\sqrt{\dfrac{mgR}{M}}$ (E) $\sqrt{gR}$ 。答：(C)

2-3 重力與生活

※質量、重量

例 41.設月球表面的重力場強度為地球表面重力場的 1/6，則下列敘述何者正確？(A)在月球表面質量為 1 公斤的岩石，帶回地球後秤其質量為 6 公斤 (B)在月球上重量為 2 公斤重的岩石，其質量為 12 公斤 (C)舉重選手在月球上可挺舉質量 1500 磅的物體，則在地球上可舉質量 250 磅的物體 (D)舉重選手在地球上可挺舉 240 磅重的物體，在月球上可舉 1440 磅重的物體 (E)太空人在地球上可跳 2 米高，則在月球上可跳 12 米高。答：(B)(C)(E)

類 1.重量為 w 牛頓的物體，其質量為_____公斤。(令重力加速度為 g)答：$\frac{w}{g}$

類 2.將地表上重量 1 公斤重的鉛球移到月球表面上，此時用磅秤量到的讀數為（月球表面的重力加速度為地表的$\frac{1}{6}$） (A)$\frac{1}{36}$ (B)$\frac{1}{6}$ (C)1 (D)6 (E)36 公斤重。答：(B)

類 3.地表上質量 1 公斤的鉛球，其重量為 (A)1 (B)2 (C)5 (D)9.8 (E)20 公斤重。答：(A)

類 4.某物體在環繞地球軌道上運行的太空船中，重量為零，今船內太空人用 5 牛頓的力推此物體，測得此物體加速度為 5 公尺／秒^2，則此物體質量_____公斤。答：1

類 5.利用天平來量度物體的質量時，下列敘述中，正確的是： (A)利用物體呈靜平衡時，力矩的總和為零的原理 (B)所測得的質量與重力無關，故在無重力的太空中，也能測得 (C)在地球上及月球上所得結果相同 (D)在一等加速度上昇的電梯上所測得的物體質量比電梯靜止時者為大 (E)在一等速度下降的電梯中所測得的與在靜止的電梯中所測得的相等。【72 日大】答：(A)(C)(E)

類 6.一太空船熄掉引擎，進入離地面上 200 公里之圓形軌道，某人在地面上時體重為 60 公斤，若此人此時在太空船內用彈簧秤量其體重，其結果應為：(A)60 公斤重 (B)58.2 公斤重 (C)56.4 公斤重 (D)0 公斤重。【69 大聯】答：(D)

類 7.下列敘述何者正確？ (A)重量相等之兩物，其質量必相等 (B)質量相同兩物分別受相同之作用力，產生的加速度必相同 (C)等質量之兩物體在不同地點掛於同一彈簧下，伸長量不一定相同，但振動週期必相同 (D)以天平測得的量與所在 g 值無關，但彈簧秤測得隨所在 g 值而變 (E)將物體移至月球上，其重力質量不變。答：(B)(C)(D)(E)

※視重

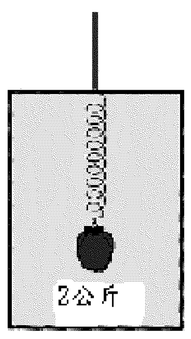
例 42.已知人的質量為 m，重力加速度為 g，若此人由 1 樓坐到 10 樓，則此人在電梯內的體重，在何時比較輕？ (A)由 1 樓剛起動，加速上升時 (B)往上在 5 樓，電梯等速度運動時 (C)往上快到 10 樓，電梯減速時 (D)往下快到 1 樓，電梯減速時 (E)往下在 5 樓，電梯等速時。答：(C)

類 1.小明站在電梯內的磅秤上，則當電梯處於下面何種狀態時，磅秤上的讀數最小？ (A)向上等速運動 (B)向下等速運動 (C)向上加速度運動 (D)向下加速度運動 (E)電梯停於半空中。答：(D)

類 2.小明站在電梯內的磅秤上，則當電梯處於下面何種狀態時，磅秤上的讀數與小明在地面上的測量值不同？ (A)向上等速運動 (B)向下等速運動 (C)向上加速度運動 (D)向下加速度運動 (E)電梯停於半空中。答：(C)(D)

類 3.一人靜立於磅秤上，下列何者正確？ (A)突然向下蹲的瞬間，秤上讀數變大 (B)下蹲停下的瞬間，讀數變小 (C)突然站起的瞬間讀數變大 (D)站起停下的瞬間讀數變小 (E)若整體向下的加速度爲 g，則爲失重狀態。答：(C)(D)(E)

類 4.質量 2 公斤的物體掛在彈簧秤上，彈簧秤則吊在升降機的天花板上，如右圖所示，回答下列問題：

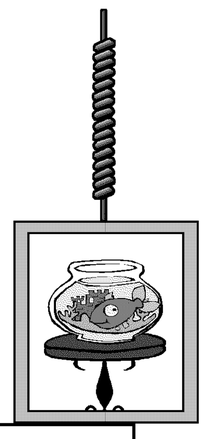


(1)升降機靜止時，彈簧秤讀數爲_____kgw，答：2

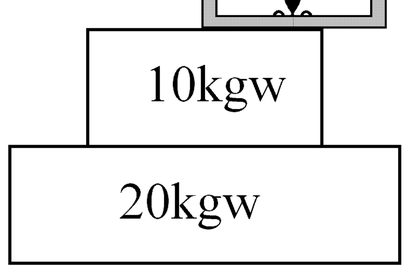
(2)當升降機以等加速度上升時，彈簧秤讀數_____(變大、變小、不變)答：變大

(3)當升降機以等加速度 g 下降時，彈簧秤讀數爲_____kgw。答：0

類 5.在升降梯中有一張桌子，桌面上有一魚缸。當升降梯等速上升時 (A)魚缸與桌面間的正向力比電梯不動時的正向力大 (B)魚缸與桌面間的正向力比電梯不動時的正向力小 (C)魚缸與桌面間的正向力與電梯不動時的正向力一樣大 (D)魚缸與桌面間的正向力有時變大有時變小 (E)魚缸與桌面間的正向力與當時的速度大小有關。答:(C)



類 6.將重量 10kgw 與 20kgw 的兩木塊疊在一起後，由高處自由釋放，則在木塊下落的過程中，兩木塊互相推擠的力量爲 (A)0 (B)10 (C)20 (D)30 (E)不一定。答：(A)



類 7.質量 60 公斤的愛因斯坦踩著磅秤，從莊敬樓跳下，則在下降過程中，磅秤讀數爲_____公斤。答：0

※萬有引力

例 43.下列有關「重力」的敘述，何者正確？ (A)物體的重量來自於地球引力的作用，所以地球引力又稱為重力 (B)不考慮空氣阻力，4 公斤的物體在地表處自由落下時的加速度，是 1 公斤物體的 4 倍 (C)所謂「失重狀態」是指「沒有重力作用的狀態」 (D)作等速率圓周運動的人造衛星，因為等速率，所以不受地球引力的作用 (E)就地球外部而言，物體的重量隨離地高度的增加而減小。答：(A)(E)

類 1.下列有關重力的敘述，何者正確 (A)物體在高山上的重量比平地大 (B)若物體在地表上的重量爲 w，則物體離地高度爲 h 時的重量爲 $\frac{w}{h}$ (C)在(B)選項中的答案應爲 $\frac{w}{h^2}$ (D)月球的質量遠大於蘋果，因此月球繞地運動的加速度也大於蘋果下落的加速度 (E)任何兩物體間均存在重力的作用。答：(E)

類 2.當成熟的蘋果由樹上落下時，根據牛頓的萬有引力定律，下列那一敘述是正確的？ (A)地球對蘋果有吸引力，但是蘋果對地球沒有吸引力 (B)蘋果對地球有吸引力，但是地球對蘋果沒有吸引力 (C)僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力大於蘋果對地球的吸引力 (D)僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力小於蘋果對地球的吸引力 (E)僅考慮力的量值時，地球對蘋果的吸引力等於蘋果對地球的吸引力。答：(E)

類 3.某人想沿鉛直方向提起原來放在水平地面上之手提箱，但用力之後卻沒有提起來，則下面之敘述何者正確？ (A)手提箱所受之合力爲向下 (B)地面上之正向支持力大小，等於手提箱重與上提之力的差 (C)手提箱之重與地面之正向支持力互相平衡 (D)上提之力與地面所受向下之正向力互相平衡。答：(B)

類 4.一球自地面以 15 公尺／秒的速度鉛直向上拋出，當球升至頂點時加速度大小爲多少公尺／秒？ (A)0 (B)9.8 (C)19.6 (D)29.4 (E)4.9。答：(B)

類 5.某人在五樓窗口把 A 物向上拋出，把 B 物向前拋出，把 C 物向下拋出，則 A、B、C 三物離手後，不計空氣阻力，何者加速度較大？ (A)A (B)B (C)C (D)A、B 一樣大 (E)三者一樣大。答：(E)

