中四設計與應用科技練習卷

中四　設計與應用科技　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

甲部　結構與荷載（16 分）

須列出公式或算式，並寫出單位。

1. 一條簡支梁跨度 4.0 m，承受均佈荷載 12 kN/m，另有 24 kN 集中荷載作用於梁中央。求梁上總荷載，並求兩端反力（兩端對稱）。

答案：均佈荷載 = 12 × 4.0 = 48 kN；總荷載 = 48 + 24 = 72 kN。對稱情況下兩端反力相等：72 ÷ 2 = 36 kN，即每端 36 kN。

2. 一條長 2.5 m 的懸臂梁，末端承受 6 kN 向下集中荷載（梁自重不計）。求固定端的彎矩，並指出彎矩的方向（頂部受拉或底部受拉）。

答案：彎矩 = 6 × 2.5 = 15 kNm。向下荷載令懸臂下垂，固定端彎矩使梁頂部受拉、底部受壓。

3. 一個吊架構件的破壞荷載為 90 kN，設計工作荷載為 36 kN。求安全系數，並說明為何設計時要取大於 1 的安全系數。

答案：安全系數 = 90 ÷ 36 = 2.5。取大於 1 的值可容許材料缺陷、荷載估算誤差、疲勞與偶然超載，避免構件在正常使用時破壞。

4. 某梁在 18 kN 荷載下量得撓度 9 mm。假設材料仍在彈性範圍，荷載與撓度成正比，求荷載增至 27 kN 時的撓度，並說明若荷載繼續增加至材料降伏，這個比例關係是否仍成立。

答案：撓度 = 9 × (27 ÷ 18) = 13.5 mm。超過降伏點後材料產生塑性變形，荷載與撓度不再成正比，比例關係失效。

乙部　機械傳動（17 分）

齒輪及皮帶傳動須用轉速比公式，答案須寫出單位。

5. 主動齒輪有 60 齒，轉速 900 rev/min，帶動 20 齒的從動齒輪。求傳動比及從動齒輪轉速，並指出這是增速或減速傳動。

答案：傳動比 = 60 ÷ 20 = 3；從動轉速 = 900 × 3 = 2700 rev/min。從動輪齒數較少而轉速較高，屬增速傳動（扭矩相應下降）。

6. 一個直徑 150 mm 的皮帶輪以 400 rev/min 轉動，經皮帶帶動直徑 300 mm 的從動輪。求從動輪轉速。

答案：150 × 400 = 300 × n，n = 200 rev/min。皮帶傳動中圓周速度相同，直徑加倍則轉速減半。

7. 螺桿的螺距為 2.5 mm。求螺桿轉 40 圈時螺母的直線行程，並說明若把螺距改為 5 mm 而轉動圈數不變，行程會怎樣改變。

答案：行程 = 2.5 × 40 = 100 mm。螺距加倍而圈數相同，行程亦加倍為 200 mm，但每轉所需扭矩會增加。

8. 一條皮帶套在直徑 0.20 m 的皮帶輪上，皮帶輪轉速為 600 rev/min。求皮帶的圓周速度（取 π = 3.14159，答至 2 位小數）。

答案：圓周速度 = π × 0.20 × 600 ÷ 60 = 6.28 m/s。計算時轉速須由 rev/min 轉為 rev/s，直徑須用米。

丙部　物料應力與應變（17 分）

應力單位用 N/mm²（MPa），並須寫出所用的公式。

9. 一個截面積 250 mm² 的構件承受 20 kN 拉力。求構件內的拉應力。

答案：應力 = 力 ÷ 面積 = 20000 N ÷ 250 mm² = 80 N/mm²（即 80 MPa）。計算前須把 kN 轉為 N。

10. 同一構件的材料彈性模數為 200 000 N/mm²，標距長度 500 mm。求應變及標距段的伸長量。

答案：應變 = 應力 ÷ 彈性模數 = 80 ÷ 200000 = 4.0×10^{-4}；伸長量 = $4.0 \times 10^{-4} \times 500 = 0.20$ mm。

11. 一件鋁合金零件質量 2.7 kg，體積 1.0×10^{-3} m³。求其密度，並說明為何輕身材料在汽車零件設計中受歡迎。

答案：密度 = 質量 ÷ 體積 = 2.7 ÷ 0.001 = 2700 kg/m³。密度低即同一零件質量較小，可減少加速與煞車所需能量、降低油耗及懸掛負荷。

12. 一塊鋼板尺寸 1.2 m × 2.4 m × 3 mm，鋼的密度為 7850 kg/m³。求鋼板體積及質量（質量答至 0.001 kg）。

答案：厚度 3 mm = 0.003 m；體積 = 1.2 × 2.4 × 0.003 = 0.00864 m³；質量 = 0.00864 × 7850 = 67.824 kg。

