

# 高中生物公式大全

## I. 生物代谢的相关计算

主要是根据光合作用和呼吸作用的有关反应式的计算：

1. 根据反应式中原料与产物之间的关系进行简单的化学计算，这类题目的难度不大。

2. 有关光合作用强度和呼吸作用强度的计算：

一般以光合速率和呼吸速率（即单位时间单位叶面积吸收和放出  $\text{CO}_2$  的量或放出和吸收  $\text{O}_2$  的量）来表示植物光合作用和呼吸作用的强度，并以此间接表示植物合成和分解有机物的量的多少。

(1) 光合作用实际产氧量 = 实测的氧气释放量 + 呼吸作用吸耗氧量

(2) 光合作用实际二氧化碳消耗量 = 实测的二氧化碳消耗量 + 呼吸作用二氧化碳释放量

(3) 光合作用葡萄糖净生产量 = 光合作用实际葡萄糖生产量 - 呼吸作用葡萄糖消耗量

(呼吸速率可在黑暗条件下测得)

3. 有关有氧呼吸和无氧呼吸的混合计算：

在关于呼吸作用的计算中，在氧气充足的条件下，完全进行有氧呼吸，在绝对无氧的条件下，只能进行无氧呼吸。设计在这两种极端条件下进行的有关呼吸作用的计算，是比较简单的。但如果在低氧条件下，既进行有氧呼吸又进行无氧呼吸，设计的计算题就复杂多了，解题时必须在呼吸作用释放出的  $\text{CO}_2$  中，根据题意确定有多少是无氧呼吸释放的，有多少是有氧呼吸释放的。呼吸作用的底物一般是葡萄糖，以葡萄糖作为底物进行有氧呼吸时，吸收的  $\text{O}_2$  和释放的  $\text{CO}_2$  的量是相等的，但如以其他有机物作为呼吸底物时，吸收的  $\text{O}_2$  和释放的  $\text{CO}_2$  就不一定相等了，在计算时一定要写出正确反应方程式，并且要正确配平后才进行相关的计算。

## II. 生物的生长、发育、繁殖的相关计算

### 一、细胞分裂各期的染色体、DNA、同源染色体、四分体等数量计算

该种题型主要有两种出题方法：

1. 给出细胞分裂某个时期的分裂图，计算该细胞中的各种数目。该种情况的解题方法是在熟练掌握细胞分裂各期特征的基础上，找出查各种数目的方法：

(1) 染色体的数目 = 着丝点的数目

(2) DNA 数目的计算分两种情况：

● 当染色体不含姐妹染色单体时，一个染色体上只含有一个 DNA 分子；

● 当染色体含有姐妹染色单体时，一个染色体上含有两个 DNA 分子。

(3) 同源染色体的对数在有丝分裂各期、减 I 分裂前的间期和减数第一次分裂期为该时期细胞中染色体数目的一半，而在减数第二次分裂期和配子时期由于同源染色体已经分离进入到不同的细胞中，因此该时期细胞中同源染色体的数目为零。

(4) 在含有四分体的时期（联会时期和减 I 中期），四分体的个数等于同源染色体的对数。

2. 无图，给出某种生物细胞分裂某个时期细胞中的某种数量，计算其它各期的各种数目。

该种题型的解题方法可在熟练掌握上种题型的解题方法的基础上，归纳出各期的各种数量变化，并找出规律。如下表：

间期	有丝分裂	减 I 分裂	减 II 分裂	配子								
前、中期	后期	末期	前期	中期	后期	前期	中期	后期				
染色体（条）	2N	2N	4N	2N	2N	2N	2N	N	N	2N	N	
DNA（个）	2C	→4C	4C	4C	2C	4C	4C	4C	2C	2C	2C	C
同源染色体（对）	N	N	2N	N	N	N	N	无	无	无	无	
四分体（个）	无	无	无	无	N	N	无	无	无	无	无	

