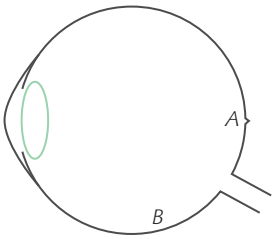
原來題目

第九冊

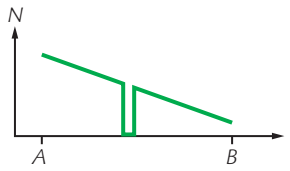
複習題

選擇題

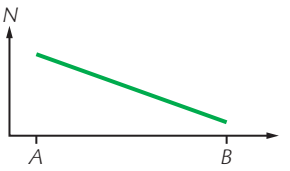
1. 下圖表示視網膜上的兩點 *A* 和 *B*。下列哪一幅圖最能表示 *A* 至 *B* 的視錐分布？（*N*：視錐數目）



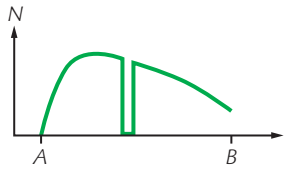
A.



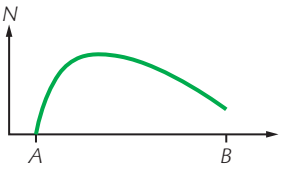
B.



C.



D.



2. 文軒正注視着一個移動中的物體。他的晶狀體的厚度隨物體移動而逐漸變厚。下列哪項正確？

A. 該物體逐漸遠離文軒。
B. 睫狀肌逐漸收縮。
C. 眼睛的焦強逐漸降低。
D. 晶狀體的焦距逐漸增加。

3. 一塊透鏡的焦強為 +0.5 D。有關該透鏡，下列哪項正確？

(1) 它是一塊凸透鏡。
(2) 它的焦距為 200 cm。
(3) 它可用來矯正遠視。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

4. 在距離透鏡 5 m 處形成一個虛像，而像的線性放大率為 3。透鏡的焦強是多少？這塊透鏡可用來矯正近視還是遠視？

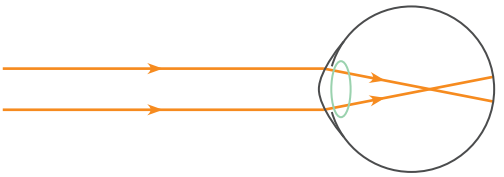
A. +0.4 D，近視
B. +0.4 D，遠視
C. +0.8 D，近視
D. +0.8 D，遠視

5. 天逸患有近視，他的遠點距離他 2 m。下列哪項正確？

(1) 當他觀看距離他 1 m 的景物時，像在視網膜後形成。
(2) 當他觀看距離他 4 m 的景物時，像在視網膜前形成。
(3) 矯正他視力的透鏡的焦距應為 2 m。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

6. 某人的視力有缺陷。下圖表示一束平行光線進入他的眼睛後的情況。下列哪項正確？



(1) 該眼睛的遠點**不在**無限遠處。
(2) 此人可能患有遠視。
(3) 可用凹透鏡片矯正其視力。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

7. 嘉慧的近點在距離眼睛 4 m 處。求矯正她視力、使近點改為 0.25 m 的透鏡焦強。

A. +3.75 D　　B. +0.267 D
C. −0.267 D　　D. −3.75 D

8. 一個聲音的聲強級由 20 dB 提高至 35 dB。原來的聲強度與提高後的聲強度之比是多少？

A. 1 : 1.2　　B. 1 : 1.8
C. 1 : 15　　D. 1 : 32

9. 一間空課室的聲強級為 30 dB。當課室內坐了 40 名物理學生後，聲強級變為 70 dB。若只得 20 名學生，則聲強級會是多少？假設所有學生都是同樣吵鬧。取聽覺閾為 10^{-12} W m^{-2}。

A. 35 dB　　B. 50 dB
C. 60 dB　　D. 67 dB

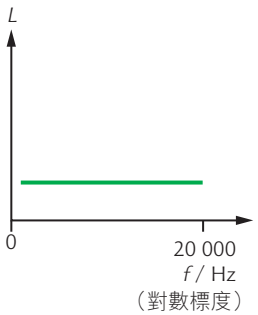
10. 有關聽覺閾，以下哪項正確？

(1) 聲強級為 0 dB 的聲音是人類可聽到最微弱的聲音，不論頻率。
(2) 聲強級為 0 dB 的聲音，其強度為 0 W m^{-2}。
(3) 不同頻率的聲音有不同的聽覺閾。

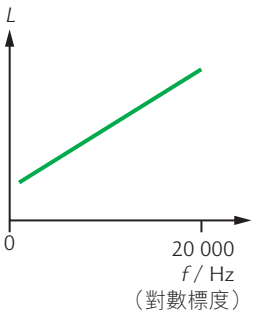
A. 只有 (3)　　B. 只有 (1) 和 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

11. 以下哪幅圖最能顯示聽力正常的聽覺閾？L 為聲強級，f 為聲音的頻率。

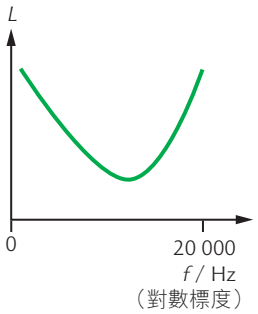
A.



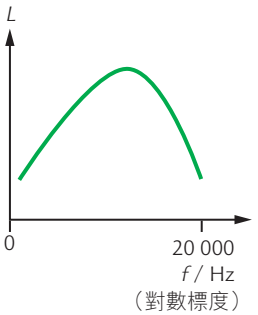
B.



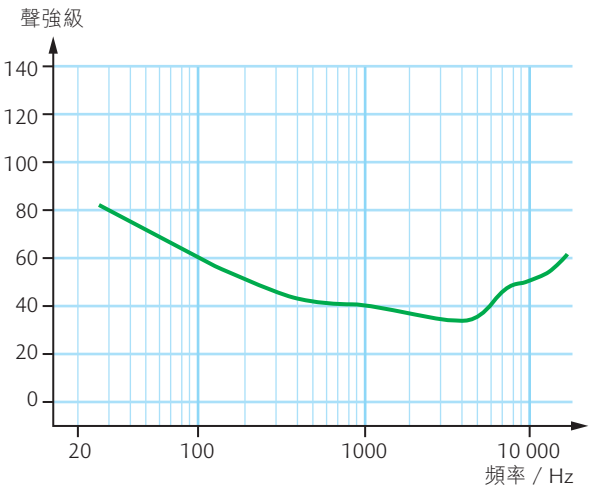
C.



D.



12. 下圖所示為一條等響曲線。

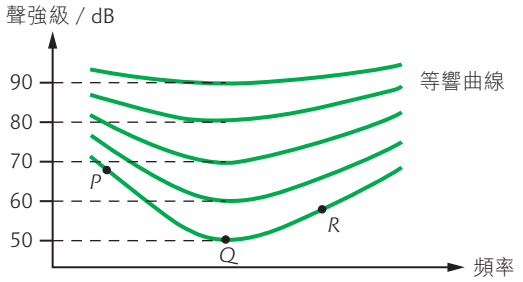


下列哪項正確？

(1) 該曲線代表響度為 60 方的聲音。
(2) 60 dB 的 10 000 Hz 聲音，較 60 dB 的 100 Hz 聲音的響度高。
(3) 若 60 dB 的聲音，其頻率從 100 Hz 增至 1000 Hz，則響度會降低。

A. 只有 (1)　　B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)　　D. 只有 (2) 和 (3)

13. **HKDSE 2012** 三位演奏家奏三個不同樂音 P、Q 及 R，一位觀眾聆聽到這些樂音有相同的響度，該些樂音展示於下面的等響曲線圖。利用微音器收錄該演奏，再用揚聲器以比原聲強級高 20 dB 重播。下列哪項為重播的聲音的響度排序？

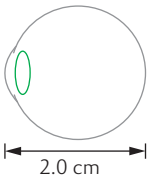


A. $P = Q = R$　　B. $P > R > Q$
C. $R > Q > P$　　D. $Q > R > P$

14. **HKDSE 2013** 志聰觀察相隔 5 mm 間距的兩個點物體，兩物體發出波長 550 nm 的綠光。假設在正常日光下志聰眼睛的瞳孔直徑約為 3 mm，估算他最多距離該兩物體多遠而仍可分辨出它們？

A. 42.4 m　　B. 24.2 m
C. 22.4 m　　D. 20.4 m

15. **HKDSE 2013** 圖示一個有視覺缺陷人士的眼球。視網膜與折射部分的光心相距 2.0 cm，而折射部分的最少焦強為 +55 D。矯正該視覺缺陷需配戴焦強為多少的眼鏡？



