

练习一 流体流动

一、填空题

1. 连续介质假定是指_____。

稳定流动条件下，连续性方程的物理意义是_____。

2. 圆管内湍流和层流的差别是：（完成下表）

流 型	层 流	湍 流	
本质区别			
Re 范围			
u/u_{\max}		（满足 $1/7$ 次方律）	
λ 与 Re 关系		高度湍流	
		一般湍流	
λ 与 ϵ/d 关系			

3. 圆形直管内，体积流量 V 一定，设计时若将管内径增大一倍，则层流时摩擦阻力损失 ω_f 是原值的_____

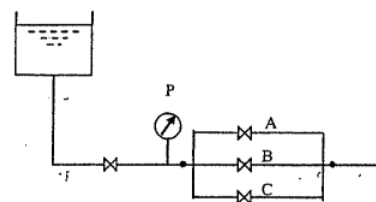
倍；高度湍流时， ω_f 是原值的_____倍。

4. 流体在直管内流动造成阻力损失的根本原因是_____。

5. 某孔板流量计用水测得孔流系数 $C_0 = 0.64$ ，现用于测 $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ 、 $\mu = 0.8 \text{ cP}$ 的液体，此时 C_0 _____ 0.64 。（填 “>” “=” 或 “<”）

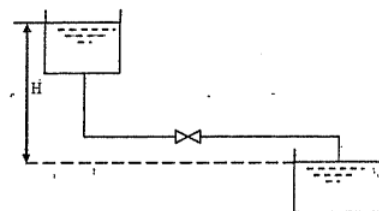
6. 管路如图所示，将支管 A 的阀门开大，则管内以下参数有何变化？

V_A _____, V_B _____, V_C _____, $V_{\text{总}}$ _____, p _____, ω_{fA} _____, ω_{fB} _____, ω_{fC} _____。



题 6 附图

7. 在如图所示的管路系统中, 已知流体的总阻力损失 $\omega_f = 56 \text{ J/kg}$ 。若关小阀门, 则总阻力损失 $\omega_f =$ _____ J/kg , 两槽液面垂直距离 $H =$ _____ m 。

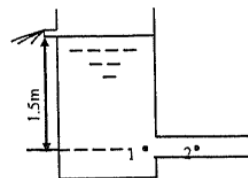


题 7 附图

8. 一敞口容器, 底部有一出口 (如图所示), 容器水面恒定, 管内水流动速度头为 0.5 m 水柱, 直管阻力可忽略。

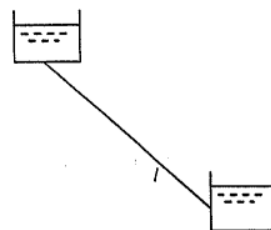
(1) 水由容器流入管内, 则 2 点的表压 $p_2 =$ _____ m 水柱;

(2) 水由管内流入容器, 则 2 点的表压 $p_2 =$ _____ m 水柱。



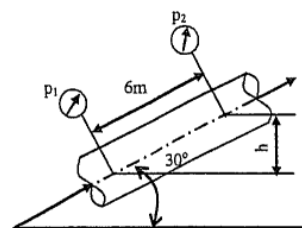
题 8 附图

9. 如图所示的供水管线, 管长 L , 流量 V 。今因检修管子, 用若干根直径为 $0.5d$, 管长亦为 L 的管子并联代替原管, 保证输水量不小于 V 。设所有管子的 λ 都相同且为常数, 局部阻力均可忽略, 则并联管子数量至少 _____ 根。



题 9 附图

10. 如图所示的通水管路, 当流量为 V 时, 测得 $(p_1 - p_2) = 5 \text{ mH}_2\text{O}$, 则流量为 $2V$ 时, $(p_1 - p_2) =$ _____ mH_2O 。(设流体流动处于阻力平方区)

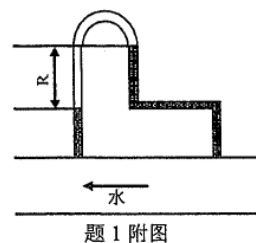


题 10 附图

二、选择题

1. 如图所示，倒 U 型压差计的指示剂为空气，若将指示剂改为油（流向不变），则 R

- A. 增大
B. 变小
C. 不变
D. 不变，但倒 U 型差计中左侧液体高于右侧



题 1 附图

2. 某孔板流量计，当水流量为 V 时，U 型压差计读数 $R = 600 \text{ mm}$ （指示液密度 $\rho_0 = 3000 \text{ kg/m}^3$ ），若改用密度为 $\rho_0 = 6000 \text{ kg/m}^3$ 的指示液，水流量不变，则此时读数 R 为

- A. 150mm
B. 120mm
C. 300mm
D. 240mm

3. 因次（量纲）分析法的目的在于

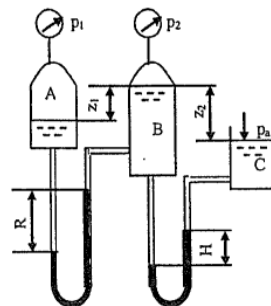
- A. 得到各变量间的确切定量关系
B. 用无因次数群代替变量，使实验与关联工作简化
C. 得到各因次数群的确切定量关系
D. 用无因次数群代替变量，使实验结果更可靠

三、计算题

1. 如图，三只容器 A、B、C 均装有水（液面恒定），已知： $z_1 = 1\text{ m}$ ， $z_2 = 2\text{ m}$ ，U 形水银压差计读数 $R = 0.2\text{ m}$ ， $H = 0.1\text{ m}$ 。

（1）求容器 A 上方压力表读数 p_1 （MPa）；

（2）若 p_1 （表压）加倍，求 $(R + H)$ 。

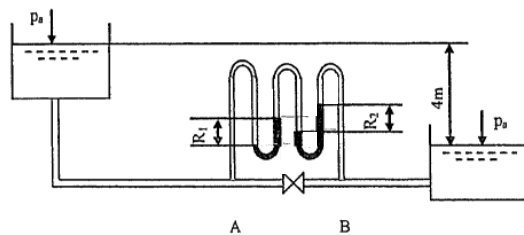


题 1 附图

2. 某输送管路如图所示，已知液体的密度 $\rho = 900\text{ kg/m}^3$ 、黏度 $\mu = 30\text{ cP}$ ，除 AB 段以外，管路总长 $L = 50\text{ m}$ （包括全部局部阻力损失的当量长度在内），管内径 $d = 53\text{ mm}$ 。复式 U 型压差计指示剂为水银，两指示剂中间流体与管内流体相同，压差计读数 $R_1 = 7\text{ cm}$ ， $R_2 = 14\text{ cm}$ 。

