

考点 05 化学反应中的能量变化

一、选择题

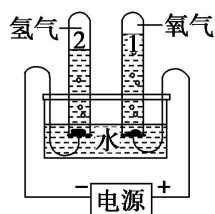
1. 下列关于化学反应与能量变化的说法正确的是

- A. 燃烧属于放热反应
- B. 中和反应是吸热反应
- C. 断裂化学键放出能量
- D. 反应物总能量与生成物总能量一定相等

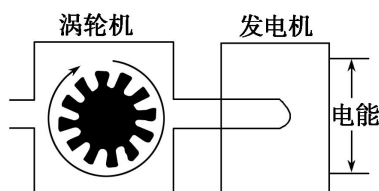
【答案】A

【解析】A. 物质燃烧时向外界释放能量属于放热反应，故 A 正确；B. 酸碱发生中和反应时向外界释放能量，所以中和反应都是放热反应，故 B 错误；C. 化学键的断裂吸收能量，化学键的形成放出能量，故 C 错误；D. 化学反应中有物质变化一定伴随有能量变化，反应物总能量与生成物总能量一定不相等，故 D 错误。故选 A。

2. 如图所示的日常生活装置中，与手机充电时的能量转化形式相同的是



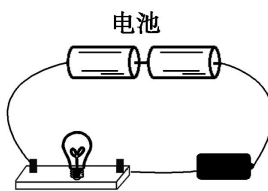
A. 电解水



B. 水力发电



C. 太阳能热水器



D. 干电池

【答案】A

【解析】手机充电为电解过程，电能转化为化学能。电解水为电解过程，与手机充电的能量转化形式相同，A 正确；水力发电为机械能转化为电能的过程，B 错误；太阳能热水器将太阳能转化为热能，C 错误；干电池将化学能转化为电能，D 错误。故选 A。

3. 已知反应 $X+Y=M+N$ 为吸热反应，对这个反应的下列说法中正确的是

- A. X 的能量一定低于 M 的，Y 的能量一定低于 N 的
- B. 因为该反应为吸热反应，故一定要加热反应才能进行

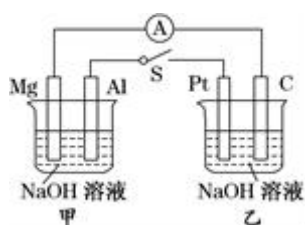
C. 破坏反应物中的化学键所吸收的能量小于形成生成物中化学键所放出的能量

D. X 和 Y 的总能量一定低于 M 和 N 的总能量

【答案】D

【解析】A、反应吸热，但 X 的能量不一定低于 M 的，Y 的能量不一定低于 N 的，A 错误；B、反应的吸、放热，与反应条件无关，B 错误；C、反应吸热，破坏反应物中的化学键所吸收的能量大于形成生成物中化学键所放出的能量，C 错误；D、反应吸热，因此反应物总能量高于产物总能量，即 X 和 Y 的总能量一定低于 M 和 N 的总能量，故 D 正确；故选 D。

4. 如图所示，将两烧杯中电极用导线相连，四个电极分别为 Mg、Al、Pt、C。当闭合开关 S 后，以下表述正确的是

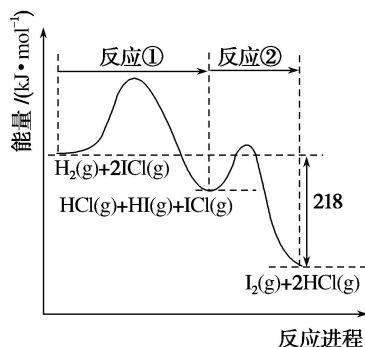


- A. 电流表指针不发生偏转
B. Al、Pt 两极有 H_2 产生
C. 甲池 pH 减小，乙池 pH 不变
D. Mg、C 两极生成的气体在一定条件下可以恰好完全反应

