

考试科目代码及名称: 811 工程流体力学
 考生注意: 全部答案(包括填空、选择、判断对错等)必须写在答题纸上, 否则无效。

卷别: A

2007/01/14 21:36

一、简答题(共 8 小题, 每小题 5 分, 共 40 分)

1. 如何理解流体的粘性? 影响流体粘性的主要因素有哪些? 温度升高, 气体和液体的动力粘度如何变化?
2. 某流场速度分布为 $\vec{v} = xy\vec{i} + z\vec{j}$, 试说明该流场为几维流动? 是否定常?
3. 试写出紊流时均速度的表达式, 并计算脉动速度的时均值。
4. 解释水力光滑管和水力粗糙管的含义。对于一给定的管道, 是否始终为水力光滑管或水力粗糙管?
5. 定性画出不可压缩粘性流体绕流大平板时形成混合边界层的内部结构及其速度分布。
6. 粘性流体绕流物体时的无量纲阻力系数与哪些因素有关? 试定性说明绕流球体的无量纲阻力系数随雷诺数的变化趋势。
7. 亚声速气流进入渐扩通道后, 其当地速度、压强、温度和马赫数沿渐扩通道如何变化?
8. 如何理解泊金汉定理(即 Π 定理)。

二、计算题(共 5 小题, 合计 90 分, 重力加速度 g 取 $9.81\text{m}^2/\text{s}$)

1. (20 分) 如图 1 所示的贮水容器, 其壁面上有二个半球形的盖子。已知 $d=0.5\text{m}$, $h=1.5\text{m}$, $H=2.5\text{m}$, 水的密度为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。求作用在每个盖上的作用力。
 【提示: 球的体积为: $V=4\pi R^3/3$ 】

