中六组合科学练习卷（第二份）：放射性半衰期与核能、变压器与输电损耗、免疫与疫苗、遗传与基因工程、生态演替与多样性、科学探究与误差（100 分）

年级：中六 | 科目：组合科学 | 时限：75 分钟 | 总分：100 分 | 题数：24 | 答案版

第一部分　放射性与核能（半衰期、活度、质能互换）（16 分）

全部题目须列出公式、代入数字及计算步骤。

#	题目	答案	分数
1	某放射源初始活度为 640 Bq，半衰期 8 日。求 24 日后及 40 日后的活度（Bq）。	24 日 = 3 个半衰期，活度 = 640 ÷ 2^3 = 80 Bq；40 日 = 5 个半衰期，活度 = 640 ÷ 2^5 = 20 Bq。	4
2	某样本经 32 日后活度降至原本的三十二分之一。求半衰期（日）。	1/32 = (1/2)^5，即经过 5 个半衰期；半衰期 = 32 ÷ 5 = 6.4 日。	4
3	一次核分裂的质量亏损为 3.2×10^{-28} 公斤。以 c = 3.0×10^8 米每秒计算释放能量（焦耳，三位有效数字）及（百万电子伏 MeV，以 1 MeV = 1.602×10^{-13} 焦耳）。	$E = mc^2 = 3.2\times10^{-28} \times (3.0\times10^8)^2 = 2.88\text{e-}11$ 焦耳；换算 = 2.88e-11 ÷ 1.602×10^{-13} = 180 MeV。	4
4	1.0 克铀-235 全部发生核分裂（每核释放 2.88×10^{-11} 焦耳，摩尔质量 235 克每摩尔，亚佛加德罗常数 6.022×10^{23}）。求释放总能量（焦耳），并换算等于燃烧多少公斤煤（煤的燃烧热 30 兆焦耳每公斤），以吨表示。	核数 = (1.0 ÷ 235) × 6.022×10^{23} = 2.563e+21；总能量 = 2.563e+21 × 2.88×10^{-11} = 7.380e+10 焦耳；等于煤 7.380e+10 ÷ 3.0×10^7 = 2460 公斤 = 2.46 吨。	4

第二部分　电磁感应与变压器（匝数比、效率、输电损耗）（16 分）

数值答案须写出单位，并按题目要求取有效数字。

#	题目	答案	分数
5	一变压器初级线圈 1200 匝、次级 60 匝，初级电压 220 V。求次级电压（V）。	$V_2 \div V_1 = N_2 \div N_1$，$V_2$ = 220 × 60 ÷ 1200 = 11 V。	4
6	上述变压器次级电流 5.0 A、效率 95%。求输出功率（W）、输入功率（W，三位有效数字）及初级电流（A，三位有效数字）。	输出功率 = 11 × 5.0 = 55 W；输入功率 = 55 ÷ 0.95 = 57.9 W；初级电流 = 57.9 ÷ 220 = 0.263 A。	4
7	输电电缆总电阻 0.5 Ω，输送电流 20 A。求电缆损耗功率（W）。若输出功率不变而输电电压提高 10 倍，求新电流（A）及新损耗功率（W），并求损耗减少的倍数。	损耗 = $I^2R = 20^2 \times 0.5$ = 200 W；电压升 10 倍则电流 = 2 A，损耗 = $2^2 \times 0.5$ = 2 W；减少 100 倍（即原来的 1%）。	4
8	一线圈 200 匝，所围磁通在 0.05 秒内由 0.002 Wb 均匀增至 0.008 Wb。求感应电动势（V）。若线圈电阻 8 Ω，求感应电流（A，二位有效数字）。	$\text{EMF} = N\,\Delta\Phi/\Delta t = 200 \times (0.008 - 0.002) \div 0.05$ = 24 V；电流 = 24 ÷ 8 = 3.0 A（二位有效数字 3.0 A）。	4

