2024 年 1 月“九省联考”考后提升卷（吉林、黑龙江卷）

高三化学

（考试时间：75 分钟　试卷满分：100 分）

注意事项：

1．答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。

2．回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。

3．考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1　C 12　O 16　S 32　Al 27　Co 59　Zn 65

第I卷

一、选择题：本题共 15 小题，每小题 3 分，共 45 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1．中华传统文化富含化学知识，下列分析不正确的是

A．《本草纲目》“烧酒”条目写道：“自元时始创其法，用浓酒和糟入甑，蒸令气上……其清如水，味极浓烈，盖酒露也。”叙述了“蒸馏”技术在古代酿酒工艺中的应用

B．古诗《杨柳歌》中：“独忆飞絮鹅毛下，非复青丝马尾垂。”中“飞絮”的主要成分是多糖

C．宋代《千里江山图》描绘了山清水秀的美丽景色，历经千年色彩依然，其中绿色来自孔雀石颜料[主要成分为$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$]，保存《千里江山图》需控制温度和湿度

D．《馀冬录》中描述的黄丹其主要成分为Pd_3O_4，则黄丹(Pd_3O_4)与磁性氧化铁类似，其中铅的化合价有＋2 价和＋3 价两种化合价

【答案】D

【解析】A．用浓酒和糟入甑，蒸令气上，得到酒，为蒸馏方法的运用，A 正确；

B．“飞絮”为植物纤维，主要成分是多糖，B 正确；

C．$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$不稳定，受热易分解，故需控制温度和湿度，C 正确；

D．Pd_3O_4中铅的化合价有＋2 价和＋4 价两种化合价，D 错误；

故选 D。

2．“夏禹铸九鼎，天下分九州”，青铜器在古时被称为“吉金”，是红铜与锡、铅等的合金。铜锈大多呈青绿色，主要含有$Cu_2(OH)_3Cl$和$Cu_2(OH)_2CO_3$。下列说法错误的是

A．基态铜原子核外电子有 15 种不同的空间运动状态

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

B．青铜的熔点低于纯铜

C．青铜器中锡、铅对铜有保护作用

D．可用$FeCl_3$溶液浸泡青铜器来清洗水铜器的铜锈

【答案】D

【解析】A．Cu 的核外电子占据 1s、2s、2p、3s、3p、3d、4s 轨道，核外电子有 1+1+3+1+3+5+1=15 种空间运动状态，故 A 正确；

B．合金的熔点低于组分金属的熔点，因此青铜的熔点低于纯铜，故 B 正确；

C．Sn、Pb 的活泼性强于 Cu，青铜中的 Cu 和 Sn、Pb 形成原电池且 Sn、Pb 为负极，达成“牺牲阳极的阴极保护”，故 C 正确；

D．$FeCl_3$会和 Cu 反应而腐蚀铜器，不能用$FeCl_3$溶液浸泡青铜器来清洗水铜器的铜锈，故 D 错误；

故答案为：D。

3．下列化学用语或图示表达不正确的是

A．NaCl的电子式：$Na^+[:\ddot{Cl}:]^-$

B．基态 Cr 原子的价层电子排布式：$3d^44s^2$

C．乙醇的分子式：C_2H_6O

D．乙炔的分子结构模型：

【答案】B

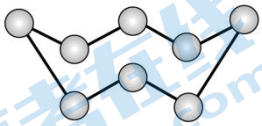
【解析】A．氯化钠是由钠离子和氯离子构成的 ，A 正确；

B．基态 Cr 原子的价层电子排布式为：$3d^54s^1$，B 错误；

C．乙醇结构简式为 C_2H_5OH，分子式为C_2H_6O，C 正确；

D．乙炔为直线形分子，分子结构模型： ，D 正确；

故选 B。

4．工业上用S_8(分子结构： )与CH_4为原料制备CS_2，发生反应：

$S_8+2CH_4=2CS_2+4H_2S$，N_A为阿伏加德罗常数的值，下列说法不正确的是

A．S_8既是氧化剂，又是还原剂

B．生成17gH_2S，转移电子2mol

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

C．消耗1molS_8，断裂的 S-S 键数目为$8N_A$

D．CS_2既是氧化产物，又是还原产物

【答案】A

【解析】A．反应中 C 元素化合价由CH_4中-4 价升至CS_2中+4 价，CH_4做还原剂，S 元素化合价由 0 价降至-2 价，S_8做氧化剂，A 错误；

B．每生成 4molH_2S，反应转移 16mol 电子，17gH_2S是 0.5mol，转移电子 2mol， B 正确；

C．1 molS_8中含有 8molS-S 键，消耗 1 molS_8，断裂 8molS-S 键，C 正确；

D．反应中 C 元素化合价由CH_4中-4 价升至CS_2中+4 价，S 元素化合价由 0 价降至-2 价，CS_2既是氧化产物又是还原产物，D 正确；

答案选 A。

5．为提纯下列物质(括号内的物质为杂质)，所选用的除杂试剂和分离方法均正确的有几项

	①	②	③	④	⑤
混合物	$CO_2(SO_2)$	乙醇(水)	乙酸乙酯(乙酸)	苯(苯酚)	溴苯(溴)
除杂试剂	饱和Na_2CO_3溶液	生石灰	饱和Na_2CO_3溶液	溴水	苯
分离方法	洗气	蒸馏	分液	过滤	萃取分液

A．1　　B．2　　C．3　　D．4

【答案】B

【解析】①二氧化碳和二氧化硫均会和饱和碳酸钠溶液反应，除杂方法错误；

②生石灰和水生成氢氧化钙，然后利于乙醇沸点较低的性质蒸馏出乙醇，正确；

③碳酸钠和乙酸反应生成盐溶液、和乙酸乙酯不反应且分层，能用分液的方法分离出有机层乙酸乙酯，正确；

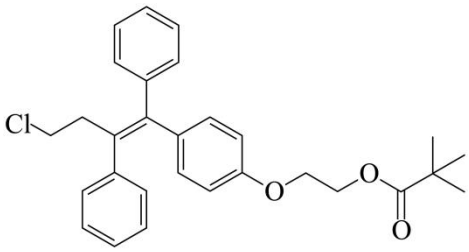
④溴和苯酚生成的三溴苯酚溶于苯中，不能过滤分离，错误；

⑤苯与溴苯互溶，不能分液分离，错误；

故选 B。

6．奥培米芬是一种雌激素受体调节剂，其合成中间体的结构简式如图所示：

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。



关于该中间体，下列说法正确的是

A．含有三种官能团　　B．含有 2 个手性碳原子

C．能发生消去反应和水解反应　　D．苯环上的一氯代物有 5 种结构

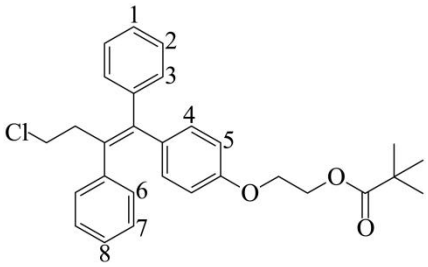
【答案】C

【解析】A. 由题干有机物的键线式可知，分子中含有碳氯键、碳碳双键、醚键和酯基四种官能团，A 错误；

B．已知同时连有四个互不相同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子，结合题干有机物的键线式可知，分子中不含手性碳原子，B 错误；

