

## 5.2 生态系统的能量流动

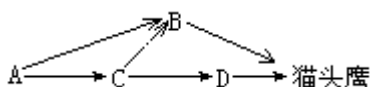
1. 我国谚语中的“螳螂捕蝉，黄雀在后”体现了食物链的原理。若鹰迁入了蝉、螳螂和黄雀所在的树林中，捕食黄雀并栖息于林中。下列叙述正确的是( )

- A. 鹰的迁入增加了该树林中蝉及其天敌的数量
- B. 该生态系统中细菌产生的能量可流向生产者
- C. 鹰的迁入增加了该生态系统能量消耗的环节
- D. 鹰的迁入改变了该生态系统能量流动的方向

2. 下列关于营养级的叙述，正确的是( )

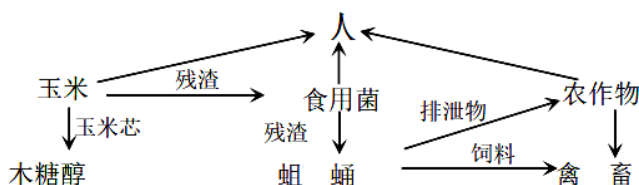
- A. 营养级的位置越高，归属于这个营养级的能量通常越多
- B. 自然生态系统中的所有绿色植物都属于生产者营养级
- C. 营养级是指处于食物链同一环节上同种生物的总和
- D. 食物链中的各营养级之间能量传递效率是相同的

3. 如图表示某生态系统食物网的图解，猫头鹰体重每增加 1kg，至少消耗 A 约( )

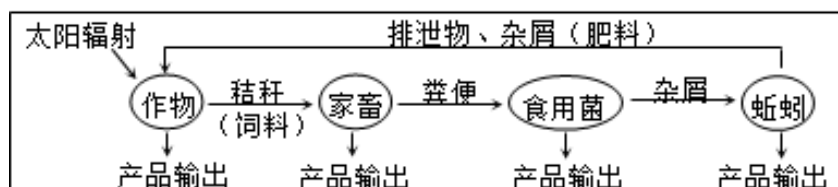


- A. 100kg
- B. 44.5kg
- C. 25kg
- D. 15kg

4. 设计人工生态系统的常用方法之一是给食物链(网)“加环”，下图就是一种“加环”示意图，据图判断下列说法正确的是( )



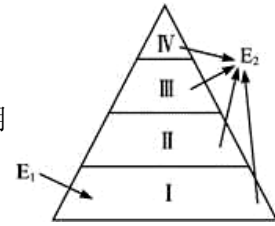
- A. 用残渣来培育食用菌和蛆蛹，提高了能量的传递效率
  - B. 用玉米的副产品玉米芯生产木糖醇，可增加经济效益
  - C. 用蛆蛹排泄物作有机肥还田，运用了能量循环再生原理
  - D. 在离开人的管理条件下，该人工生态工程仍可以正常运转
5. 据图判断，下列叙述不符合生态学原理的是( )



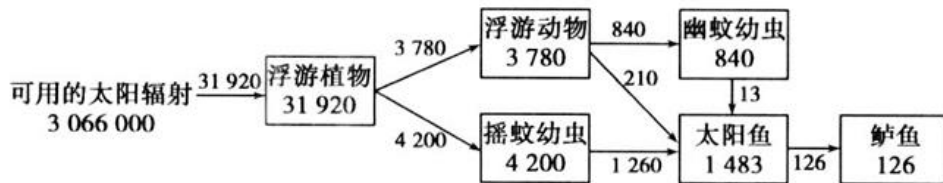
- A. 物质经过多级利用，实现了良性循环
- B. 每级生产环节都获得产品，提高了生态经济效益
- C. 由于食物链延长，系统总能量的利用效率降低
- D. 由于各级产物都可以利用，减少了废物和污染