### 二、关于配子的种类

1. 一个性原细胞进行减数分裂，

(1) 如果在染色体不发生交叉互换，则可产生 4 个 2 种类型的配子，且两两染色体组成相同，而不同的配子染色体组成互补。

(2) 如果染色体发生交叉互换（只考虑一对同源染色体发生互换的情况），则可产生四种类型的配子，其中亲本类型 2 种（两种配子间染色体组成互补），重组类型 2 种（两种配子间染色体组成互补）（可参照教材 106 页图 5-11 进行分析）

2. 有多个性原细胞，设每个细胞中有  $n$  对同源染色体，进行减数分裂

(1) 如果染色体不发生交叉互换，则可产生  $2^n$  种配子

(2) 如果有  $m$  对染色体发生互换，则可产生  $2^{n+m}$  种配子。

(分析：据规律(1)中的②结论可推知：互换了  $m$  对，可产生  $4^m$  种配子；据规律(2)中的①结论可推知：没发生互换的有  $n-m$  对，可产生  $2^{n-m}$  种配子；则共产生配子的种类为： $2^{n-m} \times 4^m = 2^{n+m}$  种。

### 三、关于互换率的计算

有  $A$  个性原细胞进行减数分裂，若有  $B$  个细胞中的染色体发生了互换，则

1. 发生互换的性原细胞的百分率  $= B / A \times 100\%$

2. 在产生的配子中，重组类型的配子占总配子数的百分率（即互换率） $= 2B / 4A \times 100\% = B / 2A \times 100\%$

3. 产生新类型（重组类型）的配子种类：2种

每种占总配子数的百分率  $= B / 4A \times 100\%$

### 四、与生物个体发育的相关计算：

1. 一个胚珠（内产生一个卵细胞和两个极核，进行双受精）发育成一粒种子；一个子房发育成一个果实；

2. 若细胞中染色体数为  $2N$ ，则精子、卵细胞、极核内的染色体数都为  $N$ ；受精卵→胚细胞中染色体数为  $2N$ （来自父、母方的染色体各占  $1/2$ ），受精极核→胚乳细胞中染色体数为  $3N$ （来自父方的占  $1/3$ ，母方的占  $2/3$ ，且与精子结合的两个极核的基因型和与另一个精子结合的卵细胞的基因型是相同的），种皮、果皮等结构的染色体数为  $2N$ （全部来自母方）。

### III. 生物的遗传、变异、进化相关计算

#### 一、与遗传的物质基础相的计算：

##### 1. 有关氨基酸、蛋白质的相关计算

(1) 一个氨基酸中的各原子的数目计算：

C 原子数=R 基团中的 C 原子数+2, H 原子数=R 基团中的 H 原子数+4, O 原子数=R 基团中的 O 原子数+2, N 原子数=R 基团中的 N 原子数+1

(2) 肽链中氨基酸数目、肽键数目和肽链数目之间的关系：

若有 n 个氨基酸分子缩合成 m 条肽链, 则可形成(n-m)个肽键, 脱去(n-m)个水分子, 至少有-NH<sub>2</sub> 和-COOH 各 m 个。

(3) 氨基酸的平均分子量与蛋白质的分子量之间的关系：

n 个氨基酸形成 m 条肽链, 每个氨基酸的平均分子量为 a, 那么由此形成的蛋白质的分子量为:  $n \cdot a - (n-m) \cdot 18$  (其中 n-m 为失去的水分子数, 18 为水的分子量); 该蛋白质的分子量比组成其氨基酸的分子量之和减少了  $(n-m) \cdot 18$ 。

(4) 在 R 基上无 N 元素存在的情况下, N 原子的数目与氨基酸的数目相等。

##### 2. 有关碱基互补配对原则的应用：

(1) 互补的碱基相等, 即 A=T, G=C。

(2) 不互补的两种碱基之和与另两种碱基之和相等, 且等于 50%。

(3) 和之比 在双链 DNA 分子中：

●能够互补的两种碱基之和与另两种碱基之和的比同两条互补链中的该比值相等, 即：

$$(A+T) / (G+C) = (A_1+T_1) / (G_1+C_1) = (A_2+T_2) / (G_2+C_2) ;$$

●不互补的两种碱基之和与另两种碱基之和的比等于 1, 且在其两条互补链中该比值互为倒数, 即:  $(A+G) / (T+C) = 1$ ;  $(A_1+G_1) / (T_1+C_1) = (T_2+C_2) / (A_2+G_2)$

