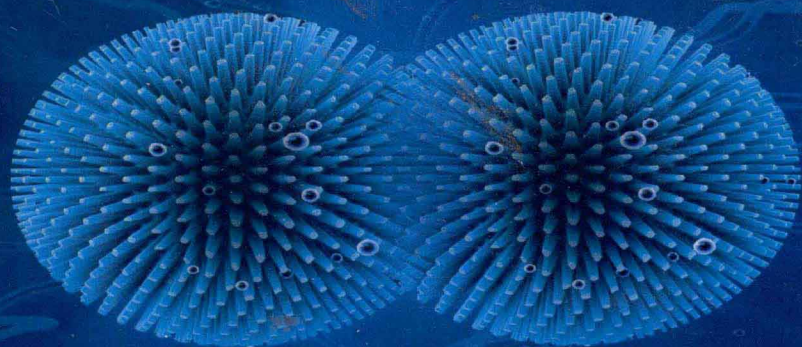


21世纪高职高专教材



力学在护理中的应用
流体的运动规律
液体的表面现象
声波和超声波
交直电在医学中的应用
激光、不可见光与X射线
模拟洗胃
测定空气的相对湿度
日光灯电路的连接

Y 医用

IYONG WULI

主 编 楼渝英 唐安成
副主编 伍文蒂



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



THE
JOURNAL OF
THE
ROYAL
SOCIETY OF
MEDICAL
PHYSICISTS
AND
THE
INSTITUTE OF
PHYSICS
AND
ENGINEERS

Y 医月

YONG WULI

第 10 卷 第 1 期
1985 年 1 月

21 世纪高职高专教材

医用物理

主 编 楼渝英 唐安成
副主编 伍文蒂
编 者 (以姓氏笔画为序)
伍文蒂 李 骏
胡 方 唐安成
楼渝英

重庆大学出版社

内 容 提 要

本教材是护理专业技能型人才培养教材之一,全书共分6章。主要介绍与护理专业有关的力、声、电、光等方面的物理知识,设有临床应用、知识链接、阅读之窗等栏目。该教材针对性强,实用性高,突出了职教特色。

本书供专科层次护理专业使用,也可供专科层次相关医学类其他专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

医用物理/楼渝英,唐安成主编. —重庆:重庆大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-5624-5680-3

I. ①医… II. ①楼…②唐… III. ①医用物理学—医学院校—教材 IV. ①R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 172015 号

医用物理

主 编 楼渝英 唐安成

副主编 伍文蒂

责任编辑:彭 宁 杨粮菊 版式设计:杨粮菊

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆现代彩色书报印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:6.5 字数:162千

2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5680-3 定价:15.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

为了编写护理专业适用的教材,我们深入医院开展调研。根据护理工作实际,结合护理工作特点,按照护理岗位对物理学知识的要求,在行业专家的指导下,我们编写了这本适合高专护理专业实用的《医用物理》教材。该教材是院校结合的结晶,是教学改革成果。该教材具有以下特色:

1. 教材以培养学生综合职业能力为目标,将物理知识与临床护理工作有机结合,体现了教材的实用性,突出了职教特色。

2. 教材反映了新知识、新技术、新方法在临床工作中的应用。教材对心电监护仪、超声仪、多普勒彩超仪、CT 成像技术、核磁共振成像技术等先进的医疗仪器的简单介绍,使护理专业的学生对临床医疗仪器有所了解,为今后更好地完成护理工作奠定了基础。

3. 教材介绍了与护理专业有关的力、声、电、激光、红外线、紫外线、X 射线等物理知识。知识以实用为主,够用为度,简化理论推导,理论联系实际,老师好教,学生易学。

4. 教材根据需要,灵活设置临床应用、知识链接、阅读之窗等栏目。教材力求拓宽学生视野,启迪学生思维,开发学生智力;力求增强可读性、趣味性、实用性;力求激发学生的学习兴趣。

5. 教材安排的实训项目,紧密联系临床护理工作实际,培养学生的动手能力,增强学生的感性认识,让学生能更好地将所学知识运用到护理工作中。

本教材由重庆医药高等专科学校物理教研室的老师编写,楼渝英、唐安成主编、伍文蒂副主编。具体分工如下:第一

章、第三章由楼渝英编写,第二章由唐安成编写,第四章、第五章由伍文蒂编写,第六章由李骏、楼渝英编写,实训项目一、二、三由胡方编写。

该教材在编写过程中得到了重庆市肿瘤医院、重庆医药高等专科学校的大力支持,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,恳请同行和读者斧正。