C．由题干有机物的键线式可知，分子中含有碳氯键，且与氯原子相邻的碳原子上还有 H，故能发生消去反应和水解反应，同时含有酯基也能发生水解反应，C 正确；

D．由题干有机物的键线式可知，分子中三个苯环不对称，故苯环上的一氯代物有 8 种结构，如图所示：



，D 错误；

故答案为：C。

7．下列有关电极方程式或离子方程式错误的是

A．铅蓄电池放电时，正极反应：$PbO_2+2e^-+4H^++SO_4^{2-}=PbSO_4+2H_2O$

B．向碘化亚铁溶液中滴加少量稀硝酸：$NO_3^-+3Fe^{2+}+4H^+=3Fe^{3+}+NO\uparrow+2H_2O$

C．向 $0.1mol\cdot L^{-1}$ NaHA 溶液（$pH=1$）加入 NaOH 溶液：$H^++OH^-=H_2O$

D．铜片上电镀银的总反应(银作阳极，硝酸银溶液作电镀液)：$Ag(阳极)\overset{通电}{=\!=\!=}Ag(阴极)$

【答案】B

【解析】A. 铅蓄电池正极材料为 PbO_2，正极发生还原反应，根据化合价变化可知得 $2e^-$，故 A 正确；

B. 碘化亚铁中，碘离子和亚铁离子都有还原性，且碘离子还原性更强，先与硝酸反应，故离子方程式为：

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

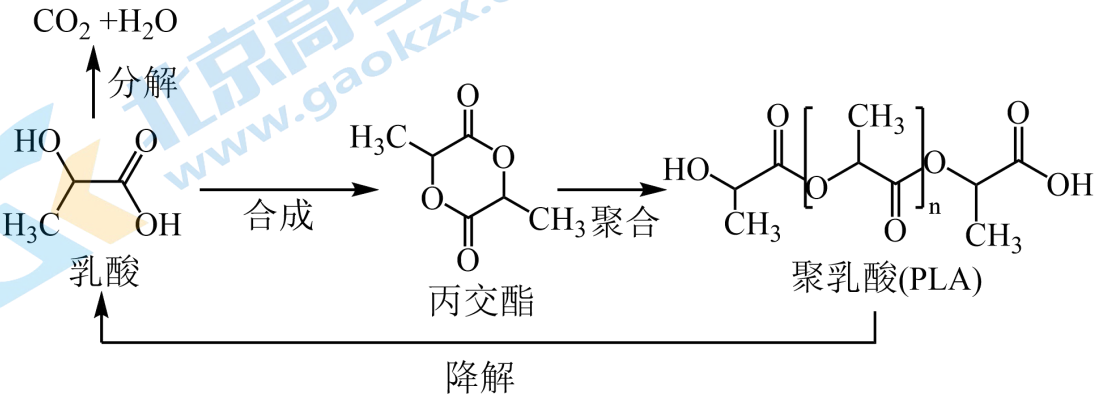
$2NO_3^- + 6I^- + 8H^+ = 3I_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$，故 B 错误；

C. 由于 0.1mol·L^{-1} NaHA 溶液的 pH = 1，说明 c(H^+)= mol·L^{-1},NaHA 中的氢离子完全电离，故 C 正确；

D. 铜片上电镀银阳极电极式：$Ag - e^- = Ag^+$，阴极电极式：$Ag^+ + e^- = Ag$，两极电极式相加得 Ag(阳极)$\overset{\text{通电}}{=\!=}$Ag (阴极)，故 D 正确；

故选 B。

8．PLA 是由乳酸结构单元组成的高分子聚合物，其降解产物为乳酸，而乳酸最终可被生物体进一步分解为二氧化碳和水，工厂用 PLA 来生产一次性餐具，既卫生又环保。下列叙述正确的是



A．乳酸与乙酸互为同系物

B．乳酸分子和丙交酯分子中都含手性碳，且手性碳数目相同

C．乳酸合成丙交酯的反应是取代反应

D．PLA 可以发生取代反应、加成反应、氧化反应

【答案】C

【解析】A．乳酸和乙酸含有的官能团不同，不是同系物，A 错误；

B．连有 4 个不同原子或原子团的饱和碳原子是手性碳原子，乳酸中有一个手性碳原子，丙交酯中有两个，B 错误；

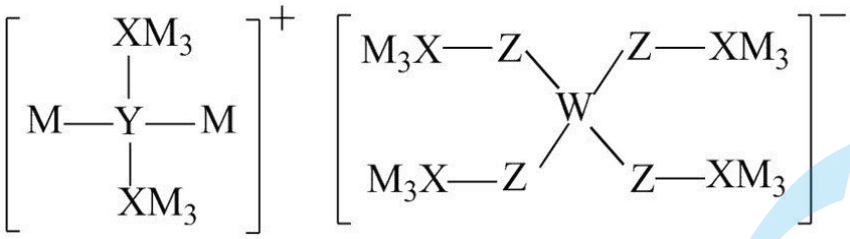
C．该反应是酯化反应，也属于取代反应，C 正确；

D．PLA 中不含碳碳双键等能发生加成反应的结构，PLA 不能发生加成反应，D 错误；

故选 C。

9．某储氢材料前驱体结构如下图，M、W、X、Y、Z 五种元素原子序数依次增大，基态 Z 原子的电子填充了 3 个能级，其中有 2 个未成对电子。下列说法错误的是

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。



A．简单氢化物沸点高低：X<Y　　B．Y 和 W 位于同一主族

C．第一电离能大小：X<Z<Y　　D．阴、阳离子中均有配位键

【答案】B

【分析】由题干信息可知，基态 Z 原子的电子填充了 3 个能级，其中有 2 个未成对电子，故 Z 为 C 或者 O，根据多孔储氢材料前驱体结构图可知 Y 周围形成了 4 个单键，再结合信息 M、W、X、Y、Z 五种元素原子序数依次增大，故 Y 为 N，故 Z 为 O，M 只形成一个单键，M 为 H，X 为 C，则 W 为 B，据此分析解题。

【解析】A．X 为 C，Y 为 N，由于 N 元素形成的简单氢化物氨气中含有氢键，则其沸点高于 C 的简单氢化物甲烷，A 正确；

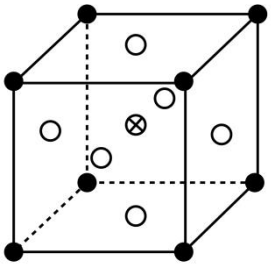
B．Y 为 N，位于第 VA 族，W 为 B，位于第 IIIA 族，二者不属于同主族元素，B 错误；

C．X 为 C，Y 为 N，Z 为 O，根据同一周期从左往右元素的第一电离能呈增大趋势，IIA 与 IIIA，VA 与 VIA 反常，故第一电离能：X<Z<Y，C 正确；