丁部　電子電路（17 分）

須寫出所用公式，電流以 A 或 mA 表示，功率以 W 表示。

13. 三個電阻 220 Ω、330 Ω、450 Ω 串聯接於 12 V 電源。求總電阻、電路電流及 330 Ω 電阻兩端的電壓。

答案：總電阻 = 220 + 330 + 450 = 1000 Ω；電流 = 12 ÷ 1000 = 0.012 A（12 mA）；330 Ω 上電壓 = 0.012 × 330 = 3.96 V。

14. 一個 240 Ω 電阻接於 12 V 電源。求通過它的電流及它消耗的功率，並說明功率為何會以熱的形式散失。

答案：電流 = 12 ÷ 240 = 0.05 A；功率 = 12 × 0.05 = 0.6 W。電子在電阻內碰撞晶格原子，動能轉為晶格振動，故以熱形式散失。

15. 一個分壓器由 8 kΩ 與 4 kΩ 電阻串聯組成，接於 12 V 電源，輸出電壓取自 4 kΩ 兩端。求輸出電壓。

答案：輸出電壓 = 12 × 4 ÷ (8 + 4) = 4 V。輸出比例等於該電阻佔總電阻的比例。

16. 一個 300 Ω 電阻與一個 600 Ω 電阻並聯。求並聯等效電阻，並指出並聯後的等效電阻為何必定小於其中任何一個電阻。

答案：等效電阻 = (300 × 600) ÷ (300 + 600) = 200 Ω。並聯提供多一條電流通道，在相同電壓下總電流增大，故等效電阻下降。

戊部　能源與功率（17 分）

能量以 kWh 或 kJ 表示，須列式計算。

17. 一部 1.5 kW 的抽氣扇每天運行 4 小時，每月以 30 日計。求每月耗電量（kWh）及電費（每 kWh 1.2 元）。

答案：耗電量 = 1.5 × 4 × 30 = 180 kWh；電費 = 180 × 1.2 = 216 元。

18. 一個馬達輸入功率 2.0 kW，輸出機械功率 1.6 kW。求效率，並指出其餘能量去了哪裡。

答案：效率 = 1.6 ÷ 2.0 × 100% = 80%。其餘 0.4 kW 主要因繞組電阻、軸承摩擦及鐵芯損耗變成熱與聲。

19. 把 2 kg 水加熱升溫 40 K，水的比熱容量為 4.2 kJ/(kg · K)。求所需能量；若加熱器功率 1.5 kW 而無熱損失，求所需時間（秒）。

答案：能量 = 2 × 4.2 × 40 = 336 kJ；時間 = 336 ÷ 1.5 = 224 s。注意 1 kW = 1 kJ/s，故能量以 kJ 除以 kW 即得秒數。

20. 承上題的每月 180 kWh 用電量，若每 kWh 排放 0.7 kg 二氧化碳，求每月間接碳排放；並提出一項可同時減少耗電與碳排放的具體設計或使用措施。

答案：碳排放 = 180 × 0.7 = 126 kg。措施例子：改用直流變頻風扇或按時序自動關機，在相同通風效果下降低運行時數與功率。

己部　產品規格與生產成本（16 分）

成本以元表示，須說明每個數值的來源。

21. 某零件的材料成本 18 元、人工 0.5 小時（每小時 120 元）、間接費用為材料與人工合計的 20%。求單位成本，並求 500 件的批次總成本。

答案：人工 = 0.5 × 120 = 60 元；間接費用 = (18 + 60) × 20% = 15.6 元；單位成本 = 18 + 60 + 15.6 = 93.6 元；批次成本 = 93.6 × 500 = 46 800 元。

22. 一個軸的標稱直徑為 25.0 mm，公差為 ±0.2 mm。求可接受尺寸範圍；若量得一件為 25.3 mm，判斷是否合格；又如 200 件中有 3 件超差，求不合格率。

答案：可接受範圍 24.8 mm 至 25.2 mm；25.3 mm 超出上限 0.1 mm，不合格；不合格率 = 3 ÷ 200 × 100% = 1.5%。

23. 某產品售價 90 元，每件變動成本 60 元，固定成本每月 24 000 元。求每件貢獻及每月盈虧平衡銷量（件）。

答案：貢獻 = 90 − 60 = 30 元；盈虧平衡銷量 = 24 000 ÷ 30 = 800 件。銷量低於 800 件即虧損。

24. 一個小型裝配項目分三道工序，所需時間依次為 4、3、2 日。求順序進行的總工期；若容許 2 日重疊施工，求縮短後的總工期，並說明重疊施工在品質控制上的風險。

答案：順序工期 = 4 + 3 + 2 = 9 日；重疊 2 日後 = 9 − 2 = 7 日。風險：後工序在前工序未完成或未檢驗前開始，一旦前工序有偏差，返工範圍與成本都會擴大。

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。