编 者

2010年7月28日

目 录

第1章 力学在护理中的应用	1
1.1 力	1
1.2 物体的平衡	2
1.3 杠杆原理在护理工作中的应用	4
习题一	6
第2章 流体的运动规律	8
2.1 理想流体的定常流动	8
2.2 理想流体的动力学方程	11
2.3 黏性流体的流动	15
2.4 血液的流动	20
习题二	23
第3章 液体的表面现象	25
3.1 液体的表面张力	25
3.2 弯曲液面的附加压强	29
3.3 润湿和不润湿现象	35
3.4 毛细现象	36
3.5 气体栓塞	38
习题三	39
第4章 声波和超声波	42
4.1 声波	42
4.2 超声波	49
习题四	54
第5章 交直电在医学中的应用	55
5.1 基尔霍夫定律	55
5.2 直流电在医学中的应用	58
5.3 交流电	60
5.4 交流电疗法	62
习题五	64

第 6 章 激光、不可见光与 X 射线	66
6.1 激光	66
6.2 红外线和紫外线	70
6.3 X 射线	72
习题六	78
实训项目 1 模拟洗胃	79
实训项目 2 测定空气的相对湿度	82
实训项目 3 日光灯电路的连接	86
习题参考答案	89
附 录	92
附录 1 国际单位制	92
附录 2 常用物理常数	94
附录 3 用于构成十进制倍数或分数的词头名称和国际 符号	94
附录 4 希腊字母表	95
参考文献	96

第 1 章

力学在护理中的应用

本章主要讨论力学知识在护理工作中的应用,以便医护人员掌握正确的姿势,减轻疲劳强度,提高工作效率。同时要注意维持病人良好的体位姿势,避免肌肉过度紧张,使病人处于舒适的体位状态,减少并发症,促进患者尽快康复。

1.1 力

在临床工作中给病人打针、测血压、翻身和移动病人等都离不开力。那什么是力呢?

力是物体对物体的作用。物体间的作用是相互的。在图 1.1 中,护士用轮椅推病人,轮椅受到力的作用,同时轮椅对护士也有力的作用。

用力推轮椅,可……由静止到运动,或由运动到静止,或改变轮椅的运动方向。用力拉或压弹簧,弹簧就发生形变(伸长或缩短)。当重危病人睡在气垫床上(气垫床可以增大皮肤与床的接触面积,减小压强,使血液的流动比较畅通,从而减少重危病人褥疮的发生),气垫受压发生形变。可见力作用于物体产生的效果:

①力可以改变物体的运动状态。

②力可以使物体发生形变。

实验发现,如果分别用 5 N 的力和 10 N 的力拉同一根弹簧,产生的效果不同;用同样大的力推门,当手用力的位置离门轴的远近不同,方向不同,产生的效果也不一样。可见力的效果与力的大小、方向、作用点有关。我们把力的大小、方向、作用点称为力的三要素。力的种类很多,但最常见的有重力、弹力、摩擦力。

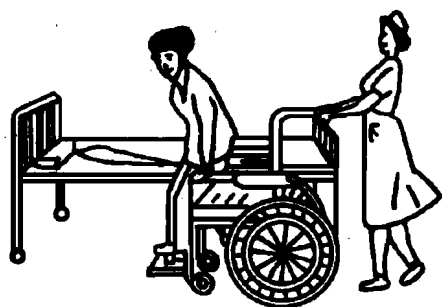


图 1.1 护士用轮椅推病人

临床应用

一针见血

在临床工作中,给病人输液,有的护士能一针见血,有的护士却需要多次进针才能将针扎入血管。这就是不同的护士在进针时,用力的大小、方向、作用点不同,因此产生的进针效果不同的缘故。

减小对皮肤的摩擦力

在护理工作中,护士给神经系统有问题的患者进行大面积按摩时,往往要在患者的皮肤上涂一些按摩油,使皮肤表面更光滑,减小对皮肤的摩擦力,避免皮肤受损。

1.2 物体的平衡

1.2.1 共点力作用下物体的平衡

物体在共点力作用下保持静止或作匀速直线运动的状态称为平衡状态。例如桥梁、建筑物、起重机等,都需要用力将它们维持在平衡状态。另外,人体直立,四肢屈伸,骨折牵引都需要力维持身体的平衡。那么,物体处于平衡状态,应满足怎样的条件呢?