【答案】D

【解析】甲池 Al 能与 NaOH 溶液反应，所以为原电池，乙池 Pt、C 均不与 NaOH 溶液反应，故乙池为电解池，电流表指针偏转。甲池中 Mg 为正极，产生 H_2 ，Al 为负极溶解，Pt 作阴极产生 H_2 ，C 作阳极产生 O_2 ，甲池消耗 NaOH，pH 减小，乙池消耗水，pH 增大。根据电子转移数目相等，则 Mg、C 两极产生的 O_2 、 H_2 体积比为 1:2，在一定条件下可以完全反应。 故选 D。

5. H_2 与 ICl 的反应分①②两步进行，其能量曲线如图所示，下列有关说法错误的是



- A. 反应①、反应②均为放热反应

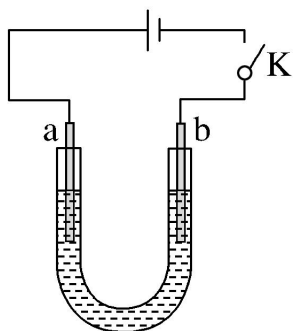
- B. 反应①、反应②均为氧化还原反应
- C. 反应①比反应②的速率慢，与相应正反应的活化能无关
- D. 反应①、反应②的焓变之和为 $\Delta H = -218 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【答案】C

【解析】反应物的总能量大于生成物的总能量，反应是放热反应，根据图象，故 A 说法正确；反应①中 H 的化合价由 $0 \rightarrow +1$ ，部分 I 的化合价降低，属于氧化还原反应，反应②中，I 的化合价发生变化，属于氧化还原反应，故 B 说法正确；反应①比反应②慢，说明反应①中正反应的活化能较大，反应②中正反应的活化能较小，故 C 说法错误；根据盖斯定律，知反应的焓变只与始态和终态有关，与反应的途径无关，因此 $\Delta H = -218 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故 D 说法正确。故选 C。

6. 高铁酸钠(Na_2FeO_4)是具有紫色光泽的粉末，是一种高效绿色强氧化剂，碱性条件下稳定，可用于废水和生活用水的处理。实验室以石墨和铁钉为电极，以不同浓度的 NaOH 溶液为电解质溶液，控制一定电压电解制备高铁酸钠，电解装置和现象如下。下列说法不正确的是

$c(\text{NaOH})$	阴极现象	阳极现象
$1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	产生无色气体	产生无色气体，10 min 内溶液颜色无明显变化
$10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	产生大量无色气体	产生大量无色气体，3 min 后溶液变为浅紫红色，随后逐渐加深
$15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	产生大量无色气体	产生大量无色气体，1 min 后溶液变为浅紫红色，随后逐渐加深



- A. a 为铁钉，b 为石墨
- B. 阴极主要发生反应： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$
- C. 高浓度的 NaOH 溶液有利于发生 $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
- D. 制备 Na_2FeO_4 时，若用饱和 NaCl 溶液，可有效避免阳极产生气体

【答案】D

【解析】以石墨和铁钉为电极，用电解法制备 Na_2FeO_4 ，Fe 发生氧化反应，则铁钉为阳极，故 a 为铁钉，b 为石墨，A 正确。阴极上发生还原反应生成 H_2 ，电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-\rightleftharpoons 2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，B 正确。由表中信息可知， $c(\text{NaOH})$ 越大，阳极附近溶液变为浅紫红色的时间越短，则生成 Na_2FeO_4 的速率越快，故高浓度的 NaOH 溶液有利于发生反应： $\text{Fe}+8\text{OH}^- - 6\text{e}^-\rightleftharpoons \text{FeO}_4^{2-}+4\text{H}_2\text{O}$ ，C 正确。若用饱和 NaCl 溶液，溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 较大， Cl^- 在阳极发生反应： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{Cl}_2\uparrow$ ，则阳极上还产生气体 Cl_2 ，D 错误。故选 D。

