

默写小纸条 DAY1

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 新键生成_____的能量_____旧键断裂_____的能量，则反应放热。新键生成_____的能量_____旧键断裂_____的能量，则反应吸热。
2. 反应物总焓_____生成物总焓，反应放热。反应物总焓_____生成物总焓，反应吸热
3. 能量越低越稳定。同一物质能量由高到低：气体(g)_____液体(l)_____固体(s)；稳定性：气体(g)_____液体(l)_____固体(s)（填“>”或“<”）
4. ΔH 为“-”或 $\Delta H<0$ 是_____， ΔH 为“+”或 $\Delta H>0$ 是_____
5. 若生成物的总能量大于反应物的总能量，则为_____。由稳定的物质生成不稳定的物质的反应为_____。

默写小纸条 DAY2

班级_____

姓名_____

日期_____

中和热概念及其数值

1. 概念：在_____中，_____酸与_____碱发生中和反应生成_____H₂O(l)时_____的热量称为中和热
2. 表示方法： $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l)$ $\Delta H =$ _____
 - ①条件：稀溶液，因浓酸溶液或浓碱溶液稀释时会_____热量
 - ②反应物：酸与碱（在中学化学中，只讨论_____酸和_____碱反应的中和热）
 - ③生成物及其物质的量：必须是形成1mol的H₂O(l)
 - ④表述：用文字叙述中和热时，不带“-”；用 ΔH 表示时，带上“-”
如：强酸与强碱反应的中和热为_____或 $\Delta H =$ _____
 - ⑤强酸，强碱发生中和反应时，中和热为一定值，与酸、碱的用量_____，与其中一种过量也无关，但酸和碱放出的热量与其用量有关
 - ⑥浓的强酸和强碱在发生中和反应的同时还要发生溶解，溶解要_____热量，故放出热量_____57.3kJ
 - ⑦弱酸和弱碱在发生中和反应的同时还要发生_____，_____要_____热量，故放出热量_____57.3kJ
 - ⑧中和反应的实质是H⁺和OH⁻化合反应生成H₂O。若反应过程中有其它物质生成（生成不溶物质或难电离的物质等），这部分热量_____（包含/不包含）在中和热内

默写小纸条 DAY3

班级_____

姓名_____

日期_____

燃烧热

概念：在 25 °C、101 kPa 时，_____纯物质_____燃烧生成_____时所放出的热量，叫做该物质的燃烧热

(1) $\Delta H = \text{_____总键能之和} - \text{_____总键能之和}$

(2) $\Delta H = \text{_____总能量} - \text{_____总能量}$

化学反应速率

1. 意义：化学反应速率是用来衡量_____的物理量

2. 表示方法：通常用_____来表示

3. 表达式： $v = \text{_____}$ 或 $v = \text{_____}$

①一般来说，随着反应的逐渐进行，反应物浓度会逐渐_____，化学反应速率也会逐渐_____。

因此，化学反应速率通常是指某一段时间内的_____反应速率，而不是_____反应速率

②在同一化学反应中，选用不同物质表示化学反应速率，其数值可能相同也可能不相同，但表示的意义相同，即一种物质的化学反应速率就代表了整个化学反应的反应速率

③化学反应中各物质的反应速率之比等于_____

④表示化学反应速率时，必须指明用哪种物质作标准，因为同一化学反应，用不同的物质表示的反应速率，其数值_____。

⑤化学反应速率与_____和_____有关，无论是用反应物浓度的减少还是用生成物浓度的增加来表示，都取正值

⑥在一定温度下，对于_____来说，其单位体积里的物质的量不会改变，即它们的物质的量浓度为常数，即 $\Delta c = 0$ (无意义)，所以不用_____表示反应速率

默写小纸条 DAY4

班级_____

姓名_____

日期_____

“三段式”法在化学反应速率计算中的应用

例：在一定条件下，向 2L 密闭容器中充入 2mol N₂ 和 4mol H₂ 发生反应 N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g)，10 min 时测定生成 NH₃ 1 mol，则用 N₂、H₂、NH₃ 表示的平均反应速率分别为多少？

N ₂ (g) + 3H ₂ (g) ⇌ 2NH ₃ (g)			
起始	2mol	4mol	0
转化	0.5mol	_____	_____
末	_____	_____	_____

计算各项反应速率：

$$v(N_2) = \text{_____} = \text{_____}$$

$$v(H_2) = \text{_____} = \text{_____}$$

$$v(NH_3) = \text{_____} = \text{_____}$$

当其他条件不变时，增大反应物的浓度，可以_____化学反应速率；减小反应物的浓度，可以_____化学反应速率

默写小纸条 DAY5

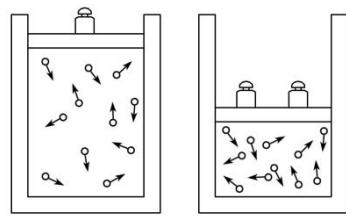
班级_____

姓名_____

日期_____

1. 完成表格

对于气体来说，在一定温度下，一定质量的气体所占的体积与压强成反比



由图可知：其他条件不变时，增大压强，气体体积_____，浓度_____

2. 影响规律：

对于气体反应，当其他条件不变时，增大压强，气体体积_____，浓度_____，化学反应速率_____；减小压强，气体体积_____，浓度_____，化学反应速率_____。

若其他条件相同，升高温度，化学反应速率_____；降低温度，化学反应速率_____。当其他条件不变时，使用催化剂，化学反应速率_____。

恒温恒容	
分析思路	充入惰性气体 → 体系总压_____，但体积不变，即各物质的浓度_____，故反应速率_____。

默写小纸条 DAY6

班级_____

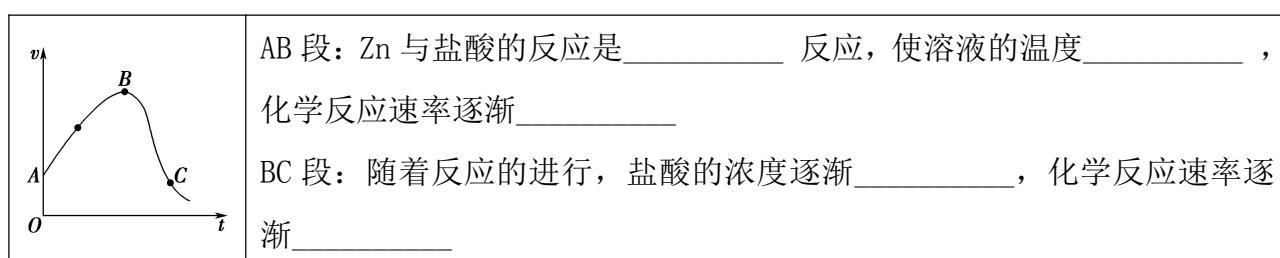
姓名_____

日期_____

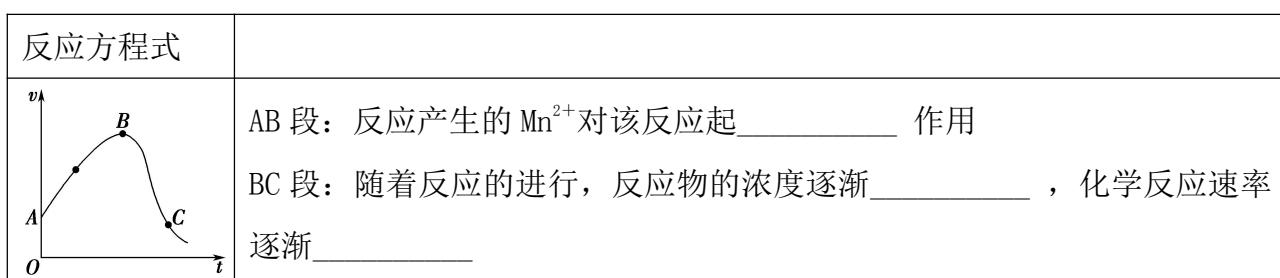
恒温恒压	
分析思路	<p>充入惰性气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积 _____ $\xrightarrow{\text{引起}}$ 各反应物浓度 _____</p> <p>$\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率 _____</p> <p>或充入惰性气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体系的分压 _____，相当于 _____ 压强，故反应速率 _____</p>

对于压强的改变，只有引起反应体系中反应物 _____ 变化，才对反应速率产生影响。改变压强，其实是改变了反应物的 _____

(1) Zn 与足量盐酸的反应，反应速率随时间的变化如图所示。



(2) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中加入酸性 KMnO_4 溶液，随着反应的进行，反应速率随时间的变化如图所示



默写小纸条 DAY7

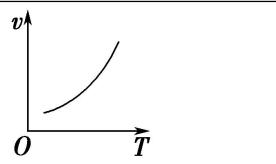
班级_____

姓名_____

日期_____

速率—温度图

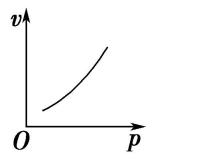
其他条件一定，反应速率随着温度的升高而_____



其他条件一定，反应速率随着温度的降低而_____

速率—压强图

其他条件一定，增大气态反应物的压强(缩小容器的容积)，反应速率随着压强的增大而_____；其他条件一定，减小气态反应物的压强(增大容器的容积)，反应速率随着压强的减小而_____



基元反应与反应历程

(1) 基元反应：大多数的化学反应往往经过多个反应步骤才能实现。其中_____都称为基元反应
如： $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$ 的 2 个基元反应为 $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{I}\cdot + 2\text{I}\cdot \rightarrow \text{I}_2$

(2) 反应机理：先后进行的_____反映了化学反应的反应历程，反应历程又称反应机理

(3) 许多化学反应都不是基元反应，而是由两个或多个基元步骤完成的。假设反应： $\text{A}_2 + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}$ 是分两个基元步骤完成的

第一步 $\text{A}_2 \rightarrow 2\text{A}$ (慢反应)

第二步 $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{A}_2\text{B}$ (快反应)

对于总反应来说，决定反应速率的肯定是_____基元步骤，即这种前一步的产物作为后一步的反应物的连串反应的。决定速率的步骤是最_____的一个基元步骤

如：过氧化氢 H_2O_2 在水溶液中把溴化氢 HBr 氧化为溴 Br_2 的反应： $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
反应机理为

$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{HOBr} + \text{H}_2\text{O}$ (慢反应)

$\text{HOBr} + \text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (快反应)

决定速率的就是_____反应，且这个反应中 HBrO 不是最终产物，称为反应的_____

(4) 基元反应发生的先决条件：基元反应发生的先决条件是反应物的分子必须发生_____，但是并不是每一次分子_____都能发生化学反应

默写小纸条 DAY8

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 有效碰撞 ①概念：把能够发生化学反应的碰撞叫做_____

②条件：具有足够的_____；具有合适的_____

③与反应速率的关系：碰撞的频率_____，则反应速率_____

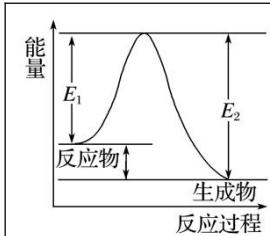
(2) 活化能和活化分子

①活化分子：能够发生_____的分子叫做活化分子

②活化能：_____分子具有的_____与反应物分子具有的平均能量之差，叫做反应的活化能

③活化分子的特点：活化分子具有比普通分子（非活化分子）更_____的能量，活化分子在碰撞后有可能使原子间的化学键_____从而导致化学反应的发生

(3) 反应物、生成物的能量与活化能的关系图



E₁: _____反应的活化能

E₂: 活化分子变成生成物分子_____的能量，也可认为是_____反应的活化能

E₁—E₂: _____，即 $\Delta H =$ _____

默写小纸条 DAY9

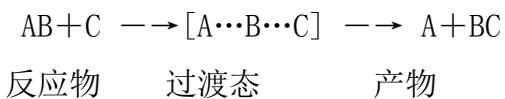
班级_____

姓名_____

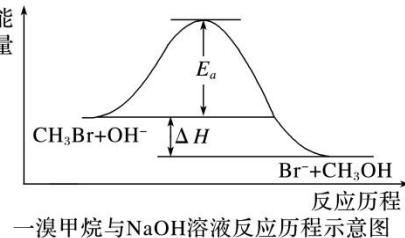
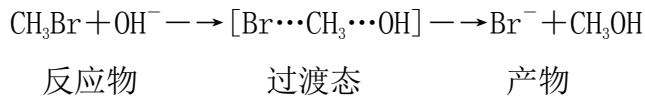
日期_____

