

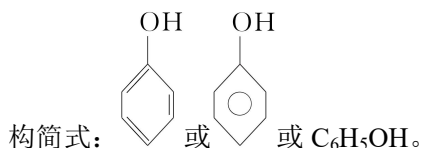
第2课时 酚

[核心素养发展目标] 1.通过认识酚分子中羟基连接方式的不同,了解苯酚的主要性质,理解羟基和苯环的相互影响,形成物质结构决定性质的核心理念。2.通过苯酚性质的学习,了解苯酚及酚类毒性及其对环境的危害,要合理应用。

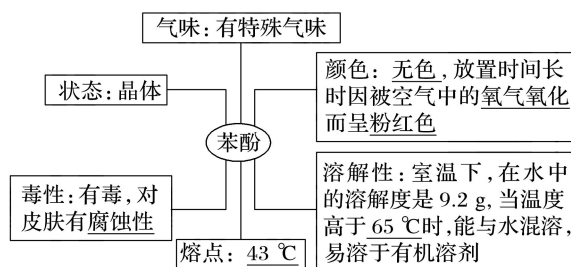
一、苯酚的结构与物理性质

1. 苯酚的组成和结构

羟基与苯环直接相连而形成的化合物称为酚,苯酚是最简单的一元酚,分子式: C_6H_5O , 结

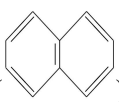


2. 苯酚的物理性质

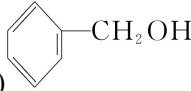
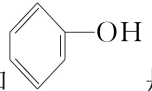


【正误判断】

(1)分子中含有苯环和羟基的有机物一定是酚类()

(2)萘()有两种一元羟基衍生物, 它们都属于酚类()

(3)苯酚有毒, 但其水溶液可用作消毒剂()

(4) 和  是同系物()

答案 (1)× (2)√ (3)√ (4)×

【深度思考】

(1)久置的苯酚常显粉红色的原因是什么?

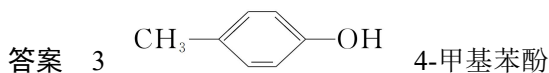
提示 苯酚部分被空气中的氧气氧化。

(2)苯酚有毒, 对皮肤有强烈的腐蚀作用。若皮肤上沾有少量苯酚, 应如何处理?

提示 用酒精洗涤。

(3) C_7H_8O 属于酚的同分异构体有_____种, 其中核磁共振氢谱为 3:2:2:1 的结构简式

为_____，其系统命名为_____。



二、苯酚的化学性质

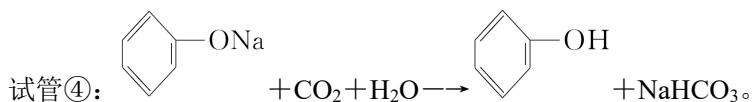
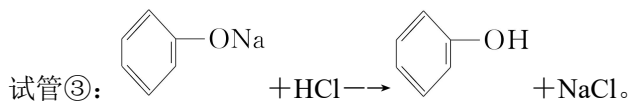
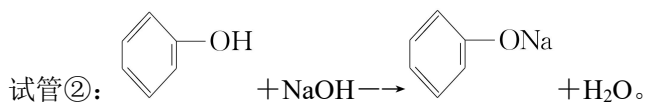
由于苯酚中羟基与苯环直接相连，苯环与羟基之间的相互作用使酚羟基在性质上与醇羟基有显著的差异。

1. 酸性

(1) 实验探究

| | | | |
|------|-----------------|---------------|---------------|
| 实验步骤 | | | |
| 实验现象 | 得到 <u>浑浊</u> 液体 | 液体变 <u>澄清</u> | 液体变 <u>浑浊</u> |