7. 下列说法正确的是

- A. 需要加热的反应一定是吸热反应
- B. 放热反应 $\text{X}(\text{s})=\text{Y}(\text{s})$, 则 X 比 Y 稳定
- C. 硫蒸气和硫固体分别完全燃烧，后者放出的热量更多
- D. 在一个确定的化学反应关系中，反应物的总能量与生成物的总能量一定不同

【答案】D

【解析】吸热反应与放热反应的判断一般不能通过反应条件来简单地确定，而必须通过反应前后吸收与放出的总能量比较来确定，也可以通过反应物与生成物键能的总大小来比较。A. 需要加热的反应不一定是吸热反应，如碳的燃烧、金属与非金属的化合反应等；吸热反应也不一定都需要加热，如 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应，在室温时就可以发生。错误；B. $\text{X}(\text{s})=\text{Y}(\text{s})$ 为放热反应，放热反应是反应物具有的总能量大于生成物总能量，所以 $\text{X}(\text{s})$ 的总能量大于 $\text{Y}(\text{s})$ 的总能量，因此 Y 比 X 稳定。错误；C. 相同条件下，同一物质在气态时具有的能量最多，液体时次之，固态时最少，反应放出的热量等于反应物所具有的总能量减去生成物所具有的总能量，因为生成物是一样的，所以等量的硫蒸气完全燃烧时放出的热量会比硫固体放出的要多。错误；D. 化学反应的本质是旧键断裂，新键生成。旧键断键吸收的能量是不等于生成物成键放出的能量。正确；故选 D。

8. 中国研究人员研制出一种新型复合光催化剂，利用太阳光在催化剂表面实现高效分解水，其主要过程如下图所示。



已知：几种物质中化学键的键能如下表所示。

化学键	H_2O 中 $\text{H}-\text{O}$ 键	O_2 中 $\text{O}=\text{O}$ 键	H_2 中 $\text{H}-\text{H}$ 键	H_2O_2 中 $\text{O}-\text{O}$ 键	H_2O_2 中 $\text{O}-\text{H}$ 键
键能 kJ/mol	463	496	436	138	463

若反应过程中分解了 2 mol 水，则下列说法不正确的是

A. 总反应为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

B. 过程 I 吸收了 926 kJ 能量

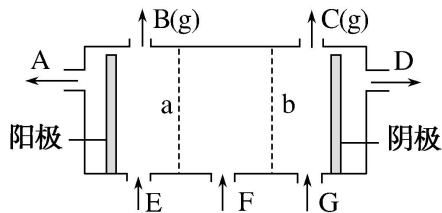
C. 过程 II 放出了 574 kJ 能量

D. 过程 III 属于放热反应

【答案】D

【解析】A. 由图可知，总反应为水分解生成氢气和氧气，实现了光能向化学能的转化，反应的方程式为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ，故 A 正确；B. 过程 I 为 $2\text{mol H}_2\text{O}$ 分子变成 2mol 氢原子和 2mol 羟基（—OH）的过程，吸收的能量 = $463 \text{ kJ} \times 2 = 926 \text{ kJ}$ ，故 B 正确；C. 过程 II 为 2mol 氢原子和 2mol 羟基（—OH）生成 1mol 氢气和 1mol 过氧化氢，放出的能量 = $436 \text{ kJ} + 138 \text{ kJ} = 574 \text{ kJ}$ ，故 C 正确；D. 过程 III 为 1mol 过氧化氢变成 1mol 氧气和 1mol 氢气，断开 $1\text{mol H}_2\text{O}_2$ 中 2mol H—O 键和 1mol O—O 键，形成 1mol O_2 中 O=O 键和 1mol H_2 中 H—H 键，吸收的能量 = $463 \text{ kJ} \times 2 + 138 \text{ kJ} = 1064 \text{ kJ}$ ，放出的能量 = $496 \text{ kJ} + 436 \text{ kJ} = 932 \text{ kJ}$ ，吸收的能量大于放出的能量，该过程为吸热反应，故 D 错误；故选 D。

