

备课札记

“嫦娥三号”登月之旅知识链接

湖北省巴东县第二高级中学 444324 田宗学

2013 年 12 月 2 日 01 时 30 分,我国探月卫星“嫦娥三号”在西昌卫星发射中心升空成功。“嫦娥三号”的成功运行、保障能量供给与化学、物理学、电磁学等知识有着紧密的联系,是 2014 年高考测试的热点背景内容。笔者根据相关资料编撰几道原创试题,供高考复习参考。

阅读下列有关我国探月工程的信息资料,请回答相关的问题:

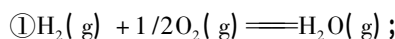
材料一:聚焦航天的化学动力——燃料,“嫦娥三号”探月卫星搭载着长征三号乙运载火箭发射,长征三号乙运载火箭(CZ-3B),简称长三乙,是中国目前运载能力最大、技术最先进、构成最复杂的运载火箭,代表中国目前运载火最高水平,在世界航天界也居前列。火箭共有三级,头两级用的是常规燃料四氧化二氮,作为燃料的氧化剂,四氧化二氮是一种有污染性的液体燃料,第三级用的是低温液态燃料液氢,液氢属于新一代无污染的火箭燃料。运载火箭需要的液氢、液氧推进剂对保存温度都有一定的要求。保存液氢须在 -253°C 的温度,而保存液氧须在 -183°C 的温度,只有达到他们要求的温度,才有利于保存。由于在加注的过程中,很难避免燃料的挥发,因此要求精确计算燃料的加注量。同时,要避免液氢、液氧溢出导致保温箱损坏,从而引起意外爆炸。

材料二:聚焦 21 世纪的波斯湾——月球,月球上有两种资源将会给地球带来重大贡献:一是月球上可以接受到丰富的太阳能。理论上可以在

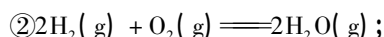
月球表面无限制地铺设太阳能电池板,获得丰富而稳定的太阳能。二是月球矿藏资源丰富,尤其是富含核聚变燃料氦-3。氦-3 主要来源于太阳风,而地球上非常缺乏。据估计,月球土壤里含有大约 100 万吨~500 万吨氦-3,10 万吨氦-3 所发的电就可以满足我国一年的用电量。

1. 由火箭燃料链接热化学方程式

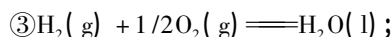
例 1 “嫦娥三号”使用燃料是液氢燃料。液氢燃料作为清洁能源,在许多领域有广泛的应用。已知:



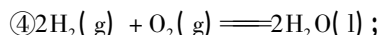
$$\Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_3 = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_4 = d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

下列关系正确的是()。

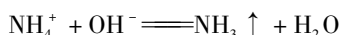
A. $a < c < 0$ B. $b > d > 0$

C. $2a = b < 0$ D. $2c = d > 0$

解析 本题考查燃烧热概念及热化学方程式书写。在给出的 4 个热化学方程式中, $b = 2a$, $d = 2c$ 。由于从气态水转化成液态水要放出热量,又由于反应均为放热反应, a 、 b 、 c 、 d 均小于 0,故只有 C 正确。

评析 热化学是高考重点内容。燃烧热、中和热概念是热化学的基础。

► 银,有白色沉淀,该阴离子是氯离子;滤液中主要含有的是氯化铵,其和石灰水反应时:



由于滤液中还溶有一定的 CO_2 ,故加石灰水前先加热,是为了排除溶液中溶解的 CO_2 防止产生碳酸钙沉淀;设加热前纯碱的质量为 m_1 ,加热后的质量为 m_2 ,则加热损失的质量为: $m_1 - m_2$,则纯碱中碳酸氢钠的质量为: $84(m_1 - m_2)/31$ 。

答案: (1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 CaO ; Na_2CO_3 ; (2) 溶解; 过滤; 蒸发; 过滤; (3) 有晶体析出(或出现浑浊); 碳酸钠溶解度比碳酸氢钠大; (4) NH_4Cl ; 取样,加硝酸酸化,加硝酸银,有白色沉淀,该阴离子是氯离子; (5) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 防止加石灰水时产生碳酸钙沉淀; (6) $w(\text{NaHCO}_3) = \frac{84(m_1 - m_2)}{31m_1}$ 。

(收稿日期: 2013-12-21)

2. 物质的物理性质、物质三态变化链接吸热、放热反应

例 2 “嫦娥三号”的燃料是液态氢,助燃剂为液态氧。物理性质如下:

	气态密度 g/L	液态密度 g/cm ³	熔点/℃	沸点/℃
氢气	0.08899	0.070	-259.14	-252.4
氧气	1.429	1.149	-218.4	-182.96

下列判断正确的是()。

- A. 液氢、液氧滴在皮肤上,会灼烧皮肤
B. 同条件下降低温度,液氢比液氧先液化
C. 氧气沸点比氢气的高,与它们的相对分子质量大小有关

D. 液氧比液氢更容易挥发

解析 本题考查物质三态变化特点及其性质。液氢和液氧气化时要吸收大量热量,会冻伤皮肤,A 错;气体沸点越高,恒压降温时越容易液化,氧气沸点高于氢气的沸点,所以同条件下,氧气先液化,B 错;氢气和氧气都是双原子分子,且都是非极性分子,氧气相对分子质量比氢气的相对分子质量大,氧气分子间作用力大于氢气分子间作用力,所以氧气比氢气容易液化,C 正确;液氢沸点比液氧的低,沸点越低,越容易挥发,D 错。

评析 物质的物理性质、物质三态变化与吸热、放热关系等均是《高考大纲》要求考查的内容,本题以氢气和氧气物理性质为信息,考查学生对数据的处理能力。

3. 探测月球表面氦-3 链接同位素

例 3 利用核聚变发电,³He 是最清洁最安全的能源,地球上的³He 仅有 15t 左右。月球上的³He 可供全世界开采 500 年。地球上氦元素主要以⁴He 形式存在,而月球上有数百万吨³He。下列说法正确的是()。

- ①³He、⁴He 的化学性质基本相同
②³He、⁴He 具有相同的中子数
③³He 核聚变是化学变化
④³He 液化是物理变化
⑤³He、⁴He 形成的晶体类型,所含化学键不同

⑥³He、⁴He 组成的气体单质,在相同条件下密度之比为 3:4

A. ①②⑤

B. ①④⑥

C. ②③⑤

D. ③④⑥

解析 本题考查同位素性质及含义。原子性质主要由最外层电子数决定,同位素在周期表中位置相同,化学性质基本相同,①正确;中子数等于质量数减去质子数,二者中子数不同,②错误;化学变化指原子核不变,电子排布变化,即原子是化学变化中最小粒子,③错误;液化指气态变成液态,状态变化是物理变化,④正确;稀有气体单质是单原子分子靠分子间作用力形成分子晶体,不存在化学键,⑤错误;同条件下,气体密度之比等于相对分子质量之比,⑥正确。答案: B。

评析 同位素是中学化学重要概念,高考考查的重点。本题主要考查同位素中“位”即在周期表中位置,同位素的化学性质几乎相同,物理性质不同。化学变化断裂化学键,原子重新组合,原子核没有变化。

4. 新型材料的链接

例 4 “嫦娥三号”卫星进入距地面 80km 至 40km 的大气层时,是气动加热最严重的一段,卫星表面温度高达千摄氏度以上,像一团大火球。为了防止卫星表面温度过高,可在卫星表面涂一种特殊的化学物质,推测该物质最可能具有的性质是()。

- A. 导热性能好、熔点高、热量大
B. 高温下可分解或“燃烧”时气化
C. 良好的热稳定性
D. 较强的还原性,易燃烧

解析 本题考查特殊材料的性质。卫星表面的涂料主要作用是防止温度过高,即具有吸热、散热作用。特殊材料分解或汽化都要放热,所以 B 正确。

评析 新型材料是社会进步的关键,高考十分重视新材料的考查。本题把新材料与性质联系起来,理解特殊材料的价值。

5. 安全生产的链接

例 5 “嫦娥三号”升空前加注液氢、液氧是一个险象环生的过程。因为超低温的燃料在空气中挥发到一定的程度时,有可能导致爆炸。如液氢挥发后,在空气中积聚到一定的浓度后就会爆炸。一粒米从 1m 高的地方掉到地上所产生的能量,就足以引爆液氢! 已知氢气在空气中爆炸极

限(气体体积比)为 4.1% ~ 75%。发生爆炸最剧烈的空气中氢气体积分数是()。

A. 33.3% B. 42.0% C. 29.6% D. 21%

解析 本题有关气体体积分数计算:

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$,
 $V(\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2:1$ 时,爆炸最剧烈。空气中氧气体积分数为 21%,取 $V(\text{H}_2) = 2 \text{ L}$, $V(\text{空气}) = 1 \text{ L} / 21\% = 4.76 \text{ L}$, $\varphi(\text{H}_2) = 2 \text{ L} / (2 \text{ L} + 4.76 \text{ L}) \times 100\% = 29.6\%$ 。答案为 C。

评析 实验安全是《高考大纲》新增内容,本题以氢气在空气中爆炸极限为载体考查有关气体体积分数计算,引导备考安全知识。

6. 综合考查的链接

例 6 氢化锂、氘化锂、氚化锂可以作为启动“长征三乙”火箭发射的优良炸药,下列说法正确的是()。

A. H、D、T 之间互称同素异形体
 B. 它们均是共价化合物
 C. LiH、LiD、LiT 摩尔质量之比为 1:2:3
 D. 它们都是强还原剂

解析 H、D、T 之间互为同位素, A 错; 氢化锂是离子化合物, B 错; LiH、LiD、LiT 摩尔质量之比为 8:9:10, C 错; 氢化锂是氢阴离子, 在化学反应中氢元素的化合物只能升高, 作为还原剂。D 正确。

评析 同位素、同素异形体, 同分异构体、物质的量、化合物类型、氧化还原反应概念等都是高考重点考查内容。本题以金属氢化物为载体对以上概念综合考查。

例 7 回答以下问题:

(1) 在火箭发射时, 偏二甲肼和四氧化二氮发生剧烈反应, 该反应的化学方程式为:

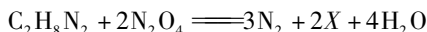
$\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{N}_2 + 2\text{X} + 4\text{H}_2\text{O}$
 则 X 的化学式为_____。

(2) 在加注前两级推进剂时, 你认为应采取的措施有_____; 第三级火箭发生反应的化学方程式为_____。

(3) 若月球上的铁矿物主要成分是氧化铁, 写出目前人们利用此铁矿石炼铁的化学反应原理(用化学方程式表示) 为:_____。

(4) 近期对月球的研究发现在月球两极可能有冰, 化学家也正着力研究利用太阳光进行催化分解水, 并取得了一定的成果, 请写出这一反应的化学方程式:_____。这一反应对于人类开发月球资源有何种意义? (任写一点)_____。

解 (1) 根据质量守恒定律可以知道, 在化学反应前后原子的种类和个数不变, 所以由反应的化学方程式:

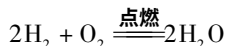


可得知:

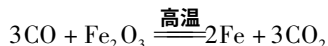
	反应前	反应后
氮原子	6	6
氧原子	8	4
碳原子	2	0
氢原子	8	8

根据化学变化前后原子的种类、数目不变, 可判断每个反应物 X 的分子由 2 个 O 和 1 个 C 构成, 则物质 X 的化学式为 CO_2 ;

(2) 偏二甲肼为易燃物质, 所以在加注前两级推进剂时要注意防火, 第三级火箭反应为液氢和液氧的反应, 所以该反应的化学方程式为:



(3) 炼铁原理为利用了一氧化碳的还原性, 所以发生的反应为一氧化碳和氧化铁的反应, 该反应生成了铁和二氧化碳, 该反应的化学方程式为:



(4) 根据题意可以知道, 水可以在太阳光的照射下及催化剂的作用下分解产生氢气和氧气, 该反应的化学方程式为:



由于该反应生成了氧气和氢气, 所以该反应能够为地球提供燃料及氧气。

答案为: (1) CO_2 ;

(2) 注意防火; $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$;

(3) $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$;

(4) $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂、太阳光}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$; 该反应能够为地球提供燃料及氧气。

(收稿日期: 2013 - 12 - 30)