D．由于阳离子中的 Y 原子是 N 原子，形成了类似于铵根离子的阳离子，故存在配位键，阴离子中的 W 为 B，最外层上只有 3 个电子，能形成 3 个共价键，现在形成了 4 个共价键，故还有一个配位键，D 正确；

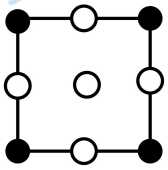
故选 B。

10．Al_xCoO_y 的立方晶胞如图所示，已知处在体心处的原子为 Co，晶胞参数 anm，下列说法错误的是



A．x=1，y=3

B．该晶胞的密度为 $\frac{1.34\times10^{23}}{a^3N_A}g\cdot cm^{-3}$

C．该晶胞的俯视图为 

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

D．晶体中一个 Al 周围与其最近的 O 的个数为 6

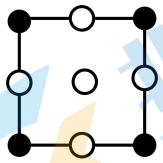
【答案】D

【解析】A．黑球位于顶点，个数为$8\times\frac{1}{8}=1$，白球位于面心，个数为$6\times\frac{1}{2}=3$，钴原子位于体心，个数为 1，根据化合价代数和为 0，则黑球为 Al，白球为 O，化学式为 $AlCoO_3$，即 x=1，y=3，故 A 说法正确；

B．晶胞的质量为$\frac{1}{N_A}\times(27+59+16\times3)g=\frac{134}{N_A}g$，晶胞的体积为$(a\times10^{-7})^3cm^3$，则晶胞的密度为

$\frac{134}{N_A(a\times10^{-7})^3}g/cm^3=\frac{1.34\times10^{23}}{a^3N_A}g/cm^3$，故 B 说法正确；

C．俯视时，顶点黑球重合，侧面上的白球投影到棱的中线上，上下面心白球与体心重合，因此俯视图为

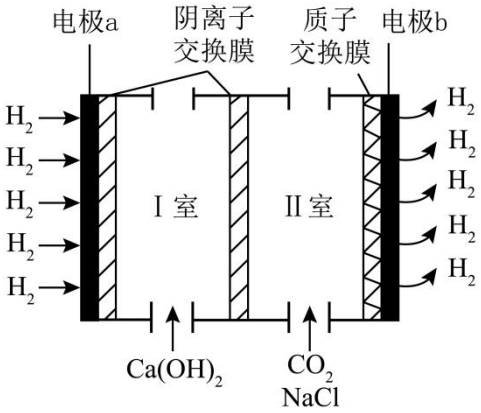


，故 C 说法正确；

D．与 Al 距离最近的 O 位于面心上，个数为 12 个，故 D 说法错误；

答案为 D。

11．一种可用于吸收 CO_2 的电池，其工作原理如图所示。下列说法正确的是



A．电极 a 上发生的反应为 $H_2-2e^-=2H^+$

B．I 室出口处溶液的 pH 大于入口处

C．该装置可以制取 $CaCl_2$ 和 $NaHCO_3$

D．如果将阴离子交换膜改为阳离子交换膜，则电池工作时 I 室可能有 $CaCO_3$ 沉淀生成

【答案】C

【分析】在电极 a 上 H_2 放电，为负极，由于电极 a 附近为碱性条件，所以电极 a 上发生的反应为 $H_2-2e^-+2OH^-=2H_2O$；电极 b 为正极，H^+放电生成 H_2，电极 b 上发生的反应为 $2H^++2e^-=H_2$，以此作答。

【解析】A．由分析可知，电极 a 上发生的反应为 $H_2-2e^-+2OH^-=2H_2O$，故 A 错误；

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

B．I 室中的 OH^- 在电极 a 上被消耗，导致氢氧根离子减小，出口处溶液的 pH 小于入口处，故 B 错误；

C．II 室的 Cl^- 通过阴离子交换膜进入 I 室，可在 I 室获得 $CaCl_2$，II 室中水电离产生的氢离子放电，使溶液呈碱性，过量的 CO_2 与 OH^- 反应生成碳酸氢根，则可在 II 室获得碳酸氢钠，故 C 正确；

D．II 室中有碳酸根离子生成，若将阴离子交换膜改为阳离子交换膜，则 I 室中的钙离子通过交换膜进入 II 室，从而在 II 室中生成碳酸钙沉淀，故 D 错误；

故选 C。

12．根据实验操作及现象，得出结论正确的是

选项	实验操作及现象	结论
A	$Na_2S_2O_3$ 和稀硫酸混合产生浅黄色沉淀和刺激性气味的气体	硫酸表现氧化性，$Na_2S_2O_3$ 表现还原性
B	向酸性 $KMnO_4$ 溶液中滴加乙苯，溶液褪色	乙苯的苯环中含有碳碳双键
C	Ag 与 HI 溶液生成黄色沉淀和无色气体	Ag^+ 和 I^- 生成 AgI，促进 Ag 和 HI 溶液发生反应生成 AgI 和 H_2
D	在 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液中加入铜粉，溶液变蓝色	氧化性：$Fe^{3+} > Cu^{2+}$，$Fe_2(SO_4)_3$ 和 Cu 发生置换反应

A．A　　B．B　　C．C　　D．D

【答案】C

【解析】A．$Na_2S_2O_3$ 和稀硫酸混合产生浅黄色沉淀和刺激性气味的气体的化学方程式为：

$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2\uparrow + S\downarrow + H_2O$，硫酸只表现酸性，$Na_2S_2O_3$ 既表现氧化性，又表现还原性，A 错误；

B．苯环能使烃基活化，苯环上的乙基能被酸性 $KMnO_4$ 氧化，从而使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，不能证明苯环中含有碳碳双键，B 错误；

C．体系中可生成极难溶的 AgI，极大降低了 Ag^+ 浓度，促进 Ag 和 HI 溶液发生反应生成 AgI 和 H_2，C 正

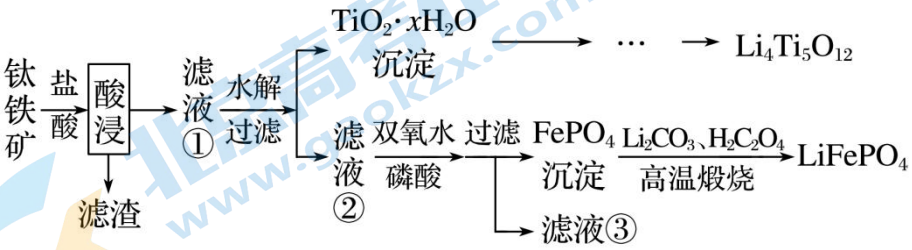
关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

确；

D．在$Fe_2(SO_4)_3$溶液中加入铜粉，反应的化学方程式为：$Fe_2(SO_4)_3+Cu=CuSO_4+2FeSO_4$，可说明氧化性：$Fe^{3+}>Cu^{2+}$，但反应不属于置换反应，D 错误；

故选 C。

13．大力推广锂电池新能源汽车对实现“碳达峰”“碳中和”具有重要意义．$Li_4Ti_5O_{12}$与$LiFePO_4$都是锂离子电池的电极材料，可利用钛铁矿（主要成分为$FeTiO_3$，还有少量 MgO、SiO_2等杂质）来制备，工艺流程如下：