9. 现有阳离子交换膜、阴离子交换膜、石墨电极和如图所示的电解槽。用氯碱工业中的离子交换膜技术原理，可电解 Na_2SO_4 溶液生产 NaOH 溶液和 H_2SO_4 溶液。下列说法中正确的是



A. b 是阳离子交换膜，允许 Na^+ 通过

B. 从 A 口出来的是 NaOH 溶液

C. 阴极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$

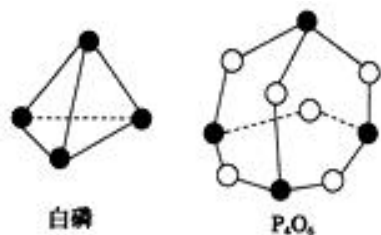
D. Na_2SO_4 溶液从 G 口加入

【答案】A

【解析】A 右边电极是阴极，氢离子放电，b 是阳离子交换膜，允许 Na^+ 通过，正确；B 左边电极是阳极，阳极是氢氧根放电，从 A 口出来的是硫酸溶液，错误；C 阴极是氢离子得到电子，错误；D 根据分析可知 Na_2SO_4 溶液从 F 口加入，错误。故选 A。

10. 化学反应可视为旧键断裂和新键形成的过程。化学键的键能是形成（或拆开） 1 mol 化学键时释放（或吸收）的能量。已知白磷和 P_4O_6 的分子结构如图所示，现提供以下化学键的键能（ kJ/mol ）：

P—P : 198, P—O : 360, O=O : 498, 则反应 1 mol P_4 （白磷）与氧气反应生成 P_4O_6 的热量变化为



- A. 放出 1 638 kJ B. 吸收 1 638 kJ C. 放出 126 kJ D. 吸收 126 kJ

【答案】A

【解析】反应的热量变化要考虑反应物的键能总和与生成物的键能总和的相对大小，吸收 $198 \text{ kJ/mol} \times 6 + 498 \text{ kJ/mol} \times 3$ ；放出 $360 \text{ kJ/mol} \times 12$ ，1 mol P₄（白磷）反应，生成物成键放出热量比反应物断键吸收能量多 1 638 kJ。故选 A。

二、非选择题

11. (1) 请用热化学方程式表示：

① 1 mol N₂(g) 与适量 H₂(g) 反应，生成 2 mol NH₃(g)，放出 92.2 kJ 热量。

② 1 mol N₂(g) 与适量 O₂(g) 反应生成 2 mol NO₂(g)，吸收 68 kJ 热量。

(2) 随着科学技术的进步，人们研制了多种甲醇质子交换膜燃料电池，以满足不同的需求。有一类甲醇质子交换膜燃料电池，需将甲醇蒸气转化为氢气，两种反应原理是：

① $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$; $\Delta H = +49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

由上述方程式可知，CH₃OH 的燃烧热 _____ (填“大于”“等于”或“小于”) $192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。已知水的汽化热为 $44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则氢气燃烧热的热化学方程式为 _____。

(3) 把煤作为燃料可通过下列两种途径：

途径 I $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H_1 < 0$ ①

途径 II 先制成水煤气： $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H_2 > 0$ ②

再燃烧水煤气： $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H_3 < 0$ ③

$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H_4 < 0$ ④

ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 、 ΔH_4 的数学关系式是 _____。

A. $2\Delta H_1 = 2\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$ B. $2\Delta H_1 < 2\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$

C. $2\Delta H_1 + 2\Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4$

D. $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$

【答案】(1) ① $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$; $\Delta H = -92.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

② $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$; $\Delta H = +68 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(2) 大于 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -124.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(3) A