第三部分　免疫与疫苗（效价、群体免疫、疫苗 efficacy）（17 分）

须写出所用公式及假设，并说明计算结果的意义。

#	题目	答案	分数
9	某血清样本以 1:80 开始，再连续做 5 次 1:2 倍比稀释。求最终稀释倍数。	每次稀释 ×2，共 5 次 = 2^5 = 32；最终倍数 = 80 × 32 = 2560。	4
10	某传染病的基础再生数 $R_0 = 6$。求群体免疫所需接种百分比（一位小数）；若人口 750 万，求需接种人数。若 R_0 降至 3，求新的接种百分比（一位小数）。	接种比例 = $1 - 1/R_0 = 1 - 1/6 = 83.3\%$；人数 = 750 万 × 0.8333 = 6.25 百万；$R_0 = 3$ 时 = 1 − 1/3 = 66.7%。	4
11	某疫苗试验：未接种组发病率 4.0%，接种组 0.8%。求相对风险（小数）及疫苗效力（百分比）。	相对风险 = 0.8 ÷ 4.0 = 0.2；疫苗效力 = (1 − 0.2) × 100 = 80%，即接种组发病风险降低 80%。	4
12	某抗体在血液中的半衰期为 21 日。接种后抗体浓度为 1200 单位 / 毫升。求 84 日后的浓度（单位 / 毫升），并解释为何数月后需要加强剂（5 分）。	84 ÷ 21 = 4 个半衰期；浓度 = 1200 ÷ 2^4 = 75 单位 / 毫升。抗体浓度持续下降，低于保护水平后记忆 B 细胞需再次受抗原刺激才大量分泌抗体，故需加强剂。	5

第四部分　遗传与基因工程（遗传几率、PCR、凝胶电泳）（17 分）

几率与比例答案可用分数、小数或百分比表示，但要前后一致。

#	题目	答案	分数
13	两名都是带病基因携带者（Aa × Aa）计划生育。求子女患病的几率；若他们有 3 名子女，求 3 名全部正常的几率（百分比，一位小数）。	单基因杂交 Aa × Aa 得 1 AA : 2 Aa : 1 aa，患病（aa）= 1/4 = 25%；3 名全正常 = $(3/4)^3 = 0.4219$ = 42.2%。	4
14	某 X 连锁隐性病的母亲为携带者（X^AX^a），父亲正常（X^AY）。分别求儿子及女儿患病的几率，并解释女儿的情况。	儿子得母亲的 X^a 即患病（Y 无对应等位基因），几率 = 1/2；女儿必得父亲的 X^A，故患病几率 = 0，但其中 1/2 为携带者（X^AX^a），不会发病。	4
15	PCR 由 10 份起始 DNA 开始，每个循环倍增。求 30 个循环后的 DNA 份数（三位有效数字），并说明为何 40 个循环后再倍增对实务意义不大。	份数 = 10×2^{30} = 1.074e+10 份（3 位有效数字 1.07×10^{10}）。40 个循环已达 10×2^{40} = 1.100e+13 份，受引子、dNTP 及聚合酶耗尽与平台期限制，再倍增在实务上不可得。	4
16	凝胶电泳中，100 bp 片段迁移 60 毫米，1000 bp 片段迁移 20 毫米（迁移距离与 $\log_{10}$ 分子大小成线性）。求 600 bp 片段的迁移距离（毫米，三位有效数字），并说明如何用此法判断 PCR 产物是否正确（5 分）。	斜率 = (60 − 20) ÷ (3 − 2) = 40 毫米 / 每 log 单位；$\log_{10}600 = 2.778$，距离 = 60 − 40 × 0.778 = 28.9 毫米。把 PCR 产物与 DNA ladder 同泳道比较，若条带位置与预期大小相同即证实产物正确；若出现额外条带表示非特异性扩增。	5

