

河北工业大学 2011 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A]卷

科目名称 化工原理 科目代码 852 共 3 页

适用专业、领域 化工过程机械、化学工程、化学工程（专业学位）

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、简答题（共 40 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、（5 分）车间里新安装了一套精馏装置，用离心泵采出塔釜料液，离心泵安装在塔釜液面以下。装置开始运行时发现离心泵的采出量达不到设计要求，而且泵体不断抖动，还发出明显的噪音。经核算离心泵的扬程和流量均满足要求。试分析发生上述情况可能的原因及解决办法。
- 2、（5 分）板框式压滤机是常用的过滤设备，它的一个特点为滤饼的洗涤速率是过滤最终速率的四分之一，即：
$$\left(\frac{dV}{d\tau}\right)_W = \frac{1}{4}\left(\frac{dV}{d\tau}\right)_E$$
。试说明其原因及等式成立的前提条件。
- 3、（5 分）饱和蒸汽是工程中常用的加热剂，用饱和蒸汽给冷流体加热时，蒸汽一侧要定期排放不凝气。试从不凝气对传热过程影响的角度分析一下原因。
- 4、（5 分）简要介绍一下精馏塔灵敏板的概念。
- 5、（5 分）简述当填料层较高时，在填料塔中安装液体再分布器的必要性。
- 6、（5 分）试从传质机理角度阐述如何强化液-液萃取过程。
- 7、（10 分）工程中采用一种新型材料的管道输送某物料（物料的输送量及物性已知，管内流动为湍流），管道内径为 400mm。为了配上合适的动力设备，需要知道单位长度管道的阻力损失。但获得阻力损失的下列两种方案均遇到了困难：

