

# 有机化学基础易错点归类

湖北 陈世华(特级教师) 罗金东

纵观近三年高考模拟题和高考阅卷情况,有机化学基础主要失分点有:(1)概念模糊或相似概念易混淆;(2)化学用语不规范是失分重灾区,如结构式、分子式、结构简式、键线式等混淆,化学键连接错误,书写有机反应方程式漏掉小分子或错写条件等;(3)结构、性质、条件之间转化错位;(4)混淆官能团之间差异性等。归纳起来,这些常见易错点主要有以下五大类:

## 误区一、有机物组成与结构

易错点 1 缺乏统摄规律能力,无法找到有机物排列规律,导致化学式推算错误。

例 1 分析下表中各项的排布规律,按此规律排布第 26 项的应为( )

1	2	3	4	5
$C_2H_4$	$C_2H_6$	$C_2H_6O$	$C_2H_4O_2$	$C_3H_6$
6	7	8	9	10
$C_3H_8$	$C_3H_8O$	$C_3H_8O_2$	$C_4H_8$	$C_4H_{10}$

- A.  $C_7H_{16}$                   B.  $C_7H_{14}O_2$   
C.  $C_8H_{18}$                   D.  $C_8H_{18}O$

【错解剖析】如果不会运用数列知识重新分组,可能错选 B 项或 D 项。

【解析】分析表格中有机物排序:烯、烷、醇、酸,烯、烷、醇、酸,烯、烷……每组 4 种有机物,碳原子数相等。重新分组,将碳原子数相等的有机物归于一组:

一	$C_2H_4$	$C_2H_6$	$C_2H_6O$	$C_2H_4O_2$
二	$C_3H_6$	$C_3H_8$	$C_3H_8O$	$C_3H_8O_2$
三	$C_4H_8$	$C_4H_{10}$ ……		

第 26 项,排至第 7 组,组内排至第 2 位,即第 26 项为烷烃,碳原子数等于组序数+1,故第 26 项是辛烷( $C_8H_{18}$ )。

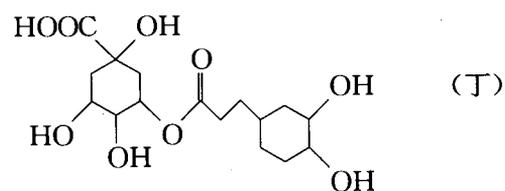
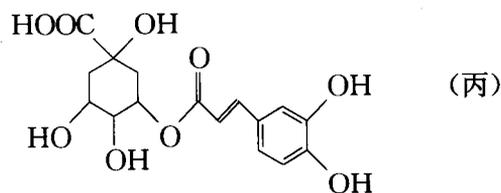
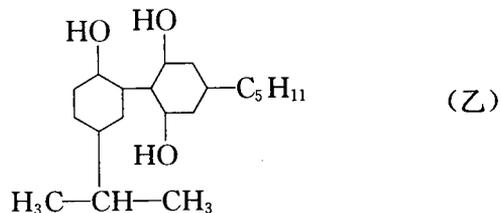
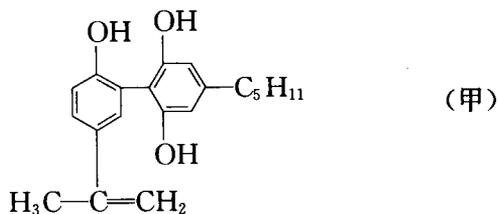
【答案】C

万方数据

感悟:根据有机物分子式排列顺序,结合数列知识确定有机物分子式时,首先要分析有机物类别并排序;其次,重新根据碳原子数分组;最后,结合数列知识确定需要的分子式。

易错点 2 混淆六元环和苯环,导致有机物性质判断错误。

例 2 第 30 届奥运会在伦敦召开,杜绝使用兴奋剂是国际社会共同的目标。兴奋剂甲与足量氢气在镍、加热条件下生成乙,降压药丙与足量氢气在镍、加热条件下生成丁。它们的结构简式分别为:



下列关于上述四种有机物的推断合理的是( )

A. 上述四种有机物都能与浓溴水、氢氧化钠溶液发生反应

B. 甲、乙相对分子质量相差 12, 丙、丁相对分子质量相差 8

C. 等物质的量的乙、丁分别与足量钠反应, 产生的气体在相同条件下体积比为 1:2

D. 甲的分子式为  $C_{20}H_{23}O_3$ , 丁的官能团分别为羟基、羧基和酯基

**【错解剖析】**本题易误认为乙和丁含有苯环, 错选 A 项。

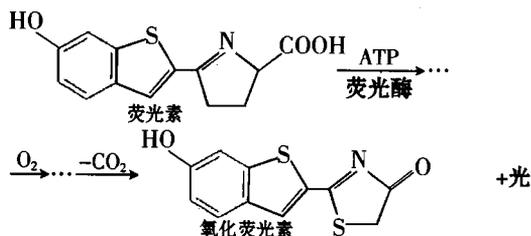
**【解析】**由丙到丁知, 羧基中碳氧双键、酯基中碳氧双键都不能与氢气在催化剂、加热条件下发生加成反应, A 项错误; 1mol 甲与 7mol 氢气加成生成 1mol 乙, 相对分子质量相差 14, B 项错误; 乙、丁中羧基、羟基都能与钠反应产生氢气, 1mol 乙含 3mol 羟基, 1mol 丁含 5mol 羟基和 1mol 羧基,  $-OH \sim 1/2H_2$ ,  $-COOH \sim 1/2H_2$ , C 项正确; 有机物分子中每个碳原子形成 4 个共价键, 甲的分子式为  $C_{20}H_{24}O_3$ , D 项错误。

**【答案】**C

**感悟:**有机化学中, 六元环有苯环、环己烷、环醚、环酯等, 结构不同、性质不同。只有羟基直接连在苯环上的有机物具有酚类性质, 能与浓溴水发生取代反应, 与氢氧化钠发生中和反应。

**易错点 3** 忽视有机物价键特点, 导致有机物立体结构判断错误。

**例 3** 萤火虫发光原理如下:



关于荧光素及氧化荧光素的叙述, 正确的是( )

