

高等学校教学参考书

水力学学习题集

大连工学院水力学教研室编

人民教育出版社

序

本习题集是为了适应水利类水力学课程的教学需要而编写的,编写时我们参照了1962年审订的高等工业学校水利类专业的“水力学教学大纲(试用草案)”并参考了清华大学水力学教研组编、1965年出版的《水力学》试用教科书,在内容和次序编排上尽可能和上述两者相配合,以期水利类水力学课程能有较完整的教学资料。

在编写过程中,我们力求贯彻“少而精”、“理论联系实际”的原则,并注意学生分析问题和解决问题的能力培养。为此,我们作了如下安排:1)结合各章重点内容的习题较多,题目由浅入深;不是重点的地方,习题较少,题目亦较浅。2)习题内容尽可能结合专业及工程实际,如已知条件的给定和问题的提出尽量从实际出发。3)加强思考分析性的习题,每章都有一定数量的思考分析题,使每个主要概念,通过思考分析题和计算题来巩固和加深理解,并培养一定的分析和解决问题的能力。4)有系统地编排了几个作业,把水利工程中的主要水力计算包括进去,内容一方面结合教学要求,另一方面则力求切合工程实际,使同学能得到进行工程计算和设计的初步锻炼。

全书共分十二章,选题约310个左右,此外,还编写了七个大作业。本书对部分习题给了答案,有些章还举了少量的例题,书后附有常用的水力学公式及图表,这些将有助于学生解题。

本书内容尽可能照顾到水利类各专业,但更侧重于水工及水港专业。习题和作业的数量比上述教学大纲规定的要多一些,以便选用。

由于我们水平有限,尤其是缺乏工程实践经验,故书中难免存在缺点和错误,希望同志们提出意见,以便作进一步的改进。

在本书的编写过程中,曾参考并吸取了各兄弟院校水力学习题集的部分内容及有关教研室对本书初稿提出的宝贵意见,特此致谢。

本书承武汉水利电力学院徐正凡同志审阅,并提出了宝贵的改进意见,在此致谢。

編者

1965 年 12 月

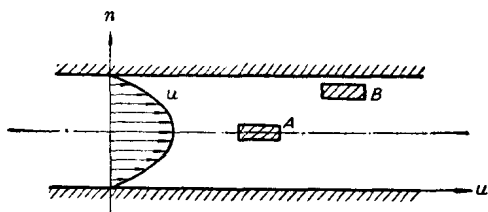
目 录

序.....	▼
第一章 绪论	1
第二章 水静力学	3
第三章 水动力学的理论基础	19
第四章 流动形态·水流阻力和水头损失	35
第五章 有压输水道中的恒定流动	43
第六章 明槽中的恒定流动	56
第七章 河渠泥沙运动的基本原理	67
第八章 孔闸出流·管嘴出流及堰顶溢流	69
第九章 泄水建筑物下游的水流衔接和消能	82
第十章 渗流	89
第十一章 有压输水道及明槽中的非恒定流动	97
第十二章 波浪理论基础	102
大作业	106
一、01 水利枢纽水力计算	106
作业一 泄洪隧洞水力计算	107
作业二 引水渠道水力计算	109
作业三 溢洪陡槽水力计算	109
二、02 水利枢纽水力计算	110
作业四 天然河道水面曲线计算	110
作业五 泄水闸及消能水力计算	111
作业六 船闸水力计算	112
三、防波堤水力计算	112
作业七 波浪压力计算	112
常用基本公式	114
附录及附表	125

第一章 緒論

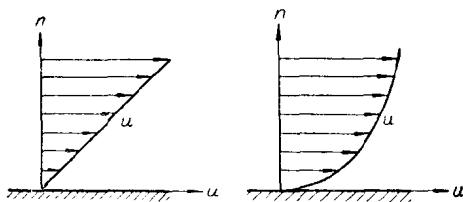
思 考 題

1-1 水体在二平板间流动, 流速分布 $u-n$ 如图示。当从中取出水体 A 及水体 B 作自由体时, 试分析水体 A 及 B 上下二平面上所受切应力的方向。



思 1-1 图

1-2 已知流速分布 $u-n$ 如图示: (1) 为直线分布, (2) 为二次抛物线分布。试定性绘出切应力分布 $\tau-n$ 。



思 1-2 图

1-3 在水中取一微块水体, 试分析该微块水体处在静止状态时受哪些力作用? 在直渠道中作等速流动时受哪些力作用? 并说明这些力是属于哪种力? (同一垂线上各水质点流速不同)