※重力場

【觀念&公式】

$$\vec{g}=\frac{\vec{F}}{m}=G\frac{M}{r^2}$$

例 44.火星表面的重力加速度為 $3.92m/s^2$，1997 年 7 月登陸火星的六輪驅動小車「逗留者」(Sojourner)，質量為 16 公斤，則其在火星上的重量相當於多少公斤重？ (A)6.4 公斤重 (B)5.8 公斤重 (C)4.2 公斤重 (D)3.6 公斤重 (E)16 公斤重 。答：(A)

例 45.一個密度均勻的星球，分裂為 8 個密度不變、質量相等的星球，則每個星球表面的重力加速度變為原來的多少倍？ (A)1/8 (B)1/4 (C)1/2 (D)2 (E)8。答：(C)

類 1.(1).將地表上重 1 公斤的鉛球移到月球表面上，此時用磅秤量到的讀數爲(月球表面的重力加速度爲地表的$\frac{1}{6}$) (A)$\frac{1}{36}$ (B)$\frac{1}{6}$ (C)1 (D)6 (E)36 公斤。答：(B)

(2).若改用天平在月球測量同一鉛球時，其結果爲 (A)$\frac{1}{36}$ (B)$\frac{1}{6}$ (C)1 (D)6 (E)36 公斤。答：(C)

類 2.物體在月球上質量爲 12 公斤，重量爲 2 公斤重，此物體拿到地球上爲_____公斤重。答：12

類 3.月球表面的 g 值約爲地球表面 g 值的六分之一，若一太空人在地球上可以舉起質量 50 公斤的物體，則他在月球上所能舉起的重量爲____公斤。答：50

類 4.海王星表面的重力加速度爲 11 m/s^2，一質量爲 5kg 的岩石靜置於星球表面，試回答下列問題：
該岩石在海王星表面的質量應爲_____kg。答：5
該岩石在海王星表面所受的萬有引力量值應爲_____牛頓。答：55

類 5.某星球的平均質量密度與地球相同，半徑則爲地球的兩倍，則 (A)一球在地表附近下落 20 公尺高度，所費時間爲 2 秒，若改在該星球表面附近下落相同的距離時，需時間幾秒？

(B)在地表上，重 64 公斤的人，在該星球上的重量爲何？答：(A)$\sqrt{2}$ (B)128kgw

※萬有引力公式

【觀念&公式】

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

例 46.地球半徑為 R，阿華在地表上之重 W；阿華坐飛機升至距地表 0.5R 的高空中，此時的重量為 (A)$\frac{4}{9}W$ (B)W (C)$\frac{W}{4}$ (D)$\frac{2}{3}W$ (E)$\frac{W}{2}$ 。答：(A)

類 1.設地球半徑爲 R，物體距物面多高的地方，其重量爲地表面的一半_____。答：$(\sqrt{2}-1)R$

類 2.在地表面上 80 公斤重的物體，移至距地面地球半徑的高度時，再測其重量，讀數應爲公斤重。答：20

類 3.一太空梭在半徑爲 2R 的圓形軌道上環繞地球運動，R 爲地球半徑，質量爲 70 公斤的太空人在太空梭內所受的地球引力爲_____公斤重。答：17.5

類 4.設地球半徑爲 R，地表處重力加速度的大小爲 g，則物體置於距離地表爲 2R 處的重力加速度的大小爲多少？ (A)$\frac{1}{9}g$ (B)$\frac{1}{4}g$ (C)4g (D)9g 。答：(A)

類 5.R 爲地球半徑，一太空船在半徑 3R 的圓形軌道上環繞地球運動，則船內一質量 81 公斤的太空人 (A)所受到的地球引力爲 0 (B)所受到的地球引力爲 9kgw (C)所受到的地球引力爲 27kgw (D)處於失重狀態 (E)有 81kgw。答：BD

類 6.地球半徑爲 R，一太空船在半徑爲 2R 的圓形軌道上繞地球做圓周運動，則質量爲 60kg 的人，在船內所受到的地球引力爲_____牛頓。答：147

類 7.設地球半徑 R，若將在地面重 180 牛頓的物體，移至距地面$\frac{R}{2}$的高空時，重量應爲_____牛頓。答：80

類 8.月球與地心的距離約爲地球半徑的 60 倍，則月球繞地的加速度約爲地表重力加速度的倍。答：$\frac{1}{3600}$

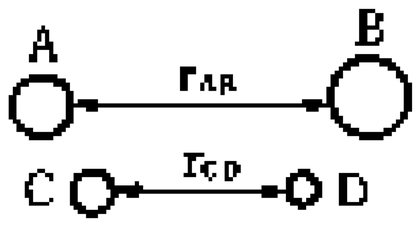
※萬有引力公式

【觀念&公式】

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

例 47.設地球之半徑為 R，地球中心與月球中心相距約 60R，若月球直徑為地球直徑之 1/4，且兩者密度相等，有一火箭自地表面發射奔向月球，則距發射處約若干遠時，此火箭呈失重狀態？(A)15R (B)23R (C)34R (D)43R (E)52R。答：(E)

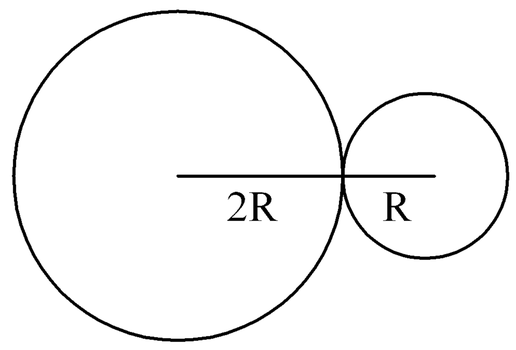
類 1. 如附圖所示，質量，A：C = 2：1，B：D = 4：1，距離比 r_{AB}：r_{CD} = 3：2，則 AB 間與 CD 間萬有引力比 F_{AB}：F_{CD} = _____。答：32：9



類 2.甲、乙、丙三物體的質量分別爲 100kg、50kg、25kg；甲距乙 4m，甲距丙 2m，乙距丙 3m，哪兩個物體間的萬有引力最大？ (A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)一樣大 。答：(C)

類 3.已知密度相同之兩星球相距 d，其表面之重力場比 3：1，則在兩者連線尚無重力狀態之位置，距此兩星球距離比爲： (A)3：1 (B)$3\sqrt{3}$：1 (C)9：1 (D)27：1 (E)$9\sqrt{3}$：1。答：(B)

類 4.密度相同，但半徑比爲 2:1 的兩個球如圖並排。已知小球的質量爲 M，則 (A)大球的質量爲 4M (B)大球的質量爲 8M (C)若將大球球心與小球球心的距離增加 4 倍，則兩球間的引力減爲原來的$\frac{1}{4}$ (D)若將大球球心與小球球心的距離增加 4 倍，則兩球間的引力減爲原來的$\frac{1}{16}$ (E)兩球間的引力與距離無關。答：(B)(D)



類 5.牛頓萬有引力定律：$F = G\frac{Mm}{R^2}$，其中萬有引力常數 G 的單位爲_____。答：$\frac{Nt \times m^2}{kg^2}$

類 6.地球質量大約是月球質量的 81 倍，在登月飛船通過月地之間，月球和地球對它引力相等的位置時，飛船離開月球中心和地球中心的距離比爲： (A)1：3 (B)1：9 (C)1：27 (D)1：81 (E)1：1 。答：(B)

類 7.甲、乙、丙三物體的質量分別爲 100kg、50kg、25kg，甲距乙 4 公尺，甲距丙 2 公尺，乙距丙 3 公尺，求 $F_{甲乙}$：$F_{乙丙}$：$F_{丙甲}$=？答：9：4：18

※人造衛星

例 48.「中華衛星一號」在美國順利發射成功，有關衛星的問題，下列敘述何者正確？ (A)人造衛星環繞地球運轉所需的向心力來自於所受的地球引力 (B)衛星的軌道平面必通過地心 (C)在地球的赤道面上，等間隔佈置三枚同步衛星，可建立全球的通訊網 (D)極軸軌道衛星能在一天內飛臨世界各地 (E)作等速率圓周運動的衛星沒有加速度。答：(A)(B)(C)(D)

例 49.下列有關人造衛星之敘述何者正確？ (A)軌道半徑越大之衛星其軌道速率越大 (B)某衛星從地面上看向東急行，所以其週期大於同步衛星之週期 (C)同步衛星之週期與極軸衛星的相同 (D)在同一個軌道上的兩個人造衛星必須具有一樣的質量才不會相撞 (E)同步衛星從地表看來，原地不動。答：(E)

類 1.下列有關「人造衛星」的敘述，何者正確？ (A)美國首先成功地發射第一枚人造衛星 (B)人造衛星的發射原理好像地面上的水平拋射運動一樣 (C)人造衛星的高度愈高，繞行地球一周所需的時間就愈長 (D)人造衛星的軌道平面必通過地心 (E)人造衛星繞行地球是屬於變速度運動。答：(B)(C)(D)(E)

類 2.地球質量 M，衛星質量 m，萬有引力常數爲 G，衛星與地球中心之距離爲 r，若衛星繞地球做等速率圓周運動，則衛星所受的向心力爲_____。答：$G\frac{Mm}{r^2}$

