

《流体力学》

习题与答案

周立强

中南大学机电工程学院液压研究所

第 1 章 流体力学的基本概念

1-1. 是非题(正确的打“√”，错误的打“”))

1. 理想流体就是不考虑粘滞性的、实际不存在的，理想化的流体。 (√)
2. 在连续介质假设的条件下，液体中各种物理量的变化是连续的。 (√)
3. 粘滞性是引起流体运动能量损失的根本原因。 (√)
4. 牛顿内摩擦定律适用于所有的流体。 ()
5. 牛顿内摩擦定律只适用于管道中的层流。 ()
6. 有旋运动就是流体作圆周运动。 ()
7. 温度升高时，空气的粘度减小。 ()
8. 流体力学中用欧拉法研究每个质点的轨迹。 ()
9. 平衡流体不能抵抗剪切力。 (√)
10. 静止流体不显示粘性。 (√)
11. 速度梯度实质上是流体的粘性。 (√)

12. 流体运动的速度梯度是剪切变形角速度。 (√)
13. 恒定流一定是均匀流，层流也一定是均匀流。 ()
14. 牛顿内摩擦定律中，粘度系数 m 和 ν 均与压力和温度有关。 ()
15. 迹线与流线分别是 **Lagrange** 和 **Euler** 几何描述；它们是对同一事物的不同说法；因此迹线就是流线，流线就是迹线。 ()
16. 如果流体的线变形速度 $\theta = \theta_x + \theta_y + \theta_z = 0$, 则流体为不可压缩流体。
(√)
17. 如果流体的角变形速度 $\omega = \omega_x + \omega_y + \omega_z = 0$, 则流体为无旋流动。
(√)
18. 流体的表面力不仅与作用的表面积的外力有关，而且还与作用面积的大小、体积和密度有关。 ()
19. 对于平衡流体，其表面力就是压强。 (√)
20. 边界层就是流体的自由表面和容器壁的接触面。 ()

1-2 已知作用在单位质量物体上的体积力分布为：

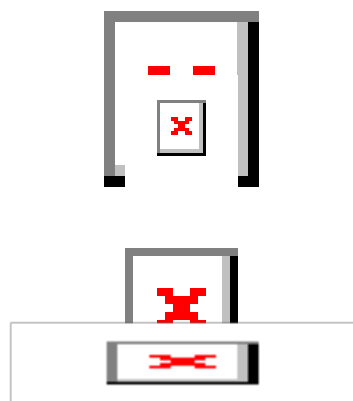


，物体的密度

，坐标量度单位为 m 其中，

，

，

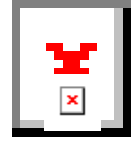
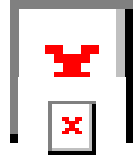


;

