中四生物练习卷：消化与吸收、血液循环与心脏、气体交换与呼吸、植物水分与矿物质运输、生态系统能量与物质循环、疾病传播与免疫（100 分）

中四生物 | 100 分 | 75 分鐘

1. 消化与吸收（17 分）

能量及质量以一位小数表示；百分率取两位小数。

(a) 某人每日摄入蛋白质 100 g、脂肪 60 g 及碳水化合物 300 g。已知能量值为蛋白质 17 kJ/g、脂肪 38 kJ/g、碳水化合物 17 kJ/g。求三类养分提供的能量及总能量摄入，并求各类占总能量的百分率。 *(5 分)*

答案：蛋白质 = 100 × 17 = 1700 kJ；脂肪 = 60 × 38 = 2280 kJ；碳水化合物 = 300 × 17 = 5100 kJ。总能量 = 9080 kJ。百分率：蛋白质 18.72%、脂肪 25.11%、碳水化合物 56.17%，合计 100%。

(b) 唾液淀粉酶在 37 °C 时相对活性为 100%，在 60 °C 时为 5%，在 0 °C 时为 8%。求 60 °C 时相对活性比 37 °C 下降多少个百分点，并解释两个温度下活性偏低的原因有何不同。 *(4 分)*

答案：下降 = 100 − 5 = 95 个百分点。60 °C 超过最适温度，酶蛋白变性、活性部位永久变形，活性不可逆地丧失；0 °C 只是分子动能低、碰撞减少，酶结构未破坏，回温后活性可回复。

(c) 胆汁把脂肪球的平均直径由 0.8 mm 乳化成 0.02 mm。假设脂肪总体积不变，求直径缩小的倍数，以及总表面积扩大的倍数。 *(4 分)*

答案：直径比 = 0.8 ÷ 0.02 = 40 倍。球体总体积不变时，总表面积与直径成反比，故表面积扩大 40 倍，脂肪酶可接触的表面大增，消化速率加快。

(d) 比较葡萄糖与长链脂肪酸在小肠吸收后进入血液的途径。 *(4 分)*

答案：葡萄糖经绒毛上皮细胞的主动运输（与钠离子协同）进入微血管，经肝门静脉先送往肝脏。长链脂肪酸与甘油在细胞内重新合成三酸甘油酯，形成乳糜微粒，先进入绒毛内的乳糜管（淋巴），经胸管入锁骨下静脉，绕过肝脏直接进入血液。

2. 血液循环与心脏（17 分）

容量以 mL 及 L 表示；速率须列出算式。

(a) 某人静息心率 75 次 / 分钟，每搏输出量 70 mL。求心输出量（mL/min 及 L/min）。 *(4 分)*

答案：心输出量 = 75 × 70 = 5250 mL/min = 5.25 L/min。

(b) 该人血量 5.0 L。以 (a) 的心输出量计算，血液完成一次全身循环约需多少秒？ *(4 分)*

答案：时间 = 5000 mL ÷ 5250 mL/min = 0.952 分钟 = 57.1 秒。

(c) 主动脉总截面积 3.0 cm²，血流速度 30 cm/s；毛细血管总截面积 3,000 cm²。求血流量（cm³/s）及毛细血管内的平均血流速度。 *(5 分)*

答案：血流量 = 3.0 × 30 = 90 cm³/s。毛细血管流速 = 90 ÷ 3000 = 0.03 cm/s。截面积增大令流速下降，有利物质交换。

(d) 解释为何左心室壁比右心室厚，并说明静脉如何把血液送回心脏。 *(4 分)*

答案：左心室要把血液泵至全身（体循环），阻力大、所需压力高；右心室只把血液泵至肺（肺循环），路径短、阻力小，故左心室心肌较厚。静脉靠骨骼肌收缩挤压、静脉内瓣膜防止倒流，加上吸气时胸腔压力下降，把血液送回心房。

3. 气体交换与呼吸（17 分）

气体容量以 mL 为单位；百分比取一位小数。

(a) 某人潮气量 500 mL，呼吸率 12 次 / 分钟，解剖死腔 150 mL。求每分钟肺通气量及肺泡通气量。 *(5 分)*

答案：肺通气量 = 500 × 12 = 6000 mL/min。肺泡通气量 = (500 − 150) × 12 = 4200 mL/min。死腔气体不参与交换，故肺泡通气量明显较低。