衛星的加速度 $\vec{a}$ ，速度 $\vec{v}$ ，兩者的方向 (A)相同 (B)相反 (C)垂直 (D)不一定。答：(C)

類 3.人造衛星以圓形軌道繞地運行時 (A)加速度恆在圓周的切線上 (B)向心力恆在圓周的切線上 (C)加速度恆與向心力垂直 (D)加速度恆在半徑的方向上 (E)加速度恆與速度同方向。答：(D)

類 4.人造衛星以圓形軌道環繞地球公轉，則人造衛星做圓周運動，其所需之向心力從何而來？答：_____。答：衛星受地球之重力

類 5.下列五項有關圓周運動的敘述，請選出三項正確的敘述：_____。

＜甲＞要使物體做圓周運動，需要向心力的作用，向心力的方向指向圓心。＜乙＞當向心力消失時，做圓周運動的物體會沿切線方向飛出去。＜丙＞人造衛星繞地球運行時，主要是靠地球引力作爲向心力。＜丁＞人造衛星在不同的軌道上，雖然距地球的高度不同，但運行的速度之大小卻相同。＜戊＞物體做圓周運動時，軌道半徑愈大，所需的向心力愈大。答：甲、乙、丙

※同步衛星

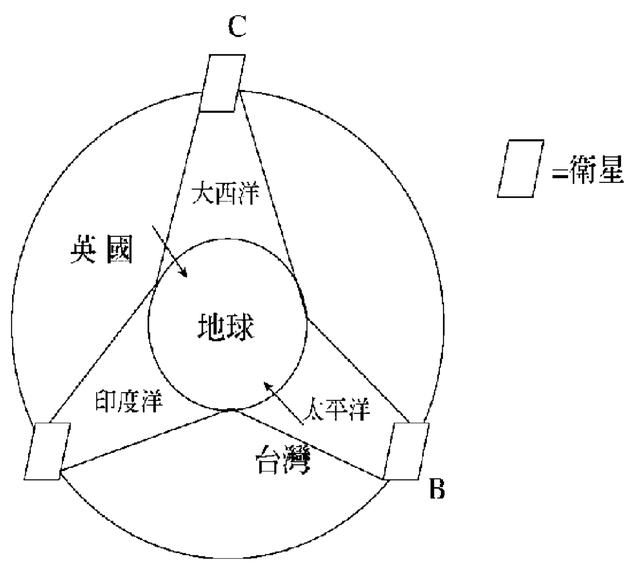
【觀念&公式】
1.衛星必在大圓軌道上；同步衛星必在赤道上空。
2.同步衛星週期=1 日=24 小時=86400 秒
3.軌道半徑：距地心約地球半徑 6.6 倍。

例 50.洲際通訊衛星繞地球赤道運轉，其週期與地球自轉相同，此種衛星稱為「同步衛星」。相對地，由地面看此衛星好像是懸在高空中靜止不動。下列有關同步衛星的敘述，何者正確？ (A)它的位置太高，不受地球引力的作用，所以它能在高空中靜止不動 (B)它所受的太陽引力恰等於地球對它的引力 (C)它所受的月亮引力恰等於地球對它的引力 (D)它所受的地球引力恰等於它繞地球作等速率圓周運動所需的向心力。答：(D)

類 1.下列有關赤道面上人造衛星之敘述，何者正確？ (A)同步衛星之週期與地球自轉週期相同 (B)某衛星由地面上看來向東急行，所以其週期大於同步衛星週期 (C)軌道半徑愈大之衛星其軌道速率愈大 (D)在同一軌道之上兩人造衛星質量必須一樣才不會相撞 (E)人造衛星在軌道上仍有重量，其重量即地球對它之萬有引力。答：(A)

類 2.下列有關赤道面上人造衛星之敘述，何者錯誤？ (A)同步衛星之週期與地球自轉週期相同 (B)某衛星由地面上看來向東急行，所以其週期大於同步衛星週期 (C)衛星軌道越大，週期越大 (D)在同一軌道上的兩個人造衛星，即使質量不同也不會相撞。答：(B)

類 3.(1)在地球赤道面上，距第 36000 公里處的人造衛星稱爲同步衛星，此衛星繞第週期爲_____小時。答：24
(2)三枚通訊衛星可構成全球通訊網(如圖)，欲將集集大地震的電視畫面，由藉由哪幾顆同步衛星？_____(填 A、B、C)答：BC
(3)此畫面從衛星電台發射至英國，約需_____秒。答：0.48



類 4.下列何者正確？ (A)週期 24 小時的人造衛星可在任意軌道上運轉 (B)衛星環繞地球運轉之向心力即爲地球和衛星間之萬有引力 (C)最先成功發射人造衛星的國家是俄國 (D)人造衛星的軌道平面必通過地心 (E)極軸軌道衛星能在一天內飛臨世界各地。答：(A)(B)(C)(D)

類 5.美國從 1970 年代以來，陸續在離地高度約 20000 公里上空的六個圓形極軸軌道上，分別佈置 24 枚人造衛星(非同步衛星)，構成「全球定位系統」，簡稱爲_____。答：GPS

※人造衛星-等速率圓周運動

【觀念&公式】

1.引力=向心力⇨ $\bar{F}=m\bar{a}$ ⇨ $\dfrac{GMm}{r^2}=m\cdot\dfrac{4\pi^2 r}{T^2}=m\cdot\dfrac{v^2}{r}$

2. $v_1:v_2=\sqrt{R_2}:\sqrt{R_1}$ $T_1:T_2=\sqrt{R_1^3}:\sqrt{R_2^3}$ $\omega_1:\omega_2=\sqrt{R_2^3}:\sqrt{R_1^3}$

例 51.繞地球運行之兩人造衛星，質量之比 2：1，離地球中心距離之比為 4：1，則前後兩衛星： (A)角速率比為 1：2 (B)繞地週期之比為 8：1 (C)受地球引力大小之比為 2：1 (D)對地球向心加速度大小之比為 16：1 (E)運動速率之比為 1：2。答：(B)(E)

類 1.設地球半徑爲 R，地面的重力加速度爲 g，則在離地面高度爲 R 之人造衛星，其公轉地球的軌道速率爲 (A) $2\sqrt{2gR}$ (B) $\sqrt{2gR}$ (C) $\sqrt{gR}$ (D) $\sqrt{\dfrac{gR}{2}}$ (E) $\dfrac{\sqrt{gR}}{2}$。答：(C)

類 2.兩個繞地球作圓周運動的人造衛星 A 與 B，其軌道速率比爲 1：2，質量比爲 2：1，試求兩者 (l)軌道半徑比 (2)週期比 (3)向心加速度之量值比 (4)向心力之量值比 (5)角速率比。答：(1)4：1 (2)8：1 (3)1：16 (4)1：8 (5)1：8

類 3.繞同一星球作圓周運動的二顆衛星之週期比爲 27：1，則： (A)軌道半徑比爲 3：1 (B)速率比爲 1：3 (C)向心加速度之大小比爲 1：81 (D)向心力之大小比爲 1：9 (E)切線加速度之大小比爲 1：9。答：(B)(C)

類 4.已知行星繞恆星轉一周需時間 T，兩者之間的距離爲 r，萬有引力常數爲 G，則恆星的質量 M ＝_____。答：$\dfrac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

類 5.地球繞日平均公轉半徑爲 R，地球半徑爲 r，地表重力加速度爲 g，繞日迴轉速率爲 v，則太陽與地球質量比爲 (A) $\dfrac{gr^2}{Rv^2}$ (B) $\dfrac{Rv^2}{gr^2}$ (C) $\dfrac{R^2v}{r^2g}$ (D) $\dfrac{gr^2}{R^2v^2}$ (E) $\dfrac{Rv}{g}$。答：(B)

類 6.若地球的平均密度爲 ρ，則在距離地表爲地球半徑處飛行的人造衛星其週期爲_____。答：$\sqrt{\dfrac{24\pi}{\rho G}}$

※壓力

【觀念&公式】

1.壓力 $\vec{P}=\dfrac{\text{垂直於接觸面的作用力}\vec{F}_{\perp}}{\text{面積}A}$

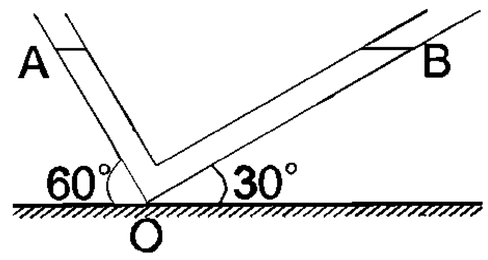
2.液體內部壓力 $P=\rho(\text{液體密度})\cdot h(\text{鉛直深度})\cdot g(\text{重力加速度})$

3.連通管原理：在靜止液體的內部，互相連結之相同液體，位於同一水平面的各點的壓力皆相同。

例 52.某隻河馬之體重為 3000 公斤重，若每隻腳掌面積為 300 厘米^2，則當它抬起前腳，只用後腳站立時，腳對地面之壓力強度為_____帕。答：4.9×10^5