,

,

。试求：如图 1-2 所示区域的体积力



、

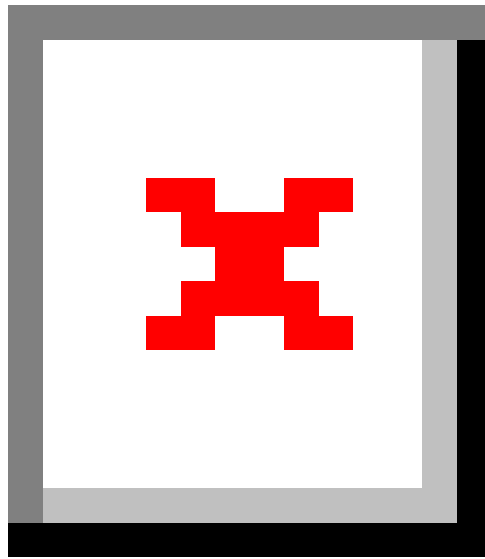


、

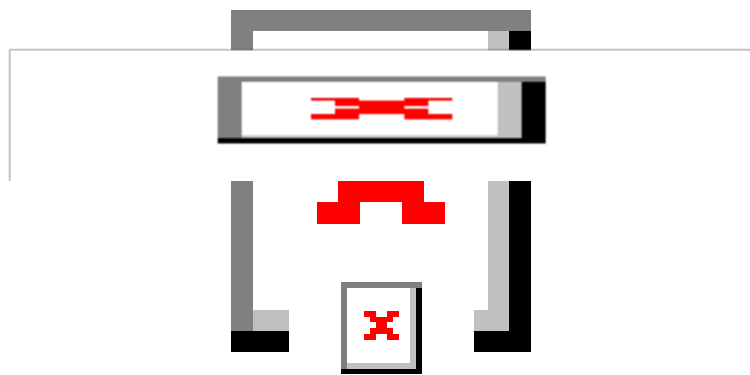


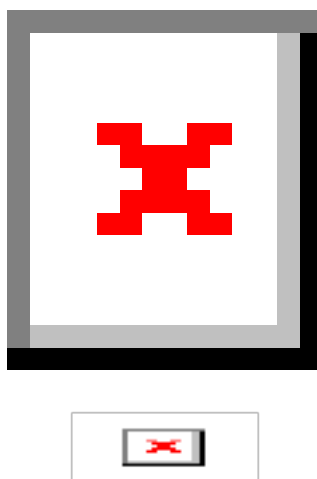
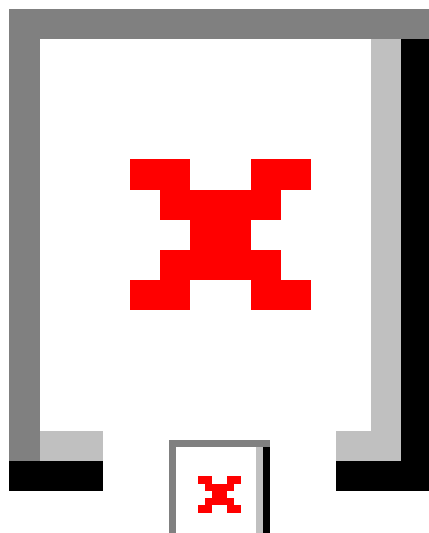
各为多少？

题 1-2 图



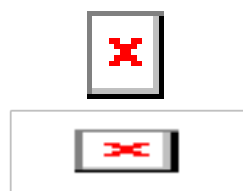
解：





答：各体积力为：

、
、

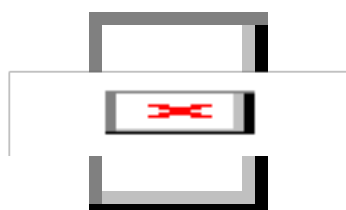


1-3 作用在物体上的单位质量力分布为：

，物体的密度为

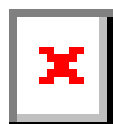


，如图 1-3 所示，其中，

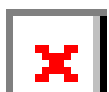


，

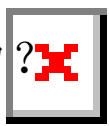
，



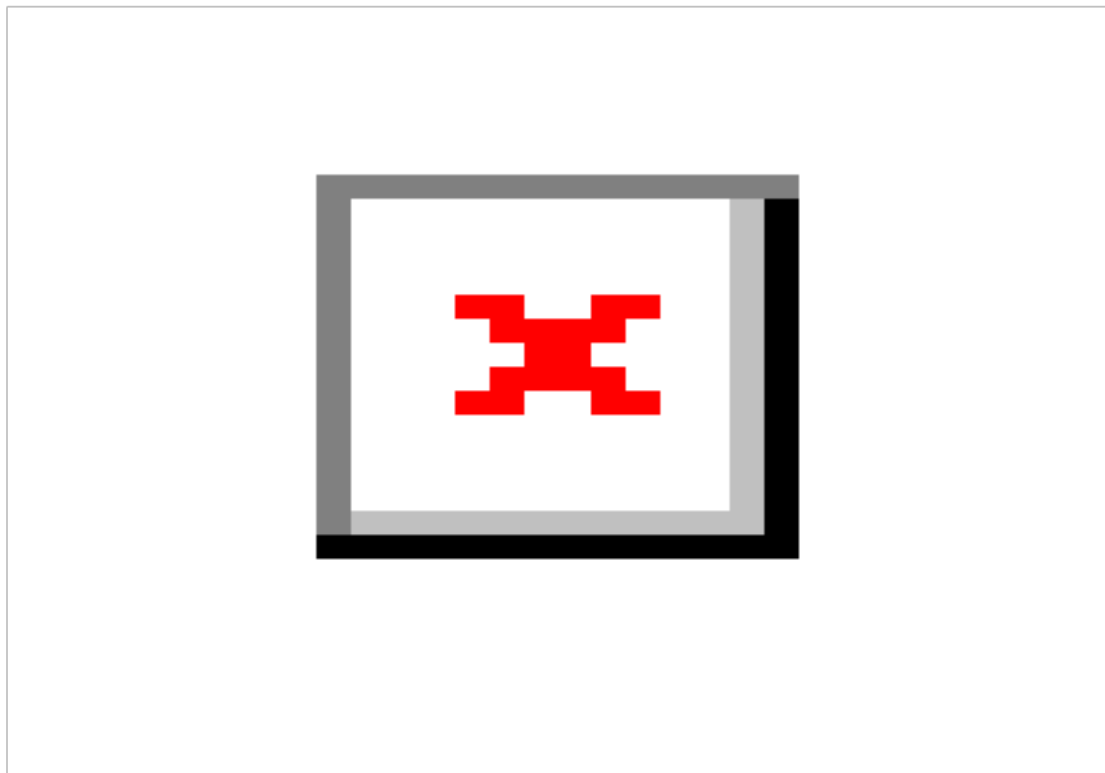
;