【解析】(1) ① $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

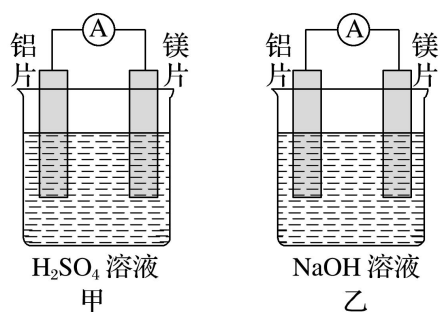
② $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ $\Delta H = +68 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(2) 燃烧热对应液态水，比②放出更多热量，所以 CH_3OH 的燃烧热大于 $192.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。②-①得到

$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -80.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，再结合 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -44 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，得到氢气燃烧热的热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -124.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(3) 煤直接燃烧与制成水煤气再燃烧的能量守恒，故选 A。

12. 某探究活动小组想利用原电池反应检测金属的活动性顺序，有甲、乙两位同学均使用镁片与铝片作电极，但甲同学将电极放入 $6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 稀硫酸中，乙同学将电极放入 $6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液中，如图所示。



(1) 写出甲池中发生的有关电极反应式：

负极_____，

正极_____。

(2) 乙池中负极为_____，正极发生_____反应，总反应的离子方程式为_____

(3) 如果甲与乙两位同学均认为“构成原电池的电极材料若是金属，则构成负极材料的金属应比构成正极材料的金属活泼”，则甲会判断出_____ (填写元素符号，下同) 活动性更强，而乙会判断出_____ 活动性更强。

(4) 由此实验，可得到如下结论正确的是_____。

A. 利用原电池反应判断金属活动性顺序应注意选择合适的介质

B. 镁的金属性不一定比铝的金属性强

C. 该实验说明金属活动性顺序表已过时，已没有实用价值

D. 该实验说明化学研究对象复杂，反应条件多变，应具体问题具体分析

(5) 上述实验也反过来证明了“利用金属活动性顺序直接判断原电池中正、负极”的做法_____ (填“可靠”或“不可靠”)。如不可靠，则请你提出另一个判断原电池正、负极可行的实验方案：

_____。

【答案】(1) $\text{Mg}-2\text{e}^{-}=\text{Mg}^{2+}$ $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$

(2) Al 还原 $2\text{Al}+2\text{OH}^{-}+2\text{H}_2\text{O}=\text{2AlO}_2^{-}+3\text{H}_2\uparrow$

(3) Mg Al (4) AD

(5) 不可靠 根据电路中电流的方向或电子转移的方向

【解析】(1) 甲池中电池总反应方程式为 $\text{Mg}+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{MgSO}_4+\text{H}_2\uparrow$ ，Mg 作负极，电极反应式为 $\text{Mg}-2\text{e}^{-}=\text{Mg}^{2+}$ ，Al 作正极，电极反应式为 $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$ 。

(2) 乙池中电池总反应方程式为 $2\text{Al}+2\text{NaOH}+2\text{H}_2\text{O}=\text{2NaAlO}_2+3\text{H}_2\uparrow$ ，所以负极为 Al，正极为 Mg，正极上发生还原反应。

(3) 甲池中 Mg 为负极，Al 为正极；乙池中 Al 为负极，Mg 为正极。若根据负极材料金属比正极活泼，则甲判断 Mg 活动性强，乙判断 Al 活动性强。

(4) A. 利用原电池反应判断金属活动性顺序应注意选择合适的介质，正确。B. 镁的金属性一定比铝的金属性强，错误。C. 该实验说明金属活动性顺序表已过时，已没有实用价值，错误。D. 该实验说明化学研究对象复杂，反应条件多变，应具体问题具体分析，正确。

(5) 不可靠，因为这是特殊的反应，铝作为两性金属，能和氢氧化钠溶液反应，不代表铝的金属性比镁强，所以可以根据电路中电流的方向或电子转移的方向。