A. 互为同系物

B. 均可发生硝化反应

C. 均可与碳酸氢钠反应

D. 均最多有 7 个碳原子共平面

**【错解剖析】**混淆有机分子中原子共面的“最小”与“最多”含义, 易错选 D 项。

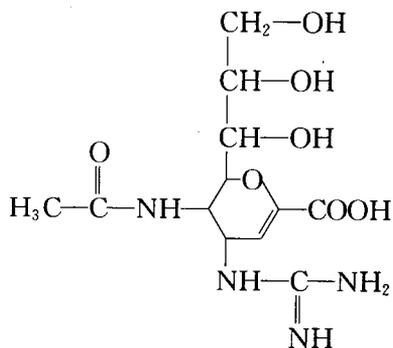
**【解析】**本题考查有机物的结构与性质。荧光素与氧化荧光素含有的官能团不完全相同, 不属于同系物, A 项错误; 两种有机物分子中均含有苯环, 都可发生硝化反应, B 项正确; 可以与碳酸氢钠反应的官能团只有羧基, 故氧化荧光素不能与碳酸氢钠反应, C 项错误; 苯环直接连接的原子一定共面, 故荧光素和氧化荧光素分子均最少有 7 个碳原子共面, D 项错误。

**【答案】**B

**感悟:**判断有机分子中原子共面情况, 可以采用拆分法, 将复杂的有机分子拆分成几个“部件”, 联系甲烷、乙烯、乙炔、苯分子的空间结构, 结合立体几何知识, 转化成“点、线、面、体”之间的关系。

**易错点 4** 没有抓住有机物中碳四价原则, 导致分子式、模型与结构式转化错误。

**例 4** 扎那米韦(分子结构如下图)是治流感的药物。



下列叙述错误的是( )

A. 该物质的分子式为  $C_{12}H_{19}N_4O_7$

B. 该物质能使溴水褪色

C. 一定条件下, 该物质能发生消去反应

D. 一定条件下, 该物质能发生缩聚反应

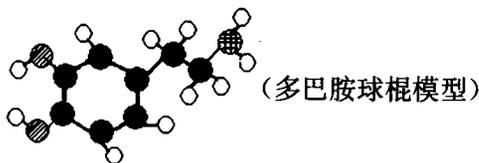
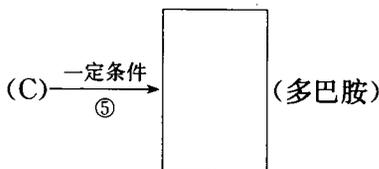
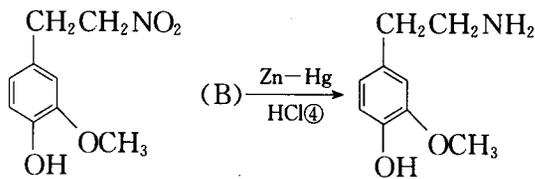
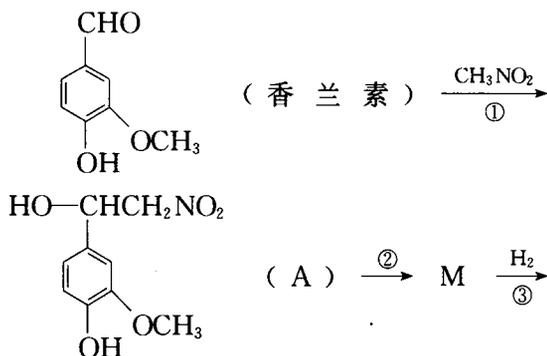
【错解剖析】忽视有机物中碳原子形成四个化学键, 误判断有机物分子式。

【解析】本题考查有机物的结构简式与分子式、性质等。一个扎那米韦分子含有 12 个碳、20 个氢、4 个氮、7 个氧, 分子式为  $C_{12}H_{20}N_4O_7$ , A 项错误; 该有机物含有碳碳双键, 能使溴水褪色, B 项正确; 该有机物含有醇羟基, 且与  $-OH$  相连碳原子的邻位碳上有氢原子, 符合消去反应条件, 能发生消去反应, C 项正确; 该有机物含有醇羟基、羧基、氨基, 能发生缩聚反应生成聚酯或多肽, D 项正确。

【答案】A

感悟: 有机物分子中每个原子形成共用电子对数(共价键数目)与原子最外层电子数关系是:  $8(\text{或 } 2) - \text{原子最外层电子数} = 1 \text{ 个原子形成共用电子对数(共价键数)}$ , 故该有机物的分子中, 碳、氮、氧、氢原子形成共价键数目依次为 4、3、2、1(这里, 将三键视为三个化学键, 双键视为两个化学键)。

例 5 科学研究发现, 多巴胺是一种重要的中枢神经传导物质, 也是用来帮助细胞传送脉冲的化学物质, 能影响人对事物的欢愉感受。以硝基甲烷和香兰素等为原料合成多巴胺, 某同学设计的合成路线如下图所示。多巴胺球棍模型(如下图所示)中不同小球代表不同元素的原子, “短线”表示单键、双键或三键。分子中每个原子最外层达到稳定结构。



(1) 多巴胺的分子式为\_\_\_\_\_。上述 5 种有机物都含有的官能团名称是\_\_\_\_\_。

(2) 上述流程中, 不包括下列反应类型的是\_\_\_\_\_。

- A. 消去反应                      B. 加成反应  
C. 还原反应                      D. 氧化反应  
E. 取代反应

(3) 下列关于多巴胺性质的推断正确的是\_\_\_\_\_。

①既能与盐酸反应, 又能与氢氧化钠反应  
②既能与溴水反应, 又能与酸性高锰酸钾溶液反应

③既能与碳酸钠反应, 又能与碳酸氢钠反应

④既能与氢气反应, 又能与氧气反应

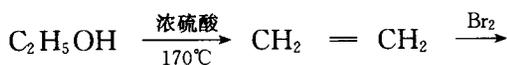
(4) 写出 A→M 的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(5) 写出同时满足下列条件的香兰素的一种同分异构体的结构简式:\_\_\_\_\_。

- ①能与碳酸氢钠溶液反应  
②能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应  
③有 5 种不同化学环境的氢原子

(6) 苯乙胺()是生物体中重要的生物碱。写出用苯甲醇、硝基甲烷为原

料制备苯乙胺的合成流程图(无机试剂任选)。合成流程图示例如下:



