中五設計與應用科技練習卷：機械優勢與效率、齒輪與皮帶傳動、應力應變與楊氏模數、樑的力矩與反力、流體壓力與液壓系統、電路分壓與功率成本（100 分）

年級：中五　｜　科目：設計與應用科技　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　題數：24　｜　答案版

A 部：機械優勢與效率（17 分）

每題 4–5 分，須列出公式及單位。

#	題目	答案	分數
1	一部簡單起重機械用 250 N 的施力舉起 1200 N 的重物，重物上升 0.80 m 而施力點移動 4.80 m。(a) 求機械優勢（MA）；(b) 求速度比（VR）；(c) 求機械效率。	(a) MA = 重物 / 施力 = 1200 ÷ 250 = 4.8。 (b) VR = 施力移動距離 ÷ 重物上升距離 = 4.80 ÷ 0.80 = 6.0。 (c) 效率 = MA ÷ VR × 100% = 4.8 ÷ 6.0 × 100% = 80%。	4
2	斜面長 3.00 m、高 0.90 m，把 600 N 的重物沿斜面拉上，所需施力為 220 N。求速度比、機械優勢及效率。	VR = 斜面長 ÷ 高 = 3.00 ÷ 0.90 = 3.33。MA = 600 ÷ 220 = 2.73。效率 = 2.73 ÷ 3.33 × 100% = 81.8%。	4
3	螺旋千斤頂手柄長 0.30 m，螺距 4.0 mm。施力 90 N 可舉起 15000 N 的重物。求速度比、機械優勢及效率。	VR = 2πr ÷ 螺距 = 2 × 3.1416 × 0.30 ÷ 0.004 = 471.2。MA = 15000 ÷ 90 = 166.7。效率 = 166.7 ÷ 471.2 × 100% = 35.4%。	4
4	滑輪組有 4 段繩支撐重物，施力 300 N 可舉起 1020 N 的重物；重物上升 0.50 m 時施力拉出 2.00 m。(a) 求 MA 與 VR；(b) 求效率；(c) 求施力所作之功及有用功。	(a) MA = 1020 ÷ 300 = 3.4；VR = 2.00 ÷ 0.50 = 4.0。 (b) 效率 = 3.4 ÷ 4.0 × 100% = 85%。 (c) 施力作功 = 300 × 2.00 = 600 J；有用功 = 1020 × 0.50 = 510 J。	5

B 部：齒輪與皮帶傳動（17 分）

每題 4–5 分，轉速單位須用 rpm。

#	題目	答案	分數
5	馬達轉速 1440 rpm，裝有 20 齒的齒輪驅動 60 齒的從動齒輪。求從動齒輪轉速及轉矩放大倍數。	轉速 = 1440 × 20 ÷ 60 = 480 rpm。轉矩放大 = 60 ÷ 20 = 3 倍。	4
6	皮帶輪 A 直徑 80 mm、轉速 900 rpm，以皮帶驅動直徑 240 mm 的皮帶輪 B（無滑移）。(a) 求 B 的轉速；(b) 求皮帶線速度。	(a) 轉速 = 900 × 80 ÷ 240 = 300 rpm。 (b) 線速度 = π × 直徑 × 轉速 ÷ 60 = 3.1416 × 0.080 × 900 ÷ 60 = 3.77 m/s。	4
7	三齒輪系：24 齒輪入齒輪驅動 48 齒中間齒輪，中間齒輪同軸帶動 18 齒輸出齒輪。輸入轉速 600 rpm。(a) 求輸出轉速；(b) 求總傳動比（輸出 / 輸入）。	(a) 第一段：600 × 24 ÷ 48 = 300 rpm；第二段：300 × 48 ÷ 18 = 800 rpm。 (b) 總比 = 800 ÷ 600 = 1.333（即加速 1.33 倍）。	4
8	齒輪減速箱輸入功率 1500 W，輸出功率 1320 W。(a) 求效率；(b) 求功率損失；(c) 若全部損失化為熱，求 5 分鐘內產生的熱能（kJ）。	(a) 效率 = 1320 ÷ 1500 × 100% = 88%。 (b) 損失 = 1500 − 1320 = 180 W。 (c) 熱能 = 180 × 300 s = 54000 J = 54 kJ。	5

C 部：應力、應變與楊氏模數（17 分）

每題 4–5 分，應力以 MPa 表示，須寫出截面積計算。

#	題目	答案	分數
9	直徑 10 mm 的鋼棒受 15 kN 拉力。求棒內拉應力（MPa，取 3 位有效數字）。	截面積 $A = \pi d^2/4 = 3.1416 \times 0.010^2 \div 4 = 7.854\text{e-}05$ m²。應力 = F ÷ A = 15000 ÷ 7.854e-05 = 191.0 MPa。	4
10	同一鋼棒原長 2.00 m，在上述拉力下伸長 1.2 mm。求應變及鋼的楊氏模數（GPa）。	應變 = 伸長 ÷ 原長 = 0.0012 ÷ 2.00 = 6.0e-04。楊氏模數 = 應力 ÷ 應變 = 191.0 MPa ÷ 6.0e-04 = 318.3 GPa。	4
11	鋁線直徑 2.0 mm、長 1.50 m，楊氏模數 70 GPa，受 500 N 拉力。求應力、應變及伸長量（mm）。	A = 3.142e-06 m²；應力 = 500 ÷ 3.142e-06 = 159.2 MPa。應變 = 應力 ÷ E = $159.2 \times 10^6 \div 70 \times 10^9 = 2.27\text{e-}03$。伸長 = 應變 × 長度 = 2.27e-03 × 1.50 m = 3.41 mm。	4
12	鋼纜直徑 8.0 mm，極限容許應力 250 MPa，安全係數 2.0。(a) 求鋼纜斷裂負載；(b) 求最大安全工作負載。為何設計時要用安全係數？	A = 5.027e-05 m²。 (a) 斷裂負載 = 250×10^6 × 5.027e-05 = 12.57 kN。 (b) 安全負載 = 12.57 ÷ 2.0 = 6.28 kN。 安全係數用以抵消材料缺陷、計算誤差、衝擊載荷及疲勞，確保結構在極端情況仍不失效。	5