A. −5 D　　B. −10 D
C. +5 D　　D. +10 D

16. **HKDSE 2013** 人耳的靈敏度高是基於聲波到達內耳前，其壓強改變被大幅放大了。以下哪些事實促成這個巨大的放大率？

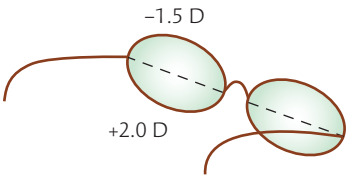
(1) 當耳骨把振動從耳膜傳遞至內耳的卵圓窗時會產生槓桿作用。
(2) 耳膜的面積比內耳的卵圓窗大很多。
(3) 內耳中的液體的密度比外面的空氣高很多。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

17. **HKDSE 2013** 一個揚聲器接連一擴音機來產生聲音。當供給揚聲器的功率為 50 W，於某處所造成的聲強級為 100 dB。假設並無其他聲源，而揚聲器將電能轉換為聲音的效率固定，於同一處產生 110 dB 的聲強級所需的功率為何？

A. 52 W　　B. 55 W
C. 100 W　　D. 500 W

18. **HKDSE 2014** 李先生配戴一副圖示的雙焦距眼鏡。每一鏡片上半和下半的焦強分別為 −1.5 D 及 +2.0 D。下列哪些敘述是正確的？



(1) 眼鏡上半是用來觀看遙遠景物而下半則是用來觀看近距離物件。
(2) 李先生只患有老花。
(3) 當沒有配戴眼鏡時，無論物件放在何處李先生都無法看清楚。

A. 只有 (1)　　B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (2) 和 (3)

結構題

19. 斯內倫視力表 (Snellen chart) 是用來測定視力好壞的工具。詠琴現站在視力表前 6 m 處，嘗試辨認高度為 88 mm 的字母 E。

取瞳孔的直徑為 5 mm，光的波長為 550 nm。

(a) 考慮距離觀察者 6 m 的兩個物體。人眼所能區分的最小角間距是多少？ (2 分)

(b) 詠琴眼睛對字母 E 所張的角度（以弧度為單位）是多少？若她視力正常，你認為她可以分辨到這個字母嗎？ (2 分)

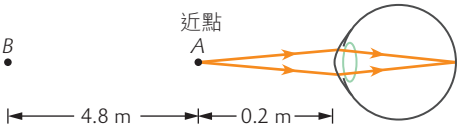
(c) 除了繞射外，舉出**另外一個**可能影響視覺敏銳度的因素。 (1 分)

(d) 假設詠琴眼睛角膜與視網膜的距離為 2 cm，及所有折射在角膜發生。

(i) 假設詠琴視力正常。當她對焦到視力表上的字母時，眼睛的焦強是多少？ (2 分)

(ii) 假設詠琴患有視力缺陷，其遠點在她前方 4 m 處。她應使用凸透鏡還是凹透鏡來矯正其視力？戴上合適鏡片後，要清楚看見視力表上的字母，眼睛的焦強應是多少？ (3 分)

20. 物體 *A* 和 *B* 與眼睛的距離分別為 0.2 m 和 5 m。眼睛的近點為 0.2 m。假設所有折射在空氣與角膜的界面發生。



(a) 試扼要描述近點是甚麼。 (1 分)

(b) 在圖中所示的一刻，*A* 的像在視網膜上形成，而視網膜在角膜後 2 cm。

(i) 眼睛的焦強和有效焦距分別是多少？ (1 分)

(ii) 此時，*B* 的像在何處？它在視網膜的前方、後方，還是在視網膜上？試扼要解釋。 (2 分)

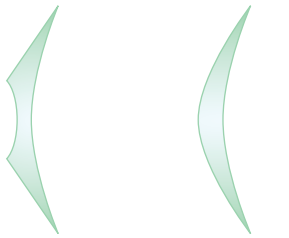
(c) 眼睛現改為對焦在 *B* 上。

(i) 寫出這個過程的名稱。 (1 分)

(ii) 試指出睫狀肌和晶狀體在這個過程中如何改變。 (2 分)

(iii) 求眼睛焦強的變化。 (2 分)

21. 下圖表示隱形眼鏡 *A* 和 *B* 的橫切面。



(a) 其中一塊隱形眼鏡可用作矯正近視。

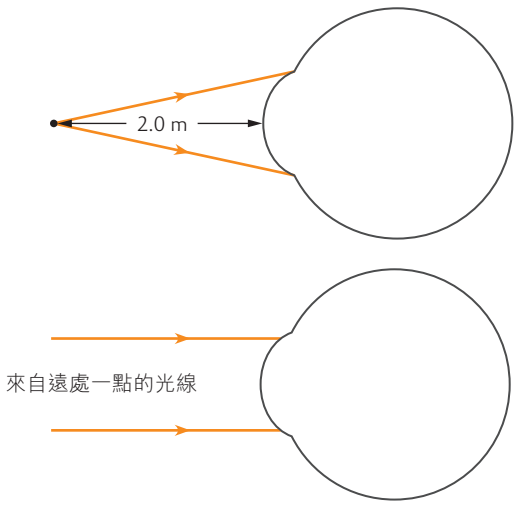
(i) 上文指的是哪一塊隱形眼鏡？ (1 分)

(ii) 寫出近視的**兩個**可能成因。 (2 分)

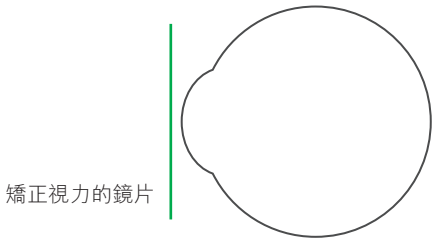
(b) 用 (a) 部的透鏡可把眼睛的遠點由 2.0 m 矯正至無限遠處。

(i) 透鏡的焦強應該是多少？ (2 分)

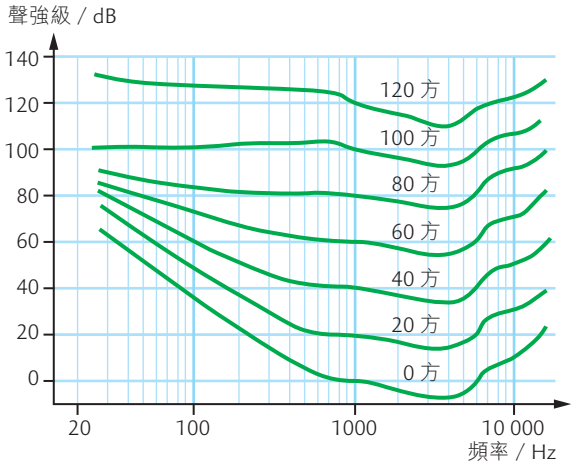
(ii) 根據以上的資料，完成未戴隱形眼鏡前的光線圖。 (2 分)



(iii) 畫出戴隱形眼鏡後的光線圖。 (2 分)



22. 下圖展示數條等響曲線。



(a) 甚麼是等響曲線？ (1 分)

(b) 指出**兩個**決定聲音響度的因素。 (2 分)

(c) 當聲音的頻率是 1000 Hz，聽覺閾（以 dB 為單位）是多少？ (1 分)

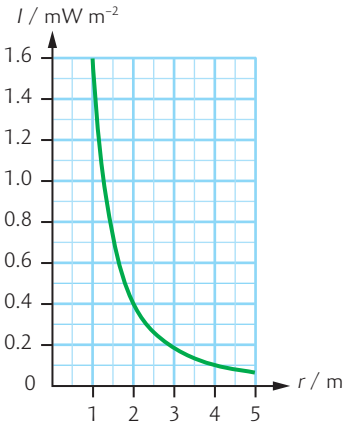
(d) 一個響度為 40 方的聲音，其頻率從 30 Hz 升至 1000 Hz。問它的強度改變了多少倍？ (3 分)

(e) 某人因年老而聽力衰退。草繪一條 0 方的曲線來代表他的聽覺。 (1 分)

23. 本題與人類的聽覺有關。

(a) 由聲音傳入耳膜開始，試扼要描述耳朵產生聽覺的物理過程。 (4 分)

一個揚聲器連接至一個訊號產生器，以固定的功率產生一個 1000 Hz 的樂音。下頁的線圖展示聲音強度 I 如何隨與揚聲器的距離 r 改變。已知聽覺閾為 $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}。



(b) 起初，小傑站在距離揚聲器 1 m 的位置。

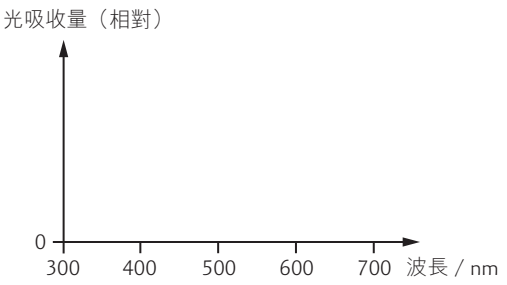
(i) 他聽到的聲強級是多少？ (2 分)

