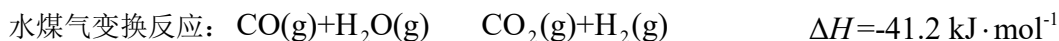
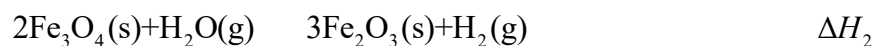
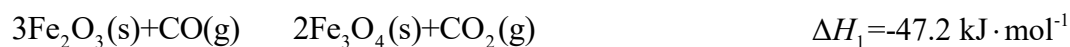


19. 水煤气变换反应是工业上的重要反应，可用于制氢。



该反应分两步完成：



请回答：

(1) $\Delta H_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 恒定总压 1.70 MPa 和水碳比 $[\text{n}(\text{H}_2\text{O})/\text{n}(\text{CO})=12:5]$ 投料，在不同条件下达到平衡时 CO_2 和 H_2 的分压(某成分分压=总压×该成分的物质的量分数)如下表：

	$p(\text{CO}_2)/\text{MPa}$	$p(\text{H}_2)/\text{MPa}$	$p(\text{CH}_4)/\text{MPa}$
条件 1	0.40	0.40	0
条件 2	0.42	0.36	0.02

①在条件 1 下，水煤气变换反应的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

②对比条件 1，条件 2 中 H_2 产率下降是因为发生了一个不涉及 CO_2 的副反应，写出该反应方程式_____。

(3) 下列说法正确的是_____。

- A. 通入反应器的原料气中应避免混入 O_2
- B. 恒定水碳比 $[\text{n}(\text{H}_2\text{O})/\text{n}(\text{CO})]$ ，增加体系总压可提高 H_2 的平衡产率
- C. 通入过量的水蒸气可防止 Fe_3O_4 被进一步还原为 Fe
- D. 通过充入惰性气体增加体系总压，可提高反应速率

(4) 水煤气变换反应是放热的可逆反应，需在多个催化剂反应层间进行降温操作以“去除”反应过程中的余热(如图 1 所示)，保证反应在最适宜温度附近进行。

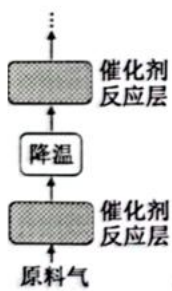


图 1

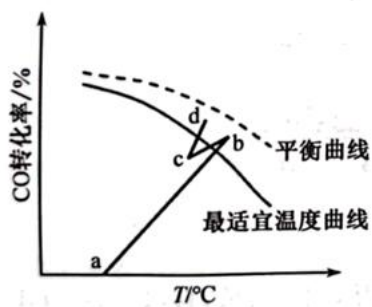


图 2

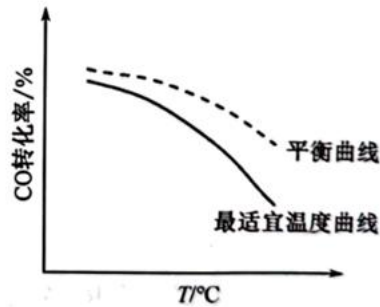


图 3

①在催化剂活性温度范围内，图 2 中 b-c 段对应降温操作的过程，实现该过程的一种操作方法是_____。

A. 按原水碳比通入冷的原料气 B. 喷入冷水(蒸气) C. 通过热交换器换热

②若采用喷入冷水(蒸气)的方式降温，在图 3 中作出 CO 平衡转化率随温度变化的曲线_____。

(5) 在催化剂活性温度范围内，水煤气变换反应的历程包含反应物分子在催化剂表面的吸附(快速)、反应及产物分子脱附等过程。随着温度升高，该反应的反应速率先增大后减小，其速率减小的原因是_____。