(4) 双链 DNA 分子中某种碱基的含量等于两条互补链中该碱基含量和的一半, 即  $A = (A_1+A_2) / 2$  (G、T、C 同理)。

##### 3. 有关复制的计算：

(1) 一个双链 DNA 分子连续复制 n 次, 可以形成 2n 个子代 DNA 分子, 且含有最初母链的 DNA 分子有 2 个, 占有子代 DNA 分子的比例为  $\frac{2}{2^n}$ 。(注意: 最初母链与母链的区别)

(2) 所需游离的脱氧核苷酸数= $M \times (2^n - 1)$ , 其中 M 为所求的脱氧核苷酸在原来 DNA 分子中的数量。

#### 4. 基因控制蛋白质的生物合成的相关计算:

(1) mRNA 上某种碱基含量的计算: 运用碱基互补配对原则, 把所求的 mRNA 中某种碱基的含量归结到相应 DNA 模板链中互补碱基上来, 然后再运用 DNA 的相关规律。

(2) 设 mRNA 上有  $n$  个密码子, 除 3 个终止密码子外, mRNA 上的其它密码子都控制一个氨基酸的连接, 需要一个 tRNA, 所以, 密码子的数量: tRNA 的数量: 氨基酸的数量 =  $n$ :  $n$ :  $n$ 。

(3) 在基因控制蛋白质合成过程中, DNA、mRNA、蛋白质三者的基本组成单位脱氧核苷酸(或碱基)、核糖核苷酸(或碱基)、氨基酸的数量比例关系为 6:3:1。

5. 设一个 DNA 分子中有  $n$  个碱基对, 则这些碱基对可能的排列方式就有  $4^n$  种, 也就是说可以排列成  $4^n$  个 DNA 分子。

6. 真核细胞基因中外显子的碱基对在整个基因中所占的比例 = (编码的氨基酸的个数  $\times 3 \div$  该基因中的总碱基数)  $\times 100\%$ 。

#### 二、有关遗传基本规律的计算:

##### 1. 一对相对性状的杂交实验中:

(1) F1 产生的两种雌雄配子的几率都是  $1/2$ ;

(2) 在 F2 代中, 共有 3 种基因型, 其中纯合子有 2 种(显性纯合子和隐性纯合子), 各占  $1/4$ , 共占  $1/2$ , 杂合子有一种, 占  $1/2$ ;

(3) 在 F2 代中, 共有 2 种表现型, 其中显性性状的几率是  $3/4$ , 隐性性状的几率是  $1/4$ , 在显性性状中, 纯合子的几率是  $1/3$ , 杂合子的几率是  $2/3$ 。

(4) 一对等位基因的杂合子连续自净  $n$  代, 在  $F_n$  代中杂合子占  $(1/2)^n$ , 纯合子占  $1 - (1/2)^n$

##### 2. 两对相对性状的杂交实验中:

(1) F1 双杂合子产生四种雌雄配子的几率都是  $1/4$ ;

(2) 在 F2 中, 共有 9 种基因型, 各种基因型的所占几率如下表:

F2 代基因型的类型 对应的基因型 在 F2 代中出现的几率

纯合子 YYRR、YYrr、yyRR、yyrr 各占  $1/16$

杂合子 一纯一杂 YYRr、yyRr、YyRR、Yyrr 各占  $2/16$

双杂合 YyRr 占  $4/16$

(3) 在 F<sub>2</sub> 代中, 共有四种表现型, 其中双显性性状有一种, 几率为 9/16 (其中的纯合子 1 种, 占 1/9, 一纯一杂 2 种, 各占 2/9, 双杂合子 1 种, 占 4/9), 一显一隐性状有 2 种, 各占 3/16 (其中纯合子 2 种, 各占 1/6, 一纯一杂 2 种, 各占 2/6), 共占 6/16, 双隐性性状有一种, 占 1/16。