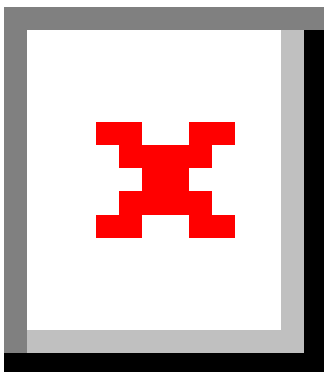
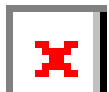
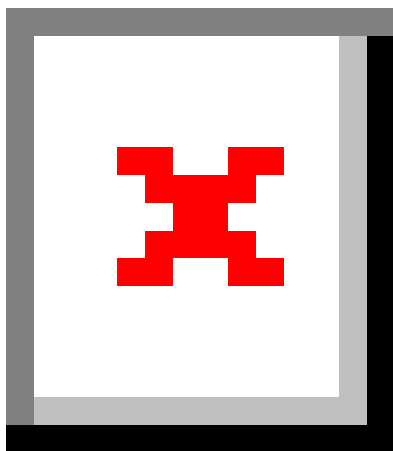
。试求：作用在图示区域内的质量总力？

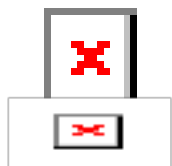
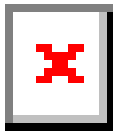
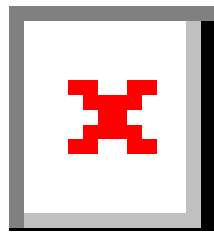
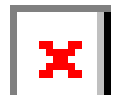
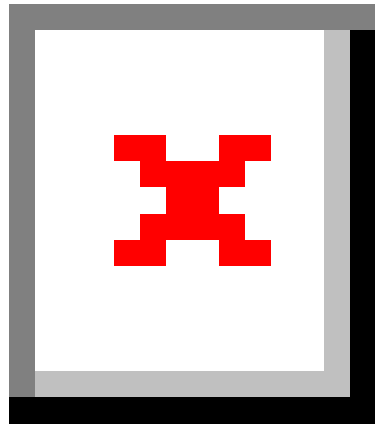


解：



题图 1-3





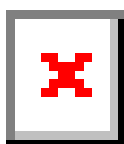
答：各质量力为：

、

、

，总质量力

。



1-4 绝对压强为

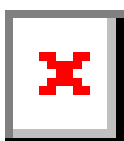
，温度



的空气以



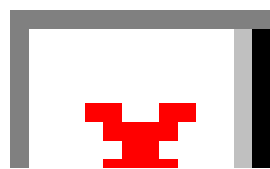
的速度移动。求：



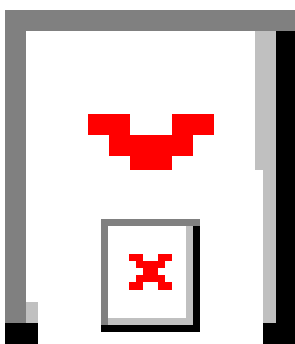
(1) 空气移动的单位质量动能？

(2) 空气的单位体积动能？

解：(1) 求空气移动的单位质量动能



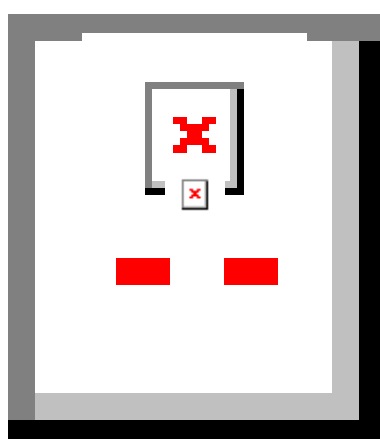
(2) 求空气的单位体积动能

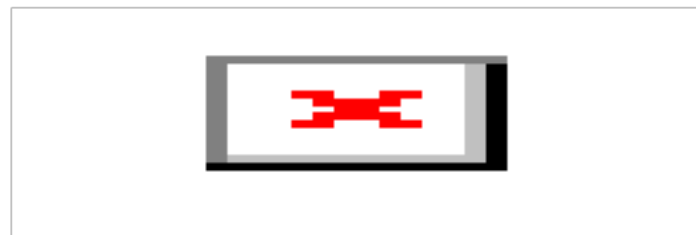


，

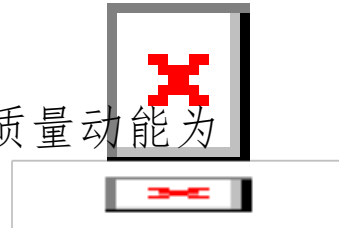


，所以，单位体积质量为



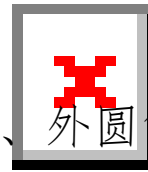


答：（1）空气移动的单位质量动能为

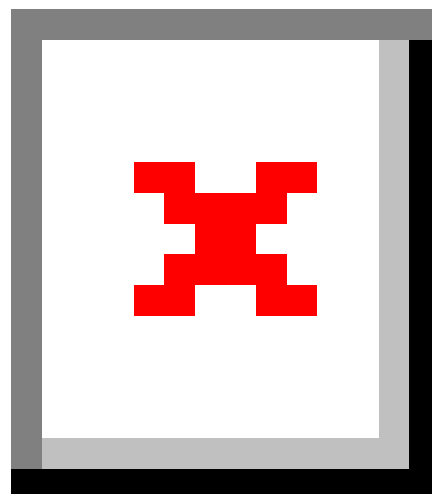


；

（2）空气的单位体积动能为

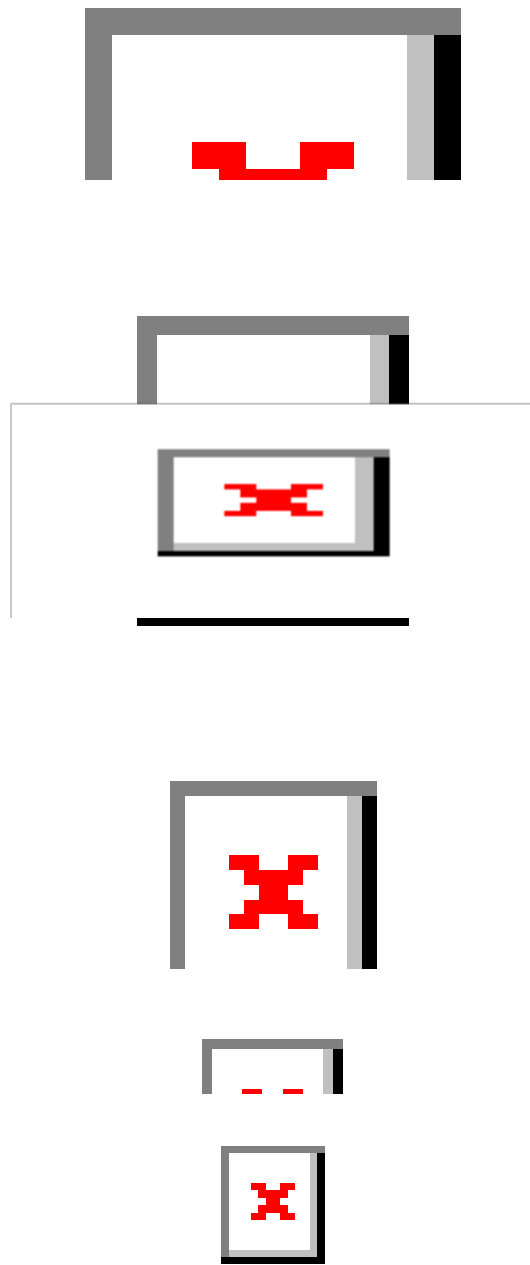


1-5 如题图 1-5 所示，两同心内、外圆筒直径为 $d=1000\text{mm}$ $D=1002\text{mm}$ 轴向长度 $b=1\text{mm}$ 采用润滑油润滑，润滑油温度为 60C ，密度 $\rho=824\text{kg/m}^3$ ， $\mu=4.1710^{-3}\text{Pas}$ 。求当内筒壁以 1m/s 速度时，所需要的扭矩 M 及轴功率 P 各为多少？