**【错解剖析】**本题如果不熟悉有机分子中下列各种原子形成共价键数目,会导致球棍模型与结构式转化错误。

原子	H	C(Si)	N(P)	O(S)	F(Cl)
最外层电子数	1	4	5	6	7
共价键数目	1	4	3	2	1

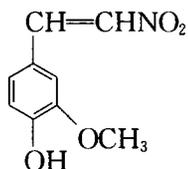
多巴胺属于胺类,含有氨基(-NH<sub>2</sub>),“胺”和“氨”易错易混。

**【解析】**(1)从球棍模型并结合流程图推知,多巴胺含碳、氢、氮、氧元素,分子含有一个苯



中,五种有机物所含共同的官能团是羟基(或酚羟基)。

(2)根据流程图,反应①实质是 H-CH<sub>2</sub>NO<sub>2</sub> 与 -CHO 发生加成反应生成 -CH(OH)CH<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>; 反应③实质是 M 与 H<sub>2</sub>反应,比较 A、B 结构简式,发生变化的部位是 -CH(OH)CH<sub>2</sub>NO<sub>2</sub> → ? → -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>, 容易推知中间“?”为 -CH=CHNO<sub>2</sub>, 则 M 的结构简式为



, 反应④中 B 到 C 实质是

-NO<sub>2</sub> → -NH<sub>2</sub>, 反应条件: 锌-汞 + HCl, 氮元素由 +3 价降至 -3 价, 被还原, 发生了还原反应。反应⑤实质是 -OCH<sub>3</sub> → -OH, 发生取代反应, 断裂碳氧键, 形成氢

氧键。

综上所述知,上述流程从左至右,反应类型依次为加成、消去、加成、还原、取代。

(3)多巴胺含有酚羟基和氨基,还有苯环。氨基是碱基,能与氯化氢反应;酚羟基能与氢氧化钠、碳酸钠溶液反应,但是酚的酸性比碳酸的弱,它不能与碳酸氢钠反应。酚能被氧气、高锰酸钾等氧化剂氧化,芳香族化合物都能在一定条件下与氢气发生加成反应。

(4)由 M 与氢气反应生成 B,逆推:A 到 M 发生消去反应,另一产物为水。

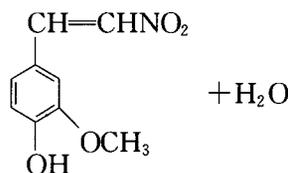
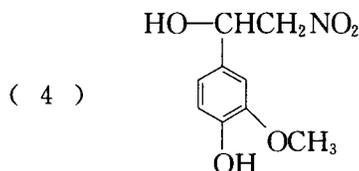
(5)香兰素的同分异构体含 5 种氢原子,能与碳酸氢钠反应,说明它含有羧基(-COOH);能与氯化铁溶液发生显色反应,说明它含有酚羟基;-COOH 和 -OH 上含有 2 种氢原子。侧链必含有一-CH<sub>2</sub>-, 已有 3 种氢原子,还有 2 种氢原子必在苯环上。所以,该同分异构体含有羧基、酚羟基,只有 2 个取代基,且位于苯环对位,使苯环上只有 2 种氢原子。

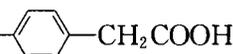
(6)受上述流程图启示,步骤①:苯甲醇催化氧化(氧气/铜,加热)成苯甲醛;步骤②:苯甲醛与硝基甲烷反应;步骤③:消去反应,脱去水;步骤④:催化加成;步骤⑤:锌-汞/氯化氢共同作用下硝基被还原成氨基。

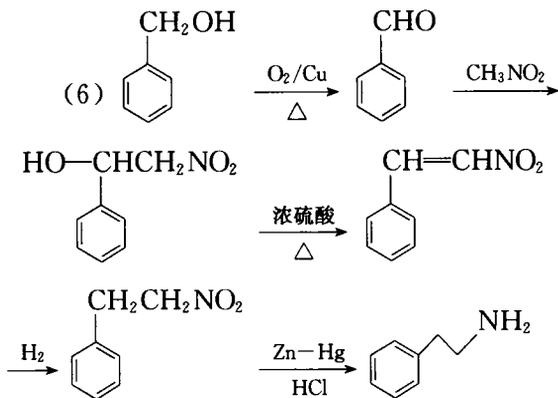
**【答案】**(1)C<sub>8</sub>H<sub>11</sub>O<sub>2</sub>N 羟基

(2)D

(3)①②④



(5) HO--CH<sub>2</sub>COOH



**感悟:**推断有机物结构的两种重要方法:

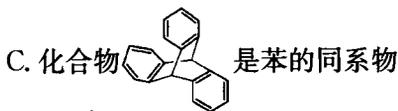
(1)价键法。根据球棍模型、键线式结构、结构简式等推断有机物结构式,要抓住碳、氮、氧、氢等原子形成的共价键数。对于球棍模型,从原子形成共价键数目可以判断原子种类,如碳、氮、氧、氢形成共价键数目分别为4、3、2、1,直接观察图示,对号入座。值得注意的是,碳碳之间可能存在双键、三键,碳氧之间存在双键,而往往只用一根“短棍”表示化学键,需要根据具体情况作出判断。对于键线式结构,往往省略了氢原子,用点表示碳原子,一个拐点就表示一个碳原子。键线式结构转化成分子式时,先补齐氢原子,然后,分别数清各原子数目;有机化合物中元素排列顺序有一定规律,一般按碳、氢、氧、氮(或氧)等顺序排列。(2)对照法(或比较法):对照反应物和产物结构,从化学键变化角度判断反应类型和反应条件或另一种产物结构;也可以对照产物和反应条件判断反应物结构;还可以对照最终产物和最初反应物,分析中间产物变化。有机物转化大多数是官能团变化,碳干往往没有变化。用比较法观察哪个部位发生了变化,由什么官能团变成什么官能团,暗示了什么反应等。

### 误区二、有机物命名

**易错点 1** 忽视系统命名法中最小规则,导致有机物命名错误。

**例 1** 下列说法正确的是( )

- A. 按系统命名法,化合物  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  的名称为 2,6-二甲基-5-乙基庚烷
- B. 丙氨酸和苯丙氨酸脱水,最多可生成 3 种二肽