基元反应过渡状态理论

(1) 基元反应过渡状态理论认为，基元反应在从反应物到产物的变化过程中要经历一个_____状态，这个状态称为_____态



(2) 过渡态是处在反应过程中具有_____能量的一种分子构型，过渡态能量与反应物的平均能量的差值相当于_____。如：一溴甲烷与 NaOH 溶液反应的历程可以表示为：



一溴甲烷与 NaOH 溶液反应历程示意图

化学反应速率与分子间的有效碰撞频率有关，所有能够改变内能、运动速率，以及碰撞几率的方法，都可以用来改变、控制反应的速率，即_____和_____增大时，化学反应速率也就增大

默写小纸条 DAY10

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 浓度对化学反应速率影响的微观解释

反应物浓度增大 → 反应物分子总数 _____ → 由于活化分子百分数 _____ → 活化分子总数 _____ → 单位体积内活化分子数 _____ → 单位时间内有效碰撞几率 _____ → 反应速率 _____；反之，反应速率 _____

(2) 压强对化学反应速率影响的微观解释

增大压强 → 气体体积 _____ → 活化分子总数 _____ → 活化分子百分数 _____ → 但单位体积内活化分子数 _____ → 单位时间内有效碰撞的次数 _____ → 反应速率 _____；反之，反应速率 _____

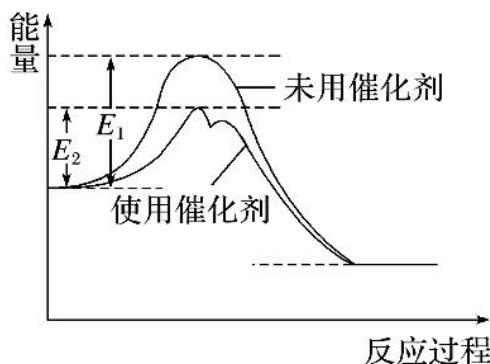
即压强对化学反应速率的影响，可转化成 _____ 对化学反应速率的影响

(3) 温度对化学反应速率影响的微观解释

升高温度 → 反应物分子的能量 _____ → 使一部分原来能量 _____ 的分子变成 _____ 分子 → 活化分子总数 _____ → 活化分子的百分数 _____ → 单位体积内活化分子数 _____ → 单位时间内有效碰撞的次数 _____ → 反应速率 _____；反之，反应速率 _____

(4) 催化剂对化学反应速率影响的微观解释

使用催化剂 → 改变了反应的历程(如下图)，反应的活化能 _____ → 活化分子总数 _____ → 活化分子的百分数 _____ → 单位体积内活化分子数 _____ → 单位时间内有效碰撞的几率 _____ → 反应速率 _____



默写小纸条 DAY11

班级_____

姓名_____

日期_____

外界因素	活化能	分子总数	活化分子总数	活化分子百分数	单位体积活化分子数	有效碰撞次数	反应速率
增大反应物的浓度							
增大反应物的压强							
升高反应物的温度							
使用催化剂							

对于可逆反应 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ，在一定温度下，将 1 mol N_2 和 3 mol H_2 通入一定体积的密闭容器中

	浓度	速率变化	$v_{正}$ 、 $v_{逆}$ 关系
反应开始	反应物浓度_____	$v_{正}$ _____	$v_{正} \quad v_{逆}$
	生成物浓度为_____	$v_{逆}$ 为_____	
反应进行中	反应物浓度_____	$v_{正}$ _____	$v_{正} \quad v_{逆}$
	生成物浓度_____	$v_{逆}$ _____	
反应一段时间(t_1)后	反应物浓度_____	$v_{正}$ _____	$v_{正} \quad v_{逆} \quad 0$

默写小纸条 DAY12

班级_____

姓名_____

日期_____

类型	判断依据	是否是平衡状态
混合物体系中各成分的含量	①各物质的物质的量或各物质的物质的量的分数一定	
	②各物质的质量或各物质质量分数一定	
	③各气体的体积或体积分数一定	
	④总体积、总压强、总物质的量一定	
正、逆反应速率的关系	①在单位时间内消耗了 m molA 同时生成 m molA, 即 $v(正)=v(逆)$	
	②在单位时间内消耗了 n molB 同时消耗了 p molC, 则 $v(正)=v(逆)$	
	③在单位时间内生成 n molB, 同时消耗了 q molD, 因均指 $v(逆)$	
	④ $v(A):v(B):v(C):v(D)=m:n:p:q$, $v(正)$ 不一定等于 $v(逆)$	
压强	① $m+n \neq p+q$ 时, 总压强一定 (其他条件一定)	
	② $m+n=p+q$ 时, 总压强一定 (其他条件一定)	
\bar{M}	① \bar{M} 一定时, 只有当 $m+n \neq p+q$ 时	
	② \bar{M} 一定时, 但 $m+n=p+q$ 时	
温度	任何反应都伴随着能量变化, 当体系温度一定时	
颜色	反应体系内有色物质的颜色一定	
体系的密度	恒温恒容时, 密度一定	
	恒温恒压时, 若 $m+n \neq p+q$, 则密度一定时	
	恒温恒压时, 若 $m+n=p+q$, 则密度一定时	

默写小纸条 DAY13

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 恒温、恒容下，加“惰气”，各反应物、生成物的浓度均未改变， $V_{\text{正}}、V_{\text{逆}}$ _____，故化学平衡_____移动

(2) 恒温、恒压下加入“惰气”，容器体积增大， $V_{\text{正}}、V_{\text{逆}}$ _____，等效于_____，故化学平衡向_____的方向移动

(3) 对于反应前后气体总体积不变的可逆反应，无论什么情况下($T、V$ 不变或 $T、P$ 不变)下加入“惰气”，化学平衡均_____移动

若向一密闭容器中通入1 mol N₂、3 mol H₂发生反应： $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H < 0$ ，一段时间后达到平衡，当改变下列条件后：

(1) 若增大N₂的浓度，平衡移动的方向是_____；达新平衡时，氮气的浓度与改变时相比较，其变化是_____。但新平衡时的浓度_____原平衡时的浓度

(2) 若升高温度，平衡移动的方向是_____；达新平衡时的温度与改变时相比较，其变化是_____。但新平衡时的温度_____原平衡时的温度

(3) 若增大压强，平衡移动的方向是_____；达新平衡时的压强与改变时相比较，其变化是_____。但新平衡时的压强_____原平衡时的压强

默写小纸条 DAY14

班级_____

姓名_____

日期_____

在一定温度下，当一个可逆反应达到化学平衡时，生成物_____与反应物_____的比值是一个常数(简称_____)，用符号K表示。K值越大，表示反应进行得_____，反应物的转化率_____，当K>_____时，该反应就进行的基本完全了。K值越小，表示反应进行得越_____，反应物的转化率_____。当K<_____时，该反应很难发生

化学平衡常数的影响因素

(1) 内因：不同的化学反应及方程式的书写形式是决定化学平衡常数的_____

(2) 外因：在化学方程式一定的情况下，K只受_____影响，与反应物或生成物的浓度无关，与压强无关

①若两反应相加，则总反应的平衡常数K=_____

②若两反应相减，则总反应的平衡常数K=_____

①升高温度：K值增大→正反应为_____反应；K值减小→正反应为_____反应

②降低温度：K值增大→正反应为_____反应；K值减小→正反应为_____反应

默写小纸条 DAY15

班级_____

姓名_____

日期_____

判断正在进行的可逆反应是否达到平衡或反应进行的方向

对于一般的可逆反应， $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD(g)$ ，在任意时刻的 $\frac{c^p(C) \cdot c^q(D)}{c^m(A) \cdot c^n(B)}$ 称为_____，常数用表_____表示，即 $Q = \frac{c^p(C) \cdot c^q(D)}{c^m(A) \cdot c^n(B)}$

当 $Q=K$ 时，反应处于状态_____， $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$

当 $Q < K$ 时，反应向_____方向进行， $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$

当 $Q > K$ 时，反应向_____方向进行， $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$

等效平衡

1、含义：对于同一可逆反应，在一定条件（恒温恒容或恒温恒压）下，以不同的投料方式（即从正反应、逆反应或中间状态开始）进行的反应，若达到_____相等，这样的化学平衡互称等效平衡

2、恒温恒容(T 、 V 一定)条件下， $\Delta n \neq 0$ 反应的等效平衡（_____等效）

3、恒温恒容(T 、 V 一定)条件下， $\Delta n = 0$ 反应的等效平衡（_____等效）

4、恒温恒压(T 、 p 一定)条件下的等效平衡（_____等效）

默写小纸条 DAY16

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ 达平衡后，若只增大 $c_{(A)}$ ，平衡向_____移动，达新平衡时，B 转化率_____，A 转化率反而_____。即：两种或两种以上的反应物达到平衡时，增加其中一种反应物浓度，其它反应物转化率_____，而自身转化率_____
2. 恒温、恒容时，可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ 达平衡后，若按原反应物比例同倍数增大 A 和 B 的量，达新平衡时：

- (1) 当 $m+n > p+q$ 时，A、B 的转化率都_____
- (2) 当 $m+n < p+q$ 时，A、B 的转化率都_____
- (3) 当 $m+n = p+q$ 时，A、B 的转化率都_____

3. 恒温、恒压时，可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ 达平衡后，若按原反应物比例同倍数增大 A 和 B 的量，达新平衡时，A、B 的转化率都_____

4. 焓判据(能量判据)：放热反应过程中体系能量_____，因此具有_____进行的倾向，科学家提出用焓变(能量变化)来判断反应进行的方向，这就是焓判据(能量判据)。研究表明，对于化学反应而言，绝大多数_____反应都能自发进行，且反应放出的热量_____，体系能量_____得也越多，反应越_____。可见，反应的焓变是制约化学反应能否自发进行的因素之一

5. 熵的概念：自发过程的体系趋向于由_____转变为_____，体系的混乱度_____。体系的混乱度常用熵来描述，熵的概念是表示体系的_____程度的物理量，其符号为 S。熵值越大，体系的_____越大。S(g) _____ S(l) _____ S(s)

6. 熵判据：在与外界隔离的体系中，自发过程将导致体系的熵_____，即熵变(符号 ΔS)_____零，这个原理叫做熵增原理。在用_____来判断过程的方向时，就称为熵判据

- (1) 当 $\Delta S > 0$ 时，反应为_____反应，在一定条件下_____自发进行
- (2) 当 $\Delta S < 0$ 时，反应为_____反应，在一定条件下_____自发进行

默写小纸条 DAY17

班级_____

姓名_____

日期_____

自由能与化学反应的方向

1、自由能变化：符号为 ΔG ，单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2、自由能变化与焓变、熵变的关系： $\Delta G = \text{_____}$ 。

3、反应方向与自由能的关系：化学反应总是向着自由能_____的方向进行，直到体系达到_____。

(1) 当 $\Delta G < 0$ 时，反应_____

(2) 当 $\Delta G = 0$ 时，反应_____

(3) 当 $\Delta G > 0$ 时，反应_____

反应热	熵值	反应的自发性
$\Delta H < 0$	$\Delta S > 0$	所有温度都自发进行
$\Delta H < 0$	$\Delta S < 0$	低温下温度能自发进行
$\Delta H > 0$	$\Delta S > 0$	高温下时能自发进行
$\Delta H > 0$	$\Delta S < 0$	所有温度下都不能自发进行