题图 1-5

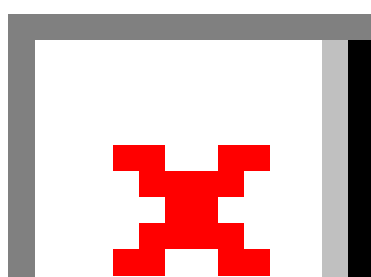
解：因间隙很小，所以，可以认为速度梯度成直线，符合牛顿内摩擦定律。



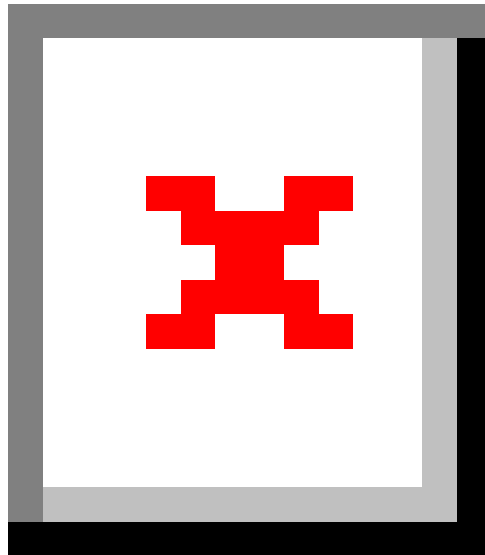
答：所需扭矩
，轴功率
。

1-6 如题图 1-6 所示，两无限大的平板、间隙为 d ，假定液体速度分布呈线性分布。液体动力粘度 $\mu=0.6510^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，密度 $\rho=879.12\text{kg}/\text{m}^3$ 。计算：

- (1) 以 m^2/s 为单位的流体运动粘度；
- (2) 以 Pa 为单位的上平板所受剪切力及其方向；
- (3) 以 Pa 为单位的下平板所受剪切力及其方向。



1-6

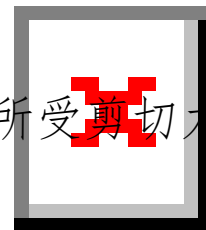


解：因间隙很小，所以，可以认为速度梯度成直线，符合牛顿内摩擦定律。

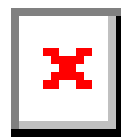
(1) 求以 m^2/s 为单位的流体运动粘度：



(2) 求以 Pa 为单位的上平板所受剪切力及其方向：

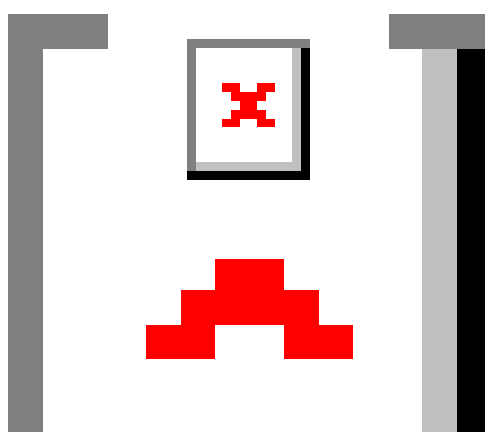


由牛顿内摩擦定律，



,

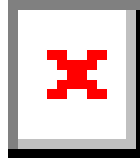
,方向与 x 轴方向相反。



3) 求以 Pa 为单位的下平板所受剪切力及其方向:

根据牛顿第三定律, 下平板所受剪切力与上平板受力, 大小相等方向相反。

, 方向与 x 轴方向相同。



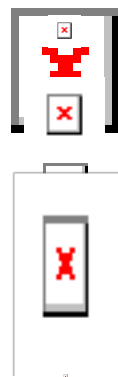
答: 略

1-7 如题图 1-7 所示, 两平板间充满了两种不相混合的液体, 其粘度系数分别为液体动力粘度 $m_1=0.14\text{Pas}$, $m_2=0.24\text{Pas}$, 液体厚度分别为 $d_1=0.8\text{mm}$, $d_2=1.2\text{mm}$ 假定速度分布为直线规律, 试求推动底面积 $A=0.1\text{m}^2$ 的上平板, 以 0.4m/s 速度做匀速运动所需要的力?