(ii) 若要使他聽到的聲強級減低 6 dB，他應該向後退多遠？ (2 分)

(c) 小晶站在距離揚聲器若干距離的位置。試建議**兩個**調校訊號產生器的方法，以減低她聽到的聲音的響度。 (2 分)

24. AQA A-level PHA6 Jun 2008 人類眼睛的黃斑（黃點）全由視錐組成，每個視錐的平均直徑為 1.5 μm。

(a) 利用下圖草繪三條曲線，並加上清晰的標記，顯示黃斑區中三種視錐分別如何對不同波長的光作出反應。 (3 分)



(b) 一隻眼睛直視着兩個相距 8 mm 的點光源，而眼睛與光源的距離為 40 m。黃斑位於晶狀體後 19 mm 的視網膜中央。

(i) 計算這兩個物體在黃斑上的像的間距。 (2 分)

(ii) 指出眼睛能否分辨這兩個在黃斑上的像，並加以解釋。 (2 分)

25. IB Higher level Nov 2010 本題與聲強度有關。

(a) 定義

(i) 聲強度 (1 分)

(ii) 聲強級 (1 分)

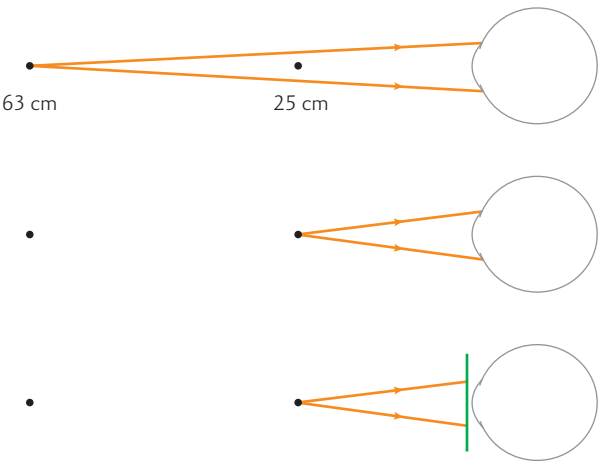
(b) 試舉出耳膜的壓強在傳到耳蝸液前得到放大的**兩個**途徑。 (2 分)

(c) 某學生有聽力問題，聲音的聲強級在 65 dB 或以上才聽得清楚。在一個大演講室中，距離講師 25 m 處的聲強級為 55 dB。

在該名學生能聽得清楚的情況下，判斷他與講師之間的最大距離。對於功率為 P 的聲源，在與聲源距離為 d 的位置的聲強度為 $I = \frac{P}{4\pi d^2}$。 (4 分)

26. AQA A-level PHYA5/2B Jun 2011

(a) 一名遠視患者矯正視力前的近點在眼前 63 cm 處。以下三幅圖不依比例繪畫。首兩幅圖顯示無戴眼鏡時光線入射的情況。第三幅圖顯示戴眼鏡矯正視力後的情況，鏡片可將近點矯正至眼前 25 cm 處。試完成各圖中光線到達視網膜的路徑。你可假設折射只在角膜發生。 (2 分)



(b) 計算矯正視力的鏡片的焦距，答案須以適當的有效數字表示。 (3 分)

(c) 試解釋何謂視覺暫留，並舉出**一個**視覺暫留起重要作用的實際情況。 (2 分)

〔**註**：(c) 部在現行的課程以外。〕

27. **AQA A-level PHYA5/2B Jun 2013**

(a) 聲波傳入至一個正常人類耳朵的聽道。試描述能量由空氣傳送到內耳所涉及的物理過程。

答案須扼要寫出聽道中壓強的變化如何放大，使內耳的壓強有較大的變化。

書寫表達能力是本題考核的技巧之一。 (6 分)

(b) 寫出聲音**強度**的定義。 (2 分)

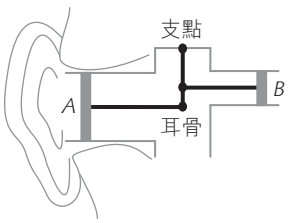
(c) 某人的耳朵在某頻率的聽覺閾為 54 dB。計算在這個頻率下，耳朵感受到的聲強度。

答案須以適當數目的有效數字表示。

$I_0 = 1.0 \times 10^{-12}$ W m^{-2} (3 分)

28. **IB High level May 2013** 本題與人類的耳朵有關。

(a) 下圖是一個模型的簡圖，用來代表耳朵的結構。



(i) 指出 *A*、*B* 分別代表耳朵的哪個部分。 (1 分)

(ii) 利用上圖，重點列出在中耳發生的聲音放大過程。 (2 分)

(b) 考慮有關媒介的聲學性質，解釋為甚麼聲音**不能**有效地由空氣直接傳送到內耳。 (2 分)

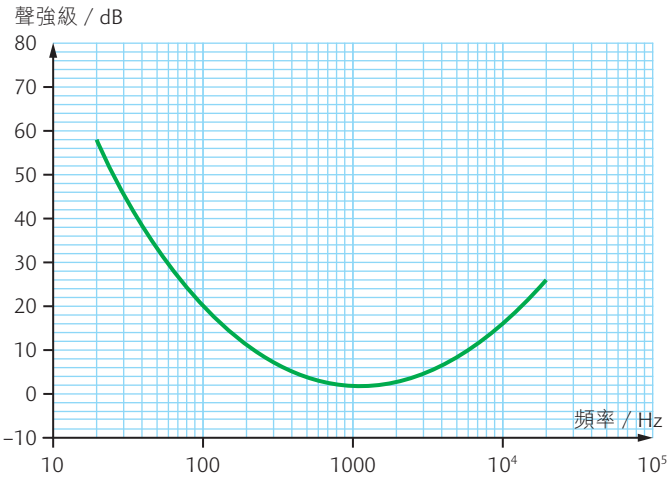
〔**註**：本題 (b) 部會在第二章詳細介紹。〕

(c) 指出響度和強度的分別。 (2 分)

(d) 某人受噪音影響而令聽力受損，在聲音頻率約為 10 kHz 的範圍，聽力損失了 15 dB。在低頻範圍的聽力未受影響。

下列圖像表示此人的聽覺閾對頻率的變化。

在圖中繪畫一條線，用來代表一個聽力正常的人的聽覺閾。 (2 分)



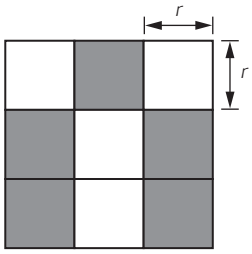
29. **HKDSE 2014** 〔**注意**：本題 (a) 部屬第二章範圍。〕

(a) (i) 用超聲波作醫學成像時會以壓電換能器掃描病人。描述壓電換能器如何產生超聲波。 (2 分)

(ii) 指出在醫學成像中使用較高頻率超聲波的優點和缺點**各一個**。 (2 分)

(b) (i) 志強擁有正常視力，於觀看遙遠景物時他眼睛的焦強為 +59 D。估算他眼睛的晶體與視網膜的間距。假設他眼睛的折射能力主要來自晶體。 (2 分)

(ii) 智能電話 *X* 的顯示屏以眾多細小的方形像素組成，如圖所示。



顯示屏一部分的幾個方形像素

志強正看着智能電話 *X* 的顯示屏上的圖形，他眼睛瞳孔的直徑為 4.0 mm，估算他眼睛對呈綠色的圖形的解像能力 θ（以弧度 radians 表達）。已知：綠色光的波長 = 5.35×10^{-7} m。 (2 分)

(iii) 由於智能電話 *X* 的像素極為細小，在典型視距 L = 0.30 m 下，人眼不能分辨出兩個毗連的像素。利用 (b)(ii) 部的結果，估算智能電話 *X* 顯示屏上一個方形像素的最大邊長 r。你可假設以弧度表示的角 θ 很細小時，$\tan\theta \approx \theta$。 (2 分)

複習題

選擇題

1. 有關介質的聲阻抗，下列哪項**不正確**？

(1) 它取決於介質的密度。
(2) 它取決於聲波在介質中的傳播速率。
(3) 它取決於介質的厚度。

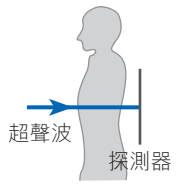
A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

2. 已知脂肪和肝臟之間的反射聲強係數為 1%。若脂肪的聲阻抗為 1.38×10^6 kg m^{-2} s^{-1}，試估計肝臟的聲阻抗。

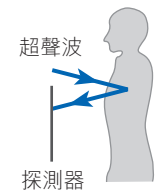
A. 1.6×10^6 kg m^{-2} s^{-1}
B. 1.7×10^6 kg m^{-2} s^{-1}
C. 1.8×10^6 kg m^{-2} s^{-1}
D. 1.9×10^6 kg m^{-2} s^{-1}

3. 下列哪幅圖最能代表超聲波掃描的操作方式？

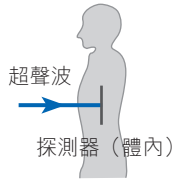
A.



