

# 2023 北京理工大附中高三 3 月月考

## 化 学

本试卷共 100 分。考试时长 90 分钟

可能用到的相对原子质量: H1 B11 C12 O16 Fe56 Ba137

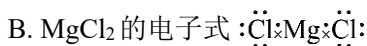
### 第一部分

本部分共 14 题, 每题 3 分, 共 42 分。在每题列出的四个选项中, 选出最符合题目要求的一项。

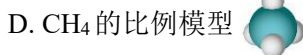
1. 一带一路是“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的简称。古丝绸之路贸易中的下列商品, 其主要化学成分属于无机物的是

- A. 陶瓷                      B. 中草药                      C. 香料                      D. 丝绸

2. 下列化学用语中, 正确的是



C.  $\text{N}_2$  分子的结构式  $\text{N}=\text{N}$



3. 下列能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体是

- A.  $\text{SO}_2$                       B.  $\text{NH}_3$                       C.  $\text{Cl}_2$                       D.  $\text{CO}_2$

4. 下列关于氧化还原反应的说法正确的是

- A.  $1\text{mol Na}_2\text{O}_2$  参与氧化还原反应, 电子转移数一定为  $N_A$  ( $N_A$  为阿伏加德罗常数的值)  
B. 浓  $\text{HCl}$  和  $\text{MnO}_2$  制氯气的反应中, 参与反应的  $\text{HCl}$  中体现酸性和氧化性各占一半  
C.  $\text{V}_C$  可以防止亚铁离子转化成三价铁离子, 主要原因是  $\text{V}_C$  具有较强的还原性  
D.  $\text{NO}_2$  与水反应, 氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2:1

5. 下列关于物质工业制备的说法中正确的是

- A. 接触法制硫酸时, 在吸收塔中用水来吸收三氧化硫获得硫酸产品  
B. 工业上制备硝酸时产生的  $\text{NO}_x$ , 一般可以用  $\text{NaOH}$  溶液吸收  
C. 从海水中提取镁的过程涉及化合、分解、置换、复分解等反应类型  
D. 工业炼铁时, 常用焦炭做还原剂在高温条件下还原铁矿石

6. 下列说法不正确的是

- A. 海水是一个巨大的宝藏, 对人类生活产生重要影响的元素, 如: 氯、溴、碘、硫、钠、钾等元素主要来自于海水  
B. 同位素示踪法是研究化学反应历程的手段之一  
C. 浙江省首条氢氧燃料电池公交线在嘉善试运行, 大容量储氢材料的研制是需解决的关键技术问题之一  
D. 乙醇与水互溶, 这与乙醇和水分子之间能形成氢键有关

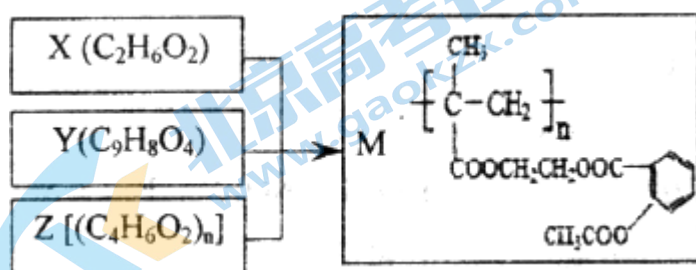
7. 下列反应的离子方程式书写正确的是

- A. 硫酸铜溶液中加入过量的氨水:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$   
 B. 用食醋检验牙膏中碳酸钙的存在:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 C. 将去膜的铝片投入到  $\text{NaOH}$  溶液中:  $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$   
 D. 用碘化钾淀粉溶液检验亚硝酸钠中  $\text{NO}_2^-$  的存在:  $\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{NO} \uparrow + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

8. 下列说法正确的是

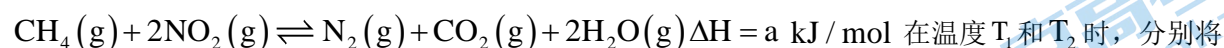
- A.  $\text{SiO}_2$  制成的玻璃纤维, 由于导电能力强而被用于制造通讯光缆  
 B. 水分子中  $\text{O}-\text{H}$  键的键能很大, 因此水的沸点较高  
 C.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中 既含有离子键又含有共价键, 但  $\text{Na}_2\text{O}_2$  属于离子化合物  
 D. 1 mol  $\text{NH}_3$  中含有共用电子对数为  $4N_A$  ( $N_A$  为阿伏加德罗常数的值)

9. 由 X、Y 和 Z 合成缓释药物 M, 下列说法不正确的是



- A. M 在体内能缓慢发生水解反应  
 B. X 可以由乙烯通过加成反应和取代反应制备  
 C. 1mol Y 与  $\text{NaOH}$  溶液反应, 最多能消耗 3mol  $\text{NaOH}$   
 D. Z 由加聚反应制得, 其单体的结构简式是  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$

10. 工业上消除氮氧化物的污染, 可用如下反应:

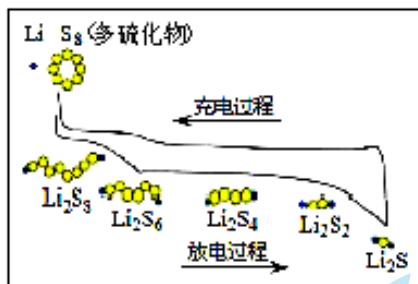


0.50mol  $\text{CH}_4$  和 1.2mol  $\text{NO}_2$  充入体积为 1L 的密闭容器中, 测得  $n(\text{CH}_4)$  随时间变化数据如下表: 下列说法错误的是

温度	时间/min n/mol	0min	10min	20min	40min	50min
$T_1$	$n(\text{CH}_4)$	0.50	0.35	0.25	0.10	0.10
$T_2$	$n(\text{CH}_4)$	0.50	0.30	0.18	...	0.15

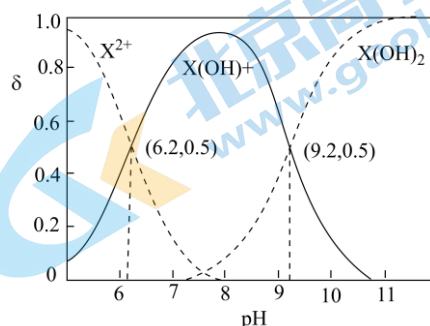
- A. 10min 内,  $T_1$  时  $\text{CH}_4$  的化学反应速率比  $T_2$  时小  
 B. 温度:  $T_1 < T_2$   
 C. 平衡常数:  $K(T_1) < K(T_2)$   
 D.  $a < 0$

11. 我国研究锂硫电池获得突破, 电池的总反应是  $16\text{Li} + \text{S}_8 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 8\text{Li}_2\text{S}$ , 充放电曲线如图所示, 下列说法不正确的是 ( )



- A. 充电时，电能转化为化学能  
 B. 放电时，锂离子向正极移动  
 C. 放电时， $1\text{mol Li}_2\text{S}_6$  转化为  $\text{Li}_2\text{S}_4$  得到  $2\text{mol e}^-$   
 D. 充电时，阳极总电极反应式是  $8\text{S}^{2-} - 16\text{e}^- = \text{S}_8$

12. 室温下，某二元碱  $\text{X}(\text{OH})_2$  水溶液中相关组分的物质的量分数随溶液 pH 变化的曲线如图所示，下列说法错误的是



- A. 由图可知  $\text{X}(\text{OH})_2$  一级、二级电离平衡常数  
 B.  $\text{X}(\text{OH})\text{NO}_3$  水溶液显碱性  
 C. 等物质的量的  $\text{X}(\text{NO}_3)_2$  和  $\text{X}(\text{OH})\text{NO}_3$  混合溶液中  $c(\text{X}^{2+}) < c[\text{X}(\text{OH})^+]$   
 D. 在  $\text{pH} = 6$  的水溶液中， $c(\text{OH}^-) = c(\text{X}^{2+}) + c(\text{H}^+) + c[\text{X}(\text{OH})^+]$