默写小纸条 DAY18

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 电解质：在_____里或_____状态下能够导电的_____叫做电解质。如：氯化钠、硝酸钾、氢氧化钠等

(2) 非电解质：在_____里和_____状态下均不能导电的_____叫做非电解质。如：蔗糖、酒精等

(3) 强电解质：在水溶液中_____电离成离子的电解质称为强电解质

(4) 弱电解质：在水溶液中_____分子电离成离子的电解质称为弱电解质

电离平衡的影响因素 (1) 内因：电解质本身的性质，通常电解质越弱，电离程度_____

(2) 外因

① 浓度：电解质溶液的浓度越小，它的电离程度就_____（越稀越电离）；浓度越大，电离程度越小

a. 同一弱电解质，稀释溶液时，电离平衡将向_____的方向移动，电离程度_____，但溶液中离子浓度_____，如：弱酸 HA 溶液稀释时， $c(\text{HA})$ 、 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{A}^-)$ 均_____（参与平衡建立的微粒），但 $c(\text{OH}^-)$ 会_____

b. 增大溶液的物质的量浓度，电离平衡将向_____方向移动，但电解质的电离程度_____

② 温度：弱电解质的电离一般是_____过程，升高温度使电离平衡向_____的方向移动，电离程度_____

③ 同离子效应——加入具有相同离子的物质

加入与弱电解质具有相同离子的电解质时，可使电离平衡向结合成弱电解质分子的方向移动，电离程度_____

④ 化学反应：加入能与弱电解质电离出的离子发生反应的离子时，电离平衡向_____方向移动

以 0.1mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 为例

	平衡 移动 方向	平衡 常数 K_a	电离 程度	$n(\text{H}^+)$	$c(\text{H}^+)$	$c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	$c(\text{CH}_3\text{COOH})$	导电 能力
加水稀释								
加冰醋酸								
升温								
加 $\text{CH}_3\text{COONa(s)}$								
通入 HCl(g)								
加 NaOH(s)								
加 $\text{Na}_2\text{CO}_3(s)$								

默写小纸条 DAY19

班级_____

姓名_____

日期_____

电离平衡常数

1、概念：在一定条件下，当弱电解质的电离达到平衡时，溶液中弱电解质电离所生成的_____，与溶液中_____之比是一个常数，这个常数叫做电离平衡常数，简称电离常数，用 K 表示

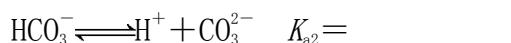
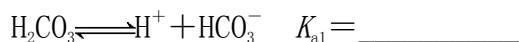
2、电离平衡常数的表示方法：如弱电解质 $\text{AB} \rightleftharpoons \text{A}^+ + \text{B}^-$

$K = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]}$ (在此计算公式中，离子浓度都是平衡浓度，酸一般用_____表示，碱用_____表示)

(1)一元弱酸的电离平衡常数： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

(2)一元弱碱的电离平衡常数： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]}$

(3)多元弱酸的电离平衡常数：多元弱酸的电离是_____进行的，每步各有电离平衡常数，通常用 K_1 、 K_2 等来分别表示



【微点拨】多元弱酸各步电离常数的大小比较为 $K_{a1} > K_{a2}$ ，第一级电离程度较大，第一步电离产生的 H^+ ，对第二级、第三级电离起_____作用，因此，多元弱酸的酸性主要由_____电离决定。

默写小纸条 DAY20

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 电离常数的影响因素

- (1) 内因：同一温度下，不同的弱电解质的电离常数_____，说明电离常数首先由物质的_____所决定
- (2) 外因：对于同一弱电解质，电离平衡常数只与_____有关，由于电离为_____过程，所以电离平衡常数随_____而增大

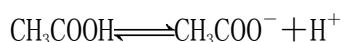
2. 电离平衡常数的应用

- (1) 根据电离平衡常数可以判断弱酸(或弱碱)的相对强弱，相同条件下，电离平衡常数越大，酸性(或碱性)越_____
- (2) 根据_____与电离平衡常数 K 的相对大小判断电离平衡的移动方向
- (3) 根据电离平衡常数判断溶液中微粒浓度比值的变化情况

0.1 mol · L⁻¹ CH₃COOH 溶液加水稀释， $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_a}{c(\text{H}^+)}$ ，加水稀释时，
 $c(\text{H}^+)$ _____， K_a 值 _____，则 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ _____

3. 电离度与电离常数的关系

25 °C c mol · L⁻¹ 的 CH₃COOH



起始浓度/mol · L⁻¹ c 0 0

变化浓度/mol · L⁻¹ x x x

平衡浓度/mol · L⁻¹ $c-x$ x x

$c(\text{H}^+) =$ _____ 电离度 $\alpha =$ _____ (越 _____ 越电离)

默写小纸条 DAY21

班级_____

姓名_____

日期_____

一元强酸和一元弱酸的比较 (以一元强酸(HCl)与一元弱酸(CH_3COOH)的比较为例)

酸 比较项目	等物质的量浓度、等体积的 HCl (a) 与 CH_3COOH (b)	pH 相同、相同体积的 HCl (a) 与 CH_3COOH (b)
$c(\text{H}^+)$		
pH		
酸分子的起始物质的量浓度		
$c(\text{Cl}^-)$ 与 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 大小		
溶液的导电性		
中和酸所用 NaOH 的物质的量		
与过量 Zn 反应产生 H_2 的体积		
与 Zn 反应的起始反应速率		
分别加该酸的钠盐固体后 pH		

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^- \quad \Delta H > 0$					
改变条件	平衡移动方向	$c(\text{H}^+)$	$c(\text{OH}^-)$	水的电离程度	K_w
升高温度					
加入 HCl (g)					
加入 NaOH (s)					
加入 NaHSO_4 (s)					
加入金属 Na					

默写小纸条 DAY22

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 滴定管的认识 ①构造：滴定管的管身是内径均匀、带有刻度的细长玻璃管，_____的下端是玻璃活塞，_____的下端是由橡皮管和玻璃球构成的阀。

②滴定管的使用要求：酸式滴定管可以呈_____、_____溶液和_____溶液，因为酸性和氧化性物质易_____；碱式滴定管可以呈_____和_____溶液，因为碱性物质易_____，致使_____无法打开。

③规格：滴定管的最小分度是_____mL，实验室中常用滴定管的规格有25 mL和50 mL两种。

④滴定管的读数方法：0刻度在_____，从上往下读，读数时取小数点后_____位，估读至_____mL；

2. 中和滴定指示剂的选择

滴定种类	指示剂
强酸——强碱	
强酸——弱碱	
强碱——弱酸	

默写小纸条 DAY23

班级_____

姓名_____

日期_____

常见的误差分析——以用标准盐酸滴定待测氢氧化钠溶液为例

步骤	操作	V _{标准}	c(NaOH)
洗涤	酸式滴定管未用标准溶液润洗		
	碱式滴定管未用待测液润洗		
	锥形瓶用待测液润洗		
	锥形瓶洗净后还留有蒸馏水		
取液	放出碱液的滴定管开始有气泡，放出液体后气泡消失		
滴定	酸式滴定管滴定前有气泡，滴定终点时气泡消失		
	滴定过程中振荡锥形瓶时部分液体溅出		
	滴定时，部分酸液滴出锥形瓶外		
	滴定时有几滴标准溶液滴在锥形瓶的内壁上而未用蒸馏水冲入瓶内		
	溶液颜色较浅时滴入盐酸过快，停止滴定后反加一滴NaOH溶液无变化		
	滴定完毕后立即读数，半分钟后颜色又褪去		
读数	滴定前仰视读数或滴定后俯视读数		
	滴定前俯视读数或滴定后仰视读数		

默写小纸条 DAY24

班级_____

姓名_____

日期_____

盐	NaCl	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	KNO ₃	CH ₃ COONa	(NH ₄) ₂ SO ₄
盐溶液的 酸碱性						

影响盐类水解的主要因素

- 内因：盐类水解程度的大小主要由_____所决定的，生成盐的弱酸(或弱碱)越_____电离(电离常数越_____)，盐的水解程度_____，即越_____越水解。
- 外因

影响因素		水解平衡	水解程度	水解产生离子的浓度
温度	升高			
浓度	增大			
	减小(即稀释)			
外加酸碱	酸	弱碱阳离子水解程度_____		
	碱	弱酸阴离子水解程度_____		

默写小纸条 DAY25

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) Na_2CO_3 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷守恒		物料守恒	
质子守恒		浓度大小	

(2) NaHCO_3 溶液中三个守恒关系式及浓度大小(显碱性)

电荷守恒		物料守恒	
质子守恒		浓度大小	

(3) NaHSO_3 溶液中三个守恒关系式及浓度大小(显酸性)

电荷守恒		物料守恒	
质子守恒		浓度大小	

(4) NH_4Cl 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷守恒		物料守恒	
质子守恒		浓度大小	

(5) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷守恒		物料守恒	
质子守恒		浓度大小	

(6) Na_3PO_4 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷守恒		物料守恒	
质子守恒		浓度大小	

默写小纸条 DAY26

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) CH_3COOH 和 CH_3COONa 等量混合时, 溶液呈酸性

[$c(\text{CH}_3\text{COONa}) \leq c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 时, 溶液也呈酸性]

电荷守恒		物料 守恒	
质子守恒		浓度 大小	

(2) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4Cl 等量混合时, 溶液呈碱性

[$c(\text{NH}_4\text{Cl}) \leq c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 时, 溶液也呈碱性]

电荷守恒		物料 守恒	
质子守恒		浓度 大小	

(3) NaCN 和 HCN 等量混合时, 溶液呈碱性 [$c(\text{HCN}) \leq c(\text{NaCN})$ 时, 溶液也呈碱性]

电荷守恒		物料 守恒	
质子守恒		浓度 大小	

(4) Na_2CO_3 和 NaHCO_3 等量混合时, 溶液呈碱性

电荷守恒		物料 守恒	
质子守恒		浓度 大小	

默写小纸条 DAY27

班级_____

姓名_____

日期_____

影响沉淀溶解平衡的因素

$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$			
条件改变	移动方向	$c(Mg^{2+})$	$c(OH^-)$
加水			
升温			
加 $MgCl_2(s)$			
加盐酸			
加 $NaOH(s)$			

溶度积 K_{sp} 值的大小只与_____的性质和_____有关，而与沉淀的量和溶液中的离子浓度无关。

应用——溶度积规则：对于 $A_mB_n(s) \rightleftharpoons mA^{n+}(aq) + nB^{m-}(aq)$ 任意时刻，离子积 $Q = c^m(A^{n+}) \cdot c^n(B^{m-})$

- (1) $Q > K_{sp}$ ，溶液过饱和，_____沉淀析出，直至溶液_____，达到新的平衡
- (2) $Q = K_{sp}$ ，溶液饱和，沉淀与溶解处于_____
- (3) $Q < K_{sp}$ ，溶液未饱和，_____沉淀析出，若加入过量难溶电解质，难溶电解质_____直至溶液_____

默写小纸条 DAY28

班级_____

姓名_____

日期_____

原电池的概念：将_____能转化为_____能的装置；原电池的反应本质是_____反应

实验步骤	装置图	实验现象	原因解释
用导线连接锌片和铜片，并在锌片和铜片之间串联一个电流表，观察电流表指针是否偏转		Zn 片：_____ Cu 片：_____ 电流表 A 指针_____	电流表指针偏转说明：_____； Cu 片上有气泡说明：_____

组成原电池的条件

- (1) 两个_____的电极
- (2) _____溶液（溶液或者熔融）
- (3) 电极用_____相连并插入电解液构成_____回路
- (4) 有_____的氧化还原反应

