



全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材



全国高等中医药院校规划教材(第九版)

配套教学用书

医用物理学

习题集

(第二版)

主编 杨华元 顾柏平

全国百佳图书出版单位
中国中医药出版社

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材 配套教学用书
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

医用物理学习题集

(第二版)

主 编 杨华元 (上海中医药大学)
顾柏平 (南京中医药大学)
副主编 章新友 (江西中医药大学)
侯俊玲 (北京中医药大学)
应 航 (浙江中医药大学)
李 光 (长春中医药大学)

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

医用物理学习题集/杨华, 顾柏平主编. —2 版. —北京: 中国中医药出版社, 2014. 5
全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材配套用书

ISBN 978 -7 -5132 -1858 -0

I. ①医… II. ①杨…②顾… III. ①医用物理学 - 高等学校 - 习题集
IV. ①R312 -44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 046748 号

中国中医药出版社出版
北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层
邮政编码 100013
传真 010 64405750
北京市时代华都印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 8 字数 172 千字
2014 年 5 月第 2 版 2014 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 -7 -5132 -1858 -0

*

定价 15.00 元
网址 [www. cptcm. com](http://www.cptcm.com)

如有印装质量问题请与本社出版部调换
版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720
购书热线 010 64065415 010 64065413
书店网址 [csln. net/qksd/](http://csln.net/qksd/)
官方微博 [http: //e. weibo. com/cptcm](http://e.weibo.com/cptcm)

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材 配套教学用书
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

《医用物理学习题集》编委会

主 编 杨华元 (上海中医药大学)

顾柏平 (南京中医药大学)

副主编 章新友 (江西中医药大学)

侯俊玲 (北京中医药大学)

应 航 (浙江中医药大学)

李 光 (长春中医药大学)

编 委 (按姓氏笔画排列)

韦相中 (广西中医药大学)

刚 晶 (辽宁中医药大学)

刘堂义 (上海中医药大学)

杨永霞 (广东药学院)

柴 英 (大连医科大学)

高建平 (甘肃中医学院)

郭晓玉 (河南中医学院)

凌高宏 (湖南中医药大学)

黄 浩 (福建中医药大学)

谢仁权 (贵阳中医学院)

前 言

为了全面贯彻落实《国家中长期教育改革和规划纲要（2010 - 2020 年）》、《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》和《中医药事业发展“十二五”规划》，依据中医药行业人才培养需求和全国各高等中医药院校教育教学改革新发展，在国家中医药管理局人事教育司的主持下，由国家中医药管理局教材办公室、全国中医药高等教育学会教材建设研究会组织编写的“全国中医药行业高等教育‘十二五’规划教材”（即“全国高等中医药院校规划教材”第九版）出版后，我们组织原教材编委会编写了与上述规划教材配套的教学用书——习题集，目的是使学生对已学过的知识，以习题形式进行复习、巩固和强化，也为学生自我测试学习效果、参加考试提供便利。

习题集所命习题范围与现行全国高等中医药院校本科教学大纲一致，与各规划教材内容一致。习题覆盖教材的全部知识点，对必须熟悉、掌握的“三基”知识和重点内容以变换题型的方法予以强化。内容编排与相应教材的章、节一致，方便学生同步练习，也便于与教师配套复习。题型与各院校各学科现行考试题型一致，同时注意涵盖国家职业中医师、中西医结合医师资格考试题型。命题要求科学、严谨、规范，注意提高学生分析问题、解决问题的能力，临床课程更重视临床能力的培养。为方便学生全面测试学习效果，每章节后均附有参考答案。

本套习题集供高等中医药院校本科生、成人教育学生、执业医师资格考试人员及其他学习中医药人员与教材配套学习和应考复习使用。学习者通过对上述教材的学习和本套习题集的习题练习，可全面掌握各学科的知识 and 技能，顺利通过课程考试和执业医师资格考试，为从事中医药工作打下坚实的基础。

由于考试命题是一项科学性、规范化要求很高的工作，随着教材和教学内容的不断更新与发展，恳请各高等中医药院校师生在使用本套习题集时，不断总结经验，提出宝贵的修改意见，以使本套习题集不断修订提高，更好地适应本科教学和各种考试的需要。

编写说明

本书为全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《医用物理学》配套教学用书。

《医用物理学习题集》的习题范围与规划教材的教学大纲、教材内容一致，以方便学生同步练习。题型包括选择题、判断题、填空题、简答题和计算题，并附有习题答案和答案要点。其题目形式多样、突出重点、联系实际，学生通过练习，不仅可以提高解题能力，而且有助于巩固医学物理学的各种基本概念和基础知识点。