13. 根据下列实验现象能得出相应结论的是

	实验	现象	结论
A.	向 $2\text{ mL } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入足量铁粉，振荡，加 1 滴 KSCN	溶液黄色逐渐消失，加 KSCN 溶液颜色不变	KSCN 过少，因此溶液颜色不变
B.	将乙烯通入溴的四氯化碳溶液	溶液变为无色	生成的 1, 2-二溴乙烷无色、可溶于四氯化碳
C.	氨水中滴加酚酞溶液	溶液变红	$\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 是弱碱
D.	将金属钠在燃烧匙中点燃，迅速伸入	集气瓶中产生大量白烟，	$\text{CO}_2$ 既不做氧化剂也不做还

集满 $\text{CO}_2$ 的集气瓶	瓶内有黑色颗粒产生	原剂
-----------------------	-----------	----

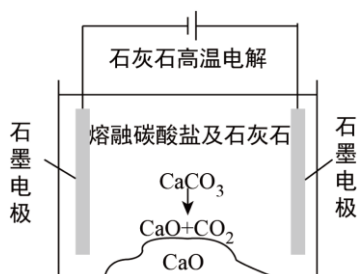
A. A

B. B

C. C

D. D

14. 研究人员研究出实现水泥生产时  $\text{CO}_2$  零排放的一种方法，其基本原理如下图所示。反应在温度小于  $900^\circ\text{C}$  时进行，碳酸钙先分解为  $\text{CaO}$  和  $\text{CO}_2$ ，电解质为熔融碳酸盐。



下列说法不正确的是：

A. 装置中发生了反应： $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$

B. 阳极有  $\text{O}_2$  产生

C. 阴极电极反应式为  $\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = \text{C} + 2\text{O}^{2-}$

D.  $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{C} + \text{O}_2 \uparrow$  这一反应的发生，说明电解是一种强有力的氧化还原手段

## 第二部分

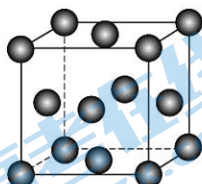
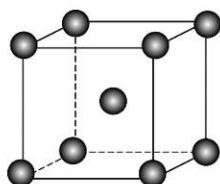
本部分共 5 题，共 58 分。

15.  $\text{NH}_3$  具有易液化、含氢密度高、应用广泛等优点， $\text{NH}_3$  的合成及应用一直是科学研究的重要课题。

(1) 以  $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$  合成  $\text{NH}_3$ ， $\text{Fe}$  是常用的催化剂。

①基态  $\text{Fe}$  原子的电子排布式为\_\_\_\_\_。

②实际生产中采用铁的氧化物  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ ，使用前用  $\text{H}_2$  和  $\text{N}_2$  的混合气体将它们还原为具有活性的金属铁。铁的两种晶胞(所示图形为正方体)结构示意图如下：

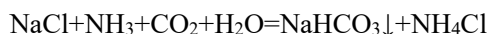


i. 两种晶胞所含铁原子个数比为\_\_\_\_\_。

ii. 图 1 晶胞的棱长为  $a\text{pm}$  ( $1\text{pm} = 1 \times 10^{-10}\text{cm}$ )，则其密度  $\rho =$  \_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

③我国科学家开发出  $\text{Fe}-\text{LiH}$  等双中心催化剂，在合成  $\text{NH}_3$  中显示出高催化活性。第一电离能( $I_1$ ):  $I_1(\text{H}) > I_1(\text{Li}) > I_1(\text{Na})$ ，原因是\_\_\_\_\_。

(2) 化学工业科学家侯德榜利用下列反应最终制得了高质量的纯碱：



①1 体积水可溶解 1 体积  $\text{CO}_2$ ，1 体积水可溶解约 700 体积  $\text{NH}_3$ 。 $\text{NH}_3$  极易溶于水的原因是\_\_\_\_\_。

②反应时，向饱和  $\text{NaCl}$  溶液中先通入\_\_\_\_\_

③ $\text{NaHCO}_3$  分解得  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。 $\text{CO}_3^{2-}$  空间结构为\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_3\text{BH}_3$ (氨硼烷)储氢量高，是具有广泛应用前景的储氢材料。

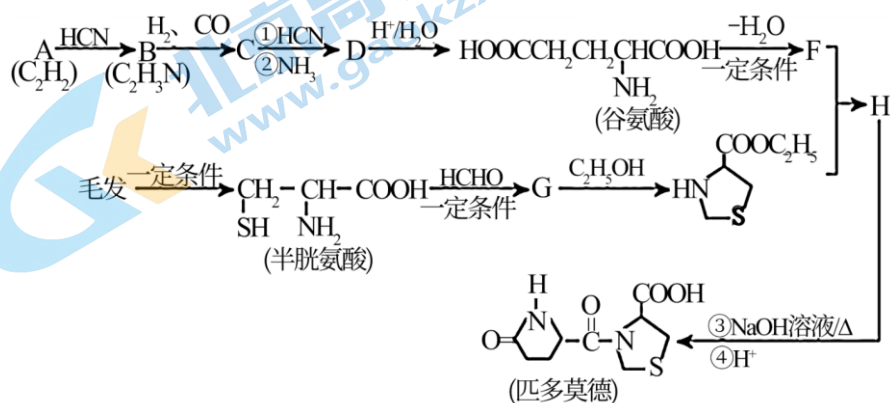
元素	H	B	N
电负性	2.1	2.0	3.0

① $\text{NH}_3$  的中心原子的杂化轨道类型为\_\_\_\_\_。

② $\text{NH}_3\text{BH}_3$  存在配位键，提供空轨道的是\_\_\_\_\_。

③比较熔点： $\text{NH}_3\text{BH}_3$ \_\_\_\_\_  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ (填“>”或“<”)。

16. 匹多莫德是一种免疫调节剂，其合成路线如下：



已知：i  $RCH=CH_2 \xrightarrow{H_2, CO} RCH_2CH_2CHO$

ii  $RCHO \xrightarrow{HCN} RCH(OH)CN \xrightarrow{H^+/H_2O} RCH(OH)COOH$

(1) A 中官能团名称\_\_\_\_\_。

(2) B 的结构简式\_\_\_\_\_。

(3) ②的反应类型\_\_\_\_\_。

(4) 写出谷氨酸生成 F 的化学方程式\_\_\_\_\_。

该过程，还可能生成高聚物，写出任意一种的结构简式\_\_\_\_\_。

(5) ③的化学方程式\_\_\_\_\_。

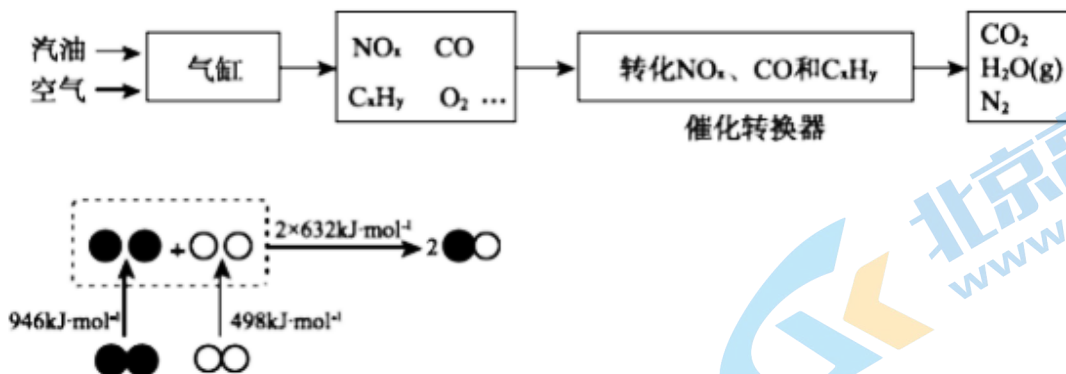
(6) 写出半胱氨酸与  $HCHO$  反应生成 G 的化学方程式\_\_\_\_\_。