实验发现,共点力作用下物体的平衡条件是合力为零,其数学表达式为

$$F_{\text{合}} = F_1 + F_2 + \cdots + F_n = 0 \tag{1.1}$$

即物体受平衡力作用时,其中一个力与其他几个力的合力大小相等方向相反。

临床应用

搬运病人

在临床护理工作中,对病情较重、体重较重的病人,往往需要多人共同搬运,如两人搬运病人,如图 1.2 所示;三人搬运病人,如图 1.3 所示。在多人共同搬运病人时,几个护理人员对病人作用的合力至少要等于病人的重力,于是顺利地将病人从一处搬运到另一处。

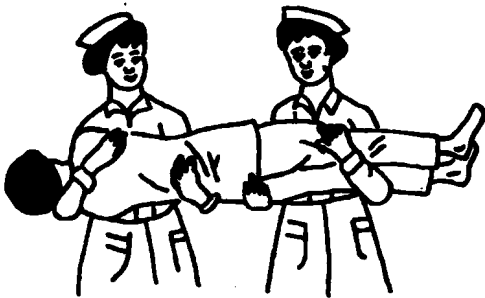


图 1.2 两人搬运病人

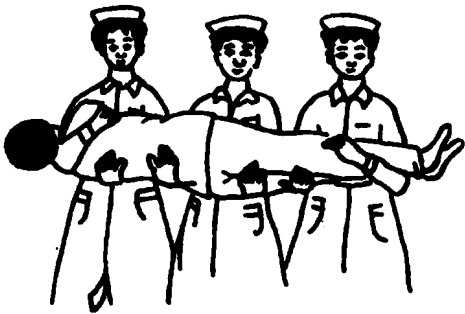


图 1.3 三人搬运病人

牵引

对胫腓骨骨折及颈椎、腰椎增生的病人进行牵引时,需要用几个力的合力来对抗受伤部位

肌肉的回缩力,从而有利于骨折的复位和病人的康复。颈部牵引,如图1.4所示。腓骨骨折牵引,如图1.5所示。上肢牵引,如图1.6所示。

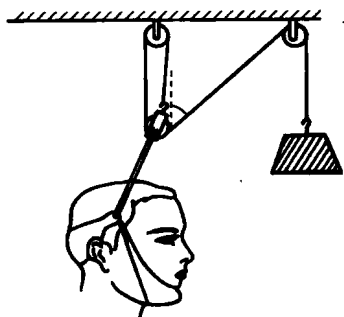


图 1.4 颈部牵引

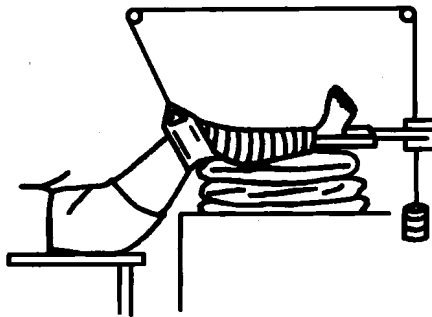


图 1.5 腓骨骨折牵引

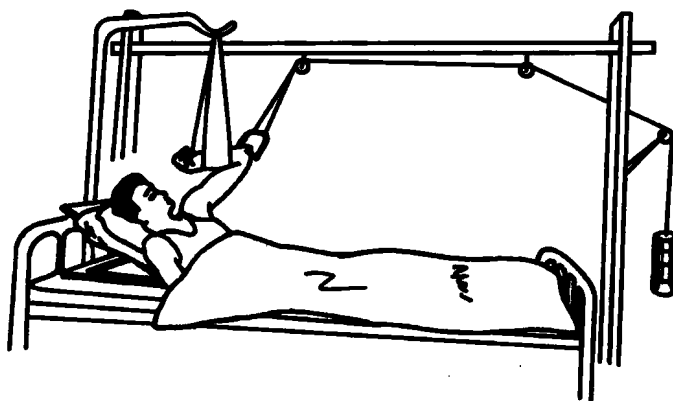


图 1.6 用贝乐架牵引上肢

1.2.2 有固定转轴物体的平衡

力可以使物体平动,也可以使物体转动。在实际生活中,转动是很常见的。例如,砂轮、钟表指针、电扇叶片、电动机转子、门以及杠杆等物体的运动都是转动。这些物体都绕固定轴转动,该轴称为转轴。我们将有固定转轴的物体,在力的作用下,保持静止或匀速转动的状态称为转动平衡。

