

第一章 流体的物理性质

- 1.1 已知某液体的密度为 800kg/m^3 ，求它的重度及比重。
(答: $7848\text{N/m}^3, 0.8$)
- 1.2 设某气体为 $0.56\text{m}^3/\text{kg}$ ，求它的密度及重度。
(答: $1.78\text{kg/m}^3, 17.5\text{N/m}^3$)
- 1.3 烟气在标准状态下的密度为 1.3kg/m^3 ，试计算当压力不变而温度在 1000°C ， 1200°C 时的密度及重度。
(答: 提示 $\rho_t = \rho_0 / (1 + \beta t)$
 $0.279\text{kg/m}^3, 2.74\text{N/m}^3, 0.241\text{kg/m}^3, 2.36\text{N/m}^3$)
- 1.4 设在温度不变的条件下，容器中的氧的压力增加到 6.5 大气压，试计算该时氧的密度及比容。
(答: $9.29\text{kg/m}^3; 0.108\text{m}^3/\text{kg}$)
- 1.5 已知烟道内流过烟气的速度为 25m/s ，当时烟气的温度为 900°C ，压力为 1 大气压，求烟气在标态下的流速。
(答: 提示 $u_t = u_0(1 + \beta t)$ 5.82m/s)
- 1.6 已知空气在标准状态下的密度为 1.293kg/m^3 ，试求其气体常数 R ($\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}\cdot\text{K}$)
(答: $287\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}\cdot\text{K}$)
- 1.7 定压下蓄热室中空气自 20°C 加热到 400°C ，问体积增大了多少倍?
(答: 1.3 倍)
- 1.8 常温常压下要施加多大压力才能使水的体积减少 1%?
(答: $2.13 \times 10^6\text{Pa}$)
- 1.9 空气压力由 $1.0132 \times 10^5\text{Pa}$ 压缩到 $6.0792 \times 10^5\text{Pa}$ (绝对压力)，温度则自 20°C 升到 79°C ，其体积压缩了多少?
(答: 80.0%)

1.10 空气自 15°C , $1.0132 \times 10^5 \text{ Pa}$ 绝热压缩后, 体积减少了一半, 求压缩终了的温度和压力。

(答: 107°C ; $2.68 \times 10^5 \text{ Pa}$)

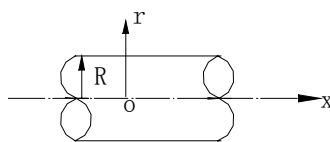
1.11 $t=20^{\circ}\text{C}$, $P=506.5 \text{ k Pa}$ 的空气绝热膨胀到 101.3 k Pa , 求膨胀终了的温度。

(答: -88°C)

1.12 一平板在距另一平板 2 mm 处以 0.61 m/s 的速度平行移动, 板间流体粘度为 $2.0 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$, 稳定条件下粘性动量通量为多少? 粘性力又是多少? 两者方向如何? 以图示之。

(答: $6.10 \times 10^{-1} \text{ N/m}^2$)

1.13 圆管中层流速分布式为 $u_x = u_m (1 - \frac{r^2}{R^2})$ 求切应力在 r 方向上的分布, 并将流速和切应力以图示之。



(1-13) 题图

(答: $\tau = 2\mu u_m \frac{r}{R^2}$)

1.14 在间距为 3 cm 的两平行板正中有一极薄平板以 3.0 m/s 的速度移动, 两间隙间为两种不同粘性的流体, 其中一流体的粘度为另一流体粘度的两倍, 已测知极薄平板上、下两面切应力之和为 44.1 N/m^2 , 在层流及速度线性分布条件下求流体的动力粘度。

(答: $7.35 \times 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$; $1.47 \times 10^{-1} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$)

1.15 如上题, 求 $x=x_1, y=1 \text{ m}$ 处两种动量通量, 并与上题相比较。

(答: $0, 4.0 \times 10^3 \text{ N/m}^2$)

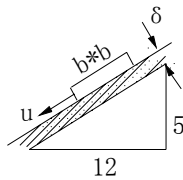
1.16 在间距为 3 cm 的平行板正中有一极薄平板以 3.0 m/s 的速度移动, 两间隙间为两种不同粘性的流体, 其中一流体的粘度为另

一流体粘度的两倍，已测知极薄平板上、下两面切应力之和为 44.1N/m^2 ，在层流及速度线性分布条件下，求流体的动力粘度。

(答: $7.35 \times 10^{-2}\text{N}\cdot\text{s/m}^2$; $1.47 \times 10^{-1}\text{N}\cdot\text{s/m}^2$)

1.17 如图，质量为 $1.18 \times 10^2\text{kg}$ 的平板尺寸为 $b \times b = 67 \times 67\text{cm}^2$ ，在厚 $\delta = 1.3\text{mm}$ 的油膜支承下以 $u = 0.18\text{m/s}$ 匀速下滑，问油的粘度系数为多少？