（1）若两槽液面垂直距离为 4 m ，求管内的流速；

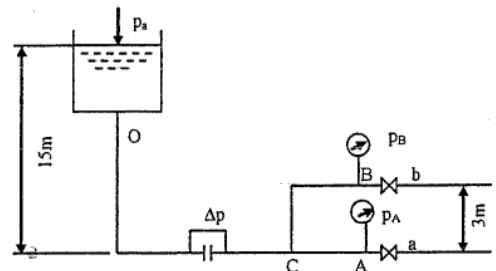
（2）当阀关闭时，试定性判断读数 R_1 、 R_2 的变化。



3. 某输送管路(见下图),在总管段 OC 上装一孔板流量计,该流量计孔径 $d_0 = 25\text{mm}$,流量系数 $C_0 = 0.62$ 。

已知 OC 段、CB 段、CA 段管长和管径分别为 $L_{OC} = 45\text{m}$ 、 $d_{OC} = 50\text{mm}$, $L_{CB} = L_{CA} = 15\text{m}$ 、 $d_{CB} = d_{CA} = 40\text{mm}$; 当阀 a 全关、阀 b 打开时,压力表 p_B 的读数为 23.5kPa 。流体密度 $\rho = 1000\text{kg/m}^3$, λ 均取为 0.03 。试计算:

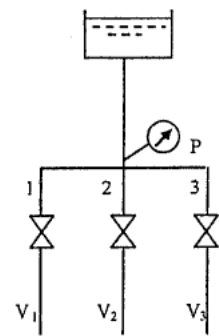
- (1) 求孔板两侧的压差 Δp (mmHg);
- (2) 若维持阀 b 的开度不变,逐渐打开阀 a,直到 CA、CB 两管中流速相等,此时孔板两侧压差 Δp 为 560mmHg ,问压力表读数 p_A 、 p_B 分别为多少 kPa?



题 3 附图

4. 如图所示,一高位水槽下面接有三根水管子 1、2、3,开始时压力表读数为 p ,三个支管的流量分别为 V_1 、 V_2 、 V_3 ,且 $V_1 < V_2 < V_3$ 。现关闭水管 2 中阀门,使 $V_2 = 0$,这时压力表读数为 p' ,水管 1、3 的流量变为 V'_1 、 V'_3 。假设所有水管中流动均处于完全湍流区,并且水在同一高度流入大气。

- (1) 比较 p 与 p' 的大小;
- (2) 比较 $(V_1 - V'_1)$ 与 $(V_3 - V'_3)$ 的大小。

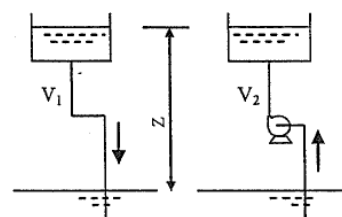


题 4 附图

练习二 流体输送机械

一、填空题

1. 属于容积式泵的，除往复泵外，还有_____、_____等。
2. 产生离心泵气缚现象的原因是_____。
避免产生气缚的方法有_____。
3. 造成离心泵汽蚀的原因是_____。
增大离心泵允许安装高度的措施有_____、_____等。
4. 往复泵的流量调节方法有_____、_____和_____。
5. 启动离心泵前，应先_____和_____。
启动往复泵前，必须检查_____是否打开。
6. 对某一离心泵，若输送的流体密度增大 1.2 倍，则在相同流量下，扬程为原来的_____倍，功率增大倍数为_____倍。
7. 如图所示，两管道系统阻力状况基本相同， λ 均为常数，为使 $V_2=V_1$ ，则泵的扬程 $H=$ _____ Z 。



题 7 附图

8. 离心通风机输送 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 空气时，若流量为 $6000 \text{ m}^3/\text{h}$ ，则全风压为 $240 \text{ mmH}_2\text{O}$ 。现该通风机改送 $\rho' = 1.4 \text{ kg/m}^3$ 的气体，则在流量的 $6000 \text{ m}^3/\text{h}$ 时，全风压为_____ mmH_2O 。

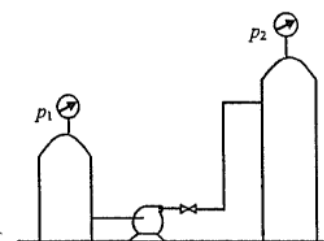
9. 用泵抽水时，泵出口压力表读数为 p 、流量为 V 。若保持 V 不变，现泵改送密度比水大而黏度与水基本相同的流体，则以下参数如何变化？压力 p ____，扬程 H ____，轴功率 N ____。

10. 两敞口容器间用离心泵输水，已知转速为 n_1 时，泵的流量 $V_1 = 100 \text{ L/s}$ 扬程 $H_1 = 16 \text{ m}$ ；转速为 n_2 时，泵的流量 $V_2 = 120 \text{ L/s}$ ，扬程 $H_2 = 20 \text{ m}$ 。则两容器液面的垂直距离为_____m。

11. 如图所示输送系统， p_1 、 p_2 恒定。当泵输送密度为 ρ 的流体时，流量为 V 。现改送密度为 ρ' ($\rho' > \rho$) 的流体，此时流量为 V' 。试问：

(1) 若已知 $V' < V$ ，则一定有 p_2 _____ p_1 ；(“>” “=” “<”)

(2) 若已知 $V' = V$ ，则一定有 p_2 _____ p_1 。(“>” “=” “<”)



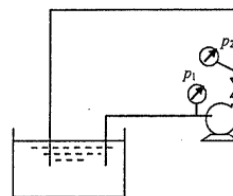
题 11 附图

12. 某台操作中的离心泵，当转速为 n 时，其特性曲线方程为 $H = 40 - 2.5 V^2$ ($V - \text{m}^3/\text{min}$)，而管路特性方程可用下式表示： $H_e = 20 + BV^2$ ($V - \text{m}^3/\text{min}$)，此时泵的工作流量 $V = 2 \text{ m}^3/\text{min}$ 。当转速减慢为 $n' = 0.9n$ 时，其工作点所对应的压头 $H' =$ _____m，流量 $V' =$ _____ m^3/min 。

二、选择题

1. 图标为离心泵性能测定装置。若水槽液面上升，则

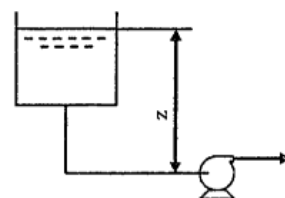
- A. V 增加, H 减小 C. V 和 H 都不变, p_1 和 p_2 (均为绝压) 增加
 B. V 减小, H 增加 D. V 和 H 都不变, p_1 和 p_2 (均为绝压) 减小



题 1 附图

2. 如图所示, 常压下, 内盛 100°C 水的槽面距泵入口垂直距离 z 为_____。已知泵的允许汽蚀余量为 2.5 m , 吸入管线阻力损失 $2\text{ m H}_2\text{O}$ 。

- A. $>7\text{ m}$ B. 7 m C. 3 m D. 只需 $z > 0$ 即可



题 2 附图

3. 离心泵铭牌上标明的扬程指

- A. 功率最大时的扬程 B. 最大流量时的扬程
 C. 泵的最大扬程 D. 效率最高时的扬程

4. 已知单台泵的特性曲线方程 $H = 20 - 2V^2$, 管路特性曲线方程为 $h_e = 10 + 8V^2$ (以上两式中 V 的单位均为 m^3/min)。现将两台泵组合起来操作, 使流量达到 $1.58\text{ m}^3/\text{min}$, 下列结论正确的是

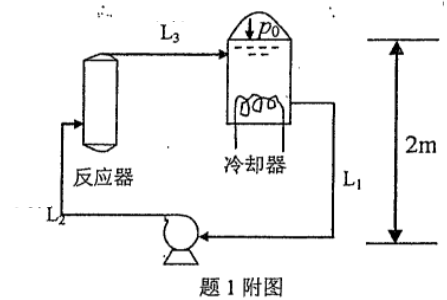
- A. 串联 B. 并联 C. 串、并联均可 D. 无法满足要求

三、计算题

1. 在图示的循环管路中, $L_1 = L_2 = 20\text{ m}$, $L_3 = 30\text{ m}$ (包括反应器、冷却器等的当量阻力长度在内), 管径 $d = 30\text{ mm}$, $\lambda = 0.03$, 流量 $V = 1.413 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}$, 密度 $\rho = 900\text{ kg/m}^3$, 冷却器液面高出泵吸入口 2 m , 试求:

(1) 泵的扬程 H ;

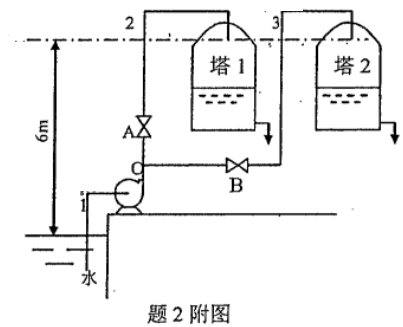
(2) 为保证泵的吸入口不出现负压, 冷却器液面上方压力 p_0 至少为多少 kPa (表压)?



2. 如图所示, 两塔表压都为零, 已知 d 均为 40 mm , $\lambda = 0.02$, 吸入管长 $L_1 = 10\text{ m}$ (包括所有局部当量长度在内, 下同), 压出支管 2 长 $L_2 = 70\text{ m}$, 泵的特性曲线方程 $H = 22 - 7.2 \times 10^5 V^2$, 式中 H , m ; V , m^3/s 。泵出口至 O 点的管长可忽略。试求:

(1) B 阀全关时泵的流量;

(2) B 阀全开时泵的流量。此时支管 3 长 $L_3 = 70\text{ m}$ (包括局部阻力当量长度在内)。

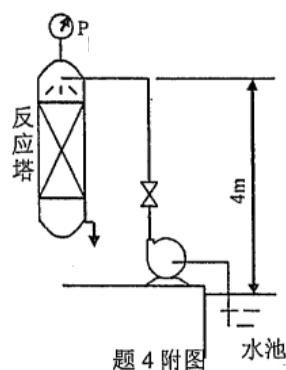


3. 欲用离心泵将池中水送至 10 m 高处水塔，输送量 $V = 0.21 \text{ m}^3/\text{min}$ ，管路总长 $L = 50 \text{ m}$ （包括局部阻力当量长度在内），管径均为 40 mm， $\lambda = 0.02$ 。试问：

- （1）若选用的离心泵的特性曲线方程为 $H = 40 - 222V^2$ ，式中 $V - \text{m}^3/\text{min}$ 。该泵是否适用？
- （2）此泵正常运转后，管路实际流量为多少 m^3/min ？
- （3）为了使流量满足设计要求，需用出口阀进行流量调节。则阀门的节流损失（多消耗在阀门上的阻力损失）变化了多少 mH_2O ？

4. 如图所示，用离心泵将敞口水池中的水送到反应塔内，塔顶压力表读数为 $1.17 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，出水管口高出水池液面 4m。已知管路调节阀全开时，管路总阻力损失为 2m H_2O 柱，该泵的特性方程为 $H = 20 - 0.0023 V^2$ ，式中 H, m ； $V, \text{m}^3/\text{h}$ 。

- （1）试写出阀全开时的管路特性方程，要求以 $h_e = f(V)$ 函数式表示， $h_e - \text{m}$ ； $V - \text{m}^3/\text{h}$ 。
- （2）若将这种泵两台并联用于该管路，当管路调节阀全开时，输水量为多少 m^3/h ？



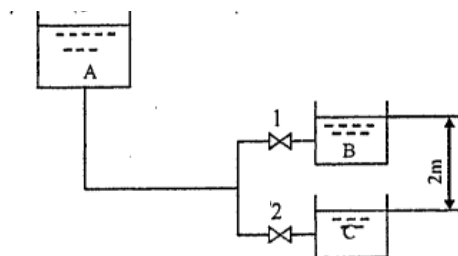
练习三 流体流动和流体输送机械（一）

一、填空题

1. 当地大气压为 745 mmHg，测得一容器内的绝对压强为 350 mmHg，则真空度为_____mmHg。测得一容器内的表压为 1360mmHg，则其绝对压强为_____mmHg。
2. 两无限长同心组成的环隙中充满流体。已知外筒内径为 D ，内筒外径为 d ，试问内筒作旋转运动时，当量直径 d_e = _____。
3. 质量流量相同的两流体，分别流经同一均匀直管，已知，密度 $\rho_1 = 2\rho_2$ ，黏度 $\mu_1 = 2\mu_2$ ，则 $Re_1 =$ _____ Re_2 。
若两流体流动均处于阻力平方区，则 $h_{f1} =$ _____ h_{f2} ；若流动皆为层流，则 $h_{f1} =$ _____ h_{f2} 。
4. 离心泵叶轮的类型一般有_____种，为什么离心泵的叶片要采用后弯？
_____。
5. 操作中的离心泵，若开大出口阀，则管路总阻力损失_____，泵的轴功率_____，泵的效率_____。
（填“变大”“变小”“不变”“不确定”）

6. 管道中水的经济流速范围为_____m/s，空气的经济流速范围为_____m/s。若水与空气以相同质量流量流经相同管长的水平直管，并各自采用经济流速，则管径 $d_{\text{气}} \approx$ _____ $d_{\text{水}}$ ，压降 $\Delta p_{\text{气}} \approx$ _____ $\Delta p_{\text{水}}$ 。

7. 图示流程中，管径皆为 d ， λ 均为定值。两支管只考虑阀门阻力，且知阀 1 的 $\zeta_1 = 1$ ，阀 2 的 $\zeta_2 = 25$ ，今只将阀 2 开大，其它不变，使流速 $u_1 = u_2 = 2\text{m/s}$ 。则开大阀 2 后，阻力系数变为 $\zeta'_2 =$ _____，槽 A 至槽 B 的压头损失 h_{fAB} 将_____。（填“变大”“变小”“不变”“不确定”）



题 7 附图

8. 流体在水平等径直管中流动时，若流动处于层流区，则压力损失与速度_____成正比；若流动处于高度湍流区，则压力损失与速度_____成正比。

9. 流体在水平等径直管中流动时的摩擦阻力损失，所损失的是机械能中的_____项。

10. 皮（毕）托管测量管道流体的_____速度，孔板流量计则用于测量管道中流体的_____速度。

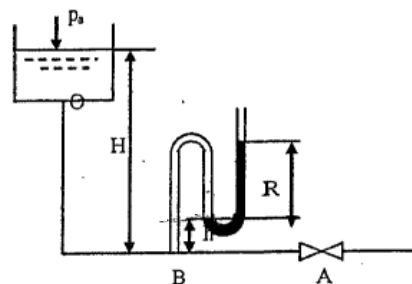
二、选择题

1. 某孔板流量计，当流量为 V_1 时，通过孔板前后的压降为 Δp_1 ，U 型压差计的读数为 R_1 ，当流量 $V_2 = 2V_1$ 时，相应的压降为 Δp_2 ，读数为 R_2 ，则_____。
- A. $R_2 = 2R_1$ ， $\Delta p_2 = 2\Delta p_1$ B. $R_2 = \sqrt{2}R_1$ ， $\Delta p_2 = \sqrt{2}\Delta p_1$
C. $R_2 = \sqrt{2}R_1$ ， $\Delta p_2 = 4\Delta p_1$ D. $R_2 = 4R_1$ ， $\Delta p_2 = 4\Delta p_1$
2. 操作中的离心泵，将水由水池送往敞口高位槽。现泵的转速减小（符合比例定律），管路情况不变。此时泵的效率由原来的 η 变为 η' ，则两者的关系为
- A. $\eta' > \eta$ B. $\eta' < \eta$ C. $\eta' = \eta$ D. 不确定
3. 牛顿型流体流经管长为 L 、半径为 R 的管道，设处于管中心处的剪应力为 τ_1 ，而处于 $R/2$ 处的剪应力为 τ_2 ，则 $\tau_1 / \tau_2 =$
- A. 0 B. 0.5 C. 0.8 D. 判断依据不足
4. 对一余隙一定的往复压缩机。当压缩比增大时，每一工作循环送出的气体量将
- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 先增大再减小

三、计算题

1. 某输油管线如图所示，油品黏度为 25 cp，密度为 800 kg/m^3 ，管内径均为 100 mm，在油管水平部分 B 点连接一水银 U 型压差计，当 A 阀关闭时， $R = 400 \text{ mm}$ ， $h = 200 \text{ mm}$ 。现将 A 阀打开，流量调节至 $14.1 \text{ m}^3/\text{h}$ ，此时管长 $L_{OB} = 50 \text{ m}$ （包括局部阻力当量长度在内）。试求：

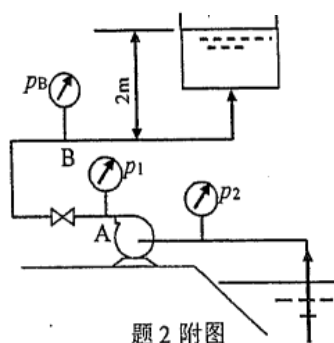
- (1) 高度 H ，m；
- (2) A 阀打开后，B 点的表压和 U 型压差计读数。



题 1 附图

2. 用离心泵将江水由江中送往敞口高位槽，流程如图所示。管子规格均为 $\phi 114 \times 4 \text{ mm}$ 。已知，当 A 阀 1/4 开度时，B 点压力表读数 $p_B = 34.32 \text{ kPa}$ ，送水量 $V = 36 \text{ m}^3/\text{h}$ 。当 A 阀 3/4 开度时， $p'_B = 71.59 \text{ kPa}$ ，泵出口处压力表读数 $p_1 = 107.88 \text{ kPa}$ （表压），泵入口处真空表读数 $p_2 = 300 \text{ mmHg}$ 。设 λ 均为定值。

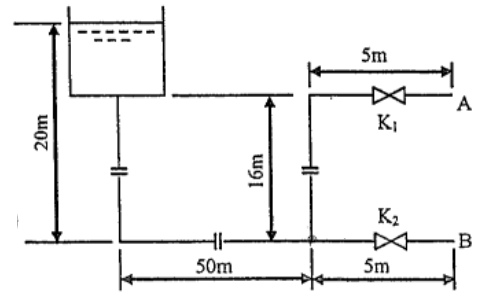
- (1) 求 A 阀 3/4 开度时泵的有效功率；
- (2) 若江水上漲了 1m，通过阀门调节，使流量维持与 A 阀 3/4 开度时流量相同，问此时泵出口处压力表读数为多少 kPa？



题 2 附图

3. 如图所示，水自敞口高位槽经总管流入分支管 A 和 B，然后排入大气。各段直管长度见图，管道的内径均为 27 mm。阀门全开时，总管、支管 A、B 上的局部阻力当量长度分别为 $\sum L_{e0} = 1.1 \text{ m}$ ， $\sum L_{eA} = 9.8 \text{ m}$ ， $\sum L_{eB} = 9 \text{ m}$ ，管内摩擦系数 λ 均为 0.04。试求：

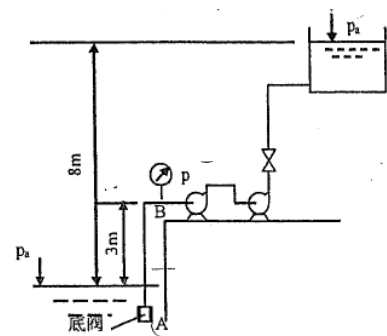
- (1) 当支管 A 上的阀 K_1 全开而支管 B 上的阀 K_2 部分开启时，测得支管 A 中水的流量为 $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ，此时支管 B 中流量为多少 m^3/h ？
- (2) 当支管 B 上的阀 K_2 全开时，支管 A 中是否有水流出？



题 3 附图

4. 如图所示，用二台型号相同的离心泵串联，将河水输入高位槽。已知单泵特性曲线方程为 $H = 20 - 5V^2$ （式中 H 、 V 单位分别为 m 、 m^3/min ）。现流量计失灵，但 B 处的真空表正常，其读数为 300 mmHg，估计底阀阻力损失相当于是 $10(u^2/2) \text{ J/kg}$ ，A 至 B 处阻力损失为 $0.1(u^2/2) \text{ J/kg}$ ，式中 u 为管内流速， m/s ，管径均为 100 mm。试求：

- (1) 输水量， m^3/s ；
- (2) 串联泵的有效功率。



题 4 附图

练习四 流体流动和流体输送机械（二）

一、填空、选择题

1. 局部阻力损失 $\omega_f = \zeta \frac{u^2}{2}$ 计算式中的 u 是指

A. 小管中流速 u_1

B. 大管中流速 u_2

C. $(u_1 + u_2)/2$

D. 与流向有关，可以是 u_1 或 u_2

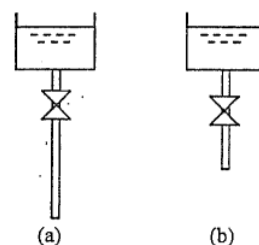
2. 如图 a 所示，水从高位槽经下水管排出。现将下水管截去一段（见图 b），则其水流量将

A. 变大

B. 变小

C. 不变

D. 无法确定



题 2 附图

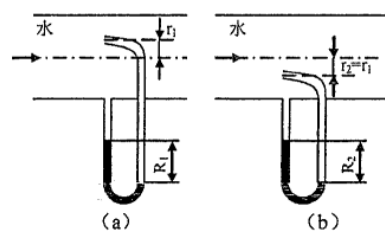
3. 如图所示，当水沿水平等径直管作稳定流动时，压差计分别按图 (a) 或图 (b) 所示放置，则其读数 R_1 、 R_2 的大小关系应该是

A. $R_1 > R_2$

B. $R_1 = R_2$

C. $R_1 < R_2$

D. 不一定



题 3 附图

4. 如图所示，敞口贮槽中的液面恒定，水经下部放水管流入大气，忽略流动阻力损失。放水管中水的流动速度 u 与_____有关

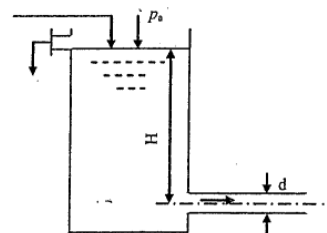
A. H

B. H, d

C. d

D. 大气压 p_a

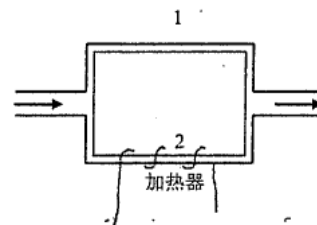
E. H, d , 大气压 p_a



题 4 附图

5. 如图所示的并联管路，已知两支管的摩擦系数 $\lambda_1 = \lambda_2$ ，管直径 $d_1 = d_2$ ，管内的气体的质量流量相同，支管 2 上有一加热器，则两支管长（包括局部阻力的当量长度） L_1 与 L_2 关系为

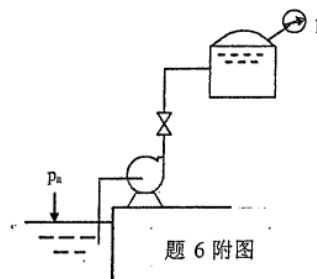
A. $L_1 > L_2$ B. $L_1 < L_2$ C. $L_1 = L_2$ D. 不确定



题 5 附图

6. 如图所示，高位槽上方的真空表读数为 p ，现 p 增大，其它管路条件不变，则管路总阻力损失

A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不确定



题 6 附图

7. 用离心泵将江水送至敞口高位槽。若管路条件不变，则下列参数随着江面的下降有何变化？（设泵仍能正常工作）

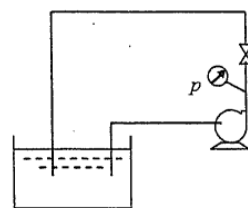
泵的压头_____，管路总阻力损失_____，泵出口处压力表读数_____。

泵入口真空表读数_____，离心泵轴功率_____。

A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不确定

8. 如图所示流程，若离心泵更换一个大一点直径的叶轮（符合切割定律），则泵效率 η _____；压力表读数 p _____。

A. 变大 B. 变小 C. 不变 D. 不确定



题 8 附图

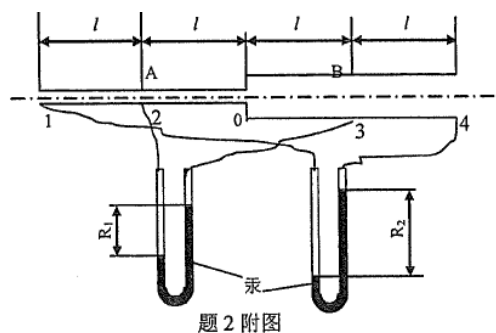
二、计算题

1. 某离心泵工作转速为 $n = 2900 \text{ r.p.m.}$ ，其特性曲线方程 $H = 30 - 0.01V^2$ 。当泵的出口阀全开时，管路特性曲线方程为 $h_e = 10 + 0.04V^2$ ，以上两式中 V 的单位为 m^3/h ， H 及 h_e 的单位均为 m 。求：

- (1) 阀全开时，泵的输水量为多少？
- (2) 要求所需供水量为上述供水量的 75% 时：
 - a. 若采用出口阀调节，则节流损失了多少 m 水柱？
 - b. 若采用变速调节，则泵的转速应为多少 r.p.m. ？

2. 如图所示，用四点法测量扩大局部阻力损失。现常温水 ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1\text{cP}$) 以 3 m/s 的速度从 A 段流向 B 段，A、B 管段均呈水平，A 段管内径为 25mm ，B 段管内径为 50mm ，并已测得 $R_1 = 90.9 \text{ mmHg}$ ， $R_2 = 206.9 \text{ mmHg}$ 。试求：

- (1) 突然扩大局部阻力系数 ζ ；
- (2) 假设管子为光滑管，湍流时 $\lambda = 0.3164/\text{Re}^{0.25}$ ，则图标中的 L 为多长？

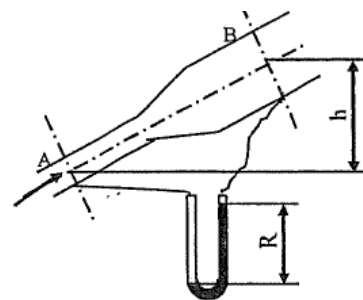


3. 某离心泵安装位置高出井中水面 4m, 吸入管路为 $\phi 89 \text{ mm} \times 4.5 \text{ mm}$ 规格的钢管, 已知输水量为 $36 \text{ m}^3/\text{h}$ 时, 吸入管路总阻力损失为 2.5m 水柱, 该流量下泵的允许吸上真空度为 3m 水柱。水温 20°C , 当地大气压为 10 m 水柱。试求:

- (1) 泵入口处的真空度为多少 kPa?
- (2) 若井水面比原来下降 1m, 该泵是否仍能按要求的流量正常输水?

4. 如图所示, 水通过倾斜变径管段 AB。已知 $d_A = 100 \text{ mm}$ 、 $d_B = 240 \text{ mm}$, 水流量 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ 。在截面 A 与 B 之间接一 U 型压差计, 其读数为 $R = 20 \text{ mm}$, 指示剂为水银。A、B 两点间的垂直距离为 $h = 0.3 \text{ m}$ 。试求:

- (1) A、B 两点的压差为多少 Pa?
- (2) A、B 管段的阻力损失为多少 J/kg?
- (3) 若将管路水平放置, 流向与流量不变, 试定性回答压差计读数及 A、B 两点压力差如何变化?



题 4 附图

练习五 机械分离与流态化

一、填空题：

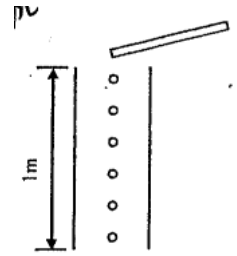
1. 某降尘室有三层隔板（板厚不计），气流均布，已知理论上能 100% 除去颗粒粒径为 $120\ \mu\text{m}$ ，则能 80% 除去的颗粒粒径为_____ μm 。
2. 离心分离因素的物理意义是_____。
评价旋风分离器的主要性能指标是_____和_____。
临界粒径是判别旋风分离器_____高低的重要依据。
3. 已知板框压滤机中的滤饼压缩指数为 0.5，介质阻力不计，则当过滤压差增加一倍时，过滤速率 $dV/d\tau$ 为原来的_____倍。若滤液黏度加大一倍。则过滤速率 $dV/d\tau$ 为原来的_____倍。
4. 转筒真空过滤机的转速愈大，则每转一周所得的滤液量愈_____，该过滤机的生产能力愈_____。
5. 某恒压操作的叶滤机（ $V_e = 0$ ），已知过滤终了时 $V = 0.5\ \text{m}^3$ ，用时 1 小时，滤液黏度为水的 4 倍。现拟在相同压力下用清水洗涤，洗液量 $V_w = 0.1\ \text{m}^3$ ，则洗涤时间为_____ min。
6. 流化床按其形状不同可分为_____和_____。流体通过流化床的压降随流量的增加_____。聚式流化床的主要不正常现象是_____和_____。
7. 流化床操作中，流体在床层中的真实速度 u' ，颗粒沉降速度 u_t 和通过床层的表观速度 u 三者之间的关系是_____。

8. 化工生产中基于离心沉降原理的设备有_____、_____。

9. 玻璃管长 1m，充满油，从顶端每隔 1s 加入一滴水，问：

(1) 油静止，当加入第 21 滴水时，第一滴正好到底部，则水滴沉降速度为_____m/s；

(2) 现油以 0.01m/s 的速度向上运动，加入水滴的速度不变，则第一滴水正好到底部时管内有水_____滴。



题 9 附图

二、选择题

1. 在重力场中，微小颗粒的沉降速度与下列_____无关。

- | | |
|-------------|------------|
| A. 粒子的几何形状 | B. 粒子的尺寸大小 |
| C. 流体与粒子的密度 | D. 流体的速度 |

2. 推导过滤基本方程式的一个最基本的依据是_____。

- | | |
|----------------|--------------|
| A. 滤饼不可压缩 | B. 忽略过滤介质的阻力 |
| C. 流体通过滤饼呈层流流动 | D. 滤渣大小均一 |

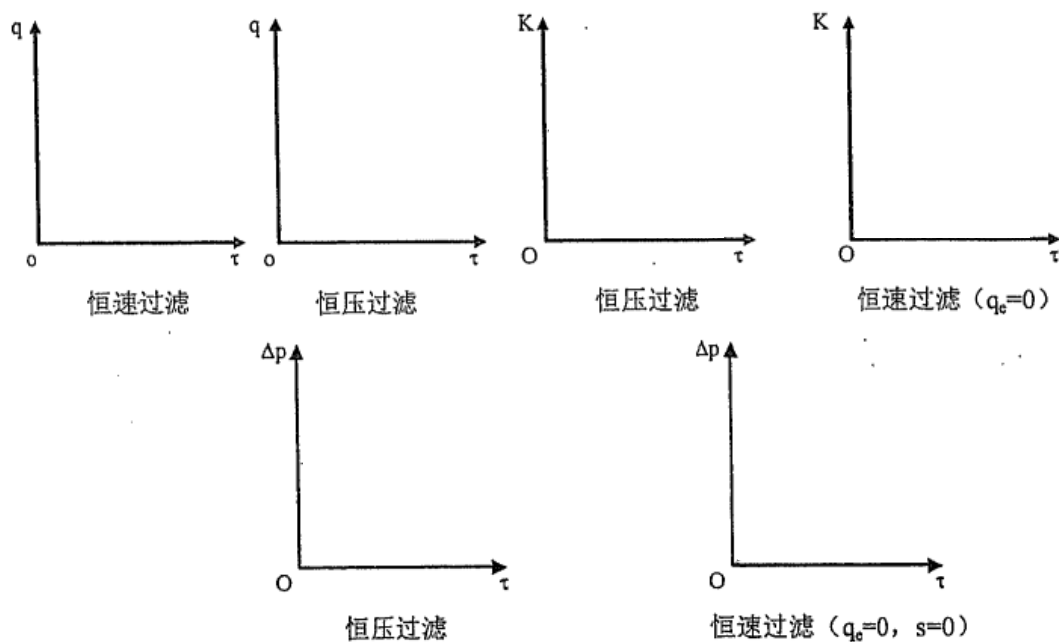
3. 下列说法正确的是_____。

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| A. 过滤速率 $dV/d\tau$ 与过滤面积 A 成正比 | B. 过滤速率 $dV/d\tau$ 与 A^2 成正比 |
| C. 过滤速率 $dV/d\tau$ 与滤液面积 A 成反比 | D. 过滤速率 $dV/d\tau$ 与过滤介质阻力成反比 |

4. 当 $\mu = \mu_w$ 时，叶滤机洗涤速率 $(dV/d\tau)_w$ 与最终过滤速率 $(dV/d\tau)_e$ 的比值为_____。

- | | | | |
|--------|--------|--------|------|
| A. 1/2 | B. 1/4 | C. 1/3 | D. 1 |
|--------|--------|--------|------|

三、作图题



四、计算题

1. 一降尘室内设置 2 层隔板，每层底面积均为 10 m^2 。现用此降尘室净化质量流量 45 t/h 、温度 60°C 的常压含尘空气，尘粒密度为 2500 kg/m^3 ，设尘粒在空气中系均匀分布。

- (1) 试估算理论上可 100% 除去的最小尘粒直径为多大？又 50% 除去的尘粒直径为多大？
- (2) 若将此含尘空气温度降为 30°C ，则理论上可 100% 除去的最小尘粒直径变为多大？计算出结果后请定性分析为什么会如此变化。

设含尘空气的物性可视为与空气相同。已知 60°C 空气的黏度为 $20.1 \times 10^{-3} \text{ cP}$ ， 30°C 空气的黏度为 $18.6 \times 10^{-3} \text{ cP}$ 。

2. 拟用板框压滤机恒压过滤含 CaCO_3 8% (质量) 的水悬浮液 2m^3 , 每立方米滤饼中含固体 1000 kg , CaCO_3 的密度为 2800 kg/m^3 , 试求:

- (1) 现有 $560\text{mm} \times 560\text{mm} \times 50\text{mm}$ 规格的板框, 问至少需要多少只框?
- (2) 若过滤常数 $K = 0.162\text{m}^3/\text{h}$, 过滤介质阻力不计, 用上述这些框过滤需用时间为 26.5 min , 则滤液量为多少?

3. 用过滤面积为 10 m^2 的板框过滤机过滤某种悬浮液, 操作压力为 2 atm , 过滤 15 min 共得滤液 2.91 m^3 , 滤饼不可压缩, 介质阻力忽略不计, 该过滤机的生产能力为 $4.8\text{ m}^3/\text{h}$ 。试求:

- (1) 操作过程的洗涤、装卸等时间共为多少 min ?
- (2) 若要求过滤时间与所得的滤液量不变, 而操作压力降至 1atm (表压), 需增加多少过滤面积?
- (3) 改用一台转筒真空过滤机操作, 在一个操作周期内, 所得的滤液量为 0.2 m^3 , 若使该机具有上述上相同生产能力, 则转速为多少转 / 分?

练习六 传动部分 综合练习（一）

一、填空、选择题

1. 以单位重量流体为基准的机械能衡算方程式为：_____；

以单位质量流体为基准的机械能衡算方程式为：_____；

以单位体积流体为基准的机械能衡算方程式为：_____。

2. 以水作工质所测得的直管的摩擦系数与雷诺数关系式适用于_____流体。

3. 水在光滑直管内流动是有阻力损失的，其原因是_____。

流体在湍流流动时，在相同的雷诺数下，光滑管的摩擦系数 λ 要比粗糙管的小，其原因是_____。

4. 气体黏度随温度升高而_____；液体的黏度随温度的升高而_____。

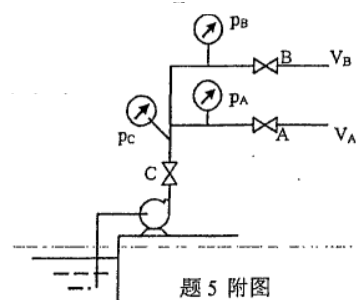
5. 对如图所示的输水系统，当阀门 A 关小时， V_A _____, V_B _____, V_C _____, p_A _____, p_B _____, p_C _____。

A. 变大

B. 变小

C. 不变

D. 不确定



题 5 附图

6. 右图中高位槽液面保持恒定，液体以一定流量流经管路， ab 和 cd 两管段长度、管径及粗糙度均相同，则

(1) 两 U 形压差计读数关系为_____。

A. $R_1 > R_2$

B. $R_1 = R_2$

C. $R_1 < R_2$

D. 不定

(2) 液体通过 ab 与 cd 管段的能量损失关系为_____。

A. $h_{fab} > h_{fcd}$

B. $h_{fab} = h_{fcd}$

C. $h_{fab} < h_{fcd}$

D. 不定

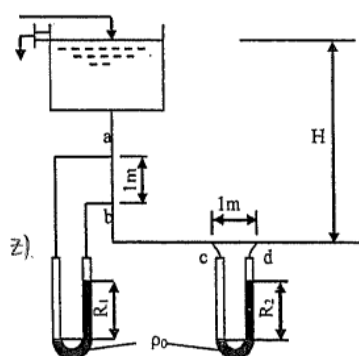
(3) ab 与 cd 两管段的压差关系为_____。

A. $\Delta p_{ab} > \Delta p_{cd}$

B. $\Delta p_{ab} = \Delta p_{cd}$

C. $\Delta p_{ab} < \Delta p_{cd}$

D. 不定



题 6 附图

(4) R_1 值表示_____。

- A. ab 段的压差值
C. ab 段摩擦损失

- B. ab 段的位能变化
D. ab 段的压差值及摩擦损失

7. 单位质量流体由截面 1 流到截面 2 的阻力损失为 $\omega_{f, 1-2}$ ，其单位为 J/kg，则 $\omega_{f, 1-2}/g$ 的物理意义是_____，其单位是_____。

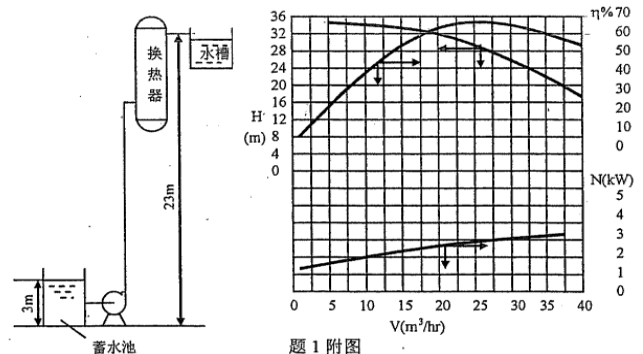
8. (1) 对不可压缩滤饼，过滤速率为 $dV/d\tau$ 正比于 Δp 的次方，对可压缩性滤饼，过滤速率 $dV/d\tau$ 正比于 Δp 的_____次方。

(2) 恒压过滤时，若介质阻力可以忽略，滤液量增大一倍，而其它操作条件不变，则过滤速率 $dV/d\tau$ 为原来的_____倍。

(3) 恒压过滤时，若滤液量 V 一定，将过滤面积 A 增大一倍，则过滤速率 $dV/d\tau$ 增大为原来的_____倍。

二、计算题

1. 如图所示,计划在蓄水池处安装一台离心泵,将水输送至换热器内作冷却剂用,要求水的流量为 $25 \text{ m}^3/\text{h}$, 水自换热器出来后流进高位水槽中,回收它用。已知:蓄水池水面标高 3 m, 高位槽的进水管末端标高 23 m; 输水管为 $\phi 70 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ 的钢管; 流体经过管道部分的压头损失为 $\Sigma h_f = 19 \times (u^2/2g) \text{ m H}_2\text{O}$ (包括所有局部阻力损失在内), 经过换热器的阻力损失为 $7.5 \times u^2/2 \text{ kPa}$ (式中 u 为管内流速, m/s)。今库存有一台离心泵, 其特性曲线见下图, 试核算此泵是否合用。



2. 一直径为 $28\ \mu\text{m}$ 的球形颗粒，在 20°C 、一个大气压的某气体中的沉降速度为 20°C 水中沉降速度的 88 倍，又知此颗粒在此气体中的有效重量为水中的 1.6 倍，有效重量指重力与浮力之差。试求该颗粒在此气体中的沉降速度。

已知 20°C 水物性为 $\mu = 1\ \text{cP}$ ， $\rho = 1000\ \text{kg/m}^3$ ， 20°C 一个大气压下气体的密度为 $1.2\ \text{kg/m}^3$ 。

3. 一板框压滤机，过滤面积为 $2\ \text{m}^2$ 。现在 $1.5 \times 10^5\ \text{Pa}$ 压差下恒压过滤，过滤 2 小时，得滤液 $36\ \text{m}^3$ ，装卸时间为 30 分钟，滤液黏度为 $2\ \text{mPa} \cdot \text{s}$ ，滤饼不可压缩，介质阻力可不计。试求：

(1) 若滤饼不洗涤，求此过滤机的最大生产能力；

(2) 若过滤 2 小时后，又以 $5\ \text{m}^3$ 水洗涤滤饼，洗涤时间及生产能力又为多少？（水的黏度为 $1\ \text{mPa} \cdot \text{s}$ ）

4. 用回转真空过滤机过滤某水悬浮液，已知该悬浮液浓度为 $0.2\ \text{kg 固/kg 水}$ ，固体密度 $\rho_p = 3000\ \text{kg/m}^3$ 。

转筒直径 $600\ \text{mm}$ 、长 $600\ \text{mm}$ ，转筒浸没部分的百分数 $\phi = 0.25$ ，3 分钟转一圈时滤液产量 $1200\ \text{kg/h}$ ，过滤介质阻力可忽略不计。

(1) 若转速提高至 2 分钟一转，滤液产量为多少 kg/h ？

(2) 分别求两个转速下的滤饼厚度。滤饼结构均为 50% 固体、30% 水、余为空气（体积）。

练习七 传动部分 综合练习（二）

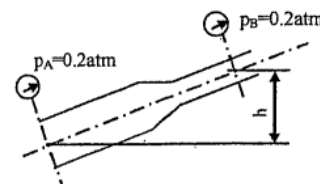
一、填空、选择题

1. 在极度湍流（阻力平方）区内，粗糙管的摩擦系数 λ 的值_____。

- A. 与光滑管一样 B. 只取决于相对粗糙度
C. 只取决于雷诺数 D. 与粗糙度无关

2. 如图所示，管中的水处于_____。

- A. 静止 B. 向上流动 C. 向下流动 D. 不一定



题 2 附图

3. 若管路特性方程为 $h_e = A + BV^2$ ，则_____。

- A. A 只包括单位重量流体需增加的位能
B. A 包括单位元重量流体需要增加的位能和静压能
C. BV^2 代表管路系统的局部阻力损失
D. BV^2 代表单位重量流体需增加的动能

4. 往复泵适用于_____。

- A. 大流量且流量要求特别均匀的场所 B. 流量较小，扬程较高的场合
C. 介质腐蚀性特别强的场合 D. 投资较小的场合

5. 当喉径与孔径相同时，文丘里流量计的孔流系数 C_v 比孔板流量计孔流系数 C_0 _____，文丘里流量计的摩擦损失比孔板流量计的 _____。（大，小）

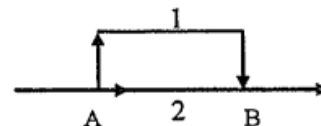
6. 对于如图所示的并联管路，其阻力关系应是_____。

A. $(\sum h_f)_{A1B} > (\sum h_f)_{A2B}$

B. $(\sum h_f)_{AB} > (\sum h_f)_{A1B} = (\sum h_f)_{A2B}$

C. $(\sum h_f)_{AB} = (\sum h_f)_{A1B} + (\sum h_f)_{A2B}$

D. $(\sum h_f)_{AB} = (\sum h_f)_{A1B} = (\sum h_f)_{A2B}$



题 6 附图

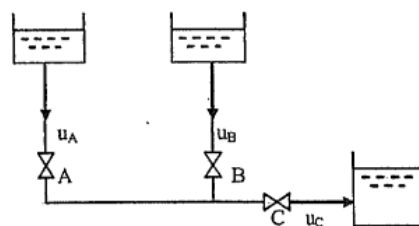
7. 在右图所示的输水系统中，阀 A、B 和 C 全开时，各管路的流速分别为 u_A 、 u_B 和 u_C ，现将 B 阀部分关小，则各管路流速的变化应为_____。

A. u_A 不变， u_B 变小， u_C 变小

B. u_A 变大， u_B 变小， u_C 不变

C. u_A 变大， u_B 变小， u_C 变小

D. u_A 变小， u_B 变小， u_C 变小



题 7 附图

8. 离心泵的特性曲线通常包括_____曲线、_____曲线和_____曲线。

这些曲线表示在一定_____下输送某种特定流体时泵的性能。

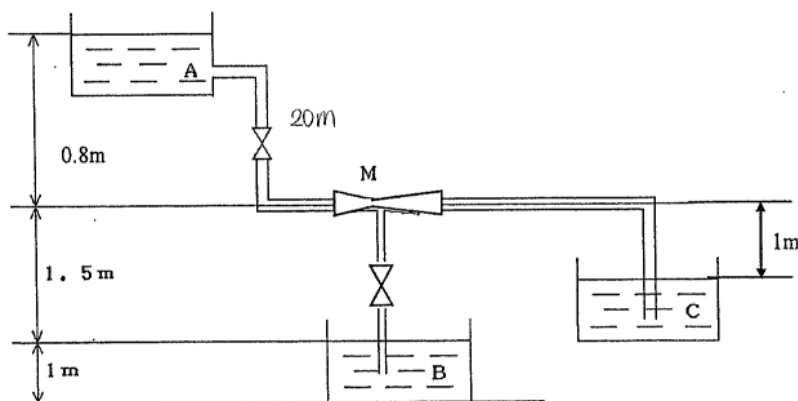
9. 含尘气体通过长 4 m，宽 3 m，高 1 m 的降尘室。已知颗粒的沉降速度为 0.03 m/s，则该降尘室的生产能力为_____ m^3/s 。

10. 液柱压力计是基于_____原理的测压装置。用 U 形管压差计测压，当一端与大气相通时，读数 R 表示的是_____或_____。

三、计算题

1. 如图所示，敞口高位水槽 A 中的水流经一喉径为 14mm 的文丘里管，将碱液槽 B 中的浓碱液（密度为 1400 kg/m^3 ）抽吸入文丘里管，再混合成稀碱液送入槽 C，各部分标高如图所示，稀碱液的物性与水近似相同。输水管规格为 $\phi 57 \times 3 \text{ mm}$ ，从 A 至文丘里喉部 M 处管路总长为 20 m（包括所有局部损失的当量长度在内，以下同），从 A 至槽 C 处管路总长为 70m，摩擦系数可按下式计算： $\lambda = 0.1 \left(\frac{\epsilon}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0.23}$ ，水的黏度为 $1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 。

- （1）计算当抽吸管 BM 上的阀门关闭时，文丘里喉部 M 处的真空度（kPa）。管路的绝对粗糙度取为 $\epsilon = 0.2 \text{ mm}$ ；
- （2）现将抽吸管 BM 上的阀门打开，试判断槽 B 的浓碱液能否被抽吸入文丘里内（说明判断依据）；
- （3）将抽吸管 BM 上的阀门打开后槽 B 的浓碱液如果能被吸入，吸入量的大小与哪些因素有关？为什么？



题二、1 附图

2. 某混合式冷凝器内真空度为 78.5 kPa，所需冷却水量为 6×10^4 kg/h，冷却水进冷凝器的入口比水池的水面高 15 m。用 $\phi 114 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}$ 的管道输水，管长 80 m，管路配有 2 个球心阀和 5 个弯头，已知球心阀的阻力系数 $\zeta_{\text{阀}} = 3$ ，弯头的阻力系数 $\zeta_{\text{弯}} = 1.26$ ，摩擦系数 $\lambda = 0.02$ 。现仓库中有四种规格的离心泵（见下表），试求：

（1）为完成上述输送任务，需选用几号泵？

（2）所选用的泵安装在上述管道上，若管路条件不作任何改变，实际流量能否刚好达到上述规定值？

如何调节出口阀才能达到规定流量？（用管路特性曲线、泵特性曲线和工作点定性描述）

编号	1	2	3	4
流量 升/min	500	1000	1000	2000
扬程 m	10	10	15	15

3. 拟用一板框过滤机在 3 atm 的压强下恒压过滤悬浮液，已知过滤常数 $K = 7 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ， $q_e = 0.015 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ，现要求每一操作周期得到 10 m^3 滤液，过滤时间为 0.5 h，设滤饼不可压缩，且滤饼与滤液体积比为 $0.03 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 。试问：

（1）需要多大的过滤面积？

（2）现有一台板框过滤机，每一个框的尺寸为 $635 \text{ mm} \times 635 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ ，若要求每个周期得到的滤液量仍为 10 m^3 ，过滤时间不得超过 0.5 h，而操作压强则提高到 8 atm，则至少需要多少个框才能满足要求？

4. 用降尘室对密度为 $0.617 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、黏度为 $2.82 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、流量为 $1.3 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ 的烟气除尘。气体中尘粒均可视为球形，尘粒密度为 $3500 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，重力沉降室的沉降面积为 55 m^2 ，试求理论上能 100% 除去的颗粒的最小直径为多少？