① 公式计算。由于管子的绝对粗糙度 ε 不知道，无法从 $\lambda-Re-\varepsilon/d$ 图中查得阻力系数 λ 。

② 实验测量。由于管径太大，实验室不具备直接测量其阻力损失的实验装置及动力条件。

试根据你所掌握的流体阻力及实验的有关知识，设计一套方案解决上述问题。

说明：a 实验室具备完成管路阻力实验的小规模装置，并可以提供内径为 20 mm 的同材质管子，但没有工程中的实际物料，只能以水为实验物料。

b 不用画实验流程图，能写清楚基本思路即可

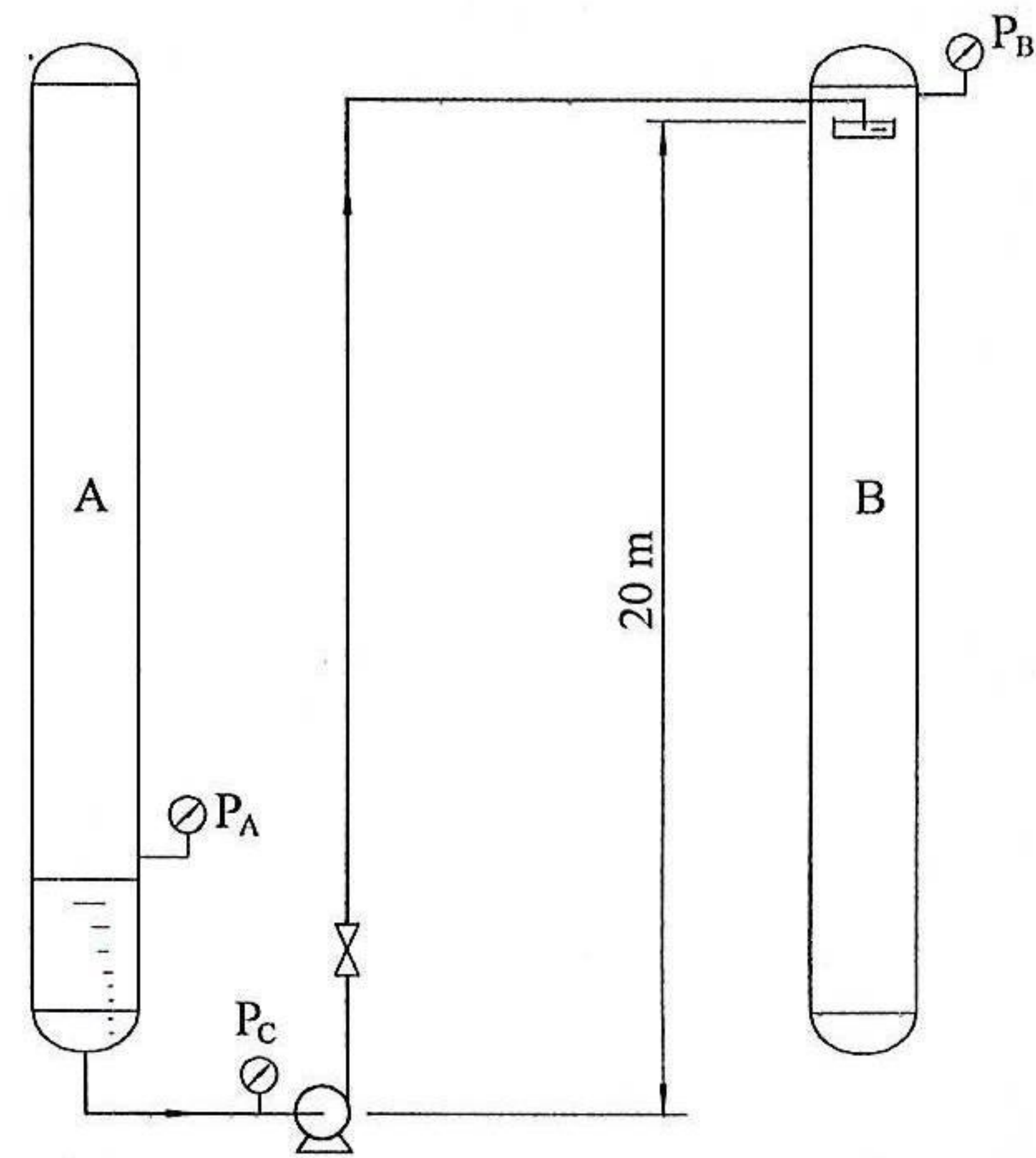
二、计算题（22 分）

用一台离心泵将吸收塔 A 底部的吸收液送到解吸塔 B 内再生，各相对位置如图所示。吸收塔塔釜液面位置保持不变，液面上方压强表的读数维持在 10 kPa，解吸塔顶部的真空表读数为 30 kPa。离心泵吸入管路长度为 50 m，压出管路长度为 100 m，上述管路长度均包括各局部阻力的当量长度，管子规格均为 $\Phi 108 \times 4$ mm。取管内流动摩擦系数 $\lambda=0.025$ 且为定值。已知当管路中阀门关闭泵不工作时，泵前压力表 P_C 的读数为 24.7

kPa。吸收液的密度按 1000 kg/m^3 计。试求：

1 (12分) 打开阀门，当管内流量为 $36 \text{ m}^3/\text{h}$ 时，泵的轴功率（泵的效率按 75%）；

2 (10分) 现因实际需要，通过调节阀门使吸收液量减小至 $25 \text{ m}^3/\text{h}$ ，此时泵消耗的轴功率为 2.1 kW ，若该离心泵的特性曲线可以用 $H=a-bq_v^2$ 的形式表示（ a 、 b 为常数， H 的单位[m]， q_v 的单位[m^3/h]），试写出其特性曲线方程。（假设流动摩擦系数和泵的效率均不变）



三、计算题 (20分) 某釜式聚合反应器具有传热面积 8 m^2 ，釜内液体温度为 90°C 且保持不变，其与釜壁面间的对流给热系数为 $150 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。夹套内通以流量为 0.191 kg/s 的冷却水移走釜内反应热，冷却水进、出口温度分别为 20°C 和 70°C 。现因条件变化，冷却水进口温度升高至 30°C 。预使反应釜内温度维持 90°C ，且反应物流量不变，计算此时所需的冷却水量？已知夹套内冷却水的对流给热系数正比于其流量的 0.8 次方。

说明：计算时忽略釜壁热阻及两侧污垢热阻，不考虑物性参数的变化，水的比热以 $4.18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 计。

四、计算题 (24分) 在一连续常压精馏塔中分离某二元理想混合液，已知原料液处理量 F 为 100 kmol/h ，进料浓度 $x_F=0.4$ （易挥发组分摩尔分率，下同），进料热状况参数 $q=1.2$ 。要求塔顶易挥发组分的回收率不低于 95%，塔底排残浓度不高于 0.035，物系相对挥发度 $\alpha=2.5$ ，塔顶全凝器泡点回流，操作回流比为最小回流比的 1.5 倍。求：

1 (4分) 塔顶产品流量及组成；

2 (9分) 精馏段操作线方程；

3 (8分) 若塔顶第一块板的液相 Murfree 板效率 $E_{mL}=67\%$ ，求进入该板的气相组成；

4 (3分) 保持塔顶采出量不变，能否通过增大回流比的办法，使塔顶易挥发组分浓度达到 0.95？

五、计算题 (24分) 某厂填料吸收塔填料层高度为 6 m ，用纯溶剂逆流等温吸收尾气中的有害组分。入塔气体中有害组分含量为 0.04（mol 分率，下同），出塔气体中有害组分含量为 0.008，出塔液体中有害组分含量为 0.045。已知在操作范围内相平衡关系为 $y=0.8x$ 。求：

1 (6分) 填料塔的气相总传质单元高度；

2 (6分) 操作液气比为最小液气比的倍数；

3 (6分) 现将操作压力提高一倍，气、液 mol 流量和进口浓度均不变，则此时出塔气体有害组分含量变为多少？(假设总传质系数不变，亨利系数 E 不变)

4 (6分) 假设填料层可以无限高，气、液 mol 流量和进口浓度均不变，两种操作压力下出口气相中的有害组分含量各为多少？

六、计算题（20分）采用常压逆流干燥器把某种湿物料自含水量 0.5（湿基）干燥至 0.03（湿基），湿物料处理量为 1000 kg/h。采用废气循环与新鲜空气混合操作，循环的废气中绝干空气的质量占混合气中绝干空气总质量的 80%。混合气在预热器中被加热后进入干燥器，湿空气在干燥器中经历等焓过程。已知新鲜空气温度 25 °C，湿度 0.005 [kg 水/kg 绝干空气]。出干燥器的废气温度 40 °C，湿度 0.034 [kg 水/kg 绝干空气]。试求：

- 1（4分）新鲜空气消耗量；
- 2（10分）预热器预热后湿空气的温度；
- 3（6分）预热器消耗的热量（不计热损失）。

