

中山大学

二〇〇七年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 432

科目名称: 化工原理

考试时间: 1 月 21 日下午

考生须知

全部答案一律写在答题纸上,
答在试题纸上的不得分; 请用
蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答,
答题要写清题号, 不必抄题。

一、填空题(25 分, 每空 1 分) 请把答案写在答题纸上, 标明题号。

1. 某长方形截面的通风管道, 其截面尺寸为 $60\text{ mm} \times 50\text{ mm}$, 其当量直径 d_e 为_____。
2. 理想流体是指_____;
而实际流体是指_____。
3. 米糠油在管中作层流流动, 若流量不变, 管长不变, 管径增加一倍, 则摩擦阻力损失为原来的_____倍。
4. 柏努利方程如衡算基准以 J/kg 表示, 柏努利方程可表示为:_____。
5. 过滤是一种分离悬浮在_____的操作。当微粒在介质中作自由沉降时, 若粒子沉降的 Re_p 相同时, 球形度越大的微粒, 介质阻力系数越_____。
6. 牛顿冷却定律的表达式为_____, 给热系数 (或对流换热系数) α 的单位是_____。
7. 某并流操作的间壁式换热器中, 热流体的进出口温度为 90°C 和 50°C , 冷流体的进出口温度为 15°C 和 30°C , 此时传热平均温度差 $\Delta t_m =$ _____。
8. 采用多效蒸发的目的是_____。
9. 精馏过程的回流比是指_____, 最小回流比是指_____。
10. 双膜理论认为, 吸收阻力主要集中在界面两侧的_____和_____之中。
11. 吸收是指_____的过程。
解吸是指_____的过程。
12. 对不饱和湿空气, 干球温度_____湿球温度, 露点温度_____湿球温度。((, =,))

13. Cl_2/Cl^- , $KMnO_4/Mn^{2+}$, $Fe(OH)_3/Fe(OH)_2$ 等电对中, 若 H^+ 浓度增大, 电对的电极电势增加的有_____, 不变的有_____, 减小的有_____。
14. 某温度时, 反应 $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$ 的 $K^\ominus = 4 \times 10^{-2}$, 则反应 $HBr(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}Br_2(g)$ 的 K^\ominus 为_____。
15. 在 273.5 K 时, 用活性炭吸附 $CHCl_3$, 饱和吸附量为 93.8 dm kg^{-1} ; 当 $CHCl_3$ 的分压力为 13.375 kPa 时, 其平衡吸附量为 82.5 dm kg^{-1} , 则兰格缪尔 (Langmuir) 吸附等温线的吸附系数 (吸附平衡常数) 为_____。(2 分)

二、问答题(共 32 分, 每题 8 分)

1. 吸收传质中的双膜理论的基本点是什么?
2. 何谓空气的湿球温度, 如何测定?
3. 化学热力学的主要内容是什么? 什么是热力学的平衡状态?
4. 化学动力学的任务是什么? 化学动力学和化学热力学之间关系如何?

三、计算题(共 93 分)

1. (15 分) 密度为 $1200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的盐水, 以 $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 的流量流过内径为 75 mm 的无缝钢管。两液面间的垂直距离为 25 m, 钢管总长为 120 m, 管件、阀门等的局部阻力为钢管阻力的 25%。试求泵的轴功率。假设: (1) 摩擦系数 $\lambda = 0.03$; (2) 泵的效率 $\eta = 0.6$ 。
2. (12 分) 氢-氮混合气 ($N_2: H_2 = 1: 3 \text{ mol 比}$) 的压力为 101.3 kN/m^2 (绝压), 温度为 54 °C, 相对湿度 $\phi = 50\%$, 试计算: (1) 湿度; (2) 饱和湿度 (kg/kg 绝干气) 已知 54 °C 下水的饱和蒸汽压为 15 kN/m^2 。
3. (15 分) 在传热面积为 20 m^2 的某换热器中, 用温度为 20 °C, 流量为 13200 kg/h 的冷却水, 冷却进口温度为 110 °C 的醋酸, 两流体逆流流动。换热器刚投入使用时, 冷却水出口温度为 45 °C, 醋酸出口温度为 40 °C, 运转一段时间后, 冷热流体流量不变, 进口温度不变, 而冷却水的出口温度降至 38 °C, 试求传热系数下降的百分率。水的比热 $C_p = 4.2 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$, 热损失可忽略。

4、(15 分) 苯和甲苯混合物中, 含苯 0.4, 流量 1000 kmol/h。在一常压精馏塔内进行分离, 要求塔顶馏出液中含苯 0.9 (以上均为摩尔分率), 苯的回收率不低于 90%, 泡点进料, 泡点回流, 取回流比为最小回流比的 1.5 倍。已知 $\alpha = 2.5$ 。

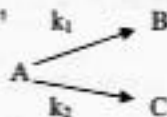
- 试求: (1) 塔顶产品量 D; (2) 塔底残液量 W 及组成 x_W ;
(3) 最小回流比; (4) 精馏段操作线方程;
(5) 提馏段操作线方程;

5、(10 分) 六价铬是一种常见的毒性很大的环境污染物。在治理含六价铬工业废水的实践中, 常常加入适量的硫酸亚铁到废水中, 从而将毒性较大的六价铬转变为毒性较小的三价铬。若温度为 298.15 K, $E^\ominus(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = +1.33 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0.771 \text{ V}$ 。在一定条件下, 硫酸亚铁除铬主反应的方程式为: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

通过计算说明以上反应进行的完全程度。

6、(10 分) 916 °C 时, 平行反应的 k_1 和 k_2 分别为 4.65 s^{-1} 和 3.74 s^{-1}

- (1) 求 A 转化率达 90% 所需要的时间;
(2) 已知反应的活化能 $E_1 = 20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E_2 = 26 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
求总反应的表现活化能。



7、(16 分) 有化学反应: $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \cdot\text{OH} + \text{OH}^-$, 常利用此反应产生一定数量的具有高度氧化性能的羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$)。 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 之间反复循环转换, Fe^{2+} 初始浓度为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ 。经测定, 反应达到稳态时 40% 的 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 。已知常温时, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的溶度积常数分别为 4.0×10^{-38} 和 8.0×10^{-38} 。

- (1) 实践过程中, 常常需要避免铁离子的沉淀。求欲避免反应过程中铁离子发生沉淀, 所需要控制的溶液 pH 范围;
(2) 反应完成后, 常常需要将铁离子从溶液中除去。如果采用调节 pH 手段通过沉淀去除溶液的铁离子, 使其浓度不超过 $5.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$, 需要将溶液的 pH 调节到多少?
(3) 反应过程中, 辅以 365 nm 的紫外光照可以促进 OH 与底物 A 之间的反应, 光强为 $2.5 \times 10^2 \text{ J s}^{-1}$, 光照反应时间为 5 分钟时, 测得 A 减少了 $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 溶液吸收了紫外光的 80%, 求 A 发生光反应的量子效率。