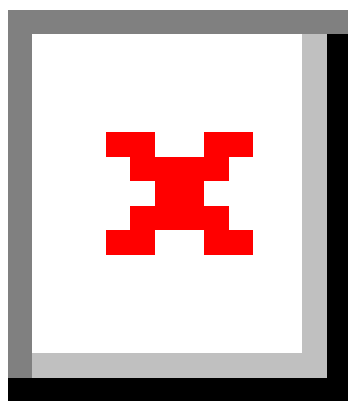
$$u=0.4\text{m/s}$$

$$d_2=1.2\text{mm}$$

$$d_1=0.8\text{mm}$$



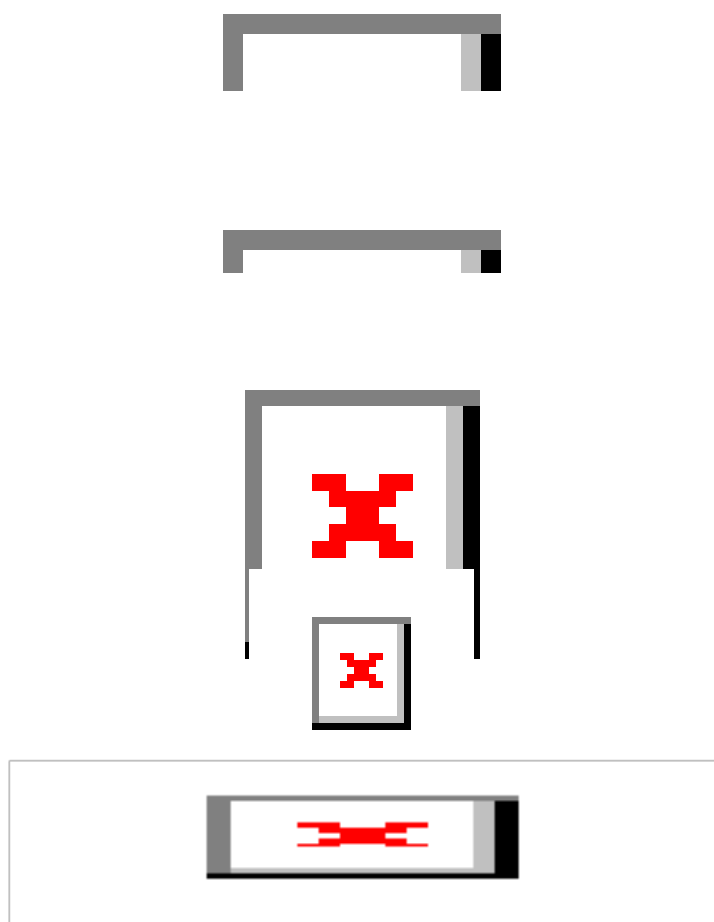
2
 $\mu 1$
 x



1-7

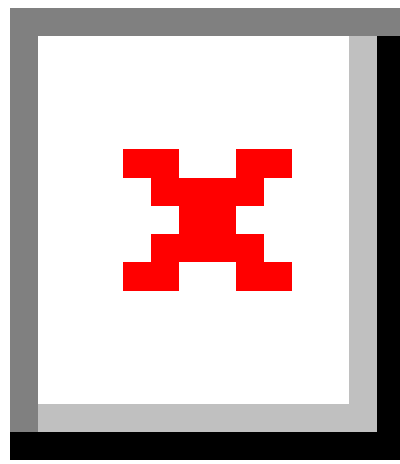
解：根据假定，速度梯度成直线，符合牛顿内摩擦定律；且由流体的性质可知：两液体之间的接触面上，速度相等，剪切力相等。

又



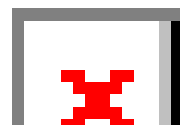


1-8 如题图 1-8 所示，一块 $40\text{cm} \times 45\text{cm} \times 1\text{cm}$ 平板，其质量为 5kg ，沿润滑表面匀速下滑，已知： $u=1\text{m/s}$ ，油膜厚度 $d=1\text{mm}$ 求润滑油的动力粘度系数？

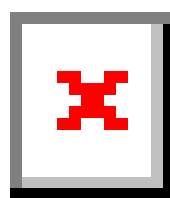
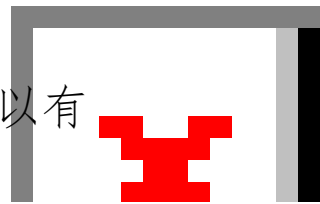


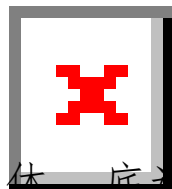
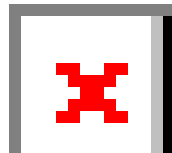
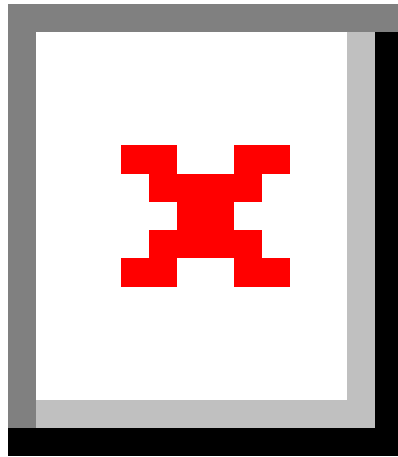
题图 1-8

解：因油膜很薄，可以认为速度梯度成直线，符合牛顿内摩擦定律。



又因为物体做匀速运动，所以有



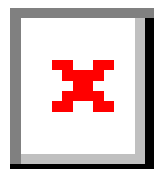


。

1-9 如题图 1-9 所示，旋转圆锥体，底边直径 $D=15.2\text{mm}$ 高 $h=20\text{cm}$ ，油膜充满锥体和容器的隙缝，缝隙 $=0.127\text{mm}$ 油的动力粘度系数 $=1.8410^{-3}\text{Pa}$ 。求圆锥相对容器以等题图 1-9

角速度 120r/min 旋转时所需要的力矩。

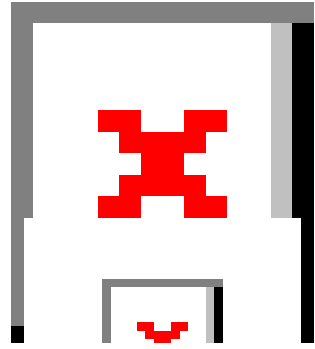
解：因油膜很薄，可以认为速度梯度成直线，符合牛顿内摩擦定律。



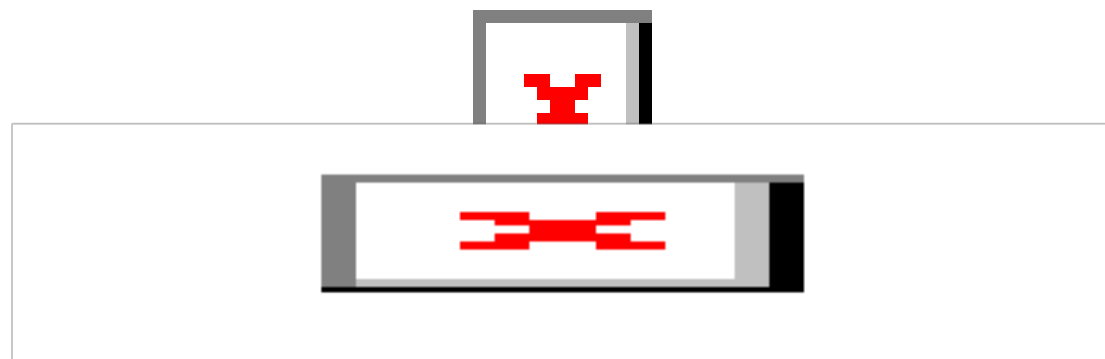


1

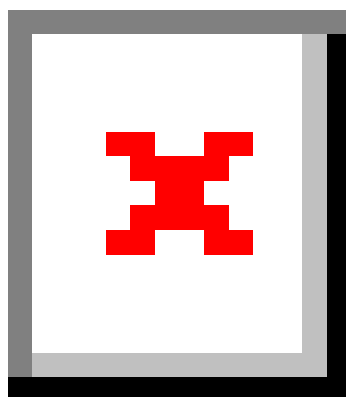
, 其中,



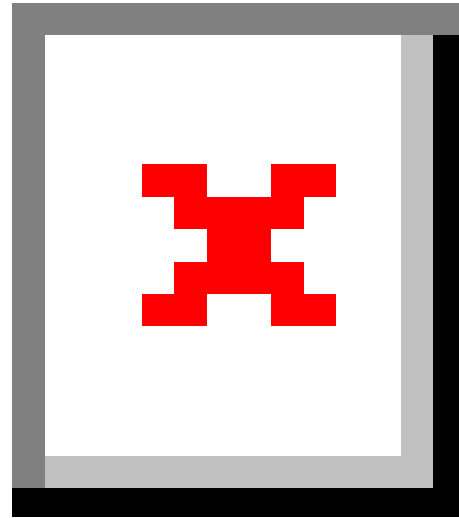
, 其中,



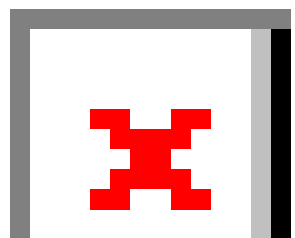
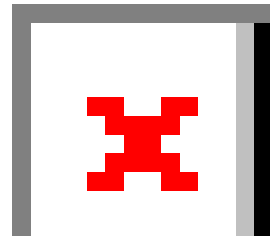
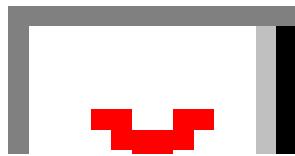
求扭矩