3. 配子的种类数 = 2<sup>n</sup> 种 (n 为等位基因的对数)。

4. 分解组合法在自由组合题中的应用:

基因的自由组合定律研究的是控制两对或多对相对性状的基因位于不同对同源染色体上的遗传规律。由于控制生物不同性状的基因互不干扰, 独立地遵循基因的分离定律, 因此, 解这类题时我们可以把组成生物的两对或多对相对性状分离开来, 用基因的分离定律一对对加以研究, 最后把研究的结果用一定的方法组合起来, 即分解组合法。这种方法主要适用于基因的自由组合定律, 其大体步骤是:

●先确定是否遵循基因的自由组合定律。

●分解: 将所涉及的两对 (或多对) 基因或性状分离开来, 一对对单独考虑, 用基因的分离定律进行研究。

●组合: 将用分离定律研究的结果按一定方式进行组合或相乘。

三、基因突变和染色体变异的有关计算:

1. 正常细胞中的染色体数 = 染色体组数 × 每个染色体组中的染色体数

2. 单倍体体细胞中的染色体数 = 本物种配子中的染色体数 = 本物种体细胞中的染色体数 ÷ 2

3. 一个种群的基因突变数 = 该种群中一个个体的基因数 × 每个基因的突变率 × 该种群内的个体数。

四、基因频率和基因型频率的计算:

1. 求基因型频率:

设某种群中, A 的基因频率为 p, a 的基因频率为 q, 则 AA、Aa、aa 的基因型频率的计算方法为:

$p+q=1$ ,  $(p+q)^2=1$ ,  $p^2+2pq+q^2=1$ , 即  $AA+2Aa+aa=1$ , 所以  $AA\%=p^2$ ,  $Aa\%=2pq$ ,  $aa\%=q^2$ 。

说明: 此结果即“哈代—温伯格定律”, 此定律需要以下条件: ①群体是极大的; ②群体中个体间的交配是随机的; ③没有突变产生; ④没有种群间个体的迁移或基因交流; ⑤没有自然选择。因此这个群体中各基因频率和基因型频率就可一代代稳定不变, 保持平衡。

## 2. 求基因频率:

### (1) 常染色体遗传:

●通过各种基因型的个体数计算: 一对等位基因中的一个基因频率 = (纯合子的个体数  $\times 2$  + 杂合子的个体数)  $\div$  总人数  $\times 2$

●通过基因型频率计算: 一对等位基因中的一个基因频率 = 纯合子基因型频率 +  $1/2 \times$  杂合子基因型频率

### (2) 伴性遗传:

●X 染色体上显性基因的基因频率 = 雌性个体显性纯合子的基因型频率 + 雄性个体显性个体的基因型频率 +  $1/2 \times$  雌性个体杂合子的基因型频率。隐性基因的基因型频率 =  $1 -$  显性基因的基因频率。

●X 染色体上显性基因的基因频率 = (雌性个体显性纯合子的个体数  $\times 2$  + 雄性个体显性个体的个体数 + 雌性个体杂合子的个体数)  $\div$  雌性个体的个体数  $\times 2$  + 雄性个体的个体数)。隐性基因的基因型频率 =  $1 -$  显性基因的基因频率。

### (3) 复等位基因:

对哈迪-温伯格定律做相应调整, 公式可改为:  $(p+q+r)^2 = p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 1$ ,  $p+q+r=1$ 。p、q、r 各复等位基因的基因频率。

#### IV. 生物与环境的相关计算

##### 1. 关于种群数量的计算:

(1) 用标志重捕法来估算某个种群数量的计算方法:

种群数量[N] = 第一次捕获数 × 第二次捕获数 ÷ 第二捕获数中的标志数

(2) 据种群增长率计算种群数量:

设种群的起始数量为  $N_0$ , 年增长率为  $\lambda$  (保持不变),  $t$  年后该种群的数量为  $N_t$ , 则:

$$N_t = N_0 \lambda^t$$

##### 2. 能量传递效率的计算:

(1) 能量传递效率 = 上一个营养级的同化量 ÷ 下一个营养级的同化量 × 100%

(2) 同化量 = 摄入量 - 粪尿量

## 高中生物计算公式归纳

(一) 有关蛋白质和核酸计算: [注: 肽链数 ( $m$ ); 氨基酸总数 ( $n$ ); 氨基酸平均分子量 ( $a$ ); 氨基酸平均分子量 ( $b$ ); 核苷酸总数 ( $c$ ); 核苷酸平均分子量 ( $d$ ) ]。