本书覆盖了规划教材的全部知识点，以医学物理学的基本规律和研究方法为主线，结合中医院校学生的实际情况，用简洁、通俗的语言解答各种类型的习题。尤其在单选题和判断题中，我们严格按照教学大纲、教材内容，让学生理解医用物理学中最基本的原理，进一步强化必须掌握的基本知识和内容。在简答题和计算题中，要求审题明确，灵活运用物理学的定律、定理分析解题，同时提高学生的计算能力。本书内容除保持物理学系统性外，针对中医药院校的特点，增加了与医学相关的内容，如静电场与生物电现象、几何光学与医学光学仪器、核医学成像等，突出了物理学和生命科学的有机结合。

本书对各类习题给出了详尽的解答，有些还作了分析和注解，使学生对已学的知识以习题形式进行复习、巩固和强化，在实践中不断思考、总结，全面提高综合素质，使之成为符合新世纪中医药事业发展要求的创新人才。

在本书编写过程中，我们得到了全国各中医药院校领导的大力支持，得到了各兄弟院校同行的指导和帮助，在此一并表示感谢。此外，由于时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大师生和读者提出宝贵的意见，以便再版时修订。

《医学物理学习题集》编委会
2014年2月

目 录

第一章 物体的弹性	1
习 题	1
参考答案	4
第二章 流体的运动	10
习 题	10
参考答案	13
第三章 液体的表面性质	19
习 题	19
参考答案	22
第四章 振动 波动 超声波	27
习 题	27
参考答案	31
第五章 静电场与生物电现象	38
习 题	38
参考答案	41
第六章 直流电	49
习 题	49
参考答案	52
第七章 电磁现象	57
习 题	57
参考答案	61
第八章 交流电	65
习 题	65
参考答案	67
第九章 几何光学与医用光学仪器	73
习 题	73
参考答案	75
第十章 量子物理学基础知识	79
习 题	79
参考答案	82
第十一章 原子核与放射性	88

习 题	88
参考答案	90
第十二章 X 射线	95
习 题	95
参考答案	97
第十三章 核医学成像技术	100
习 题	100
参考答案	102
第十四章 晶体管电路基础	105
习 题	105
参考答案	109
参考文献	115

第一章 物体的弹性

习 题

一、单选题

1. 平面共点力的平衡条件是 ()
 - A. 合外力为零
 - B. 合外力矩为零
 - C. 合外力和合外力矩均不为零
 - D. 合外力和合外力矩均为零
2. 材料处于弹性形变范围内的最大应力, 称为 ()
 - A. 正比极限
 - B. 弹性形变
 - C. 弹性极限
 - D. 范性形变
3. 当物体受张应力的作用, 发生断裂时的张应力, 称为 ()
 - A. 范性或塑性
 - B. 抗张强度
 - C. 抗压强度
 - D. 延展性
4. 骨骼肌被拉长时的主动收缩, 称为 ()
 - A. 等张收缩
 - B. 挛缩
 - C. 伸长收缩
 - D. 等长收缩
5. 在黏弹性物质的应力-应变关系曲线中, 滞后环所围的面积代表单位体积的黏弹性物体在周期性应变过程中所损耗的 ()
 - A. 应力
 - B. 内力
 - C. 应变
 - D. 能量
6. 对黏弹性物质而言, 当其应力-应变关系曲线达到稳定后, 这时黏弹性物质所表现出的特点称为 ()
 - A. 静态特征
 - B. 应变
 - C. 松弛
 - D. 蠕变
7. 可随意收缩的肌肉, 则称为 ()
 - A. 不随意肌
 - B. 随意肌
 - C. 心肌
 - D. 收缩肌
8. 肌原纤维发生伸缩的基本单元, 称为 ()
 - A. 肌接
 - B. 肌干

- C. 肌节
D. 肌头
9. 骨骼肌主动收缩所产生的张力与被动伸长所产生的张力的关系是 ()
A. 相等
B. 相等
C. 相等
D. 前者大于后者
10. 平滑肌在某些适宜的刺激下会发生 ()
A. 等宽收缩
B. 自发的节律性收缩
C. 不自主收缩
D. 等级收缩

二、判断题

1. 当物体处于平衡状态时, 物体的线加速度不一定为零。()
2. 如果外力的作用线共处于同一平面内, 则这些外力所构成的力系称为平面力系。()
3. 物体在产生正应力时, 其单位长度所发生的改变量, 即比值 $\Delta l/l_0$ 称为切应变。()
4. 把平行作用在物体某截面上的内力 F 与该截面面积 S 的比值, 称为物体在截面处所受的正应力。()
5. 骨应力线上各点的切线方向是该点的应力方向, 应力线的密集程度反映该点应力的大小。()
6. 由热效应产生的应力, 称为热应力。()
7. 长骨的弹性模量比钢的弹性模量大, 比铜的弹性模量小。()
8. 当肌肉疲劳时, 收缩能力减弱, 这时使骨骼受到异常的高载荷而导致的骨折称为疲劳骨折。()

