



四是：守恒规律

在一个氧化还原反应中，氧化剂得到电子的数目等于还原剂失去电子的数目，或者说氧化剂化合价降低总数等于还原剂化合价升高总数。即  $a_1n_1=a_2n_2$

上式中  $n_1$ 、 $n_2$  分别为氧化剂、还原剂的物质的量； $a_1$ 、 $a_2$  分别为 1 mol 氧化剂、还原剂得失电子数目（即氧化剂、还原剂化合价变动值）。

根据这个规律，可以进行氧化反应方程式的配平以及涉及氧化还原反应的各种计算。

### 考点之八 平衡标志问题

【例 8】可逆反应： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ，在体积固定的密闭容器中，达到平衡状态的标志是（ ）

①单位时间内生成  $n \text{ mol O}_2$  的同时生成  $2n \text{ mol NO}_2$ ；②单位时间内生成  $n \text{ mol O}_2$  的同时生成  $2n \text{ mol NO}$ ；③用  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{O}_2$  表示的反应速率的比为 2:2:1 的状态；④混合气体的颜色不再改变的状态；⑤混合气体的密度不再改变的状态；⑥混合气体的压强不再改变的状态；⑦混合气体的平均相对分子质量不再改变的状态。

A. ①④⑥⑦ B. ②③⑤⑦ C. ①③④⑤ D. 全部

**分析与解答：**根据平衡状态的含义、特征和判定方法进行分析可知，①单位时间内生成  $n \text{ mol O}_2$  必消耗  $2n \text{ mol NO}_2$ ，而生成  $2n \text{ mol NO}_2$  时，必消耗  $n \text{ mol O}_2$ ，能说明反应达到平衡；②不能说明；③中无论达到平衡与否，化学反应速率都等于化学计量系数之比，不能说明；④有颜色的气体颜色不变，则表示物质的浓度不再变化，说明反应已达到平衡；⑤体积固定，气体质量反应前后守恒，密度始终不变；⑥反应前后  $\Delta V \neq 0$ ，压强不变，则各物质的含量不再变化；⑦由于气体的质量不变，气体的平均相对分子质量不变时，说明气体中各物质的量不变，该反应  $\Delta V \neq 0$ ，能说明该反应达到平衡。故正确选项为 A。

**练习：**在一定温度下，可逆反应  $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$  达到平衡的标志是（ ）

- A. C 的生成速率与 C 的分解速率相等  
B. 单位时间生成  $n \text{ mol A}$ ，同时生成  $3n \text{ mol B}$   
C. A、B、C 的浓度不再变化  
D. A、B、C 的分子数比为 1:2:3。

答案：A、C

**【温馨提示】**对于判定化学反应是否达到平衡状态的标志，其切入点可从如下 3 个方面来判断：

(1) 直接标志：①  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ ，即用速率关系表示化学平衡状态，式中既要有正反应速率，又要有逆反应速率，且两者之比等于该反应中的化学计量数之比。②各组分的质量、物质的量不变，③各组分的浓度（或百分含量）不变。

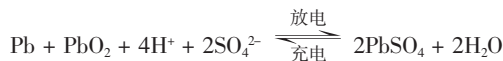
(2) 间接标志：①对于有气体存在且反应前后气体的总体积发生改变 ( $\Delta n(\text{g}) \neq 0$ ) 的反应，如  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，a.通过总量： $n_{\text{总}}$ （或恒温恒压下的  $V_{\text{总}}$ 、恒温恒容下的  $p_{\text{总}}$ ）不

变；b.通过复合量：（平均摩尔质量、密度）不变，则说明该反应已达平衡状态；③对于有气体存在且反应前后气体的总体积不发生改变 ( $\Delta n(\text{g}) = 0$ ) 的反应，如  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ ，反应过程中任何时刻体系的压强、气体的物质的量、平均摩尔质量都不变，故压强、气体的物质的量、平均摩尔质量不变均不能说明反应已达平衡状态；④其他：对于有色气体存在的反应体系，如  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  和  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  等，若体系的颜色不再发生改变，则反应已达平衡状态。

(3) 微观标志：如  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，下列各项均可说明该反应达到平衡状态：①断裂 1 mol  $\text{N} \equiv \text{N}$  键的同时生成 1 mol  $\text{N} \equiv \text{N}$  键；②断裂 1 mol  $\text{N} \equiv \text{N}$  键的同时生成 3 mol  $\text{H}-\text{H}$  键；③断裂 1 mol  $\text{N} \equiv \text{N}$  键的同时生成 6 mol  $\text{N}-\text{H}$  键；④生成 1 mol  $\text{N} \equiv \text{N}$  键的同时断裂 6 mol  $\text{N}-\text{H}$  键。

### 考点之九 可逆电池问题

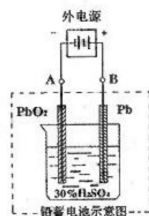
【例 9】铅蓄电池是典型的可充电型电池，它的正负极极板是惰性材料，电池总反应式为：



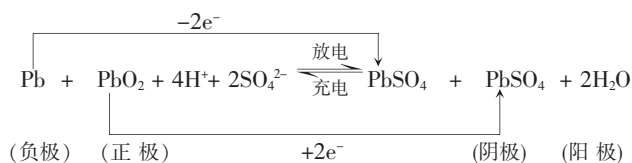
请回答下列问题（不考虑氢、氧的氧化还原）：

(1) 放电时：正极的电极反应式是 \_\_\_\_\_；电解液中  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的浓度将变 \_\_\_\_\_；当外电路通过 1 mol 电子时，理论上负极板的质量增加 \_\_\_\_\_ g。

(2) 在完全放电耗尽  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$  时，若按上图连接，电解一段时间后，则在 A 电极上生成 \_\_\_\_\_，B 电极上生成 \_\_\_\_\_，此时铅蓄电池的正负极的极性将 \_\_\_\_\_。



**分析与解答：**本题是一道涉及电池方面的信息迁移题，题目中给出了铅蓄电池的总反应式，并据此来回答题中的相关问题，有一定难度。为此，要解决好这类问题，必须明确两点：一是蓄电池的放电起了什么作用呢？（回答：原电池）；二是蓄电池的充电起了什么作用呢？（回答：电解池）。而后，再依据电子转移的方向来进行切入，学生就能由题中给出的可逆电池总反应来确定出原电池的正、负极和电解池的阴、阳极。其关系如下：



同时，从上述电子转移情况及电池相关知识，即可迅速写出原电池和电解池的反应式。