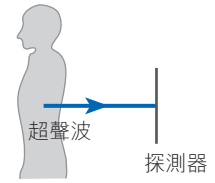
B.



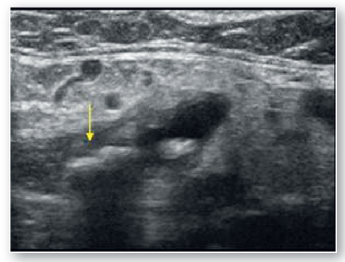
C.



D.



4. 超聲波影像中有時可能出現陰影區域。以下是在唾腺附近發現的涎石（箭號所示位置）的照片。涎石下方出現陰影區域。已知掃描器設於照片上方。



有關上述陰影，以下哪項**必定**正確？

(1) 出現陰影的區域的聲阻抗十分高。
(2) 傳送到陰影區域的超聲波很微弱。
(3) 大部分超聲波在遮擋物的前表面反射了。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

5. 下圖是一個胎兒在 12 周時的超聲波影像。

有關該影像，下列哪項正確？

(1) 這是一個 A 掃描影像。
(2) 最光亮的部分是超聲波衰減得最多的區域。
(3) 換能器位於影像頂部之上。

A. 只有 (1)　　B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (2) 和 (3)

6. 要產生乳房和腎臟的醫學影像，最宜採用以下哪組超聲波頻率？

	乳房	腎臟
A.	100 kHz	400 kHz
B.	400 kHz	100 kHz
C.	4 MHz	10 MHz
D.	10 MHz	4 MHz

7. 一條光纖的包層折射率為 1.46。已知在核心、包層界面的臨界角為 75.5°。光纖核心的折射率是多少？

A. 1.41　　B. 1.43　　C. 1.51　　D. 1.53

8. 一束相干光纖由 10 000 條光纖組成。已知兩條相鄰光纖的軸間平均距離為 0.05 mm，問整束光纖的直徑約為多少？

A. 0.3 mm　　B. 0.6 mm
C. 3 mm　　D. 6 mm

9. 有關內窺鏡的光纖管束，下列哪項**不正確**？

A. 相干管束主要是用來傳送影像的。

B. 光在非相干管束中傳播得較快，在相干管束中則較慢。

C. 不論相干或非相干管束，即使稍微彎曲都可正常運作。

D. 各條光纖在相干管束兩端的相對位置是相同的。

10. 下列哪些是採用內窺鏡的優點？

(1) 內窺鏡檢查是非入侵性的。

(2) 不涉及電離輻射。

(3) 可在檢查過程中取出有關器官的組織樣本。

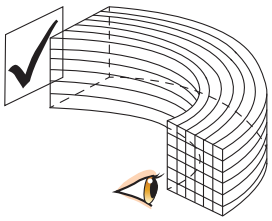
A. 只有 (1) 和 (2)

B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)

D. (1)、(2) 和 (3)

11. **HKDSE 2012** 下圖顯示一束有 36 組正方元件的相干光導纖維。現以該束纖維觀看圖示物體（繪圖不依比例）。

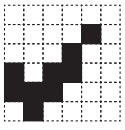


下列哪個圖最能表示觀測者看見的圖像？

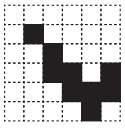
A.

B.

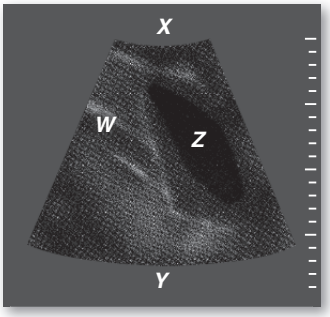
C.



D.



12. **HKDSE 2012** 圖示一超聲波 B 掃描圖像。哪些敘述是正確的？



(1) *X* 比 *Y* 較接近掃描器。

(2) 部位 *Z* 的亮度低是由於它吸收較多超聲波。

(3) 部位 *W* 的亮度高是由於它反射較多超聲波。

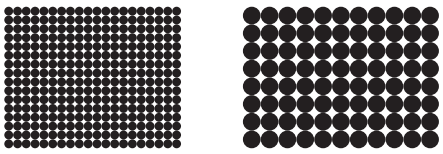
A. 只有 (1) 和 (2)

B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)

D. (1)、(2) 和 (3)

13. **HKDSE 2013** 下圖顯示用於內窺鏡的兩束相干光導纖維 *X* 和 *Y*。兩束纖維的橫截面大小相同，但 *X* 的光導纖維較多並較幼。以下哪些敘述是正確的？



X *Y*

(1) 從 *X* 得到的圖像亮度遠高於 *Y*。

(2) *X* 比 *Y* 可屈曲得較多。

(3) 從 *X* 得到的圖像分辨率比 *Y* 的高。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

14. **HKDSE 2013** 以下哪些有關超聲波醫學成像的敘述是正確的？

(1) 超聲波有潛在危險，因為它是一種致電離輻射。

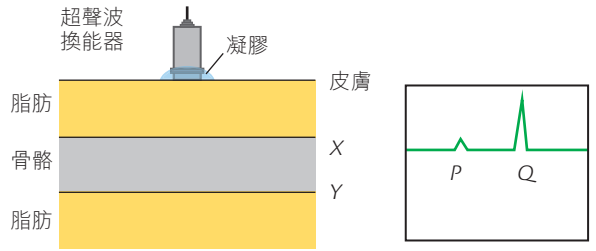
(2) 超聲波不適用於肺掃描，因為它到達肺部的組織—空氣界面時幾乎全被反射。

(3) 高頻超聲波的貫穿能力較強，但所得圖像分辨率較低。

A. 只有 (l)　　B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (3)　　D. 只有 (2) 和 (3)

15. **HKDSE 2014** 把超聲波換能器放在人體某處的皮膚上進行 A 掃描。如圖所示，接收到的訊號有兩個尖峰 *P* 和 *Q*。下列哪些敘述是正確的？



(1) 界面 *Y* 幾乎沒有反射，因為骨骼差不多吸收了所有超聲波。

(2) 界面 *Y* 幾乎沒有反射，因為界面 *X* 差不多把所有超聲波反射。

(3) 兩個尖峰 *P* 和 *Q* 分別對應在界面 *X* 和 *Y* 的反射。

A. 只有 (1)

B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (3)

D. 只有 (2) 和 (3)

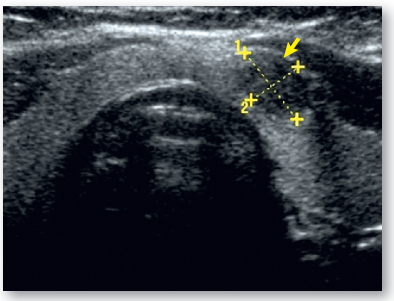
結構題

16. 以下照片顯示一名病人接受甲狀腺超聲波檢查的情形。

(a) 該次掃描應使用高頻 (> 5 MHz) 還是低頻 (< 5 MHz) 的超聲波？試扼要解釋原因。 (2 分)

(b) 與使用 X 射線造影比較，試舉出採用超聲波診斷甲狀腺病變的**一個**優點。 (1 分)

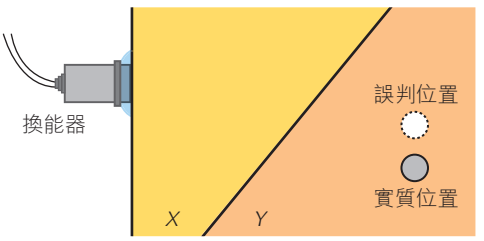
(c) 以下是掃描所得的影像。



(i) 影像中有些部分很光，有些部分很暗。試扼要解釋它們如何形成。 (2 分)

(ii) 照片中發現一個可疑的結構，即圖中箭號所示的位置。這個結構有多大（兩條黃色虛線的長度）？照片的寬度代表 4 cm 的實際長度。 (2 分)

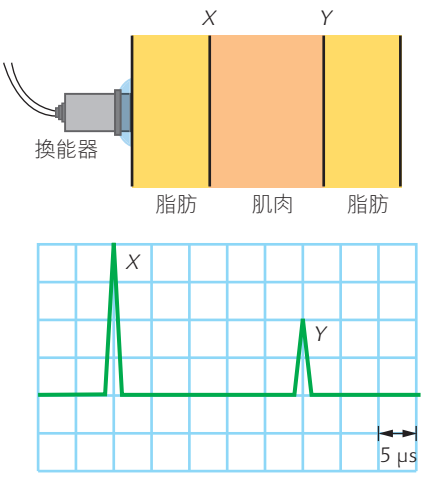
(d) 在某些情況下，超聲波掃描可能會錯誤判斷一個結構的位置。以下所示為其中一個可能的情況。



(i) 寫出導致錯誤判斷的現象的名稱。 (1 分)