原电池中电子流向、电流的流向及离子的迁移方向

(1) 外电路中电子的流向：_____

(2) 外电路中电流的流向：_____

(3) 内电路中离子的迁移：阴离子移向负极，阳离子移向_____极

默写小纸条 DAY29

班级_____

姓名_____

日期_____

原电池中正负极的判断方法

- (1) 根据电极反应或总反应方程式来判断：作还原剂、失电子、化合价升高、发生氧化反应的电极是_____。作氧化剂、得电子、化合价降低、发生还原反应的电极是_____。
- (2) 根据外电路中电子流向或电流方向来判断：电子流出或电流流入的一极是_____；电子流入或电流流出的一极是_____。
- (3) 根据内电路(电解质溶液中)中离子的迁移方向来判断：阳离子向_____移动；阴离子向_____移动。
- (4) 根据原电池的两电极材料来判断：两种金属(或金属与非金属)组成的电极，若它们都与(或都不与)电解质溶液单独能反应，则较_____的金属作负极；若只有一种电极与电解质溶液能反应，则_____电极作负极。
- (5) 根据电极质量的变化来判断：工作后，X极质量增加，说明溶液中的阳离子在X极放电，X极为_____，X极活泼性弱；反之，X极质量减少，说明X极金属溶解，X极为_____，活动性强。

默写小纸条 DAY30

班级_____

姓名_____

日期_____

钴酸锂电池	总反应	$\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiCoO}_2 + \text{C}_6 \quad (x < 1)$
	负极反应	
	正极反应	
磷酸铁锂电池	总反应	$\text{FePO}_4 + \text{Li} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiFePO}_4$
	负极反应	
	正极反应	
锰酸锂电池	总反应	$\text{Li}_x\text{C}_6 + \text{Li}_{3-x}\text{NiCoMnO}_6 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{C}_6 + \text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$
	负极反应	
	正极反应	
锂钒氧化物电池	总反应	$x\text{Li} + \text{LiV}_3\text{O}_8 \equiv \text{Li}_{1+x}\text{V}_3\text{O}_8$
	负极反应	
	正极反应	

默写小纸条 DAY31

班级_____ 姓名_____ 日期_____

电解池：把____转化为____的装置，叫做电解池

电极名称：(1)阴极：与电源____相连的电极，发生____反应

(2)阳极：与电源____相连的电极，发生____反应

电解池中电子、电流和离子的移动

(1)电子流向：从电源____流向电解池的____，从电解池的____流向电源的____

(2)电流方向：电源____极→____极；____极→电源____极

(3)离子流向：阳离子移向电解池的____；阴离子移向电解池的____

阴、阳极的判断：

(1)根据外接电源的正、负极来判断：电源正极连接____极；电源负极连接____极

(2)根据电流方向来判断：从____极流出，从____极流入

(3)根据电子流向来判断：从____极流出，从____极流入

(4)根据离子流向来判断：阴离子移向____极，阳离子移向____极

(5)根据电极发生的反应类型来判断：发生氧化反应的一极是____极，发生还原反应的一极是____极

(6)根据电极产物来判断：电极溶解、逸出 O_2 (或电极区变酸性)或逸出 Cl_2 的为____极；析出金属、逸出 H_2 (或电极区变碱性)的为____极

默写小纸条 DAY32

班级_____ 姓名_____ 日期_____

(1) 用铜作电极电解 $ZnSO_4$ 溶液	阳极反应	
	阴极反应	
	总反应	
(2) 用铜作电极电解 $CuSO_4$ 溶液	阳极反应	
	阴极反应	
(3) 用铁作电极电解 $NaOH$ 溶液	阳极反应	
	阴极反应	
	总反应	
(4) 用 Ag 作电极电解稀盐酸	阳极反应	
	阴极反应	
	总反应	
(5) 以铝材为阳极，电解 H_2SO_4 溶液，铝材表面形成氧化膜	阳极反应	
	阴极反应	
	总反应	
(6) 用 Al 作电极电解 $NaOH$ 溶液	阳极反应	
	阴极反应	
	总反应	

默写小纸条 DAY33

班级_____

姓名_____

日期_____

电解饱和食盐水的原理

原理分析		装置图
通电前	氯化钠溶液中含有的离子是_____	
通电时	移向阳极的离子是_____，移向阴极的离子是_____	
电极反应	阳极反应	() 反应
	阴极反应	() 反应
	化学方程式	
	离子方程式	

电镀池的构成

阳极	浸入电镀液中与直流电源的正极相连作阳极	阳极：镀层金属 阴极：待镀的金属制品 电镀液：含有镀层金属离子的溶液	
阴极	与直流电源的负极相连作阴极		
电镀液			
特点	电镀时，电解质溶液的浓度_____；阳极减少的质量和阴极增加的质量_____；阳极失电子总数和阴极得电子总数_____。		

默写小纸条 DAY34

班级_____

姓名_____

日期_____

电解精炼铜

原理	电解精炼粗铜时，通常把纯铜作阴极，把粗通板（含 Zn、Fe、Ni、Ag、Au 等）作阳极，用 CuSO ₄ 溶液作电解质溶液，当通以直流电时，作为阳极的粗铜逐渐溶解，在阴极上析出纯铜，这样可得符合电气工业要求的纯度达 99.95%~99.98% 的铜			
电极反应	阳极(粗铜)			
	阴极(纯铜)			
如何实现除杂？	在精炼池的阳极，含杂质的铜不断溶解，比铜更活泼的 Zn、Fe、Ni 等也会失去电子，但 Ag、Au 等金属杂质由于失去电子能力比 Cu 弱，难以在阳极溶解，它们会以单质的形式沉积在精炼池底，形成“阳极泥”。“阳极泥”经分离后可以得到 Ag、Au 等贵重金属。在阴极，由于溶液中的 Zn ²⁺ 、Fe ²⁺ 、Ni ²⁺ 、H ⁺ 等离子得到电子的能力均比 Cu ²⁺ 弱，且物质的量浓度均比 Cu ²⁺ 小，所以只有 Cu ²⁺ 在阴极获得电子而析出 Cu，这样，在阴极就得到了纯铜。长时间电解后，电解质溶液的 Cu ²⁺ 浓度中有所减小，且引入了 Zn ²⁺ 、Fe ²⁺ 、Ni ²⁺ 等杂质，需定时除去杂质			
特点	铜的电解精炼时，电解质溶液中的 Cu ²⁺ 浓度中有所_____；阳极减少的质量和阴极增加的质量_____；阳极失电子总数和阴极得电子总数_____。			
微点拨	电解精炼中，比需要精炼的金属活泼的杂质溶解，而不比需要精炼的金属活泼的杂质会沉积（如：精炼镍时 Cu 也会沉积）			

默写小纸条 DAY1

班级_____

姓名_____

日期_____

- 新键生成释放的能量大于旧键断裂吸收的能量，则反应放热。新键生成释放的能量小于旧键断裂吸收的能量，则反应吸热。
- 反应物总焓大于生成物总焓，反应放热。反应物总焓小于生成物总焓，反应吸热
- 能量越低越稳定。同一物质能量由高到低：气体(g) \gt 液体(l) \gt 固体(s)；稳定性：气体(g) \lt 液体(l) \lt 固体(s) (填“ $>$ ”或“ $<$ ”)
- ΔH 为“-”或 $\Delta H < 0$ 是放热反应， ΔH 为“+”或 $\Delta H > 0$ 是吸热反应
- 若生成物的总能量大于反应物的总能量，则为吸热反应。由稳定的物质生成不稳定的物质的反应为吸热反应。

默写小纸条 DAY2

班级_____

姓名_____

日期_____

中和热概念及其数值

- 概念：在稀溶液中，强酸与强碱发生中和反应生成1 mol $H_2O(l)$ 时释放的热量称为中和热
- 表示方法： $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l)$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - ①条件：稀溶液，因浓酸溶液或浓碱溶液稀释时会放出热量
 - ②反应物：酸与碱（在中学化学中，只讨论强酸和强碱反应的中和热）
 - ③生成物及其物质的量：必须是形成1mol的 $H_2O(l)$
 - ④表述：用文字叙述中和热时，不带“-”；用 ΔH 表示时，带上“-”
如：强酸与强碱反应的中和热为57.3 kJ · mol⁻¹或 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - ⑤强酸，强碱发生中和反应时，中和热为一定值，与酸、碱的用量无关，与其中一种过量也无关，但酸和碱放出的热量与其用量有关
 - ⑥浓的强酸和强碱在发生中和反应的同时还要发生溶解，溶解要放出热量，故放出热量大于57.3kJ
 - ⑦弱酸和弱碱在发生中和反应的同时还要发生电离，电离要吸收热量，故放出热量小于57.3kJ
 - ⑧中和反应的实质是 H^+ 和 OH^- 化合反应生成 H_2O 。若反应过程中有其它物质生成（生成不溶物质或难电离的物质等），这部分热量不包含（包含/不包含）在中和热内

默写小纸条 DAY3

班级_____

姓名_____

日期_____

燃烧热

概念：在 25 °C、101 kPa 时，1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量，叫做该物质的燃烧热

(1) $\Delta H = \text{反应物总键能之和} - \text{生成物总键能之和}$

(2) $\Delta H = \text{生成物总能量} - \text{反应物总能量}$

化学反应速率

1. 意义：化学反应速率是用来衡量化学反应过程进行快慢程度的物理量

2. 表示方法：通常用单位时间内反应物浓度的减少量或生成物浓度的增加量(均取正值)来表示

3. 表达式： $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ 或 $v = \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$

①一般来说，随着反应的逐渐进行，反应物浓度会逐渐减小，化学反应速率也会逐渐减慢。因此，化学反应速率通常是指某一段时间内的平均反应速率，而不是瞬时反应速率

②在同一化学反应中，选用不同物质表示化学反应速率，其数值可能相同也可能不相同，但表示的意义相同，即一种物质的化学反应速率就代表了整个化学反应的反应速率

③化学反应中各物质的反应速率之比等于化学方程式中各物质的化学计量数之比

④表示化学反应速率时，必须指明用哪种物质作标准，因为同一化学反应，用不同的物质表示的反应速率，其数值可能不同。

⑤化学反应速率与时间和浓度有关，无论是用反应物浓度的减少还是用生成物浓度的增加来表示，都取正值

⑥在一定温度下，对于固体和纯液体物质来说，其单位体积里的物质的量不会改变，即它们的物质的量浓度为常数，即 $\Delta c=0$ (无意义)，所以不用固体或纯液体表示反应速率

默写小纸条 DAY4

班级_____

姓名_____

日期_____

“三段式”法在化学反应速率计算中的应用

例：在一定条件下，向2L密闭容器中充入2molN₂和4molH₂发生反应N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g)，10 min时测定生成NH₃1 mol，则用N₂、H₂、NH₃表示的平均反应速率分别为多少？

N ₂ (g) + 3H ₂ (g) ⇌ 2NH ₃ (g)			
起始	2mol	4mol	0
转化	0.5mol	1.5mol	1mol
末	1.5mol	2.5mol	1mol

计算各项反应速率：

$$v(N_2) = \frac{0.5 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 10 \text{ min}} = 0.025 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$

$$v(H_2) = \frac{1.5 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 10 \text{ min}} = 0.075 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$

$$v(NH_3) = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 10 \text{ min}} = 0.05 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$