- D. 三硝酸甘油酯的分子式为  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$

**【错解剖析】**本题如果忽视系统命名法规则,取代基位次之和不是最小会导致易错选 A 项。

**【解析】**系统命名法中取代基尽量取位次值之和最小,化合物的名称应为 2,6-二甲基-3-乙基庚烷,A 项错误;丙氨酸与丙氨酸、苯丙氨酸与苯丙氨酸各形成 1 种二肽,而丙氨酸与苯丙氨酸形成 2 种二肽,共形成 4 种二肽,B 项错误;苯的同系物只含一个苯环,分子式相差若干个“ $\text{CH}_2$ ”,而该化合物含有多个苯环,不是苯的同系物,C 项错误; $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ (甘油)与硝酸发生酯化反应生成三硝酸甘油酯  $\text{O}_2\text{NOCH}_2\text{CH}(\text{ONO}_2)\text{CH}_2\text{ONO}_2$ ,D 项正确。

**【答案】**D

**感悟:**在系统命名法中,如果有两种选择主链方法,应以取代基最简单的一种为准;如果有两种编号方式,应以取代基位次之和最小的一种为准。在烷烃命名中,主要取代基有甲基、乙基、正丙基、异丙基等。在有关概念判断中,要区别苯的同系物、芳香烃、芳香族化合物。苯的同系物指烷烃分子中一个氢原子被一个苯环取代,通式符合  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  ( $n \geq 6$ );含苯环的烃为芳香烃,可以是一个苯环、二个苯环和多种苯环;而芳香族化合物指含苯环的有机物,如苯甲醇、对苯二甲酸等。

易错点 2 混淆系统命名法和习惯命名法。

例 2 下列各组有机物中,互为同系物的是( )

- A. 乙烷与己烷  
B. 新戊烷与 2,2-二甲基丙烷  
C. 乙酸甲酯与甲酸乙酯  
D. 乙二醇和丙三醇

【错解剖析】本题易错选 B 项,错因是仅根据“戊”和“丙”判断其化学式不同。

【解析】A 项,乙烷与己烷都是烷烃,符合同系物概念,正确;B 项,新戊烷与 2,2-二甲基丙烷是同一种物质,错误;C 项,乙酸甲酯和甲酸乙酯互为同分异构体,错误;D 项,乙二醇与丙三醇属于同一类物质,它们官能团数目不同,分子式相差不是若干个“CH<sub>2</sub>”,错误。

【答案】A

感悟:习惯命名法只能命名一些简单的有机物,对于复杂的有机物采用系统命名法,因此,部分有机物有两个名称。例如,



### 误区三、有机物的官能团与性质

易错点 1 忽视有机物溶解性,导致错误选择有机混合物分离方法。

例 1 下列有机化合物中均含有酸性杂质,除去这些杂质的方法中正确的是( )

- A. 苯中含苯酚杂质:加入溴水,过滤  
B. 乙醇中含乙酸杂质:加入碳酸钠溶液洗涤,分液  
C. 乙醛中含乙酸杂质:加入氢氧化钠溶液洗涤,分液  
D. 乙酸丁酯中含乙酸杂质:加入碳酸钠溶液洗涤,分液

【错解剖析】忽视三溴苯酚溶于苯,错选 A 项;忽视乙醇、乙醛易溶于水,错选 B 或 C 项。

【解析】苯酚与溴反应生成的三溴苯酚溶于苯中,溴溶于苯中,难分离;正确操作是加入氢氧化钠溶液,分液得到苯,A 项不正确。乙酸与碳酸钠反应生成乙酸钠,乙酸钠与乙醇溶液不分层,不能分液;正确操作是加入碳酸钠溶液或氢氧化钠溶液,蒸馏得到乙醇,B 项不正确。乙酸与氢氧化钠反应生成的乙酸钠溶于水,而乙醛也易溶于水,不分层,无法用分液操作分离乙醛与乙酸;正确操作是加入氢氧化钠溶液,蒸馏得到乙醛,C 项不正确。乙酸与碳酸钠反应,而乙酸丁酯在碳酸钠溶液中溶解度很小,液体分层,可以用分液操作分离乙酸丁酯与乙酸,D 项正确。

【答案】D

感悟:对于有机物的分离提纯,常根据物质溶解性、沸点等操作,一般选择蒸馏、分液、萃取等;能用简单方法分离的不宜选择操作复杂的方法。例如,乙酸乙酯与碳酸钠溶液的混合物,用分液法提纯乙酸乙酯,而不用蒸馏法。

易错点 2 混淆有机物官能团,导致错误判断有机物性质。

例 2 下列与有机物的结构、性质有关的叙述正确的是( )

- A. 苯、油脂均不能使酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液褪色  
B. 甲烷和 Cl<sub>2</sub> 的反应与乙烯和 Br<sub>2</sub> 的反应属于同一类型的反应  
C. 葡萄糖、果糖的分子式均为 C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>,二者互为同分异构体  
D. 乙醇、乙酸均能与钠反应放出 H<sub>2</sub>,二者分子中官能团相同

【错解剖析】混淆油与脂的官能团,错选 A 项;忽视烷烃和烯烃结构差异,错选 B 项;机械理解“官能团”决定有机物主要化学性质,错选 D 项。

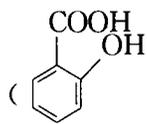
【解析】油脂中含有不饱和键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故 A 项错;甲烷和氯气的反

应是取代反应,而乙烯与  $\text{Br}_2$  的反应属于加成反应,故 B 项错;乙醇中的官能团是羟基,而乙酸中的官能团是羧基,故 D 项错。

【答案】C

**感悟:**官能团相同,有机物化学性质相似;但是,化学性质相似,不一定官能团相同。例如,酚羟基、醇羟基、羧基、酯、卤代烃都能与氢氧化钠溶液反应;醛类、甲酸盐或甲酸酯都能发生银镜反应。

例 3 过量的下列溶液与水杨酸



( ) 反应能得到化学式为  $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$  的是( )

- A.  $\text{NaHCO}_3$  溶液      B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液  
C.  $\text{NaOH}$  溶液        D.  $\text{NaCl}$  溶液