(ii) 比較組織 *X* 和 *Y* 的超聲波速率。 (1 分)

17. 下圖為某次 A 掃描的示波器徑跡，徑跡顯示了來自體內界面 *X* 和 *Y* 的回聲。



(a) 換能器既負責產生超聲波脈衝，也負責偵測超聲波脈衝。

(i) 寫出用來偵測超聲波脈衝的效應的名稱。 (1 分)

(ii) 試扼要描述換能器如何產生和偵測超聲波。 (2 分)

(b) 來自界面 X 和 Y 的回聲有不同的強度。試舉出**兩個**出現此現象的原因。 (2 分)

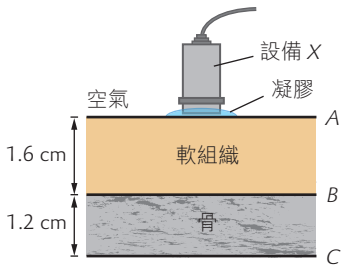
(c) 超聲波在肌肉和脂肪的速率分別為 1550 m s^{-1} 和 1450 m s^{-1}。脂肪的密度為 950 kg m^{-3}。

(i) 肌肉層的厚度是多少？ (2 分)

(ii) 找出脂肪的聲阻抗。 (1 分)

(iii) 超聲波脈衝穿過界面 X 之際，其強度減少了 0.7%。假設介質吸收的能量可以忽略，試估計肌肉的密度。 (2 分)

18. 在進行超聲波掃描時，設備 X 負責產生超聲波脈衝及偵測回聲。設備 X 與塗有凝膠的皮膚互相接觸。在皮膚下 1.6 cm 的位置有一塊厚度為 1.2 cm 的骨。A、B、C 是三塊界面：A 是空氣與軟組織的界面，B 是軟組織與骨的界面，C 是骨與軟組織的界面。超聲波在軟組織和骨中的傳播速率分別是 1500 m s^{-1} 和 4000 m s^{-1}。



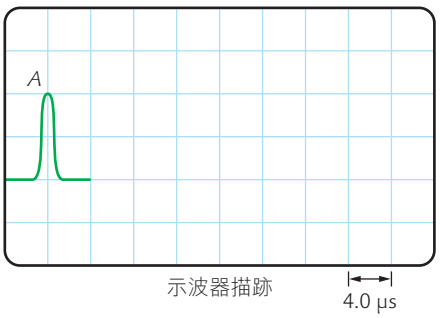
(a) 寫出設備 X 的名稱。 (1 分)

(b) 試計算超聲波脈衝在以下情況中傳播所需的時間。

(i) 從界面 A 至界面 B (2 分)

(ii) 從界面 B 至界面 C (1 分)

(c) 下圖的陰極射線示波器描跡，展示接收到從界面 A 反射回來的超聲波脈衝。時基的設定為每格 4.0 μs。

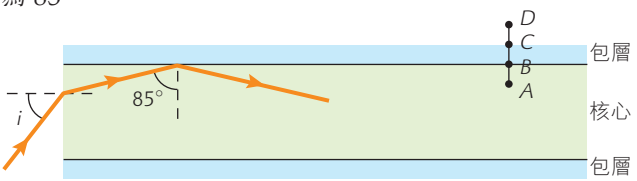


(i) 完成示波器的描跡，顯示接收到來自界面 B 和 C 的超聲波脈衝回聲的時距。忽略回聲在振幅上的變化。 (2 分)

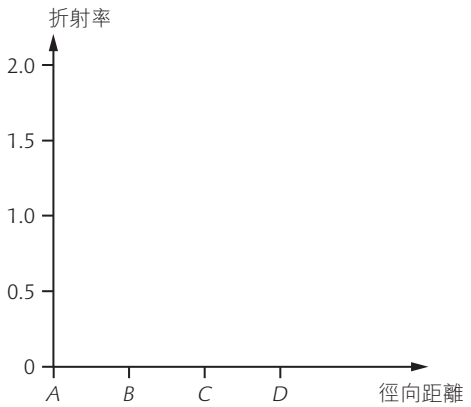
(ii) 若皮膚上沒有塗上凝膠，你在 (c)(i) 部的答案將會有何變化？試扼要解釋。 (2 分)

(d) 界面 B 的反射聲強係數為 35%。骨與軟組織的密度之比是多少？ (2 分)

19. 下圖展示一條光纖的縱截面。光纖核心由折射率為 1.5 的玻璃製成，而核心、包層界面的臨界角為 85°。



(a) 完成下圖，以顯示折射率如何隨線段 AD 的徑向距離而變化。 (2 分)



(b) 若要入射光線在核心、包層界面上全部反射，問入射角 i 的最大值是多少？ (2 分)

(c) 把這些光纖捆成一束，負責在內窺鏡中傳送影像。試借助輔助圖說明傳送影像的方法。 (4 分)

(d) 試舉出內窺鏡的**一個**優點和**一個**限制。 (2 分)

20. 細閱以下關於超聲波內窺鏡的文章，然後回答隨後的問題。

超聲波內窺鏡

超聲波內窺鏡 (EUS) 結合內窺鏡和超聲波掃描，來獲得在胸腔和腹腔內的器官影像。

在超聲波內窺鏡中，細小的超聲波轉換器安裝在內窺鏡的頂端。把內窺鏡插入上消化道或下消化道，我們可以得到體內器官的影像。由於超聲波內窺鏡換能器置於靠近所檢查的器官的位置，所得到的影像一般比傳統的超聲波掃描更準確和細緻。

超聲波內窺鏡也能獲得關於腸內壁層及附近範圍，例如淋巴結和血管的資料。使用超聲波內窺鏡診斷某些器官（包括食道、胃和肺等）的癌症分期變得越來越普遍，原因在於超聲波內窺鏡能夠提供一些有用資料，使醫生可以瞭解靠近組織和淋巴結的惡性腫瘤的穿透深度和擴散情況。

(a) 試扼要解釋為甚麼不能透過傳統的超聲波掃描來獲得胃或直腸的影像。為何透過超聲波內窺鏡卻可以產生這些器官的影像呢？ (3 分)

(b) 試根據你對內窺鏡的知識，提出病人使用超聲波內窺鏡的**一個**限制和**一個**可能風險。 (2 分)

21. **IB Higher level Nov 2011**

本題關於超聲波影像在診斷上的應用。

(a) 試扼要描述用於醫學影像的超聲波是如何產生的。 (3 分)

(b) 我們可以利用超聲波拍攝心臟的影像，以檢查心室受傷的情況。

試建議為何使用超聲波較使用 X 射線優勝。 (2 分)

(c) 聲音在皮膚中的傳播速率大約是在空氣中的五倍。已知皮膚的密度大約是空氣密度的 700 倍。試比較皮膚與空氣的聲阻抗。 (2 分)

(d) 利用你在 (c) 部的答案，解釋為甚麼做超聲波掃描時，須要先在皮膚上塗一層凝膠，才把掃描器放到皮膚上。 (2 分)

(e) 可用來掃描體內器官的超聲波頻率範圍相當廣闊。選用哪個頻率來掃描某個器官，取決於器官在皮膚之下的深度。

試考慮衰減和分辨率兩個因素，簡略說明器官所在的深度，如何決定超聲波掃描所應用的頻率。 (4 分)

22. **IB Higher level May 2012**

本題關於超聲波掃描。

(a) 試描述超聲波掃描中的壓電晶體，如何產生一個超聲波脈衝。 (2 分)

(b) 下表列出了聲音在不同材料的傳播速度，以及這些材料的密度。

	聲音的速度 / $m\ s^{-1}$	密度 / $kg\ m^{-3}$	聲阻抗
空氣	330	1.3	
凝膠	1420	980	
肌肉組織	1580	1080	

(i) 寫出聲阻抗的國際單位。 (1 分)

(ii) 計算每種材料的聲阻抗，並把你的答案填寫在上表中。 (2 分)

(iii) 假設本來在聲阻抗為 Z_1 的介質中傳播的超聲波，入射到聲阻抗為 Z_2 的介質。反射強度佔入射強度的幾分之幾，可用以下公式找出：

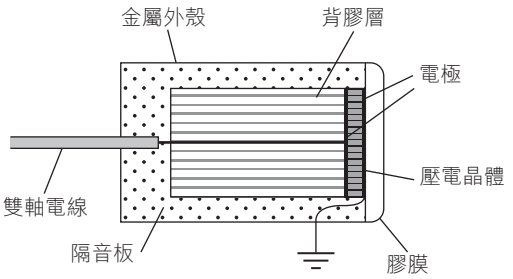
$$\frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

這個比值稱為反射係數。計算從空氣射向肌肉組織的超聲波的反射係數。 (2 分)

(iv) 利用你在 (iii) 部的答案，解釋為甚麼須要在超聲波掃描器和病人皮膚之間塗上凝膠。 (2 分)

23. AQA PHYA5 Jun 2013

(a) 圖中顯示一個用於 A 掃描的超聲波換能器。



試根據上圖，簡略指出換能器產生一個超聲波短脈衝的過程。 (4 分)

(b) 當超聲波傳播到兩種物料的界面上，部分會在界面上反射，其餘則穿過界面繼續傳播。反射波的強度 I_r，與入射波的強度 I_i 之比，可利用以下公式求得：

$$\frac{I_r}{I_i} = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

其中 Z_1 和 Z_2 為兩種物料的聲阻抗。

(i) 考慮超聲波入射到空氣與皮膚界面時的情況，試計算能夠穿進皮膚的超聲波的百分比。 (2 分)

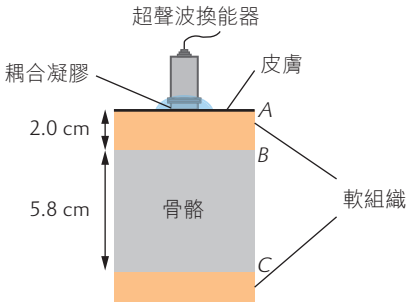
空氣的聲阻抗 = 4.29×10^2 kg m^{-2} s^{-1}

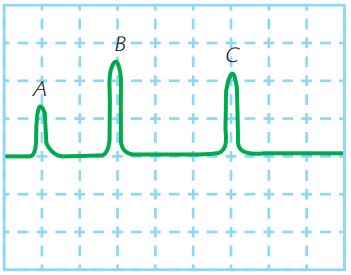
皮膚的聲阻抗 = 1.65×10^6 kg m^{-2} s^{-1}

(ii) 用超聲波掃描母腹中的胎兒之前，須先在母腹上塗上耦合凝膠。試解釋為何有此一舉。若要得到良好的影像，試指出凝膠需具備甚麼的性質。 (2 分)

24. HKDSE 2012

(a) 圖中顯示位於 2.0 cm 厚的一層軟組織下的骨骼截面，其厚度為 5.8 cm。一超聲波換能器跟塗有耦合凝膠的皮膚接觸。從不同的界面 *A*、*B* 和 *C* 反射的超聲波脈衝顯示於示波器上。





(i) 求超聲波在骨骼的速率跟其在軟組織的速率之比。 (2 分)

不同身體組織對所用超聲波的聲阻抗值表列如下。

組 織	聲阻抗 / kg m^{-2} s^{-1}
軟組織（平均值）	1.63×10^6
骨骼	7.78×10^6

(ii) 如果超聲波在軟組織的速率為 1580 m s^{-1}，估算骨骼的密度。 (3 分)

(b) (i) 描述超聲波 B 掃描成像的操作原理。 (3 分)

(ii) 就醫學成像而言，指出使用超聲波掃描的**一個**優點及**一個**限制。 (2 分)

複習題

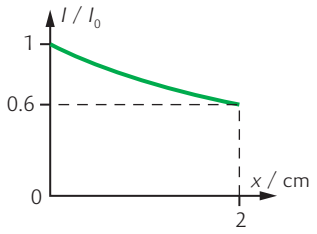
選擇題

1. 一束平行的 X 射線穿過一個厚度為 4 cm 的物料。假如從該物料出射的 X 射線束強度為原來的三分之一，物料對 X 射線的線衰減系數是多少？

A. $0.119\ cm^{-1}$　　B. $0.275\ cm^{-1}$

C. $4.40\ cm^{-1}$　　D. $1.91\ cm^{-1}$

2. 一束 X 射線在一個介質中傳播。下圖顯示 X 射線的強度如何隨穿透距離 x 而改變。已知 X 射線束的初始強度為 I_0。



下列哪項正確？

(1) 介質的線衰減系數是 $25.5\ m^{-1}$。

(2) 介質的半值厚度是 2.71 cm。

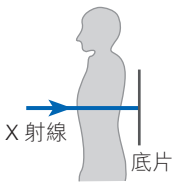
(3) 當 X 射線束在介質中穿透了 5.43 cm 時，X 射線束的強度減少至初始強度的 1/4。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)

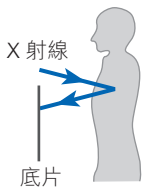
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

3. 下列哪幅草圖最能表示使用人工造影劑替一名病人進行 X 射線攝影的情況？

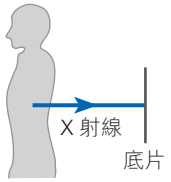
A.



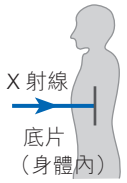
B.



C.



D.



4. 關於超聲波成像和 X 射線攝影成像，下列哪項正確？

(1) 兩種圖像同是波的衰減圖案。

(2) 超聲波沒有致電離能力，而 X 射線則有致電離能力。

(3) 兩種成像方法皆適合用來檢驗軟組織。

A. 只有 (2)　　B. 只有 (3)

C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (1) 和 (3)

5. 內窺鏡成像和 X 射線成像皆可用來檢測病人的結腸。關於這兩種方法，下列哪項正確？

(1) 在兩種方法中，探測器或探針須置於病人體內。

(2) 這兩種方法都**不能**用來評估結腸功能。

(3) 這兩種方法都**不須**在病人身上開一個大切口。

A. 只有 (2)　　B. 只有 (3)

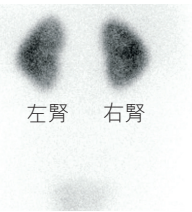
C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (2) 和 (3)

6. 核素 P 的生物半衰期為 3 日，其物理半衰期為 4 日。把 P 注射到病人體內作為放射性核素攝影的示蹤物。病人體內的 P 的放射強度降至原來 1/4 需時多久？

A. 2.0 日　　B. 3.4 日

C. 4.0 日　　D. 10 日

7. 醫護人員把小量鍀 99m 注射入振民的身體來研究他的腎功能。鍀 99m 的半衰期約為 6 小時。



下列哪項**不正確**？

(1) 黑點是由放出的 β 輻射和 γ 輻射同時造成。

(2) 單從這幅影像，我們可以判斷腎臟的功能是否正常。

(3) 六小時後，體內樣本的放射強度減少至零。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

8. 下列哪項正確指出輻射的急性及潛伏損害的差別？

(1) 兩類損害皆因為活細胞受到致電離輻射破壞。
(2) 所有急性損害都是致病的，但潛伏損害則否。
(3) 潛伏損害總是隨機發生的。

A. 只有 (1)　　B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)　　D. 只有 (2) 和 (3)

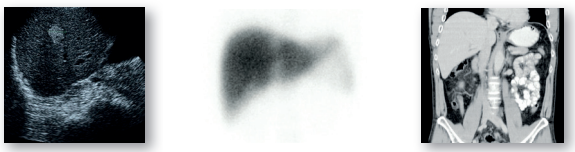
9. 有關於超聲波成像和放射性核素成像的比較中，下列哪項正確？

(1) 兩者都用了致電離輻射。
(2) 只有超聲波適合用作掃描胎兒。
(3) 只有放射性核素成像才可用來評估器官的功能。

A. 只有 (2)　　B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (2) 和 (3)

10. 下列三個是利用不同醫學攝影技術獲得的影像。

P　　*Q*　　*R*



下列哪項為正確的組合？

	P	*Q*	*R*
A.	X 射線	超聲波	γ 射線
B.	γ 射線	超聲波	X 射線
C.	超聲波	X 射線	γ 射線
D.	超聲波	γ 射線	X 射線

11. **HKDSE 2012** 右圖是利用了碘 131 示蹤劑的甲狀腺掃描，透過伽瑪攝影儀拍攝，較深黑部分代表其接收到的強度較高。下列哪一個有關部位 X 的推論正確？

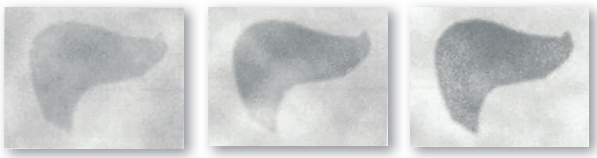
A. 它是會令 γ 輻射產生異常地高衰減的物質。
B. 它是會令 γ 輻射產生異常地低衰減的物質。
C. 它吸收了過量的碘。
D. 它不能正常地吸收碘。

12. **HKDSE 2012** 哪些敘述能解釋為何鍀 99m 適合用於放射性核素醫學成像？

(1) 它能與大部分化學物品及蛋白質組成放射性示蹤劑。
(2) 由於鍀 99m 的半衰期較短，病者的輻射暴露可減低。
(3) 它能發射出適當的 γ 輻射，於不同組織中衰減因而得到放射性核素圖像。

A. 只有 (1) 和 (2)　　B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)　　D. (1)、(2) 和 (3)

13. **HKDSE 2013** 鍀 99m 是一種放射性同位素，它會進行 γ 衰變而半衰期為 6 小時。將鍀 99m 跟一種容易被肝臟吸收的物質結合，並給一病人服用，然後於不同時間以伽瑪照相機拍攝一系列影像。下列哪些敘述是正確的？



服用 1 小時後　　服用 3 小時後　　服用 6 小時後

(1) 影像較深色部分對應於肝臟令 γ 射線有較高衰減的部分。
(2) 該系列影像提供了病人肝臟功能的資料。
(3) 影像之間的差異完全是源於鍀 99m 的衰變。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

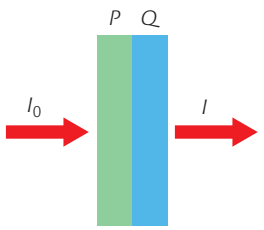
14. **HKDSE 2013** 一名交通意外的傷者懷疑腦部有內出血。為確定可能有出血的位置，哪一個醫學成像方法最適用？

A. 超聲波掃描
B. 內窺鏡
C. X 射線放射攝影
D. 電腦斷層造影 (CT)

15. **HKDSE 2014** 一位病人進行針抽切片檢查，將一支幼針穿過皮膚插入他的肝臟，抽取少許活組織進行化驗。為減低內出血的風險，最重要是勘測出插針位置附近較大的肝臟血管，而肝臟在人體內亦可微微移動，因此插針時需有實時成像。最適當的成像方法是

A. X 射線平面成像
B. 電腦斷層造影 (CT)
C. 超聲波成像
D. 放射性核素成像

16. **HKDSE 2014** 圖示物體以厚度同為 1 cm 的兩種不同物料 P 和 Q 合成。P 和 Q 對 X 射線的線衰減係數分別為 0.05 cm^{-1} 和 0.68 cm^{-1}。強度為 I_0 的 X 射線束入射該物體，當從物體出射時的強度為 I。下列哪一項給出 $\frac{I}{I_0}$ 的比率？



A. $\frac{0.05}{0.68}$　　B. $\frac{(0.68-0.05)^2}{(0.68+0.05)^2}$

C. $e^{-\frac{0.05}{0.68}}$　　D. $e^{-(0.05+0.68)}$

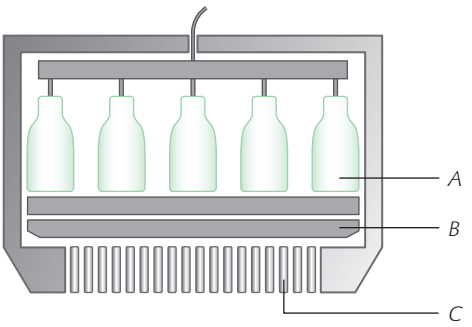
結構題

17. 一束 X 射線穿過一個物料。下表顯示 X 射線的強度 I 如何隨該物料的厚度 x 改變。

x / cm	0.000	0.040	0.080	0.120	0.160	0.200	0.240	0.280	0.320
I / W m^{-2}	12.0	10.9	9.82	8.89	8.00	7.28	6.60	5.96	5.40

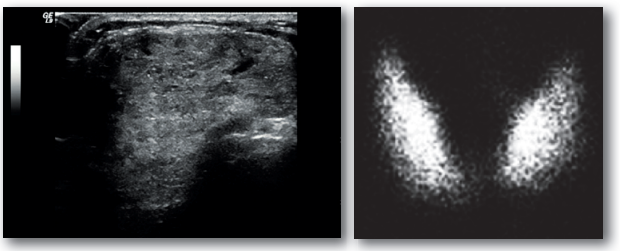
(a) 繪畫 I 對 x 的關係線圖。 (3 分)
(b) 從 (a) 部找出該物料的半值厚度。由此找出該物料的線衰減系數。 (4 分)
(c) 除了物料的性質，試舉出**另一個**與衰減有關的因素。 (1 分)

18. 下圖顯示伽瑪照相機的主要結構。



(a) 在放射性核素成像中，伽瑪照相機的功用是甚麼？ (1 分)
(b) 寫出 A、B、C 三部分的名稱，並描述它們的功能。 (6 分)
(c) 放射性核素成像利用 γ 射線而 X 射線成像則利用 X 射線。考慮放出輻射的位置及成像原理，指出這兩種成像方法的分別。 (2 分)
(d) 試舉出操作伽瑪照相機的工作人員須遵守的**兩項**安全措施。 (2 分)

19. 圖 a 和圖 b 顯示甲狀腺的兩種掃描圖像。



Q19a　　Q19b

(a) 就每種掃描，寫出**一個**決定圖像分辨率的因素。 (2 分)
(b) 試扼要描述這兩種掃描如何進行。 (6 分)
(c) 哪一種掃描能顯示甲狀腺的功能是否正常？ (1 分)

20. X 射線與伽瑪射線是兩種常用於醫療成像的電磁輻射。透射成像與發射成像則是兩種常用的成像原理。

(a) 指出這兩種電磁波的**一個**差別。 (1 分)

(b) (i) 甚麼是透射成像？試舉出**一個**常見的例子。 (2 分)

(ii) 甚麼是發射成像？試舉出**一個**常見的例子。 (2 分)

(c) 一名男子於車禍中受傷後送往醫院，男子頭部受傷，疑為腦部內出血。

(i) 醫護人員利用 X 射線攝影替頭部成像後並未發現任何異樣，試扼要解釋原因。 (1 分)

(ii) 醫護人員隨即替男子進行 CT 掃描，並在 CT 影像中確定內出血的位置。試扼要解釋為甚麼在這個情況下，只有 CT 影像能用來確認內出血的位置。 (4 分)

21. 一名老年女性病人的右下背部位置持續疼痛超過兩星期，於是她接受腹部 X 光片檢查。在 X 光片上，於右腎的區域出現細小白色不透明點，醫生初步懷疑該病人患有右腎結石。接着利用伽瑪照相機替病人進行特別的檢查，以研究病人兩個腎的功能。進行檢查時，病人躺在掃描牀上，掃描牀下病人背後則置有一部伽瑪照相機。接着病人接受放射性示蹤物靜脈注射，然後在 30 分鐘內連續拍攝兩個腎的情況，並於電腦熒幕上顯示所成的影像。在影像上，兩個腎臟的區域繪畫出關注區 (ROI)，並形成功能曲線，以顯示 ROI 中放射強度隨時間的變化。由此診斷出病人右腎出口阻塞而左腎功能正常。

(a) (i) 在進行其他醫學攝影成像方法前，通常先拍攝 X 光片。試舉出**一個**原因。 (1 分)

(ii) 試解釋為何腎石在沖曬後的腹部平面 X 光底片上表現為白色不透明區域。 (1 分)

(b) (i) 超聲波成像能否用來探測腎石？若可以的話，試解釋腎石在影像中如何表現出來。若不可以，試解釋原因。 (3 分)

(ii) 與 X 光片相比，試舉出使用超聲波探測腎石的**一項**優點及**一項**缺點。 (2 分)

(c) (i) 試舉出適用作研究腎功能的示蹤物的一種放射性核素。 (1 分)

(ii) 草繪右腎和左腎在 30 分鐘內的功能曲線。 (2 分)

22. 細閱以下有關核素鉈 (thallium) 掃描的文章，然後回答隨後的問題。

鉈掃描

鉈 201（符號 ^{201}Tl）可用來評估心臟肌肉的血液供應。這個掃描與運動壓力測試同時進行。進行運動壓力測試後（當病人已達到他能輕鬆達到的最高運動程度），把小量鉈 201 注射進入病人的靜脈血管。然後，病人躺在一部伽瑪照相機下，伽瑪照相機探測從鉈放射出來的 γ 輻射而形成影像。

鉈會依附在紅血球上，通過血流被帶到身體各部分。鉈通過冠狀動脈進入心臟肌肉，被接觸血液的心臟肌肉細胞攝取。

(a) 上述檢查所使用的放射性核素是甚麼？ (1 分)

(b) 孕婦不宜進行上述的鉈掃描。請舉出**一個**原因。 (1 分)

(c) 如果冷點出現在鉈掃描的影像上，試舉出**一個**可能的原因，並扼要解釋你的答案。 (2 分)

23. **IB Higher level Nov 2012** 本題目有關 X 射線。

(a) 寫出 X 射線束穿過介質時的衰減係數的定義。 (2 分)

(b) 試推導衰減係數 μ 與半值厚度 $x_{\frac{1}{2}}$ 之間的關係。 (2 分)

(c) 鋁塊有時會用來隔除 X 射線束中低能量 X 射線。下表列出有關某 X 射線束的數據。

X 射線能量 / keV	鋁的半值厚度 / mm
15	0.70
30	3.5

假設初始強度相等。在 X 射線束通過 6.0 mm 厚的鋁塊後，計算以下比值： (3 分)

$$\frac{\text{15 keV 的 X 射線強度}}{\text{30 keV 的 X 射線強度}}$$

(d) 簡略說明為何 X 射線不宜用於產生諸如肝臟等器官的影像。 (2 分)

24. IB Higher level Nov 2012 本題目有關放射同位素的醫學用途。

(a) 試區分放射同位素的生物半衰期及有效半衰期。 (2 分)

(b) 放射同位素碘 131 可進行 β 衰變，變成穩定同位素氙 131（符號 ^{131}Xe），此衰變的物理半衰期為 8.0 日，過程中也放出 γ 射線。甲狀腺大量吸收碘 131，生物半衰期為 21 日。

(i) 試計算碘 131 的有效半衰期。 (2 分)

(ii) 試指出為何常採用碘 131 來治療甲狀腺癌。 (3 分)

〔**註**：這部分在現行的課程以外。〕

(c) 碘 131 可用來估計病人的總血液量。

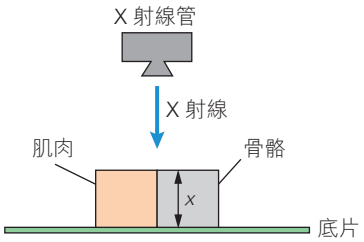
把小量的同位素溶入 8.0 cm^3 的溶液中。把 4.0 cm^3 的溶液注射入病人體內。數分鐘後，從病人身上抽取 5.0 cm^3 的血液，量得樣本的放射強度為 96 Bq。

把餘下 4.0 cm^3 的溶液與 1000 cm^3 的水混和。取其中 5.0 cm^3 的溶液，量度其放射強度，量得 510 Bq。

試估計病人的總血液量。 (3 分)

25. IB Higher level May 2013 本題目有關 X 射線及超聲波攝影在醫學上的應用。

(a) 下圖顯示 X 射線如何掃描骨骼與肌肉的樣本。



(i) 簡略說明此裝置如何區分骨骼和肌肉。 (2 分)

(ii) 假設經骨骼到達底片的 X 射線強度為 I_b，經肌肉的為 I_m。用下列數據，找出 I_b/I_m 的比值。 (3 分)

樣本厚度 = 10.0 cm

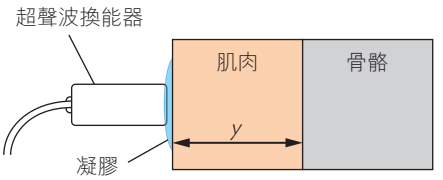
骨骼的線衰減係數 $\mu_b = 0.53\ cm^{-1}$

肌肉的線衰減係數 $\mu_m = 0.30\ cm^{-1}$

(iii) 輻射的能量增加，它對物質的半值厚度也隨之而增加。

試討論為何就穿透力及對組織的影響兩方面而論，用低能量 X 射線產生醫療影像雖然更合適，但事實上卻很少採用。 (2 分)

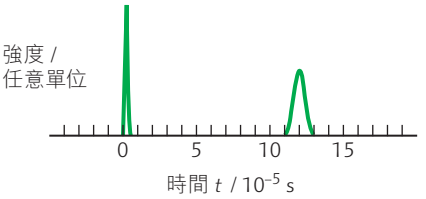
(b) 現對同一樣本，以超聲波 A 掃描從側面檢查，如圖所示。



(i) 試舉出超聲波優勝於 X 射線的**一個**地方。 (1 分)

(ii) 試指出為何換能器與肌肉之間的界面需要先塗上凝膠。 (1 分)

(iii) 在時間 $t = 0$ 時，一個短脈衝從換能器射向樣本。以下線圖顯示來自肌肉、骨骼界面的反射訊號強度如何隨時間而變化。聲速在肌肉中為 $1.6 \times 10^3\ m\ s^{-1}$。



試計算肌肉在樣本中的厚度 y。 (2 分)

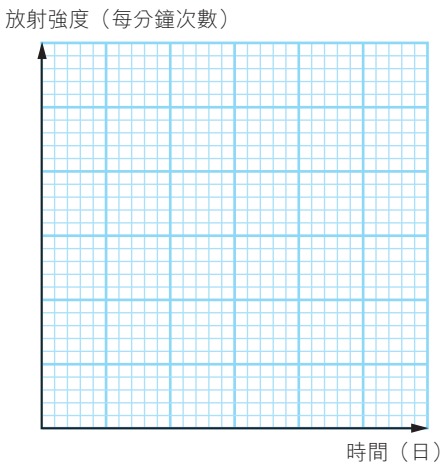
26. **AQA SC08 Jun 2013** 醫學物理人員須先考慮放射性同位素的半衰期，才可推薦採用哪種放射性同位素作為診斷、治療之用。

(a) 何謂半衰期？ (1 分)

(b) 技術員做實驗來測定某同位素 *A* 的物理半衰期。減去本底輻射後，所得結果表列如下：

時間 / 日	放射強度 / 每分鐘次數
0	190
1	140
2	100
3	75
4	55
5	40

(i) 把上表列出的結果繪成線圖，畫出最佳擬合曲線。 (3 分)



(ii) 用以上線圖，準確地找出放射性同位素 *A* 的半衰期。 (2 分)

(c) (i) 放射性同位素 *B* 的物理半衰期為 3 個月。某醫院購買了 200 g 未衰變的放射性同位素 *B*。假設全部都未曾使用，一年後該批放射性同位素 *B*，未衰變的尚餘多少？ (2 分)

(ii) 放射性同位素 *C* 的物理半衰期為 6 小時，生物半衰期為 12 小時。試計算它的有效半衰期。 (3 分)

(d) 醫生與醫學物理人員正在商討放射性同位素 *C* 是否適宜用作示蹤物。

(i) 放射性同位素 *C* 的物理半衰期是否適中？試扼要解釋。 (2 分)

(ii) 若放射性同位素 *C* 適合用作示蹤物，它必須放出哪種輻射？試扼要解釋。 (3 分)

(iii) 醫學物理人員告訴醫生，放射性同位素 *C* 由於其器官依附性 (organ affinity) 而用途不大。何謂器官依附性？ (1 分)

〔**註**：這部分在現行的課程以外。〕

(e) (i) 「隨機性」(stochastic) 及「對受照者本身」(somatic) 兩詞常用於描述輻射對人體組織的影響。試解釋何謂隨機性影響，何謂對受照者本身的影響。 (2 分)

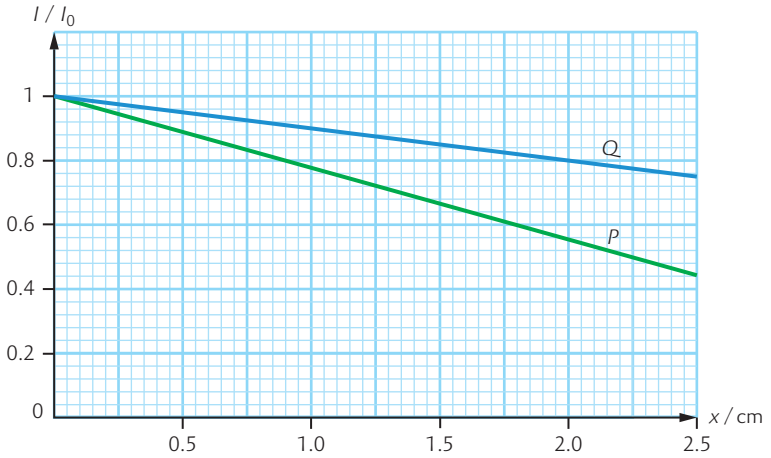
〔**註**：這部分在現行的課程以外。〕

(ii) 人體暴露於輻射中會受到傷害。試指出**兩個**影響受傷程度的因素。 (2 分)

(iii) 若你要在學校實驗室中用到放射源，試指出**一種**你可採取的安全措施，以保護自己，並解釋該措施何以能保護你。 (2 分)

27. HKDSE 2013

(a) 圖中顯示當一束 X 射線分別穿透兩介質 P 和 Q 一段距離 x 後，X 射線束的強度怎樣改變。X 射線束的初始強度為 I_0。

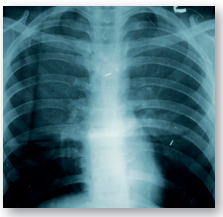


(i) 介質 P 的半值厚度為多少？ (1 分)

(ii) 求介質 P 的線衰減係數。 (2 分)

(iii) 介質 Q 的密度是高於、等於還是低於介質 P？ (1 分)

(b) 右圖是一幅胸部的 X 射線放射攝影圖像。



(i) 根據不同介質包括軟組織和骨骼對所通過 X 射線的影響，解釋該圖像如何形成。 (2 分)

(ii) 簡單解釋為甚麼相比 X 射線放射攝影，電腦斷層造影 (CT) 能提供更詳細的身體結構資料。 (2 分)

(iii) 雖然 CT 圖像具有上述優點，寫出**兩個**原因（除了 CT 掃描儀較昂貴之外）說明為何不以電腦斷層造影完全取代傳統的 X 射線放射攝影。 (2 分)