(7) 结合信息，写出以乙醇和必要无机试剂合成  $H[O-CH(CH_3)-C(=O)]_nOH$  的路线\_\_\_\_\_。

17.  $\text{CO}_2$  的绿色减排、捕捉、转化是人类可持续发展的重要战略之一。

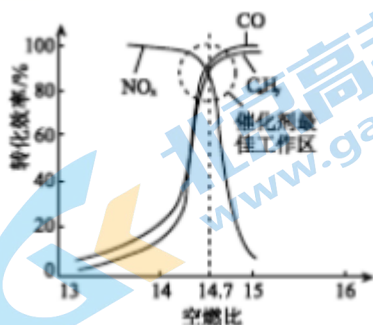


(1)  $\text{CO}_2$  来源之一是汽车尾气



①根据上图，写出气缸内产生 NO 的热化学方程式\_\_\_\_\_。

②写出转换器中在催化剂作用下  $\text{NO}_x$  和 CO 反应的化学方程式\_\_\_\_\_。



③在催化转换器中机动车尾气转化效率与空燃比（空气与燃油气的体积比）的关系如右图。若空燃比小于 14.7，氧气不足， $\text{C}_x\text{H}_y$  和 CO 不能被完全氧化，导致其转化效率降低；若空燃比大于 14.7，则  $\text{NO}_x$  的转化效率降低，原因是\_\_\_\_\_。

(2) 利用 NaOH 溶液可以“捕捉”  $\text{CO}_2$

已知：0.448L  $\text{CO}_2$ （已折算标准状况）被 NaOH 溶液充分吸收，得到 100mL 含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的吸收液。

①向吸收液中加入足量  $\text{BaCl}_2$  溶液得到沉淀，经过滤、洗涤、干燥后，称重为 1.97g，则吸收液中  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（该条件下  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{BaCl}_2$  不反应）

②对该吸收液，下列判断正确的是\_\_\_\_\_。

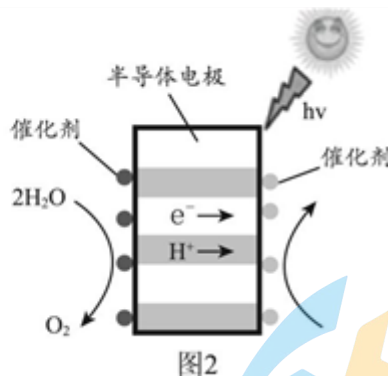
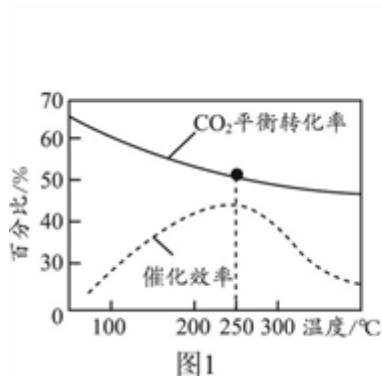
- a.  $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-)$
- b.  $2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$
- c.  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(3) 工业上可用  $\text{CO}_2$  来制甲醇

①  $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$

根据图 1 分析，实际工业生产中，反应温度选择  $250^\circ\text{C}$  的理由\_\_\_\_\_。

②利用光电催化原理，由  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  制备  $\text{CH}_3\text{OH}$  的装置如图 2。写出右侧的电极反应式\_\_\_\_\_。



18. 金属钇(Y)具有重要的国防价值，但因过度开采已濒临枯竭。通过硫酸浸泡深海磷灰石矿，可以得到 $Y^{3+}$ 的浸出液：

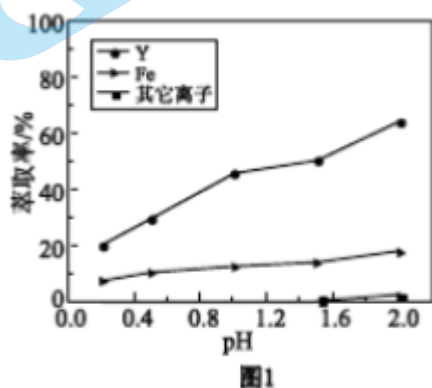
表 1 浸出液成分

	$Al^{3+}$	$Fe^{3+}$	$Ca^{2+}$	$PO_4^{3-}$	$Mg^{2+}$	$Mn^{2+}$	$Y^{3+}$
浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )	7670	9460	550	640	5600	1500	70.2

(1) 浸出液可用有机溶剂(HR)进行萃取，实现 $Y^{3+}$ 的富集(已知： $Y^{3+}$ 与 $Fe^{3+}$ 性质相似)，原理如下：



浸出液在不同 pH 下萃取的结果如图 1。



①用化学平衡原理解释，随 pH 增大， $Y^{3+}$ 萃取率增大的原因\_\_\_\_\_。

②结合图 1 解释，工业上萃取 $Y^{3+}$ 之前，应首先除去 $Fe^{3+}$ 的原因是\_\_\_\_\_。

(2) 采用“中和沉淀法”和“磷酸法”可以除铁。

表 2  $Fe^{3+}$ 、 $Y^{3+}$ 去除率

终点 pH	去除率/%	
	$Fe^{3+}$	$Y^{3+}$
3.0	87.84	19.86
3.5	92.33	23.63
4.5	99.99	44.52

5.0	99.99	89.04
-----	-------	-------

中和沉淀法：向浸出液中加入 NaOH 除  $\text{Fe}^{3+}$ ，去除率如表 2 所示。

①该实验条件下， $\text{Fe}^{3+}$ 去除率比  $\text{Y}^{3+}$ 大的可能原因\_\_\_\_\_。

磷酸法：将磷酸（ $\text{H}_3\text{PO}_4$ ：三元弱酸）加入到浸出液中，再加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，调 pH 为 2.5，过滤除去磷酸铁沉淀（ $\text{FePO}_4$ ），滤液中剩余的  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Y}^{3+}$ 浓度如表 3。

表 3 滤液中  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Y}^{3+}$ 的浓度

	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Y}^{3+}$
浓度/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	508	68.9

②配平“磷酸法”除铁过程中的离子方程式



③综合分析表 1、表 2、表 3，工业上采用“磷酸法”除铁的原因\_\_\_\_\_。

（3）经“磷酸法”除铁后，用有机溶剂 HR 萃取  $\text{Y}^{3+}$ ，可通过\_\_\_\_\_（填操作）收集含  $\text{Y}^{3+}$ 的有机溶液。

（4）综合分析以上材料，下列说法合理的是\_\_\_\_\_。

a. 分析图 1 可知，pH 在 0.2~2.0 范围内，有机溶剂中的  $\text{Fe}^{3+}$ 多于水溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$

b. 表 2 中  $\text{Y}^{3+}$ 损失率在 20%左右的原因可能是生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 对  $\text{Y}^{3+}$ 的吸附

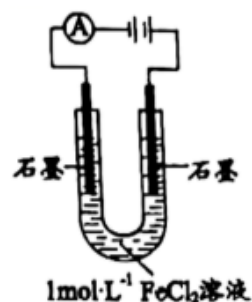
c. 表 2 中 pH 在 4.5~5.0 范围内， $\text{Y}^{3+}$ 损失率变大的可能原因： $\text{Y}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Y}(\text{OH})_3\downarrow$

d. 有机溶剂萃取  $\text{Y}^{3+}$ 的优点是  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 等金属离子萃取率极低

19. 某研究小组探究电解  $\text{FeCl}_2$  溶液的电极反应产物

（1）配制  $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{FeCl}_2$  溶液，测得  $\text{pH} = 4.91$ ，原因\_\_\_\_\_（用离子方程式表示）。从化合价角度分析， $\text{Fe}^{2+}$ 具有\_\_\_\_\_。

（2）该小组同学预测电解  $\text{FeCl}_2$  溶液两极的现象：阳极有黄绿色气体产生，阴极有无色气体产生。该小组同学用下图装置电解  $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{FeCl}_2$  溶液：



