中四設計與應用科技練習卷：設計程序與創意、物料與製造工藝、結構與機械原理、電與電子、系統與控制、產品評鑑與可持續設計

中四　設計與應用科技　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

甲部：設計程序與創意（16 分）

某學校設計小組為長者設計一款可摺疊購物車，先以問卷調查收集用戶意見，再以加權評分矩陣比較三個概念方案。
問卷共發出 400 份，有效回收率 92.5%，其中 40.0% 受訪者表示偏好可摺疊設計。
小組同時考慮人體工學尺寸與目標成本，然後才進入立體模型與原型製作階段。

1. (a) 計算有效問卷數目，以及表示偏好可摺疊設計的受訪者人數。
答案：答案：400×92.5% = 370 份有效問卷；370×40.0% = 148 人。評分要點：有效問卷 2 分，偏好人數 2 分（先取有效問卷作基數，直接以 400 乘 40% 者只得 1 分）。

2. (b) 目標零售價為 HK$480，毛利率定為 25%，計算製造成本上限，並說明設計階段為何須先鎖定此上限。
答案：答案：480×(1− 0.25) = HK$360。評分要點：算式 2 分、答案 1 分；說明「成本上限決定物料與工藝選擇，改圖比改模具便宜」1 分。

3. (c) 使用者身高 170 cm，桌面高度取身高的 0.43，座椅高度取身高的 0.25。計算兩個尺寸（取一位小數），並指出桌面過高會引致的兩個問題。
答案：答案：桌面 170×0.43 = 73.1 cm；座椅 170×0.25 = 42.5 cm。問題：前臂不能平放於桌面而須抬肩；頸部前傾、腰背負荷增加。評分要點：兩個尺寸各 1 分，兩個問題各 1 分。

4. (d) 加權評分矩陣的準則權重為功能 0.4、成本 0.35、美感 0.25（合計 1.0）。方案甲、乙、丙在三項準則的得分（10 分制）依次為甲 8、6、7；乙 6、9、8；丙 7、7、9。計算三個加權總分並選出最優方案。
答案：答案：甲 0.4×8 + 0.35×6 + 0.25×7 = 7.05；乙 0.4×6 + 0.35×9 + 0.25×8 = 7.55；丙 0.4×7 + 0.35×7 + 0.25×9 = 7.5。乙最高，故選方案乙。評分要點：三個加權總分各 1 分，結論 1 分（只比較原始總分而忽略權重者不給分）。

乙部：物料與製造工藝（17 分）

一款鋁合金外殼配鋼支架的產品須在設計階段決定物料、模具與表面處理方式。
小組比較鋁與鋼的密度、廢料率與加工成本，並以注塑件與噴塗工序作為主要生產流程。
所有用量須先行估算，避免批量生產後才發現成本失控。

5. (a) 一塊鋁板尺寸為 1.2 m × 0.8 m × 3 mm，鋁的密度為 2 700 kg/m³。計算鋁板體積（m³）與質量（kg，取三位小數）。
答案：答案：3 mm = 0.003 m；體積 1.2×0.8×0.003 = 0.00288 m³；質量 2 700×0.00288 = 7.776 kg。評分要點：單位換算 1 分、體積 1 分、密度公式 1 分、質量 1 分、三位小數 1 分。

6. (b) 鋼支架淨用料 12.5 kg，加工廢料率 8%，鋼材每公斤 HK$18。計算採購量（kg）與材料成本（HK$）。

答案：答案：12.5 × (1 + 0.08) = 13.5 kg；13.5 × 18 = HK$243.0。評分要點：廢料率處理 2 分（以淨用料直接乘價格者只得 1 分）、採購量 1 分、成本 1 分。

7. (c) 注塑模腔尺寸為 100.0 mm，材料收縮率為 0.6%。計算冷卻後的成品尺寸（mm，取一位小數）。

答案：答案：100.0 × (1- 0.006) = 99.4 mm。評分要點：收縮方向正確 2 分（把成品尺寸加大者錯）、算式 1 分、一位小數 1 分。

8. (d) 外殼表面積為 0.9 m²，塗料覆蓋率為每公升 8 m²，須噴 2 層。計算所需塗料體積（L，取三位小數）。

答案：答案：0.9 × 2 ÷ 8 = 0.225 L。評分要點：乘層數 1 分、除以覆蓋率 1 分、答案 1 分、三位小數 1 分。

丙部：結構與機械原理（17 分）

測試架上有一條簡支樑、一支扳手與一組齒輪傳動，另有一根方形支柱承受軸向壓力。
工程師須以靜力平衡與應力公式檢查各構件是否安全，並以安全系數比較工作應力與容許應力。
所有計算須寫出單位，長度以毫米或米表示，力以牛頓表示。

