# 第十四章　生物大分子　高分子

## 第 1 节　生物大分子

### 刷基础

**1. D**　考查点▸有机物的分离与提纯、物质鉴别

【解析】蒸馏、萃取、重结晶和色谱法都可用于分离、提纯有机物，A 正确；核苷酸通过缩聚反应可以得到核酸，核酸属于生物大分子，B 正确；蚕丝的主要成分是蛋白质，灼烧时有烧焦羽毛的气味，而棉花的主要成分是纤维素，灼烧时基本没有气味，C 正确；蔗糖无醛基，对氢氧化铜等弱氧化剂不表现出还原性，D 错误。

**2. A**　考查点▸糖类、氨基酸、分子结构测定

【解析】葡萄糖为单糖，不能发生水解，A 错误；甘氨酸和丙氨酸分别自身缩合可形成 2 种二肽，交叉缩合可形成 2 种二肽，B 正确；通过 X 射线衍射法可获得青蒿素的分子结构的有关数据，包括键长、键角等，C 正确；通过核磁共振仪的检测，可确定氢原子所处环境和数量，进一步判断链状化合物 $C_3H_6O$ 的结构，D 正确。

**3. B**　考查点▸糖类的分布与性质

【解析】该八宝粥未另外加糖，但糯米的主要成分为糖类中的多糖，不适合糖尿病患者食用，A 正确，B 错误；不加糖不等于没有糖，故糖尿病患者仍需慎重食用，C 正确；厂商或广告商的宣传有些是片面、不科学的，应询问医生，D 正确。

**4. C**　考查点▸核苷酸的组成与结构

【解析】ATP（腺苷三磷酸）由腺苷部分（腺嘌呤和核糖作用形成）和磷酸基团（3 个）构成，腺嘌呤中含有氨基，磷酸基中含有羟基，A 正确；ATP 水解为 ADP 时释放能量，B 正确；根据 AMP 的结构可知，AMP 水解生成腺嘌呤、核糖和磷酸，C 错误；AMP 中饱和碳原子采用 $sp^3$ 杂化，则该分子中所有原子一定不共面，D 正确。

**5. B**　考查点▸直链淀粉的结构与性质

【解析】直链淀粉由 α-葡萄糖分子缩合而成，其结构上含多个—OH，故直链淀粉分子形成螺旋体可能与其分子内氢键有关，A 正确；碘分子与淀粉不能形成氢键，因此淀粉分子和碘分子间形成的不是氢键，而是范德华力，B 错误；每 6 个葡萄糖单元与 1 个碘分子结合，形成的淀粉-碘螺旋形包合物呈蓝色，升高温度，淀粉-碘螺旋体结构遭到破坏，会引起淀粉-碘溶液颜色变浅，C 正确；直链淀粉的分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$，则 6 个葡萄糖单元与 1 个碘分子形成的结构单元的化学式为 $(C_6H_{10}O_5)_6I_2$，D 正确。

**6. C**　创新点▸特殊的考查方式：蛋白质中的二硫键

【解析】①→②是加氢过程，是还原反应，①是氧化剂，具有氧化性，则药剂 A 具有还原性，A 正确；①→②过程中 S 元素由-1 价变为-2 价，若有 1 mol S—S 断裂，则转移 2 mol 电子，B 正确；②→③过程发生氧化反应，故药剂 B 为氧化剂，若药剂 B 是 $H_2O_2$，则 $H_2O_2$ 中 O 元素化合价应该降低，因此其还原产物为 $H_2O$，C 错误；通过①→②过程和②→③过程，某些蛋白质中 S—S 位置发生了改变，因此化学烫发通过改变头发中某些蛋白质中 S—S 位置来实现头发的“定型”，D 正确。

# 第 2 节　合成高分子

## 刷基础

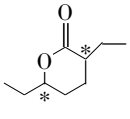
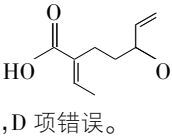
**1. C**　**考查点**▸生活、生产中常见聚合物的结构简式

【解析】聚四氟乙烯的结构简式为 $\left[\begin{array}{c}F\\|\\C\\|\\F\end{array}-\begin{array}{c}F\\|\\C\\|\\F\end{array}\right]_n$，A 错误；3-羟基丁酸的结构简式为 $HO-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-COOH$，则聚 3-羟基丁酸酯(PHB)的结构简式为 $H\left[O-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}\right]_nOH$，B 错误；二甲基硅二醇为 $HO-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{Si}}-OH$，则聚硅氧烷的结构简式为 $HO\left[\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{Si}}-O\right]_nH$，C 正确；反式聚异戊二烯的结构简式为 $\left[H_2C\diagdown C=C\diagdown CH_2\right]_n$（H 与 $H_3C$），D 错误。

**2. B**　**考查点**▸高分子的聚合方式、手性碳原子、高聚物的水解反应的化学方程式

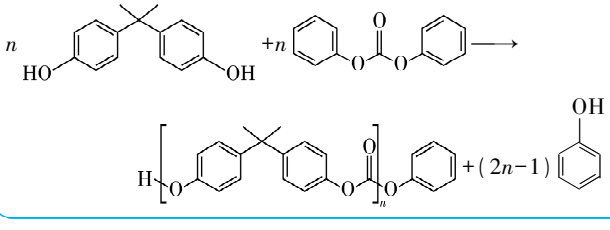
【解析】由分子结构可知，PHA 通过单体之间的羧基与羟基缩聚合成，A 正确；PHA 中有三种官能团，分别为羟基、羧基和缩聚形成的酯基，B 错误；PHA 的重复单元中只连有 1 个甲基的饱和碳原子为手性碳原子，C 正确；PHA 为聚酯，可以在碱性条件下水解，水解产物中的羧基可以与氢氧化钠反应生成钠盐，D 正确。

**3. B**　**考查点**▸有机官能团的性质及结构、分子的手性

【解析】X 为 1,3-丁二烯，与等物质的量的 $Br_2$ 发生加成反应时，可发生 1,2-加成和 1,4-加成，生成物有两种，A 项错误；Y 与足量的 $H_2$ 发生加成反应后，生成  ，含有 2 个手性碳原子（“*”标记处），B 项正确；Y→Z 的反应类型为加聚反应，C 项错误；Z 完全水解后的产物为  ，分子式与 Y 的不同，故不是 Y 的同分异构体，D 项错误。

**4. B**　**突破点**▸有机物分子中原子的共面问题，缩聚反应，有机物的组成、结构与性质

**信息梳理**　由题给条件可知，M 与 N 发生缩聚反应生成聚碳酸酯和苯酚，反应的化学方程式为

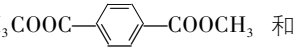
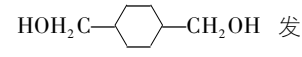


。

【解析】由化合物 M 的结构简式可知，M 的分子式为 $C_{15}H_{16}O_2$，A 错误；由反应物 N 的结构简式可知，反应物 N 分子中的苯环是平面结构，酯基中三个氧原子与羰基碳原子共平面，同时单键可以旋转，故 N 分子中所有原子可能共平面，B 正确；由合成反应的化学方程式可知，每当有 $n$ mol N 和 $n$ mol M 参与反应，就会有 1 mol PC 和 $(2n-1)$ mol 苯酚生成，C 错误；由合成反应的化学方程式可知，反应会有苯酚生成，则不能用氯化铁溶液来检验 M 是否完全反应，D 错误。

关键点

**5. C**　考查点 ▸缩聚反应机理及判断，缩聚物的单体、链节及聚合度的确定

【解析】该有机物中酯基能水解，所以能降解，故 A 错误；因该聚合物有端基原子团，可判断该聚合物为缩聚产物，可由  和  发生缩聚反应制备，故 B 错误、C 正确；由结构简式可知链节的相对分子质量为 274，两个端基原子团的总相对分子质量为 306，若平均相对分子质量为 15 650，则平均聚合度 $n=\frac{15\ 650-306}{274}=56$，故 D 错误。

**6. D**　考查点 ▸多官能团有机物的结构与性质、含酯基有机物水解消耗 NaOH 的量的计算

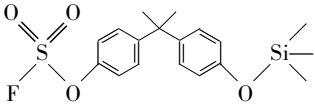
【解析】在 1 个 X 分子中存在 2 个 $sp^3$ 杂化的 O 原子，且单键可以旋转，故 X 分子中所有原子不一定在同一平面内，A 错误；1 个 Y 分子中含有 1 个羧基和 1 个酚酯基，酚酯基水解产生酚羟基，羧基、酚羟基、酯基都可以与 NaOH 按照物质的量之比为 1∶1 的关系反应，因此 1 mol Y 与氢氧化钠水溶液反应，最多消耗 3 mol NaOH，B 错误；Z 分子中含有苯环，可以发生加成反应，含有酯基，可以发生取代反应，该物质是有机物，可以发生燃烧反应，物质的燃烧反应属于氧化反应，而 Z 分子中无羟基、卤素原子，因此不能发生消去反应，C 错误；X 分子中含有酚羟基，遇 $FeCl_3$ 溶液会显紫色，但 Y 分子中无酚羟基，遇 $FeCl_3$ 溶液不会显紫色，因此可以用 $FeCl_3$ 溶液区分 X 和 Y 两种物质，D 正确。

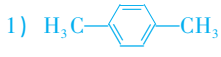
## 刷提分

**1. C**　考查点 ▸对映异构现象、加成反应、油脂水解、缩聚反应

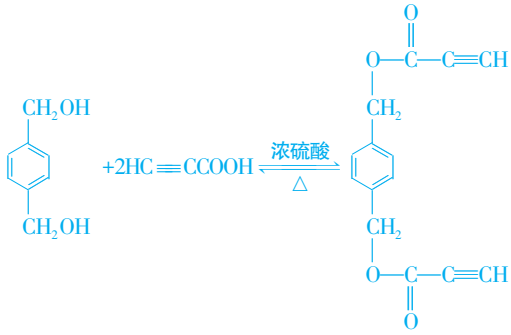
【解析】把与四个不同原子或原子团相连的碳原子叫做手性碳原子，根据结构可知富马酰氯中不存在手性碳原子，故富马酰氯不存在对映异构体，A 错误；油脂水解得到的是丙三醇，B 错误；生成物中除了聚合物外，还有 HCl，故该反应为缩聚反应，C 正确；M 中的碳碳双键可以和 $H_2$ 加成，则 1 mol M 最多能与 $n$ mol $H_2$ 发生加成反应，D 错误。

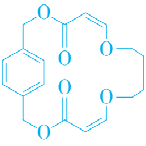
**2. B**　考查点 ▸同系物的判断、酯的水解、缩聚反应

【解析】同系物之间的官能团的种类与数目均相同，双酚 A 有 2 个羟基，故其不是苯酚的同系物，A 不正确；题干中两种有机物之间通过缩聚反应生成 W，根据题干中的反应机理可知，  也可以通过催化聚合反应生成 W，B 正确；生成 W 的反应③为缩聚反应，同时生成 $(CH_3)_3SiF$，C 不正确；W 为聚硫酸酯，酯类物质在碱性条件下可以发生水解反应，因此，在碱性条件下，W 比聚苯乙烯更易降解，D 不正确。

**3.** (1)  酯基、醚键

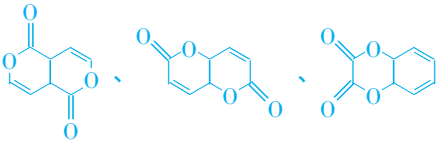
(2) A

(3) 

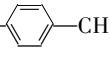
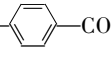
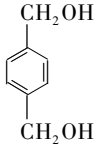
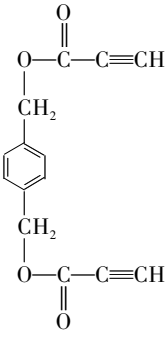

(4) 

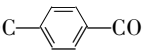
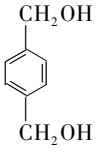

(5) $HC{\equiv}CH \xrightarrow[\text{催化剂}]{HCN} H_2C{=}CHCN \xrightarrow[\triangle]{H_2O,\,H^+} H_2C{=}CHCOOH$

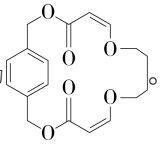
$\xrightarrow{Br_2} CH_2BrCHBrCOOH \xrightarrow[2)\,H^+]{1)\,NaOH\ \text{醇溶液}/\triangle} CH{\equiv}CCOOH$

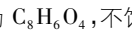
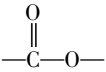
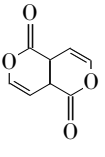
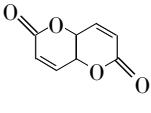
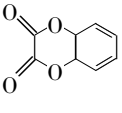
(6) 


**考查点** ▸加聚反应机理及几个相关概念、逆合成分析法

**思路分析** A 的分子式为 $C_8H_{10}$，其不饱和度为 4，结合 X 的结构简式可知 A 中存在苯环，因此 A 中取代基不存在不饱和键，由 X 的结构简式可知，A 中苯环上有两个取代基且位于对位，因此 A 的结构简式为  ，A 被酸性高锰酸钾溶液氧化为 B（  ），B 在 $LiAlH_4$、$H^+$ 存在的条件下被还原为 C（  ），D 的分子式为 $C_3H_2O_2$，其不饱和度为 3，C 与 D 发生反应生成 E，根据聚合物 X 的结构和已知②可知，E 的结构中含有酯基，则 E 的结构简式为  ，D 与 C 发生酯化反应生成 E，D 的结构简式为 $HC{\equiv}CCOOH$，I 的结构简式为 $HOCH_2CH_2CH_2CH_2OH$，F 的分子式为 $C_4H_6$，其不饱和度为 2，结合 I 的结构简式可知，F 为 $CH_2{=}CHCH{=}CH_2$，F 与 $Br_2$ 发生加成反应生成 G，G 的结构简式为 $BrCH_2CH{=}CHCH_2Br$，G 在氢氧化钠溶液、加热的条件下水解产生 H，H 的结构简式为 $HOCH_2CH{=}CHCH_2OH$。

【解析】(2)化合物 B 的结构简式为  ，化合物 B 中苯环的 6 个碳原子、4 个氢原子共平面，而苯环上只含有 2 个对位上的羧基，2 个羧基的碳原子直接与苯环相连，所以这 2 个碳原子也应与苯环共平面，与碳氧双键直连的原子与之共平面，羧基中含有的饱和氧原子最多能与 2 个原子共平面，因此化合物 B 分子中所有原子均可能共平面，即化合物 B 中最多有 18 个原子共平面，故 A 正确；C 的结构简式为  ，两个羟甲基处于对位，而苯环为平面结构，因此化合物 C 很难形成分子内氢键，故 B 错误；H 的结构简式为 $HOCH_2CH{=}CHCH_2OH$，含有羟基，若是与羟基直连的碳原子的相邻碳原子上有 H 原子，理论上在浓硫酸催化下加热可以发生消去反应，但发生消去反应后的产物为累积二烯烃，即 $CH_2{=}C{=}C{=}CH_2$，并非是 F，且累积二烯烃很活泼，因此实际上 $HOCH_2CH{=}CHCH_2OH$ 很难发生消去反应，故 C 错误；缩聚反应除形成缩聚物外，还有水、醇、氨或氯化氢等小分子副产物产生，根据已知②可知，化合物 E 和化合物 I 的聚合反应没有小分子副产物产生，不属于缩聚反应，故 D 错误。

(4)在制备聚合物 X 的过程中还生成一种分子式为 $C_{18}H_{20}O_6$ 的环状化合物，$C_{18}H_{20}O_6$ 的不饱和度为 9，根据已知②可知，其结构用键线式表示为  。

(6)B 为  ，分子式为 $C_8H_6O_4$，不饱和度为 6，满足条件：①H-NMR 谱显示只有 3 种不同化学环境的氢原子，②含有 2 个六元环，③含有  和 ，不含 —C≡C—和—O—O—，符合条件的结构简式为  、  、  等。

## 全章真题训练

### 刷真题

**1. B**　**命题点** 高分子材料的性质与应用

【解析】聚氯乙烯微孔薄膜会加入增塑剂等提高产品性能，有些增塑剂具有一定的毒性，故不能用于生产饮用水分离膜，B 错误；聚苯乙烯导热系数较低，可有效阻止热量传递，故可用于制造建筑工程保温材料，C 正确。

