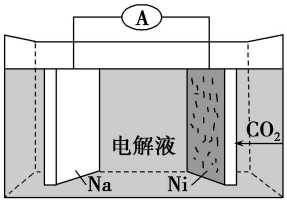
新型化学电源及其应用

考情调研

以新型化学电源为载体，考查原电池、电解池的工作原理以及电极反应式的书写，是新课标全国卷的必考热点之一，命题设计主要是选择题，偶有非选择题出现。该类试题常与工业生产，污水处理，能源开发相联系，题材广，信息新，陌生度大，主要考查考生阅读相关材料、提炼关键信息或结合图示等综合分析的能力、知识的迁移应用能力。

题型示例

1．(2018·全国卷Ⅱ)我国科学家研发了一种室温下“可呼吸”的 Na-CO_2 二次电池。将 $NaClO_4$ 溶于有机溶剂作为电解液，钠和负载碳纳米管的镍网分别作为电极材料，电池的总反应为 $3CO_2+4Na \rightleftharpoons 2Na_2CO_3+C$。下列说法错误的是(　　)



A．放电时，ClO_4^- 向负极移动

B．充电时释放 CO_2，放电时吸收 CO_2

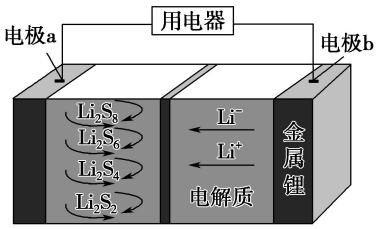
C．放电时，正极反应为 $3CO_2+4e^-=2CO_3^{2-}+C$

D．充电时，正极反应为 $Na^++e^-=Na$

解析：根据电池的总反应知，放电时负极反应：$4Na-4e^-=4Na^+$；正极反应：$3CO_2+4e^-=2CO_3^{2-}+C$。充电时，阴(负)极：$4Na^++4e^-=4Na$；阳(正)极：$2CO_3^{2-}+C-4e^-=3CO_2\uparrow$。放电时，$ClO_4^-$ 向负极移动。根据充电和放电时的电极反应式知，充电时释放 CO_2，放电时吸收 CO_2。

答案：D

2．(2017·全国卷Ⅲ)全固态锂硫电池能量密度高、成本低，其工作原理如图所示，其中电极 a 常用掺有石墨烯的 S_8 材料，电池反应为 $16Li+xS_8=8Li_2S_x(2\leqslant x\leqslant 8)$。下列说法错误的是(　　)



A．电池工作时，正极可发生反应：$2Li_2S_6+2Li^++2e^-=3Li_2S_4$

B．电池工作时，外电路中流过 0.02 mol 电子，负极材料减重 0.14 g

C．石墨烯的作用主要是提高电极 a 的导电性

D．电池充电时间越长，电池中 Li_2S_2 的量越多

解析：原电池工作时，正极发生一系列得电子的还原反应，即：$Li_2S_8 \rightarrow Li_2S_6 \rightarrow Li_2S_4 \rightarrow Li_2S_2$，其中可能有 $2Li_2S_6+2Li^++2e^-=\!=\!=3Li_2S_4$，A 项正确；该电池工作时，每转移 0.02 mol 电子，负极有 0.02 mol Li(质量为 0.14 g)被氧化为 Li^+，则负极质量减少 0.14 g，B 项正确；石墨烯能导电，用石墨烯作电极，可提高电极 a 的导电性，C 项正确；充电过程中，Li_2S_2的量逐渐减少，当电池充满电时，相当于达到平衡状态，电池中 Li_2S_2的量趋于不变，故不是电池充电时间越长，电池中 Li_2S_2的量越多，D 项错误。