在“三段式”中，转化的部分是按照
化学计量系数进行反应的

当其他条件不变时，增大反应物的浓度，可以增大化学反应速率；减小反应物的浓度，可以减小化学反应速率

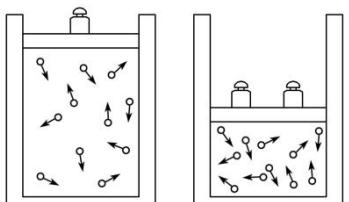
默写小纸条 DAY5

班级_____

姓名_____

日期_____

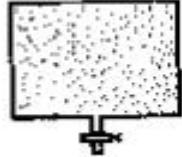
1. 完成表格

对于气体来说，在一定温度下，一定质量的气体所占的体积与压强成反比	
	由图可知：其他条件不变时，增大压强，气体体积 缩小 ，浓度 增大

2. 影响规律：

对于气体反应，当其他条件不变时，增大压强，气体体积**缩小**，浓度**增大**，化学反应速率**加快**；减小压强，气体体积**增大**，浓度**减小**，化学反应速率**减慢**

若其他条件相同，升高温度，化学反应速率**增大**；降低温度，化学反应速率**减小**。当其他条件不变时，使用催化剂，化学反应速率**增大**

恒温恒容	
分析思路	充入惰性气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体系总压 增大 ，但体积不变，即各物质的浓度 不变 ，故反应速率 不变

默写小纸条 DAY6

班级_____

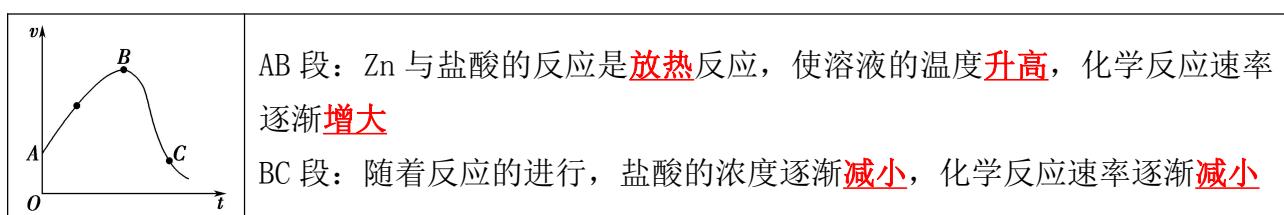
姓名_____

日期_____

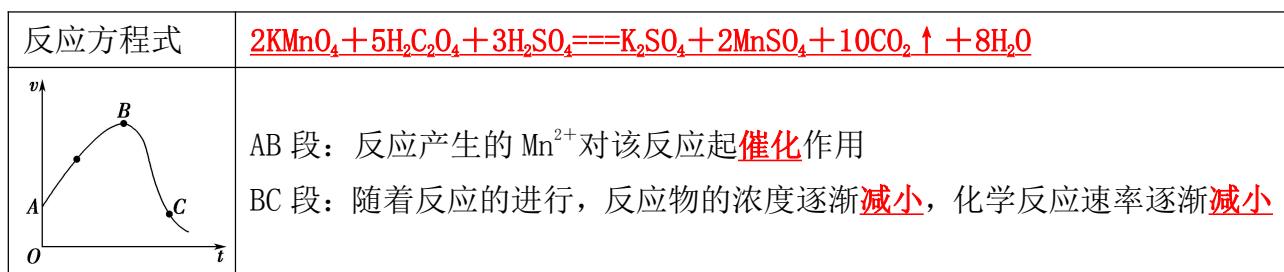
恒温恒压	
分析思路	<p>充入惰性气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体积增大 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 各反应物浓度减少 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 反应速率减小</p> <p>或充入惰性气体 $\xrightarrow{\text{引起}}$ 体系的分压减小，相当于减小压强，故反应速率减小</p>

对于压强的改变，只有引起反应体系中反应物浓度变化，才对反应速率产生影响。改变压强，其实是改变了反应物的浓度

(1) Zn 与足量盐酸的反应，反应速率随时间的变化如图所示。



(2) $H_2C_2O_4$ 溶液中加入酸性 $KMnO_4$ 溶液，随着反应的进行，反应速率随时间的变化如图所示



默写小纸条 DAY7

班级_____

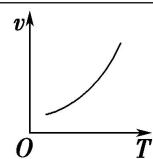
姓名_____

日期_____

速率—温度图

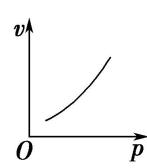
其他条件一定，反应速率随着温度的升高而**增大**

其他条件一定，反应速率随着温度的降低而**减小**



速率—压强图

其他条件一定，增大气态反应物的压强(缩小容器的容积)，反应速率随着压强的增大而**增大**；其他条件一定，减小气态反应物的压强(增大容器的容积)，反应速率随着压强的减小而**减小**



基元反应与反应历程

(1) 基元反应：大多数的化学反应往往经过多个反应步骤才能实现。其中**每一步反应**都称为基元反应
如： $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$ 的 2 个基元反应为 $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{I}\cdot + 2\text{I}\cdot \rightarrow \text{I}_2$

(2) 反应机理：先后进行的**基元反应**反映了化学反应的反应历程，反应历程又称反应机理

(3) 许多化学反应都不是基元反应，而是由两个或多个基元步骤完成的。假设反应： $\text{A}_2 + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}$ 是分两个基元步骤完成的

第一步 $\text{A}_2 \rightarrow 2\text{A}$ (慢反应)

第二步 $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{A}_2\text{B}$ (快反应)

对于总反应来说，决定反应速率的肯定是**第一个**基元步骤，即这种前一步的产物作为后一步的反应物的连串反应的。决定速率的步骤是最**慢**的一个基元步骤

如：过氧化氢 H_2O_2 在水溶液中把溴化氢 HBr 氧化为溴 Br_2 的反应： $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

反应机理为

$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{HOBr} + \text{H}_2\text{O}$ (慢反应)

$\text{HOBr} + \text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (快反应)

决定速率的就是**第一个**反应，且这个反应中 HBrO 不是最终产物，称为反应的**中间产物或中间体**

(4) 基元反应发生的先决条件：基元反应发生的先决条件是反应物的分子必须发生**碰撞**，但是并不是每一次分子**碰撞**都能发生化学反应

默写小纸条 DAY8

班级_____

姓名_____

日期_____

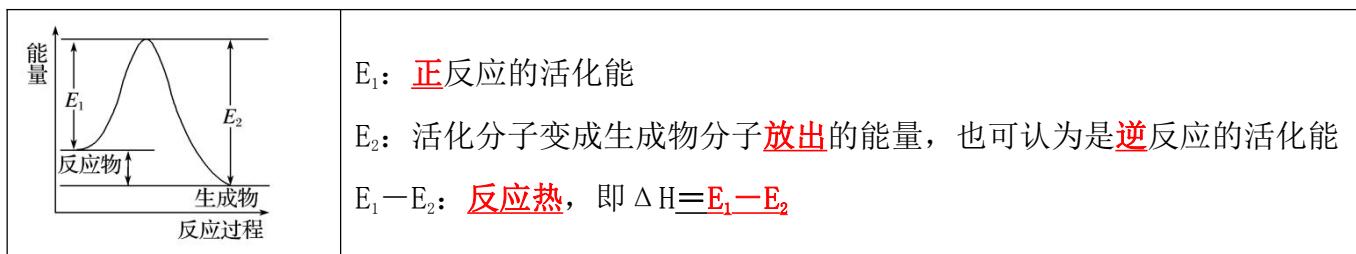
(1) 有效碰撞

- ① 概念：把能够发生化学反应的碰撞叫做**有效碰撞**
- ② 条件：具有足够的**能量**；具有合适的**取向**
- ③ 与反应速率的关系：碰撞的频率**越高**，则反应速率**越快**

(2) 活化能和活化分子

- ① 活化分子：能够发生**有效碰撞**的分子叫做活化分子
- ② 活化能：**活化**分子具有的**平均能量**与反应物分子具有的平均能量之差，叫做反应的活化能
- ③ 活化分子的特点：活化分子具有比普通分子（非活化分子）更**高**的能量，活化分子在碰撞后有可能使原子间的化学键**断裂**从而导致化学反应的发生

(3) 反应物、生成物的能量与活化能的关系图



默写小纸条 DAY9

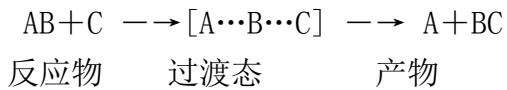
班级_____

姓名_____

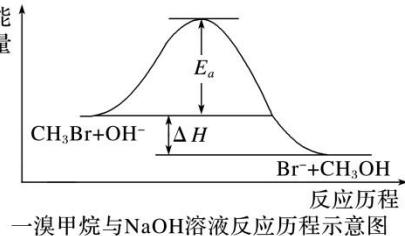
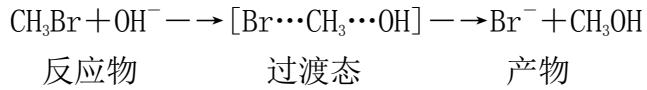
日期_____

基元反应过渡状态理论

- (1) 基元反应过渡状态理论认为，基元反应在从反应物到产物的变化过程中要经历一个**中间**状态，这个状态称为**过渡态**



- (2) 过渡态是处在反应过程中具有**最高**能量的一种分子构型，过渡态能量与反应物的平均能量的差值相当于**活化能**。如：一溴甲烷与 NaOH 溶液反应的历程可以表示为：



一溴甲烷与 NaOH 溶液反应历程示意图

化学反应速率与分子间的有效碰撞频率有关，所有能够改变内能、运动速率，以及碰撞几率的方法，都可以用来改变、控制反应的速率，即**活化分子百分数**和**单位体积活化分子数**增大时，化学反应速率也就增大

默写小纸条 DAY10

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 浓度对化学反应速率影响的微观解释

反应物浓度增大 → 反应物分子总数增多 → 由于活化分子百分数不变 → 活化分子总数增多 → 单位体积内活化分子数增多 → 单位时间内有效碰撞几率增加 → 反应速率加快；反之，反应速率减慢

(2) 压强对化学反应速率影响的微观解释

增大压强 → 气体体积缩小 → 活化分子总数不变 → 活化分子百分数不变 → 但单位体积内活化分子数增多 → 单位时间内有效碰撞的次数增加 → 反应速率增大；反之，反应速率减小

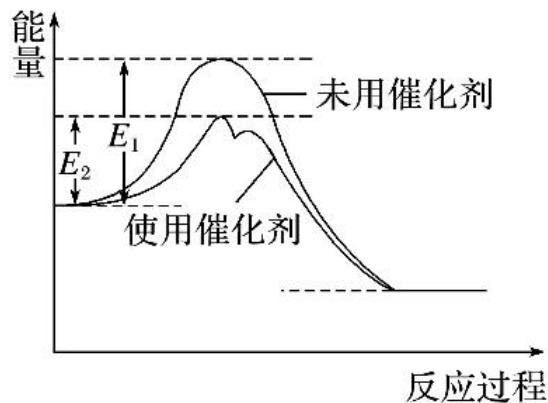
即压强对化学反应速率的影响，可转化成浓度对化学反应速率的影响

(3) 温度对化学反应速率影响的微观解释

升高温度 → 反应物分子的能量增加 → 使一部分原来能量较低的分子变成活化分子 → 活化分子总数增多 → 活化分子的百分数增大 → 单位体积内活化分子数增多 → 单位时间内有效碰撞的次数增加 → 反应速率增大；反之，反应速率减小

(4) 催化剂对化学反应速率影响的微观解释

使用催化剂 → 改变了反应的历程(如下图)，反应的活化能降低 → 活化分子总数增多 → 活化分子的百分数增大 → 单位体积内活化分子数增多 → 单位时间内有效碰撞的几率增加 → 反应速率加快



默写小纸条 DAY11

班级_____

姓名_____

日期_____

外界因素	活化能	分子总数	活化分子总数	活化分子百分数	单位体积活化分子数	有效碰撞次数	反应速率
增大反应物的浓度	不变	增多	增多	不变	增多	增多	加快
增大反应物的压强	不变	不变	不变	不变	增多	增多	加快
升高反应物的温度	不变	不变	增多	增多	增多	增多	加快
使用催化剂	降低	不变	增多	增多	增多	增多	加快