(b) 正常肺泡总表面积约 70 m²。若肺气肿令表面积减少 40%，假设其他因素不变，求余下表面积及氧气扩散速率的百分率。 *(4 分)*

答案：余下表面积 = 70 × 60% = 42.0 m²；扩散速率与表面积成正比，故为正常的 60%，即下降 40 个百分点。

(c) 每克血红蛋白可结合 1.34 mL 氧气。某人血红蛋白浓度 150 g/L，血量 5 L。求血液能携带的氧气总量。 *(4 分)*

答案：氧气量 = 1.34 × 150 × 5 = 1005 mL，即约 1.0 L。

(d) 解释为何吸烟者一氧化碳中毒时，即使吸入充足氧气仍会缺氧。 *(4 分)*

答案：一氧化碳与血红蛋白的亲和力远高于氧气，占据结合位置并使氧解离曲线左移，令血红蛋白在组织释放氧气更困难；血液携氧量下降，组织供氧不足。

4. 植物水分与矿物质运输（16 分）

以 g m⁻² h⁻¹ 为单位；时间以小时计。

(a) 一株植物叶面积 0.5 m²，5 小时内失水 250 g。求平均蒸腾速率（g m⁻² h⁻¹）。 *(4 分)*

答案：蒸腾速率 = 250 ÷ (0.5 × 5) = 100 g m⁻² h⁻¹。

(b) 同一植物每日吸水 1.8 L，其中 95% 经蒸腾散失。求每日蒸腾失水量及留在植物体内的用水量。 *(4 分)*

答案：蒸腾失水 = 1.8 × 95% = 1.71 L；留在体内 = 1.8 − 1.71 = 0.09 L，用于光合作用、维持细胞膨压及生长。

(c) 比较木质部与韧皮部在运输物质、方向及动力来源上的差异。 *(4 分)*

答案：木质部运输水和矿物质，单向由根向上；动力主要为蒸腾拉力（辅以根压及毛细作用）。韧皮部运输蔗糖及氨基酸，可双向（源至库）；动力为压力流动，由主动装载建立压力差推动。

(d) 把一株植物放入只有蒸馏水的容器，另一株放入含钾离子的溶液，两者均通气。预测并解释根部吸收钾离子的差异。 *(4 分)*

答案：蒸馏水那株几乎不吸收钾离子，因无离子可供吸收；溶液那株会吸收钾离子，且需氧气进行呼吸作用提供 ATP，以主动运输逆浓度梯度把离子送入根毛细胞。若缺氧，吸收量显著下降，证明过程需要能量。

5. 生态系统能量与物质循环（17 分）

能量以 kJ m⁻² yr⁻¹ 为单位；效率取一位小数。

(a) 某生态系统生产者的净生产量为 40,000 kJ m⁻² yr⁻¹，相邻营养级间能量传递效率为 10%。求初级、次级及三级消费者的可用能量，并求三个消费者营养级的能量总和。 *(5 分)*

答案：初级消费者 = 40,000 × 10% = 4000；次级消费者 = 4000 × 10% = 400；三级消费者 = 40。三者合计 = 4440 kJ m⁻² yr⁻¹，即生产者能量的 11.1%。

(b) 某农田吸收光能 1,200,000 kJ m⁻² yr⁻¹，净初级生产量为 48,000 kJ m⁻² yr⁻¹。求生态效率。 *(4 分)*

答案：效率 = 48,000 ÷ 1,200,000 × 100% = 4.0%，其余能量以反射、蒸腾及呼吸作用散失。

(c) 说明碳在生态系统中如何由大气返回生物体，又怎样回到大气。 *(4 分)*

答案：进入生物体：生产者行光合作用把二氧化碳固定为有机物，再经食物链传给消费者。返回大气：生产者、消费者及分解者行呼吸作用释出二氧化碳；分解者分解遗体及粪便；化石燃料燃烧亦把贮存的碳释回大气。

(d) 以标放再捕法估算族群大小：首次捕捉并标记 80 只，之后重捕 100 只，其中 16 只有标记。求估算族群大小，并指出此法的两个假设。 *(4 分)*

答案：族群大小 = 80 × 100 ÷ 16 = 500 只。假设：标记均匀混合于族群中；标记不影响生存及被捕获机会；期间无出生、死亡、迁入或迁出。

6. 疾病传播与免疫（16 分）

人数及细菌数取整数；百分比取整数。

(a) 某传染病的基本传染数 R_0 为 4。求达致群体免疫所需的最低疫苗接种率；若 R_0 降至 2，接种率又如何？ *(4 分)*

答案：接种率 = $1 - 1/R_0$ 。R_0 = 4 时 = 1 − 0.25 = 75%；R_0 = 2 时 = 1 − 0.5 = 50%。R_0 越低，所需接种率越低。

(b) 某细菌每 20 分钟分裂一次。初始数量 500 个，在理想条件下 2 小时后有多少个？ *(4 分)*

答案：2 小时 = 120 分钟，分裂次数 = 120 ÷ 20 = 6 次；数量 = 500 × 2^6 = 32000 个。

(c) 解释为何疗程未完成就停用抗生素会助长抗药性细菌的出现。 *(4 分)*

答案：抗生素杀死大部分敏感细菌，但少数带有抗药基因的个体存活；提早停药令这些个体在无竞争下大量繁殖，并可把抗药基因以质体水平转移给其他细菌，族群整体抗药性提高。

(d) 指出三种能减少呼吸道传染病在学校传播的措施，并说明各自的原理。 *(4 分)*

答案：一、佩戴口罩：物理阻隔飞沫，减少含病原体的飞沫被吸入。二、保持通风及社交距离：稀释空气中病原体浓度、减少近距离接触。三、勤洗手及消毒共用物品：破坏接触传播途径，去除手上的病原体。