答案：D

反思归纳

1.解答新型化学电源题的步骤

(1)根据总反应方程式分析元素化合价的变化，确定正、负极反应物。

(2)注意溶液酸碱性环境，书写正、负极反应式。

(3)依据原电池原理或正、负极反应式分析判断电子、离子的移向，电解质溶液的酸碱性变化。

(4)灵活应用守恒法、关系式法进行计算。

2．注意可充电电池的三事项

(1)放电时是原电池反应，充电时是电解池反应。

(2)充电时，可充电电池的正极连接外接电源的正极，可充电电池的负极连接外接电源的负极。

(3)充、放电时电解质溶液中离子移动方向的判断：分析电池工作过程中电解质溶液的变化时，要结合电池总反应进行分析。

①首先应分清电池是放电还是充电。

②再判断出正、负极或阴、阳极。

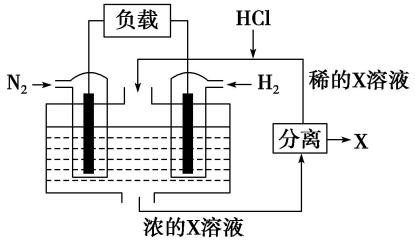
放电：阳离子→正极，阴离子→负极；

充电：阳离子→阴极，阴离子→阳极；

总之：阳离子→发生还原反应的电极；阴离子→发生氧化反应的电极。

通关演练

1．(2019·南平质检)有人设想以 N_2和 H_2为反应物，以溶有 X 的稀盐酸为电解质溶液，制造出新型燃料电池，装置如图所示。下列说法正确的是(　　)



A．放电时 H^+向左移动，生成的物质 X 是 NH_4Cl

B．通入 H_2 的一极为正极

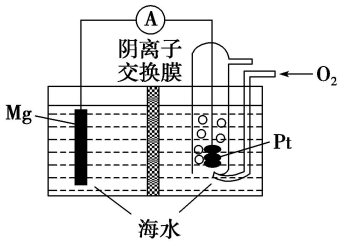
C．通入 N_2 的电极反应为：$N_2+6H^+-6e^-=\!=2NH_3$

D．放电过程右边区域溶液 pH 逐渐增大

解析：以 N_2、H_2 为原料，以溶有 X 的稀盐酸为电解质溶液构成新型燃料电池，正极发生还原反应，即氮气被还原生成 NH_4^+，电极反应式为 $N_2+6e^-+8H^+=\!=2NH_4^+$；负极是氢气失电子生成氢离子，电极方程式为 $H_2-2e^-=\!=2H^+$，总反应为：$N_2+3H_2+2HCl=\!=2NH_4Cl$。A 项，放电时 H^+ 向正极移动，即向左移动，生成的物质 X 是 NH_4Cl，正确；B 项，通入 H_2 的一极为负极，错误；C 项，通入 N_2 的电极为正极，发生还原反应，$N_2+6e^-+8H^+=\!=2NH_4^+$，错误；D 项，放电过程右边区域为负极区，$H_2-2e^-=\!=2H^+$，溶液 pH 逐渐减小，错误；故选 A。

答案：A

2．(2019·嘉兴模拟)镁—空气电池的工作原理如图所示，电池反应方程式为：$2Mg+O_2+2H_2O=\!=2Mg(OH)_2$。有关该电池的说法不正确的是(　　)



A．通入氧气的电极为正极

B．放电时，溶液中的 OH^- 由正极移向负极

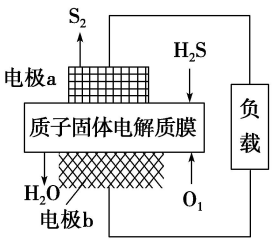
C．负极的电极反应为 $Mg-2e^-+2OH^-=\!=Mg(OH)_2$

D．当电路中转移 0.04 mol 电子时，参加反应的 O_2 为 0.02 mol

解析：A 项，镁—空气电池中，镁为负极，氧气为正极，正确；B 项，原电池中阳离子移向正极，阴离子移向负极，所以溶液中的 OH^- 由正极移向负极，正确；C 项，镁为负极，负极的电极反应为 $Mg-2e^-+2OH^-=\!=Mg(OH)_2$，正确；D 项，氧气为正极，电极反应为 $O_2+2H_2O+4e^-=\!=4OH^-$，根据电极反应可知：当电路中转移 0.04 mol 电子时，参加反应的 O_2 为 0.01 mol，错误。

答案：D

3.科学家设计出质子膜 H_2S 燃料电池，实现了利用 H_2S 废气资源回收能量并得到单质硫。质子膜 H_2S 燃料电池的结构示意图如下图所示。下列说法不正确的是(　　)



