中五设计与应用科技练习卷：机械优势与效率、齿轮与皮带传动、应力应变与杨氏模数、梁的力矩与反力、流体压力与液压系统、电路分压与功率成本（100 分）

年级：中五 ｜ 科目：设计与应用科技 ｜ 时限：75 分钟 ｜ 总分：100 分 ｜ 题数：24 ｜ 答案版

A 部：机械优势与效率（17 分）

每题 4–5 分，须列出公式及单位。

#	题目	答案	分数
1	一部简单起重机械用 250 N 的施力举起 1200 N 的重物，重物上升 0.80 m 而施力点移动 4.80 m。(a) 求机械优势（MA）；(b) 求速度比（VR）；(c) 求机械效率。	(a) MA = 重物 / 施力 = 1200 ÷ 250 = 4.8。 (b) VR = 施力移动距离 ÷ 重物上升距离 = 4.80 ÷ 0.80 = 6.0。 (c) 效率 = MA ÷ VR × 100% = 4.8 ÷ 6.0 × 100% = 80%。	4
2	斜面长 3.00 m、高 0.90 m，把 600 N 的重物沿斜面拉上，所需施力为 220 N。求速度比、机械优势及效率。	VR = 斜面长 ÷ 高 = 3.00 ÷ 0.90 = 3.33。MA = 600 ÷ 220 = 2.73。效率 = 2.73 ÷ 3.33 × 100% = 81.8%。	4
3	螺旋千斤顶手柄长 0.30 m，螺距 4.0 mm。施力 90 N 可举起 15000 N 的重物。求速度比、机械优势及效率。	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	滑轮组有 4 段绳支撑重物，施力 300 N 可举起 1020 N 的重物；重物上升 0.50 m 时施力拉出 2.00 m。(a) 求 MA 与 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：齿轮与皮带传动（17 分）

每题 4–5 分，转速单位须用 rpm。

#	题目	答案	分数
5	马达转速 1440 rpm，装有 20 齿的齿轮驱动 60 齿的从动齿轮。求从动齿轮转速及转矩放大倍数。	转速 = 1440 × 20 ÷ 60 = 480 rpm。转矩放大 = 60 ÷ 20 = 3 倍。	4
6	皮带轮 A 直径 80 mm、转速 900 rpm，以皮带驱动直径 240 mm 的皮带轮 B（无滑移）。(a) 求 B 的转速；(b) 求皮带线速度。	(a) 转速 = 900 × 80 ÷ 240 = 300 rpm。 (b) 线速度 = π × 直径 × 转速 ÷ 60 = 3.1416 × 0.080 × 900 ÷ 60 = 3.77 m/s。	4
7	三齿轮系：24 齿输入齿轮驱动 48 齿中间齿轮，中间齿轮同轴带动 18 齿输出齿轮。输入转速 600 rpm。(a) 求输出转速；(b) 求总传动比（输出 / 输入）。	(a) 第一段：600 × 24 ÷ 48 = 300 rpm；第二段：300 × 48 ÷ 18 = 800 rpm。 (b) 总比 = 800 ÷ 600 = 1.333（即加速 1.33 倍）。	4
8	齿轮减速箱输入功率 1500 W，输出功率 1320 W。(a) 求效率；(b) 求功率损失；(c) 若全部损失化为热，求 5 分钟内产生的热能（kJ）。	(a) 效率 = 1320 ÷ 1500 × 100% = 88%。 (b) 损失 = 1500 − 1320 = 180 W。 (c) 热能 = 180 × 300 s = 54000 J = 54 kJ。	5

C 部：应力、应变与杨氏模数（17 分）

每题 4–5 分，应力以 MPa 表示，须写出截面积计算。

#	题目	答案	分数
9	直径 10 mm 的钢棒受 15 kN 拉力。求棒内拉应力（MPa，取 3 位有效数字）。	截面积 $A = \pi d^2/4 = 3.1416 \times 0.010^2 \div 4 = 7.854\text{e-}05$ m²。应力 = F ÷ A = 15000 ÷ 7.854e-05 = 191.0 MPa。	4
10	同一钢棒原长 2.00 m，在上述拉力下伸长 1.2 mm。求应变及钢的杨氏模数（GPa）。	应变 = 伸长 ÷ 原长 = 0.0012 ÷ 2.00 = 6.0e-04。杨氏模数 = 应力 ÷ 应变 = 191.0 MPa ÷ 6.0e-04 = 318.3 GPa。	4
11	铝线直径 2.0 mm、长 1.50 m，杨氏模数 70 GPa，受 500 N 拉力。求应力、应变及伸长量（mm）。	$A = 3.142\text{e-}06$ m²；应力 = 500 ÷ 3.142e-06 = 159.2 MPa。应变 = 应力 ÷ E = $159.2 \times 10^6 \div 70 \times 10^9 = 2.27\text{e-}03$。伸长 = 应变 × 长度 = 2.27e-03 × 1.50 m = 3.41 mm。	4
12	钢缆直径 8.0 mm，极限容许应力 250 MPa，安全系数 2.0。(a) 求钢缆断裂负载；(b) 求最大安全工作负载。为何设计时要用安全系数？	$A = 5.027\text{e-}05$ m²。 (a) 断裂负载 = $250 \times 10^6 \times 5.027\text{e-}05 = 12.57$ kN。 (b) 安全负载 = 12.57 ÷ 2.0 = 6.28 kN。 安全系数用以抵消材料缺陷、计算误差、冲击载荷及疲劳，确保结构在极端情况仍不失效。	5