对于可逆反应 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ，在一定温度下，将 1 mol N_2 和 3 mol H_2 通入一定体积的密闭容器中

	浓度	速率变化	$v_{正}$ 、 $v_{逆}$ 关系
反应开始	反应物浓度最大	$v_{正}$ 最大	$v_{正} \geq v_{逆}$
	生成物浓度为 0	$v_{逆}$ 为 0	
反应进行中	反应物浓度逐渐减小	$v_{正}$ 逐渐减小	$v_{正} \geq v_{逆}$
	生成物浓度逐渐增大	$v_{逆}$ 增大	
反应一段时间(t_1)后	反应物浓度不再改变	$v_{正}$ 不变	$v_{正} = v_{逆} \neq 0$

默写小纸条 DAY12

班级_____

姓名_____

日期_____

类型	判断依据	是否是平衡状态
混合物体系中各成分的含量	①各物质的物质的量或各物质的物质的量的分数一定	平衡
	②各物质的质量或各物质质量分数一定	平衡
	③各气体的体积或体积分数一定	平衡
	④总体积、总压强、总物质的量一定	不一定平衡
正、逆反应速率的关系	①在单位时间内消耗了 $m \text{ mol A}$ 同时生成 $m \text{ mol A}$, 即 $v(\text{正})=v(\text{逆})$	平衡
	②在单位时间内消耗了 $n \text{ mol B}$ 同时消耗了 $p \text{ mol C}$, 则 $v(\text{正})=v(\text{逆})$	平衡
	③在单位时间内生成 $n \text{ mol B}$, 同时消耗了 $q \text{ mol D}$, 因均指 $v(\text{逆})$	不一定平衡
	④ $v(A) : v(B) : v(C) : v(D) = m:n:p:q$, $v(\text{正})$ 不一定等于 $v(\text{逆})$	不一定平衡
压强	① $m+n \neq p+q$ 时, 总压强一定 (其他条件一定)	平衡
	② $m+n=p+q$ 时, 总压强一定 (其他条件一定)	不一定平衡
混合气体平均相对分子质量 \bar{M}	① \bar{M} 一定时, 只有当 $m+n \neq p+q$ 时	平衡
	② \bar{M} 一定时, 但 $m+n=p+q$ 时	不一定平衡
温度	任何反应都伴随着能量变化, 当体系温度一定时	平衡
颜色	反应体系内有色物质的颜色一定	平衡
体系的密度	恒温恒容时, 密度一定	不一定平衡
	恒温恒压时, 若 $m+n \neq p+q$, 则密度一定时	平衡
	恒温恒压时, 若 $m+n=p+q$, 则密度一定时	不一定平衡

默写小纸条 DAY13

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 恒温、恒容下，加“惰气”，各反应物、生成物的浓度均未改变， $V_{\text{正}} = V_{\text{逆}}$ ，故化学平衡不发生移动

(2) 恒温、恒压下加入“惰气”，容器体积增大， $V_{\text{正}} = V_{\text{逆}}$ ，等效于降压，故化学平衡向气体总体积增大的方向移动

(3) 对于反应前后气体总体积不变的可逆反应，无论什么情况下(T 、 V 不变或 T 、 P 不变)下加入“惰气”，化学平衡均不发生移动

若向一密闭容器中通入1 mol N_2 、3 mol H_2 发生反应： $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H < 0$ ，一段时间后达到平衡，当改变下列条件后：

(1) 若增大 N_2 的浓度，平衡移动的方向是正向移动；达新平衡时，氮气的浓度与改变时相比较，其变化是减小。但新平衡时的浓度大于原平衡时的浓度

(2) 若升高温度，平衡移动的方向是逆向移动；达新平衡时的温度与改变时相比较，其变化是降低。但新平衡时的温度高于原平衡时的温度

(3) 若增大压强，平衡移动的方向是正向移动；达新平衡时的压强与改变时相比较，其变化是减小。但新平衡时的压强大于原平衡时的压强

默写小纸条 DAY14

班级_____

姓名_____

日期_____

在一定温度下，当一个可逆反应达到化学平衡时，生成物浓度幂之积与反应物浓度幂之积的比值是一个常数(简称平衡常数)，用符号 K 表示。 K 值越大，表示反应进行得越完全，反应物的转化率越大，当 $K > 10^5$ 时，该反应就进行的基本完全了。 K 值越小，表示反应进行得越不完全，反应物的转化率越小。当 $K < 10^{-5}$ 时，该反应很难发生

化学平衡常数的影响因素

(1) 内因：不同的化学反应及方程式的书写形式是决定化学平衡常数的主要因素

(2) 外因：在化学方程式一定的情况下， K 只受温度影响，与反应物或生成物的浓度无关，与压强无关

①若两反应相加，则总反应的平衡常数 $K = K_1 \cdot K_2$

②若两反应相减，则总反应的平衡常数 $K = K_1 / K_2$

①升高温度： K 值增大→正反应为吸热反应； K 值减小→正反应为放热反应

②降低温度： K 值增大→正反应为放热反应； K 值减小→正反应为吸热反应

默写小纸条 DAY15

班级_____

姓名_____

日期_____

判断正在进行的可逆反应是否达到平衡或反应进行的方向

对于一般的可逆反应， $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD(g)$ ，在任意时刻的 $\frac{c^p(C) \cdot c^q(D)}{c^m(A) \cdot c^n(B)}$ 称为**浓度商**，常用**Q**

表示，即 $Q = \frac{c^p(C) \cdot c^q(D)}{c^m(A) \cdot c^n(B)}$

当 $Q = K$ 时，反应处于**平衡**状态， $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$

当 $Q < K$ 时，反应向**正反应**方向进行， $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$

当 $Q > K$ 时，反应向**逆反应**方向进行， $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$

等效平衡

1、含义：对于同一可逆反应，在一定条件（恒温恒容或恒温恒压）下，以不同的投料方式（即从正反应、逆反应或中间状态开始）进行的反应，若达到**平衡时相同的组分在各混合物中的百分含量（体积分数、物质的量分数或质量分数）相等**，这样的化学平衡互称等效平衡

2、恒温恒容(T 、 V 一定)条件下， $\Delta n \neq 0$ 反应的等效平衡 (**量等**等效)

3、恒温恒容(T 、 V 一定)条件下， $\Delta n = 0$ 反应的等效平衡 (**量比**等效)

4、恒温恒压(T 、 p 一定)条件下的等效平衡 (**量比**等效)

默写小纸条 DAY16

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ 达平衡后，若只增大 $c_{(A)}$ ，平衡向右移动，达新平衡时，B 转化率增大，A 转化率反而减小。即：两种或两种以上的反应物达到平衡时，增加其中一种反应物浓度，其它反应物转化率提高，而自身转化率降低

2. 恒温、恒容时，可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ 达平衡后，若按原反应物比例同倍数增大 A 和 B 的量，达新平衡时：

(1) 当 $m+n > p+q$ 时，A、B 的转化率都增大

(2) 当 $m+n < p+q$ 时，A、B 的转化率都减小

(3) 当 $m+n = p+q$ 时，A、B 的转化率都不变

3. 恒温、恒压时，可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ 达平衡后，若按原反应物比例同倍数增大 A 和 B 的量，达新平衡时，A、B 的转化率都不变

4. 焓判据(能量判据)：放热反应过程中体系能量降低，因此具有自发进行的倾向，科学家提出用焓变(能量变化)来判断反应进行的方向，这就是焓判据(能量判据)。研究表明，对于化学反应而言，绝大多数放热反应都能自发进行，且反应放出的热量越多，体系能量降低得也越多，反应越完全。可见，反应的焓变是制约化学反应能否自发进行的因素之一

5. 熵的概念：自发过程的体系趋向于由有序转变为无序，体系的混乱度增大。体系的混乱度常用熵来描述，熵的概念是表示体系的混乱或无序程度的物理量，其符号为 S。熵值越大，体系的混乱度越大。
 $S(g) \geq S(l) \geq S(s)$

6 熵判据：在与外界隔离的体系中，自发过程将导致体系的熵增大，即熵变(符号 ΔS) 大于零，这个原理叫做熵增原理。在用熵变来判断过程的方向时，就称为熵判据

(1) 当 $\Delta S > 0$ 时，反应为熵增反应，在一定条件下能自发进行

(2) 当 $\Delta S < 0$ 时，反应为熵减反应，在一定条件下不能自发进行

默写小纸条 DAY17

班级_____

姓名_____

日期_____

自由能与化学反应的方向

1、自由能变化：符号为 ΔG ，单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2、自由能变化与焓变、熵变的关系： $\Delta G = \underline{\Delta H - T \Delta S}$ 。

3、反应方向与自由能的关系：化学反应总是向着自由能减小的方向进行，直到体系达到平衡。

(1) 当 $\Delta G < 0$ 时，反应能自发进行

(2) 当 $\Delta G = 0$ 时，反应处于平衡状态

(3) 当 $\Delta G > 0$ 时，反应不能自发进行

反应热	熵值	反应的自发性
$\Delta H \leq 0$	$\Delta S \geq 0$	所有温度都自发进行
$\Delta H \leq 0$	$\Delta S \leq 0$	低温下温度能自发进行
$\Delta H \geq 0$	$\Delta S \geq 0$	高温下时能自发进行
$\Delta H \geq 0$	$\Delta S \leq 0$	所有温度下都不能自发进行

默写小纸条 DAY18

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 电解质：在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物叫做电解质。如：氯化钠、硝酸钾、氢氧化钠等

(2) 非电解质：在水溶液里和熔融状态下均不能导电的化合物叫做非电解质。如：蔗糖、酒精等

(3) 强电解质：在水溶液中全部电离成离子的电解质称为强电解质

(4) 弱电解质：在水溶液中只有一部分分子电离成离子的电解质称为弱电解质

电离平衡的影响因素

(1) 内因：电解质本身的性质，通常电解质越弱，电离程度越小

(2) 外因

① 浓度：电解质溶液的浓度越小，它的电离程度就越小（越稀越电离）；浓度越大，电离程度越小

a. 同一弱电解质，稀释溶液时，电离平衡将向电离的方向移动，电离程度增大，但溶液中离子浓度不一定变大，如：弱酸 HA 溶液稀释时， $c(\text{HA})$ 、 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{A}^-)$ 均减小（参与平衡建立的微粒），但 $c(\text{OH}^-)$ 会增大

b. 增大溶液的物质的量浓度，电离平衡将向电离方向移动，但电解质的电离程度减小

② 温度：弱电解质的电离一般是吸热过程，升高温度使电离平衡向电离的方向移动，电离程度增大

③ 同离子效应——加入具有相同离子的物质

加入与弱电解质具有相同离子的电解质时，可使电离平衡向结合成弱电解质分子的方向移动，电离程度减小

④ 化学反应：加入能与弱电解质电离出的离子发生反应的离子时，电离平衡向电离方向移动

以 0.1mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 为例

	平衡移动方向	平衡常数 K_a	电离程度	$n(\text{H}^+)$	$c(\text{H}^+)$	$c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	$c(\text{CH}_3\text{COOH})$	导电能力
加水稀释	正	不变	大	大	小	小	小	弱
加冰醋酸	正	不变	小	大	大	大	大	强
升温	正	大	大	大	大	大	小	强
加 $\text{CH}_3\text{COONa(s)}$	逆	不变	小	小	小	大	大	大
通入 HCl(g)	逆	不变	小	大	大	小	大	大
加 NaOH(s)	正	不变	大	小	小	大	小	大
加 $\text{Na}_2\text{CO}_3(s)$	正	不变	大	小	小	大	小	大

默写小纸条 DAY19

班级_____

姓名_____

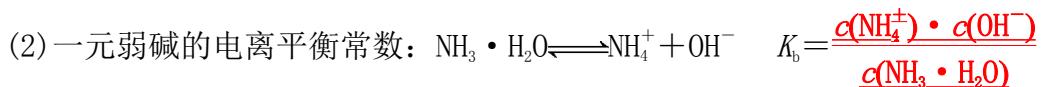
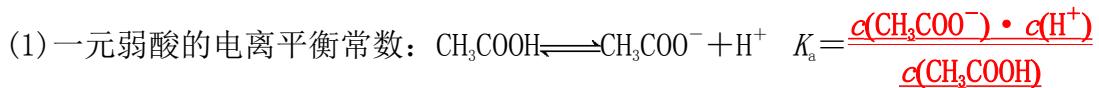
日期_____

电离平衡常数

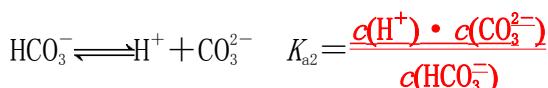
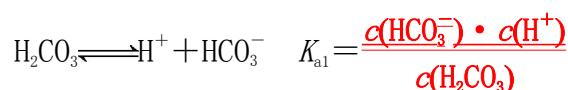
1. 概念：在一定条件下，当弱电解质的电离达到平衡时，溶液中弱电解质电离所生成的各种离子浓度的乘积，与溶液中未电离分子的浓度之比是一个常数，这个常数叫做电离平衡常数，简称电离常数，用 K 表示

2. 电离平衡常数的表示方法：如弱电解质 $\text{AB} \rightleftharpoons \text{A}^+ + \text{B}^-$

$$K = \frac{c(\text{A}^+) \cdot c(\text{B}^-)}{c(\text{AB})} \quad (\text{在此计算公式中，离子浓度都是平衡浓度，酸一般用 } K_a \text{ 表示，碱用 } K_b \text{ 表示})$$



(3) 多元弱酸的电离平衡常数：多元弱酸的电离是分步进行的，每步各有电离平衡常数，通常用 K_1 、 K_2 等来分别表示



【微点拨】多元弱酸各步电离常数的大小比较为 $K_{a1} \gg K_{a2}$ ，第一级电离程度较大，第一步电离产生的 H^+ ，对第二级、第三级电离起抑制作用，因此，多元弱酸的酸性主要由第一步电离决定

默写小纸条 DAY20

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 电离常数的影响因素

- (1) 内因：同一温度下，不同的弱电解质的电离常数不同，说明电离常数首先由物质的本性所决定
(2) 外因：对于同一弱电解质，电离平衡常数只与温度有关，由于电离为吸热过程，所以电离平衡常数随温度升高而增大

2、电离平衡常数的应用

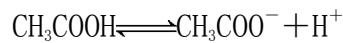
- (1) 根据电离平衡常数可以判断弱酸(或弱碱)的相对强弱，相同条件下，电离平衡常数越大，酸性(或碱性)越强
(2) 根据浓度商 Q 与电离平衡常数 K 的相对大小判断电离平衡的移动方向
(3) 根据电离平衡常数判断溶液中微粒浓度比值的变化情况

0.1 mol · L⁻¹ CH₃COOH 溶液加水稀释， $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_a}{c(\text{H}^+)}$ ，加水稀释时， $c(\text{H}^+)$

减小， K_a 值不变，则 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 增大

3. 电离度与电离常数的关系

25 °C c mol · L⁻¹ 的 CH₃COOH



起始浓度/mol · L⁻¹ c 0 0

变化浓度/mol · L⁻¹ x x x

平衡浓度/mol · L⁻¹ $c-x$ x x

$$c(\text{H}^+) = \sqrt{K_a c}$$

$$\text{电离度 } \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} \quad (\text{越稀越电离})$$

默写小纸条 DAY21

班级_____

姓名_____

日期_____

一元强酸和一元弱酸的比较 (以一元强酸(HCl)与一元弱酸(CH_3COOH)的比较为例)

比较项目	酸	等物质的量浓度、等体积的 HCl (a) 与 CH_3COOH (b)	pH 相同、相同体积的 HCl (a) 与 CH_3COOH (b)
$c(\text{H}^+)$	<u>a>b</u>	<u>a=b</u>	
pH	<u>a<b</u>	<u>a=b</u>	
酸分子的起始物质的量浓度	<u>a=b</u>	<u>a<b</u>	
$c(\text{Cl}^-)$ 与 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 大小	<u>$c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$</u>	<u>$c(\text{Cl}^-) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$</u>	
溶液的导电性	<u>a>b</u>	<u>a=b</u>	
中和酸所用 NaOH 的物质的量	<u>a=b</u>	<u>a<b</u>	
与过量 Zn 反应产生 H_2 的体积	<u>a=b</u>	<u>a<b</u>	
与 Zn 反应的起始反应速率	<u>a>b</u>	<u>a=b; 反应过程中 a<b</u>	
分别加该酸的钠盐固体后 pH	<u>a: 不变; b: 变大</u>	<u>a: 不变; b: 变大</u>	

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^- \quad \Delta H > 0$					
改变条件	平衡移动方向	$c(\text{H}^+)$	$c(\text{OH}^-)$	水的电离程度	K_w
升高温度	<u>右移</u>	<u>增大</u>	<u>增大</u>	<u>增大</u>	<u>增大</u>
加入 HCl(g)	<u>左移</u>	<u>增大</u>	<u>减小</u>	<u>减小</u>	<u>不变</u>
加入 NaOH(s)	<u>左移</u>	<u>减小</u>	<u>增大</u>	<u>减小</u>	<u>不变</u>
加入 NaHSO_4 (s)	<u>左移</u>	<u>增大</u>	<u>减小</u>	<u>减小</u>	<u>不变</u>
加入金属 Na	<u>右移</u>	<u>减小</u>	<u>增大</u>	<u>增大</u>	<u>不变</u>

默写小纸条 DAY22

班级_____

姓名_____

日期_____

1. 滴定管的认识

①构造：滴定管的管身是内径均匀、带有刻度的细长玻璃管，**酸式滴定管**的下端是玻璃活塞，**碱式滴定管**的下端是由橡皮管和玻璃球构成的阀。

②滴定管的使用要求：酸式滴定管可以呈**酸液**、**氧化性**溶液和**中性**溶液，因为酸性和氧化性物质易**腐蚀橡胶管**；碱式滴定管可以呈**碱液**和**中性**溶液，因为碱性物质易**腐蚀玻璃**，致使**活塞**无法打开。

③规格：滴定管的最小分度是 **0.1 mL**，实验室中常用滴定管的规格有 25 mL 和 50 mL 两种。

④滴定管的读数方法：0 刻度在**上**，从上往下读，读数时取小数点后**两位**，估读至 **0.01 mL**；

2. 中和滴定指示剂的选择

滴定种类	指示剂
强酸——强碱	酚酞或甲基橙
强酸——弱碱	甲基橙
强碱——弱酸	酚酞

默写小纸条 DAY23

班级_____

姓名_____

日期_____

常见的误差分析——以用标准盐酸滴定待测氢氧化钠溶液为例

步骤	操作	V _{标准}	c(NaOH)
洗涤	酸式滴定管未用标准溶液润洗	大	大
	碱式滴定管未用待测液润洗	小	小
	锥形瓶用待测液润洗	大	大
	锥形瓶洗净后还留有蒸馏水	不变	无影响
取液	放出碱液的滴定管开始有气泡，放出液体后气泡消失	小	小
滴定	酸式滴定管滴定前有气泡，滴定终点时气泡消失	大	大
	滴定过程中振荡锥形瓶时部分液体溅出	小	小
	滴定时，部分酸液滴出锥形瓶外	大	大
	滴定时有几滴标准溶液滴在锥形瓶的内壁上而未用蒸馏水冲入瓶内	大	大
	溶液颜色较浅时滴入盐酸过快，停止滴定后反加一滴 NaOH 溶液无变化	大	大
读数	滴定完毕后立即读数，半分钟后颜色又褪去	小	小
	滴定前仰视读数或滴定后俯视读数	小	小
	滴定前俯视读数或滴定后仰视读数	大	大

默写小纸条 DAY24

班级_____

姓名_____

日期_____

盐	NaCl	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	KNO ₃	CH ₃ COONa	(NH ₄) ₂ SO ₄
盐溶液的酸碱性	中性	碱性	酸性	中性	碱性	酸性

影响盐类水解的主要因素

1. 内因：盐类水解程度的大小主要由盐的性质所决定的，生成盐的弱酸(或弱碱)越难电离(电离常数越小)，盐的水解程度越大，即越弱越水解

2. 外因

影响因素		水解平衡	水解程度	水解产生离子的浓度
温度	升高	右移	增大	增大
浓度	增大	右移	减小	增大
	减小(即稀释)	右移	增大	减小
外加酸碱	酸	弱碱阳离子水解程度减小		
	碱	弱酸阴离子水解程度减小		

默写小纸条 DAY25

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) Na_2CO_3 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷 守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
质子 守恒	$c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-)$	浓度 大小	$c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{H}^+)$

(2) NaHCO_3 溶液中三个守恒关系式及浓度大小(显碱性)

电荷 守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$c(\text{Na}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
质子 守恒	$c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$	浓度 大小	$c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{CO}_3^{2-})$

(3) NaHSO_3 溶液中三个守恒关系式及浓度大小(显酸性)

电荷 守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$
质子 守恒	$c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{SO}_3^{2-})$	浓度 大小	$c(\text{Na}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}_2\text{SO}_3)$

(4) NH_4Cl 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷 守恒	$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
质子 守恒	$c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$	浓度 大小	$c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-)$

(5) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷 守恒	$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$2c(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
质子 守恒	$c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$	浓度 大小	$c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-)$

(6) Na_3PO_4 溶液中三个守恒关系式及浓度大小

电荷 守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 3c(\text{PO}_4^{3-}) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$c(\text{Na}^+) = 3c(\text{PO}_4^{3-}) + 3c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 3c(\text{H}_3\text{PO}_4)$
质子 守恒	$c(\text{H}^+) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + 2c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 3c(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{OH}^-)$	浓度 大小	$c(\text{Na}^+) > c(\text{PO}_4^{3-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HPO}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) > c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{H}^+)$

默写小纸条 DAY26

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) CH₃COOH 和 CH₃COONa 等量混合时，溶液呈酸性[$c(\text{CH}_3\text{COONa}) \leq c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 时，溶液也呈酸性]

电荷守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Ac}^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$2c(\text{Na}^+) = c(\text{Ac}^-) + c(\text{HAc})$
质子守恒	$2c(\text{H}^+) + c(\text{HAc}) = 2c(\text{OH}^-) + c(\text{Ac}^-)$	浓度 大小	$c(\text{Ac}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{HAc}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

(2) NH₃ • H₂O 和 NH₄Cl 等量混合时，溶液呈碱性[$c(\text{NH}_4\text{Cl}) \leq c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 时，溶液也呈碱性]

电荷守恒	$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$2c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
质子守恒	$2c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$	浓度 大小	$c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

(3) NaCN 和 HCN 等量混合时，溶液呈碱性 [$c(\text{HCN}) \leq c(\text{NaCN})$ 时，溶液也呈碱性]

电荷守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CN}^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$2c(\text{Na}^+) = c(\text{CN}^-) + c(\text{HCN})$
质子守恒	$2c(\text{H}^+) + c(\text{HCN}) = 2c(\text{OH}^-) + c(\text{CN}^-)$	浓度 大小	$c(\text{HCN}) > c(\text{Na}^+) > c(\text{CN}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

(4) Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 等量混合时，溶液呈碱性

电荷守恒	$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$	物料 守恒	$2c(\text{Na}^+) = 3c(\text{CO}_3^{2-}) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
质子守恒	$2c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$	浓度 大小	$c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