9. (a) 一條跨度 2.4 m 的簡支樑在中央承受 480 N 集中荷載，樑自重不計。計算兩端支承反力，並說明理由。

答案：答案：荷載位於中央，左右對稱，兩端反力各為 480 ÷ 2 = 240 N。評分要點：對稱理由 1 分、計算 2 分、兩端各 240 N 並註明向上 1 分。

10. (b) 扳手有效力臂 0.25 m，施力 120 N。計算力矩（N · m）；若力臂縮短至 0.2 m 而力矩不變，所需施力為多少？

答案：答案：力矩 120 × 0.25 = 30.0 N · m；力臂 0.2 m 時施力為 30.0 ÷ 0.2 = 150.0 N。評分要點：力矩 2 分、反算施力 1 分、指出力臂越短所需施力越大 1 分。

11. (c) 主動齒輪有 12 齒、轉速 1200 rpm，從動齒輪有 36 齒。計算從動轉速（rpm）與減速比。

答案：答案：轉速 1200 × 12 ÷ 36 = 400 rpm；減速比 36：12 = 3：1。評分要點：轉速 2 分、減速比 1 分、指出轉速下降但扭矩上升 1 分。

12. (d) 方形支柱截面為 20 mm × 10 mm，承受 4000 N 軸向壓力；材料極限強度為 100 N/mm²，安全系數取 4。計算截面面積、工作應力、容許應力，並判斷支柱是否安全。

答案：答案：面積 20 × 10 = 200 mm²；工作應力 4000 ÷ 200 = 20 N/mm²；容許應力 100 ÷ 4 = 25 N/mm²。20 N/mm² 低於 25 N/mm²，故安全。評分要點：面積 1 分、工作應力 2 分、容許應力 1 分、比較與結論 1 分。

丁部：電與電子（17 分）

實驗室以 12 V 直流電源、電阻、發光二極管與分壓電路進行測試，並以電表量度電流與電壓。
另一組同學計算每月用電量與電費，比較不同照明負載的能源成本。
計算時須分清串聯與並聯的等效電阻，並注意功率與電能的單位差異。

13. (a) 一個 12 V 直流電源接上 240 Ω 電阻。計算電流（A 及 mA）。

答案：答案：12 ÷ 240 = 0.05 A = 50.0 mA。評分要點：歐姆定律公式 2 分、數值 1 分、單位換算 1 分。

14. (b) 一盞 9 W 的發光二極管燈每日使用 5 小時、每月 30 日，電費為每 kWh HK$1.2。計算每月用電量（kWh）與電費（HK$）。

答案：答案：9 × 5 × 30 ÷ 1000 = 1.35 kWh；1.35 × 1.2 = HK$1.62。評分要點：除以 1000 換算 kWh 2 分、用電量 1 分、電費 1 分。

15. (c) 兩個電阻分別為 100 Ω 與 150 Ω，並聯接於電路。計算等效電阻（Ω）。

答案：答案：1/R = 1/100 + 1/150，R = 100 × 150 ÷ (100 + 150) = 60.0 Ω。評分要點：並聯公式 2 分、數值 1 分、指出等效值小於任一電阻 1 分。

16. (d) 一個 9 V 電源接上 1000 Ω 與 2000 Ω 兩個串聯電阻。計算 2000 Ω 兩端電壓（V，取一位小數）及電路電流（mA，取一位小數）。

答案：答案：總電阻 1000 + 2000 = 3000 Ω；電流 9 ÷ 3000 = 3.0 mA；分壓 9 × 2000 ÷ 3000 = 6.0 V。評分要點：電流 2 分、分壓 2 分、一位小數 1 分。

戊部：系統與控制（17 分）

自動化生產線設有安全門與感應器，並以微控制器輸出脈衝寬度調變訊號驅動馬達，再經絲桿帶動滑台。
系統須在門已關上且區內無物件時才允許起動，任何一個條件不成立即須停止。
工程師以解像度、週期與位移量評估控制精度。