1. 蛋白质 (和多肽): 氨基酸经脱水缩合形成多肽, 各种元素的质量守恒, 其中 H、O 参与脱水。每个氨基酸至少 1 个氨基和 1 个羧基, 多余的氨基和羧基来自 R 基。

①氨基酸各原子数计算: C 原子数=R 基上 C 原子数+2; H 原子数=R 基上 H 原子数+4; O 原子数=R 基上 O 原子数+2; N 原子数=R 基上 N 原子数+1。

②每条肽链游离氨基和羧基至少: 各 1 个;  $m$  条肽链蛋白质游离氨基和羧基至少: 各  $m$  个;

③肽键数=脱水数 (得失水数) =氨基酸数-肽链数= $n-m$  ;

④蛋白质由  $m$  条多肽链组成: N 原子总数=肽键总数+ $m$  个氨基数 (端) +R 基上氨基数;

=肽键总数+氨基总数  $\geq$  肽键总数+ $m$  个氨基数 (端) ;

O 原子总数=肽键总数+2 ( $m$  个羧基数 (端) +R 基上羧基数) ;

=肽键总数+2 $\times$ 羧基总数  $\geq$  肽键总数+2 $m$  个羧基数 (端) ;

⑤蛋白质分子量=氨基酸总分子量-脱水总分子量 (一脱氢总原子量) = $na-18(n-m)$  ;

2. 蛋白质中氨基酸数目与双链 DNA (基因)、mRNA 碱基数的计算:

①DNA 基因的碱基数 (至少): mRNA 的碱基数 (至少): 蛋白质中氨基酸的数目 = 6: 3: 1;

②肽键数 (得失水数) +肽链数=氨基酸数=mRNA 碱基数/3= (DNA) 基因碱基数/6;

③DNA 脱水数=核苷酸总数-DNA 双链数= $c-2$ ;

mRNA 脱水数=核苷酸总数-mRNA 单链数= $c-1$ ;

④DNA 分子量=核苷酸总分子量-DNA 脱水总分子量=  $(6n)d-18(c-2)$  。

mRNA 分子量=核苷酸总分子量-mRNA 脱水总分子量=  $(3n)d-18(c-1)$  。

⑤真核细胞基因: 外显子碱基对占整个基因中比例=编码的氨基酸数 $\times 3 \div$  该基因总碱基数 $\times 100\%$ ; 编码的氨基酸数 $\times 6 \leq$  真核细胞基因中外显子碱基数 $\leq$  (编码的氨基酸数+1) $\times 6$ 。

3. 有关双链 DNA (1、2 链) 与 mRNA (3 链) 的碱基计算:

①DNA 单、双链配对碱基关系： $A_1=T_2$ ， $T_1=A_2$ ； $A=T=A_1+A_2=T_1+T_2$ ， $C=G=C_1+C_2=G_1+G_2$ 。 $A+C=G+T=A+G=C+T=1/2(A+G+C+T)$ ； $(A+G)\%=(C+T)\%=(A+C)\%=(G+T)\%=50\%$ ；（双链 DNA 两个特征：嘌呤碱基总数=嘧啶碱基总数）

DNA 单、双链碱基含量计算： $(A+T)\%+(C+G)\%=1$ ； $(C+G)\%=1-(A+T)\%=2C\%=2G\%=1-2A\%=1-2T\%$ ； $(A_1+T_1)\%=1-(C_1+G_1)\%$ ； $(A_2+T_2)\%=1-(C_2+G_2)\%$ 。