三、填空题

1. 拉密定理的数学表达式为_____, 它是由_____的方程式组成。
2. 当物体受力而伸长时, 则 $\Delta l > 0$, 这时的应变称为_____应变; 当物体受力而缩短时, 则 $\Delta l < 0$, 这时的应变称为_____应变。
3. 当物体受到切向力作用时, 发生的应变为_____, _____与_____的比值称为切变模量。
4. 骨骼肌在挛缩状态下的主动收缩有_____, _____和_____三种。
5. 肌肉包括_____, _____和_____三种。
6. 骨骼的受力分为_____, _____、_____, _____、_____, _____和_____六种。
7. 德国医生_____首先提出, 活骨随着它受的_____和_____而发生变化的规律, 称为骨的_____规律。
8. 骨骼肌保持其_____收缩产生的_____不变的收缩称为等张收缩。
9. 骨骼肌在其_____固定不变时的_____收缩称为等长收缩。

10. _____载荷下的骨操作称为_____；疲劳寿命随_____增加而减少，随温度升高而_____，随密度增加而_____。

四、简答题

1. 什么是物体的平衡状态？物体处于平衡状态时应满足的条件是什么？
2. 什么样的力系为共点力系？当三个共点力使物体处于平衡状态时，它们应满足什么条件？
3. 说明正应力、正应变和杨氏模量的定义以及它们之间的关系。
4. 黏弹性物质的基本特征是什么？什么是蠕变、应力松弛和滞后现象？
5. 心肌与骨骼肌有何主要区别？什么是心室的顺应性？
6. 试用能量的观点说明希尔方程的物理意义。

五、计算题

1. 在边长为 $2.0 \times 10^{-2} \text{m}$ 的立方体的两平行表面上，各施以 $9.8 \times 10^2 \text{N}$ 的切向力，两个力的方向相反，使两平行面的相对位移为 $1.0 \times 10^{-3} \text{m}$ ，求其切变模量。

2. 有一根 8.0m 长的铜丝和一根 4.0m 长的钢丝，横截面积均为 0.50cm^2 。将它们串联后，加 500N 的张力。求每根金属丝的长度改变了多少？（ $E_{\text{铜}} = 1.10 \times 10^{11} \text{Pa}$ ； $E_{\text{钢}} = 2.00 \times 10^{11} \text{Pa}$ ）

3. 截面积为 5.0cm^2 的股骨，求：

(1) 在拉力作用下骨折将发生时所具有的张力？（骨的抗张强度为 $12 \times 10^7 \text{Pa}$ ）

(2) 在 $4.5 \times 10^4 \text{N}$ 的压力作用下它的应变？（骨的压缩弹性模量为 $9 \times 10^9 \text{Pa}$ ）

4. 设某人下肢骨的长度约为 0.60m ，平均横截面积为 6.0cm^2 ，该人体重 900N 。问此人单脚站立时下肢骨缩短了多少？（骨的压缩弹性模量为 $9 \times 10^9 \text{Pa}$ ）

5. 松弛的肱二头肌伸长 2.0cm 时，所需要的力为 10N 。当它处于挛缩状态而主动收缩时，产生同样的伸长量则需 200N 的力。若将它看成是一条长 0.20m 、横截面积为 50cm^2 的均匀柱体，求上述两种状态下它的弹性模量。

6. 有一鲜骨，拉伸时的正应力为 3600Pa ，产生的正应变为 2×10^{-7} ，求其拉伸弹性模量。

7. 某人用右手竖直举起重 300N 的物体，若右手肱骨的长度为 0.28m ，横截面面积为 4.8cm^2 ，求：

(1) 其右手所受到的正应力。

(2) 其右肱骨缩短量。

8. 当人竖直站立用双手各提起重 200N 的物体，若锁骨长为 0.2m ，脊柱横截面的面积为 1.44cm^2 ，求：

(1) 右锁骨与椎骨相连处的力矩。

(2) 脊柱所受的合力矩。

(3) 脊柱所承受的正应力。

9. 某人用双手各提起重 100N 的物体, 腰弯曲成 90° 站立, 手臂与下肢平行, 从锁骨与脊柱连接处至腰脊的脊柱长为 65cm, 求腰脊处的力矩?