【错解剖析】忽视酚羟基能与碳酸钠反应,易错选 B 项。

【解析】水杨酸分子中含有羧基和酚羟基,而羧基的酸性比酚羟基的酸性强,由产物知,水杨酸分子中只有 1 个氢被中和,只能是中和羧基,酚羟基不反应。因为碳酸的酸性比酚的酸性强,羧基与碳酸氢钠反应,酚羟基不与碳酸氢钠反应,A 项正确;酚电离  $\text{H}^+$  能力比  $\text{HCO}_3^-$  电离  $\text{H}^+$  能力强,故羧基和酚羟基都能与碳酸钠溶液反应,B 项不正确;氢氧化钠能中和酚羟基和羧基,C 项不正确;氯化钠溶液与水杨酸不反应,D 项不正确。

【答案】A

**感悟:**中学易混淆的官能团有:(1)醇酯基与酚酯基,(2)羧基、醇羟基和酚羟基,(3)醛基与羰基等。

易错点 3 忽视官能团之间干扰,导致有机物检验方法出现错误。

例 4 对于有机物  $\text{HOCH}_2\text{COOH}$ ,下列检验该物质含有醇羟基的方法正确的是( )

A. 取样品,加入钠,若产生气泡,则说明该物质含有醇羟基

B. 取样品,加入紫色石蕊溶液,若溶液变红色,则说明该物质含有醇羟基

C. 取样品,加入碳酸氢钠溶液,若产生气泡,则说明该物质含有醇羟基

D. 取样品,加入乙酸和浓硫酸,加热若有果香味油状液体产生,则该物质含有醇羟基

【错解剖析】本题易忽视醇与羧酸都能与钠反应产生气泡,错选 A 项。

【解析】醇羟基和羧基都能与钠发生置换反应,且羧基能与碳酸氢钠反应产生气泡,醇羟基在浓硫酸作用下与羧酸发生酯化反应。通过果香味油状酯可证明该有机物含有醇羟基。

【答案】D

**感悟:**检验该有机物也不能用下列方法:取样品,加入足量碳酸氢钠溶液,在反应后的溶液中加入钠。因为引入水,水和醇都能与钠反应产生气泡,不能说明该物质一定含有醇羟基。

#### 误区四、有机反应类型与反应条件

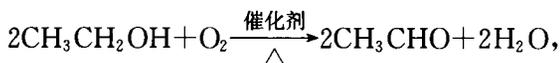
易错点 1 忽视有机反应类型的断键规律,导致错误判断有机反应类型。

例 1 下列各组反应中,甲和乙反应类型相同的是( )

	甲	乙
A	乙烯在一定条件下与水反应生成乙醇	乙醇在铜、加热条件下与氧气反应
B	对苯二甲酸与乙二醇在一定条件下制备涤纶	苯乙烯和丙烯在一定条件下按比例混合制备高聚物
C	油脂在 $\text{KOH}$ 溶液、加热条件下发生皂化反应	苯与液溴在铁粉作用下生成溴苯
D	$\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{NaBr}$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCN} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$

【错解剖析】本题易忽视缩聚反应和加聚反应断键规律及特点,错选 B 项。

【解析】A项,甲:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , 属于加成反应; 乙:



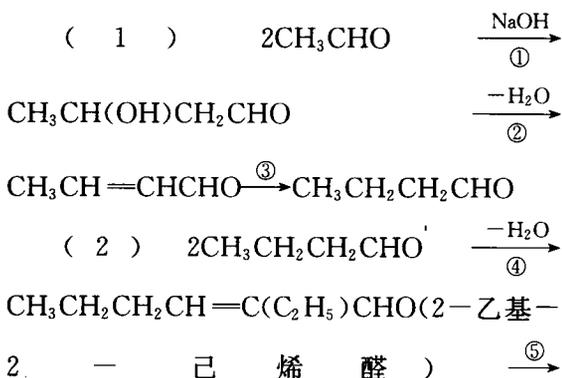
属于氧化反应。B项,甲:对苯二甲酸与乙二醇在一定条件下发生酯化反应生成聚酯和水,属于缩聚反应;乙:苯乙烯和丙烯制备高聚物,只有一种产物,属于加聚反应。C项,甲:油脂属于酯类,在碱中发生水解反应(也是取代反应)生成高级脂肪酸钾和甘油;乙:苯与液溴发生取代反应生成溴苯和溴化氢,属于取代反应。D项,甲:有机物中溴原子被  $\text{OH}^-$  取代生成醇,属于水解反应,也是取代反应;乙:根据反应式知,乙烯断裂碳碳双键,一个碳与 H 形成单键,另一个碳与  $\text{CN}^-$  中碳形成单键,饱和度增大,属于加成反应。

【答案】C

感悟:加成反应、加聚反应的产物都是一种,原子利用率为 100%;缩聚反应产物除高分子化合物外,还有小分子,原子利用率小于 100%。加聚和缩聚的共同点是产物都有高聚物生成。

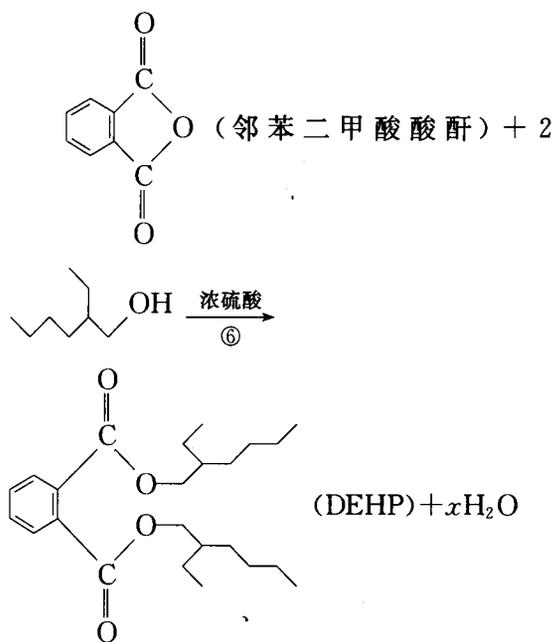
易错点 2 混淆醇消去和卤代烃消去反应产物,错选有机反应条件。

例 2 塑化剂中最常见的为邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯,简称 DOP 或 DEHP,可用乙醛与邻苯二甲酸酐分步合成制得,合成路线如下图。