下列叙述错误的是

A．酸浸后，得到滤渣的主要成分是SiO_2

B．在滤液②中主要的金属阳离子有Fe^{2+}、Mg^{2+}

C．高温煅烧时发生的反应为$2FePO_4+Li_2CO_3+H_2C_2O_4\overset{高温}{=\!=}2LiFePO_4+3CO_2\uparrow+H_2O$

D．制备$Li_4Ti_5O_{12}$过程中会生成$Li_2Ti_5O_{15}$（Ti 为+4 价），则$Li_2Ti_5O_{15}$中不含过氧键

【答案】D

【分析】利用钛铁矿(主要成分为$FeTiO_3$，还有少量 MgO、SiO_2等杂质）来制备$Li_4Ti_5O_{12}$与$LiFePO_4$，由制备流程可知，加盐酸过滤后的滤渣为SiO_2，滤液①中含Mg^{2+}、Fe^{2+}、$TiOCl_4^{2-}$，水解后过滤，沉淀为$TiO_2\cdot xH_2O$，经过一系列反应得到$Li_4Ti_5O_{12}$；水解后的滤液②中含Mg^{2+}、Fe^{2+}，双氧水可氧化亚铁离子，在磷酸条件下过滤分离出$FePO_4$，高温煅烧Li_2CO_3、$H_2C_2O_4$、$FePO_4$得到$LiFePO_4$，以此解答。

【解析】A．由分析可知，SiO_2不和盐酸反应，酸浸后，得到滤渣的主要成分是SiO_2，故 A 正确；

B．由分析可知，水解后的滤液②中含Mg^{2+}、Fe^{2+}，故 B 正确；

C．高温煅烧时草酸作还原剂将磷酸铁中三价铁还原成二价的亚铁生成磷酸亚铁锂，发生的反应为

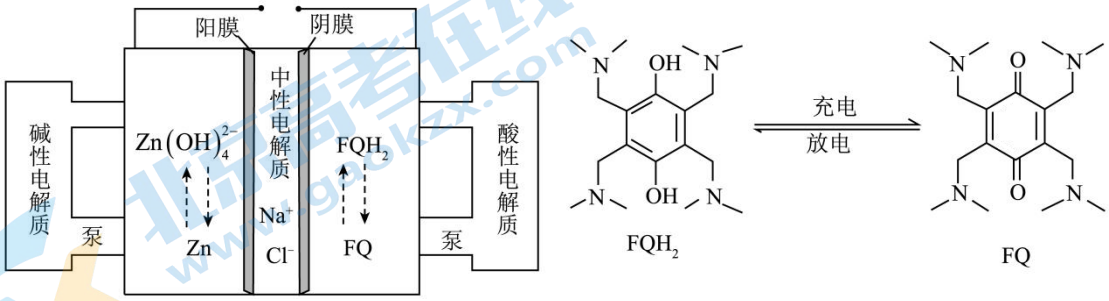
关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

$2FePO_4+Li_2CO_3+H_2C_2O_4\xlongequal{\text{高温}}2LiFePO_4+3CO_2\uparrow+H_2O$，C 正确；

D．制备 $Li_4Ti_5O_{12}$ 过程中会生成 $Li_2Ti_5O_{15}$（Ti 为+4 价，Li 为+1 价），根据化合物中各元素化合价代数和为 0 可知 $Li_2Ti_5O_{15}$ 中含过氧键，15 个氧中有七个氧呈现-2 价，八个氧呈现-1，D 错误；

故选 D。

14．高电压水系锌-有机混合液流电池的装置及充、放电原理如图所示。下列说法正确的是



A．锌元素位于元素周期表的 d 区

B．充电时，每转移 $2mole^-$，阴极增重 65g

C．放电时，负极的电极反应式为 $FQ-2e^-+2H^+=FQH_2$

D．放电时，化学能全部转化为电能

【答案】B

【分析】高电压水系锌-有机混合液流电池工作原理为：放电时为原电池，金属 Zn 发生失电子的氧化反应生成 Zn^{2+}，为负极，则 FQ 所在电极为正极，正极反应式为 $2FQ+2e^-+2H^+=FQH_2$，负极反应式为 $Zn-2e^-+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$；充电时电解池，原电池的正负极连接电源的正负极，阴阳极的电极反应与原电池的负正极的反应式相反，电解质中阳离子移向阴极、阴离子移向阳极，据此分析解答。

【解析】A．锌的价层电子排布式为 $3d^{10}4s^2$，该元素位于元素周期表的 ds 区，A 错误；

B．因为放电时负极反应式为 $Zn-2e^-+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$，每转移 2mol 电子，理论上负极减小 1molZn，质量为 m=n·M=1mol×65g/mol=65g，所以充电时，每转移 $2mole^-$，阴极增重 65g，B 正确；

C．放电时为原电池，金属 Zn 为负极，负极反应式为 $Zn-2e^-+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$，C 错误；

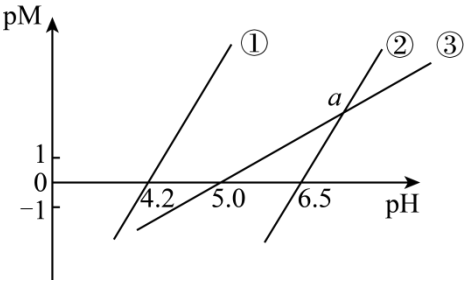
D．放电过程，化学能转化为电能，但同时会有热量散失，一部分能量以热能的形式转化，D 错误；

故选 B。

15．25℃时，用 NaOH 溶液分别滴定弱酸 HA、$CuSO_4$、$FeSO_4$ 三种溶液，pM 随 pH 变化关系如图所示【p

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

表示负对数，M 表示 $c(HA)/c(A^-)$、$c(Cu^{2+})$、$c(Fe^{2+})$等】，已知 K_{sp}【$Cu(OH)_2$】<K_{sp}【$Fe(OH)_2$】，溶液中离子浓度<10^{-5}mol。L^{-1} 可以认为已经除去。下列有关分析不正确的是



A．K_{sp}（$Fe(OH)_2$）=10^{-15}　　B．调整溶液的 pH=7，可除去工业废水中的 Cu^{2+}

C．a 点对应的 p(M)=3　　D．$Fe(OH)_2$ 固体难溶解于 HA 溶液

【答案】D

【分析】$Cu(OH)_2$、$Fe(OH)_2$ 的结构相似，二者的 pM 随 pH 的变化曲线应该是平行线，故③代表滴定 HA 溶液的变化关系，根据曲线③pM=0 时，溶液的 pH=5.0，可得 K(HA)=10^{-5}；根据曲线①pM=0 时，溶液的 pH=4.2，可得 Ksp=$10^{-19.6}$；根据曲线②pM =0 时，溶液的 pH=6.5，可得 Ksp=10^{-15}，$Cu(OH)_2$ 更难溶,故①②分别代表滴定 $CuSO_4$ 溶液 $FeSO_4$ 溶液的变化关系，且 Ksp（$Cu(OH)_2$）=$10^{-19.6}$，Ksp（$Fe(OH)_2$）=10^{-15}。

【解析】A．根据分析可知：Ksp （$Fe(OH)_2$）=10^{-15}，故 A 正确；

B．由分析可知氢氧化铜 Ksp=$10^{-19.6}$，pH=7，则溶液中 c（Cu^{2+}）=$10^{-5.6}$mol/L 小于 10^{-5}mol/L，故 B 正确；

C．$c\left(Fe^{2+}\right)=\frac{c(HA)}{c\left(A^-\right)}$即$\frac{K_{sp}\left[Fe(OH)_2\right]}{c^2\left(OH^-\right)}=\frac{c(HA)}{c\left(A^-\right)}=\frac{c\left(H^+\right)c(HA)}{c\left(H^+\right)c\left(A^-\right)}=\frac{c\left(H^+\right)}{K_a(HA)}$，可得：

K_{sp}（Fe（$OH)_2$）$K_a(HA)=c\left(H^+\right)c^2\left(OH^-\right)=K_W c(OH^-)$，c（$OH^-$）=$10^{-6}$mol/L，因此

c（Fe^{2+}）=$\frac{K_{sp}\left[Fe(OH)_2\right]}{c^2\left(OH^-\right)}$=$10^{-3}$mol/L，则 p($Fe^{2+}$)=3，故 C 正确；

D．$Fe(OH)_2(s)+2HA(aq)\rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)+2A^-(aq)+2H_2O(l)$的 K 值为，

$\frac{c\left(Fe^{2+}\right)c^2\left(A^-\right)}{c^2(HA)}=\frac{c\left(Fe^{2+}\right)c^2\left(OH^-\right)c^2\left(A^-\right)c^2\left(H^+\right)}{c^2(HA)c^2\left(OH^-\right)c^2\left(H^+\right)}=\frac{K_{sp}(Fe(OH)_2)K_a^2(HA)}{K_w^2}=10^3$平衡常数较大，故反应能发生，

故 D 错误；

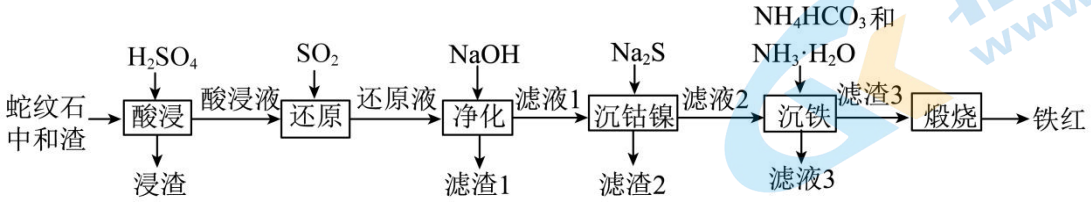
故选正确 D。

第II卷

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

16.（14 分）利用蛇纹石提镁后的中和渣（主要成分为Fe_2O_3及SiO_2、Al_2O_3、Cr_2O_3、CoO 、$NiCO_3$、$PbCO_3$ 等杂质）提取高附加值的铁红(Fe_2O_3)的一种工艺流程如下图所示。



已知：（1）$K_{sp}(CoS)=3.0\times10^{-26}$　$K_{sp}(NiS)=2.8\times10^{-21}$

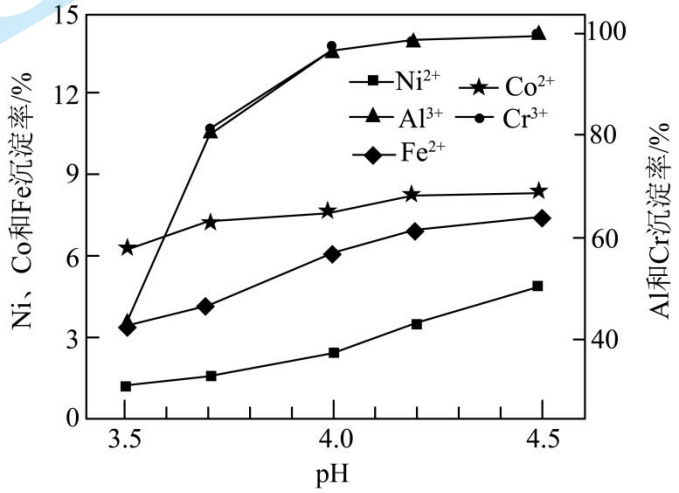
（2）溶液中离子浓度≤$1.0\times10^{-5}mol\cdot L^{-1}$时可认为完全沉淀

请回答下列问题：

（1）滤渣 1 的成分为_____（填化学式），滤液 2 中主要的金属阳离子为_____。

（2）还原过程中发生反应的离子方程式为_____，可用试剂_____检验还原是否完全。

（3）欲制备高纯铁红，净化过程溶液中各离子的去除率与 pH 的关系如下图，则应控制 pH 为_____。



（4）沉钴镍时，若溶液中Co^{2+}、Ni^{2+}浓度均为$0.01mol\cdot L^{-1}$逐渐加入Na_2S，则先沉淀的离子为_____，计算说明两种离子能否彻底先后分离_____。

（5）煅烧过程中发生的化学方程式为_____。

【答案】（1）　$Al(OH)_3$和$Cr(OH)_3$　　Fe^{2+}　Na^+

（2）$SO_2+2Fe^{3+}+2H_2O=2Fe^{2+}+SO_4^{2-}+4H^+$　　KSCN 溶液或苯酚

（3）4.5

（4）Co^{2+}　　当 CoS 恰好沉淀完全时，$c(Co^{2+})=1.0\times10^{-5}mol\cdot L^{-1}$，根据$K_{sp}(CoS)=3.0\times10^{-26}$，此时

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

$c(S^{2-})=3.0\times10^{-21}mol\cdot L^{-1}$，$Q(NiS)=3.0\times10^{-23}<K_{sp}(NiS)=2.8\times10^{-21}$，不生成NiS沉淀，故可以将$Co^{2+}$和$Ni^{2+}$彻底先后分离。

（5）$4FeCO_3+O_2\overset{高温}{=\!=\!=}2Fe_2O_3+4CO_2$

【分析】蛇纹石提镁后的中和渣(主要成分为Fe_2O_3及SiO_2、Al_2O_3、Cr_2O_3、CoO、$NiCO_3$、$PbCO_3$等杂质)加入硫酸酸浸，SiO_2、生成的硫酸铅不溶于H_2SO_4，所以浸渣的成分是SiO_2、$PbSO_4$，酸浸液中含有Fe^{3+}、Al^{3+}、Co^{2+}、Cr^{3+}、Ni^{2+}，加入二氧化硫还原Fe^{3+}生成Fe^{2+}，加入NaOH净化，生成$Cr(OH)_3$和$Al(OH)_3$，则滤渣1为$Cr(OH)_3$和$Al(OH)_3$，所得滤液加Na_2S沉钴镍，则滤渣2为CoS、NiS，所得滤液2中主要的金属阳离子为Fe^{2+}、Na^+，加入碳酸氢铵和一水合氨沉铁，反应过程中元素化合价不发生变化，则所得滤渣3为$FeCO_3$，经煅烧得到目标产物铁红(Fe_2O_3)。

【解析】（1）据分析，滤渣1的成分为$Al(OH)_3$和$Cr(OH)_3$（填化学式），滤液2中主要的金属阳离子为Fe^{2+}、Na^+。

（2）还原过程为二氧化硫还原Fe^{3+}生成Fe^{2+}，发生反应的离子方程式为$SO_2+2Fe^{3+}+2H_2O=2Fe^{2+}+SO_4^{2-}+4H^+$，检验还原是否完全，只要检测所得溶液中是否含$Fe^{3+}$，$Fe^{3+}$能和KSCN溶液显血红色、和苯酚溶液显紫色，则可用试剂KSCN溶液或苯酚检验还原是否完全。

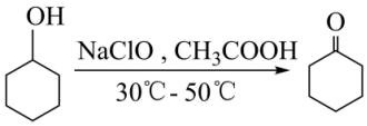
（3）净化过程是保证Cr^{3+}、Al^{3+}转化为$Cr(OH)_3$和$Al(OH)_3$，而Fe^{2+}尽可能不沉淀，由溶液中各离子的去除率与pH的关系图知，pH为4.5时最理想，则应控制pH为4.5。

（4）已知$K_{sp}(CoS)=3.0\times10^{-26}$、$K_{sp}(NiS)=2.8\times10^{-21}$，则CoS的溶解度比NiS更小、CoS更容易生成，故沉钴镍时，若溶液中Co^{2+}、Ni^{2+}浓度均为$0.01mol\cdot L^{-1}$逐渐加入Na_2S，则先沉淀的离子为Co^{2+}；当CoS恰好沉淀完全时，$c(Co^{2+})=1.0\times10^{-5}mol\cdot L^{-1}$，根据$K_{sp}(CoS)=3.0\times10^{-26}$，此时$c(S^{2-})=3.0\times10^{-21}mol\cdot L^{-1}$，$Q(NiS)=3.0\times10^{-23}<K_{sp}(NiS)=2.8\times10^{-21}$，不生成NiS沉淀，故可以将$Co^{2+}$和$Ni^{2+}$彻底先后分离。

（5）沉铁、得到滤渣3为$FeCO_3$，经煅烧得到目标产物铁红(Fe_2O_3)，则煅烧过程中氧气为氧化剂，则发生的化学方程式为$4FeCO_3+O_2\overset{高温}{=}2Fe_2O_3+4CO_2$。

17.（14分）环己酮可作为涂料和油漆的溶剂。在实验室中以环己醇为原料制备环己酮。

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。



合成装置

已知：①环己醇、环己酮、醋酸的部分物理性质如下表：

物质	沸（熔）点/（℃，1atm）	密度/（g/cm^3）	溶解性
环己醇	161.1（−21）	0.96	能溶于水，易溶于常见有机溶剂
环己酮	155.6（−47）	0.94	微溶于水
醋酸	118（16.6）	1.05	易溶于水

②两种互不相溶的液体，密度相差越大分层越易发生。

回答下列问题：

（1）B 装置的名称是_____。

（2）酸化 NaClO 时一般不选用盐酸，原因是_____（用离子方程式表示）。

（3）该制备反应很剧烈，且放出大量的热。为控制反应体系温度在 30~35℃范围内，可采取的加热方式是_____。

（4）制备反应完成后，向混合物中加入适量水，蒸馏，收集 95~100℃的馏分，得到主要含环己酮、水和_（填写化学式）的混合物。

（5）环己酮的提纯过程为：

①在馏分中加 NaCl 固体至饱和，静置，分液；加 NaCl 的目的是_____。

②加入无水 $MgSO_4$ 块状固体；目的是_____。

③_____（填操作名称）后进行蒸馏，收集 150~155℃的馏分。

（6）数据处理。反应开始时加入 8.4mL（0.08mol）环己醇，20mL 冰醋酸和过量的 NaClO 溶液。实验结束后收集到产品 0.06mol，则该合成反应的产率为_____。

【答案】（1）分液漏斗

（2）$ClO^- + Cl^- + 2H^+ = Cl_2\uparrow + H_2O$

（3）水浴（加热）

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

（4）CH_3COOH

（5）增大水层的密度，便于分层　　除去有机物中的少量水（或干燥）　　过滤

（6）75%

【分析】控制反应体系温度在 30~35℃范围内，将溶液缓慢滴加到环己醇中反应制备环己酮，制备反应完成后，向混合物中加入适量水，蒸馏，收集 95~100℃的馏分，得到主要含环己酮和水、CH_3COOH 的混合物，在馏分中加 NaCl 固体至饱和，静置，分液，在有机层中加入 $MgSO_4$ 块状固体，干燥，过滤后进行蒸馏，收集 150~155℃的馏分，得到环己酮。

【解析】（1）由装置图知，B 装置的名称是分液漏斗，故答案为：分液漏斗；

（2）酸化 NaClO 时不能选用盐酸，因为盐酸和 NaClO 反应生成氯气，对应的离子方程式为 $ClO^- + Cl^- + 2H^+ = Cl_2\uparrow + H_2O$，故；故答案为：$ClO^- + Cl^- + 2H^+ = Cl_2\uparrow + H_2O$；

（3）为控制反应体系温度在 30~35℃范围内，可采取水浴加热的加热方式，且在加入反应物时将 NaClO 缓慢滴加到其它试剂中，避免反应太过剧烈，短时间内放出大量热，故答案为：水浴(加热)；

（4）制备反应完成后，向混合物中加入适量水，蒸馏，收集 95~100℃的馏分，参考表格中的沸点信息知，得到主要含环己酮、水和 CH_3COOH 的混合物，故答案为：CH_3COOH；

（5）提纯环己酮过程中，①在馏分中加 NaCl 固体至饱和，可增大水层的密度，便于混合液分层而析出环己酮；②无水 $MgSO_4$ 块状固体是一种干燥剂，加入无水 $MgSO_4$ 块状固体可除去有机物中的少量水；③过滤后进行蒸馏，收集 150~155℃的馏分，即可得到环己酮，故答案为：增大水层的密度，便于分层；除去有机物中的少量水（或干燥）；过滤；

（6）反应开始时加入了 8.4mL(0.08mol)环己醇，20mL 冰醋酸和过量的 NaClO 溶液，则理论上得到的环己酮应为 0.08mol，实验结束后实际收集到的产品为 0.06mol，则该合成反应的产率为 $\frac{0.06\text{mol}}{0.08\text{mol}}\times 100\%=75\%$，故答案为：75%。

18.（14 分）CO_2 资源化利用受到越来越多的关注，它能有效减少碳排放，有效应对全球的气候变化，并且能充分利用碳资源。二氧化碳催化加氢制甲醇有利于减少温室气体排放，涉及的反应如下：