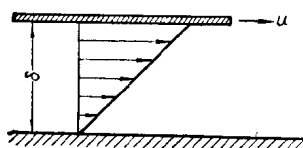
计 算 題

1-1 容积为 4 立方米的水, 温度不变, 当压强增加到 5 个大

气压时, 容积减少 1 升。求该水之体积弹性系数 K 。

1-2 水在温度 18°C 时, 如容重仍取 $\gamma=1000$ 公斤/米³。求该水的动力粘滞系数 μ 及运动粘滞系数 ν 。

1-3 图示一平板在油面上作水平运动, 已知运动速度 $u=1$ 米/秒, 板与固定边界的距离 $\delta=1$ 毫米, 油的动力粘滞系数 μ 值为 1.17×10^{-5} 公斤-秒/厘米², 由平板所带动的油的运动速度呈直线分布, 求作用在平板单位面积上的粘滞阻力为多少?

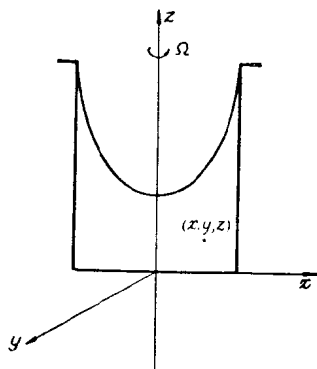


计 1-3 图

1-4 有两个同圆心的圆筒, 其直径分别为 15.0 厘米及 15.5 厘米, 其高均为 20 厘米, 两圆筒间盛满油 ($\mu=1.17 \times 10^{-5}$ 公斤-秒/厘米²), 如外筒不动, 内筒以每分钟 12 转之角速度旋转, 为克服筒面粘滞阻力, 问需加在内筒的力矩是多少? (设两圆筒间油的流速按直线分布)。

答: 3.15 公斤-厘米。

1-5 图示一盛有水的圆形容器, 设容器作等速旋转运动, 角速度为 Ω 。试写出位于 (x, y, z) 处的水质点所受质量力的表达式, 并表明质量力的方向。

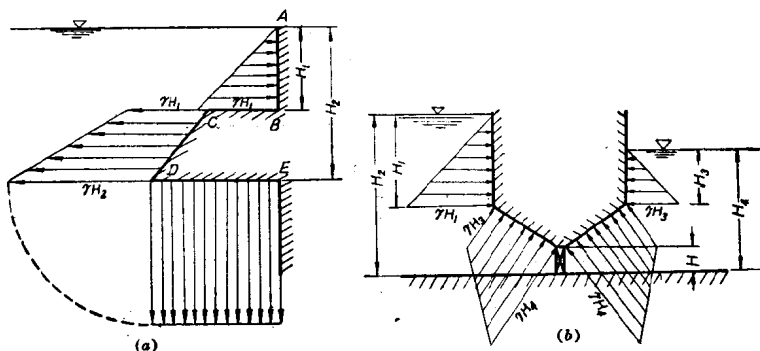


计 1-5 图

第二章 水静力学

思 考 题

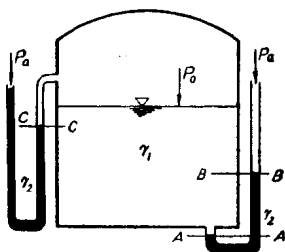
2-1 试分析下图中点压强分布图错在哪里？



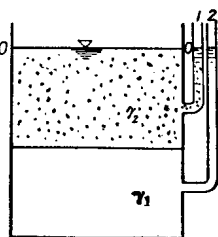
思 2-1 图

2-2 静水中有单宽矩形板，只有一面受水压，如板绕中心旋转任一角度 α ，板上任一点压强有无改变？为什么？并分析板面上总压力是否改变（由点压强变化情况分析）。

2-3 图示一密闭水箱。试分析水平面 A-A, B-B, C-C, 是否皆为等压面？使等压面成为同一水平面的条件有哪些？



思 2-3 图

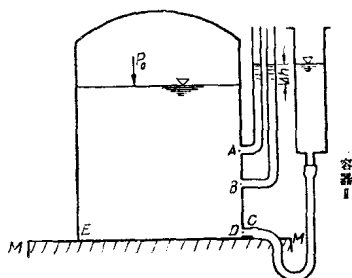


思 2-4 图

2-4 水箱中储容重不同之二种液体，问测管 1 和测管 2 中液

面是否和 $0-0$ 面相齐平? 如不平, 是高于还是低于 $0-0$ 面?