17. (a) 一個 8 位元類比數碼轉換器的參考電壓為 5.0 V。計算其可分辨的電壓級數與解像度（mV，取一位小數）。

答案：答案：級數 2^8 = 256；解像度 5.0 ÷ 256 = 0.01953125 V = 19.5 mV。評分要點：級數 1 分、除法 2 分、mV 換算與一位小數 1 分。

18. (b) 脈衝寬度調變訊號的佔空比為 40%，頻率為 500 Hz。計算週期（ms，取兩位小數）與導通時間（ms）。

答案：答案：週期 1 ÷ 500 = 0.002 s = 2.0 ms；導通時間 2.0 × 40% = 0.8 ms。評分要點：週期 2 分、導通時間 1 分、指出佔空比不變時頻率越高每週期導通越短 1 分。

19. (c) 步進馬達每轉 200 步，驅動器設定 16 微步，絲桿導程為 4.0 mm。計算每微步位移（μm）及滑台移動 20 mm 所需步數。

答案：答案：每轉 200 × 16 = 3200 微步；每微步 4.0 ÷ 3200 = 0.00125 mm = 1.25 μm；20 ÷ 0.00125 = 16000 步。評分要點：微步總數 1 分、每步位移 2 分、所需步數 1 分、指出提高微步數可提升精度 1 分。

20. (d) 安全門訊號 D 表示門已關上，感應器訊號 C 表示區內無物件，起動按鈕訊號 S 表示已按下，輸出 Y 表示允許起動。寫出 Y 的布林式，並說明為何單靠起動按鈕不能直接驅動馬達。
答案：答案：Y = D · C · S（即 D AND C AND S）。評分要點：三個訊號以 AND 連接 2 分、寫出真值表有 8 行 1 分、指出互鎖作用——門打開或區內有物件時輸出必為 0，避免運動部件傷人 2 分。

己部：產品評鑑與可持續設計（16 分）

產品評鑑除了功能與成本，還須計算碳足跡、回收率與使用階段的能耗。
小組以生命週期思維比較兩款設計，並以加權評分選出較可持續的方案。
所有數值須準確至指定小數位，並寫出單位。

21. (a) 一件產品用材料 12 kg，材料碳強度為 8.5 kg 二氧化碳當量／kg；運輸距離 600 km，貨車排放係數 0.09 kg 二氧化碳當量／公噸公里。計算材料與運輸的碳足跡合計（kg 二氧化碳當量，取一位小數）。
答案：答案：材料 12 × 8.5 = 102.0 kg；運輸 0.012 公噸 × 600 × 0.09 = 0.648 kg；合計 102.0 + 0.648 = 102.6 kg 二氧化碳當量。評分要點：材料 1 分、運輸 2 分（須先把 kg 換算為公噸）、合計 1 分。

22. (b) 產品總重 2.4 kg，其中可回收物料佔 1.92 kg。計算回收率（百分率），並提出兩個在設計階段提升回收率的方法。
答案：答案：1.92 ÷ 2.4 × 100 = 80.0%。方法：減少不同物料的膠合與嵌件、以卡扣或螺絲取代黏合、標示物料編號方便分類。評分要點：回收率 2 分、兩個方法各 1 分。

23. (c) 舊款裝置耗電 60 W，新款為 18 W，每日使用 4 小時、每年 365 日，電費每 kWh HK$1.2。計算每年省電量（kWh）與節省電費（HK$，取兩位小數）。
答案：答案：功率差 60- 18 = 42 W；42 × 4 × 365 ÷ 1000 = 61.32 kWh；61.32 × 1.2 = HK$73.58。評分要點：功率差 1 分、kWh 2 分、電費 1 分。

24. (d) 可持續設計的準則權重為材料 0.3、能耗 0.3、回收 0.2、包裝 0.2（合計 1.0）。產品甲得分依次為 7、6、8、5；產品乙為 6、9、7、8（10 分制）。計算兩個加權總分，並選出較可持續的方案。
答案：答案：甲 0.3×7 + 0.3×6 + 0.2×8 + 0.2×5 = 6.5；乙 0.3×6 + 0.3×9 + 0.2×7 + 0.2×8 = 7.5。乙較高，故選產品乙。評分要點：兩個加權總分各 1 分、結論 1 分、指出權重反映評鑑重點可影響結果 1 分。

TutorZone 中四設計與應用科技練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。