6. 下图为某一生态系统的能量金字塔，其中 I、II、III、IV 分别代表不同的营养级， $E_1$ 、 $E_2$  代表能量的形式。下列叙述正确的是（ ）

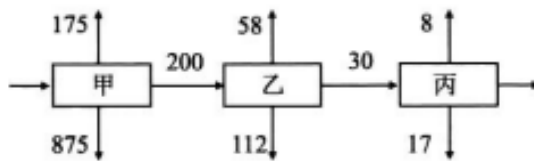
- A. I 是初级消费者                      B. IV 为分解者  
C.  $E_1$  为太阳能， $E_2$  为热能        D. 能量可在食物链中循环利用



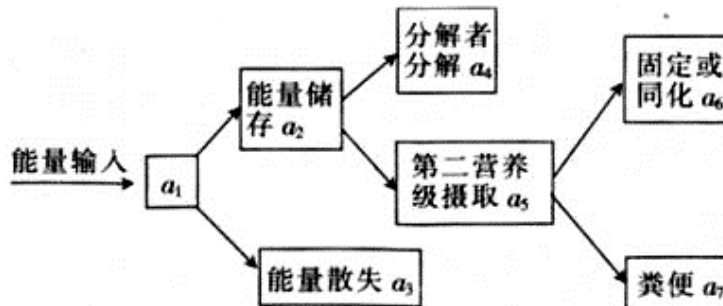
7. 下图为某人工鱼塘食物网及其能量传递示意图(图中数字为能量数值,单位是  $J m^{-2} a^{-1}$ )。下列叙述正确的是（ ）



- A. 该食物网中最高营养级为第六营养级  
B. 该食物网中第一到第二营养级的能量传递效率为 25%  
C. 太阳鱼呼吸作用消耗的能量为  $1357 J m^{-2} a^{-1}$   
D. 该食物网中的生物与无机环境共同构成一个生态系统
8. 下图为某生态系统能量流动示意图【单位:  $J / (cm^2 a)$ 】。下列说法正确的是( )



- A. 甲所固定的能量是乙和丙的能量之和  
B. 乙与丙之间能量传递效率为 8%  
C. 乙产生的粪便中的能量属于乙同化的能量  
D. 相邻营养级之间的能量传递是通过捕食实现的
9. 下图为能量流动示意图,其中  $a_1$  是流入第一营养级的总能量。下列说法正确的是( )



- A. 第一营养级传递给分解者的总能量是  $a_4$   
B. 散失的能量  $a_3$ , 不能再被生物同化利用  
C.  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_6$  中的能量都以稳定化学能的形式存在  
D. 第一营养级和第二营养级之间的能量传递效率是  $a_6 \div a_2$

10. 现有一未受人类干扰的自然湖泊,某研究小组考察了湖泊中处于食物链最高营养级的某鱼种群的年龄组成,结果如下表。

年龄	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	≥12
个体数	92	187	121	70	69	62	63	72	64	55	42	39	264