例 53.甲、乙兩燒杯底面積比為 3：1，依次盛入密度比為 1：2 的液體，液面高度比為 2：1，則兩燒杯底上所受液體之壓力比為 (A)1：1 (B)1：2 (C)2：1 (D)3：2 。答：(A)

類 1.如圖所示，求：

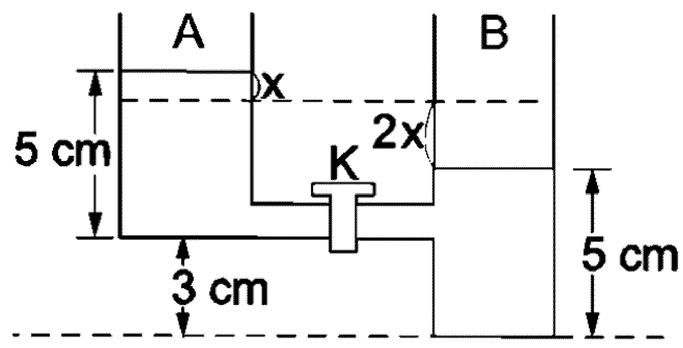


(1) $\overline{OA}:\overline{OB}=$？答：$1:\sqrt{3}$

(2)A、B 兩點鉛直高度比？答：1：1

(3)此裝置是利用什麼原理？答：連通管

類 2.如右圖 A、B 兩容器底面積之比爲 2：1 內裝水，今將開關 k 開啓後，最後 A、B 兩容器 (1)A 容器液面下降幾公分？(2)底面之壓力比爲若干？(3)底面之總力比爲若干？答：(1)1cm；(2)4：7；(3)8：7



類 3.下列何者能作爲壓力單位？ (A)毫巴 (B)水銀柱高 (C)水柱高 (D)公克/平方公分 (E)牛頓/平方公尺。答：(A)(B)(C)(E)

類 4.關於靜液的壓力，下列何者正確？ (A)靜液中一點之壓力是向上的 (B)距液面等深處壓力均相等 (C)靜液中物體所受之壓力與表面垂直 (D)液中兩點之壓力差與距離成正比 (E)若成連通管，則液面等高。答：BCE

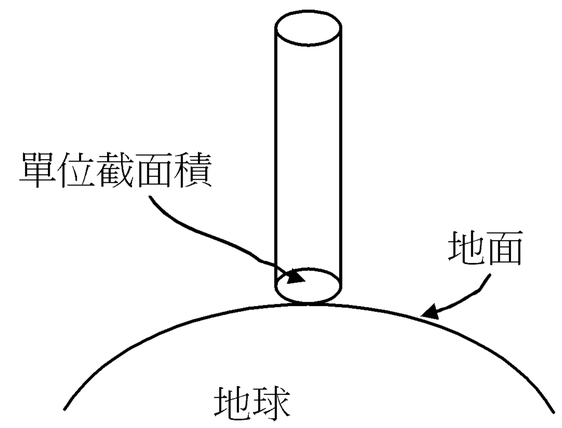
※大氣壓力的成因

【觀念&公式】

大氣壓力產生的原因：

大氣壓力是由於大氣本身的重量所產生的。

【說明】大氣層的厚度延伸至 800 公里外，其中 99%集中在 32 公里以下，50%在 6 公里內。在地表任一點的大氣壓力值，等於該點單位面積所承受的該點向上沿伸的空氣柱重量。



例 54.若現在的空氣分子逃逸一半，則： (A)大氣壓力減為原來一半 (B)水銀柱高度減為原來一半 (C)若重力場強度亦同時減半，則大氣壓力減為原來 1/4 倍 (D)若重力場強度亦同時減半，則水銀柱高度減為原來一半 (E)若重力場強度亦同時加倍，則水銀柱高度減為原來一半。答：(A)(B)(C)(D)(E)

類 1.假設重力變爲現在的$\frac{2}{3}$，而地球表面的空氣失去一半，則氣壓計內水銀柱高爲原來的 (A) $\frac{2}{3}$ (B)$\frac{1}{2}$ (C)2 (D)$\frac{4}{3}$ (E)$\frac{1}{3}$ 。答：(B)

類 2.若整個大氣層之空氣較現在減少一半，則氣壓計之水銀柱高度應爲現在之_____倍。若空氣分子逃逸一半，且重力場大小亦變爲現在之一半，則氣壓計之水銀柱高度應爲現在之_____倍。答：(1)$\frac{1}{2}$；(2) $\frac{1}{2}$

類 3.下列有關「大氣壓力」的敘述，何者正確？ (A)大氣壓力是大氣層的空氣重量壓在地表上而形成的 (B)利用公式 $P=\frac{W(\text{空氣重量})}{A(\text{地表面積})}$，可以直接計算出大氣壓力的大小 (C)一大氣壓相當於每平方公尺的面積承受約 1 公斤重的壓力 (D)大氣壓力的作用沒有固定的方向，但恆與物體的表面垂直 (E)吸塵器與吸管的使用原理皆利用大氣壓力。答：(A)(B)(D)(E)

類 4.下列有關「大氣壓力」的敘述，何者正確？ (A)大氣壓力是大氣層的空氣重量壓在地表上而形成的 (B)陰天時的氣壓較晴天時爲大 (C)一大氣壓相當於每平方公分的面積承受約 1 公斤重的壓力 (D)大氣壓力的作用沒有固定的方向，但恆與物體的表面垂直 (E)塑膠吸盤與吸管的使用原理皆利用大氣壓力。答：(A)(C)(D)(E)

※托里切利實驗

【觀念&公式】

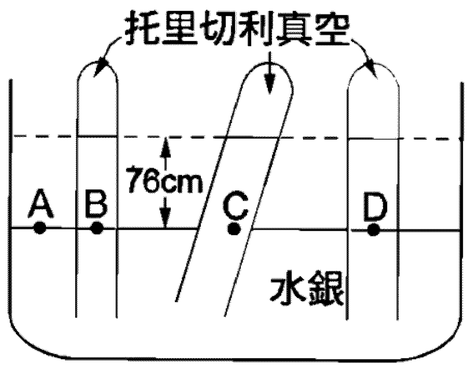
1644 年義大利人托里切利 (Evangelista Torricelli，1608-1647)發現管內水銀面下降至離槽內水銀面鉛直高度約 76 公分處。

(1)管內水銀垂直高度與管的粗細、形狀、傾斜度無關。

(2)當地球重力場強度改變時，不影響水銀柱的高度。

【說明】因大氣壓力=水銀柱高度造成的壓力

$\frac{mg}{A}=\rho hg \Rightarrow h=\frac{m}{A\rho} \Rightarrow$ h 與 g 無關



(3)玻璃管內上端為真空，這是人類第一次作出接近真空狀態，故稱托里切利真空，事實上仍有少量水銀蒸氣。

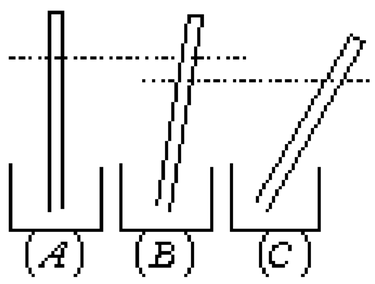
例 55.某生利用托里切利實驗測量當地的氣壓，發現管中水銀柱的長度為 152 公分。若大氣壓為 76 公分水銀柱，則此生作實驗時，玻璃管與鉛垂線的夾角為_____。答：60°

類 1.下列有關托里切利實驗的敘述，何者正確？ (A)這個實驗可用來測量空氣的壓力 (B)這個實驗證明大氣是具有重量的 (C)這個實驗是用水銀爲實驗的液體 (D)玻璃管一定要與水平面垂直，才能讀出大氣壓力 (E)本實驗需要考慮毛細作用所造成的影響。答：(A)(B)(C)

類 2.假定地球的質量減少爲目前的一半，但半徑仍然維持不變時 (A)地面上物體的質量跟著減半 (B)地面上物體的重量跟著減半 (C)大氣壓力跟著減半 (D)托里切利實驗裡的水銀柱高度跟著減半(E)拉開固定半徑的馬德堡半球所需的拉力跟著減半。答：(B)(C)(E)

類 3.關於大氣壓力何者敘述正確？ (A)每上升 100 公尺約降 10 百帕 (B)當氣體散逸一半時，其值減半 (C)重力加速度減半時，其值減半 (D)重力加速度減半時，托里切利水銀柱高度亦減半 (E)氣壓值愈小，水的沸點愈低。答：(A)(B)(C)(E)

類 4.右圖中三組托里切利實驗所代表的大氣壓力大小關係爲 (A)A=B=C (B)A+B>C (C)A+B<C (D)A<B<C (E)A>B>C 。答：(B)



類 5.以 A、B 二種不同液體同時同地做托里切利實驗，得二液柱高度爲 $h_A<h_B$，則可知 (A)管之半徑爲 $r_A<r_B$ (B)管之半徑 $r_A>r_B$ (C)液體之密度爲 $d_A<d_B$ (D)液體之密度爲 $d_A>d_B$。答：(D)