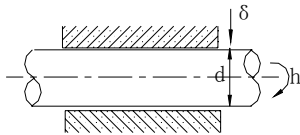
(答: $7.16\text{N}\cdot\text{s/m}^2$)



(1.17) 题图

1.18 转轴直径 $d = 0.36\text{m}$ ，轴承长度 $l = 1\text{m}$ ，轴与轴承间的缝隙宽 $\delta = 0.2\text{mm}$ ，其中充满动力粘度系数 $\mu = 0.72\text{Pa}\cdot\text{s}$ 的油，如图，若轴的转速 $n = 200\text{rpm}$ ，求克服油的粘性阻力所需的功率。

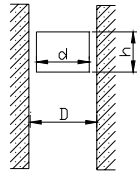
(答: 57.9kW)



(1.18) 题图

1.19 一自重为 9N 的圆柱体，如图，直径 $d = 149.4\text{mm}$ ，在一内径 $D = 150\text{mm}$ 的圆管中下滑，若圆柱体高度 $h = 150\text{mm}$ ，均匀下滑的速度 $u = 46\text{mm/s}$ ，求圆柱体和管壁间隙中油液的动力粘性系数。

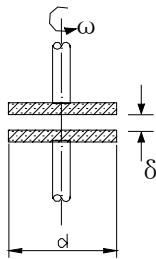
(答: $0.830\text{Pa}\cdot\text{s}$)



(1.19) 题图

1.20 上下两平行圆盘，直径均为 d ，间隙厚度为 δ ，如图，间隙中液体的动力粘性系数为 μ ，若下盘固定不动，上盘以角速度 ω 旋转，求所需力矩 T 的表达式。

(答: $T = \frac{\pi\mu\omega d^4}{32\delta}$)



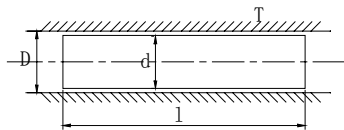
(1.20) 题图

1.21 对于上题中的两圆盘，若 $d=200\text{ mm}$ ， $\delta=0.13\text{ mm}$ ， $n=420\text{ rpm}$ ，液体的 $\mu=0.14\text{ Pa}\cdot\text{s}$ ，求力矩 T 值。

(答: $7.44\text{ N}\cdot\text{m}$)

1.22 如图，长度 $l=1\text{ m}$ ，直径 $d=200\text{ mm}$ 的圆柱体置于内径 $D=206\text{ mm}$ 的圆管中以 1 m/s 的速度相对移动，已知间隙中油液的比重为 0.92 ，运动粘性系数为 $5.6\times 10^{-4}\text{ m}^2/\text{ s}$ ，求所需拉力 T 。

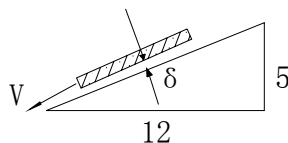
(答: 107.8 N)



(1.22) 题图

1.23 一木块的底面积为 $40 \times 45 \text{cm}^2$ ，厚度为 1cm ，质量为 5kg ，沿着涂有润滑油的斜面以速度 $V=1 \text{m/s}$ 等速下滑，油层厚度 $\delta = 1 \text{mm}$ ，求润滑油的动力粘性系数数值。

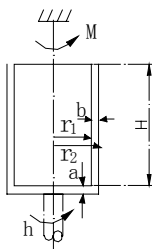
(答: $0.105 \text{Pa}\cdot\text{s}$)



(1.23) 题图

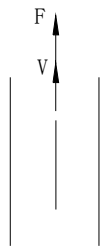
1.24 粘度测定仪由内外两同心圆筒组成，如图，外筒以转速 $n(\text{rpm})$ 旋转，通过内外筒之间的油液，将力矩传至内筒，内筒固定悬挂于一金属丝下，金属丝上所受扭距 M 可以通过旋转的角度测定。若内外筒之间的间隙 $b=r_2-r_1$ ，底面间隙 a ，筒高 H ，求油液动力粘性系数的计算式。

(答:
$$\mu = \frac{15M / \pi^2 r_1^2 n}{r_1^2 / 4a + r_2 H / b}$$
)



(1.24) 题图

1.25 相距为 2.35cm 的两块无限大竖板，如图，其间充满粘度为 $\mu = 2.45 \text{Pa}\cdot\text{s}$ 比重为 0.95 的油，在对称面上，有一块厚度为 0.15mm ，面积为 $1.5 \times 1.5 \text{m}^2$ 的方形金属板，其质量为 5kg ，若使金属板以速度 $v=0.1 \text{m/s}$ 向上运动，试求对此板作用的提升力 F 。



(1.25) 题图