2-5 图示一密闭水箱, 用橡皮管从 C 点连通容器 II , 并在 A 、 B 两点各接一测压管。问:



思 2-5 图

(1) A 、 B 两测压管中水位是否相平? 如相平时, 问 A 、 B 两点压强是否相等?

(2) 把容器 II 提高一些后, P_0 比原来值增大还是减小? 二测压管中水位变化如何? 试分析讨论之。

2-6 上题中若将容器 II 逐渐下降(测压管去掉或闭死), 直至容器 II 中的水面正好与 C 点在同一水平面上。问:

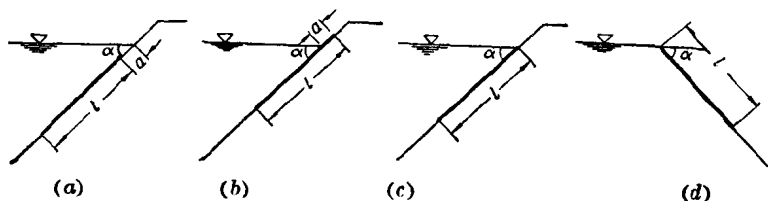
(1) 此时 C 点压强为多少? 这时若除去连接的橡皮管, 水箱内之水是否会从 C 处流出来?

(2) DE 底面上这时所受的水压力是多少? MM 桌面上是否还承受水的重量? 试分析讨论之。

2-7 宽为 b 、长为 l 的平板, 如图以四种位置放在静水中, 问:

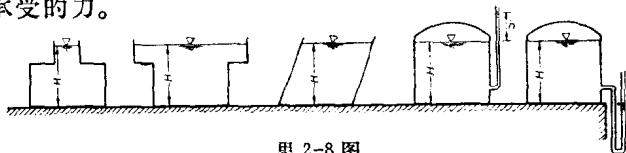
(1) 图(a)、(b)中板上所受的静水总压力是否相同? (写出计算式)。

(2) 图(c)、(d)中二板压力作用中心离水面距离是否相同?



思 2-7 图

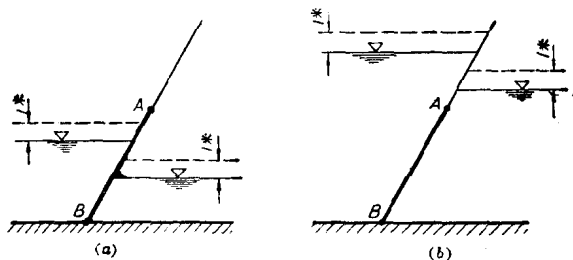
2-8 在水平桌面上放置五个形状不同,但底面积及水深 H 均相同的容器,试分析比较各容器底面上所受到的静水总压力及桌面所承受的力。



思 2-8 图

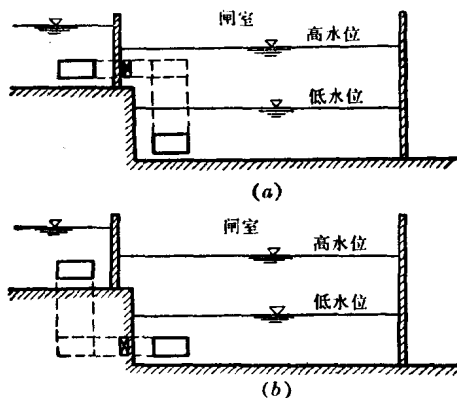
2-9 如图一平板闸门 AB 斜置于水中,当上下游水位都上升一米时(虚线位置),问图(a)、(b)中闸门 AB 上所受水压力及作用点是否改变?