類 6.在 1atm 下，托里切利實驗的玻璃管半徑是 1cm，水銀柱高 76cm，則當玻璃管半徑是 2cm 時，水銀柱高 (A)19 (B)38 (C)76 (D)152 cm。答：(C)

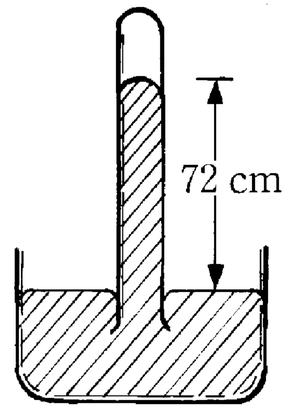
＊大氣壓力的換算

【觀念&公式】

一大氣壓：緯度45°的海平面，溫度為0°C，76公分高的水銀柱所產生的壓力。

$$1atm = 76cm \cdot Hg = 760mm \cdot Hg(1mm \cdot Hg = 托Torr) = 1033.6cm \cdot 水柱 = 10.336m \cdot 水柱$$
$$= 1033.6gw/cm^2 = 10336kgw/m^2$$
$$= 1.013 \times 10^5 Nt/m^2 = 1.013 \times 10^6 dyne/cm^2$$
$$= 1.013 \times 10^5 帕(1Nt/m^2 = 1帕Pa) = 1013百帕 = 1013毫巴$$

例 56.附圖為托里切利實驗的結果，則當時的大氣壓力為_____百帕。答：959.7

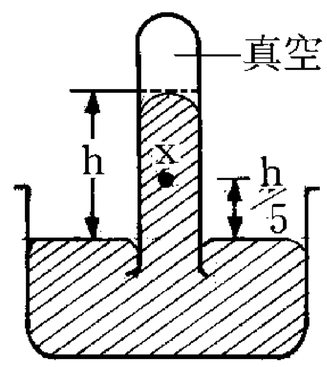


例 57.一大氣壓可維持的水銀柱高度為 76 公分，若將水銀改成純水時，則可維持的水柱高為若干 ？ (已知水銀密度為水的 13.6 倍) (A)76 (B)500 (C)1034 (D)2000 (E)5000 公分。答：(C)

類 1.在托里切利實驗中，如果以水代替水銀，則用於裝水的玻璃管長至少需要_____m。答：10.336

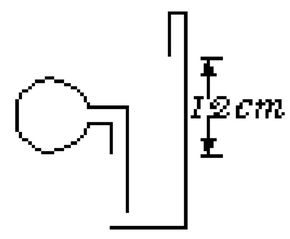
類 2.小明利用甲、乙兩種不同的液體做托里切利實驗，發現管中液柱的高度分別為 h_1 與 h_2，則甲、乙兩液體的密度比為_____。答：$\frac{h_2}{h_1}$

類 3.某生作托里切利實驗得附圖結果，圖中 x 點離水銀面 $\frac{h}{5}$，玻璃管內的水銀面高度為 h，若大氣壓力為 100000 帕，則 x 點的壓力為_____帕。答：80000



類 4.若大氣壓力為 75cmHg，則水面下 3.4m 處的壓力為_____cm-Hg（水銀密度為 13.6g/cm^3）答：100

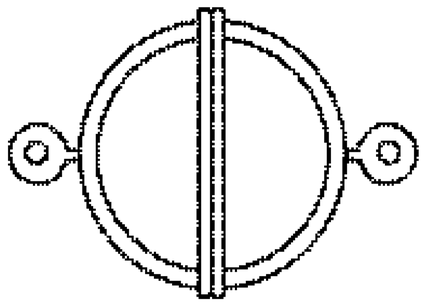
類 5.右圖為一開口式氣壓計，若大氣壓力為 76cm-Hg，而管中的液體為水銀，則球狀容器內的氣體壓力為_____cm-Hg。答：88



※馬德堡半球

【觀念&公式】
F=P×A

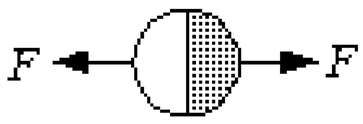
例 58.設有一馬德堡球的半徑 10 cm，經抽氣後，球內呈真空狀態如圖，若一人可出力能為 60 kgw，且當時大氣壓力為 76 cmHg，在球可分離的兩側至少每邊多少人才能拉開它？ (A)5 (B)6 (C)7 (D)8 (E)9。答：B



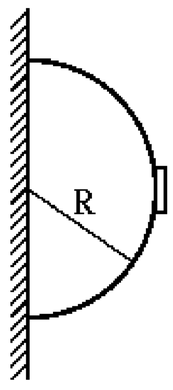
類 1.大氣壓力壓在一平方公尺的水平桌面上，約略相當於多大的重量壓在此桌面上？ (A)1 公斤 (B)10 公斤 (C)100 公斤 (D)1000 公斤 (E)10000 公斤。【68 日大】答：(E)

類 2.若一大氣壓力等於 75 厘米汞柱，則 1 平方公分的面積有_____牛頓的力作用其上。已知水銀密度爲 13.6 克/厘米^3，重力加速度爲 10 米/秒^2。答：10.2

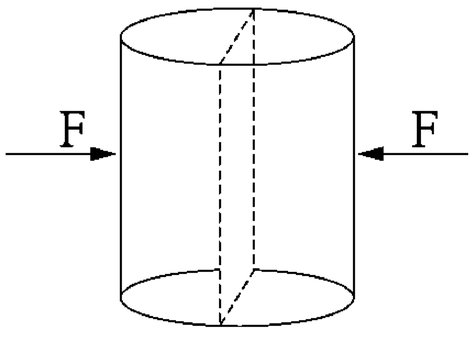
類 3.右圖爲馬德堡半球的示意圖。以知用一對大小相同的力 F 拉扯時，恰可將馬德堡半球拉開，則 (A)兩半球間彼此的拉力爲 F (B)兩半球間彼此的拉力爲 0 (C)大氣壓力對左半球的施力方向朝右 (D)大氣壓力對兩球的合力作用爲 0 (E)若馬德堡半球的半徑加倍，則拉開兩半球所需的力變爲 4F。答：(B)(C)(D)(E)



類 4.一半球形吸盤吸附在牆壁上，如圖，若球半徑爲 R，大氣壓力爲 P，則欲拉開此吸盤需施力_____。(假設吸盤內的氣壓爲 P_0 且 $P_0<P$)答：$(P-P_o)\pi R^2$



類 5.如圖，在無重力且無空氣的環境中，把半徑爲 1 公尺，高 3 公尺的圓柱形空心密封容器縱切成相同的兩半。再度併攏後，內部充以壓力爲 10^5 牛頓／米^2 的氣體，若要使氣體保持在容器內，至少應從圓柱的兩側各施力多少？ (A) $\pi\times10^5$ (B)6×10^5 (C)$6\pi\times10^5$ (D)$3\pi\times10^5$ (E)$4\pi\times10^5$ 牛頓。答：B



※大氣壓力與高度

【觀念&公式】
在地表附近，高度每上升 100 公尺，氣壓約下降 0.8cm-Hg

例 59.(1)離地高度每上升 100 公尺，大氣壓力約下降 8mm-Hg；玉山高約海拔 4000 公尺，則玉山上大氣壓力約為____cm-Hg。

(2)地球重力加速度公式 $g=\frac{GM}{R^2}$　G：重力常數　M：地球質量　R：距地心距離

若地面之重力加速度 $g=9.8\,m/s^2$，則玉山上的重力加速度 $g'=$___m/s^2。(地球半徑 6400km)

(3)若將托里切利實驗搬到玉山上重作，測得山上汞柱高為___cm-Hg。答：(1)44；(2)9.8；(3)44

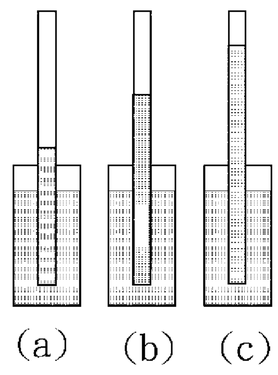
類 1.小強跟爸去爬山，當他爬到山頂時，拿氣壓計一量，發現山頂上的氣壓只有 704 公釐水銀柱高，假設當時海平面氣壓爲 1 大氣壓，又每升高 100 公尺，大氣壓力減少 8 公釐水銀柱高，請你幫小強算一算，此山的高度爲_____公尺。答：700

類 2.某人攜帶氣壓計，從山腳下爬至山頂，測得山腳下的大氣壓力爲 75.6cmHg，山頂上爲 64.4cmHg，則此人爬升的高度爲多少公尺？ (A)1600 公尺 (B)1400 公尺 (C)1200 公尺 (D)1800 公尺 (E)1000 公尺。答：(B)

類 3.每上升 100 公尺氣壓約降低 0.8cmHg，愛因斯聰測得阿里山大氣壓力爲 60cmHg，而嘉中大氣壓力 76cmg，則阿里山比嘉中約高_____公尺。答：2000