D 部：力矩、梁与重心（17 分）

每题 4–5 分，力矩单位用 N·m。

#	题目	答案	分数
13	扳手长 0.25 m，在末端施力 120 N。求力的作用线与手柄成直角时的力矩；若力与手柄成 60°，力矩又是多少？	垂直时：M = F × d = 120 × 0.25 = 30.0 N·m。成 60° 时：M = 120 × 0.25 × sin60° = 26.0 N·m。	4
14	跷跷板支点左方 1.20 m 坐一名 40 kg 的学生，右方 0.80 m 需坐多少质量才能平衡？（取 g 相同，可不计板重）	力矩平衡：40 × 1.20 = m × 0.80 → m = 48 ÷ 0.80 = 60 kg。	4
15	简支梁长 6.0 m，距左端 2.0 m 处受 900 N 集中载荷。求两端支承反力，并说明合力等于载荷。	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，等于载荷。	5
16	均匀杆长 2.00 m、重 200 N，一端挂 300 N 重物。求组合重心距重物端的距离。	以重物端为原点：x = (200 × 1.00 + 300 × 0) ÷ (200 + 300) = 200 ÷ 500 = 0.40 m。	4

E 部：流体压力与液压（16 分）

每题 4 分，取 $g = 9.81$ m/s²，压力单位用 kPa。

#	题目	答案	分数
17	潜水箱水深 12 m 处的压力是多少 kPa（水密度 1000 kg/m³，g = 9.81 m/s²）？为何压力与箱的形状无关？	$P = \varrho g h = 1000 \times 9.81 \times 12 = 117720$ Pa ≈ 117.7 kPa。压力只取决于深度、液体密度及 g，因为上方液柱重量除以底面积后形状互相抵消（$P = \varrho g h$）。	4

18	水泵流量 0.80 m³/min，把水提升 15 m。求水泵的有效输出功率（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	液压千斤顶小活塞直径 20 mm，施力 150 N；大活塞直径 100 mm。求大活塞可举起的力，并说明所用原理。	面积比 = (100 ÷ 20)² = 25。大活塞力 = 150 × 25 = 3750 N。原理为帕斯卡定律：密闭液体中压力均匀传递，P = F/A 相同。	4
20	气缸压力 600 kPa（表压），活塞直径 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（约 1.18 kN）。功 = F × s = 1178 × 0.120 = 141 J。	4

F 部：电路与功率（16 分）

每题 4 分，须列出欧姆定律及功率公式。

#	题目	答案	分数
21	12 V 电源串联 220 Ω 及 330 Ω 电阻。(a) 求电流（mA）；(b) 求各电阻的电压降。	总电阻 = 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（分压比 220:330 = 2:3）。	4
22	24 V 电源接上 120 Ω 与 180 Ω 并联电阻。求等效电阻、总电流及各支路电流。	等效电阻 = (120 × 180) ÷ (120 + 180) = 72 Ω。总电流 = 24 ÷ 72 = 0.333 A = 333 mA。支路电流：24 ÷ 120 = 200 mA；24 ÷ 180 = 133 mA。两者相加 333 mA，与总电流相符。	4
23	电热水壶额定 2000 W、220 V，使用 15 分钟。(a) 求电流及发热元件电阻；(b) 求耗电（kWh）；(c) 若每 kWh 收费 1.20 元，求电费。	(a) I = 2000 ÷ 220 = 9.09 A；R = 220² ÷ 2000 = 24.2 Ω。 (b) 耗电 = 2.0 kW × 15/60 h = 0.5 kWh。 (c) 电费 = 0.5 × 1.20 = 0.60 元。	4
24	分压器由 4.7 kΩ 与 2.2 kΩ 电阻串联接 12 V 输入，输出跨接在 2.2 kΩ 上。求输出电压；若要输出约 5 V，应改用什么方法？	Vout = 12 × 2.2 ÷ (4.7 + 2.2) = 3.83 V。欲得约 5 V 可用可变电阻（电位器）调校，或选用 R上:R下 ≈ 1.4:1 的电阻（例如 4.7 kΩ 与 3.3 kΩ 得 4.95 V）。	4