中六設計與應用科技練習卷｜樑反力與彎曲應力、歐拉挫曲、水塔靜壓、泵功率、變壓器損耗與光伏回本期

中六　設計與應用科技　｜　時限：90 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一題　簡支樑的反力與彎曲應力

一條跨度 8.0 米的簡支樑，在距左支座 3.0 米處承受 12 千牛的集中荷載。樑的截面為矩形，闊 150 毫米、深 300 毫米，容許彎曲應力為 12.0 兆帕。

1. (a) 取力矩平衡，計算左右兩端支座的反力。

答案：答案：右支座反力 = 12 × 3.0 ÷ 8.0 = 4.5 千牛；左支座反力 = 12 − 4.5 = 7.5 千牛（合計 12 千牛）。

2. (b) 求樑的最大彎矩，並指出其位置。

答案：答案：最大彎矩在集中荷載之下，M = 7.5 × 3.0 = 22.5 千牛米。

3. (c) 計算截面模數及樑的最大彎曲應力。

答案：答案：截面模數 Z = 150 × 300² ÷ 6 = 2,250,000 立方毫米；應力 = 22.5 × 10^6 ÷ 2,250,000 = 10.0 兆帕。

4. (d) 求應力使用率，並判斷該樑在容許應力下是否安全。

答案：答案：使用率 = 10.0 ÷ 12.0 × 100 = 83.3%，低於 100%，樑在靜載下安全，但餘量只有一成多，不宜再加荷載。

第二題　鋼柱的歐拉挫曲荷載

一條兩端鉸接的鋼柱長 3.0 米，彈性模量 200 吉帕、截面慣性矩 8.0 × 10^-7 米四次方，有效長度因數取 1.0，柱上實際荷載為 60 千牛。

5. (a) 用歐拉公式計算該柱的臨界挫曲荷載（牛頓，取三位有效數字）。

答案：答案：P = π² × 200 × 10^9 × 8.0 × 10^-7 ÷ 3.0² = 175 千牛。

6. (b) 求臨界荷載對實際荷載的倍數，並評論是否足夠。

答案：答案：倍數 = 175 ÷ 60 = 2.92，高於一般要求的 2.0，足夠應付偶然偏心。

7. (c) 若柱長增至 6.0 米，求新臨界荷載並解釋變化幅度。

答案：答案：新臨界荷載 = 44 千牛；臨界荷載與長度平方成反比，長度加倍即降至原來的四分之一，挫曲成為控制因素。

8. (d) 提出兩項提高該柱臨界荷載的可行方法，並說明理由。

答案：答案：把柱兩端改為固定以減少有效長度，以及在弱軸方向加設支撐或改用較大慣性矩的截面（如工字柱轉向或空心管），兩者都直接提高 P 值。

第三題　水塔的靜水壓與儲水重量

某屋苑水塔的水面高於最低層水龍頭 25.0 米。水塔為圓柱形，直徑 4.0 米、水深 6.0 米。水的密度取 1,000 千克每立方米，重力加速度取 9.8 米每二次方秒。

9. (a) 求最低層水龍頭處的靜水壓（千帕）。

答案：答案：壓力 = 1,000 × 9.8 × 25.0 = 245,250 帕 = 245.2 千帕。

10. (b) 計算水塔的儲水體積及水的重量（千牛）。

答案：答案：體積 = π × 2.0² × 6.0 = 75.4 立方米；重量 = 75.4 × 1,000 × 9.8 = 740 千牛。

11. (c) 求水面下 12.0 米深處的靜水壓。

答案：答案：壓力 = 1,000 × 9.8 × 12.0 = 117.7 千帕，與水塔直徑無關，只取決於深度。

12. (d) 若水龍頭供水最低需要 150 千帕，求水面所需的最小高度。

答案：答案：高度 = 150,000 ÷ (1,000 × 9.8) = 15.29 米。

第四題　抽水泵的功率與電費

一座抽水站把水提升 18.0 米，流量 0.02 立方米每秒，泵的效率為 0.70，電價每千瓦時 1.20 元，每日運行 6.0 小時。

13. (a) 計算泵的水力功率（千瓦）。

答案：答案：水力功率 = 1,000 × 9.8 × 0.02 × 18.0 = 3,532 瓦 = 3.53 千瓦。

14. (b) 求所需的電輸入功率。

答案：答案：輸入功率 = 3.53 ÷ 0.70 = 5.05 千瓦。

15. (c) 求每日耗電量及每日電費。

答案：答案：耗電 = 5.05 × 6.0 = 30.27 千瓦時；電費 = 30.27 × 1.20 = 36.33 元。

16. (d) 若更換葉輪把效率提升至 0.80，求新輸入功率及可節省的百分率。

答案：答案：新輸入功率 = 3.53 ÷ 0.80 = 4.41 千瓦；節省 = (5.05 − 4.41) ÷ 5.05 × 100 = 12.5%。

第五題　變壓器升壓與輸電線損耗

一座升壓變壓器把 11 千伏的電力升至 132 千伏，初級電流為 400 安培，輸電線的總電阻為 6.0 歐姆，變壓器視為理想元件。

17. (a) 求輸送的電功率及次級電流。

答案：答案：功率 = 11 千伏 × 400 安培 = 4.40 兆瓦；次級電流 = 4,400,000 ÷ 132,000 = 33.3 安培。

18. (b) 求變壓器的匝數比。

答案：答案：匝數比 = 132 ÷ 11 = 12，即初級每 1 匝對應次級 12 匝，屬升壓變壓器。

19. (c) 在 132 千伏輸送時，求輸電線的功率損耗及其佔輸送功率的百分比。

答案：答案：損耗 = 33.3² × 6.0 = 6,667 瓦 = 6.67 千瓦，佔 0.15%。

20. (d) 若同一功率改以 11 千伏輸送，求損耗及百分比，並比較兩者的倍數。

答案：答案：電流 400 安培，損耗 = 400² × 6.0 = 960,000 瓦 = 960 千瓦，佔 21.8%，較高壓輸送大 144 倍，故長距離輸電必須升壓。

第六題　屋頂光伏系統的回本期

某校舍屋頂裝設 30 塊光伏板，每塊峰值功率 400 瓦；當地平均每日日照峰值時數 4.0 小時，系統性能比 0.80。裝置成本 180,000 元，電價每千瓦時 1.20 元，每千瓦時可減少 0.70 千克二氧化碳。

21. (a) 計算系統的每日發電量（千瓦時）。

答案：答案：裝機容量 = 30 × 400 瓦 = 12.0 千瓦；每日發電 = 12.0 × 4.0 × 0.80 = 38.4 千瓦時。

22. (b) 求每年發電量及每年節省的電費。

答案：答案：每年 = 38.4 × 365 = 14,016 千瓦時；節省 = 14,016 × 1.20 = 16,819 元。

23. (c) 求系統的靜態回本期（年，取兩位小數）。

答案：答案：回本期 = 180,000 ÷ 16,819 = 10.70 年。

24. (d) 求每年減少的碳排放量（噸），並評論該回本期是否值得投資。

答案：答案：減排 = 14,016 × 0.70 ÷ 1000 = 9.8 噸；光伏板一般可用 20 至 25 年，回本期約 11 年，之後十多年為淨收益，加上減排效益，值得投資。

TutorZone 中六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。