实验	条件		操作及现象	
	电压	pH	阳极	阴极
I	1.5v	4.91	无气泡产生，溶液逐渐变浑浊，5 分钟后电	无气泡产生，4 分钟后电极表面有银



			极表面析出红褐色固体	灰色金属状固体附着
--	--	--	------------	-----------

①取少量银灰色固体洗涤后，加稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  有气泡产生，再向溶液中加入\_\_\_\_\_ (试剂和现象)，证明该固体为 Fe。

②该小组同学进一步分析红褐色固体产生的原因，甲同学认为\_\_\_\_\_；乙同学认为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ， $\text{Cl}_2$  可氧化  $\text{Fe}^{2+}$  最终生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

为证实结论，设计方案如下：用实验 I 的装置和 1.5v 电压，电解酸化( $\text{pH} = 4.91$ )的\_\_\_\_\_，通电 5 分钟后，阳极无明显现象，证实乙同学的推论不正确。丙同学认为仍不严谨，原因是产生的气体溶于水，继续实验\_\_\_\_\_ (操作和现象)，进一步证实了乙同学的推论不正确。

(3) 该小组同学进一步探究电解  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_2$  溶液电极产物的影响因素。

实验	条件		操作及现象	
	电压	pH	阳极	阴极
II	1.5v	2.38	无气泡产生，溶液出现少量浑浊，滴加 KSCN 溶液变红色	无气泡产生，电极表面有银灰色金属状固体附着
III	1.5v	1.00	无气泡产生，溶液无浑浊现象，滴加 KSCN 溶液变红色	有气泡产生，无固体附着
IV	3.0v	4.91	无气泡产生，溶液逐渐变浑浊，3 分钟后电极表面有红褐色固体产生	极少量气泡产生，1 分钟出现镀层金属
V	6.0v	4.91	有气泡产生，遇湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝。溶液逐渐变浑浊	大量气泡产生，迅速出现镀层金属

①对比实验 I、II、III 可以得出结论：

阳极  $\text{Fe}^{2+}$  放电时，酸性较强主要生成  $\text{Fe}^{3+}$ ；酸性较弱主要生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

阴极\_\_\_\_\_。

②对比实验 I、IV、V 可以得出结论：

增大电压，不仅可以改变离子的放电能力，也可以\_\_\_\_\_。

(4) 综合分析上述实验，电解过程中电极反应的产物与\_\_\_\_\_有关。

# 参考答案

## 第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【解析】

【详解】A. 陶瓷主要成分为硅酸盐属于无机非金属材料，A 项正确；

B. 中草药中的有效成分属于有机物，B 项错误；

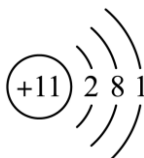
C. 香料中的主要成分也属于有机物，C 项错误；

D. 丝绸主要成分是蛋白质，是有机高分子化合物，D 项错误；

答案选 A。

2. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 钠原子核外有 11 个电子，原子结构示意图为：，A 项错误；

B.  $\text{MgCl}_2$  是离子化合物，电子式为： $\left[ \ddot{\text{Cl}} : \right]^- \text{Mg}^{2+} \left[ : \ddot{\text{Cl}} : \right]^-$ ，B 项错误；

C. 氮气是氮原子通过三键形成的分子，结构式为  $\text{N} \equiv \text{N}$ ，C 项错误；

D.  $\text{CH}_4$  的比例模型要注意 C 原子由于半径比 H 原子大，所以模型中中心原子尺寸要更大，D 项正确；

答案选 D。

3. 【答案】B

【解析】

【分析】能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体，说明气体溶于水后显碱性，据此解答。

【详解】A.  $\text{SO}_2$  和水反应生成亚硫酸，溶液显酸性，使石蕊试液显红色，因此不能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，A 错误；

B. 氨气溶于水形成氨水，氨水显碱性，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，B 正确；

C. 氯气溶于水生成盐酸和次氯酸，次氯酸具有强氧化性，能使湿润的红色石蕊试纸褪色，C 错误；

D.  $\text{CO}_2$  和水反应生成碳酸，溶液显酸性，使石蕊试液显红色，因此不能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，D 错误；

答案选 B。

4. 【答案】C

【解析】

【详解】A.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中的 O 为 -1 价，既具有氧化性又具有还原性，发生反应时，若只作为氧化剂，如与  $\text{SO}_2$

反应，则  $1\text{molNa}_2\text{O}_2$  反应后得  $2\text{mol}$  电子；若只作为还原剂，则  $1\text{molNa}_2\text{O}_2$  反应后失去  $2\text{mol}$  电子；若既做氧化剂又做还原剂，如与  $\text{CO}_2$  或水反应，则  $1\text{molNa}_2\text{O}_2$  反应后转移  $1\text{mol}$  电子，综上所述， $1\text{molNa}_2\text{O}_2$  参与氧化还原反应，转移电子数不一定是  $1N_A$ ，A 项错误；

B. 浓  $\text{HCl}$  与  $\text{MnO}_2$  制氯气时， $\text{MnO}_2$  表现氧化性， $\text{HCl}$  一部分表现酸性，一部分表现还原性；此外，随着反应进行，盐酸浓度下降到一定程度时，就无法再反应生成氯气，B 项错误；

C. 维生素 C 具有较强的还原性，因此可以防止亚铁离子被氧化，C 项正确；

D.  $\text{NO}_2$  与水反应的方程式： $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ， $\text{NO}_2$  中一部分作为氧化剂被还原价态降低生成  $\text{NO}$ ，一部分作为还原剂被氧化价态升高生成  $\text{HNO}_3$ ，氧化剂和还原剂的物质的量之比为  $1:2$ ，D 项错误；

答案选 C。

【点睛】处于中间价态的元素，参与氧化还原反应时既可作为氧化剂表现氧化性，又可作为还原剂表现还原性；氧化还原反应的有关计算，以三个守恒即电子得失守恒，电荷守恒和原子守恒为基础进行计算。

5. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 直接用水吸收  $\text{SO}_3$ ，发生反应  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ，该反应放热会导致酸雾产生，阻隔水对  $\text{SO}_3$  的吸收，降低吸收率；因此，吸收塔中用的是沸点较高的浓硫酸吸收的  $\text{SO}_3$ ，A 项错误；

B.  $\text{NaOH}$  溶液可以吸收  $\text{NO}_x$ ，因此工业上制备硝酸时产生的  $\text{NO}_x$  通常用  $\text{NaOH}$  溶液吸收，B 项正确；

C. 利用海水提取镁，先将贝壳煅烧，发生分解反应生成  $\text{CaO}$ ；再将其投入海水中，在沉淀槽中生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，这一过程涉及  $\text{CaO}$  与水的化合反应以及  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与海水中的  $\text{Mg}^{2+}$  的复分解反应；接着  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  加盐酸溶解，这一步发生的也是复分解反应，获得氯化镁溶液；再由氯化镁溶液获得无水氯化镁，电解熔融的无水氯化镁即可得到镁单质；整个过程中并未涉及置换反应，C 项错误；

D. 工业炼铁主要利用的是焦炭产生的  $\text{CO}$  在高温下还原铁矿石得到的铁单质，D 项错误；

答案选 B。

6. 【答案】A

【解析】

【详解】A. K 元素广泛存在于各种矿石和海水中，S 元素广泛存在于自然界中，有火山喷口附近或地壳岩层中的单质硫以及各类硫化物和硫酸盐矿石，如硫铁矿( $\text{FeS}_2$ )，黄铜矿( $\text{CuFeS}_2$ )，石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )和芒硝( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )等，A 项错误；

B. 同位素示踪法可以帮助我们研究化学反应历程，例如乙酸的酯化反应，就是通过同位素示踪法证实反应过程是，乙酸分子羧基中的羟基与醇分子羟基的氢原子结合成水，其余部分相互结合成乙酸乙酯的，B 项正确；

C. 氢气化学性质活泼，且在常温下是气体，因此氢的安全储运是氢能利用的一大问题，研发大容量储氢材料是氢能利用的关键技术问题之一，C 项正确；

D. 乙醇分子可以和水分子之间形成氢键，这使得其能够与水互溶，D 项正确；

答案选 A。

7. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 硫酸铜溶液中加入过量的氨水最终生成可溶性的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，A项错误；