从推门的实验发现,对同一点用较大的力,容易把门推开;用同样大小的力,离转轴越远,越容易把门推开。

由此可见,物体转动的效果,不但与力有关,而且还与转轴到力的作用线的距离(力臂)有关。力和力臂的示意,如图1.7所示。

我们将力和力臂的乘积称为力矩,用 M 表示,即

$$M = FL \quad (1.2)$$

在SI中力矩的单位是牛·米,符号是 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

力矩可以使物体沿不同的方向转动。通常规定,使物体沿逆时针方向转动的力矩取正值,使物体沿顺时针方向转动的力矩取负值。

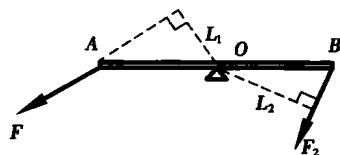


图 1.7 力和力臂

实验发现,当使物体沿顺时针方向转动的力矩之和与沿逆时针方向转动的力矩之和相等时,物体处于转动平衡。因此,有固定转轴的物体的平衡条件是力矩的代数和等于零,即

$$M_{\text{合}} = M_1 + M_2 + \cdots + M_n = 0 \quad (1.3)$$

【例题 1】 如图 1.8 所示,质量为 60 kg 的人做俯卧撑,求作用在人手、脚上的力。

分析:此题是有固定转轴物体的平衡问题,利用有固定转轴的物体的平衡条件,可求出人在做俯卧撑时,作用在人手上、脚上的力。

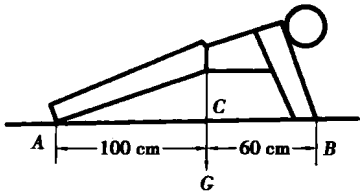


图 1.8 俯卧撑

解:以 A 为转轴,根据有固定转轴的物体的平衡条件

$$F_{\text{手}} \cdot L_{AB} - G \cdot L_{AC} = 0$$

可得作用在人手上的力

$$F_{\text{手}} = \frac{G \cdot L_{AC}}{L_{AB}} = \frac{60 \times 9.8 \times 1.0}{1.6} \text{ N} = 367.5 \text{ N}$$

以 B 为转轴,根据有固定转轴的物体的平衡条件

$$-F_{\text{脚}} \cdot L_{BA} + G \cdot L_{BC} = 0$$

可得作用在人脚上的力

$$F_{\text{脚}} = \frac{G \cdot L_{BA}}{L_{BC}} = \frac{60 \times 9.8 \times 0.6}{1.6} \text{ N} = 220.5 \text{ N}$$

临床应用

用滚动法搬运病人

对于胸、腰椎损伤的患者,适用于用滚动法搬运,如图 1.9 所示。无论病人是出于仰卧位、侧位或俯卧位,三人应同时用力,使伤员成一体向担架滚动。

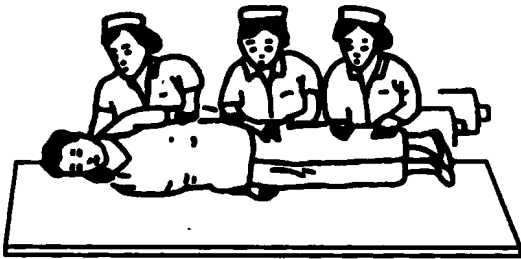


图 1.9 用滚动法搬运病人

1.3 杠杆原理在护理工作中的应用

1.3.1 杠杆的种类

1) 费力杠杆

在图 1.10 中,当力作用在 B 点时,动力臂小于阻力臂,为费力杠杆。在日常生活中,用镊子夹取物品、用筷子吃饭、用手臂举起重物、肘关节的运动等等都是费力杠杆,但费力杠杆可以省距离。