$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{OH}$  (2-乙基-1-己醇)

(3)利用邻苯二甲酸酐与 2-乙基-1-己醇合成 DEHP



下列说法正确的是( )

- A. 合成过程涉及加成、消去、酯化、聚合等类型的有机反应
- B. 步骤(1)中反应②发生的条件是在  $\text{NaOH}$ /醇溶液中加热,反应类型是消去反应
- C. 步骤(1)(2)连续操作时,③、⑤消耗  $\text{H}_2$  物质的量相等
- D. ⑥反应方程式中产物  $\text{H}_2\text{O}$  系数  $x=2$ ,及时除去⑥中反应釜内的水可提高 DEHP 产率

【错解剖析】混淆卤代烃和醇发生消去反应条件的选择依据,易误认为醇发生消去反应的条件是强碱的醇溶液和加热,错选 B 项。

【解析】A项,上述流程中,步骤(1)涉及反应为  $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$ , 断裂碳氧双键,形成碳氢键、碳碳单键,发生加成反应;  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO} \rightarrow$

$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO} + \text{H}_2\text{O}$ , 属于醇消去反应;  
 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO} + \text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$   
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$  (选择性加成反应)。步骤(2)发生类似步骤(1)的反应: 加成、消去、加成反应。步骤(3)发生酯化反应, 没有聚合反应(加聚和缩聚反应), A 项错误。B 项, 步骤(1)的②反应是醇消去反应, 条件是浓硫酸/加热, B 项错误。C 项, 步骤(1)和(2)连续操作时, 碳原子守恒, 即  $2\text{mol CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$  生成  $1\text{mol}$  2-乙基-1-己醇, 而③中选择性加成, 只有碳碳双键与氢气加成,  $2\text{mol CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$  消耗  $2\text{mol}$  氢气。而 2-乙基-2-己烯醛中碳碳双键和醛基都与氢气加成,  $1\text{mol}$  2-乙基-2-己烯醛消耗  $2\text{mol}$  氢气, C 项正确。D 项, 根据原子守恒知,  $x=1$ , D 项错误。

【答案】C

**感悟:** 醇消去生成水和烯烃, 是在浓硫酸、加热条件下, 原理为浓硫酸吸水, 促进化学平衡向生成烯的方向进行; 卤代烃消去生成烯烃和卤化氢, 是在  $\text{NaOH}$  醇溶液中, 原理为氢氧化钠中和卤化氢, 促进反应向生成烯烃的方向进行。即可以从平衡移动角度理解醇和卤代烃发生消去反应的条件。

易错点 3 漏掉加成反应方式, 导致同分异构体判断错误。

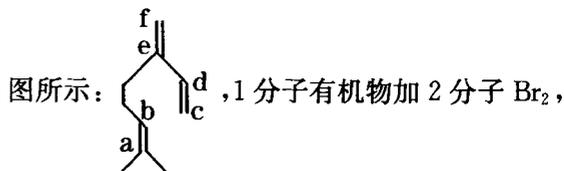
例 3 现有一月桂烯的结构如右图所示, 一分子该物质与两分子溴发生加成反应的产物(只考虑位置异构)理论上最多有( )



- A. 2 种                      B. 3 种  
 C. 4 种                      D. 6 种

【错解剖析】本题易漏掉二烯烃能发生 1,4-加成, 导致漏掉一种加成产物, 错选 B 项。

【解析】本题考查烯烃加成反应且加成位置与同分异构体的关系。双键上碳原子编号如下



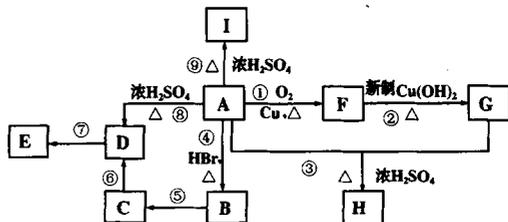
产物还有 1 个碳碳双键。加成方式有四种:

- ①  $ab+cd$  (1,2 加成)    ②  $ab+ef$  (1,2 加成)  
 ③  $ab$  (1,2 加成) +  $cd$  (1,4 加成)    ④  $ef+cd$  (1,2 加成)

【答案】C

易错点 4 忽视同一反应条件可能发生多种反应, 导致推断有机物结构错误。

例 4 芳香烃衍生物 A 的苯环上只有两个取代基。A 在氧气中燃烧只生成二氧化碳和水, A 的转化关系如下图所示。E 的组成为  $(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2)_n$ , H 的分子式为  $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_6$ , I 中含有 1 个苯环和 1 个六元环。



(1) A 的结构简式为 \_\_\_\_\_, B、D、H 含共同官能团的名称是 \_\_\_\_\_。

(2) 上述转化中, 单键变双键的反应有 \_\_\_\_\_ (填序号), 有机物转化中, 反应条件“浓硫酸、加热”暗示发生的反应类型有 \_\_\_\_\_。

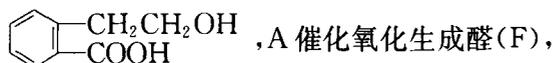
(3) 反应⑤的条件是 \_\_\_\_\_, 写出反应⑦的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(4) A 的同分异构体 X, 符合下列条件:  
 a. X 的苯环上有两个取代基, 在核磁共振氢谱图中有 5 个信号; b. 既能与氯化铁溶液发生显色反应, 又能发生水解反应, 但不能与银氨溶液反应。符合条件的 X 有 \_\_\_\_\_ 种, 其中在等物质的量时消耗氢氧化钠量最多的一种同分异构体的结构简式为 \_\_\_\_\_。

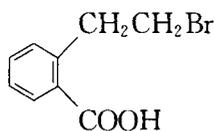
【错解剖析】本题涉及条件“浓硫酸、加热”,

易认为这是“酯化反应条件”，忽视也是“醇消去反应条件”，导致错误推断有机物组成。

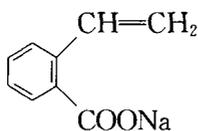
【解析】根据 A 燃烧产物知，A 不含碳、氢、氧之外的元素。A 到 G 转化中，碳原子数不变，由 H 分子式知，A 含有 9 个碳原子，A 能发生催化氧化，说明 A 含有伯醇羟基，又因为 I 分子含有两个六元环，结合反应条件“浓硫酸、加热”知，I 含一个六元酯环。A 的结构简式为