B. 食醋中的醋酸是弱电解质，在离子方程式中不能拆分，B项错误；

C. 铝的性质活泼，在室温下易被氧化表面生成致密的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜，去除后才是Al单质，铝单质可以与NaOH溶液反应，C项正确；

D. 观察上述方程式，电子得失不守恒； $\text{NO}_2^-$ 在酸性介质中可以表现氧化性，还原产物一般为NO，因此，正确的离子方程式为： $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{NO} \uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D项错误；

答案选C。

【点睛】离子方程式的正误判断可以先验证其是否满足守恒关系(电子得失守恒，电荷守恒，原子守恒)，再判断物质拆分是否合理，最后再根据条件判断产物是否合理，反应是否符合实际以及化学计量系数是否正确。

8. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 二氧化硅是绝缘体不能导电，光导纤维中传递的是激光，利用的是二氧化硅的导光性，A项错误；

B. 水的沸点高是因为水分子之间可以形成氢键，与水分子内的O-H键键能无关，B项错误；

C. 物质只要含有离子键则为离子化合物，过氧化钠中 $\text{Na}^+$ 和 $\text{O}_2^{2-}$ 是以离子键结合， $\text{O}_2^{2-}$ 中的O是以共价键结合，C项正确；

D.  $\text{NH}_3$ 中有三条共价键，共价键即原子之间通过共用电子对形成的相互作用，所以 $1\text{mol NH}_3$ 中含有 $3N_A$ 个共用电子对，D项错误；

答案选C。

9. 【答案】D

【解析】

【详解】A. M中含有酯基，在体内能缓慢发生水解反应，故A正确；B. M水解的产物为邻羟基苯甲酸、乙酸、乙二醇和2-甲基丙烯酸，则X为乙二醇，可以由乙烯与溴加成后水解得到，故B正确；C. Y为邻羟基苯甲酸和乙酸酯化得到的酯， $1\text{mol Y}$ 与NaOH溶液反应，最多能消耗 $3\text{mol NaOH}$ ，故C正确；D. Z由2-甲基丙烯酸通过加聚反应制得，其单体的结构简式是 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ，故D错误；故选D。

10. 【答案】C

【解析】

【详解】A.  $10\text{min}$ 内， $T_1$ 时 $\text{CH}_4$ 的化学反应速率为 $\frac{(0.5-0.35)\text{mol}}{1\text{L} \times 10\text{min}} = 0.015\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ， $T_2$ 时 $\text{CH}_4$ 的化学反应速率为 $\frac{(0.5-0.30)\text{mol}}{1\text{L} \times 10\text{min}} = 0.02\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，故A正确；



B. 温度越高反应速率越快,  $T_1$  时  $\text{CH}_4$  的化学反应速率小于  $T_2$ , 所以温度:  $T_1 < T_2$ , 故 B 正确;

C.  $T_1$  时  $\text{CH}_4$  的化学反应速率小于  $T_2$ ,  $T_1$  时, 40min 反应达到平衡,  $T_2$  时, 40min 反应一定达到平衡,  $T_1$  时甲烷的平衡浓度小于  $T_2$ , 平衡常数:  $K(T_1) > K(T_2)$ , 故 C 错误;

D.  $T_1$  时  $\text{CH}_4$  的化学反应速率小于  $T_2$ , 所以  $T_1 < T_2$ ,  $T_1$  时甲烷的平衡浓度小于  $T_2$ , 可知升高温度, 平衡逆向移动, 正反应放热,  $\Delta H < 0$ , 故 D 正确;

选 C。

11. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 充电时, 是电解池, 是电能转化为化学能, 故 A 正确; B. 放电时, 是原电池, 在原电池中, 阳离子向正极移动, 因此锂离子向正极移动, 故 B 正确; C. 根据图示, 放电时,  $1\text{mol Li}_2\text{S}_6$  转化为  $\text{Li}_2\text{S}_4$  的反应为  $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li} = 3\text{Li}_2\text{S}_4$ , 反应中  $2\text{mol Li}_2\text{S}_6$  得到  $2\text{mol e}^-$ , 即  $1\text{mol Li}_2\text{S}_6$  得到  $1\text{mol e}^-$ , 故 C 错误; D. 根据  $16\text{Li} + \text{S}_8 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 8\text{Li}_2\text{S}$ , 充电时, 阳极总电极反应式是  $8\text{S}^{2-} - 16\text{e}^- = \text{S}_8$ , 故 D 正确; 故选 C。

点睛: 本题考查了原电池和电解池的工作原理的应用。本题中放电过程是分步放电的, 这是本题的难点, 本题的易错点为 C, 要注意根据每步反应的方程式分析解答。

12. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 根据  $\text{X}(\text{OH})_2$  一级、二级电离平衡常数表达式:  $K_{b1} = \frac{c[\text{X}(\text{OH})^+] \times c(\text{OH}^-)}{c[\text{X}(\text{OH})_2]}$ ,

$K_{b2} = \frac{c(\text{X}^{2+}) \times c(\text{OH}^-)}{c[\text{X}(\text{OH})^+]}$ , 根据图像, 可以利用点 (9.2, 0.5) 和点 (6.2, 0.5) 两点中,

$c[\text{X}(\text{OH})^+] = c[\text{X}(\text{OH})_2]$  和  $c(\text{X}^{2+}) = c[\text{X}(\text{OH})^+]$ , 故电离平衡常数就等于该点的  $c(\text{OH}^-)$ , 代入数值可以计算  $\text{X}(\text{OH})_2$  一级、二级电离平衡常数, A 正确;

B. 根据选项 A 的分析代入计算可得:  $K_{b1} = \frac{c[\text{X}(\text{OH})^+] \times c(\text{OH}^-)}{c[\text{X}(\text{OH})_2]} = c(\text{OH}^-) = 10^{-4.8}$ ,

$K_{b2} = \frac{c(\text{X}^{2+}) \times c(\text{OH}^-)}{c[\text{X}(\text{OH})^+]} = c(\text{OH}^-) = 10^{-7.8}$ , 则  $\text{X}(\text{OH})^+$  的水解平衡常数为  $K_h = \frac{K_w}{K_{b1}} = 10^{-9.2}$ , 则

$\text{X}(\text{OH})^+$  电离程度大于其水解程度, 溶液显碱性, B 正确;

C. 等物质的量的  $\text{X}(\text{NO}_3)_2$  和  $\text{X}(\text{OH})\text{NO}_3$  混合溶液,  $\text{X}^{2+}$  的水解程度大于  $\text{X}(\text{OH})^+$  的电离程度, 则溶液中  $c(\text{X}^{2+}) < c[\text{X}(\text{OH})^+]$ , C 正确;



D. 室温下  $\text{pH} = 6$  溶液显酸性,  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ , D 错误;

故本题选 D。

13. 【答案】B

【解析】

【详解】A.  $\text{FeCl}_3$  与铁粉发生反应  $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ , 铁粉足量溶液中溶质只有  $\text{FeCl}_2$  遇  $\text{KSCN}$  不变色, 与  $\text{KSCN}$  的量多少无关, 故 A 错误;

B. 乙烯能与溴发生加成反应生成 1, 2-二溴乙烷, 根据溶液变为无色可推断生成的 1, 2-二溴乙烷无色、可溶于四氯化碳, 故 B 正确;

C. 氨水中滴加酚酞溶液变红, 只能说明溶液显碱性, 不能说明  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是弱碱, 故 C 错误;

D. 瓶内有黑色颗粒产生说明有 C 单质生成, 则  $\text{CO}_2$  做氧化剂, 故 D 错误;

故选 B。

14. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据题目, 反应在温度小于  $900^\circ\text{C}$  时进行, 碳酸钙先分解为  $\text{CaO}$  和  $\text{CO}_2$ , 所以发生反应:

$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ , 故 A 正确;

B. 阳极的电极反应时碳酸根离子失电子生成氧气的过程, 电极反应为:  $2\text{CO}_3^{2-} - 4\text{e}^- = 2\text{CO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ , 故 B 正确;

C. 阴极是二氧化碳得到电子生成碳, 依据电子守恒和传导离子配平书写电极反应为:

$3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = \text{C} + 2\text{CO}_3^{2-}$ , 故 C 错误;

D.  $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{C} + \text{O}_2 \uparrow$  这一反应的发生, 说明电解是一种强有力的氧化还原手段, 可以让不能自发进行

的反应发生, 故 D 正确;

选 C。

## 第二部分

本部分共 5 题, 共 58 分。

15. 【答案】(1) ①.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  或  $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$  ②. 1:2 ③.  $\frac{112}{N_A (a \times 10^{-10})^3}$  ④. H、Li、Na 位于

同一主族, 价电子数相同, 自上而下, 原子半径逐渐增大, 原子核对外层电子的有效吸引作用逐渐减弱, 失电子能力增强, 第一电离能逐渐减小

(2) ①.  $\text{NH}_3$  与  $\text{H}_2\text{O}$  分子间能形成氢键 ②.  $\text{NH}_3$  ③. 平面三角形

(3) ①.  $\text{sp}^3$  ②. B ③.  $>$

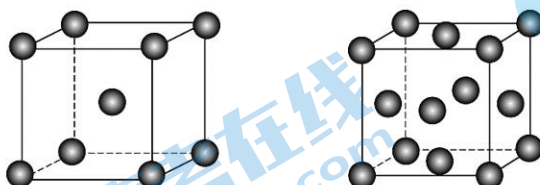
【解析】

关注北京高考在线官方微信: 北京高考资讯(微信号:bjgkzx), 获取更多试题资料及排名分析信息。

【分析】根据 Fe 的原子序数，结合核外电子排布规则写出 Fe 的电子排布式；根据晶胞的结构，利用“均摊法”进行晶胞的有关计算；根据同主族元素性质递变规律解释 H、Li、Na 的第一电离能的关系；根据 NH<sub>3</sub> 分子与 H<sub>2</sub>O 分子之间会形成氢键解释 NH<sub>3</sub> 极易溶于水的原因；根据 NH<sub>3</sub> 极易溶于水，CO<sub>2</sub> 在水中溶解度不大，解释侯氏制碱法先通入 NH<sub>3</sub> 再通入 CO<sub>2</sub>；根据 VSEPR 理论，判断其空间结构和杂化类型；根据形成配位键的条件判断提供空轨道的原子；根据 NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub>(氨硼烷)分子间形成氢键判断其熔点较高；据此解答。

【小问 1 详解】

①Fe 元素的原子序数为 26，核外有 26 个电子，根据核外电子排布规则，基态 Fe 原子的电子排布式为 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup> 或 [Ar]3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>；答案为 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup> 或 [Ar]3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>；

②由晶胞的结构  可知，图 1 结构中，Fe 位于顶点和体心，

Fe 原子的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，图 2 结构中，Fe 位于顶点和面心，Fe 原子的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，则两种晶胞所含铁原子个数比为 2:4=1:2；又图 1 晶胞的棱长为 a pm (1 pm = 1 × 10<sup>-10</sup> cm)，其体积为  $V = (a \times 10^{-10} \text{ cm})^3$ ，晶

胞的质量为  $m = \frac{2 \times 56}{N_A} \text{ g} = \frac{112}{N_A} \text{ g}$ ，其密度  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{112}{N_A} \text{ g}}{(a \times 10^{-10} \text{ cm})^3} = \frac{112}{N_A (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ；答案为 1:2；

$\frac{112}{N_A (a \times 10^{-10})^3}$ ；

③第一电离能(I<sub>1</sub>)为 I<sub>1</sub>(H) > I<sub>1</sub>(Li) > I<sub>1</sub>(Na)，原因是 H、Li、Na 位于同一主族，价电子数相同，自上而下，原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引作用逐渐减弱，失电子能力增强，第一电离能逐渐减小；答案为 H、Li、Na 位于同一主族，价电子数相同，自上而下，原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引作用逐渐减弱，失电子能力增强，第一电离能逐渐减小；

【小问 2 详解】

①NH<sub>3</sub> 极易溶于水的原因是 NH<sub>3</sub> 与 H<sub>2</sub>O 分子间能形成氢键；答案为 NH<sub>3</sub> 与 H<sub>2</sub>O 分子间能形成氢键；

②因为二氧化碳在水中溶解度不大，氨气极易溶于水，饱和氨盐水显碱性，比饱和食盐水更容易吸收二氧化碳，所以要先向饱和食盐水中通入氨气，制成饱和氨盐水，再向其中通入二氧化碳即反应时，向饱和 NaCl 溶液中先通入氨气，再通入二氧化碳；答案为 NH<sub>3</sub>；

③CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 中中心原子 C 原子的价层电子对个数 =  $3 + \frac{4 + 2 - 3 \times 2}{2} = 3 + 0 = 3$ ，且无孤电子对，采取 sp<sup>2</sup> 杂化，其空间结构为平面三角形；答案为平面三角形；

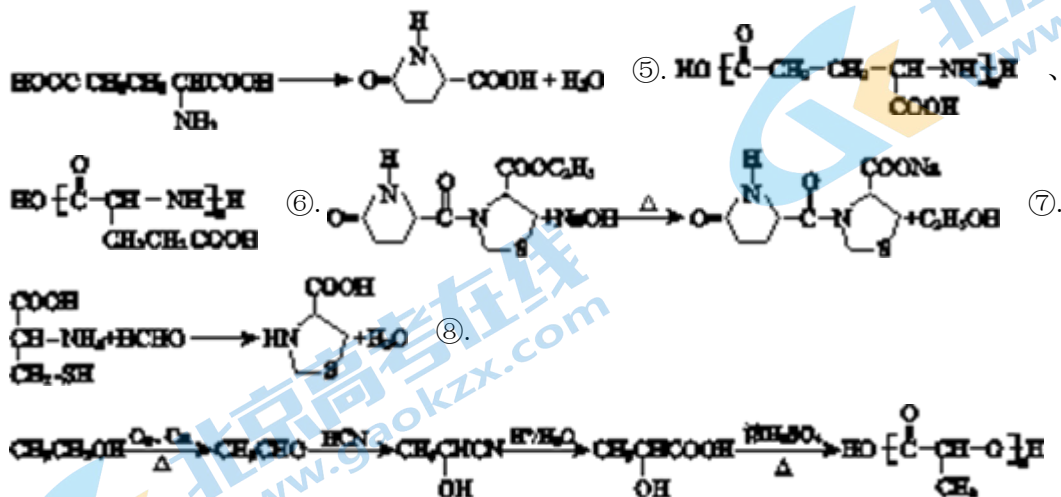
【小问 3 详解】

①NH<sub>3</sub> 分子中中心原子 N 原子的价层电子对个数 =  $3 + \frac{5 - 3 \times 1}{2} = 3 + 1 = 4$ ，且含有一个孤电子对，所以中心原子 N 原子的杂化轨道类型为 sp<sup>3</sup> 杂化；答案为 sp<sup>3</sup>；

②在  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  结构中，N 原子存在孤电子对，B 原子为缺电子原子，在配位键的形成中 B 原子提供空轨道；答案为 B；

③ $\text{NH}_3\text{BH}_3$ (氨硼烷)与  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  互为等电子体，由于  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  分子中 N 原子的电负性较大，分子间会形成氢键，所以  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  熔点高于  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ；答案为 >。

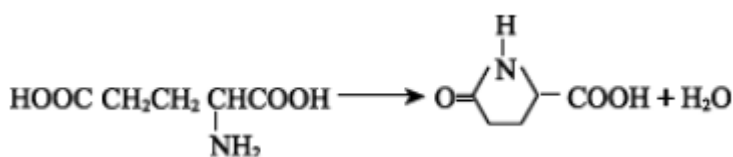
16. 【答案】 ①. 碳碳三键 ②.  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$  ③. 取代反应 ④.