提示 可用图解法思考分析之。



思 2-9 图

2-10 某船闸输水廊道考虑二种方案,如图(a)(b)所示,所有



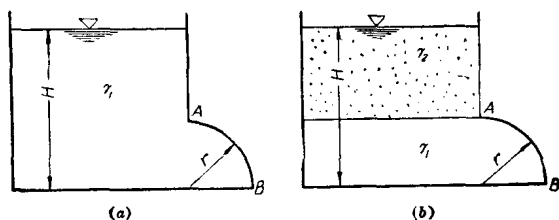
思 2-10 图

上下游水位, 管径, 闸门尺寸等都一样, 问当闸室水位为高水位, 闸门全闭情况下, 闸门上所受的总压力是否相同。当闸室水位为低水位时又怎样? 试论证之。

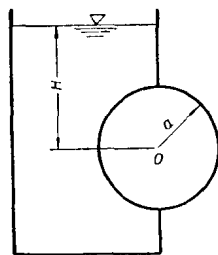
2-11 如图所示(a)容器中盛的是一种液体, 容重为 γ_1 , (b)容器中盛的是二种液体, 容重各为 γ_1 及 γ_2 。问:

(1) 图(a)、(b)中曲面 AB 上的压力体是否相同?

(2) 试分析在图(b)情况下, 如何计算曲面 AB 单位宽度上所受的水平总压力及铅直总压力?



思 2-11 图



思 2-12 图

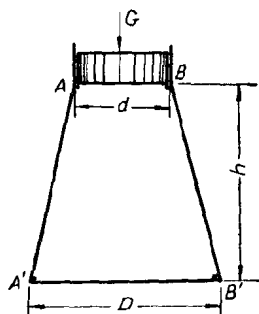
2-12 在一盛满液体的容器壁上装置一个均质的圆柱, 其半径为 a , 由于圆柱始终有一半浸没在液体中, 根据阿基米德原理, 此一半圆柱始终受到一向上的浮力, 因而有人认为这个浮力将使圆柱不停地绕 O 轴转动, 这样, 不用消耗能量就可以得到功。这种看法对不对? 为什么? (摩擦力可不计)。

计 算 题

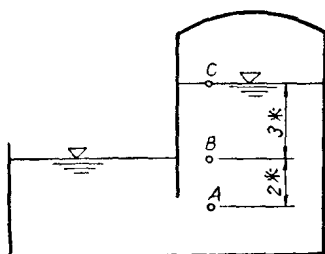
2-1 在盛满水的圆容器盖上加上 300 公斤的荷重 G 。容器的尺寸如图: $D=2$ 米, $d=1$ 米, $h=2$ 米。试求:

(1) A, B, A', B' 各点的相对压强(指相对于大气压强而言)。

(2) 容器底面上的总压力(相对压力)。



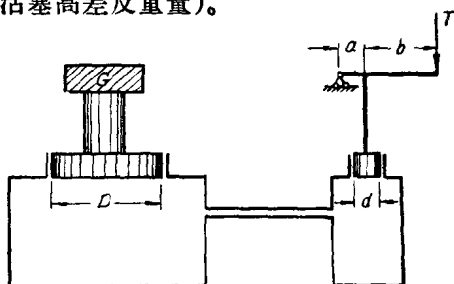
计 2-1 图



计 2-2 图

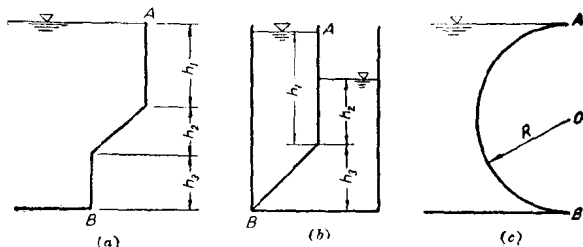
2-2 计算图中 A 、 B 、 C 各点之压强。

2-3 如图所示的水压机， $a=25$ 厘米， $b=75$ 厘米， $d=8$ 厘米。当 $T=20$ 公斤， $G=1000$ 公斤时处于平衡状态。试求大活塞的直径 D (不计活塞高差及重量)。



计 2-3 图

2-4 画出图中 AB 面上的点压强分布图形。



计 2-4 图

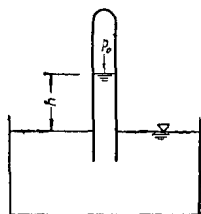


图 2-5

2-5 一根较长的玻璃管, 充满水后, 倒立于水箱中, 如管中空气绝对压强 p_0 为零, 试求:

(1) 吸上的水柱高度 h 为多少?