2) 等臂杠杆

在图 1.10 中,当力作用在 C 点时,动力臂等于阻力臂,为等臂杠杆。托盘天平、机械加码电光天平、定滑轮等都是等臂杠杆。



图 1.10 杠杆的分类

3) 省力杠杆

在图 1.10 中,当力作用在 D 点时,动力臂大于阻力臂,为省力杠杆。在日常生活中用的开瓶器、扳手等都是省力杠杆。

1.3.2 人体杠杆

人体运动主要是利用了杠杆的原理,由骨、关节和骨骼肌共同完成。骨起着杠杆的作用,支点可能是关节或其他点,骨骼肌的收缩和舒张产生弹力,使骨绕骨关节旋转,从而完成不同的动作。

1) 头部杠杆

在图 1.11 中,人的头部绕寰枕关节进行前后活动时,就是以寰椎为支点 O ;支点前后的两组肌肉群产生的作用力分别为 F_1 、 F_2 ,头颅的重力为 G , F_1 产生的力矩使头颅前屈, F_2 产生的力矩使头颅后仰;当前屈的力矩和后仰的力矩平衡时,头颅平衡。

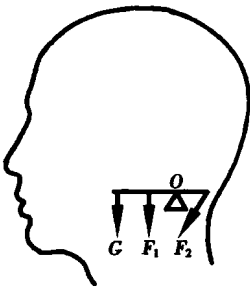


图 1.11 头部杠杆

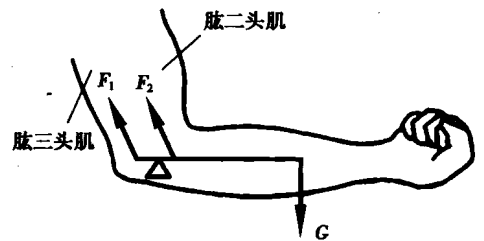


图 1.12 臂部杠杆

2) 臂部杠杆

如图 1.12 所示,手没拿物体时,臂为杠杆,肘关节是支点,肱二头肌、肱三头肌的作用力分别为 F_1 、 F_2 ,臂重为 G 。肱二头肌收缩、肱三头肌舒张,手臂抬高,肱二头肌舒张、肱三头肌收缩,手臂伸直。

临床应用

护理工作中的省力姿势

在临床工作中,用手端物体时,物体离身体越远,阻力臂越大,越费力。

(1)端治疗盘的不正确姿势:①上臂侧向上抬并外展,使上臂远离身体,从而使肌肉的张力增大费力,如图 1.13(a)所示。②上臂前伸,与肩成 90° ,阻力臂最大,肌肉产生的拉力最大,最费劲,如图 1.13(b)所示。

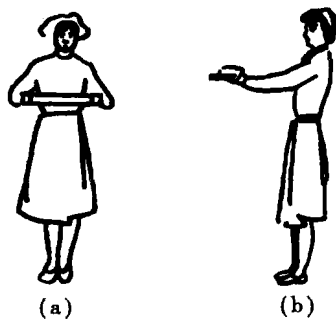


图 1.13 端物体的不正确姿势

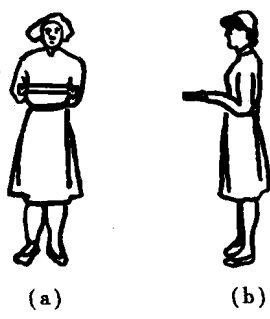


图 1.14 端物体的正确姿势

(2)端治疗盘的正确姿势:①两肘紧靠身体,上臂下垂,上臂的重量垂直传至双脚,如图 1.14(a)所示,上臂的重力矩等于零。②前臂和所持物体靠近身体,力臂减小,其力矩减小,可以省力,如图 1.14(b)所示。

3)足部杠杆

如图 1.15 所示,人用脚尖站立时,脚尖是支点,脚后跟的肌肉收缩的力的力臂大于身体重力的力臂,用较小的力就可以使自己的身体平衡。人的脚越长,越省力,跑步就越快。

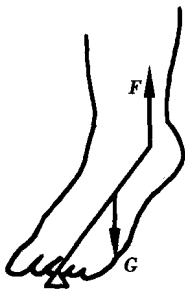


图 1.15 脚部杠杆

另外,人们在搬运重物时,应屈膝屈髋,减少弯腰,减轻腰部负荷,使上身大部分的重力通过脊柱向下,双脚适当分开,使支持面扩大,让重物靠近身体(减小阻力臂)最好在两脚之间,使物体的重力作用线落在支持面内,操作者面向移动物体的方向,以免在携带重物时扭转脊柱。

知识链接

步行与人体平衡

人步行实际上是失去平衡和恢复平衡相互交替的过程。当人步行时,两腿交替支持人体和摆动,若左脚支持人体,右脚向前摆动;人体的重心前移,当重力的作用线移出左脚的支持面,而右脚尚未着地之前的这一瞬间,人体失去平衡;当右脚与地面接触,就恢复了平衡,这时人体的重心在两脚之间。此后左脚尖推地,地的反作用使左脚向前摆动,人体的重心前移,当重力的作用线未移出右脚的支持面,人体是平衡的;紧接着人体又失去平衡;当右脚与地面接触,就恢复了平衡。不断重复上述过程,人体就不断向前迈进。

习题一

一、判断题

- 1. 注射的进针效果,只与力的大小有关 ()
- 2. 共点力作用下物体的平衡条件是力矩的代数和等于零 ()
- 3. 动力臂小于阻力臂,为费力杠杆 ()
- 4. 人用手端物体是属于省力杠杆 ()

5. 力产生的效果只与力的大小有关 ()

二、填空题

6. 力是物体对_____；力的大小、方向、作用点叫做_____。

7. 力可以改变物体的_____，力可以使物体发生_____。

8. 用网兜将 0.6 kg 的输液瓶竖直地挂在输液架上，则网兜对输液瓶竖直向上的拉力 F 为_____ N ，对 F 而言_____是施力物，_____是受力物。

9. 力和力臂的乘积称为_____。通常使物体沿逆时针方向转动的力矩取_____，使物体沿顺时针方向转动的力矩取_____。

三、选择题

10. 关于力下列说法正确的是()。

- A. 物体只有相互接触，才有力的作用
- B. 两个物体的相互作用，不一定要直接接触
- C. 直接接触的两个物体，一定有相互作用
- D. 力是物体对物体的作用，总是成对出现

11. 有固定转轴物体的平衡条件是()。

- A. 合力为零
- B. 力为零
- C. 力矩的代数和等于零
- D. 无法确定

12. 300 N 和 400 N 的两个分力互成 90° ，则它们的合力为()。

- A. 700 N
- B. 100 N
- C. 500 N
- D. 0 N

13. 手端物体时，物体()。

- A. 越靠近身体越省力
- B. 离身体越远越省力
- C. 无法确定

四、计算题

14. 颈部牵引器用于颈椎病的治疗，如图 1.16 所示，已知牵引重量 10 N ，求三条绞绳作用于头部的合力。

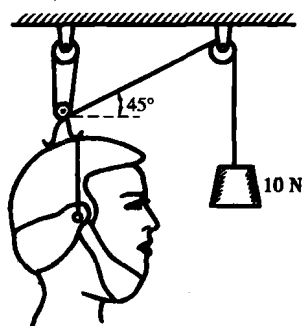


图 1.16 颈部牵引

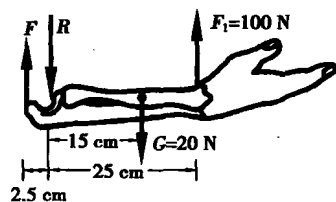
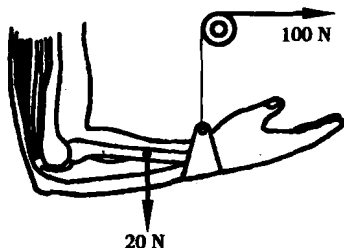


图 1.17 吊前臂

15. 若患者的上臂和前臂成 90° 角，前臂向下压以反抗吊绳的力，如图 1.17 所示。如果作用在腕关节向上的拉力 $F_1 = 100\text{ N}$ ，前臂与手重 $G = 20\text{ N}$ 。求肱二头肌收缩的力 F 和肘骨末端关节的反作用力 R 。

(楼渝英)

第 2 章

流体的运动规律

具有流动性的物体称为**流体**,液体和气体均具有流动性,所以它们都是流体。

流体动力学是研究流体的运动规律以及流体与流体中物体之间的相互作用。

流体动力学是学习水利学、空气动力学、动力气象学、医学等学科的基础。流体力学不仅在航空、水利、城市给排水、天然气与石油的输送、交通运输等方面具有广泛的应用,而且在医学领域也有应用。例如,研究人体血液的流动、呼吸,以及在护理工作给病人输液、灌肠、洗胃等方面都涉及这方面的知识。因此,学习流体运动的规律很有必要。