A．电极 a 为电池的负极

B．电极 b 上发生的电极反应为 $O_2+4H^++4e^-=2H_2O$

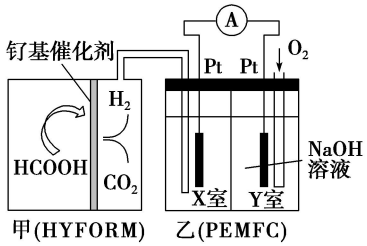
C．电路中每流过 4 mol 电子，在正极消耗 44.8 L H_2S

D．每 17 g H_2S 参与反应，有 1 mol H^+经质子膜进入正极区

解析：根据图示，电极 a 上 H_2S 失去电子被氧化成 S_2，电极 a 为负极，A 项正确；电极 b 上 O_2 发生得电子的还原反应，电极反应式为 $O_2+4H^++4e^-=2H_2O$，B 项正确；H_2S 在负极被消耗，负极电极反应式为 $2H_2S-4e^-=S_2+4H^+$，电路中流过 4 mol 电子，负极消耗 2 mol H_2S，H_2S 所处温度和压强未知，无法计算消耗 H_2S 的体积，C 项错误；$n(H_2S)=\frac{17\ g}{34\ g\cdot mol^{-1}}=0.5\ mol$，根据正极和负极电极反应式，每 17 g H_2S 参与反应有 1 mol H^+经质子膜进入正极区，D 项正确；答案选 C。

答案：C

4．(2019·乐山调研)据报道，用甲酸提供氢气的燃料电池由瑞士科技工作者开发成功。燃料电池包括两个部分：甲(HYFORM)中使用钌(Ru)基催化剂从甲酸中产生氢气；乙(PEMFC)是以 NaOH 为电解质的氢氧燃料电池。装置的原理示意图如图。下列有关说法错误的是(　　)



A．该燃料电池使用的甲酸比氢气更易储存和运输

B．Y 室的电极反应式：$O_2+4H^++4e^-=2H_2O$

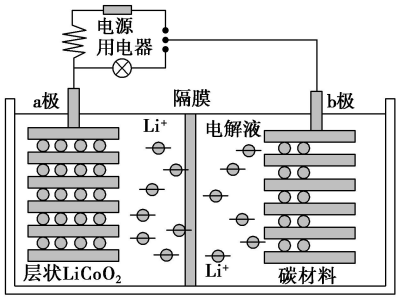
C．X 室为负极室，Y 室为正极室

D．甲中消耗 1 mol 甲酸，乙中转移 2 mol 电子

解析：甲酸为液态，氢气为气态，且易在空气中燃烧发生爆炸，因此该燃料电池使用的甲酸比氢气更易储存和运输，A 正确；Y 室为原电池的正极，发生还原反应，电极反应式 $O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$，B 错误；通过装置图看出，X 室为负极室，Y 室为正极室，C 正确；甲酸分解产生二氧化碳和氢气，$HCOOH=CO_2\uparrow+H_2\uparrow$；反应转移 2 mol 电子，因此甲中消耗 1 mol 甲酸，乙中转移 2 mol 电子，D 正确。

答案：B

5．(2019·宜宾诊断)某锂离子电池工作原理如下图所示，电池反应为：$Li_{1-x}CoO_2+Li_xC\underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}}LiCoO_2+C$。下列说法不正确的是(　　)



A．放电时，电子从 b 极经用电器流向 a 极

B．放电时，若转移 1 mol e^-，碳材料将增重 7 g

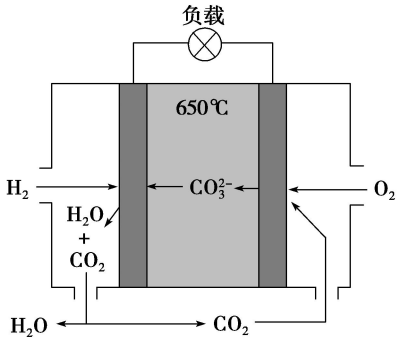
C．充电时，锂离子通过隔膜进入右室

D．充电时，a 极反应：$LiCoO_2-xe^-=\!=\!=Li_{1-x}CoO_2+xLi^+$

解析：电池反应为：$Li_{1-x}CoO_2+Li_xC \underset{\text{充电}}{\overset{\text{放电}}{\rightleftharpoons}} LiCoO_2+C$。放电时，a 极反应：$Li_{1-x}CoO_2+xLi^++xe^-=\!=\!=LiCoO_2$，故为原电池的正极，b 极为负极，电极反应：$Li_xC-xe^-=\!=\!=xLi^++C$，A 项，放电时，电子从负极 b 极经用电器流向正极 a 极，正确；B 项，根据电极反应：$Li_xC-xe^-=\!=\!=xLi^++C$，放电时，若转移 1 mol e^-，碳材料将增重 $\frac{12}{x}$g，不正确；C 项，充电时，锂离子通过隔膜向阴极室进入右室，正确；D 项，充电时，a 极为阳极，电极反应：$LiCoO_2-xe^-=\!=\!=Li_{1-x}CoO_2+xLi^+$，正确。