(2) h 和管径有无关系?

2-6 如图所示为一供水系统, 已知 $p_1=14$ 公斤/厘米², $p_2=0.4$ 公斤/厘米², $z_1=z_2=0.5$ 米, $z_3=2.3$ 米。闸门在关闭状态时, 试求在点 A 、 B 、 C 、 D 的压强水头差。

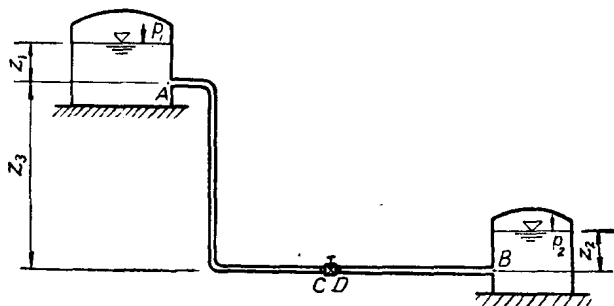


图 2-6

2-7 (1) 用相对压强计测得某水箱 A 处的压强为 1.2 公斤/厘米², 其绝对压强为多少? 如在 A 处接一测压水管, 问测管中水位在何处? ($h=?$)

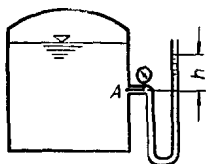
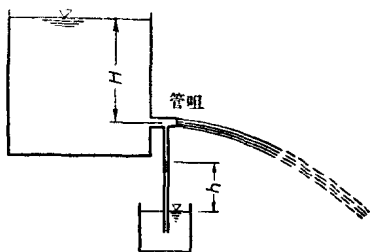


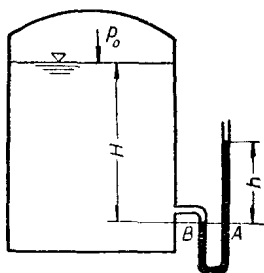
图 2-7

(2) 用真空表测得另一水箱某处的真空度为 0.3 米水柱, 问该处之绝对压强为多少? 如在该处接一测压水管, 这时测管中水位又将在何处?

2-8 在管嘴出流时, 为了测量管嘴内产生的真空度, 将玻璃管的一端与管嘴连接起来, 另一端放在水桶内, 测得水柱上升高度 $h=50$ 厘米。试求管嘴内的真空度。



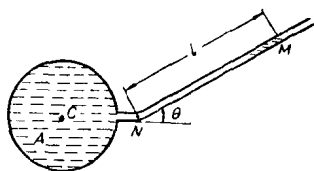
计 2-8 图



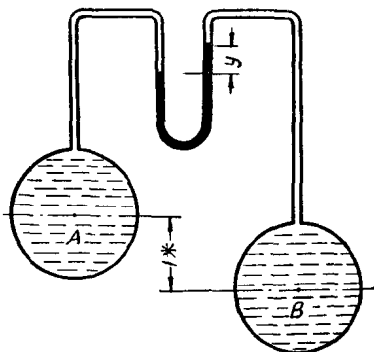
计 2-9 图

2-9 图示的封闭容器内盛有水, 右侧的测压管中水银柱高差 $h=50$ 厘米, 容器内水深 $H=100$ 厘米。试求水箱液面上的相对压强 p_0 。

2-10 图示 A 为水管的横断面, 管中充满水, 要求测出管中心 C 点的相对压强, 为使读数精确起见, 将测压管装成倾斜状态, 如点 N 与点 C 在同一水平面上, 测压管口与大气相通, $l=50$ 厘米, $\theta=30^\circ$ 。试求点 C 的压强 p_C 。



计 2-10 图



计 2-11 图

2-11 图示差动式比压计中水银柱高差 $y=0.36$ 米, 其他液体为水, A, B 二容器位置高差为一米, 试求 A, B 容器中心处的压强差。

2-12 为了量测运动物体的加速度, 利用装有液体的直径很小的 U 形管, 并与物体一起运动。如图所示, 设 $l=30$ 厘米, $h=5$

厘米。试求物体运动的加速度 a 是多少?

解 取坐标轴如图所示, 则质量力在各坐标轴方向的分量分别为

$$X = -a, \quad Y = 0, \quad Z = -g$$

所以液体平衡方程可写成:

$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) = \rho(-adx - gdz)$$

$$p = -\rho(ax + gz) + C$$

当 $x = \frac{l}{2}, z = 0$ 时, $p = 0$.