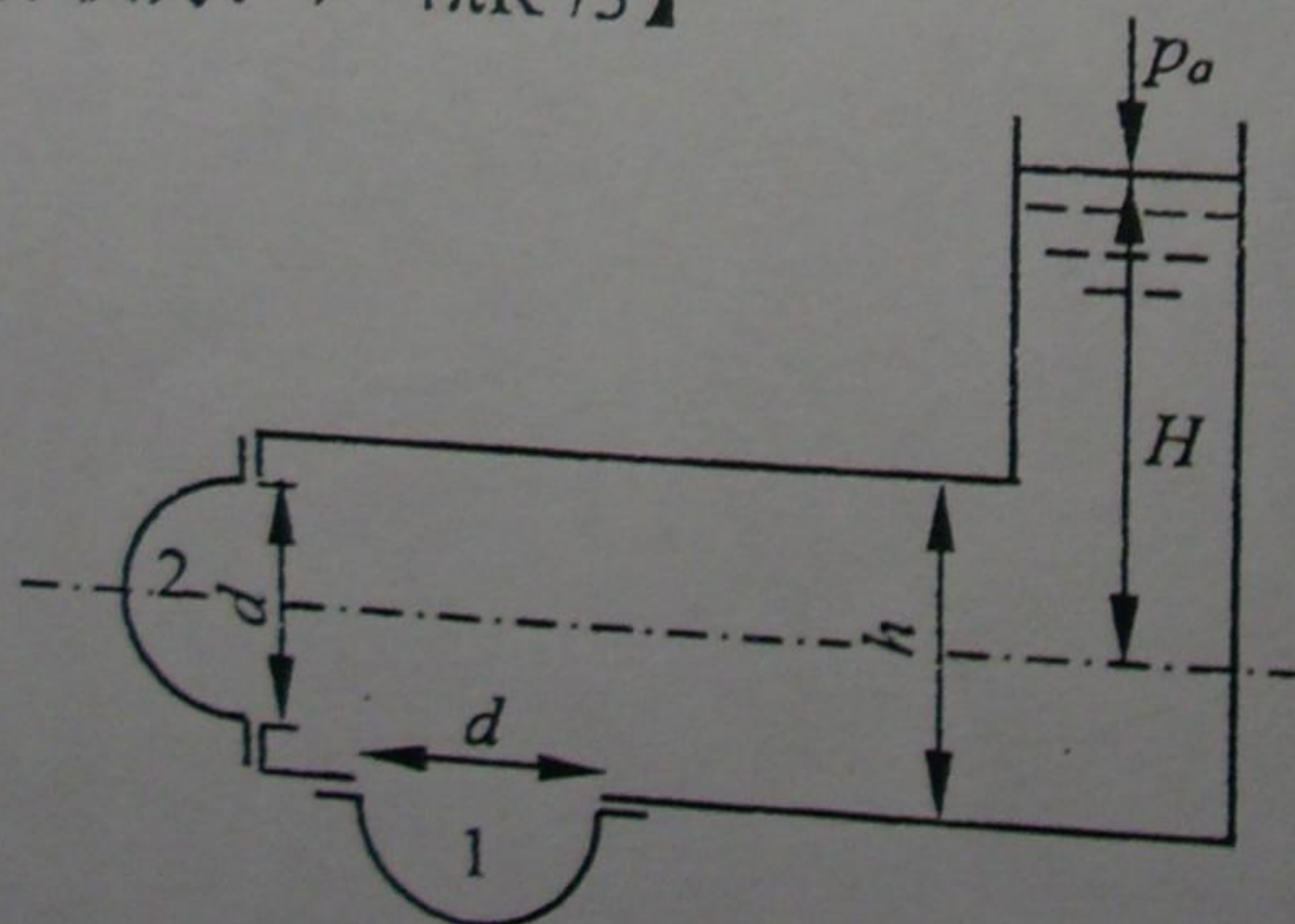


图 1 贮水容器

2. (20 分) 输水管道系统如图 2 所示, 已知水箱水位 $H=2\text{m}$, 若水的汽化压强为 7367Pa (绝对压强), 大气压强为 99974Pa , 水的密度 $\rho_w=1000\text{kg/m}^3$, 管道入口局部阻力系数 $\zeta_\lambda=0.5$, 弯头局部阻力系数 $\zeta_w=0.3$, 沿程阻力系数 $\lambda=0.025$, 管径 $d=200\text{mm}$, 管道全长 $l=40\text{m}$ 。试求:

- ①. 管道中的流量 q_v ;
- ②. 若从管道入口至截面 A 的管长为 20 米, 为保证水在 A 处不发生汽化(即 A 点压强不小于汽化压强)的最大高度 h ?

