

Conceptual physics

許人聰

觀 念 物 理

觀念有限，題目無限，以有限觀念，解無限題目

波動 聲波

許人聰

許 人 聰 觀 念 物 理

目 次

選修物理（上）波動

第 1 節	週期波	1
第 2 節	繩波的反射與透射	15
第 3 節	波的疊加原理	23
第 4 節	惠更斯原理	29
第 5 節	水波的干涉	33
第 6 節	橫波的駐波	49

選修物理（上）聲波

第 1 節	聲波的共鳴-基音與泛音	65
-------	-------------	----

波動

第1節 週期波

歷屆聯考試題分佈統計表

年度	~87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
題數	2	1								1		1			1	1		1	1			1	

核心觀念

觀念有限題目無限 以有限的觀念解無限的題目

(一) 波的種類

1. 力學波與電磁波：力學波須藉著物質運動為媒介來傳播，如水波、弦樂器的弦波、彈性波、聲波等。而電磁波可在真空中傳播，其在真空中的波速為 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。
2. 橫波與縱波：若波進行方向與介質振動方向相垂直的稱為橫波，又稱為高低波，如繩波、光波等。若波進行方向與介質振動方向相平行的稱為縱波，又稱為疏密波，如聲波、彈簧波。

(二) 橫波速率

1. 狀況：取一線密度為 μ 、張力為 F 的弦，弦上有一橫波以速率 v 進行

2. 公式：
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

3. 波速、波長、頻率與週期的關係：(只要是波動皆適用此關係)

$$v = \frac{x}{t} = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$$

4. 單位：

單位制	F	μ	v	λ	T	f
C.G.S 制	達因	克/厘米	厘米/秒	厘米	秒	赫(次/秒)
M.K.S 制	牛頓	仟克/米	米/秒	米	秒	赫(次/秒)

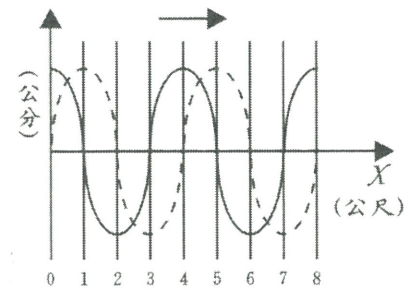
經典題型 1

認真聽講，用心體會觀念解題精妙之處

圖中實線為一列向右方行進的橫波在 $t=0$ 時的波形，而虛線則為此列橫波在 $t=0.5$ 秒時的波形，若此列橫波的週期為 T ，且 $0.3 \text{ 秒} < T < 0.5 \text{ 秒}$ ，則此列橫波的

- (1) 波速為 _____ 公尺/秒及頻率為 _____ 赫。
- (2) 若 $0.2 \text{ 秒} < T < 5 \text{ 秒}$ ，則波速可能為 _____ 公尺/秒。
- (3) 若向左行進，則(2)之答案為 _____ 公尺/秒。

【81 日大】【大考中心題庫】【南一版習題 2-14】【龍騰版習題進階 2-24】【翰林版習題挑戰 2-3】【康熹版習題綜合 2-1】【85、86、89、97、104、107 嘉中】【92、93、95、96、97、100、102 嘉女】【96 宏仁】【85、91 嘉華】【86 興華】



ANS: (1) 10 及 $\frac{5}{2}$ (2) $2, 10, 18$ (3) $6, 14$

經典題型 2

認真聽講，用心體會觀念解題精妙之處

圖示向+x方向行進之正弦波，波速為 v ， OE 距離為 d ， A 點的最大高度為 b ，則

(A) $\lambda = \frac{d}{2}$ ，振幅 = b

(B) $f = \frac{2v}{d}$ ， $T = \frac{d}{2v}$

(C) 振動方向與波前進方向垂直

(D) 質點在繩上作簡諧運動

(E) 繩上 A 、 C 之瞬時振動速度為0

(F) 繩上 A 、 C 之瞬時振動加速度最大

(G) 繩上 B 、 D 之瞬時振動速度最大

(H) 繩上 D 點瞬時振動速度之方向為↓

(I) 繩上 F 點之瞬時振動速度方向為↑

(J) 介質振動為變加速度，加速度大小與距 x 軸的距離成正比，方向恆指向 x 軸

【龍騰版例題 2-5】【87、95 嘉女】【91 興華】



ANS: ABCDEFGHIJ

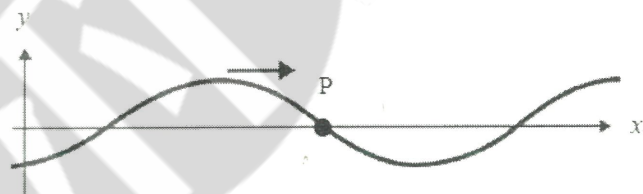
HINT: 介質上下做 SHM 形成正弦波

精選類題 2

請詳加練習，以期稱霸天下，睥睨群倫

1. 一彈性繩上的小振幅週期波由左向右方傳播，某一瞬間其振動位移 y 與位置 x 的關係如圖所示，繩上質點 P 恰在 x 軸上，則質點 P 在這一瞬間的運動方向最接近下列何者？

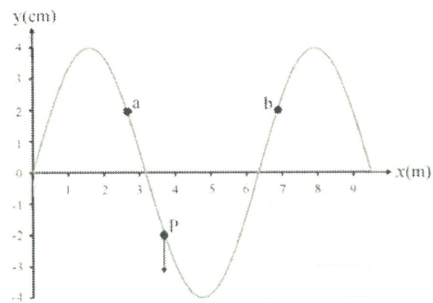
重點指數：★★★ 【102 指考】



- (A) ↑ (向上) (B) ↓ (向下) (C) ← (向左) (D) → (向右)
 (E) 沒有確定的方向，因其速度為零

ANS: A

2. 一細繩上出現沿水平方向行進的週期性橫波，以致繩上各點均作簡諧振動，在某時刻其中一段的波形如圖所示， x 與 y 分別代表繩上各點（簡稱質點）的水平位置坐標與垂直位置坐標，已知此時質點 P 的速度方向為垂直向下，高度低於其平衡位置。當波繼續行進，質點 P 位於最低點時，質點 a 、 b 的鉛直位置分別為何？



重點指數：★★★ 【108 指考】

ANS: $y_a = -2$ ， $y_b = 4$

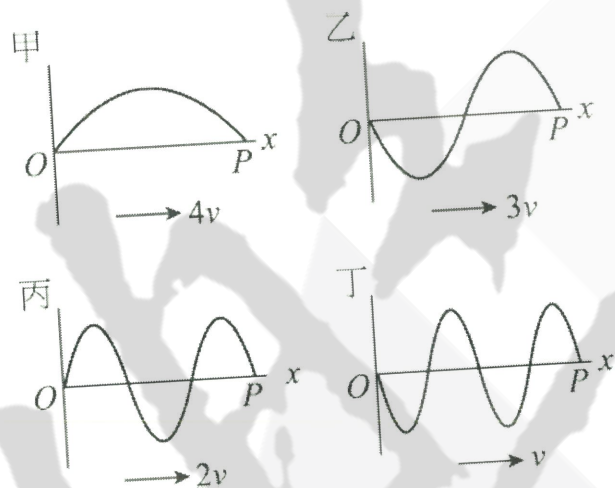
經典題型 3

認真聽講，用心體會觀念解題精妙之處

波列很長的四個橫波，都沿正x軸方向傳播，若x軸上O與P兩點間距離為L，在時間 $t=t_0$ 看到此四個波的部份波形分別如圖的甲、乙、丙及丁所示，其波速分別為 $4v$ 、 $3v$ 、 $2v$ 及 v 。則下列敘述中哪些正確？

- (A) 頻率大小依序為丁>丙>乙>甲
- (B) 甲與丁的週期相同，乙與丙的頻率相同
- (C) 甲的波長是乙的兩倍，乙的波長則是丁的兩倍
- (D) 在時間 $t=t_0$ 後，O點最早出現下一個波峰的是乙
- (E) 在時間 $t=t_0$ 後，O點最早出現下一個波谷的是丙

【96 指考】【龍騰版習題基本 2-6】【翰林版例題 2-3】【98 嘉女】【104 嘉中】



ANS: BCDE

HINT:

	v	$=$	f	\times	λ	L	T
甲							
乙							
丙							
丁							

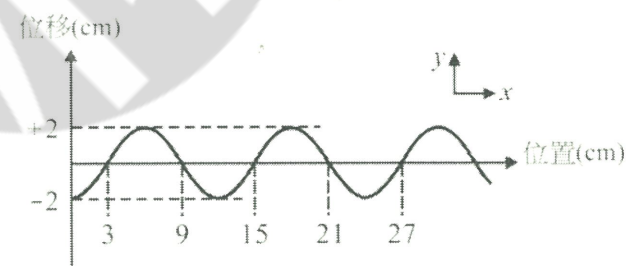
精選類題 3

請詳加練習，以期稱霸天下，睥睨群倫

1. 一個連續週期繩波向x的方向傳播，如圖所示，若細繩上的各質點在原位置每分鐘上下振盪12次，則下列敘述何者正確？

- (A) 此週期波的波長為15cm
- (B) 此週期波的振幅為4cm
- (C) 此週期波的頻率為12Hz
- (D) 此週期波的波速為2.4cm/s
- (E) 此週期波由位置3cm處傳播到27cm處需時18s

重點指數：★★★ 【101指考】



ANS: D

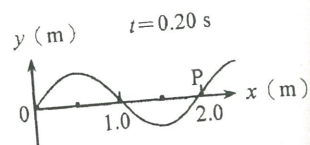
HINT: (A) $\lambda = 12\text{cm}$ (B) $R = 2\text{cm}$ (C) $f = \frac{12\text{次}}{\text{分}} = \frac{12\text{次}}{60\text{秒}} = \frac{1}{5}(\text{Hz})$

(D) $v = f\lambda = \frac{1}{5} \times 12 = 2.4(\text{cm/s})$ (E) $x = vt \Rightarrow (27-3) = 2.4 \times t$

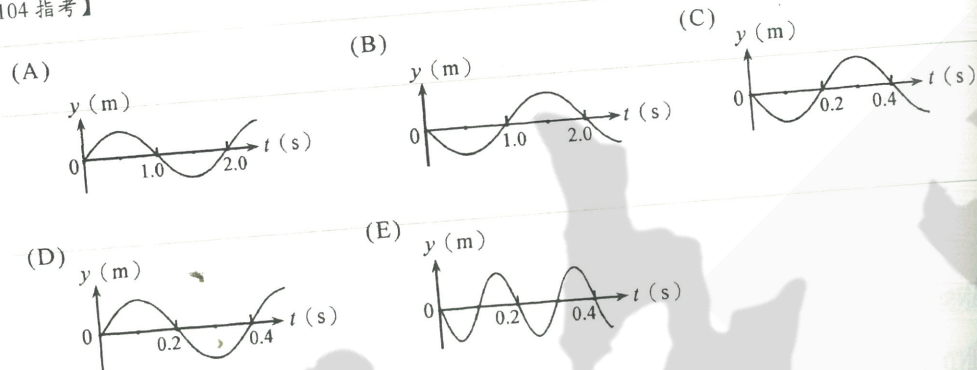
經典題型 4

認真聽講，用心體會觀念解題精妙之處

1. 一列週期性繩波以 5.0m/s 之速度，沿 $-x$ 方向傳播時，以致質輕細繩沿著 y 方向振動。若以 y 代表細繩偏離平衡位置的位移，則在 $t=0.20\text{s}$ 時，繩上各點的位移，如圖所示，則在 $x=2.0\text{m}$ 處之 P 點的位移 y 隨時間 t 的變化關係，以下列何圖所示較為正確？



【104 指考】



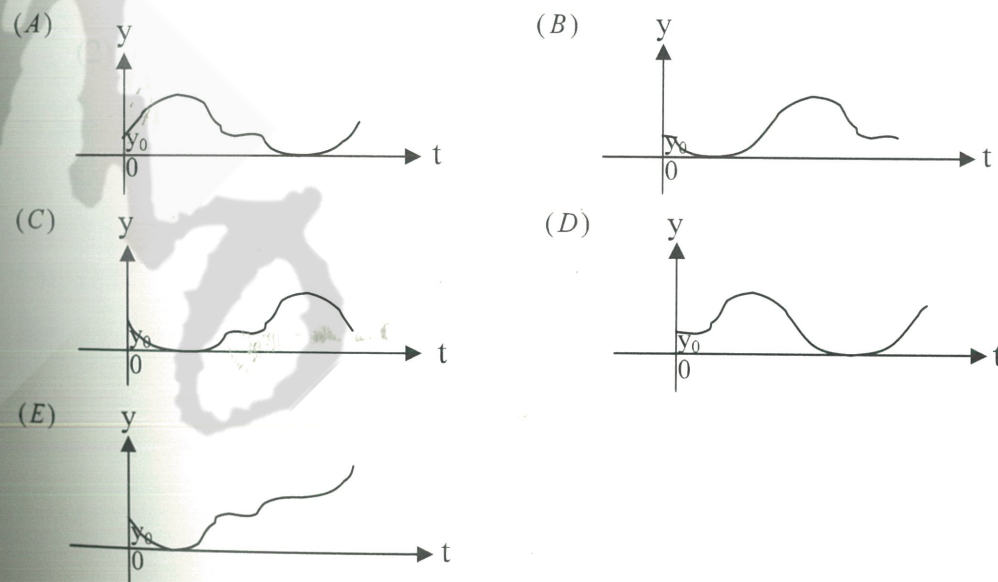
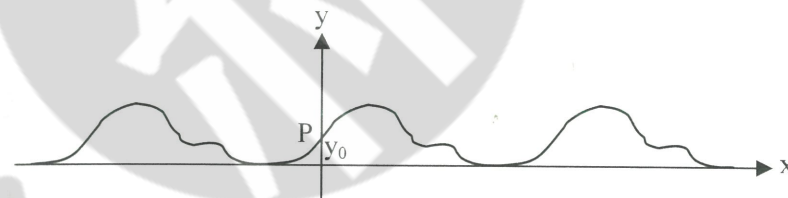
ANS: C

精選類題 4

請詳加練習，以期稱霸天下，睥睨群倫

1. 如圖所示，是由左向右行進的一週期波，其長波列的一部分波形。設此時 $t=0$ ， P 點的位移為 y_0 。下列哪一項是在 $t=0$ 以後的時間中， P 點位移隨時間變化的圖？

重點指數：★★★ 【98 指考】【翰林版例題 2-1】



ANS: C