

中国科学院化工冶金研究所

2000 年招收硕士研究生入学考试 化工原理 试题 (共 7 题)

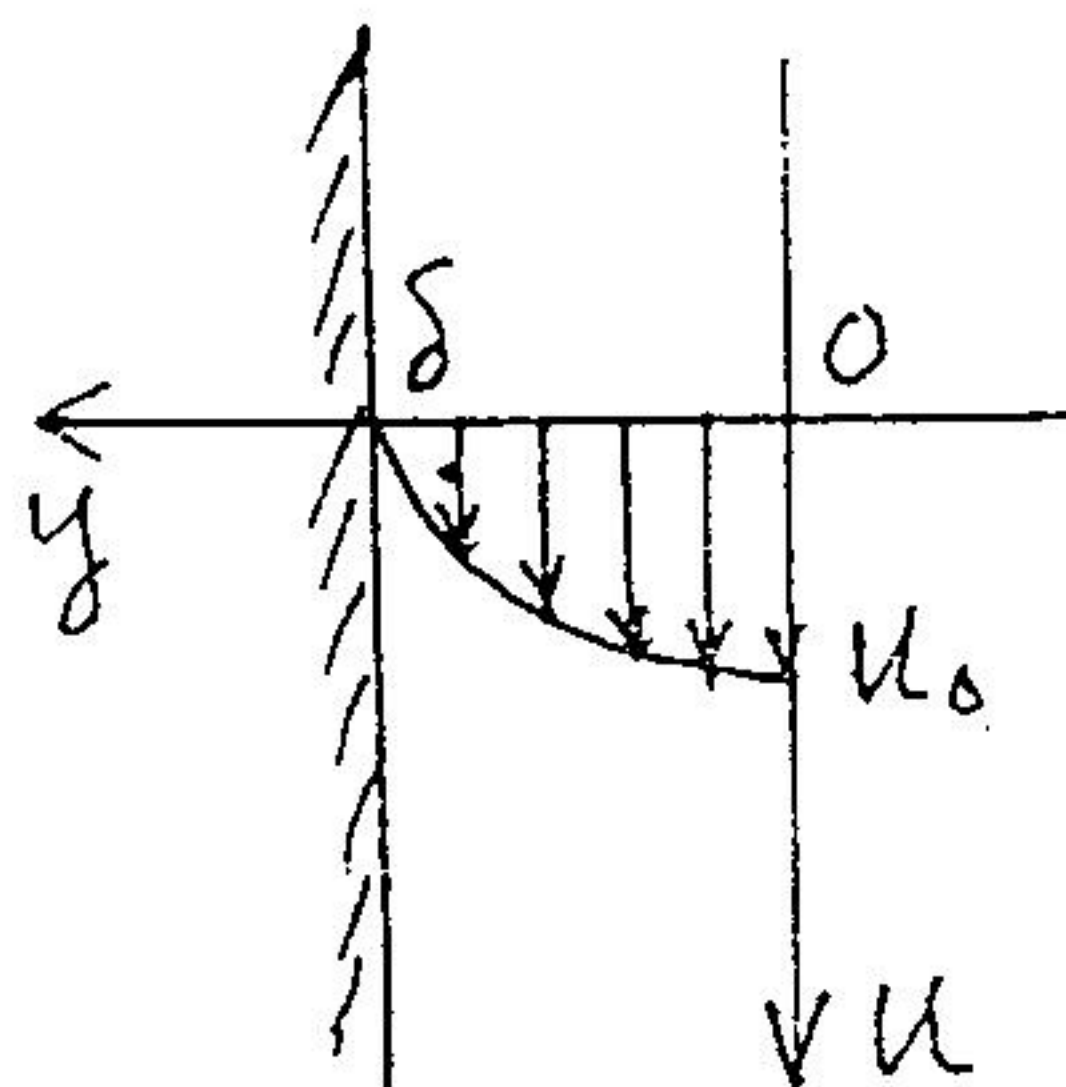
(试题考生签名后随答卷收回)

1. (共 20 分) 简要回答下列问题:

① (4 分) 用水分别吸收 O_2 , CO_2 , NH_3 和 NO_2 时, 是气膜阻力大还是液膜阻力大? 你是怎么判断的? 若气膜、液膜传质阻力在同一数量级, 写出总传质系数与膜传质系数间的关系式。

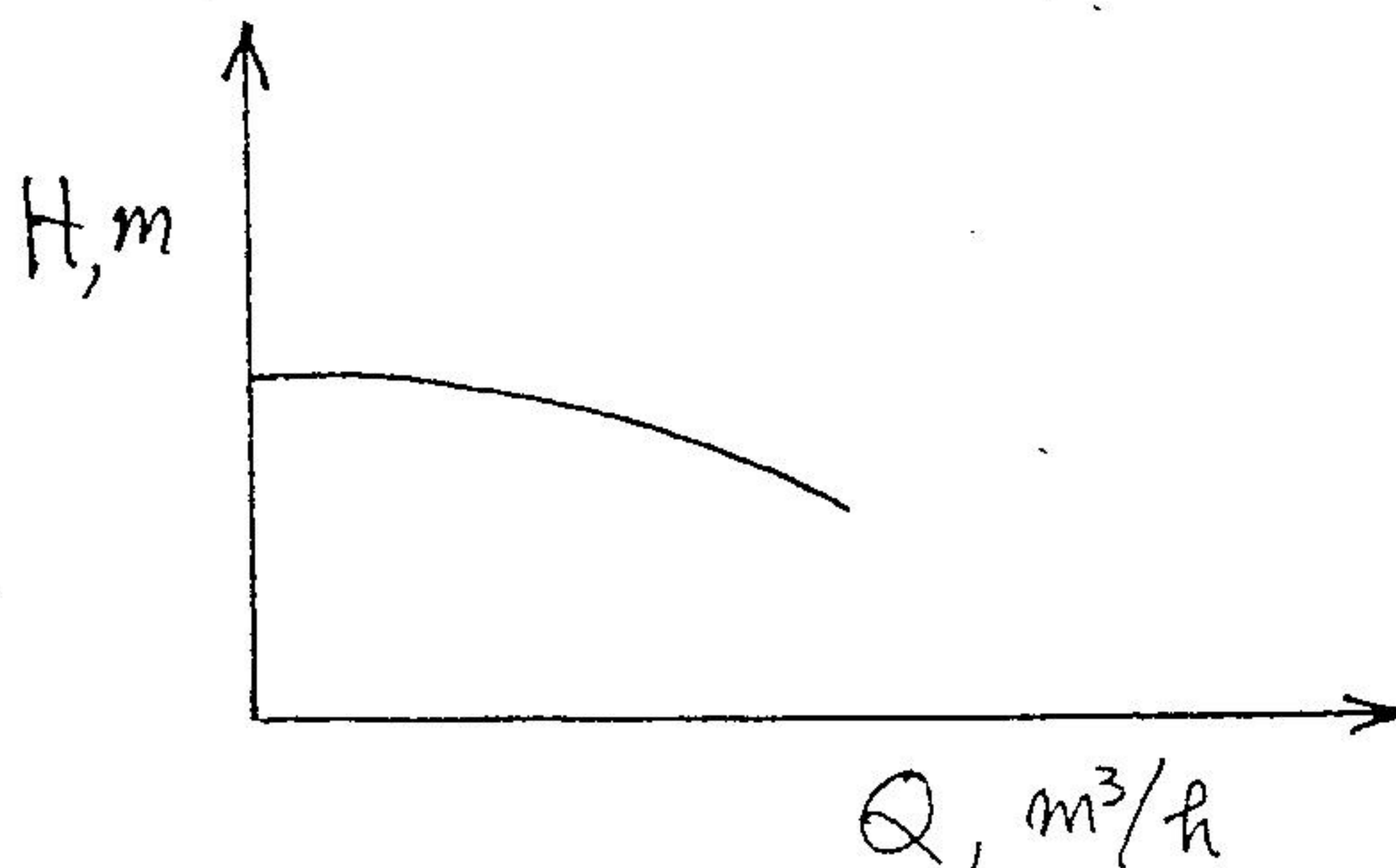
② (2 分) 由加热管壁传热使液体沸腾, 有泡核沸腾和膜状沸腾两种方式, 哪一种传热系数大? 为什么? 可采取什么措施实现高效的传热方式?