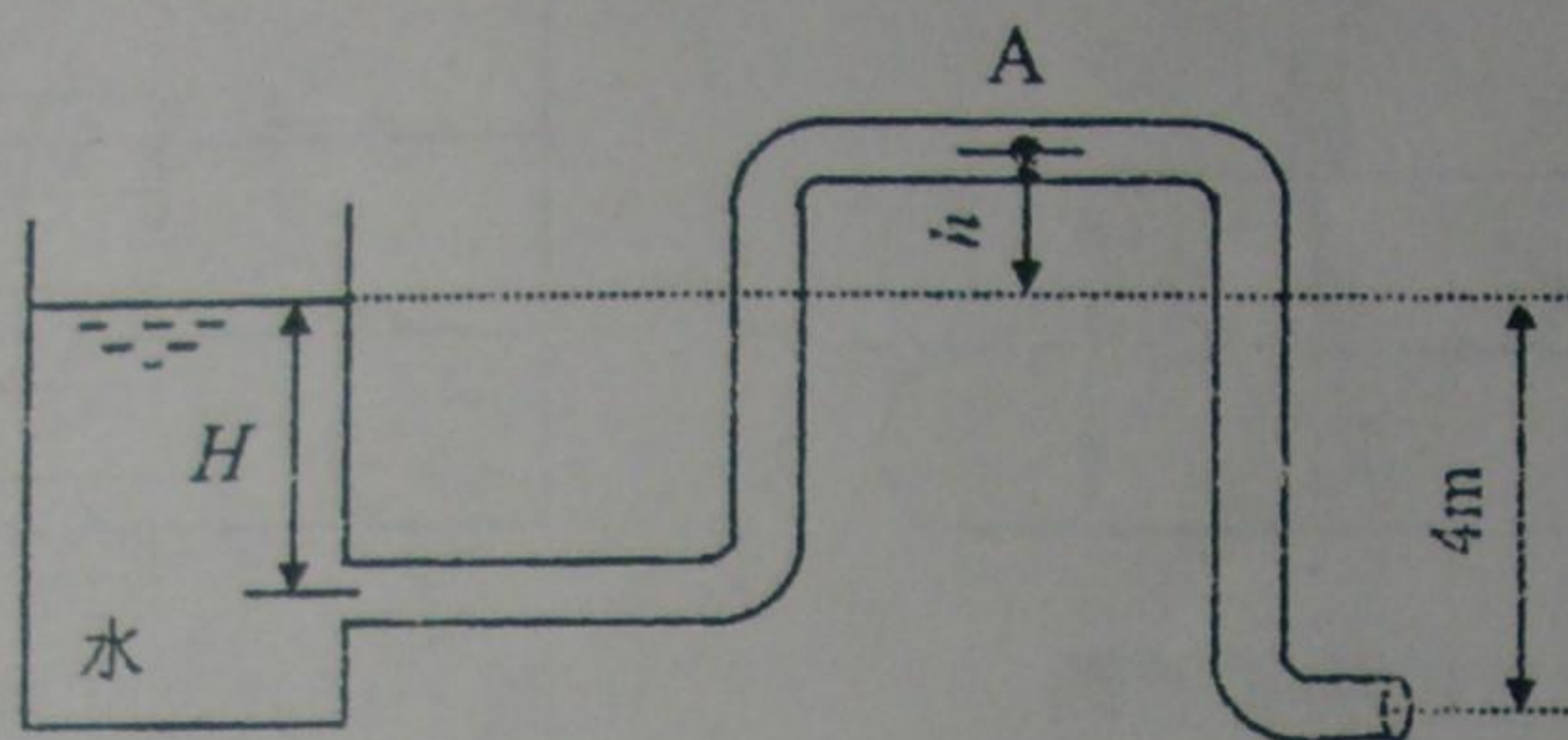


图 2 输水管道系统

3. (20 分) 平面不可压缩流体流动的速度分布为 $v_x = 2xy + x$, $v_y = x^2 - y^2 - y$

- ①. 速度势函数是否存在? 若存在, 求速度势函数;
- ②. 试求该流场的流函数及通过连结 $(0\text{m}, 0\text{m})$ 和 $(1\text{m}, 1\text{m})$ 两点单位高曲面的体积流量。

4. (20 分) 一储气罐 A 中贮有空气, 压强为 $30 \times 10^4 \text{Pa}$, 温度为 300K , 通过一收缩喷管流入另一大容器 B 中。已知管道最小截面积(在出口端)为 50cm^2 。已知空气的气体常数 $R=287\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $k=1.4$ 。可供选用的参数和公式如下:

$$\frac{p_0}{p} = \left[1 + \frac{k-1}{2} M^2 \right]^{\frac{k}{k-1}}, \quad \frac{T_0}{T} = 1 + \frac{k-1}{2} M^2$$

求:

- ①. 若容器 B 的压强 $p_b=25 \times 10^4 \text{Pa}$, 管道最小截面处的马赫数和流量各为多少?
- ②. 若 $p_b=9.8 \times 10^4 \text{Pa}$, 此时最小截面处的温度和流速各为多少?

5. (10 分) 跳伞者的质量为 85kg , 降落时迎风面积为 65m^2 , 设其阻力系数为 $C_D=0.8$, 气温为 0°C , 空气密度为 1.293kg/m^3 。不考虑空气的浮力作用, 试求跳伞者的终端速度。

三、分析题（共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分）

1. 一水平放置的突扩管路如图3所示。当不可压缩流体在管内做定常流动时，若忽略管路沿程损失水头，试比较截面1和2截面的静水头和总水头的相对大小；当流量增加时，1截面处的静水头和总水头如何变化？已知突扩管路局部损失水头为 $(v_1 - v_2)^2 / (2g)$ 。

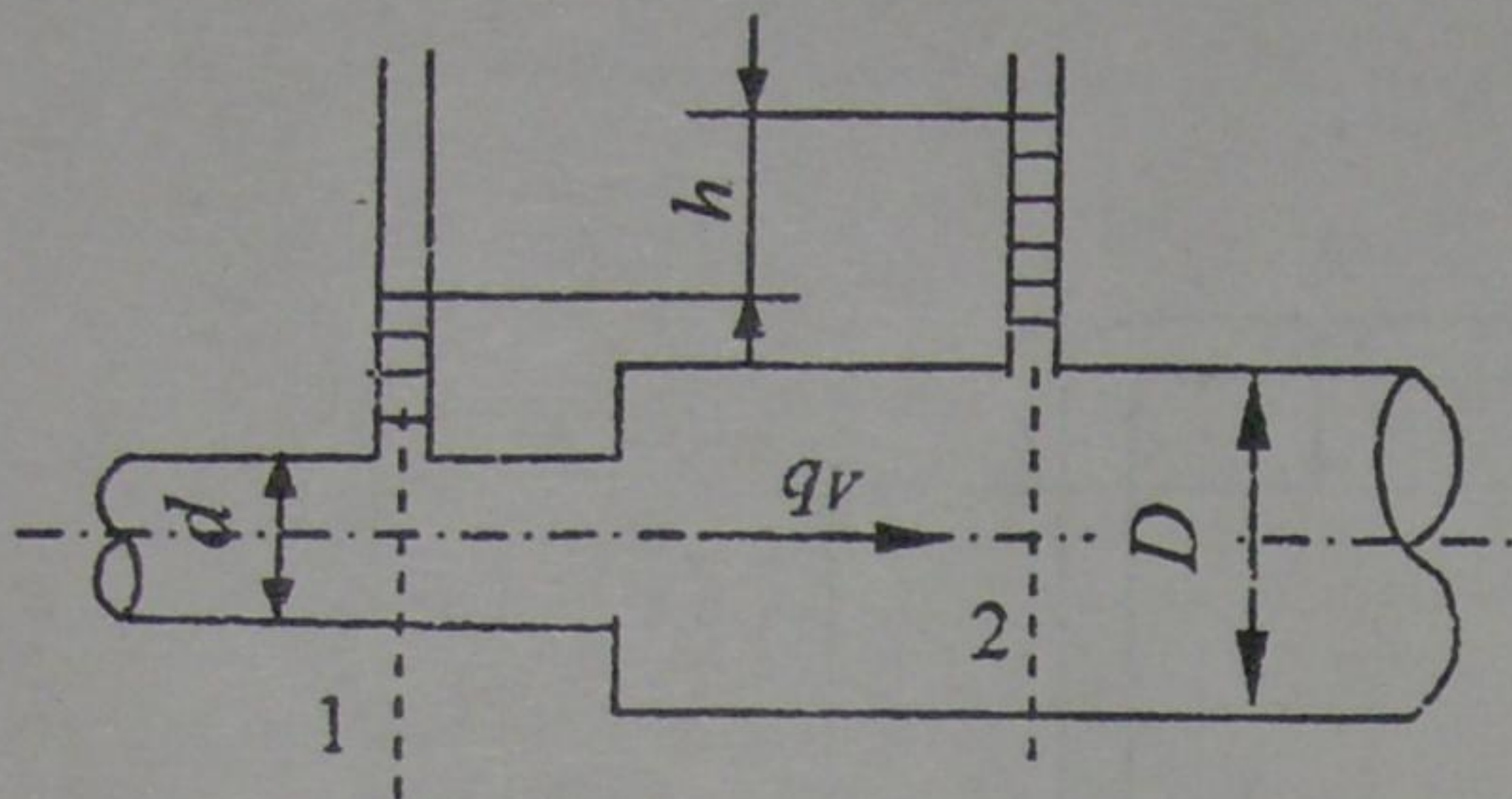


图3 水平放置的突扩管路

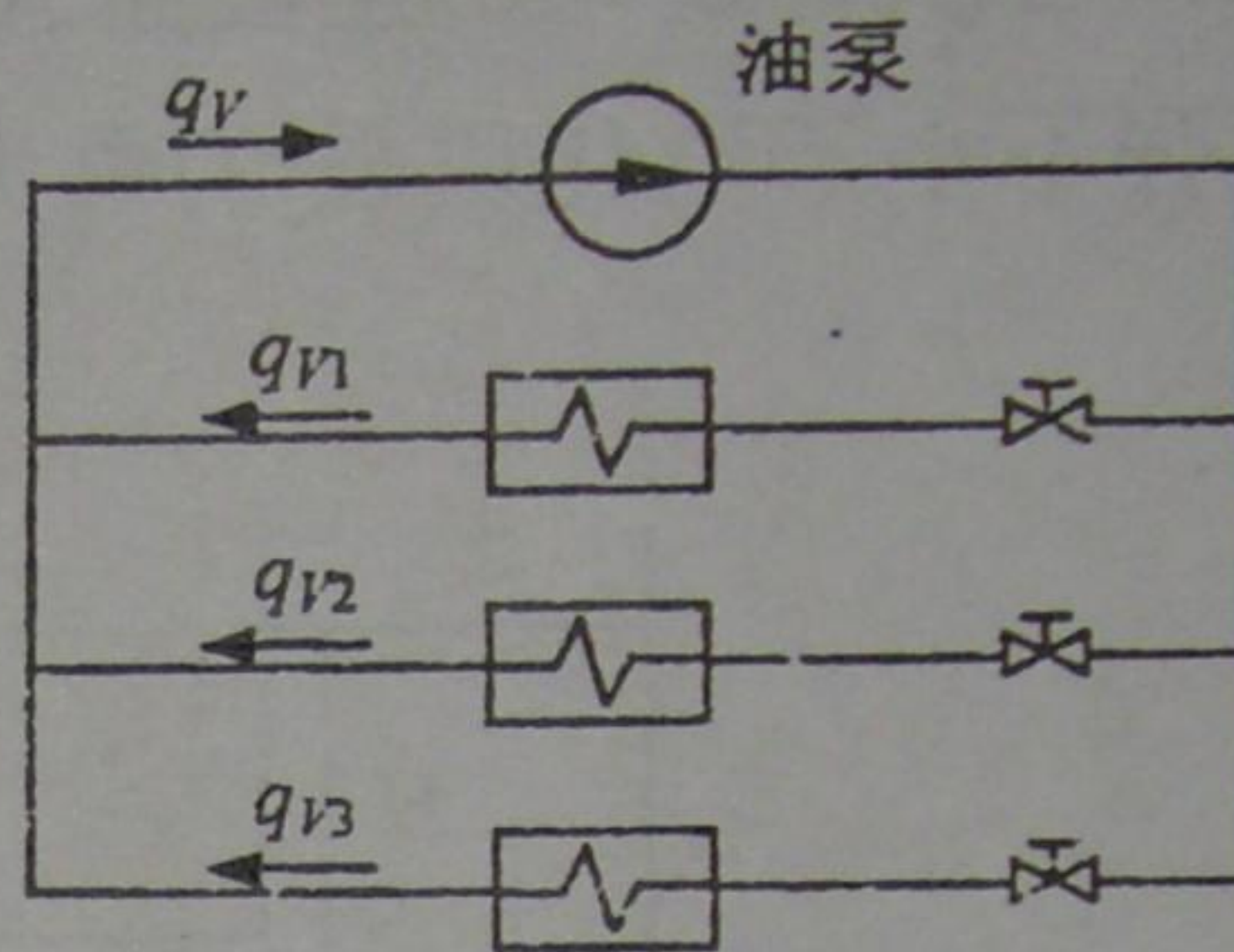


图4 闭式循环油冷却管道系统

2. 有一闭式循环油冷却管道系统如图4所示，各管路结构完全相同，三条并列管道中的流量分别为 q_{v1} 、 q_{v2} 和 q_{v3} 。若保持油泵的进、出口压力不变，关闭一条并列管路中的阀门，其余两条管道上的流量如何变化？总流量 q_v 又将如何变化？