②DNA 单链之间碱基数目关系： $A_1+T_1+C_1+G_1=T_2+A_2+G_2+C_2=1/2(A+G+C+T)$ ；

$A_1+T_1=A_2+T_2=A_3+U_3=1/2(A+T)$ ； $C_1+G_1=C_2+G_2=C_3+G_3=1/2(G+C)$ ；

③a.DNA 单、双链配对碱基之和比（ $(A+T)/(C+G)$  表示 DNA 分子的特异性）：若  $(A_1+T_1)/(C_1+G_1)=M$ ，则  $(A_2+T_2)/(C_2+G_2)=M$ ， $(A+T)/(C+G)=M$

b.DNA 单、双链非配对碱基之和比：

若  $(A_1+G_1)/(C_1+T_1)=N$ ，则  $(A_2+G_2)/(C_2+T_2)=1/N$ ； $(A+G)/(C+T)=1$ ；若  $(A_1+C_1)/(G_1+T_1)=N$ ，则  $(A_2+C_2)/(G_2+T_2)=1/N$ ； $(A+C)/(G+T)=1$ 。

④两条单链、双链间碱基含量的关系：

$2A\%=2T\%=(A+T)\%=(A_1+T_1)\%=(A_2+T_2)\%=(A_3+U_3)\%=(T_1+T_2)\%=A_1\%+A_2\%$ ；

$2C\%=2G\%=(G+C)\%=(C_1+G_1)\%=(C_2+G_2)\%=(C_3+G_3)\%=(C_1+C_2)\%=G_1\%+G_2\%$ 。

4. 有关细胞分裂、个体发育与 DNA、染色单体、染色体、同源染色体、四分体等计算：

① DNA 贮存遗传信息种类： $4n$  种（ $n$  为 DNA 的  $n$  对碱基对）。

② 细胞分裂：染色体数目=着丝点数目； $1/2$  有丝分裂后期染色体数（ $N$ ）=体细胞染色体数

体数（ $2N$ ）=减 I 分裂后期染色体数（ $2N$ ）=减 II 分裂后期染色体数（ $2N$ ）。

精子或卵细胞或极核染色体数（ $N$ ）= $1/2$  体细胞染色体数（ $2N$ ）= $1/2$  受精卵（ $2N$ ）= $1/2$  减数分裂产生生殖细胞数目：一个卵原细胞形成一个卵细胞和三个极体；一个精原细胞形成四个精子。

配子（精子或卵细胞）DNA 数为  $M$ ，则体细胞中 DNA 数= $2M$ ；性原细胞 DNA 数= $2M$ （DNA 复制前）或  $4M$ （DNA 复制后）；初级性母细胞 DNA 数= $4M$ ；次级性母细胞 DNA 数  $2M$ 。

1 个染色体=1 个 DNA 分子=0 个染色单体（无染色单体）；1 个染色体=2 个 DNA 分子

=2 个染色单体（有染色单体）。四分体数=同源染色体对数（联会和减 I 中期），四分体数=0（减 I 后期及以后）。

③ 被子植物个体发育：

胚细胞染色体数（ $2N$ ）=1/3 受精极核（ $3N$ ）=1/3 胚乳细胞染色体数（ $3N$ ）（同种杂交）；

胚细胞染色体数=受精卵染色体数=精子染色体数+卵细胞染色体数（远缘杂交）；

胚乳细胞染色体数=受精极核染色体数=精子染色体数+卵细胞染色体数+极核染色体数；

1 个胚珠（双受精）=1 个卵细胞+2 个极核+2 个精子=1 粒种子；1 个子房=1 个果实。

④DNA 复制： $2n$  个 DNA 分子；标记的 DNA 分子每一代都只有 2 个；标记的 DNA 分子占：

$2/2n=1/2^{n-1}$ ；标记的 DNA 链：占  $1/2^n$ 。DNA 复制  $n$  次需要原料： $X(2^n-1)$ ；第  $n$  次 DNA 复制需要原料： $(2^n-2^{n-1})X=2^{n-1}X$ 。[注： $X$  代表碱基在 DNA 中个数， $n$  代表复制次数]。

（三）有关生物膜层数的计算：

双层膜=2 层细胞膜；1 层单层膜=1 层细胞膜=1 层磷脂双分子层=2 层磷脂分子层。