③ (4 分) 垂直平板侧面的层流液膜在重力作用下向下流动, 膜厚为 δ , 速度分布为 $u = u_0(1 - (y/\delta)^2)$, 求液膜的平均流速 \bar{u} 和在壁面上的剪切磨擦力 τ (单位是什么?)



④ (2 分) 气相传质单元数 N_G 和气相总传质单元数 N_{OG} 是如何定义的? 画图示意。二者间有何关系?

⑤ (2 分) 离心泵的特性曲线如图, 请画出两泵串联、并联时的特性曲线。

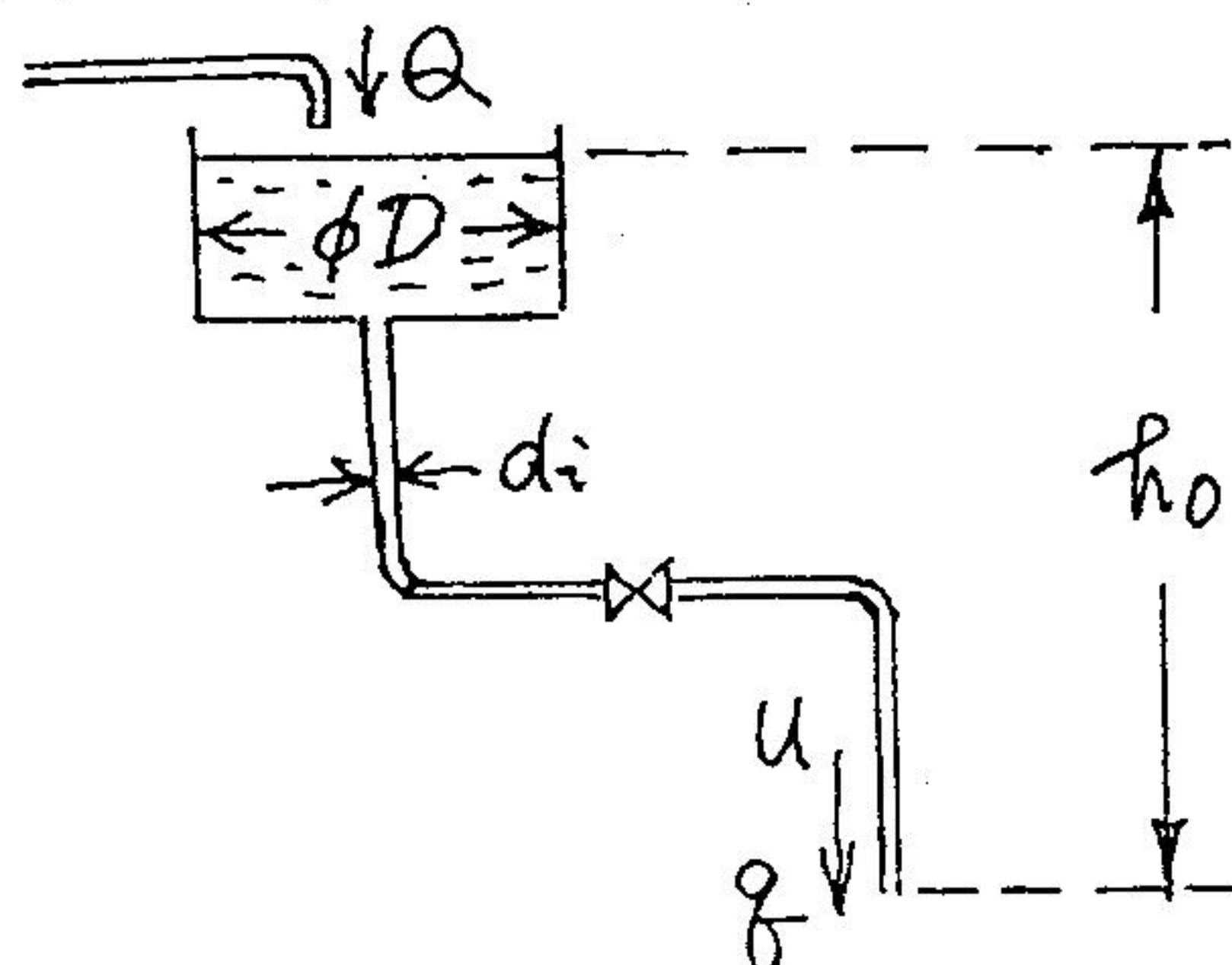


⑥ (2分) 写出黏性真实流体的贝努里方程的常用形式, 并对各项的意义加以解释, 指出此式适用的范围和条件。

⑦ (2分) 柱塞泵最重要的特性是什么? 画出控制、调节输出液流量的管线、阀门与泵连接的示意图。

⑧ (2分) 蒸馏塔板有所谓的 Murphree (默弗里) 效率, 请问如何定义气体吸收塔板的 Murphree 效率?

2. (共 16 分) 一开口贮槽内液面与排液管出口的垂直距离为 $h_0=15\text{ m}$, 贮槽内径 $D=5\text{ m}$, 排液管内径 $d_i=0.05\text{ m}$, 液体流动的阻力损失可按 $\sum h_f = 40u^2$ 计算, 式中 u 为液体在管内的平均线速度。设瞬时进料流量 $Q\text{ (m}^3/\text{h)}$ 为出料流量 q 的一半, 试求 3 h 后贮槽内液面下降了多少?



3. (共 12 分) 已知为克服管道中流动阻力所引起的压力损失 ΔP 与管道内径 d 、管长 l 、平均流速 u 、流体的密度 ρ 和粘度 μ , 以及管壁的粗糙度 ϵ 有关, 即

$$\Delta P = \phi(d, l, u, \rho, \mu, \epsilon)$$

- ① 试根据因次一致性原则导出表示上述关系的无因次数群;
- ② 对得到的结果用 π 定理加以说明。

4. (共 10 分) 塔板负荷性能图可用于判断塔的操作状况, 检验塔的设计是否合理, 以及指导塔板操作性能的改进。

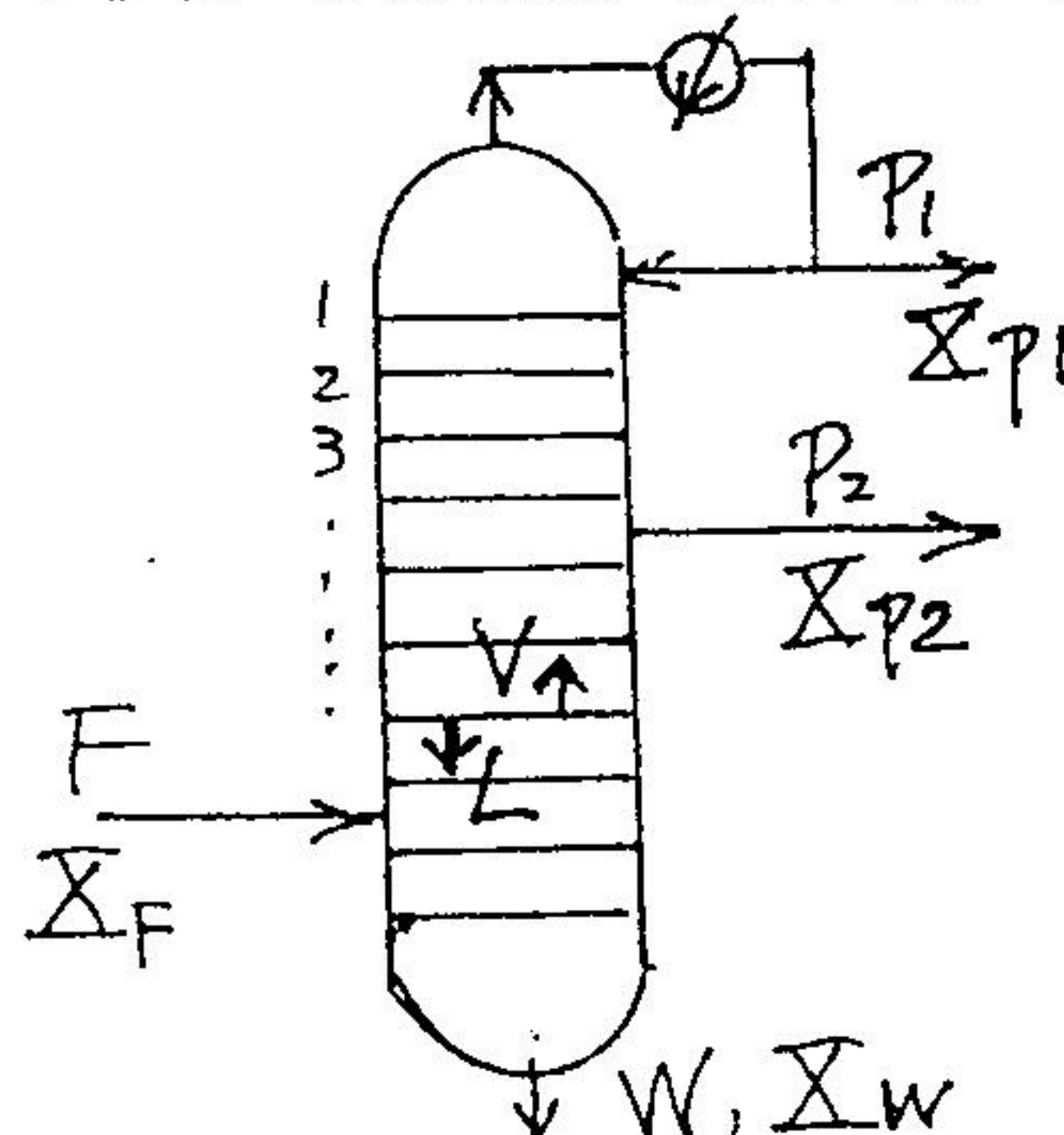
- ① 请示意地画出负荷性能图, 并说明图的组成曲线以及它们所表征的操作状态;

- ② 如何从负荷性能图确定塔板的操作弹性与操作控制的上、下限？
 ③ 对固定物系，塔板结构如何影响负荷性能图？简要说明。

5. (共 14 分) 证明：自精馏塔侧线取出产品时，精馏段侧流以下之操作线与对角线的交点，表示塔顶产品与塔侧产品混合后的浓度，即

$$Y_n = X_{n-1} = \frac{P_1 X_{P1} + P_2 X_{P2}}{P_1 + P_2}$$

式中 X 和 Y 分别为液相和气相的摩尔分数， P_1 和 P_2 分别为塔顶和侧线采出的摩尔流量。



6. (共 16 分) 空气的温度为 60°C ，压强为 99.3 kPa (绝对压力，下同)，相对湿度 10% 。若将该空气以 $1500\text{ m}^3/\text{h}$ 的流量送入干燥器，干燥器内水分蒸发量为 25 kg/h ，离开干燥器的空气温度为 35°C ，压强为 98.9 kPa 。试求离开干燥器的空气的相对湿度及湿空气的体积。已知纯水的饱和蒸气压为： 35°C ， 5.81 kPa ； 60°C ， 20.54 kPa 。
7. (共 12 分) 在工业上常有加热介质或过程物料在蛇管中折返流动的实例。若两种介质均作折返流动，如图示双程流动的 A、B 两种方式，哪一种方式的效率较高？用解析法，或作图法，或其它方法，以总传热量 Q 或对数平均温差 Δt_m 为指标进行比较。高温介质的进口温度为 T_0 ，低温介质的进口温度为 t_0 ，两介质的体积流率相同，比热相同，总传热系数 K 为常数。