類 4.有關重力與大氣壓力的敘述，下列何者正確？ (A)同一地方的海拔愈高，往上延伸的空氣柱的重量愈重，大氣壓力就愈大 (B)高山頂上氣壓小，水分子較容易脫離液面，反而不容易被煮沸 (C)住在高地上的人用壓力鍋來烹煮食物，是因爲在高地上的水溫未達 100℃就可沸騰，食物較不易被煮熟的緣故 (D)吸盤掛架是大氣壓力的一種應用 (E)一大氣壓力約爲 76 厘米水銀柱。答：(B)(C)(D)(E)

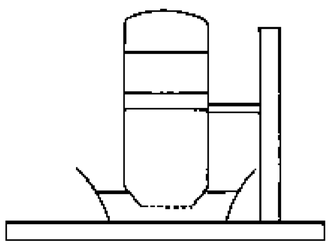
類 5.小英參加登山活動中，在(a)、(b)、(c)三個地方做托里切利實驗以測量大氣壓力，其結果如右圖所示，則這三個地方的海拔高度關係爲 (A)c<b<a (B)c>b>a (C)a=b=c (D)海拔高度與托里切利實驗無關。答：(A)



※大氣壓力的應用

例 60.在日常生活中，人們若欲利用抽水機將水由井中打上來，則水井不能太深，這最大抽水的深度約為 (A)1 (B)2 (C)5 (D)10 (E)20 公尺。答：(D)

例 61.為了使飲水盤內的水能常保不缺，小英將一裝滿水的玻璃瓶倒立在水盤中，如附圖。關於此一設計，下列何者正確？ (A)在瓶內，水面上方的空間是真空狀態 (B)在瓶內，水面上方的空間，其壓力略小於大氣壓力 (C)這是不可能存水的，瓶內的水柱高於盤面，水很快就漏光了。答：(B)



類 1.用吸管飲用果汁時，果汁上升的原理是 (A)毛細現象 (B)連通管原理 (C)浮力原理 (D)大氣壓力。答：(D)

類 2.下列何者是利用大氣壓力的裝置？ (A)吸塵器 (B)抽水機 (C)以滴管吸水(D)天平 (E)塑膠吸盤。答：(A)(B)(C)(E)

類 3.下面那一個現象或設計，與大氣壓力的作用最有關？ (A)汽車輪胎表面的紋路 (B)無線電波的傳訊 (C)用吸盤黏掛鉤於牆 (D)冷氣機運作。答：(C)

類 4.下面那一個現象或設計，與大氣壓力的作用是有關的？ (A)失重現象 (B)以麥管吸飲料 (C)衛星的繞地運動 (D)汽車輪胎面上的紋路。答：(B)

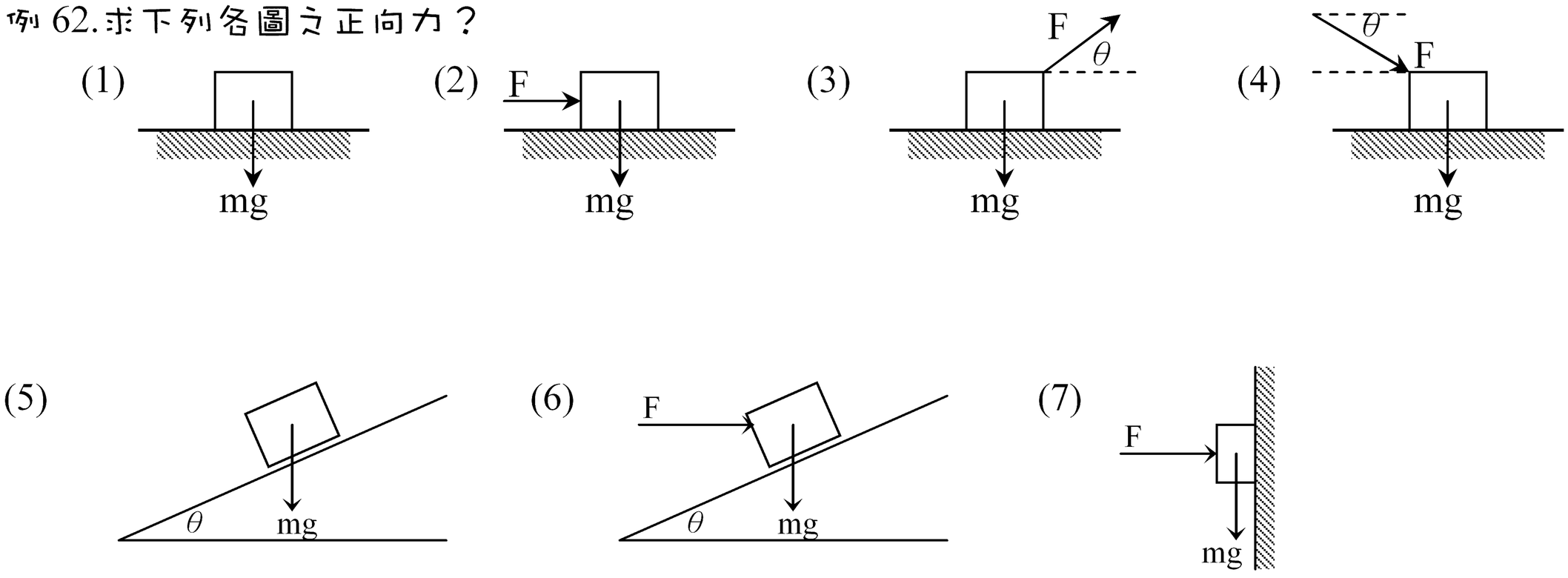
類 5.用排水集氣法在 1 大氣壓下收集氣體時，瓶內水面比瓶外高時，表示瓶內氣體壓力 (A)大於 1 大氣壓 (B)等於 1 大氣壓 (C)小於 1 大氣壓 (D)無法判別。答：(C)

類 6.用排水集氣法在 1 大氣壓下收集氣體時，瓶內水面比瓶外低時，表示瓶內氣體壓力 (A)大於 1 大氣壓 (B)等於 1 大氣壓 (C)小於 1 大氣壓 (D)無法判別。答：(A)

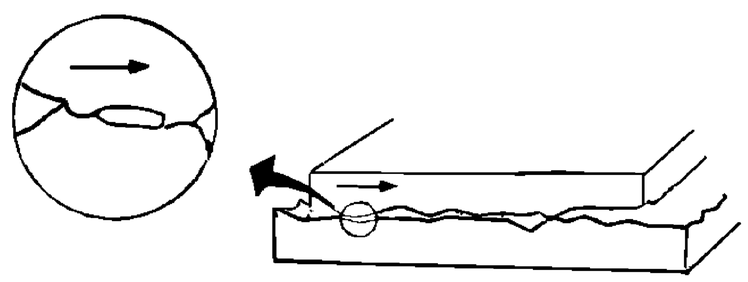
2-4 摩擦力與生活

※正向力

例 62.求下列各圖之正向力？



※摩擦力的性質



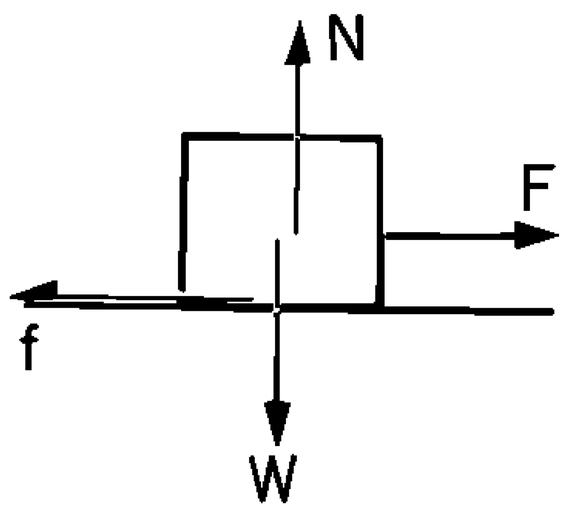
1.靜摩擦力的成因：兩物體互相接觸，若兩者間有相對運動的趨勢時，接觸面間即存在靜摩擦力。