**教材溯源** A、B、D 三项均出自人教版选择性必修 3《有机化学基础》，其中 A 项出自第五章复习与提高；B 项出自第五章第二节科学·技术·社会“聚氯乙烯薄膜能用于食品包装吗?”；D 项出自第五章第二节酚醛树脂。C 项出自人教版必修第二册第七章第二节表 7-1“几种常见塑料的性能与主要用途”。

**2. C** **命题点** ▸多官能团化合物的性质、加聚反应

【解析】Ⅰ中含有碳碳双键、酯基、氰基 3 种官能团，A 错误；Ⅱ中没有亲水基团，遇水不会溶解，无法分离，B 错误；Ⅱ为高分子聚合物，相对分子质量非常大，常温下为固态，C 正确；对比Ⅰ、Ⅱ的结构可知，反应时碳碳双键断裂，没有小分子生成，该反应为加成聚合反应，D 错误。

**教材溯源** 鲁科版选择性必修 3 P145 提到“502 瞬间强力胶……是由 α-氰基丙烯酸酯类有机化合物（$CH_2{=}\underset{\underset{CN}{|}}{C}{-}COOR$）和其他助剂配制而成……在微量水的引发下，可以快速发生聚合反应，在两层物体间形成聚合物”。

**3. B** **命题点** ▸有机化合物分子式、缩聚反应、同系物、共价键类型

【解析】由题图结构简式可得该物质的分子式为 $C_8H_{15}O_6N$，A 错误；分子中存在多个羟基，可以发生缩聚反应，B 正确；葡萄糖不含有 N 元素，题给物质和葡萄糖不属于同系物，C 错误；分子中含有碳氧双键，1 个碳氧双键中包含 1 个 σ 键和 1 个 π 键，D 错误。

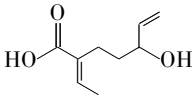
**方法技巧** **利用不饱和度 $\Omega$ 确定有机化合物的分子式**

由题给结构简式可知，该分子的不饱和度 $\Omega=2$（1 个环、1 个碳氧双键），该分子中 C 原子数为 8，O 原子数为 6，N 原子数为 1。设 H 原子数目为 $x$，$\Omega=\frac{2\times8+2+1-x}{2}=2$，计算得 $x=15$，分子式为 $C_8H_{15}O_6N$。

**4. A** **命题点** ▸核酸的结构与性质分析

【解析】DNA 中的戊糖是脱氧核糖，碱基主要有腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和胸腺嘧啶，RNA 中的戊糖是核糖，碱基主要有腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和尿嘧啶，A 错误；碱基与戊糖缩合形成核苷，核苷与磷酸缩合形成核苷酸，核苷酸缩合聚合可以得到核酸，B 正确；核苷酸中 $-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{P}}-OH$ 可以与碱反应，碱基可以与酸反应，C 正确；核酸分子中碱基通过氢键实现互补配对，D 正确。

**5. B** **命题点** ▸有机物的结构与性质，涉及高分子合成、分子式、高分子降解等

【解析】通过对比 X、Y 的结构可知 $CO_2$ 与 X 的化学计量比为 1∶2，A 正确；P 完全水解得到的产物为  ，不饱和度

为 3，Y 的不饱和度为 4，二者含碳原子数相同，则分子式不同，B 错误；P 的支链上有碳碳双键，可进一步交联形成网状结构，C 正确；Y 通过碳碳双键的加聚反应生成的高分子主链为长碳链，碳碳键不易断裂，难以降解，D 正确。

**6. A**　**命题点**▸有机反应类型、官能团性质、原子利用率等

**【解析】**Z 中含有—OH，能与 $H_2O$ 形成分子间氢键，亲水性比聚乙烯强，A 正确；该反应是 X 中碳碳双键断裂与 Y 发生加聚反应，B 错误；Z 的重复结构单元中含有 3 个 N 原子和 3 个 S 原子，故 $n_N : n_S = 1 : 1$，C 错误；由于该反应是加聚反应，故反应的原子利用率为 100%，D 错误。