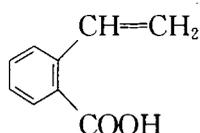
A 催化氧化生成醛(F)，醛与新制氢氧化铜反应生成羧酸(G)；A 在浓硫酸、加热条件下发生分子内酯化生成环酯(I)；A 在浓硫酸、加热条件下发生消去反应生成 D；D 在一定条件下发生加聚反应生成 E(高分子化合物)，B 在氢氧化钠醇溶液、加热条件下发生消去反应生成 C，C 在强酸作用下生成 D。其结构简式如下所示：



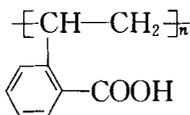
(B)



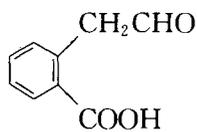
(C)



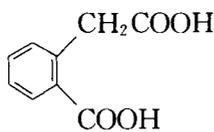
(D)



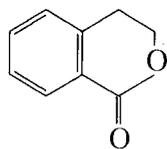
(E)



(F)



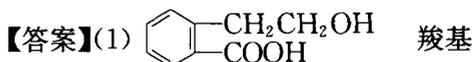
(G)



(I)

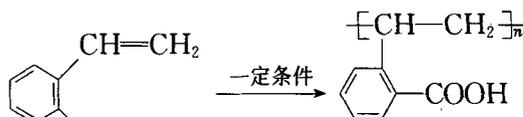
A、G 分子式分别为  $C_9H_{10}O_3$ 、 $C_9H_8O_4$ ，A 和 G 在浓硫酸、加热条件下酯化生成 H，由 H 分子式知， $C_9H_{10}O_3 + C_9H_8O_4 \rightarrow C_{18}H_{16}O_6$

(H) +  $H_2O$ ，H 分子中含两个羧基、一个酯基。依题意，X 含有酚羟基、酯基，不含醛基，即不会是甲酸酯。两个取代基为  $-OH + -OOCCH_2CH_3$ 、 $-OH + -COOCH_2CH_3$ 、 $-OH + -CH_2COOCH_3$ 、 $-OH + -CH_2OOCCH_3$ ，共 4 种。由于取代基上有 3 种氢原子，苯环上必有 2 种氢原子，即 2 个不相同的取代基位于苯环的对位。等物质的量的酯基相比，酚酯基消耗氢氧化钠的量最多。

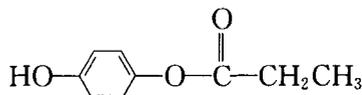


(2) ①⑤⑧ 消去反应、取代反应(或酯化反应)

(3) 氢氧化钠醇溶液，加热



(4) 4



感悟：对于合成高分子化合物，要辨析“加聚反应”和“缩聚反应”：加聚反应指含碳碳双键的有机物在一定条件下加成聚合生成高分子化合物，产物只有高分子化合物，原子利用率为 100%；缩聚反应指含羧基、羟基或羧基、氨基的有机物在一定条件下生成聚酯或多肽，另一种产物是小分子水，原子利用率小于 100%。

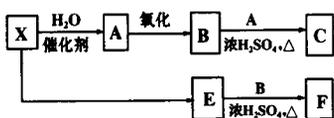
误区五、信息加工与综合推断

易错点 缺乏信息处理能力，不能正确推算有机物分子式和结构简式。

例题 X 是一种重要的化工原料，以 X 为原料衍生出部分化工产品的反应如下(部分反应条件已略去)：已知气体 X 在标准状况下密度为 1.25g/L，X 在氧气中完全燃烧生成二氧化碳和水的质量比为 22 : 9。A 的摩尔质量为为

46g/mol,能与钠反应产生气体;E分子中碳、氢、氧原子个数比为1:3:1,1molE与足量钠反应在标准状况下产生22.4L气体。

请回答下列问题:

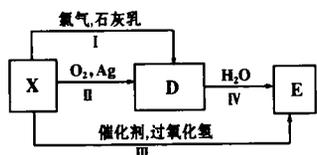


(1)上述流程中,属于同类有机物的有\_\_\_\_\_ (用字母代号表示,写一组)。

(2)足量的B和E反应生成F的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3)C有多种同分异构体,其中既能发生银镜反应又能与钠反应产生气体的有机物的结构简式为\_\_\_\_\_。(写一种)

(4)某同学设计X制E的途径如下图所示:



①已知D分子只有一种氢原子,D的同分异构体名称为\_\_\_\_\_。

②写出途径Ⅲ的化学方程式:\_\_\_\_\_。

③上述流程中,原子利用率为100%(理想的原子经济性反应)的反应有\_\_\_\_\_ (填序号)。

(5)根据上述涉及的有机物X、A、B、C、D、E、F,回答下列问题:

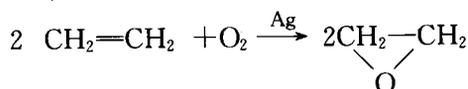
①等物质的量的纯有机物完全燃烧,消耗氧气量相等的有\_\_\_\_\_。

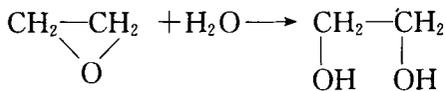
②取Wg纯有机物在纯氧气中完全燃烧,将生成的产物全部通入足量的过氧化钠粉末中,完全吸收,固体净增质量等于Wg的有\_\_\_\_\_ (填字母序号)。