I. $CO_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)+H_2O(g)$　ΔH_1　K_1

II. $CO_2(g)+H_2(g)\rightleftharpoons CO(g)+H_2O(g)$　$\Delta H_2=+40.9$ kJ·mol^{-1}　K_2

III. $CO(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)$　$\Delta H_3=-90.4$ kJ·mol^{-1}　K_3

回答下列问题：

（1）CO_2 分子的空间结构为_____形。

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

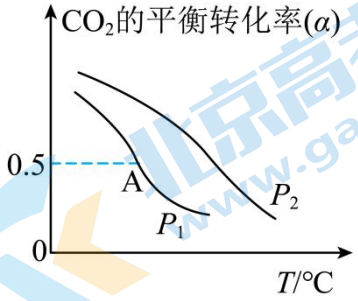
（2）$\Delta H_1=$_____kJ·mol^{-1}。

（3）平衡常数$K_1=$_____(用K_2、K_3表示)。

（4）为提高反应III中CH_3OH的平衡产率，应选择的反应条件为_____(填标号)。

A．低温、高压　B．高温、低压　C．低温、低压　D．高温、高压

（5）不同压强下，按照$n(CO_2):n(H_2)=1:3$投料，发生反应I，实验测得CO_2的平衡转化率随温度的变化关系如下图所示。



①压强P_1、P_2由大到小的顺序为_____，判断的依据是_____。

②图中A点对应的甲醇的体积分数是_____%(计算结果保留1位小数)。

（6）在恒温恒压(压强为p)的某密闭容器中，充入1 mol $CO_2(g)$和3 mol $H_2(g)$，仅发生反应I和II，经过一段时间后，反应I和II达到平衡，此时测得CO_2的平衡转化率为20%，甲醇的选择性为50%{甲醇选择性$[(CH_3OH)\%=\frac{n_{生成}(CH_3OH)}{n_{消耗}(CO_2)}\times100\%]$}，则该温度下反应I的平衡常数$K_p=$_____(写出计算式即可，分压=总压×物质的量分数)。

【答案】（1）直线

（2）-49.5

（3）$K_2\cdot K_3$

（4）A

（5）$P_2>P_1$　反应I为气体分子数减少的反应，压强越大CO_2的平衡转化率越大　16.7

（6）$\frac{\frac{1}{19}P\times\frac{1}{38}P}{\frac{4}{19}P\times(\frac{13}{19}P)^3}$

【解析】（1）CO_2分子的中心原子C周围的价层电子对数为：$2+\frac{1}{2}\times(4-2-2)=2$，根据价层电子对互斥理论

关注北京高考在线官方微信：京考一点通（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

可知，该分子的空间结构为直线形，故答案为：直线；

（2）由题干信息可知，反应II．$CO_2(g)+H_2(g)\rightleftharpoons CO(g)+H_2O(g)$ $\Delta H_2=+40.9$ kJ· mol^{-1}，反应III．$CO(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)$ $\Delta H_3=-90.4$ kJ· mol^{-1}，反应II+反应III即可得到反应I．$CO_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)+H_2O(g)$ 根据盖斯定律可知，$\Delta H_1=\Delta H_2+\Delta H_3$=40.9kJ/mol+(-90.4kJ/mol)=-49.5kJ/mol，故答案为：-49.5；

（3）由小问（1）分析可知，反应II+反应III即可得到反应I，故平衡常数$K_1=K_2\times K_3$，故答案为：$K_2\times K_3$；

（4）由题干信息可知，反应III．$CO(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)$ $\Delta H_3=-90.4$ kJ· mol^{-1} 正反应是一个气体体积减小的放热反应，故降低温度、增大压强，上述化学平衡正向移动，CH_3OH 的平衡产率增大，故为提高反应III中 CH_3OH 的平衡产率，应选择的反应条件为低温、高压，故答案为：A；

（5）①已知反应I．$CO_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)+H_2O(g)$ 正反应是一个气体体积减小的方向，增大压强化学平衡正向移动，CO_2 的平衡转化率增大，即相同温度下，压强越大 CO_2 的平衡转化率越大，结合题干图像可知，图中 $P_2>P_1$，故答案为：$P_2>P_1$；反应I为气体分子数减少的反应，压强越大 CO_2 的平衡转化率越大；

②由题干图像可知，图中 A 点对应的 CO_2 的平衡转化率为 0.5，根据三段式分析为：

	$CO_2(g)$	$+3H_2(g)$	$\rightleftharpoons CH_3OH(g)+$	$H_2O(g)$
起始量(mol)	1	3	0	0
转化量(mol)	0.5	1.5	0.5	0.5
平衡量(mol)	0.5	1.5	0.5	0. 5

，则此时甲醇的体积分数是$\frac{0.5}{0.5+1.5+0.5+0.5}\times100\%$=16.7%，故答案为：16.7；

（3）在恒温恒压(压强为 p)的某密闭容器中，充入 1 mol $CO_2(g)$和 3 mol $H_2(g)$，仅发生反应I和II，经过一段时间后，反应I和II达到平衡，此时测得CO_2的平衡转化率为 20%，甲醇的选择性为 50%，根据三段式分析可知，

	$CO_2(g)$	$+3H_2(g)$	$\rightleftharpoons CH_3OH(g)+$	$H_2O(g)$
起始量(mol)	1	3	0	0
转化量(mol)	0.1	0.3	0.1	0.1
平衡量(mol)	0.9	2.7	0.1	0. 1

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

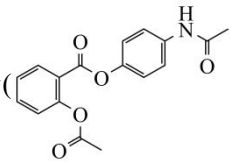
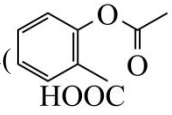
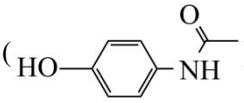
	$CO_2(g)$	$+H_2(g)$	$\rightleftharpoons CO(g)$	$+H_2O(g)$
起始量(mol)	0.9	2.7	0	0.1
转化量(mol)	0.1	0.1	0.1	0.1
平衡量(mol)	0.8	2.6	0.1	0 .2

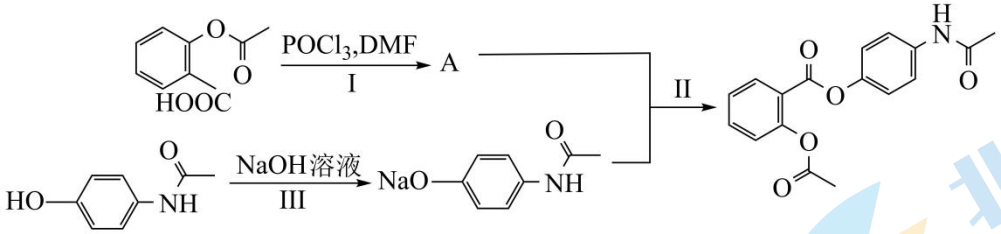
此时 CO_2 的平衡分压为：$P(CO_2)=\frac{0.8}{0.8+2.6+0.1+0.2+0.1}\times P=\frac{4}{19}P$，同理有：