根据实验现象，完成下列反应的化学方程式：

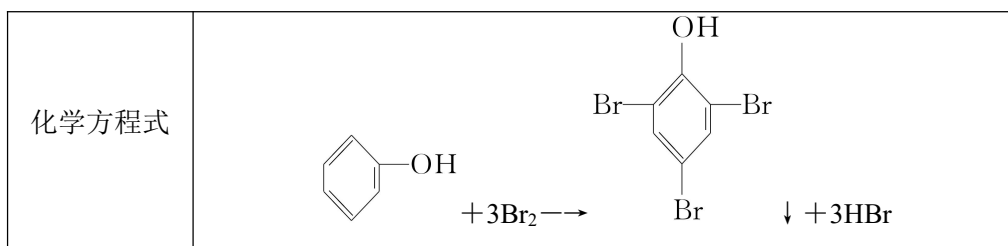


(2) 实验结论：苯酚在水溶液中呈弱酸性，俗称石炭酸，且酸性： $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$ ，苯环影响与其相连的羟基的活性。

2. 取代反应

(1) 实验探究

| | |
|----|------------------|
| 操作 | |
| 现象 | 有 <u>白色沉淀</u> 生成 |



苯酚与溴的反应很灵敏，可用于苯酚的定性检验和定量测定。

(2)实验结论

在苯酚分子中，羟基和苯环相互影响，使苯环在羟基的邻、对位上的氢原子较易被取代。

3. 显色反应

| | |
|------|--------------------------------|
| 实验操作 | |
| 实验现象 | 溶液显紫色 |
| 结论 | 苯酚能与 FeCl_3 反应，使溶液显紫色 |

应用：酚类物质一般都可以与 FeCl_3 作用显色，可用于检验其存在。

4. 酚的应用与危害

苯酚是一种重要的化工原料，用于制造酚醛树脂、染料、医药、农药等，含酚类物质的废水有毒，排放前必须经过处理。

【正误判断】

- (1)苯酚和乙醇都含有官能团羟基，它们的化学性质相同()
- (2)苯酚的酸性很弱，不能使酸碱指示剂变色()
- (3)向苯酚钠溶液中通入少量 CO_2 时生成 Na_2CO_3 ，通入过量 CO_2 时生成 NaHCO_3 ()
- (4)苯中溶有少量的苯酚，可先加适量的浓溴水，使苯酚生成 2,4,6-三溴苯酚，再过滤除去()

答案 (1)× (2)√ (3)× (4)×

【深度思考】

1. 从分子结构上分析苯酚的酸性比乙醇强。

提示 苯酚和乙醇都有羟基，但是苯酚中的羟基与苯环直接相连，受苯环的影响，苯酚羟基上的氢原子较活泼，氢氧键易断裂。即苯酚具有弱酸性，能与烧碱溶液反应，乙醇没有酸性，不能与烧碱溶液反应。

2. 比较苯和苯酚分别与溴的取代反应

(1)填写下表：

| | 苯 | 苯酚 |
|-----------|------------------------------|-------------|
| ①反应物 | 苯、液溴 | 苯酚溶液、浓溴水 |
| ②反应条件 | <u>FeBr₃ 作催化剂</u> | <u>无催化剂</u> |
| ③被取代氢原子个数 | <u>1</u> | <u>3</u> |
| ④反应速率 | 慢 | 快 |

(2)结合上述分析比较,说明苯酚分子中羟基对苯环的影响。

提示 苯酚分子中羟基使苯环的羟基的邻、对位上的氢原子更活泼,比苯分子上的氢原子更容易发生取代反应。

■ 归纳总结 ■

基团间的相互影响

(1)苯环对支链的影响

①烷烃和苯均不与酸性高锰酸钾反应,而苯的同系物可被其氧化成苯甲酸。

②苯环对羟基的影响,使得酚羟基部分电离显弱酸性。

(2)支链对苯环的影响


①甲基对苯环的影响,使得甲苯与硝酸反应生成 2,4,6-三硝基甲苯。

②酚羟基对苯环的影响,使得苯酚与饱和溴水反应生成 2,4,6-三溴苯酚。

随堂演练 知识落实

1. (2020·贵州省黎平第二中学高二期末)下列关于苯酚的叙述不正确的是()

A. 苯酚是一种弱酸,滴加指示剂变色

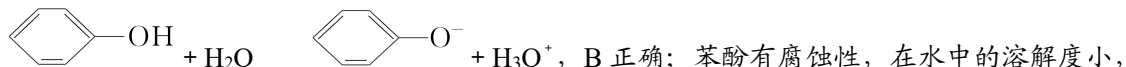
B. 苯酚在水溶液中能按下式电离: 