**【错解剖析】**本题数据多,框图没有明显信息,只有通过数据计算确定有机物相对分子质量。本题主要易错点有:(1)缺乏数据处理能力,不能正确运用题目给出的数据,就无法确定

有机物分子式;(2)中学教材没有重点介绍环氧乙烷,不能根据题目信息推知D为环氧乙烷,导致障碍点无法突破;(3)在书写多酯化学方程式时,易漏掉水或水的数目。

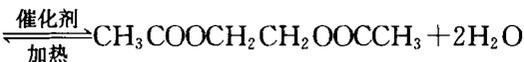
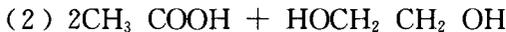
**【解析】**根据题目提供信息确定各物质组成: $M(X) = 22.4\text{L/mol} \times 1.25\text{g/L} = 28\text{g/mol}$ , X燃烧产物中 $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{CO}_2) = 0.5\text{mol} : 0.5\text{mol} = 1 : 1$ ,  $N(\text{C}) : N(\text{H}) = 1 : 2$ , X的最简式(实验式)为 $\text{CH}_2$ ,设X分子式为 $(\text{CH}_2)_x$ ,  $14x = 28, x = 2$ , X分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4$ ; A能与钠反应,说明含有 $-\text{OH}$ ,  $46 - 17 = 29$ ,残基为 $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,知A为乙醇;B能与A在浓硫酸作用下反应,说明B为乙酸,不是乙醛。根据1mol E与足量钠反应生成1mol $\text{H}_2$ 知,1个E分子含2个 $-\text{OH}$ 。根据E中碳、氢、氧原子个数比知,分子式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ,它是 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (乙二醇)。依次推知,C为乙酸乙酯;D分子只有一种氢原子,它是环氧乙烷,F为二乙酸乙酯。同类有机物指官能团相同的有机物,如醇类、酯类等。乙烯在银、 $\text{O}_2$ 催化作用下发生加成反应生成D,D与水发生加成反应生成乙二醇。(1)同类有机物指官能团相同的有机物,但官能团数目不一定相等,同系物必须要求官能团数目相同,分子式只相差若干个“ $\text{CH}_2$ ”,注意“同类有机物”与“同系物”二者差异。(2)书写酯化反应时,注意“量”的问题,本题可以考虑乙酸为足量,生成二元酯;水分子或水分子的化学计量数易错写。(3)羧酸与羟基醛、羟基酮互为同分异构体,根据性质推断有机物结构式。(4)乙烯与氧气在银等催化剂作用下生成环氧乙烷,环氧乙烷与乙醛互为同分异构体。过氧化氢可以看成是 $\text{HO}-\text{OH}$ ,断裂氧氧键,羟基与碳碳双键发生加成反应。只有一种产物的反应是理想的绿色化学反应,原子利用率为100%。





(5) 根据含碳、氢、氧有机物完全燃烧生成二氧化碳和水, 若有机物组成改写成  $M \cdot m\text{CO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  和  $N \cdot x\text{CO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ , 比较等物质的量有机物完全燃烧消耗氧气的量, 只需要比较等物质的量  $M$  和  $N$  完全燃烧消耗氧的气量。从上边有机物分子式改写结果看, 等物质的量的有机物完全燃烧, 消耗氧气量相等的有机物有两组: A 和 X、D 和 E; 二氧化碳和水蒸气与过氧化钠反应:  $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ,  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 4\text{NaOH} + \text{O}_2$ , 过氧化钠固体净增质量相当于“CO、H<sub>2</sub>”总质量, 即有机物化学式改写成“ $m\text{CO} \cdot n\text{H}_2$ ”, 其完全燃烧, 将产物全部被过氧化钠吸收, 固体净增质量等于有机物质量, 上述有机物符合要求的有 B、E。

【答案】(1) A 和 E(或 C 和 F)



感悟: 推断分子式的流程:

(1) 推断元素种类: 一般可以根据反应产物推断。如燃烧产物只有二氧化碳和水, 则有机物一定含有碳、氢元素, 可能含氧元素; 根据产物中二氧化碳和水中氧元素质量总和与消耗氧气质量相比, 判断有机物是否含有氧元素。也可以根据产物中碳、氢元素质量总和与有机物质量相比, 若有机物质量与碳、氢元素质量总和相等, 则有机物只含碳、氢; 若有机物质量大于碳、氢元素质量总和, 则一定含有氧元素。若产物有二氧化氮、氯化氢等, 说明有机物含有氮、氯元素等。

(2) 计算相对分子质量: 计算相对分子质量的方法有多种, 常见的有: ① 根据密度计算, 取

1mol 气体, 根据气体摩尔体积计算气体摩尔质量, 如标准状况下气体密度为  $\rho$ , 相对分子质量为  $M_r = 22.4\rho$ 。② 根据质量计算, 利用摩尔质量数值等于相对分子质量,  $M_r = \frac{\sum m}{\sum n}$ 。③ 根据

相对密度计算, 如  $\frac{M_r}{M(\text{H}_2)} = D, M_r = 2D$ 。

(3) 计算实验式(最简式): ① 根据产物质量或体积确定, 先计算一定量产物中某元素质量和物质的量, 然后求出组成有机物的原子个数之比, 如碳、氢、氧原子个数之比; ② 根据质量分数计算, 如  $N(\text{C}) : N(\text{O}) : N(\text{H}) = \frac{\text{C}\%}{12} : \frac{\text{O}\%}{16} : \frac{\text{H}\%}{1}$ 。

(4) 计算分子式(化学式): 计算分子式通常有 4 种方法: ① 根据质量分数和相对分子质量计算, 可以直接计算 1mol 有机物中所含碳、氢、氧等原子的物质的量, 直接写出其化学式(或分子式), 元素排列顺序一般为碳、氢、氧、氮、氯等。② 根据有机物质量、元素质量计算: 可以求出有机物的物质的量与元素原子的物质的量之比, 将有机物化成 1, 得出原子个数比值, 即已知 1 个有机物分子中所含原子个数, 直接写出化学式。③ 根据实验式和相对分子质量计算。先设通式, 如  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , 利用通式与相对分子质量之间关系  $(12 + 2 + 16)n = M_r$  求出“ $n$ ”值。④ 根据通式和限制条件推算, 有些题目给出模糊数据, 要求结合化学意义讨论、推断出有机物可能的分子式。例如, 某有机物的通式为  $\text{C}_x\text{H}_{2x-1}\text{O}_y$ ,  $110 < M_r < 200$ , 可以根据数学不等式以及化学式中各原子数为正整数、有机物中每个碳原子最多形成 4 个共价键, 每个氧最多形成 2 个共价键的价键理论进行讨论得出符合题意的化学式。如果得出某有机物为  $\text{C}_4\text{H}_{24}\text{O}$ , 超过了碳四价要求, 说明 16 个氢原子应折合成 1 个氧原子, 正确的化学式为  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ , 因为有机物中氢原子数最大值为碳原子数的 2 倍 + 2。