答案：B

6．(2019·天津和平区模拟)氢氧熔融碳酸盐燃料电池是一种高温电池(600～700 ℃)，具有效率高、噪音低、无污染、燃料多样、余热利用价值高等优点。氢氧熔融碳酸盐燃料电池的工作原理如图所示。下列有关该电池的说法正确的是(　　)



A．电池工作时，熔融碳酸盐只起到导电的作用

B．负极反应式为 $H_2-2e^-+CO_3^{2-}=\!=\!=CO_2+H_2O$

C．该电池可利用工厂中排出的 CO_2，减少温室气体的排放

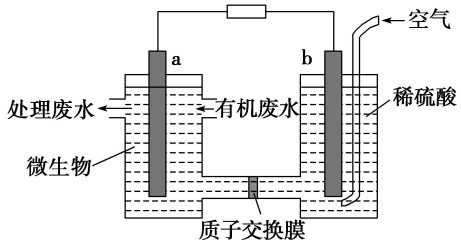
D．电池工作时，外电路中流过 0.2 mol 电子，消耗 3.2 g O_2

解析：根据图示，在氢氧熔融碳酸盐燃料电池中，通入氢气的电极为负极，负极发生氧化反应，电极反应式为 $H_2-2e^-+CO_3^{2-}=\!=\!=CO_2+H_2O$，通入氧气的电极为正极，正极发生还原

反应，电极反应式为 $O_2+2CO_2+4e^-=2CO_3^{2-}$，总反应为 $2H_2+O_2=2H_2O$。根据上述分析，电池工作时，熔融碳酸盐参与了电极反应，故 A 错误；负极发生氧化反应，电极反应式为 $H_2-2e^-+CO_3^{2-}=CO_2+H_2O$，故 B 正确；根据总反应，该电池工作时没有消耗二氧化碳，不能减少温室气体的排放，故 C 错误；电池工作时，外电路中流过 0.2 mol 电子，消耗 0.5 mol 氧气，质量为 16 g O_2，故 D 错误。

答案：B

7．某化学小组拟设计微生物燃料电池将污水中的乙二胺[$H_2N(CH_2)_2NH_2$]氧化成环境友好的物质，工作原理如图所示(a、b 均为石墨电极)。下列分析正确的是(　　)



A．电子流动方向为 a→导线→b

B．H^+经质子交换膜由右向左移动

C．放电一段时间 b 极附近 pH 不变

D．a 电极发生反应：$H_2N(CH_2)_2NH_2+16e^-+4H_2O=2CO_2\uparrow+N_2\uparrow+16H^+$

解析：$H_2N(CH_2)_2NH_2$ 在 a 电极上失电子发生氧化反应，生成氮气、二氧化碳和水，则 a 为负极，电极反应式为 $H_2N(CH_2)_2NH_2+4H_2O-16e^-+4H^+=2CO_2\uparrow+N_2\uparrow+16H^+$，氧气在正极 b 上得电子发生还原反应，电子反应式为 $O_2+4e^++4H^+=2H_2O$，电子由负极经导线流向正极，阳离子向正极移动。A 项，由上述分析可知，a 是负极，b 是正极，所以电子流动方向为 a→导线→b，正确；B 项，a 是负极，b 是正极，H^+经质子交换膜由左向右移动，错误；C 项，b 的电极反应式为 $O_2+4e^-+4H^+=2H_2O$，所以 b 极附近溶液的 pH 增大，错误；D 项，$H_2N(CH_2)_2NH_2$ 在负极 a 上失电子发生氧化反应，生成氮气、二氧化碳和水，电极反应式为 $H_2N(CH_2)_2NH_2+4H_2O-16e^-=2CO_2\uparrow+N_2\uparrow+16H^+$，错误。

答案：A