注:表中1+代表鱼的年龄大于等于1,小于2,其他以此类推。

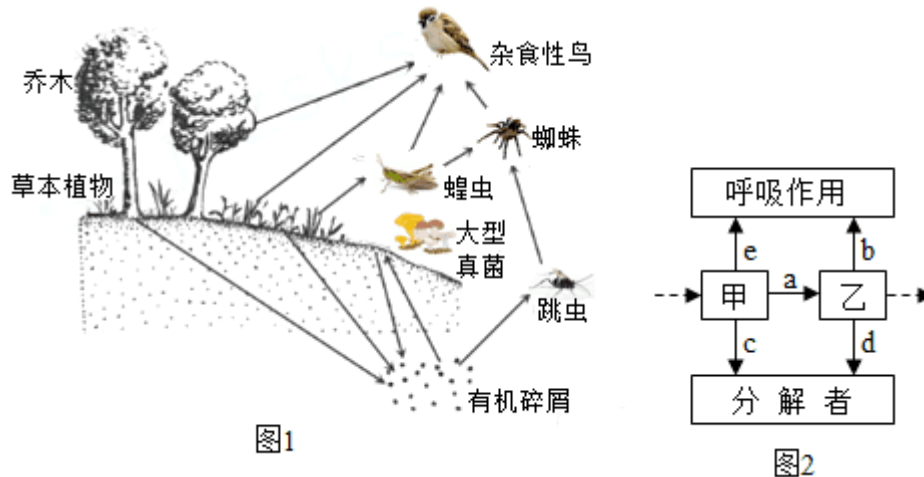
回答下列问题

(1)通常,种群的年龄结构大致可以分为三种类型,分别是\_\_\_\_\_。研究表明:该鱼在3+时达到性成熟(进入成年),9+时丧失繁殖能力(进入老年)根据表中数据可知幼年、成年、老年三个年龄组个体数的比例为\_\_\_\_\_,由此可推测该鱼种群数量的变化趋势是\_\_\_\_\_。

(2)如果要调查这一湖泊中该鱼的种群密度,常用的调查方法是\_\_\_\_\_。该方法常用于调查\_\_\_\_\_强、活动范围广的动物的种群密度。

(3)在该湖泊中,能量沿食物链流动时,所具有的两个特点是\_\_\_\_\_。

11. 图1是某生态系统部分生物关系示意图。



请回答下列问题:

(1)生态系统最基本的生物成分是\_\_\_\_\_。图1由乔木、草本植物、蝗虫、蜘蛛和杂食性鸟构成的食物网中,杂食性鸟分别处于第\_\_\_\_\_营养级。

(2)从图1所示的营养关系分析,属于分解者的有\_\_\_\_\_。有机碎屑被彻底分解产生的\_\_\_\_\_ (至少写出两类)等供生态系统循环利用。

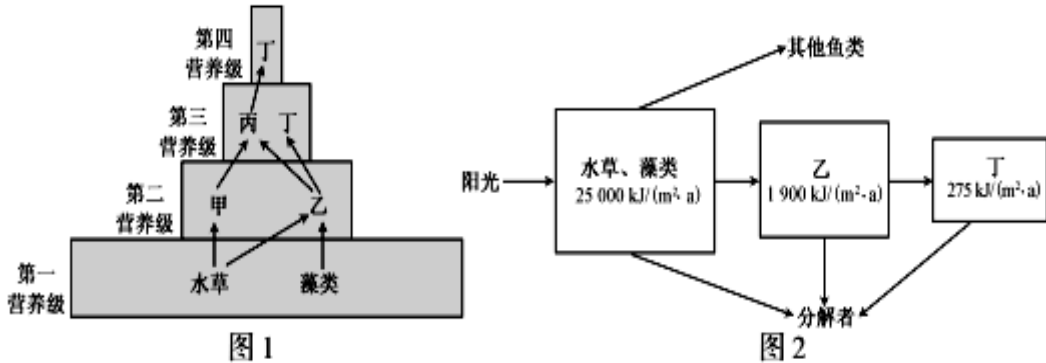
(3)由于乔木的遮挡程度不同,导致了不同区域地表的草本植物、真菌等生物种类和数量有一定差异,地表生物的这种区域差异分布体现了群落具有\_\_\_\_\_结构。

(4)下列属于该区域东亚飞蝗种群基本特征的有\_\_\_\_\_ (填序号)。

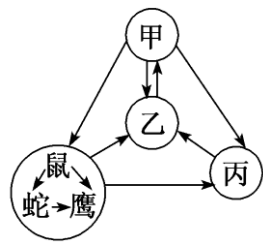
- ①空间分布 ②迁入率 ③互利共生 ④物种丰富度 ⑤种群密度

(5)图2是图1生态系统中某两个营养级(甲、乙)的能量流动示意图,其中a~e表示能量值。乙粪便中食物残渣的能量包含在\_\_\_\_\_ (填图2中字母)中,乙用于生长、发育及繁殖的能量值可表示为\_\_\_\_\_ (用图2中字母和计算符号表示)。

12. 某城市河流由于生活污水和工业废水的排入，水质逐渐恶化。经过治理后，河水又恢复了清澈。图 1 表示该河流的能量金字塔（甲、乙、丙为 3 种鱼，丁为 1 种水鸟，甲不摄食藻类，箭头指示能量流动方向），图 2 表示部分能量流动关系（图中数字表示同化的能量）。请回答下列问题：



- (1) 图 1 所示食物网中，遗漏了一条能量流动途径，该条途径是\_\_\_\_\_。
  - (2) 图 1 所示食物网中，次级消费者是\_\_\_\_\_，丁与丙之间的种间关系是\_\_\_\_\_。
  - (3) 根据图 1 分析，除了图 2 中已经标出的能量去向之外，乙的能量去向还有\_\_\_\_\_。
  - (4) 结合图 2 分析，图 1 所示食物网中第一营养级到第二营养级能量的传递效率\_\_\_\_\_（在“大于”、“小于”或“等于”中选择）7.6%。
  - (5) 经检测，水体中含有某种可被生物富集的农药，推测此农药含量最高的物种是\_\_\_\_\_。
13. 如图是某草原生态系统中各成分之间的关系模式图，图中甲、乙、丙表示生态系统的成分。请回答下列问题：



- (1) 图中丙属于该生态系统组成成分中的\_\_\_\_\_。图中鹰处于第\_\_\_\_\_营养级。
- (2) 若鹰的捕食对象为其提供的能量均等，则鹰同化 1 kJ 的能量至少需要生产者同化\_\_\_\_\_kJ 的能量。
- (3) 下表所示为该草原生态系统某年中流经鹰种群的能量分配情况：

项目	摄入的能量	呼吸消耗的能量	用于生长发育和繁殖的能量
能量( $\times 10^3$ kJ)	32	12	8

这一年中鹰种群的同化量为\_\_\_\_\_，其中用于生长发育和繁殖的能量可以流向\_\_\_\_\_，也可以\_\_\_\_\_。

## 5.2 生态系统的能量流动 答案和解析

### 1. 【答案】C

根据文字信息写出食物链：植物→蝉→螳螂→黄雀→鹰，鹰的迁入会导致黄雀减少、螳螂增加、蝉减少等系列变化。细菌一般是生态系统的分解者，分解者从动植物遗体、动物排遗物中获得的能量通过分解(呼吸)作用以热能的形式散失，不会再被生产者利用。鹰的迁入使该生态系统的食物链由4个营养级变为5个营养级，增加了该生态系统能量消耗的环节。鹰的迁入使该生态系统的食物链营养级增加，但食物链还是只有一条，所以能量流动的方向未改变。

### 2. 【答案】B

- A、通常营养级越高，归属于这个营养级能量越少，A 错误；
- B、自然生态系统中的所有绿色植物能进行光合作用，都属于生产者营养级，B 正确；
- C、处于食物链同一环节上的所有生物的总和称为营养级，C 错误；
- D、食物链中的各营养级之间能量传递效率不一定相同，一般在 10%-20%之间，D 错误。

### 3. 【答案】C

能量流动的特点是逐级递减、单向流动；能量传递效率是 10%-20%，题目中要消耗 A 最少，所以选择最短食物链，按照 20%传递效率计算。最短食物链是：A→B→猫头鹰，至少消耗

$$A = \frac{1}{20\% \times 20\%} = 25\text{kg}, \text{ 综上所述, C 正确, ABD 错误.}$$

### 4. 【答案】B

- A.用残渣来培育食用菌和蛆蛹，实现了能量的多级利用，提高了能量的利用率，而不是能量的传递效率，A 错误；
- B.用玉米的副产品玉米芯生产木糖醇，可提高经济效益，B 正确；
- C.用蛆蛹排泄物作有机肥还田，运用了生态工程中物质循环再生原理，能量具有单向流动的特点，不能循环再生，C 错误；
- D.该生态工程人起到了决定性的作用，所以在离开人的管理条件下，该生态工程就不能正常运转，D 错误。

### 5. 【答案】C

- A、农业生态系统中物质经过多级利用，实现了良性循环提高物质和能量的利用率 A 正确；
- B、每一级都能获得产品提高了生态经济效益，B 正确；
- C、因为食物链延长，能量逐级损耗但每一级都有能量得到利用，所以系统总能量的利用效率反而增加了，C 错误；
- D、因为各级产物都可利用减少了废物和污染保护了环境，D 正确

### 6. 【答案】C

生态系统的能量金字塔是由生产者和各级消费者构成的，不包括分解者，生产者位于金字塔的底层，所以 A、B 错。能量在食物链中流动是不循环的，不能循环利用，D 错。E<sub>2</sub> 为生产者和各级消费者呼吸作用释放出的热能，E<sub>1</sub> 为太阳能。

### 7. 【答案】B

- A、该食物网中最高营养级是鲈鱼，为第五营养级；

- B、该食物网中第一到第二营养级的能量传递效率为 $(3780+4200) \div 31920 \times 100\% = 25\%$ ；
- C、太阳鱼同化的能量去向有：呼吸作用消耗、流入下一营养级和被分解者分解利用，由图可知，只知道同化量和流入下一养级的能量，不能得出呼吸作用消耗的能量；
- D、该人工鱼塘中所有的生物与无机环境共同作用形成一个生态系统。

8. 【答案】 D

- A.甲所固定的能量大于乙和丙的能量之和，A 错误；
- B.乙与丙之间能量传递效率为 $\frac{30}{200} \times 100\% = 15\%$ ，B 错误；
- C.乙产生的粪便中的能量属于甲同化的能量，C 错误；
- D.相邻营养级之间的能量传递是通过捕食实现的，D 正确。

9. 【答案】 B

- A.图中的  $a_7$  是第二营养级粪便中的能量，该能量并没有被第二营养级同化，因此仍然属于生产者（第一营养级）流向分解者的能量，因此第一营养级传递给分解者的能量是  $a_4 + a_7$ ，A 错误；
- B.能量散失  $a_3$  都以热能的形式散失，该能量不能再被生物同化利用，B 正确；
- C. $a_3$  为散失的能量，最终都是以热能的形式散失，C 错误；
- D.题干中看出， $a_1$  是流入第一营养级的总能量（即第一营养级同化的总能量），而第二营养级同化的能量为  $a_6$ ，因此能量传递效率= $a_6 \div a_1$ ，D 错误。

10. 【答案】 (1) 增长型、衰退型、稳定型 1: 1: 1 保持稳定

- (2) 标志重捕法 活动能力
- (3) 单向流动、逐级递减

【解析】解：(1) 种群的年龄结构大致可以分为增长型、衰退型、稳定型三种类型。研究表明：该鱼在 3+ 时达到性成熟（进入成年），9+ 时丧失繁殖能力（进入老年），根据表中数据可知幼年、成年和老年 3 个年龄组个体数的比例为  $(92+187+121)$ ：

$(70+69+62+63+72+64) : (55+42+39+264) = 400 : 420 : 400 \approx 1 : 1 : 1$ ，由此可推测该鱼种群数量的变化趋势是保持稳定。

(2) 对于活动能力强、活动范围大的个体调查种群密度时适宜用标志重捕法，所以调查这一湖泊中该鱼的种群密度，常用的调查方法是标志重捕法。

(3) 在该湖泊中，能量沿食物链流动时，所具有的两个特点是单向流动、逐级递减。

11. 【答案】 (1) 生产者 二、三、四

- (2) 大型真菌、跳虫 无机盐、 $CO_2$ 、 $H_2O$
- (3) 水平
- (4) ①②⑤
- (5) c a-b

【解析】

(1) 在生态系统中，生产者是自养生物，主要是绿色植物。生产者可以通过光合作用，把太阳能固定在它们所制造的有机物中，太阳能变成化学能从而可以被生物所利用，因此生产者可以说是生态系统的基石，是生态系统的主要成分。杂食性鸟以草本植物等生产者为食处于第二营养级，以蝗虫为食处于第三营养级，以蜘蛛为食处于第四营养级。

