

HKDSE 物理 Paper 2 選修單元模擬卷 | 2 題 · 40 分 · 1 小時

中四至中六 (HKDSE) 物理 | 時限：60 分鐘 | 總分：40 分 | 共 2 題

甲部：E3 能量與能源 (20 分)

選修單元題：本卷為 Paper 2 其中兩個選修單元 (E3、E4)，每題 20 分；作答須列出計算步驟、寫出公式並附正確單位。全卷 40 分。

1. 一間學校在天台安裝太陽能發電系統：太陽能板總面積 12.0 m^2 ，光電轉換效率 18%，該區平均太陽輻照度 850 W m^{-2} ，每日有效日照 5.2 小時。學校每日用電 9.5 kWh，系統造價 \$42 000，電價 \$1.20 每 kWh，電網排放係數 0.70 kg CO_2 每 kWh。(a) 求系統的電功率輸出，以 kW 表示。(2 分) (b) 求系統每日發電量，以 kWh 表示。(2 分) (c) 求每日發電量相當於學校每日用電的百分之幾。(2 分) (d) 求每年 (365 日) 發電量、每年節省的電費，以及系統的回本期 (年)。(3 分) (e) 求系統每年可減少的二氧化碳排放，以 kg 表示。(2 分) (f) 若太陽能板效率每年相對下降 0.5%，求 10 年後每日的發電量。(2 分) (g) 若改由效率 33%、輸電損失 8% 的燃煤電廠供電，求提供每日 9.5 kWh 所需的初級能源。(3 分) (h) 解釋為何實際發電量通常低於 (b) 的計算值。(2 分) (i) 除減少碳排放外，指出安裝太陽能系統對學校的兩項好處。(2 分)

答案：答案：(a) 電功率 = 效率 $\times$ 輻照度 $\times$ 面積 = $0.18 \times 850 \text{ W m}^{-2} \times 12.0 \text{ m}^2 = 1836 \text{ W} = 1.84 \text{ kW}$ 。(b) 每日發電量 = $1.84 \text{ kW} \times 5.2 \text{ h} = 9.5472 \text{ kWh}$ (約 9.55 kWh)。(c) 所佔百分比 = $9.5472 \div 9.5 \times 100\% = 100.5\%$ ，即剛好略多於全校一日用電。(d) 年發電量 = $9.5472 \times 365 = 3484.7 \text{ kWh}$ ；年省電費 = $3484.7 \times \$1.20 = \4182 ；回本期 = $\$42\,000 \div \$4182 = 10.04 \text{ 年}$ (約 10 年)。(e) 年減碳 = $3484.7 \text{ kWh} \times 0.70 \text{ kg kWh}^{-1} = 2439 \text{ kg}$ (約 2.44 公噸)。(f) 10 年後 = $9.5472 \times (1 - 0.005)^{10} = 9.5472 \times 0.951110 = 9.0804 \text{ kWh}$ 。(g) 初級能源 = $9.5 \div (0.33 \times 0.92) = 9.5 \div 0.3036 = 31.29 \text{ kWh}$ ；太陽能系統只需 9.55 kWh 的日照能量，避免約 21.74 kWh 的燃料熱能。(h) 實際上有塵埃、雀糞遮擋、板面溫度升高令效率下降、逆變器損耗、日照並非垂直入射，而且 5.2 小時只是平均值，陰雨天遠低於此，故實際輸出低於理論值。(i) 可作再生能源與能源效益的實地教材；減少向電網購電而降低電費支出；停電時配合儲能可作應急電源。任何兩項。

乙部：E4 醫學物理 (20 分)

選修單元題：本卷為 Paper 2 其中兩個選修單元 (E3、E4)，每題 20 分；作答須列出計算步驟、寫出公式並附正確單位。全卷 40 分。

2. (a) 某 X 射線光子的波長為 0.050 nm 。求該光子的能量，以 J 及 keV 表示 ($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$)。(2 分) (b) X 射線在軟組織的線性衰減係數為 0.25 cm^{-1} 。求穿過 6.0 cm 組織後剩餘的強度百分比，以及強度減至八分之一所需的厚度。(3 分) (c) 求該組織的半值層厚度 (cm)。(2 分) (d) 產科超聲波頻率 3.5 MHz ，組織中聲速 1540 m s^{-1} 。求波長，以 mm 表示。(2 分) (e) 探測深度 4.2 cm 的界面反射回聲，求回聲返回探頭所需時間，以 μs 表示。(2 分) (f) 一次掃描的吸收劑量為 2.5 mGy ，病人一年接受 12 次。求年累積劑量 (mGy)，並與每年約 2.4 mSv 的天然背景輻射比較，求倍數。(3 分) (g) 解釋為何孕婦產檢一般採用超聲波而非 X 射線。(2 分) (h) 說明 ALARA 原則，並舉一項在 X 射線檢查中落實此原則的具體做法。(2 分) (i) 電腦斷層 (CT) 掃描由多角度投影重建影像，解釋為何其輻射劑量一般高於單張 X 光片。(2 分)

答案：答案：(a) $E = hc \div \lambda = (6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8) \div 0.050 \times 10^{-9} = 3.978 \text{e-15 J}$ ； $\div 1.602 \times 10^{-16} \text{ J keV}^{-1} = 24.83 \text{ keV}$ (屬 X 射線範圍)。(b) $I \div I_0 = e^{(-\mu x)} = e^{(-0.25 \times 6.0)} = e^{(-1.5)} = 0.2231$ ，即剩 22.3%；減至八分之一 = 3 個半值層 = $3 \times 2.7726 = 8.32 \text{ cm}$ 。(c) 半值層 = $\ln 2 \div \mu = 0.6931 \div 0.25 = 2.77 \text{ cm}$ 。(d) $\lambda = v \div f = 1540 \div 3.5 \times 10^6 = 0.0004 \text{ m} = 0.44 \text{ mm}$ 。(e) $t = 2d \div v = 2 \times 0.042 \div 1540 = 5.45 \text{e-05 s} = 54.5 \mu\text{s}$ 。(f) 年累積 = $12 \times 2.5 = 30 \text{ mGy} \approx 30 \text{ mSv}$ (X 射線輻射權重為 1)；相當於背景 $30 \div 2.4 = 12.5$ 倍。(g) 超聲波是機械波，不帶游離輻射，不涉及 DNA 電離損傷，對胎兒無已知輻射風險；X 射線為游離輻射，胎兒細胞分裂活躍，對輻射較敏感。(h) ALARA 即「在合理可行範圍內盡量低」(As Low As Reasonably Achievable)：在取得足夠診斷資訊的前提下把劑量減至最低，例如用最短曝光時間、鉛屏蔽保護生殖器官、限制照射野、醫護離開射束範圍。(i) CT 需要繞病人旋轉掃描數百至過千個投影，每個角度都要曝光，總曝光量遠多於單張 X 光片的一次曝光，故劑量較高。