2) 对于圆锥的底面



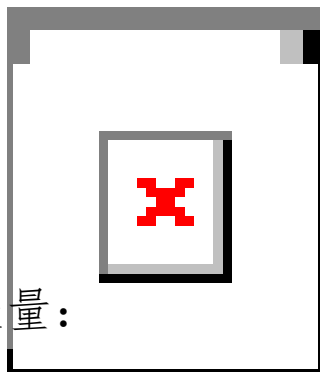
又

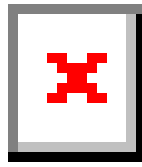


答：所需要的扭矩为

。

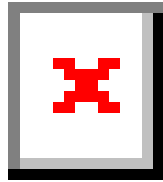
1-10 以下方程规定了四个矢量：





确定下式的标量 a 、 b 和 c 。其中，

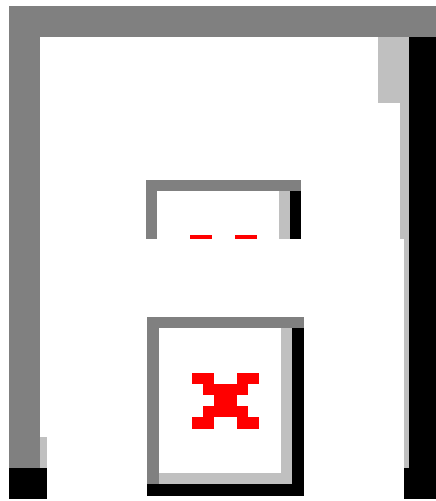
。



解：



又



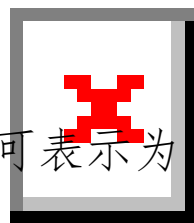
解之，得

答：

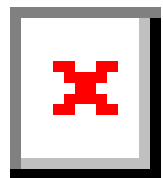


。

1-11 台风的速度场在极坐标中可表示为



。



试证明：流线的方程为对数螺线，即

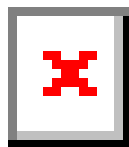
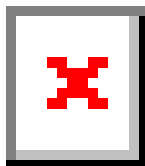


。

证明：因其流线方程为



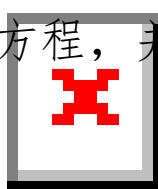
，



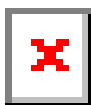
证毕

1-12 速度场

为弯管内流体运动的表达式。求流线方程，并绘制出其在第一象限内的通过点 A (0,0) 和其它一些点的流线。



解：因其流线方程



积分得



答：流线方程为



1-13 在流体流动中，任一点 (x, y, z) ，在时间 t 的压强 p 可改写为



。1) 求全微分 dp ; 2)



和

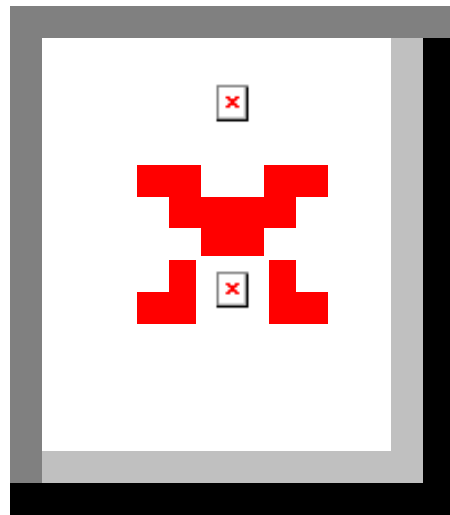


的物理意义如何？

解：1) 求全微分： dp

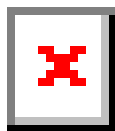
2)

和



的物理意义

答：令



，该式说明



是指一点的压强沿其曲线的变化方向（



) 与沿此曲线的变化速率 (

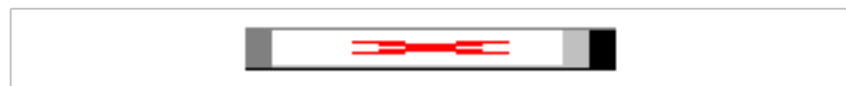


);



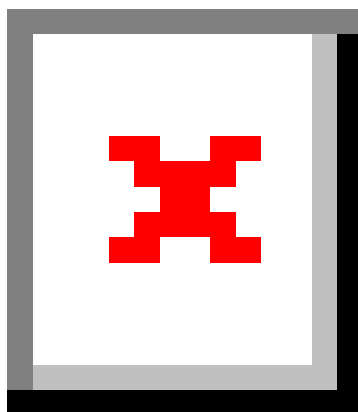
是指压强随时间变化的速率。

1-14 流场的速度分布为



求流体在点 $(2, 1, 4)$ 和时间 $t=3s$ 时的速度、加速度。

解：代入点 $(2, 1, 4)$ 和时间 $t=3$ ，得速度值为



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/095244041234011303>