【解析】

【详解】考查有机物的推断，(1) A 的分子式为  $\text{C}_2\text{H}_2$ ，即 A 为乙炔，含有官能团是碳碳三键；(2) 根据 B 的分子式，A→B 发生加成反应，即 B 的结构简式为  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ ；(3) 根据信息 i，C 的结构简式为  $\text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ，根据信息 ii，C 与 HCN 反应得到产物的结构简式为  $\text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CN}$ ，根据谷氨酸的结构简式，②中  $\text{NH}_3$  应取代  $-\text{OH}$  的位置，即 D 的结构简式为  $\text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CN}$ ，即反应②为取代反应；(4) 谷氨酸在一定条件下，失去 1 个  $\text{H}_2\text{O}$ ，得到 F，根据匹多莫德的结构简式，推出 F 的结构简式

为  $\text{HO} \left[ \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}-\text{NH} \end{array} \right]_n \text{H}$ ，因此反应方程式为：

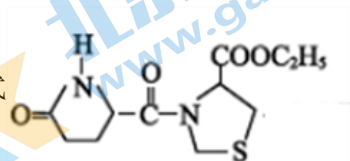


；谷氨酸中含有羧基和氨基，可以通过缩聚

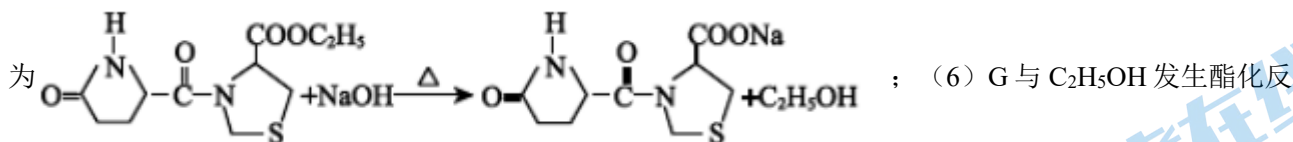
反应，生成高分子化合物，即  $\text{HO} \left[ \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{NH} \end{array} \right]_n \text{H}$ 、 $\text{HO} \left[ \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}-\text{NH} \end{array} \right]_n \text{H}$ ；(5) 根

据匹多莫德的结构简式，F 生成 H，发生取代反应，F 中羧基，与另一个结构简式中氨基发生取代反应，H

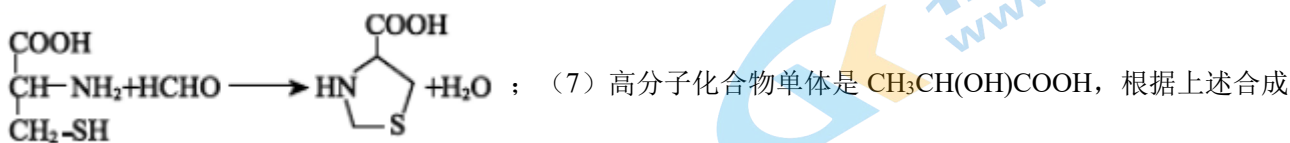
的结构简式



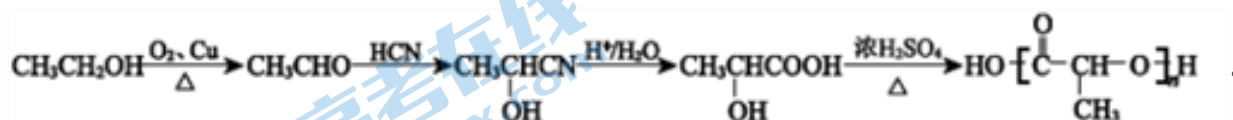
，H 中含有酯基，在氢氧化钠溶液中发生水解反应，即反应方程式



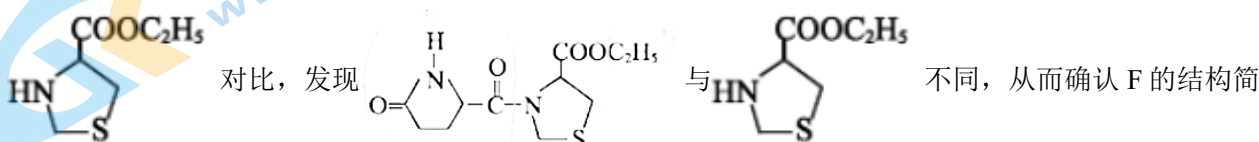
应，即 G 的结构简式为  $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{CH}-\text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{SH} \end{array}$ ，半胱氨酸与甲醛反应的方程式为



路线，先让  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  氧化成乙醛，然后乙醛再与  $\text{HCN}$  反应生成  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CN}$ ，因此合成路线是



点睛：有机物的推断中，一般根据反应前后分子式或结构简式的对比，确认哪些化学键的断裂和生成，从而确认反应类型，得出相应的结构简式，如 F 结构简式的推断，观察匹多莫德的结构简式与



式。

17. 【答案】 ①.  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +180\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ②.  $2x\text{CO} + 2\text{NO}_x \rightleftharpoons \text{N}_2 + 2x\text{CO}_2$  ③. 氧气过量，还原性气体  $\text{CO}$  和  $\text{C}_x\text{H}_y$  首先和  $\text{O}_2$  反应，使得  $\text{NO}_x$  的还原反应很难继续进行 ④.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ⑤. b c ⑥. 温度低于  $250^\circ\text{C}$  时， $\text{CO}_2$  的转化率较大但催化剂的催化效率低，反应速率慢；若温度高于  $250^\circ\text{C}$  时， $\text{CO}_2$  的转化率和催化效率都较低 ⑦.  $\text{CO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

【解析】

【详解】 (1) 考查热化学反应方程式的书写、化学反应方程式的书写、反应条件的控制，①断裂  $1\text{mol N}_2$  中化学键时吸收的能量为  $946\text{kJ}$ ，断裂  $1\text{mol O}_2$  中的化学键吸收的能量是  $498\text{kJ}$ ，生成  $2\text{mol NO}$  中化学键放出的能量是  $2 \times 632\text{kJ}$ ，此反应吸收的能量是  $(946 + 498 - 2 \times 632)\text{kJ} = 180\text{kJ}$ ，即热化学反应方程式为  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +180\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；②根据流程，转换器中  $\text{NO}_x$  和  $\text{CO}$  反应生成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ ，化学反应方程式为  $2x\text{CO} + 2\text{NO}_x = \text{N}_2 + 2x\text{CO}_2$ ；③转化率降低的原因是氧气过量，还原性气体  $\text{CO}$  和  $\text{C}_x\text{H}_y$ ，首先还原性气体和  $\text{O}_2$  反应，使得  $\text{NO}_x$  的还原反应很难继续进行；(2) 考查化学计算和离子浓度大小比较；①加入  $\text{BaCl}_2$  溶液，发生  $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ ， $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = 1.97/197\text{mol} = 0.01\text{mol}$ ， $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.01/(100 \times 10^{-3})\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；②根据碳元素守恒， $n(\text{NaHCO}_3) = (0.448/22.4 - 0.01)\text{mol} = 0.01\text{mol}$ ，a、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  物质的量相等，但  $\text{CO}_3^{2-}$  水解程度大于  $\text{HCO}_3^-$  水解程度，因此  $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$ ，故 a 错误；b、根据电荷守恒，得出  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ，故 b 正确；c、根据物料守恒， $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故 c 正确；(3) 考查反应条件的控制、电极反应式的书



写, ①根据图 1, 250℃时, 催化效应最高, 温度低于 250℃时, CO<sub>2</sub>的转化率较大但催化剂的催化效率低, 反应速率慢; 若温度高于 250℃时, CO<sub>2</sub>的转化率和催化效率都较低; ②根据电子或 H<sup>+</sup>移动的方向, 以及原电池的工作原理, 即右侧为正极, 根据目的, 右侧电极反应式 CO<sub>2</sub>+6e<sup>-</sup>+6H<sup>+</sup>=CH<sub>3</sub>OH+H<sub>2</sub>O。