D 部：力矩、樑與重心（17 分）

每題 4–5 分，力矩單位用 N·m。

#	題目	答案	分數
13	扳手長 0.25 m，在末端施力 120 N。求力的作用線與手柄成直角時的力矩；若力與手柄成 60°，力矩又是多少？	垂直時：M = F × d = 120 × 0.25 = 30.0 N·m。成 60° 時：M = 120 × 0.25 × sin60° = 26.0 N·m。	4
14	蹺蹺板支點左方 1.20 m 坐一名 40 kg 的學生，右方 0.80 m 需坐多少質量才能平衡？（取 g 相同，可不計板重）	力矩平衡：40 × 1.20 = m × 0.80 → m = 48 ÷ 0.80 = 60 kg。	4
15	簡支樑長 6.0 m，距左端 2.0 m 處受 900 N 集中載荷。求兩端支承反力，並說明合力等於載荷。	取右端力矩：R左 × 6.0 = 900 × (6.0 – 2.0) → R左 = 3600 ÷ 6.0 = 600 N。R右 = 900 – 600 = 300 N。合力 600 + 300 = 900 N，等於載荷。	5
16	均勻桿長 2.00 m、重 200 N，一端掛 300 N 重物。求組合重心距重物端的距離。	以重物端為原點：x = (200 × 1.00 + 300 × 0) ÷ (200 + 300) = 200 ÷ 500 = 0.40 m。	4

E 部：流體壓力與液壓（16 分）

每題 4 分，取 $g = 9.81$ m/s²，壓力單位用 kPa。

#	題目	答案	分數
17	潛水箱水深 12 m 處的壓力是多少 kPa（水密度 1000 kg/m³，g = 9.81 m/s²）？為何壓力與箱的形狀無關？	$P = \rho g h = 1000 \times 9.81 \times 12 = 117720$ Pa ≈ 117.7 kPa。壓力只取決於深度、液體密度及 g，因為上方液柱重量除以底面積後形狀互相抵消（$P = \rho g h$）。	4

18	水泵流量 0.80 m³/min，把水提升 15 m。求水泵的有效輸出功率（kW，水密度 1000 kg/m³）。	流量 = 0.80 ÷ 60 = 0.0133 m³/s。功率 = ϱgQh = 1000 × 9.81 × 0.0133 × 15 = 1962 W ≈ 1.96 kW。	4
19	液壓千斤頂小活塞直徑 20 mm，施力 150 N；大活塞直徑 100 mm。求大活塞可舉起的力，並說明所用原理。	面積比 = (100 ÷ 20)² = 25。大活塞力 = 150 × 25 = 3750 N。原理為帕斯卡定律：密閉液體中壓力均勻傳遞，P = F/A 相同。	4
20	氣缸壓力 600 kPa（表壓），活塞直徑 50 mm。求活塞推力；若活塞行程 120 mm，求每次行程所作之功。	A = π × 0.050² ÷ 4 = 1.963e-03 m²。F = P × A = 600000 × 1.963e-03 = 1178 N（約 1.18 kN）。功 = F × s = 1178 × 0.120 = 141 J。	4

F 部：電路與功率（16 分）

每題 4 分，須列出歐姆定律及功率公式。

#	題目	答案	分數
21	12 V 電源串聯 220 Ω 及 330 Ω 電阻。(a) 求電流（mA）；(b) 求各電阻的電壓降。	總電阻 = 220 + 330 = 550 Ω。 (a) I = 12 ÷ 550 = 0.022 A = 21.8 mA。 (b) V220 = 0.0 × 220 = 4.8 V；V330 = 12 − 4.8 = 7.2 V（分壓比 220:330 = 2:3）。	4
22	24 V 電源接上 120 Ω 與 180 Ω 並聯電阻。求等效電阻、總電流及各支路電流。	等效電阻 = (120 × 180) ÷ (120 + 180) = 72 Ω。總電流 = 24 ÷ 72 = 0.333 A = 333 mA。支路電流：24 ÷ 120 = 200 mA；24 ÷ 180 = 133 mA。兩者相加 333 mA，與總電流相符。	4
23	電熱水壺額定 2000 W、220 V，使用 15 分鐘。(a) 求電流及發熱元件電阻；(b) 求耗電（kWh）；(c) 若每 kWh 收費 1.20 元，求電費。	(a) I = 2000 ÷ 220 = 9.09 A；R = 220² ÷ 2000 = 24.2 Ω。 (b) 耗電 = 2.0 kW × 15/60 h = 0.5 kWh。 (c) 電費 = 0.5 × 1.20 = 0.60 元。	4
24	分壓器由 4.7 kΩ 與 2.2 kΩ 電阻串聯接 12 V 輸入，輸出跨接在 2.2 kΩ 上。求輸出電壓；若要輸出約 5 V，應改用什麼方法？	Vout = 12 × 2.2 ÷ (4.7 + 2.2) = 3.83 V。欲得約 5 V 可用可變電阻（電位器）調校，或選用 R上:R下 ≈ 1.4:1 的電阻（例如 4.7 kΩ 與 3.3 kΩ 得 4.95 V）。	4