本章主要讨论理想流体和黏性流体流动的基本规律及医学应用。

2.1 理想流体的定常流动

2.1.1 理想流体

实际的流体由于分子之间有间隙,所以可以压缩。液体压缩性小,气体压缩性大。

实际的流体在流动时,因其内部各部分之间流动快慢可能不一样而产生相对运动,所以流体内部存在摩擦力,从而牵制了流体的流动,流体的这种性质称为黏滞性。实际的流体都具有黏滞性,如石油、糖浆、血液、甘油等。

在研究流体的流动时,如果只考虑其流动性,不考虑其压缩性和黏滞性,则可将其视为绝对不可压缩,完全没有黏滞性的流体,流体被理想化了,故称之为**理想流体**。例如水、酒精、汽油等液体的压缩性和黏滞性都较小,有时可视为理想流体。

2.1.2 定常流动、流线、流管

流动的流体,如果各点流速不同,但每一点流速不变,即各点流速不随时间而发生变化,这种流动称为**定常流动**。从数学的角度来讲,定常流动的流速 $v = f(x, y, z)$ 只是空间的函数,而非时间的函数。例如,水在小溪中静静地流淌,水面上的花瓣顺流而下,就好像是一幅流动而又似乎静止的画。说它流动,是看到花瓣顺流而下;说它静止,是每时每刻每一点流态不变。

又如,石油在输油管道中平稳的流动也可视为定常流动。

为了形象地描述流体的流动,在流体中作出许多曲线,曲线上每一点的切线方向就是该点流体流速的方向,这样的曲线称为**流线**,如图 2.1 所示。图 2.2 是流体绕过一些障碍物时的流线。由流线围成的管状体称为**流管**,如图 2.3 所示。如果是定常流动,流体就好像沿着流线在流动,流线和流管的形状也不会发生变化。流管中内外的流体,也不会流出流进。

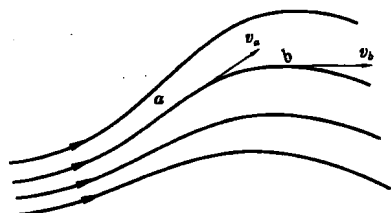


图 2.1 流线

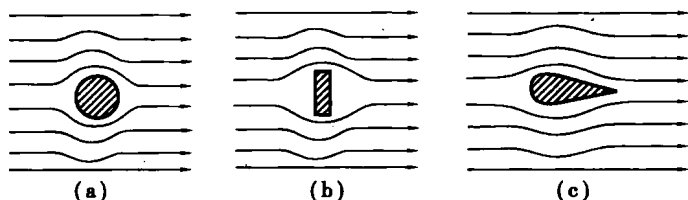


图 2.2 流体绕过障碍物的流线

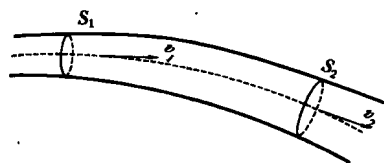


图 2.3 流管

2.1.3 流体的连续性原理

1) 流量

在流体中任取一流管,流体在时间 t 内流过某一横截面的体积 V ,称为流体的**体积流量**,用字母 Q 表示,即

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

由式(2.1)可知,在 SI 制中,体积流量的单位是 m^3/s 。

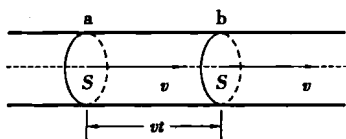


图 2.4 流量

如图 2.4 所示,在流体中任取一流管,在时间 t 内流过某一横截面 S 的流体的体积 $V = Svt$,代入式(2.1)可得

$$Q = Sv \quad (2.2)$$

上式表明:流量等于横截面积和流速的乘积。

流体在时间 t 内流过流管某一横截面的质量 m ,称为流体的**质量流量**,用字母 M 表示,即

$$M = \frac{m}{t} \quad (2.3)$$

由式(2.3)可知,在 SI 制中,质量流量的单位是 kg/s 。

又 $m = \rho V$,所以

$$M = \rho Q \quad (2.4)$$

2) 流体的连续性原理

下面分析在同一根流管中各处流量有什么关系。如图 2.5 所示,在作定常流动的理想流体中,任取一流管。因为理想流体不可压缩,所以在 t 时间内,从 S_1 流进的流体体积 V_1 等于从 S_2 流出的流体体积 V_2 ,即