默写小纸条 DAY27

班级_____

姓名_____

日期_____

影响沉淀溶解平衡的因素

$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$			
条件改变	移动方向	$c(Mg^{2+})$	$c(OH^-)$
加水	正向移动	不变	不变
升温	正向移动	增大	增大
加 $MgCl_2(s)$	逆向移动	增大	减小
加盐酸	正向移动	增大	减小
加 $NaOH(s)$	逆向移动	减小	增大

溶度积 K_{sp} 值的大小只与 难溶电解质本身 的性质和 温度 有关，而与沉淀的量和溶液中的离子浓度无关

应用——溶度积规则：对于 $A_mB_n(s) \rightleftharpoons mA^{n+}(aq) + nB^{m-}(aq)$ 任意时刻，离子积 $Q = c^m(A^{n+}) \cdot c^n(B^{m-})$

(1) $Q > K_{sp}$ ，溶液过饱和，有沉淀析出，直至溶液饱和，达到新的平衡

(2) $Q = K_{sp}$ ，溶液饱和，沉淀与溶解处于平衡状态

(3) $Q < K_{sp}$ ，溶液未饱和，无沉淀析出，若加入过量难溶电解质，难溶电解质溶解直至溶液饱和

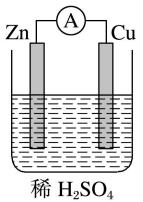
默写小纸条 DAY28

班级_____

姓名_____

日期_____

原电池的概念：将化学能转化为电能的装置；原电池的反应本质是氧化还原反应

实验步骤	装置图	实验现象	原因解释
用导线连接锌片和铜片，并在锌片和铜片之间串联一个电流表，观察电流表指针是否偏转		Zn 片： <u>锌片溶解</u> Cu 片： <u>铜片表面有气泡</u> 电流表 A 指针 <u>偏转</u>	电流表指针偏转说明： <u>导线中有电流</u> ；Cu 片上有气泡说明： <u>溶液中的氢离子在铜片表面获得电子发生还原反应产生氢气，从铜片上放出</u>

组成原电池的条件

- (1) 两个活泼性不同的电极
- (2) 电解质溶液（溶液或者熔融）
- (3) 电极用导线相连并插入电解液构成闭合回路
- (4) 有自发进行的氧化还原反应

原电池中电子流向、电流的流向及离子的迁移方向

- (1) 外电路中电子的流向：负极—经导线—正极
- (2) 外电路中电流的流向：正极—经导线—负极
- (3) 内电路中离子的迁移：阴离子移向负极，阳离子移向正极

默写小纸条 DAY29

班级_____

姓名_____

日期_____

原电池中正负极的判断方法

(1) 根据电极反应或总反应方程式来判断：作还原剂、失电子、化合价升高、发生氧化反应的电极是**负极**。作氧化剂、得电子、化合价降低、发生还原反应的电极是**正极**。

(2) 根据外电路中电子流向或电流方向来判断：电子流出或电流流入的一极是**负极**；电子流入或电流流出的一极是**正极**。

(3) 根据内电路(电解质溶液中)中离子的迁移方向来判断：阳离子向**正极**移动；阴离子向**负极**移动。

(4) 根据原电池的两电极材料来判断：两种金属(或金属与非金属)组成的电极，若它们都与(或都不与)电解质溶液单独能反应，则较**活泼**的金属作负极；若只有一种电极与电解质溶液能反应，则**能反应的**电极作负极。

(5) 根据电极质量的变化来判断：工作后，X极质量增加，说明溶液中的阳离子在X极放电，X极为**正极**，X极活泼性弱；反之，X极质量减少，说明X极金属溶解，X极为**负极**，活动性强。

默写小纸条 DAY30

班级_____

姓名_____

日期_____

钴酸锂电池	总反应	$\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiCoO}_2 + \text{C}_6 \quad (x < 1)$
	负极反应	$\text{Li}_x\text{C}_6 - xe^- \rightleftharpoons x\text{Li}^+ + \text{C}_6$
	正极反应	$\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + xe^- + x\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$
磷酸铁锂电池	总反应	$\text{FePO}_4 + \text{Li} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiFePO}_4$
	负极反应	$\text{Li} - e^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$
	正极反应	$\text{FePO}_4 + \text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{LiFePO}_4$
锰酸锂电池	总反应	$\text{Li}_x\text{C}_6 + \text{Li}_{3-x}\text{NiCoMnO}_6 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{C}_6 + \text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$
	负极反应	$\text{Li}_x\text{C}_6 - xe^- \rightleftharpoons x\text{Li}^+ + \text{C}_6$
	正极反应	$\text{Li}_{3-x}\text{NiCoMnO}_6 + xe^- + x\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$
锂钒氧化物电池	总反应	$x\text{Li} + \text{LiV}_3\text{O}_8 \rightleftharpoons \text{Li}_{1+x}\text{V}_3\text{O}_8$
	负极反应	$x\text{Li} - xe^- \rightleftharpoons x\text{Li}^+$
	正极反应	$x\text{Li}^+ + \text{LiV}_3\text{O}_8 + xe^- \rightleftharpoons \text{Li}_{1+x}\text{V}_3\text{O}_8$

默写小纸条 DAY31

班级_____

姓名_____

日期_____

电解池：把~~电能~~转化为~~化学能~~的装置，叫做电解池

电极名称：(1)阴极：与电源~~负极~~相连的电极，发生~~还原~~反应 (2)阳极：与电源~~正极~~相连的电极，发生~~氧化~~反应
电解池中电子、电流和离子的移动

(1)电子流向：从电源~~负极~~流向电解池的~~阴极~~，从电解池的~~阳极~~流向电源的~~正极~~

(2)电流方向：电源~~正极~~→~~阳极~~；~~阴极~~→电源~~负极~~

(3)离子流向：阳离子移向电解池的~~阴极~~；阴离子移向电解池的~~阳极~~

阴、阳极的判断：(1)根据外接电源的正、负极来判断：电源正极连接~~阳极~~；电源负极连接~~阴极~~

(2)根据电流方向来判断：从~~阴极~~流出，从~~阳极~~流入 (3)根据电子流向来判断：从~~阳极~~流出，从~~阴极~~流入

(4)根据离子流向来判断：阴离子移向~~阳极~~，阳离子移向~~阴极~~

(5)根据电极发生的反应类型来判断：发生~~氧化~~反应的一极是~~阳极~~，发生~~还原~~反应的一极是~~阴极~~

(6)根据电极产物来判断：电极溶解、逸出 O₂(或电极区变酸性)或逸出 Cl₂的为~~阳极~~；析出金属、逸出 H₂(或电极区变碱性)的为~~阴极~~

默写小纸条 DAY32

班级_____

姓名_____

日期_____

(1) 用铜作电极电解 ZnSO ₄ 溶液	阳极反应	Cu - 2e ⁻ = Cu ²⁺
	阴极反应	Zn ²⁺ + 2e ⁻ = Zn
	总反应	Cu + ZnSO ₄ $\xrightarrow{\text{电解}}$ CuSO ₄ + ZnSO ₄
(2) 用铜作电极电解 CuSO ₄ 溶液	阳极反应	Cu - 2e ⁻ = Cu ²⁺
	阴极反应	Cu ²⁺ + 2e ⁻ = Cu
(3) 用铁作电极电解 NaOH 溶液	阳极反应	Fe - 2e ⁻ + 2OH ⁻ = Fe(OH) ₂
	阴极反应	2H ⁺ + 2e ⁻ = H ₂ ↑
	总反应	Fe + 2H ₂ O $\xrightarrow{\text{电解}}$ Fe(OH) ₂ + H ₂ ↑
(4) 用 Ag 作电极电解稀盐酸	阳极反应	2Ag - 2e ⁻ = 2Ag ⁺
	阴极反应	2H ⁺ + 2e ⁻ = H ₂ ↑
	总反应	2Ag + 2H ⁺ + 2Cl ⁻ $\xrightarrow{\text{电解}}$ 2AgCl + H ₂ ↑
(5) 以铝材为阳极，电解 H ₂ SO ₄ 溶液，铝材表面形成氧化膜	阳极反应	2Al - 6e ⁻ + 3H ₂ O = Al ₂ O ₃ + 6H ⁺
	阴极反应	6H ⁺ + 6e ⁻ = 3H ₂ ↑
	总反应	2Al + 3H ₂ O $\xrightarrow{\text{电解}}$ Al ₂ O ₃ + 3H ₂ ↑
(6) 用 Al 作电极电解 NaOH 溶液	阳极反应	2Al - 6e ⁻ + 8OH ⁻ = 2AlO ₂ ⁻ + 4H ₂ O
	阴极反应	6H ₂ O + 6e ⁻ = 3H ₂ ↑ + 6OH ⁻
	总反应	2Al + 2H ₂ O + 2OH ⁻ $\xrightarrow{\text{电解}}$ 2AlO ₂ ⁻ + 3H ₂ ↑

默写小纸条 DAY33

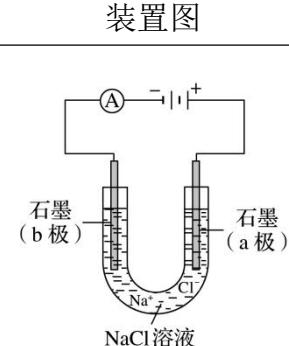
班级_____

姓名_____

日期_____

电解饱和食盐水的原理

原理分析		装置图
通电前	氯化钠溶液中含有的离子是 Na^+ 、 Cl^- 、 H^+ 、 OH^-	
通电时	移向阳极的离子是 Cl^- 、 OH^- ，移向阴极的离子是 Na^+ 、 H^+	
电极反应	阳极反应	$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$ (氧化反应)
	阴极反应	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$ (还原反应)
	化学方程式	$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
	离子方程式	$2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$



电镀池的构成

阳极	镀层金属浸入电镀液中与直流电源的正极相连作阳极		
阴极	待镀金属制品与直流电源的负极相连作阴极		
电镀液	含有镀层金属离子的电解质溶液		
特点	电镀时，电解质溶液的浓度保持不变；阳极减少的质量和阴极增加的质量相等；阳极失电子总数和阴极得电子总数相等		

默写小纸条 DAY34

班级_____

姓名_____

日期_____

电解精炼铜

原理	电解精炼粗铜时，通常把纯铜作阴极，把粗通板（含 Zn、Fe、Ni、Ag、Au 等）作阳极，用 CuSO_4 溶液作电解质溶液，当通以直流电时，作为阳极的粗铜逐渐溶解，在阴极上析出纯铜，这样可得符合电气工业要求的纯度达 99.95%~99.98% 的铜				
电极反应	阳极(粗铜)	$\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ni} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^{2+}$			
	阴极(纯铜)	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$			
如何实现除杂？	在精炼池的阳极，含杂质的铜不断溶解，比铜更活泼的 Zn、Fe、Ni 等也会失去电子，但 Ag、Au 等金属杂质由于失去电子能力比 Cu 弱，难以在阳极溶解，它们会以单质的形式沉积在精炼池底，形成“阳极泥”。“阳极泥”经分离后可以得到 Ag、Au 等贵重金属。在阴极，由于溶液中的 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} 、 H^+ 等离子得到电子的能力均比 Cu^{2+} 弱，且物质的量浓度均比 Cu^{2+} 小，所以只有 Cu^{2+} 在阴极获得电子而析出 Cu，这样，在阴极就得到了纯铜。长时间电解后，电解质溶液的 Cu^{2+} 浓度中有所减小，且引入了 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} 等杂质，需定时除去杂质				
特点	铜的电解精炼时，电解质溶液中的 Cu^{2+} 浓度中有所减小；阳极减少的质量和阴极增加的质量不相等；阳极失电子总数和阴极得电子总数相等				
微点拨	电解精炼中，比需要精炼的金属活泼的杂质溶解，而不比需要精炼的金属活泼的杂质会沉积（如：精炼镍时 Cu 也会沉积）				