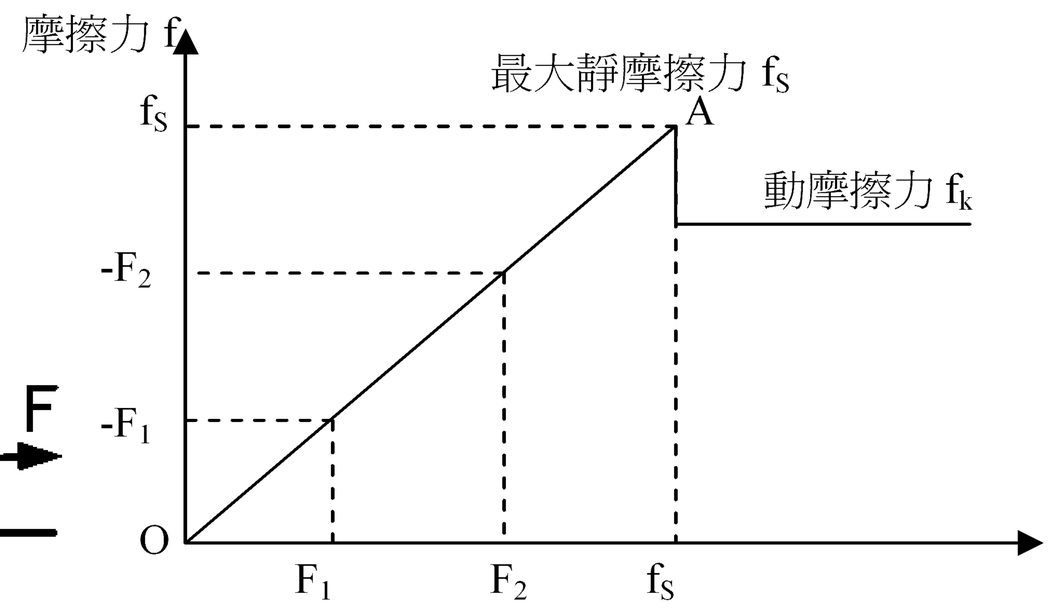
2.如下圖所示，置一物體於粗糙的水平桌面上，**F** 為平行於接觸面之作用力，**f** 表摩擦力，則

(1)不施任何力於物體上，靜摩擦力**=0**，如下圖之 **O** 點。

(2)施力 F_1 於物體，若物體不移動，則靜摩擦力$=-F_1$；施力 F_2 於物體，若物體不移動，則靜摩擦力$=-F_2$，如下圖之 **OA** 段。

(3)若外力增大到某值，物體恰開始移動，表示靜摩擦力為最大值，稱最大靜摩擦力，如下圖之 **A** 點。





3.最大靜摩擦力：

$f_S = \mu_S N$

μ_S：靜摩擦係數

N：正向力

4.動摩擦力：

$f_k = \mu_k N$

μ_k：動摩擦係數

N：正向力

※摩擦力的性質

例 63.操作「摩擦力的性質」實驗活動中，以下的結論何者正確？ (A)木塊未啟動前，木塊與桌面的摩擦力會隨拉力增加而增大 (B)靜摩擦力會隨拉力增加而增大 (C)最大靜摩擦力比動摩擦力大 (D)兩個相互接觸的表面，性質若保持相同，則摩擦力的數值通常與接觸面的面積有關 (E)最大靜摩擦力的數值與兩接觸面相互作用的正向力成正比。答：(A)(B)(C)(E)

類 1.有關摩擦力的敘述哪些是正確的？ (A)正向力即是物體的重量 (B)摩擦力的大小與接觸面積成正比 (C)最大靜摩擦力與正向力之大小成正比 (D)最大靜摩擦力必大於動摩擦力 (E)靜摩擦力必小於動摩擦力。答：(C)(D)

類 2.下列有關「摩擦力」的敘述，何者正確？ (A)使物體開始滑動的外力量值等於物體與接觸面之間的最大靜摩擦力 (B)物體滑動後的摩擦力比開始滑動時略為減小 (C)物體所受的摩擦力方向恆與物體的運動方向相反 (D)物體在水中的摩擦力比在空氣中為小 (E)飛機在飛行方向上的截面積愈小，所受的空氣阻力也愈小。答：(A)(B)(E)

類 3.下列何者正確？ (A)靜止在斜面上的物體其靜摩擦力為零 (B)動摩擦力比靜摩擦力小 (C)有摩擦力必有正向力 (D)最大靜摩擦力與正向力的大小成正比。答：(C)(D)

類 4.有關於摩擦力的敘述，何者正確？ (A)當物體啓動時，摩擦力就消失 (B)當物體在同一平面運動時，動摩擦力約為定值，與物體速度或接觸面大小均無關 (C)動摩擦力的數值與兩接觸面相互作用的正向力成正比 (D)動摩擦力會隨拉力增加而增大 (E)火車啓動或火車煞車停止，都是靠車輪與鐵軌間之摩擦力作用而加速或減速。答：(B)(C)(E)

類 5.下面有關摩擦力的敘述，何者正確 (A)靜止的物體必然不受摩擦力 (B)靜摩擦力的大小恆為定值 (C)動摩擦力與物體移動的速率無關 (D)正向力愈大時，靜摩擦力也愈大 (E)正向力的數量與動摩擦力無關。答：(C)

類 6.下列有關摩擦力的敘述，何者正確 (A)摩擦力的方向在接觸面的切線上 (B)正向力愈大時，靜摩擦力也愈大 (C)動摩擦力與移動快慢無關 (D)最大靜摩擦力與正向力成正比(E)動摩擦力可能大於靜摩擦力。答：(A)(C)(D)(E)

類 7.選正確的敘述 (A)動摩擦力的大小與運動速度大小無關 (B)一物體靜置於水平桌面（不受水平力的作用）時，靜摩擦力為 0 (C)一物體靜置於斜面上時，靜摩擦力為 0 (D)人走路時與地面間的摩擦力為動摩擦 (E)輪胎刻有凹痕，其目的是為了減少與地面的接觸面積。答：(A)(B)

※靜摩擦與最大靜摩擦力

【觀念&公式】
1. $f_S = \mu_S N$
2. 0≦靜摩擦力≦最大靜摩擦力
3. 摩擦力必平行於接觸表面

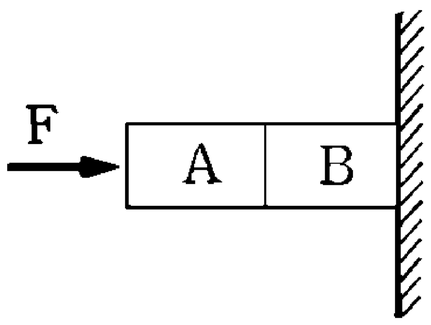
例 64.鋼塊在鋼板上靜摩擦係數為 0.8，則在水平鋼板上要推動 50 公斤重的鋼塊，至少要用力____公斤重。答：40

例 65.有一重 10kg 的桌子，置於地板上，若桌腳底部與地板之間的靜摩擦係為 0.4，試回答下列問題：
(1)桌子所受地面之正向力應為_____牛頓。98
(2)當施以 25 牛頓之水平推力於桌子，則此時桌子與地面間之摩擦力應為_____牛頓。25
(3)桌子與地面間之最大靜摩擦力應為_____牛頓。39.2

例 66.某人欲在牆壁上釘畫框，他用手把畫框暫時壓在牆壁上。若畫框背面與牆壁間的靜摩擦係數為 0.4，畫框重 3kg，則為避免畫框滑下，此人壓在畫框上的力至少需要_____牛頓。($g=9.8m/s^2$)
答：73.5

類 1.有一座重 100kg 的書櫃靜置在水平面上，書櫃底面和地面之間的靜摩擦係數爲 0.3。如果要推動此書櫃，所需的水平推力至少要多大？若你的體重爲 60kg，穿著鞋子來推書櫃，鞋子和地面間的靜摩擦係數爲 0.4，你是否可能推動書櫃而不至於滑倒？

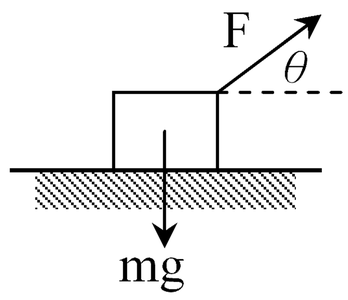
類 2.A、B 兩物重量分別爲 W_1、W_2，施一水平力 F 可使兩物靠在牆上不滑下，如右圖所示，則：



(1)A 所受之摩擦力爲何？答：W_1
(2)B 與牆壁間之靜摩擦係數爲何？答：$\mu_s \geq \dfrac{W_1 + W_2}{F}$

※靜摩擦與最大靜摩擦力

例 67.如圖，以 F 力拉一重 mg 的物體，求將此物拉動支最小力圖何？(設靜摩擦係數為 μ_s)答：$F \geq \dfrac{\mu_s mg}{\cos\theta + \mu_s \sin\theta}$

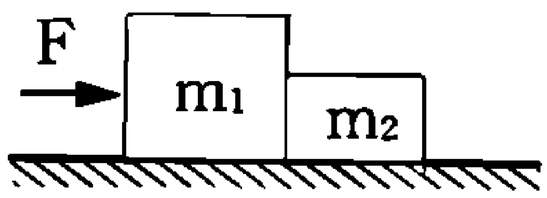


例 68.一物體質量為 10kg，靜置於仰角 37° 之斜面上，物體與斜面之靜摩擦係數為 0.7，動摩擦係數為 0.5，重力加速度為 $10m/s^2$，則物體所受摩擦力為若干牛頓？答：40Nt