第五部分　生态演替与多样性（能量流、标记重捕、多样性指数）（17 分）

生态与多样性题须写出指数公式，并比较两组数据。

#	题目	答案	分数
17	某生态系统生产者固定能量 45000 kJ，初级消费者 4500 kJ，次级消费者 450 kJ，三级消费者 45 kJ。求每一级的传递效率，并说明其意义。	每级效率 = 4500/45000 = 450/4500 = 45/450 = 10%。即约九成能量以呼吸、排泄及未食用部分流失，故食物链一般只有 4 至 5 级。	4
18	以林肯指数估算族群：首次捕捉标记 80 只放回，第二次捕捉 60 只，其中 12 只有标记。求族群估计数量，并指出一个令估计偏高的因素。	$N = (M \times n) \div m = (80 \times 60) \div 12 = 400$ 只。若标记影响活动（令标记个体更易再被捕获），m 偏大，N 会偏低；若标记脱落令 m 偏小，则 N 偏高。	4
19	两块样地面积相同。样地甲：物种 A 50 只、B 30 只、C 20 只；样地乙：A 80 只、B 10 只、C 10 只。用辛普森多样性指数 $D = 1 - \Sigma(n/N)^2$ 求两地 D 值（二位小数），并判断哪块样地多样性较高。	样地甲：$\Sigma(n/N)^2 = 0.5^2 + 0.3^2 + 0.2^2 = 0.38$，$D = 1 - 0.38 = 0.62$；样地乙：$0.8^2 + 0.1^2 + 0.1^2 = 0.66$，$D = 0.34$。样地甲 D 值较高，多样性较高（个体分布较均匀）。	4
20	某地演替调查记录：0 年 3 种、10 年 9 种、50 年 18 种、100 年 22 种。求各时段物种数的平均变化率（种 / 年），指出变化最快的时段，并解释原因（5 分）。	0–10 年 = (9–3)÷10 = 0.60；10–50 年 = (18–9)÷40 = 0.225；50–100 年 = (22–18)÷50 = 0.080 种 / 年。最快为 0–10 年（0.60 种 / 年）：裸地受扰动后先锋草本与苔藓迅速入侵，物种数急升；10 年后竞争与遮荫加强，增速明显放缓。	5

第六部分　科学探究与误差（不确定度合成、有效数字、信度）（17 分）

误差题须先写出百分比误差或合成公式，再给最终不确定度。

#	题目	答案	分数
21	一长度量度为 12.4 cm，仪器不确定度 ±0.05 cm。求百分比误差（%，二位有效数字）。	百分比误差 = 0.05 ÷ 12.4 × 100 = 0.403% ≈ 0.40%（0.40%）。	4
22	质量 45.2 ± 0.1 克，体积 18.0 ± 0.2 立方厘米。求密度（克每立方厘米，三位有效数字）及其百分比不确定度与绝对不确定度。	密度 = 45.2 ÷ 18.0 = 2.511 克每立方厘米；百分比不确定度 = 0.221% + 1.111% = 1.33%；绝对不确定度 = 2.511 × 1.33% = 0.033，故 ρ = 2.51 ± 0.03 克每立方厘米。	4
23	实验以弹簧测力：伸长 0.02 m 时力 0.98 N、0.04 m 时 1.96 N、0.06 m 时 2.94 N、0.08 m 时 3.92 N。求弹簧常数（N/m），并说明这些数据如何支持虎克定律。	斜率 $k = (3.92 - 0.98) \div (0.08 - 0.02) = 2.94 \div 0.06 = 49$ N/m；四点连线成直线且通过原点附近（力 / 伸长每点均为 49 N/m），即力与伸长成正比，符合虎克定律 $F = ke$。	4
24	某长度真值 5.10 cm，四次量度为 5.02、5.04、5.01、5.03 cm。求平均值、样本标准差（cm，三位有效数字）、与真值的百分比差异，并评论准确度与精密度（5 分）。	平均值 = 5.025 cm；标准差 = 0.0129 ≈ 0.013 cm；百分比差异 = (5.10 – 5.025) ÷ 5.10 × 100 = 1.47%。四次读数非常接近（标准差仅 0.013 cm），精密度高；但平均值偏低 1.47%，显示存在系统误差（如零点误差），准确度不足，需校正仪器。	5