故 $C = \frac{\rho al}{2},$

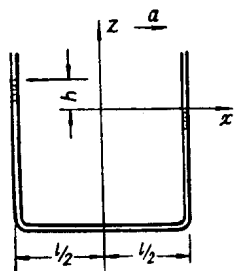


图 2-12

$$\frac{p}{\gamma} = -\frac{a}{g}x - z + \frac{al}{2g}.$$

当 $x = -\frac{l}{2}, z = 0$ 时, $\frac{p}{\gamma} = h.$

故 $h = \frac{al}{g},$

$$a = \frac{h}{l} \cdot g.$$

2-13 某工地运水汽车以 30 公里/小时的速度行驶。车上装

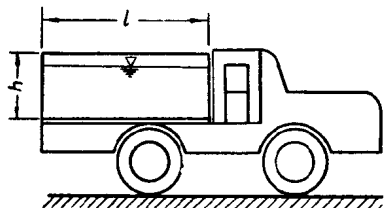


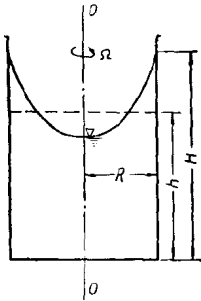
图 2-13

有高 $h=1$ 米, 宽 $b=2$ 米, 长 $l=3$ 米长方形的盛水箱, 当车遇到特殊情况, 要在 100 米水平段上能刹住车 (可认为汽车是等减速运动), 同时要求箱内一端的水面恰好到达箱子的上

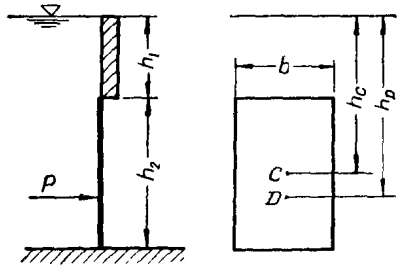
缘, 试确定箱内的盛水量。

2-14 一离心分离器, 其半径 $R=15$ 厘米, 高 $H=50$ 厘米, 灌水深度 $h=30$ 厘米, 若容器绕 $O-O$ 轴以等速度 Ω 旋转, 试确定

容器能以多大的极限转数, 才不致使水从容器中溢出。



计 2-14 图



计 2-15 图

2-15 一铅直矩形闸门高为 h_2 , 其顶端在水面下 h_1 处, 试求闸门上所受的静水总压力 P 及其压力中心点位置深度 h_D 。

解 静水总压力 $P = \omega p_C = \gamma \cdot h_C \cdot b \cdot h_2 = \gamma \cdot b \cdot h_2 \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right)$;

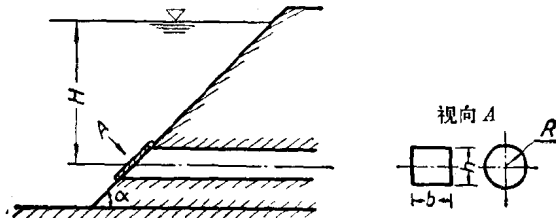
压力中心 $h_D = h_C + \frac{I_C}{\omega \cdot h_C}$. 其中 $I_C = \frac{b \cdot h_2^3}{12}$;

$$h_C = h_1 + \frac{h_2}{2}.$$

$$\text{所以 } h_D = \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right) + \frac{b \cdot h_2^3}{12 \cdot b \cdot h_2 \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right)} =$$

$$= h_1 + \frac{(3h_1 + 2h_2)h_2}{3(2h_1 + h_2)}$$

2-16 图示为一斜置矩形闸门。已知 $H=8$ 米, $\alpha=45^\circ$, $h=2$



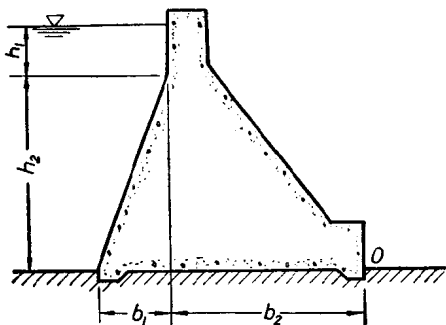
计 2-16 图

米, $b=2$ 米。试求:

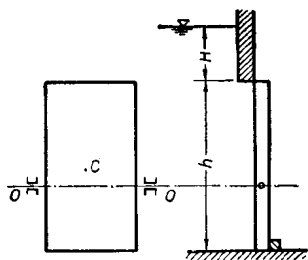
(1) 矩形闸门上静水总压力及压力中心。

(2) 其他条件不变, 若改用斜置圆形闸门, 其半径 $R=1$ 米, 求圆形闸门上所受的静水总压力及压力中心。

2-17 有一混凝土重力坝, 已知 $h_1=10$ 米, $h_2=40$ 米, $b_1=15$ 米, $b_2=40$ 米。试求坝每米宽所受的静水总压力及该力对 O 点的力矩(假设底部无水压力)。



计 2-17 图



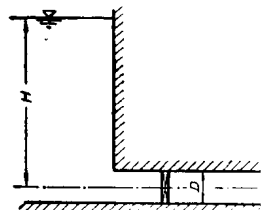
计 2-18 图

2-18 有一直立的矩形自动泄水闸门, 门高 $h=3$ 米。

(1) 如果要求水面超过门顶 $H=1$ 米时泄水闸门就能自动打开, 问泄水闸门的转动轴 $O-O$ 应放在什么位置?

提示 合力作用点高于 $O-O$ 轴, 则闸门即可自动打开。

(2) 如把轴放在形心 C 处, 问 H 不断增大时闸门有无自动打开的可能? 为什么?



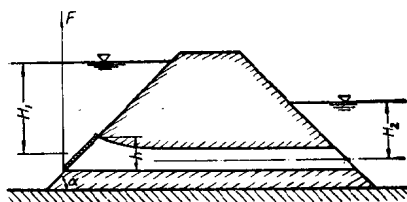
计 2-19 图

答 (1) 距底高 1.2 米处。

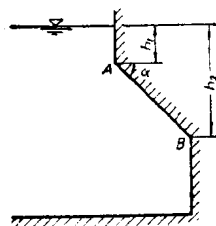
2-19 输水管道中安设一平板闸门, 管道直径 $D=1.5$ 米, 水头 $H=20$ 米。试求闸门上所受的总压力 P 及作用点的深度 h_D 。

答 $P=35.30$ 吨; $h_D=20.007$ 米。

2-20 有一引水涵洞, 已知 $H_1=4$ 米, $H_2=2.5$ 米, 矩形进口高 $h=1$ 米, 宽 $b=1$ 米, $\alpha=45^\circ$ 。试求拉动洞口盖板所需的力 F (F 的方向与水面垂直; 板与坝铰接如图示, 不计铰接处的摩擦力)。



计 2-20 图

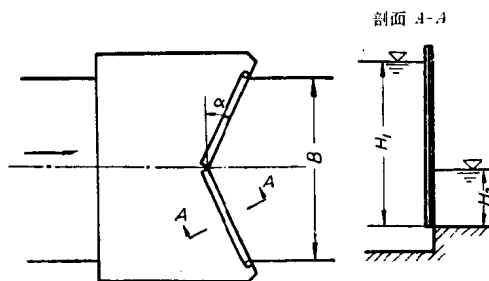


计 2-21 图

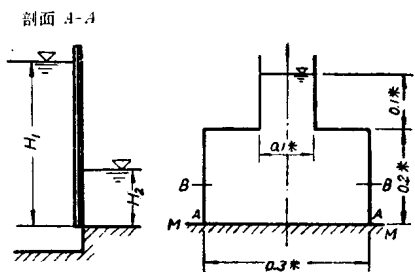
2-21 试求图中 AB 面上单宽总压力及其作用点。已知 $h_1=1$ 米, $h_2=2$ 米, $\alpha=45^\circ$ 。

2-22 某船闸用人字形闸门将上下游水流隔开, 已知闸上游水深 $H_1=8$ 米, 闸下游水深 $H_2=4$ 米, 河宽 $B=16$ 米, $\alpha=20^\circ$ 。试求:

- (1) 每扇门上的静水总压力及合力作用点。
- (2) 两扇门上的静水总压力及合力作用点。



计 2-22 图



计 2-23 图

2-23 一圆筒形盛水容器放在桌上, 尺寸(单位为米)如图所示。试求: