

湘潭大学 2015 年硕士研究生入学考试初试正卷

参考答案及评分标准

科目代码： 838 科目名称： 化工原理(一)

适用专业： 专业方向 01-06

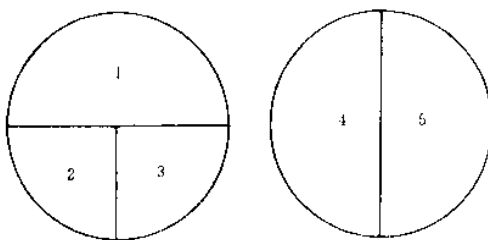
一、单项选择题（共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

1. 下述两种关于粘性的说法：①无论是静止的流体还是运动的流体都具有粘性；②粘性只有在流体运动时才会表现出来。结论正确的应是（ ）。
①两种说法都对 ②两种说法都不对 ③第一种说法对，第二种说法不对
④第一种说法对，第二种说法不对
2. 关于离心泵的并联和串联，下述说法中错误的是（ ）。
①两台相同的泵并联后，并联管路流量增大，相应的流体阻力要增加
②两台相同的泵串联后，每台泵均在较大流量、较低压头下工作
③当吸液液位变化较大时，可根据所需压头的大小采用两台或多台泵串联起来使用
④离心泵并联的台数越多，流量增加得越多
3. 对滤饼进行洗涤，其目的是：①回收滤饼中的残留滤液；②除去滤饼中的可溶性杂质。下面哪一个回答是正确的（ ）。
①第一种说法对而第二种说法不对 ②第二种说法对而第一种说法不对
③两种说法都对 ④两种说法都不对
4. 传热过程中当两侧流体的对流传热系数都较大时，影响传热过程的将是（ ）。
①管壁热阻 ②污垢热阻
③管内对流传热热阻 ④管外对流传热热阻
5. 关于下面两种说法：①物体的相对位置确定后，系统的黑度只与表面黑度有关；②通过改变表面黑度的方法不能强化或削弱辐射过程。正确结论的应是（ ）。
①这两种说法都对 ②这两种说法都不对
③第一种说法对，第二种说法不对 ④第二种说法对，第一种说法不对
6. 二元溶液连续精馏计算中，进料热状况的变化将引起（ ）的变化。
①提馏段操作线与 q 线 ②平衡线
③平衡线与精馏段操作线 ④平衡线与 q 线
7. 操作中连续精馏塔，如采用的回流比小于原回流比，则（ ）。
① x_D 、 x_W 均增加 ② x_D 减小、 x_W 增加 ③ x_D 、 x_W 均不变 ④不能正常操作

8. 在常压塔中用水吸收二氧化碳, k_y 和 k_x 分别为气相和液相传质分系数, K_y 为气相总传质系数, m 为相平衡常数, 则()。
- ①为气膜控制, 且 $K_y \approx k_y$ ②为液膜控制, 且 $K_y \approx k_x$
- ③为气膜控制, 且 $K_y \approx \frac{k_x}{m}$ ④为液膜控制, 且 $K_y \approx \frac{k_x}{m}$
9. 下述说法中错误的是()。
- ①板式塔内气液逐级接触, 填料塔内气液连续接触
- ②精馏用板式塔, 吸收用填料塔
- ③精馏既可以用板式塔, 也可以用填料塔
- ④吸收既可以用板式塔, 也可以用填料塔
10. 在湿焓图上, 确定空气露点温度的方法是从已知的空气状态点开始, 沿()线下降, 与 100% 的相对湿度线相交, 交点所代表的温度即为已知状态空气的露点温度。
- ①等相对湿度线 ②等焓线 ③等湿度线 ④等温线

二、填空题(共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

11. 粘性流体流过固体表面的阻力为()和()之和, 称局部阻力。
- 答案: 摩擦阻力; 形体阻力**
12. 当进气口气速一定时, 旋风分离器的直径越大, 其分离因数越(); 转速一定的离心分离机随着转鼓直径的增大其分离因数越()。(填大、小)
- 答案: 小; 大**
13. 用板框式过滤器进行恒压过滤操作, 随着过滤时间的增加, 滤液量(), 生产能力()。(填增大、减小、不变)
- 答案: 增大; 不变**
14. 换热器在使用一段时间后, 传热速率会下降很多, 这往往是由于()的缘故。
- 答案: 传热管表面有污垢积存**
15. 如图所示为固定管板式换热器的两块管板。由图可知, 此换热器为()管程。



答案: 4

16. 恒沸精馏和萃取精馏主要针对()和()物系, 这两种特殊精馏均采用加入第三组分的办法

以改变原物系的相对挥发度。

答案：沸点差很小；具有恒沸物体系

17. 某二元理想物系的相对挥发度为 2.5，全回流操作时，已知塔内某块理论板的气相组成为 0.625，则下层塔板的气相组成为()。

答案：0.4

18. 等分子反向扩散适合于描述()过程中的传质速率关系。一组分通过另一停滞组分的扩散适合于描述()过程中的传质速率关系。

答案：精馏；吸收和脱吸

19. 若以空气作为干燥介质，在恒定的温度下，湿物料中的结合水与非结合水的划分与物料性质()，与空气状态()。(填有关、无关、不确定)

答案：有关；无关

20. 依据干燥静力学理论可知，随着干燥介质空气相对湿度的增加，湿物料平衡水分的含量将会()。(填增加、减小、不变)

答案：增加

三、判断题（填√和×）（共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

21. 从理论上说，往复泵的流量与扬程无关。(√)
22. 离心泵的扬程又称为压头，亦即指被输送流体的升扬高度。(√)
23. 多管程列管换热器中，无相变两流体的平均传热温差总是比纯逆流时的小。(√)
24. 当换热器中冷热流体的进出口温度一定时，采用逆流操作可以减少所需要的传热面积。(×)
25. 在列管换热器中，用饱和蒸汽加热空气，则传热管的壁温将接近加热蒸汽温度；换热器总传热系数 K 将接近空气侧的表面传热系数。(√)
26. 用水吸收空气中微量的氨，在一定的温度和压强下，只要用水量足够小，接触时间足够长，就应该能得到很浓的氨水。(×)
27. 增加吸收剂用量，操作线的斜率增大，则操作线向远离平衡线的方向偏移，吸收过程推动力变大。(√)
28. 当增加塔板间距时，性能负荷图中液沫夹带线向下移。(×)
29. 精馏操作中，当 F 、 x_F 一定时，只要规定分离程度 x_D 和 x_W ，则 D 和 W 也就被确定了。(√)
30. 物料在降速干燥阶段去除的水分都是自由水。(×)

四、计算题（总共 6 小题）（任选作 5 小题并注明题号，多选将按 31-35 小题计分，每小题 18 分，共 90 分）

31. 解答:

(1)吸入管内的流速为多少?

取贮槽液面为 1-1' 截面, 泵入口处为 2-2' 截面, 排出管内侧 (入喷头前) 处为 3-3' 截面。

(1 分)

在液面 1-1' 和 2-2' 之间列柏努利方程:

$$gz_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{u_1^2}{2} + We = gz_2 + \frac{p_2}{\rho} + \frac{u_2^2}{2} + \Sigma h_f \quad (2 \text{ 分})$$

其中: $p_1 = 0$ (表压), $p_2 = -3 \times 10^4 \text{ Pa}$ (表压); $u_1 = 0$, $u_2 = u$; $z_1 = 0$, $z_2 = 2$; $We = 0$;

$$\Sigma h_f = 2u^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{则有: } 2g - \frac{3 \times 10^4}{10^3} + 2.5u^2 = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: 吸入管内的流速 } u = 2.04 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)单位质量流体所获得的能量 We 为多少?

在液面 1-1' 和截面 3-3' 之间列柏努利方程:

$$gz_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{u_1^2}{2} + We = gz_3 + \frac{p_3}{\rho} + \frac{u_3^2}{2} + \Sigma h_{f1} + \Sigma h_{f2} \quad (2 \text{ 分})$$

其中: $z_1 = 0$, $z_3 = 16$; $p_1 = 0$ (表压), $p_3 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ (表压); $u_1 = 0$, $u_3 = u$; $\Sigma h_{f1} = 2u^2$,

$$\Sigma h_{f2} = 10u^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{则有: } We = 16g + \frac{1 \times 10^5}{10^3} + 12.5u^2 = 309 \text{ J/kg} \quad (3 \text{ 分})$$

(3)离心泵的有效功率 Ne 为多少?

$$\text{管道直径: } d = 0.076 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{质量流率: } w_s = uA\rho = 2.04 \times 0.785 \times 0.076^2 \times 1000 = 9.25 \text{ kg/s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{有效功率: } Ne = We w_s = 309 \times 9.25 = 2858 \text{ W} = 2.86 \text{ kW} \quad (2 \text{ 分})$$

32. 解答:

(1)过滤面积加倍, 其他条件不变, 可得到的滤液量;

本题属于不计介质阻力的恒压过滤问题, 则过滤常数为

$$K = \frac{V^2}{A^2 \tau} = \frac{5^2}{2A^2} = 12.5/A^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$A' = 2A$$

$$V' = \sqrt{KA'^2 \tau} = \sqrt{\frac{12.5}{A^2} \times (2A)^2 \times 2} = 10 \text{ m}^3 \quad (5 \text{ 分})$$

(2)其他条件不变, 仅过滤 1 h 得滤液量;

$$V' = \sqrt{KA^2 \tau'} = \sqrt{\frac{12.5}{A^2} \times A^2 \times 1} = 3.53 \text{ m}^3 \quad (5 \text{ 分})$$

(3)操作表压加倍, 滤饼压缩指数为 0.25, 其他条件不变, 则过滤 1 h 得到的滤液量。

过滤常数 $K = 2k\Delta p^{1-s}$, 其中 k 与操作压强无关, 则两种压差下的过滤常数关系:

$$K' = K \left(\frac{\Delta p'}{\Delta p} \right)^{1-s} = \frac{12.5}{A^2} \times 2^{1-0.25} = \frac{21.02}{A^2} \quad (3 \text{ 分})$$

$$V' = \sqrt{K'A^2 \tau} = \sqrt{\frac{21.02}{A^2} \times A^2 \times 1} = 4.59 \text{ m}^3 \quad (3 \text{ 分})$$

33. 解答: 以 1 m 长度为基准

(1)管外壁温度 t_w ;

$$Q = D \cdot r = (0.70/3600) \times 2258 \times 10^3 = 439.1 \text{ W/m} \quad (3 \text{ 分})$$

$$Q = KA(t_0 - t_w) \quad (1 \text{ 分})$$

若忽略管外对流传热热阻, 则

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha} \frac{d_0}{d_i} + \frac{b}{\lambda} \frac{d_0}{d_m} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{10^4} \frac{108}{100} + \frac{4 \times 10^{-3}}{45} \frac{108}{\frac{108+100}{2}} \quad K = 4992.3 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)} \quad (3 \text{ 分})$$

$$t_w = t_0 - \frac{Q}{KA} = 100 - \frac{439.1}{4992.3 \times \pi \times 0.108 \times 1} = 99.7 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3 \text{ 分})$$

(2)热辐射散热量占总热流量损失的百分率。已知管外壁面黑度为 0.8。

$$\begin{aligned}
 Q_R &= 5.667 \varepsilon A \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \\
 &= 5.667 \times 0.8 \times \pi \times 0.108 \times \left[\left(\frac{99.7 + 273.15}{100} \right)^4 - \left(\frac{20 + 273.15}{100} \right)^4 \right] \quad (4 \text{ 分}) \\
 &= 183.6 \text{ W/m} \\
 \frac{Q_R}{Q} \times 100\% &= (183.6 / 439.1) \times 100\% = 41.8\% \quad (2 \text{ 分})
 \end{aligned}$$

34. 解答:

(1) 馏出液和釜液的量

根据总的物料衡算和易挥发组分的物料衡算得知:

$$F = D + W \quad Fx_F = Dx_D + Wx_W \quad (2 \text{ 分})$$

$$100 \times 0.60 = 0.96D + 0.06W \quad 100 = D + W \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解之得: } D = 60 \text{ kmol/h}; W = 40 \text{ kmol/h} \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 精馏段操作线方程

$$y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_D}{R+1} = \frac{3}{3+1}x + \frac{0.96}{3+1} = 0.75x + 0.24 \quad (4 \text{ 分})$$

(3) 确定料液的热状态和 q 值

$$y = 1.1375x - 0.008 \quad (2 \text{ 分})$$

$$y = 0.75x + 0.24$$

$$\text{可解得 } x = 0.64, y = 0.72 \quad (2 \text{ 分})$$

带入 q 线方程得:

$$y = \frac{q}{q-1}x_q - \frac{x_F}{q-1}$$

$$\text{解 } q \text{ 线方程得: } q = 1.5, \text{ 所以该精馏塔为冷液进料。} \quad (3 \text{ 分})$$

35. 解答:

(1) 因系统符合亨利定律, 故按下式计算总系数 K_G :

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{1}{Hk_L} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{1}{Hk_L} = \frac{1}{1.55 \times 10^{-5}} + \frac{1}{1.955 \times 2.08 \times 10^{-5}} \quad (2 \text{ 分})$$

$$K_G = 1.122 \times 10^{-5} \text{ kmol} / (\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa}) \quad (2 \text{ 分})$$

气膜阻力在总阻力中所占百分比为：

$$\frac{\frac{1}{k_G}}{\frac{1}{k_G} + \frac{1}{K_G}} = \frac{1.55 \times 10^{-5}}{1.122 \times 10^{-5}} = 0.724 \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 计算塔内某截面上的吸收速率 N_A

$$\text{已知: } p = 5 \text{ kPa} \quad c = 2.11 \text{ kmol} / \text{m}^3 \quad H = 1.955 \text{ kmol} / (\text{m}^3 \cdot \text{kPa}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由 } c = Hp^* \quad (1 \text{ 分})$$

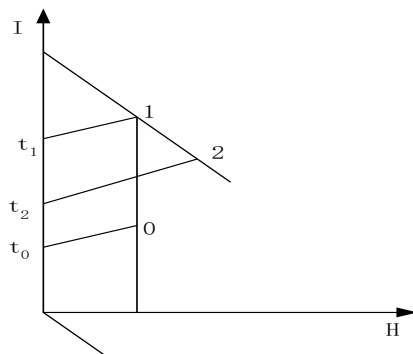
$$p^* = \frac{c}{H} = \frac{2.11}{1.955} = 1.079 \text{ kPa} \quad (2 \text{ 分})$$

$$N_A = K_G(p - p^*) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} N_A &= K_G(p - p^*) = 1.122 \times 10^{-5} \times (5 - 1.079) = 4.399 \times 10^{-5} \text{ kmol} / (\text{m}^2 \cdot \text{s}) \\ &= 0.1584 \text{ mol} / (\text{m}^2 \cdot \text{h}) \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

36. 解答：

(1) 在 $H-I$ 图上的空气状态变化见附图。(8 分)



附图 空气状态变化图

(2) 空气用量 (kg 绝干气/ s)

$$\text{蒸发水分量 } W = G_2 \frac{w_1 - w_2}{1 - w_1} = 1000 \times \frac{0.12 - 0.03}{1 - 0.12} = 102.3 \text{ kg/h} \quad (3 \text{ 分})$$

因空气在干燥器进出口处焓值相等，所以 $I_1 = I_2$ ，即

$$(1.01 + 1.88H_1)t_1 + 2500 H_1 = (1.01 + 1.88H_2)t_2 + 2500 H_2 \quad (2 \text{ 分})$$

因 $H_1 = H_2 = 0.01 \text{ kg 水/kg 绝干气}$ 、 $t_1 = 70^\circ\text{C}$ 、 $t_2 = 45^\circ\text{C}$ 、故有

$$(1.01+1.88 \times 0.01) \times 70+2500 \times 0.01=(1.01+1.88 H_2) \times 45+2500 H_2 \quad (3 \text{ 分})$$

解得 $H_2=0.02 \text{ kg 水/ kg 绝干气}$ (2 分)