(2) 生态系统的分解者能将动植物遗体残骸中的有机物分解成无机物，图 1 中的大型真菌和跳虫属于分解者，它们可以将有机碎屑分解成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和无机盐被生产者重新利用。

(3) 群落的水平结构是指由于地形的变化、土壤湿度和盐碱度的差异、光照强度的不同、生物自身生长特点的不同，以及人与动物的影响因素，不同地段上往往分布着不同的种群。乔木的遮挡程度不同，造成了光照强度的不同，使不同地段上分布的生物种类和数量有一定差异，体现了群落具有水平结构。

(4) 种群特征包括数量特征和空间特征。种群的数量特征有：种群密度、出生率和死亡率、迁入率和迁出率、性别比例、年龄组成。种群的空间特征即种群的空间分布，包括均匀分布、集群分布、随机分布。因此①②⑤属于东亚飞蝗种群的基本特征，而③④属于群落水平上研究的问题。

(5) 乙粪便中的能量属于乙的摄入量，但是为乙没有消化、吸收的能量，因此不是乙的同化量而是甲同化的能量中流向分解者的一部分，故乙粪便中食物残渣的能量包含在 c 中。乙同化的能量一部分用于呼吸消耗，一部分用于自身生长、发育、繁殖，图中 a 为乙的同化量，b 为乙呼吸作用消耗的能量，所以乙用于自身生长、发育、繁殖的能量为 a-b。

12. 【答案】(1) 水草→甲→丁

(2) 丙和丁 捕食和竞争

(3) 传递给丙、自身呼吸作用以热能形式散失

(4) 大于

(5) 丁

【解析】解：(1) 水鸟以各种鱼类为食，因此图 1 食物网遗漏了水草→甲→丁这条食物链。

(2) 图 1 所示食物网中，第三营养级就是次级消费者，即次级消费者包括丙和丁；丁与丙之间既存在捕食关系，同时两者又共同竞争乙。

(3) 除顶级消费者以外，各营养级的能量去向包括：自身呼吸作用消耗、流向下一营养级、被分解者分解，因此根据图 1 分析，除了图 2 中已经标出的能量去向之外，乙的能量去向还有传递给丙、自身呼吸作用以热能形式散失。

(4) 营养级之间能量传递效率是指第二营养级所有生物同化的能量与第一营养级所有个体同化能量的比例。图 2 中，水草、藻类流向乙的能量有  $1900 \div 25000 \times 100\% = 7.6\%$ ，而第二营养级还包括甲，因此图 1 所示食物网中第一营养级到第二营养级能量的传递效率大于 7.6%。

(5) 在生态系统中，有害物质会通过食物链不断积累，在食物链中，营养级别越高，体内积累的有毒物质越多，由此推测此农药含量最高的物种是丁。

13. 【答案】(1) 分解者 三、四

(2) 75

(3)  $2 \times 10^4$  kJ 分解者 暂时不被利用

解析：(1) 根据图中箭头的指向可以判断，甲是生产者，乙是无机环境(大气中的  $\text{CO}_2$  库)，丙是分解者。从食物网来判断，鹰处于第三、四营养级。

(2) 鹰的捕食对象有鼠和蛇，若鹰的捕食对象为其提供的能量均等，则鹰同化 1 kJ 的能量至少需要生产者同化的能量为  $1/2 \div 20\% \div 20\% + 1/2 \div 20\% \div 20\% \div 20\% = 75(\text{kJ})$ 。

(3) 同化量 = 呼吸消耗的能量 + 用于生长发育和繁殖的能量 =  $12 \times 10^3 + 8 \times 10^3 = 2 \times 10^4(\text{kJ})$ 。

鹰是最高营养级，一年中鹰种群用于生长发育和繁殖的能量可以流向分解者，也可以暂时不被利用。