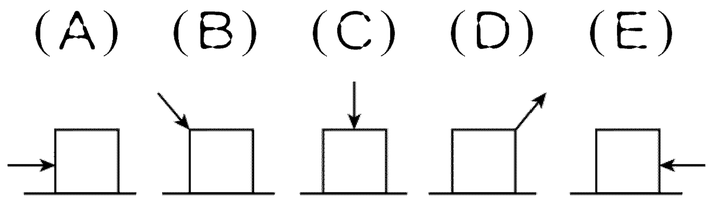
例 69.右圖 m_1=100kg，m_2=60kg，兩物體與水平面間之靜摩擦係數皆為 0.3，若

(1)F=20kgw,則 m_1 與 m_2 間之作用力分別為若干？答：0

(2)F=40kgw,則 m_1 與 m_2 間之作用力分別為若干？答：10kgw



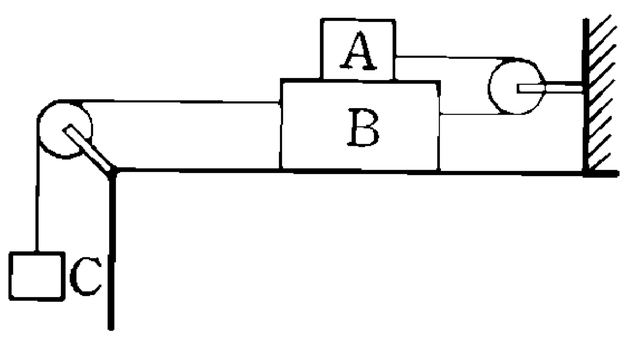
類 1.一個在水平桌面上的木塊，受大小相同，方向如下列各選項所示之力，則哪一選項中木塊所受之摩擦力最小？



答：(C)

類 2.有一質量 10 公斤的物體置於斜角 37° 之斜面上，若斜面的靜摩擦係數爲 0.8，動摩擦係數爲 0.5，重力加速度 g=10 米/秒^2。則物體與斜面之作用力爲： (A)100 牛頓 (B)80 牛頓 (C)60 牛頓 (D)40 牛頓 (E)20 牛頓。答：(A)

類 3.如右圖之連接體中，設 A 與 B 間之靜摩擦係數爲 0.2，B 與平面間者爲 0.4。又 A 之質量爲 2 千克，B 爲 10 千克。設滑輪與繩之摩擦不計，問 C 之重量至少需超過若干千克重，方能拉動此連接體？答：5.6kgw



※動摩擦力

【觀念&公式】
1. $f_k = \mu_k N$
2.動摩擦力方向與滑動方向相反
3.動摩擦力大小僅受摩擦係數&正向力影響，與推力&速度無關

例 70.以 25 牛頓的力作用在 m = 5 公斤的物體上，若該物體必須承受 4 牛頓的動摩擦力，則其加速度為_____公尺/秒^2。答：4.2

例 71.重量 W 的木塊沿著斜角為30°的斜面，等速下滑時，當時木塊所受的摩擦力為_____。答：0.5W

類 1.以 0.8 牛頓的水平拉力可使質量 0.4 公斤的正立方形木塊，在一水平粗糙地面上作 1 公尺/秒的等速度運動，則物體與地面間的摩擦力爲_____牛頓。答：0.8

類 2.一個 2 公斤的木塊在水平長板凳上滑行時，所受的動摩擦力爲 4 牛頓，若施以 10 牛頓的拉力使木塊在同一板凳上運動，則木塊的加速度量值爲_____公尺/秒^2。答：1.5

類 3.一個愛斯基摩人拉著 25 公斤的雪橇通過平坦的雪地，若此人所施的水平力爲 80 牛頓，且動摩擦力爲 20 牛頓，則雪橇的加速度爲若干？ (A)0.08m/s^2 (B)0.625m/s^2 (C)1.6m/s^2 (D)2.0m/s^2 (E)2.4m/s^2。答：(E)

類 4.一物體沿粗糙表面運動，當速度增大時其動摩擦力大小_____。（填不變、變大、變小）答：不變

類 5.重量 50 牛頓的物體置於水平桌面上，設接觸面之靜摩擦係數 0.5，動摩擦係數爲 0.3，今施一拉力 F，則(1).F=20 牛頓，則摩擦力爲_____牛頓。(2).F=25 牛頓，則摩擦力爲_____牛頓。(3).F=30 牛頓，則摩擦力爲_____牛頓。 答：(1)20 (2)25 (3)15

類 6.有一個運動體所受的動摩擦力爲其重量的 0.2 倍，則此時動摩擦係數爲_____；又當物體的重量加倍時，其動摩擦力增爲原來的_____倍。答：0.2，2

※摩擦力的應用

例 72.摩擦力不全然是阻礙物體運動的進行，則下列情況中，何者摩擦力是用於推動物體運動所需之力？ (A)火車在鐵軌上加速行駛時，車輪與鐵軌之間的摩擦力 (B)物體由斜面下滑時，物體與斜面間的摩擦力 (C)人在走路時，腳與地面之間的摩擦力 (D)汽車在公路上加速行駛時，車輪與地面之間的摩擦力 (E)在水平地面上推動書櫃時，書櫃與地面之間的摩擦力。答：(A)(C)(D)

類 1.在火車起動及停止時，整列火車加速或減速的淨力是靠那種力？ (A)無論加速或減速都是靠鐵軌上之摩擦力 (B)加速是靠火車頭對車廂之拉力，減速是靠鐵軌上之摩擦力 (C)加速是靠鐵軌上之摩擦力，減速是靠火車頭對車廂之阻擋力 (D)加速是靠火車頭對車廂之拉力，減速是靠火車頭對車廂之阻擋力 (E)以上皆非。答：(A)

類 2.一輛公車緊急煞車，車輪在地面滑行的過程中(此時輪子沒有轉動) (A)摩擦力逐漸增大 (B)摩擦力逐漸變小 (C)速度較小時，摩擦力也變小 (D)速度較大時，當時的摩擦力也較大 (E)摩擦力爲定值。答：(E)

類 3.有關前輪傳動的汽車之敘述，下列哪些是正確的？ (A)起動時，前後輪之摩擦力反方向 (B)起動時，前後輪之摩擦力同方向 (C)起動時，後輪之摩擦力向後 (D)起動時，前輪之摩擦力向前 (E)等速度前進時，輪子之摩擦力均向後。答：(A)(C)(D)

類 4.汽車的輪胎都製成凹凸花紋爲了 (A)美觀 (B)減少摩擦 (C)增加摩擦 (D)不易翻車。答：(C)

類 5.凡洲繞著圓形噴水池跑步，則下列敘述何者錯誤？ (A)在切線方向上不受外力作用 (B)在垂直運動方向上受外力作用 (C)在法線方向上必有加速度 (D)與地面的摩擦力爲靜摩擦力 (E)跑完一圈的平均速度爲零。答：(A)

類 6.下列敘述何者正確？ (A)月球繞地做圓周運動，向心力是由地球引力提供 (B)電子繞原子核作圓周，向心力由靜電力提供 (C)唱盤上的硬幣旋轉時向心力由摩擦力提供 (D)圓周運動的速率愈大向心力愈大 (E)圓周速率一定值時半徑愈大向心力愈大。答：(A)(B)(C)(D)

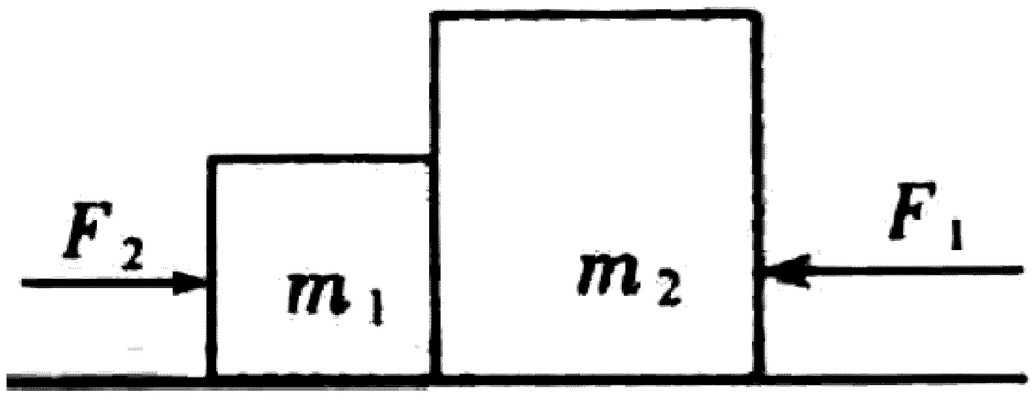
類 7.以手握住鉛直的尺靜止時，何者會影響摩擦力的大小？ (A)手施的力 (B)手握住的面積 (C)尺上塗有潤滑劑否 (D)尺的重量 (E)當地的重力加速度。答：DE

類 8.下列何者正確？ (A)一物體沿粗糙表面運動，當速度增大時其動摩擦力大小將變大 (B)作圓周運動的物體，始終受到與運動方向相同之力 (C)速度爲零，加速度可能不爲零 (D)等加速度運動之路徑必爲直線 (E)自由落體運動爲一種變速度運動。答：(C)(E)

基礎物理講義

第二章

運動與力



_____年 _____班 _____號

姓名：_____

吳錫玠老師 編授