点睛: 本题的难点是电极反应式的书写, 书写电极反应式, 首先判断正负两极, 需要根据原电池的工作原理进行判断, 如本题, 根据电子或 H<sup>+</sup>移动的方向, 推断出右侧为正极, 然后判断在电极上的反应物和生成物, CO<sub>2</sub>中 C 显+4 价, CH<sub>3</sub>OH 中 C 显-2 价, 化合价降低, 右侧电极上 CO<sub>2</sub>作反应物, CH<sub>3</sub>OH 作产物, 根据介质的环境判断出 H<sup>+</sup>或 OH<sup>-</sup>是否参与反应, 即本题的电极反应式为 CO<sub>2</sub>+6e<sup>-</sup>+6H<sup>+</sup>=CH<sub>3</sub>OH+H<sub>2</sub>O。

18. 【答案】 ①. Y<sup>3+</sup>在溶液中存在平衡: Y<sup>3+</sup>+3HR ⇌ YR<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>, pH 增大, c(H<sup>+</sup>) 减小 (或 c(OH<sup>-</sup>) 增大), 平衡右移, Y<sup>3+</sup>萃取率提高 ②. Fe<sup>3+</sup>和 Y<sup>3+</sup>萃取存在竞争性, Fe<sup>3+</sup>对 Y<sup>3+</sup>萃取干扰较大 ③. K<sub>sp</sub>[Fe(OH)<sub>3</sub>] 小于 K<sub>sp</sub>[Y(OH)<sub>3</sub>] 或 Fe(OH)<sub>3</sub> 的溶解度小于 Y(OH)<sub>3</sub> 或 c(Fe<sup>3+</sup>) 远大于 c(Y<sup>3+</sup>) ④. 2Fe<sup>3+</sup>+2 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>+ 3CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>= 2FePO<sub>4</sub>↓+ 3CO<sub>2</sub>↑+3H<sub>2</sub>O ⑤. 磷酸法除铁率较高同时 Y<sup>3+</sup>损失率较小 ⑥. 分液 ⑦. bcd

【解析】

【详解】考查化学反应原理的综合运用, (1) ①Y<sup>3+</sup>的溶液中存在: Y<sup>3+</sup>+3HR ⇌ YR<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>, pH 增大, c(H<sup>+</sup>) 减小, 根据勒夏特列原理, 平衡向正反应方向移动, Y<sup>3+</sup>的转化率增大, 即 Y<sup>3+</sup>萃取率提高; ②根据 Fe<sup>3+</sup>+3HR ⇌ FeR<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>, Y<sup>3+</sup>+3HR ⇌ YR<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>和 Y<sup>3+</sup>萃取存在竞争性, Fe<sup>3+</sup>对 Y<sup>3+</sup>萃取干扰较大, 因此萃取 Y<sup>3+</sup>之前, 应除去 Fe<sup>3+</sup>, 防止对 Y<sup>3+</sup>萃取产生干扰; (2) ①表 2 采用的是中和沉淀法, 通过条件 pH, Fe<sup>3+</sup>去除率高, 其原因可能是 K<sub>sp</sub>[Fe(OH)<sub>3</sub>] < K<sub>sp</sub>[Y(OH)<sub>3</sub>], 或者 Fe(OH)<sub>3</sub> 的溶解度远远小于 Y(OH)<sub>3</sub> 溶解度; ②根据原理, 加入的物质 Fe<sup>3+</sup>、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 生成了 FePO<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub>, 没有化合价的变化, 因此离子反应是 Fe<sup>3+</sup>+H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>+CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>→FePO<sub>4</sub>↓+CO<sub>2</sub>↑, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 中 H 转化成 H<sub>2</sub>O, Fe<sup>3+</sup>+H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>+CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>→FePO<sub>4</sub>↓+CO<sub>2</sub>↑+H<sub>2</sub>O, 根据电荷守恒和原子守恒进行配平, 即 2Fe<sup>3+</sup>+2 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>+ 3CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>= 2FePO<sub>4</sub>↓+ 3CO<sub>2</sub>↑+3H<sub>2</sub>O; ③根据表 1、2、3 中的数据, 得出磷酸法除铁率较高同时 Y<sup>3+</sup>损失率较小; (3) 有机溶剂为萃取剂, 不溶于水, 因此采用分液方法进行分离; (4) a、根据 Fe<sup>3+</sup>+3HR ⇌ FeR<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>, pH 越大, Fe<sup>3+</sup>萃取率提高, 但有机溶剂中不含有 Fe<sup>3+</sup>而是 FeR<sub>3</sub>, pH 在 0.2~2.0 范围内, 有机溶剂中的 Fe<sup>3+</sup>小于水溶液中的 Fe<sup>3+</sup>, 故 a 错误; b、表 2 中 Y<sup>3+</sup>损失率在 20%左右的原因可能是生成的 Fe(OH)<sub>3</sub> 对 Y<sup>3+</sup>的吸附, 氢氧化铁表面积大, 能够吸附微粒, 故 b 正确; c、表 2 中 pH 在 4.5~5.0 范围内, Y<sup>3+</sup>损失率变大的可能原因: Y<sup>3+</sup>+3OH<sup>-</sup>=Y(OH)<sub>3</sub>↓, 故 c 正确; d、有机溶剂萃取 Y<sup>3+</sup>的优点是 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>等金属离子萃取率极低, 故 d 正确。

19. 【答案】 ①. Fe<sup>2+</sup>+2H<sub>2</sub>O ⇌ Fe(OH)<sub>2</sub>+2H<sup>+</sup> ②. 氧化性和还原性 ③. K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 溶液、蓝色沉淀 ④. Fe<sup>2+</sup>-e<sup>-</sup>=Fe<sup>3+</sup>, 最终生成 Fe(OH)<sub>3</sub> ⑤. 2mol·L<sup>-1</sup> NaCl (或 KCl) 溶液 ⑥. 取阳极附近溶液, 加入淀粉 KI 溶液后, 溶液不变蓝 ⑦. 酸性较强时, H<sup>+</sup>放电, 酸性较弱时, Fe<sup>2+</sup>放电 ⑧. 改变电极反应的速率 ⑨. 电解质溶液的酸碱性、电源电压

【解析】

【详解】本题考查实验方案设计与评价, (1) FeCl<sub>2</sub> 属于强酸弱碱盐, Fe<sup>2+</sup>发生水解反应, 其原因是



$\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ ； $\text{Fe}^{2+}$ 处于中间价态，既具有氧化性又具有还原性；(2) ①铁与硫酸反应生成  $\text{Fe}^{2+}$ ，证明固体为 Fe，需要验证溶液中存在  $\text{Fe}^{2+}$ ，即需要加入  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液，溶液中出现蓝色沉淀，证明固体为铁单质；② $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性，发生  $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$ 。阴极上发生  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ， $\text{Fe}^{3+}$ 与  $\text{OH}^-$ 反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；需要做对比实验，产生的  $\text{Cl}_2$ 不与电解质中的离子发生反应，即电解酸化的  $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaCl 或 KCl；氯气溶于水后，得到氯水，具有强氧化性，因此需要取阳极附近溶液，加入淀粉 KI 溶液后，溶液不变蓝，证实了乙同学的推论不正确；(3) ①根据实验 I、II、III，酸性较强时，有气泡产生，无固体附着，说明放电的是  $\text{H}^+$ ，酸性较弱时，无气泡冒出，有金属状固体附着，说明  $\text{Fe}^{2+}$ 放电；②根据 I、IV、V 实验，各电极现象，增大电压，不仅可以改变离子的放电顺序，也可以改变电极的反应速率；(4) 综上所述，电极反应的产物与电解质溶液的酸碱性、电源电压有关。

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