$P(H_2)=\frac{2.6}{0.8+2.6+0.1+0.2+0.1}\times P=\frac{13}{19}P$，$P(CH_3OH)=\frac{0.1}{0.8+2.6+0.1+0.2+0.1}\times P=\frac{1}{38}P$，

$P(H_2O)=\frac{0.2}{0.8+2.6+0.1+0.2+0.1}\times P=\frac{1}{19}P$，则该温度下反应I的平衡常数 $K_p=\frac{p(CH_3OH)p(H_2O)}{p(CO_2)p^3(H_2)}=\frac{\frac{1}{19}P\times\frac{1}{38}P}{\frac{4}{19}P\times(\frac{13}{19}P)^3}$，

故答案为：$\frac{\frac{1}{19}P\times\frac{1}{38}P}{\frac{4}{19}P\times(\frac{13}{19}P)^3}$。

19.（14 分）贝诺酯()具有解热、镇痛及抗炎作用。用阿司匹林()与扑热息痛()合成贝诺酯的路线如图：



已知：$R-COOH\xrightarrow{POCl_3、DMF}R-COCl$

根据所学知识回答下列问题：

（1）写出阿司匹林中所有官能团的名称_____；步骤III中形成的 H_2O 中的共价键为_____(从原子轨道重叠角度分析)键。

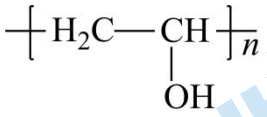
（2）写出化合物 A 的结构简式：_____。

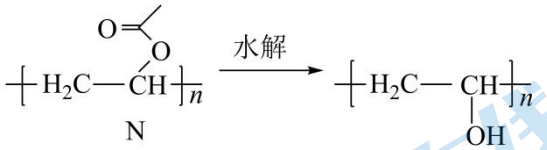
（3）写出步骤II的化学方程式：_____。

（4）化合物 Q 是阿司匹林的同分异构体，满足下列要求的 Q 的结构有_____种。

①含苯环，不含其他环　　②只含有 1 种官能团，且能与 Na 反应放出气体

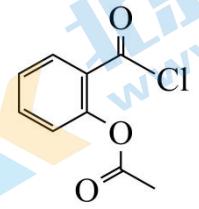
关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

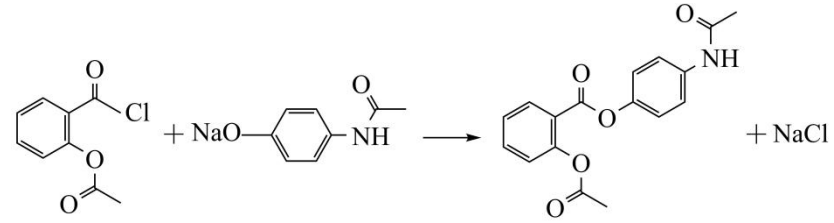
（5）在催化剂(浓H_2SO_4)作用下，将阿司匹林与聚乙烯醇()熔融酯化可以制得抗炎性和解热止痛性更长久的高分子药物 M，请写出 M 的结构简式：_____。已知：聚乙烯醇的合成路线如下。



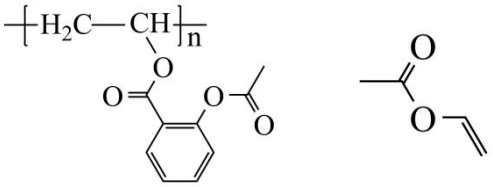
化合物 N 由化合物 P 经加聚反应获得，则化合物 P 的结构简式为_____。

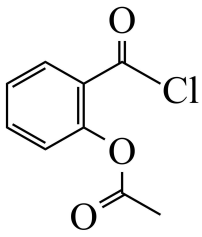
【答案】（1） 酯基、羧基 σ

（2） 

（3） 

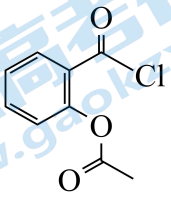
（4）10

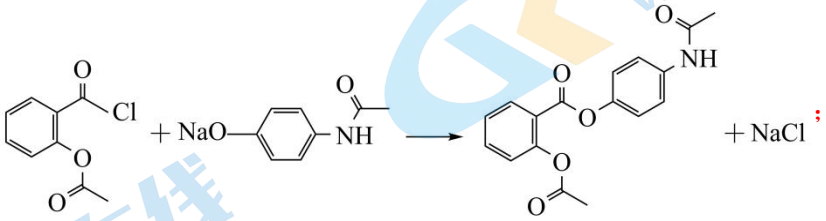
（5） 

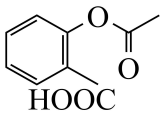
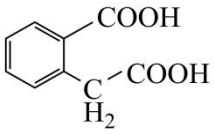
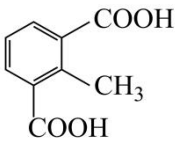
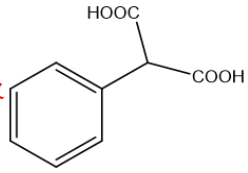
【分析】阿司匹林经过步骤I得到化合物 A，根据已知条件可知化合物 A 为  ，扑热息痛含酚羟基与氢氧化钠反应生成钠盐和水，所得钠盐与化合物 A 反应得到目标产物。

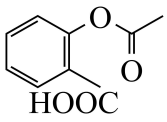
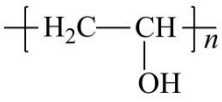
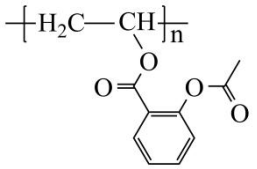
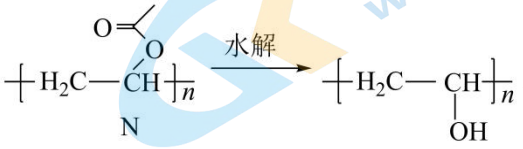
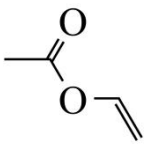
【解析】（1）根据阿司匹林的结构式可知，含有的官能团有羧基和酯基；水分子中的共价键是氧原子和氢原子形成的σ键；

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。

（2）根据 $R-COOH \xrightarrow{POCl_3、DMF} R-COCl$ 可知，步骤I所得化合物 A 的结构简式为  ；

（3）步骤II的化学方程式为  ；

（4）化合物 Q 满足条件①含苯环，不含其他环，②只含有 1 种官能团，且能与 Na 反应放出气体，表明化合物 Q 含羧基、醇羟基或酚羟基中的一种官能团，根据阿司匹林结构式  ，则满足条件的化合物 Q 的结构有：  苯环上位置异构共 3 种，和结构  苯环位置异构共 6 种，以及  ，所以共有 10 种结构满足条件；

（5）阿司匹林  与  发生酯化反应生成酯类化合物，所以化合物 M 的结构简式为  ；根据化合物 N 水解过程  ，化合物 N 由化合物 P 经加聚反应获得，所以化合物 P 的结构简式为  。

关注北京高考在线官方微信： 京考一点通 （微信号:bjgkzx)， 获取更多试题资料及排名分析信息。