C. 加入 FeCl₃ 溶液,溶液显紫色

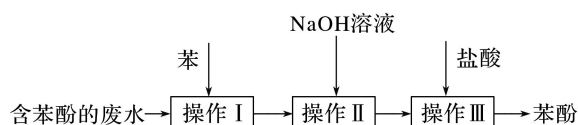
D. 苯酚有腐蚀性,溅在皮肤上可用酒精冲洗

答案 A

解析 苯酚又命名为石炭酸,酸性极弱,不能使指示剂变色, A 错误;苯酚具有弱酸性,苯环对羟基的影响结果是使羟基的活性增强,在水溶液中能电离出氢离子,电离方程式为

 , B 正确;苯酚有腐蚀性,在水中的溶解度小,易溶于酒精,溅在皮肤上可用酒精冲洗, D 正确。

2. (2020·山东潍坊五县市高二期中)实验室回收废水中苯酚的过程如图所示。下列分析错误的是()



- A. 操作 I 为萃取、分液，萃取剂也可以选用 CCl_4
- B. 苯酚钠在苯中的溶解度比在水中的小
- C. 操作 II 中得到的苯，可在操作 I 中循环使用
- D. 操作 III 中要用蒸馏方法分离出苯酚

答案 D

解析 A 项，操作 I 为萃取废水中的苯酚，分液得到苯酚的苯溶液，由于常温下苯酚在 CCl_4 中的溶解度比在水中的大，萃取剂也可以选用 CCl_4 ，正确；B 项，苯酚钠属于钠盐，在苯中的溶解度比在水中的小，正确；C 项，操作 II 中得到的苯，可继续用于萃取废水中的苯酚，可以在操作 I 中循环使用，正确；D 项，操作 III 所得溶液中只含有苯酚一种有机化合物，可以直接用分液的方法分离出苯酚，错误。

3. 下列有关性质实验中，能说明苯环对侧链产生影响的是()

- A. 苯酚可以和烧碱溶液反应，而乙醇不能和烧碱溶液反应
- B. 苯酚可以和浓溴水反应生成白色沉淀，而苯不能和浓溴水反应生成白色沉淀
- C. 苯酚可以和氢气发生加成反应，而乙醇不能和氢气发生加成反应
- D. 甲苯可以和硝酸发生三元取代，而苯很难和硝酸发生三元取代

答案 A

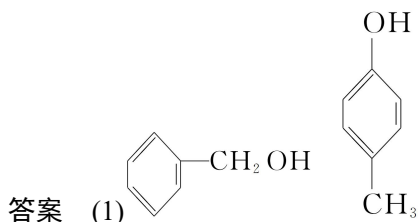
4. A 和 B 两种物质的分子式都是 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ ，它们都能跟金属钠反应放出氢气。A 不溶于 NaOH 溶液，而 B 溶于 NaOH 溶液；B 能使适量溴水褪色，并产生白色沉淀，而 A 不能。B 苯环上的一溴代物有两种结构。

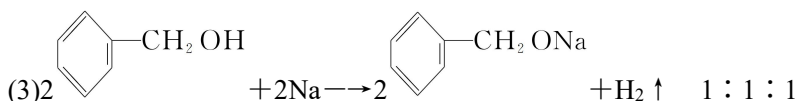
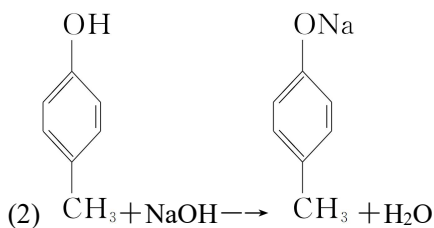
(1) 写出 A 和 B 的结构简式。

A: _____, B: _____。

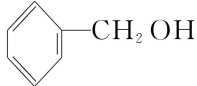
(2) 写出 B 与 NaOH 溶液发生反应的化学方程式: _____。

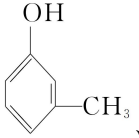
(3) A 与金属钠反应的化学方程式为 _____；
与足量金属钠反应生成等量 H_2 ，分别需 A、B、 H_2O 三种物质的物质的量之比为 _____。

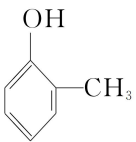
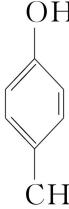
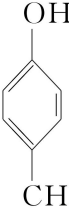
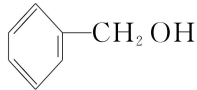


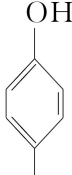
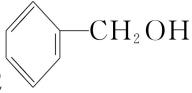
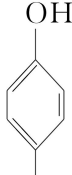


解析 依据分子式 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ 知 A 和 B 都是不饱和化合物, 由于 A、B 均与 Na 反应放出 H_2 , 且结构中只有一个氧原子, 故 A、B 中均含有一个 $-\text{OH}$, 为醇或酚类。A 不溶于 NaOH 溶液,

说明 A 为醇, 又不能使溴水褪色, 故 A 为 ; B 溶于 NaOH 溶液, 且与溴水反

应生成白色沉淀, 故 B 为酚, 结合其分子式, 故 B 为甲基苯酚, 它有三种结构: 

、、、、

、、、 H_2O 与金属钠反应的关系式分别为 $2 \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \sim \text{H}_2$ 、 $2 \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \sim \text{H}_2$ 、 $2\text{H}_2\text{O} \sim \text{H}_2$,

所以生成等量 H_2 时分别需三种物质的物质的量之比为 1:1:1。

课时对点练

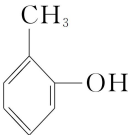
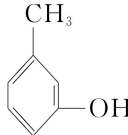
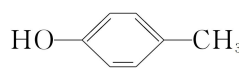
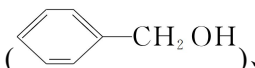
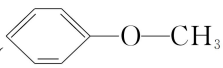
基础对点练

题组一 酚及其结构

1. (2020·广东江门高二期中) 下列关于苯酚的叙述错误的是()

- A. 苯酚的水溶液俗称石炭酸, 酸性比碳酸强
- B. 苯酚对皮肤有腐蚀性, 如果不慎沾在皮肤上, 应立即用酒精洗涤
- C. 温度高于 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 可以与水混溶
- D. 苯酚的水溶液遇到碳酸氢钠溶液后不会放出二氧化碳

答案 A

解析 分子式为 C_7H_8O ，与甲基苯酚(、、)、苯甲醇()、苯甲醚()互为同分异构体，前三者与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应。

题组二 苯酚的性质

5. (2020·济南月考)苯中可能混有少量的苯酚，下列实验能证明苯中是否混有少量苯酚的是 ()

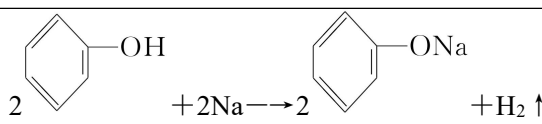
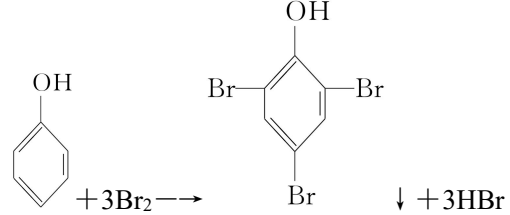
- ①取样品，加入少量酸性高锰酸钾溶液，振荡，看酸性高锰酸钾溶液是否褪色，褪色则有苯酚，不褪色则无苯酚
- ②取样品，加入氢氧化钠溶液，振荡，观察样品是否分层
- ③取样品，加入过量的浓溴水，观察是否产生白色沉淀，若产生白色沉淀则有苯酚，没有白色沉淀则无苯酚
- ④取样品，滴加少量的 $FeCl_3$ 溶液，观察溶液是否显紫色，若显紫色则有苯酚，若不显紫色则无苯酚

A. 仅③④ B. 仅①③④ C. 仅①④ D. 全部

答案 C

解析 ①苯酚能使酸性高锰酸钾褪色，但是苯不能，所以取样品，加入少量酸性高锰酸钾溶液，振荡，看酸性高锰酸钾溶液是否褪色，褪色则有苯酚，不褪色则无苯酚，故正确；②不管苯中是否有苯酚，加入 $NaOH$ 溶液都会产生分层，因此无法鉴别，故错误；③产生的 2,4,6-三溴苯酚能溶于苯，因此不能鉴别，故错误；④苯酚遇到氯化铁显示紫色，但是苯不能，取样品，滴加少量的 $FeCl_3$ 溶液，观察溶液是否显紫色，若显紫色则有苯酚，若不显紫色则无苯酚，故正确。

6. 下表中 II 对 I 的解释不正确的是()

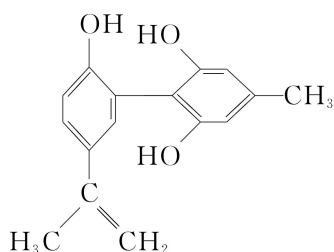
| 选项 | I | II |
|----|---|---------|
| A |  | 苯环使羟基活泼 |
| B |  | 羟基使苯环活泼 |

| | | |
|---|--|---------|
| C | | 苯环使羟基活泼 |
| D | | 甲基使苯环活泼 |

答案 A

解析 无论醇羟基或酚羟基，均能与钠反应。

7. (2020·安徽阜阳三校高二联考)体育竞技中服用兴奋剂既有失公平，又败坏了体育道德。某兴奋剂的结构简式如图所示。下列有关说法正确的是()



- A. 该物质与苯酚互为同系物，能使 FeCl_3 溶液显色
- B. 滴入酸性 KMnO_4 溶液，紫色褪去，即证明其结构中肯定存在碳碳双键
- C. 1 mol 该物质分别与浓溴水和 H_2 反应时，最多消耗 Br_2 和 H_2 的物质的量分别为 2 mol 和 7 mol
- D. 该分子中的所有碳原子可能共平面

答案 D

解析 苯酚只有一个苯环结构，而该物质含 2 个苯环结构，则与苯酚不互为同系物，但均能遇 FeCl_3 溶液显色，故 A 错误；酚羟基、碳碳双键均能使酸性 KMnO_4 溶液紫色褪去，不能说明含有碳碳双键，故 B 错误；1 mol 该物质分别与浓溴水和 H_2 反应时，最多消耗 Br_2 和 H_2 分别为 4 mol 和 7 mol，故 C 错误；因苯环、碳碳双键为平面结构，且直接相连，所以该分子中的所有碳原子可以共平面，故 D 正确。

题组三 酚反应中的定量关系

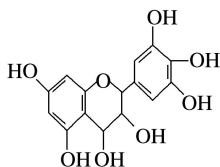
8. 1 mol 分别与浓溴水和 NaOH 溶液完全反应，消耗 Br_2 和 NaOH 的物质的量分别是()

- A. 1 mol、2 mol
- B. 2 mol、3 mol
- C. 3 mol、2 mol
- D. 3 mol、3 mol

答案 D

解析 由结构可知,分子中含2个酚羟基、1个碳碳双键、1个—Cl,酚羟基的邻、对位上的氢原子与溴水发生取代反应,碳碳双键与溴水发生加成反应,则1 mol 该物质消耗3 mol Br₂;酚羟基、—Cl均可与NaOH反应,则1 mol 该物质消耗3 mol NaOH,故D项正确。

9.(2020·宁夏银川一中高二期末)从葡萄籽中提取的一种有机化合物结构如图,其具有生物活性,如抗氧化和自由基清除能力等。有关该物质的下列说法不正确的是()



- A. 该物质可以看作醇类,也可看作酚类
- B. 1 mol 该物质可与4 mol Br₂反应
- C. 1 mol 该物质可与7 mol NaOH反应
- D. 1 mol 该物质可与7 mol Na反应

答案 C

解析 该物质中含有酚羟基和醇羟基,所以既可看作醇类,也可看作酚类,故A正确;苯环上酚羟基邻、对位氢原子能被溴原子取代,所以1 mol 该物质可与4 mol Br₂反应,故B正确;只有酚羟基能和氢氧化钠反应,1 mol 该物质中含有5 mol 酚羟基,所以1 mol 该物质可与5 mol NaOH反应,故C错误;酚羟基和醇羟基都能与钠反应,所以1 mol 该物质可与7 mol Na反应,故D正确。

综合强化练

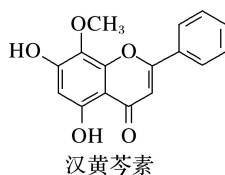
10. 分子式为C₉H₁₂O的有机化合物分子中有一个苯环、一个链烃基,则它属于酚类的结构可能有()

- A. 2种
- B. 4种
- C. 5种
- D. 6种

答案 D

解析 分子式为C₉H₁₂O的有机物,有一个苯环、一个—C₃H₇,属于酚类,则羟基直接和苯环相连,—C₃H₇有两种结构:正丙基和异丙基,分别连在苯环的邻、间、对三个位置,共6种。

11.(2020·长春吉大附中实验学校高二月考)汉黄芩素是传统中草药黄芩的有效成分之一,对杀伤肿瘤细胞有独特作用。下列有关汉黄芩素的叙述不正确的是()



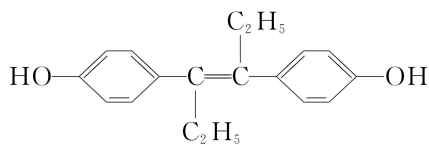
汉黄芩素

- A. 汉黄芩素的分子式为 $C_{16}H_{12}O_5$
- B. 该物质遇 $FeCl_3$ 溶液显色
- C. 与足量 H_2 发生加成反应后, 该分子中官能团的种类减少 1 种
- D. 1 mol 该物质与溴水反应, 最多消耗 2 mol Br_2

答案 C

解析 由该物质的结构简式可知, 该物质中含有 16 个碳原子、12 个氢原子和 5 个氧原子, 所以分子式为 $C_{16}H_{12}O_5$, 故 A 正确; 该物质中含有酚羟基, 可与氯化铁溶液发生显色反应, 遇 $FeCl_3$ 溶液显色, 故 B 正确; 该物质中含有碳氧双键, 可与氢气发生加成反应生成羟基, 同时该物质还含有碳碳双键, 也可与氢气发生加成反应, 所以与足量氢气发生加成反应后, 该分子中官能团种类减少 2 种, 故 C 错误; 该物质中含有两个酚羟基, 酚羟基的邻、对位与溴水发生取代反应, 同时该物质中含有碳碳双键, 可与溴水发生加成反应, 则 1 mol 该物质中, 酚羟基的邻位消耗 1 mol Br_2 , 碳碳双键消耗 1 mol Br_2 , 所以最多可消耗 2 mol Br_2 , 故 D 正确。

12. (2020·河北省张家口一中高二期中) 乙烯雌酚是人工合成的激素药物, 能改善体内激素的平衡状态, 其结构如图。下列有关叙述错误的是()

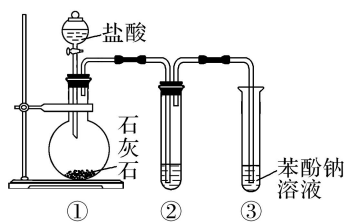


- A. 乙烯雌酚能发生取代、加成、氧化反应
- B. 乙烯雌酚可分别与 $NaOH$ 、 $NaHCO_3$ 溶液反应
- C. 每 1 mol 该有机物最多可以与含 5 mol Br_2 的溴水反应
- D. 该有机物分子中最多有 18 个碳原子共平面

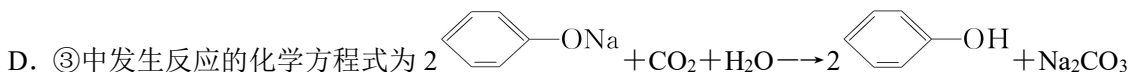
答案 B

解析 酚羟基能发生氧化反应、取代反应, 苯环和碳碳双键能发生加成反应, 故 A 正确; 酚羟基能和 $NaOH$ 反应, 但是不能和碳酸氢钠反应, 故 B 错误; 碳碳双键能和溴发生加成反应, 且碳碳双键和溴发生加成反应以 1:1 反应, 苯环上酚羟基邻、对位氢原子和溴发生取代反应, 且以 1:1 反应, 所以 1 mol 该有机物与溴发生加成反应需要溴 1 mol, 发生取代反应需要溴 4 mol, 所以最多消耗 5 mol 溴, 故 C 正确; 苯环、碳碳双键为平面结构, 且可与碳碳双键直接相连的苯环、乙基上的 C 在同一平面上, 则最多有 18 个碳原子共平面, 故 D 正确。

13. 查阅资料得酸性强弱: $H_2CO_3 >$ 苯酚 $> HCO_3^-$ 。若用如图装置(部分夹持仪器省略)进行探究碳酸和苯酚的酸性强弱实验, 下列叙述不正确的是()

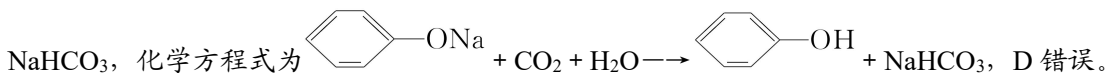


- A. ②中试剂为饱和 NaHCO_3 溶液
 B. 打开分液漏斗旋塞, ①中产生无色气泡, ③中出现白色浑浊
 C. 苯酚具有弱酸性, 是由于苯环影响了与其相连的羟基的活性

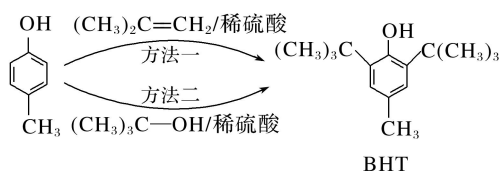


答案 D

解析 实验①中石灰石(碳酸钙)与盐酸反应生成 CO_2 气体, 由于 HCl 具有挥发性, 则制取的 CO_2 气体中混有 HCl 杂质, HCl 能够与苯酚钠溶液反应, 影响实验结果, 所以需要用②中饱和 NaHCO_3 溶液除去 HCl , A 正确; 装置①中石灰石(碳酸钙)与盐酸反应生成二氧化碳气体, 所以打开分液漏斗旋塞, ①中产生无色气泡, 装置③中二氧化碳与苯酚钠溶液反应生成苯酚, 苯酚不易溶于水, 则③中出现白色浑浊, B 正确; 由于苯基的影响, 使羟基上的 H 活性增强, 使苯酚有弱酸性, C 正确; 由于酸性: $\text{HCO}_3^- < \text{苯酚}$, 因此苯酚钠与 CO_2 反应生成苯酚与 NaHCO_3 , 化学方程式为



14. BHT 是一种常用的食品抗氧化剂, 由对甲基苯酚($\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$)合成 BHT 的常用方法有 2 种(如图), 下列说法不正确的是()



- A. BHT 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 B. BHT 与对甲基苯酚互为同系物
 C. BHT 中加入浓溴水易发生取代反应
 D. 方法一的原子利用率高于方法二

答案 C

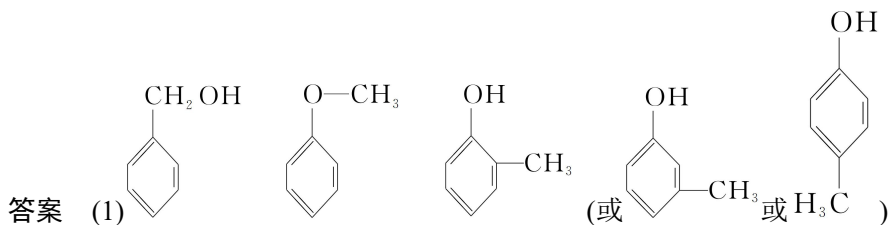
解析 BHT 中酚羟基的邻、对位无氢原子, 所以不能与浓溴水发生取代反应。

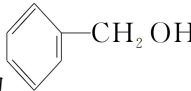
15. A、B、C 三种物质分子式都是 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, 若滴入 FeCl_3 溶液, 只有 C 发生显色反应; 若投入金属钠, 只有 B 没有变化。

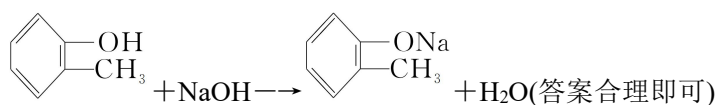
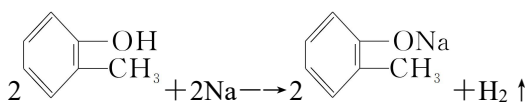
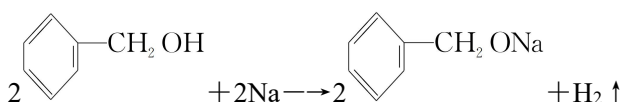
(1)写出下列物质的结构简式:

A _____, B _____, C _____。

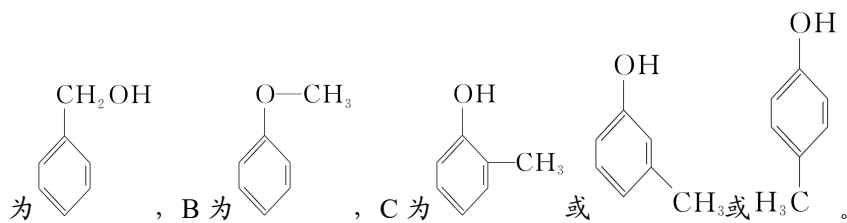
(2)A、C 都能与 Na、NaOH、NaHCO₃ 反应吗? 若能反应, 写出反应的化学方程式(若有同分异构体, 只写出其中一种所发生反应的化学方程式即可)。

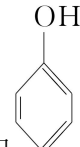
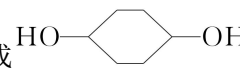


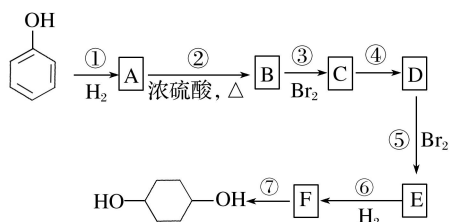
(2)A 为  , 属芳香醇, 能与 Na 反应但不与 NaOH、NaHCO₃ 反应。C 为甲基苯酚, 属酚类, 显酸性, 可与 Na、NaOH 反应, 但酸性比碳酸的弱, 故不能与 NaHCO₃ 反应。



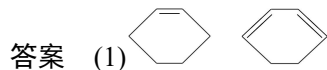
解析 本题是一个根据性质推断结构的题目, 根据 C 能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应判断 C 应属酚类; A 不和 FeCl₃ 溶液发生显色反应, 但能和金属钠反应, 且分子中只含一个氧原子, 应属醇类, 同理可分析得出 B 中不含有羟基, 结合三种物质的化学式, 可推得 A 的结构简式



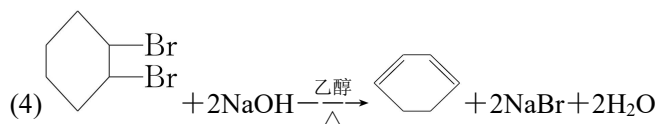
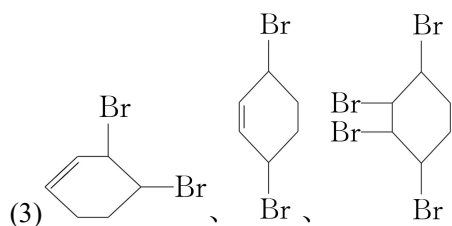
16. (2020·天津高二月考)按以下步骤可由  合成  (部分试剂和反应条件已略去), 请回答下列问题。

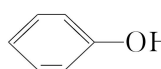


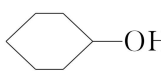
- (1)分别写出 B、D 的结构简式：B _____、D _____。
- (2)反应①~⑦中属于消去反应的是 _____ (填反应序号)。
- (3)不考虑反应⑥⑦，对于反应⑤，得到 E 的可能的结构简式为 _____。
- (4)写出反应④C→D 的化学方程式： _____。(注明反应条件)

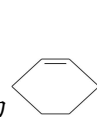
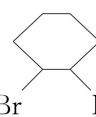



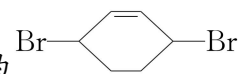
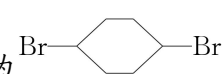
(2)②④



解析 解答此题的关键在于根据反应条件判断出中间物质。  和 H_2 反应，只能是

加成反应，所以 A 为 ；而 B 是由 A 与浓硫酸加热得到的，且能与 Br_2 反应，B

为 ；C 为 ，而 D 能与 Br_2 反应生成 E，E 再与 H_2 反应，所以 D 中含有不饱

和键，综合得出 D 为 ，E 为 ，F 为 。