10. 某一材料的张应力与应变关系曲线为: 当张应力从 0 增至 $2.2 \times 10^8 \text{Pa}$, 张应力与应变呈正比关系; 当张应力从 $2.2 \times 10^8 \text{Pa}$ 增至 $3.0 \times 10^8 \text{Pa}$ 时, 这段张应力范围内材料能恢复原长; 当张应力从 $3.0 \times 10^8 \text{Pa}$ 增至 $5.0 \times 10^8 \text{Pa}$ 时, 这段张应力范围内材料不能恢复原长, 并在张应力为 $5.0 \times 10^8 \text{Pa}$ 时被拉断, 求:

(1) 该材料的正比极限。

(2) 该材料的弹性极限。

(3) 该材料的抗张强度。

11. 设某人的上半身重 400N, 重心在腰脊上 26cm 处, 当以前倾 30° (与竖直方向的夹角) 坐姿时, 求:

(1) 腰脊所受到的竖直压力。

(2) 腰脊所受到的力矩。

12. 一重为 10N 的钢球, 竖直落到某人的头上, 设头骨的抗压强度为 $1.7 \times 10^8 \text{Pa}$, 钢球与头骨的作用时间为 $1 \times 10^{-3} \text{s}$, 作用面积为 0.4cm^2 , 若此人身高 1.80m, 问球从离地面至少多高落下才会砸破此人的头骨?

参考答案

一、单选题

1. D

分析: 物体在平面力系作用下处于平衡状态时, 所应满足的条件为

$$\begin{cases} \sum F_{ix} = 0 \\ \sum F_{iy} = 0 \\ \sum M_i = 0 \end{cases}$$

由于在平面力系中, 力矩 M_i 只有正、负两个方向, 因此, 式中的力矩之和是代数和。

2. C

分析: 从金属材料典型的张应力与张应变之间的关系实验曲线可看出, 曲线的开始部分应变和应力间呈现出正比关系, 当所对应的应力是应力与应变呈正比关系时的最大应力点, 称为正比极限。在某一范围内, 当除去外力时, 材料都能恢复原来的形状和大小, 这被称为材料处于弹性形变范围, 这时在材料处于弹性形变范围内所对应的最大应力点, 称为弹性极限, 该点又称为屈服点。在弹性形变范围内, 物体呈现出弹性。超过

弹性形变范围,即超过屈服点以后,当除去外力时材料已不能恢复原来的形状和大小,出现了永久变形,这时称材料发生了范性形变。在范性形变范围内,物体呈现出范性。

3. B

分析:当施加在材料上的应力继续增大到某点时,材料断裂,该点称为断裂点,这时的应力称为材料的抗断强度。当物体受张力的作用,发生断裂时的张应力称抗张强度。当物体受压力的作用,发生断裂的压力称抗压强度。能发生较大的范性形变的材料,即应力-应变关系曲线中范性形变段的应变范围较大,则称这种材料具有延展性;对于范性形变段较小的材料,则称该材料具有脆性。

4. C

5. D

分析:当对黏弹性物体做周期性加载和卸载,则加载时的应力-应变关系曲线同卸载时的应力-应变关系曲线不相重合,这一现象称为滞后,或称迟滞。一般说来,开始几次循环加载所得到的应力-应变关系曲线彼此也不重合,经多次循环加载后,应力-应变关系曲线才能达到稳定,并且加载时与卸载时的应力-应变关系曲线能形成一个闭合环,此闭合环称为滞后环,或称迟滞环。滞后环的大小与周期性加载、卸载的速度有关。滞后环所围面积代表单位体积黏弹性物体在周期性应变过程中所损耗的能量。不同的黏弹性物质,在相同的循环加载速度下其滞后环的面积大小不同,表示其损耗的能量也不相等。

6. A

7. B

8. C

9. D

10. B

二、判断题

1. 错

分析:当物体处于平衡状态时,物体的线加速度必须为零。

2. 对

3. 错

分析:物体在拉力或压力作用下单位长度所发生的改变量,即比值 $\frac{\Delta l}{l_0}$ 为正应变。

4. 错

分析:把平行作用在物体某截面上的内力 F 与该截面面积 S 的比值,定义为物体在截面处所受的切应力。

5. 对

6. 对

7. 错

分析：长骨的弹性模量为 $1.0 \times 10^{10} \text{ Pa}$ ，钢的弹性模量为 $8.0 \times 10^{10} \text{ Pa}$ ，铜的弹性模量为 $4.0 \times 10^{10} \text{ Pa}$ 。

8. 对

分析：当肌肉疲劳时收缩能力减弱，难于储存能量和对抗加于骨骼上的应力，结果改变了骨骼上的应力分布，使骨骼受到异常的高载荷而导致疲劳骨折。

三、填空题

1. $\frac{f_1}{\sin\theta_1} = \frac{f_2}{\sin\theta_2} = \frac{f_3}{\sin\theta_3}$ ；两个独立

2. 张；压

3. 切应变；切应力；切应变

4. 伸长收缩；等张收缩；等长收缩

5. 骨骼肌；心肌；平滑肌

6. 拉伸；压缩；弯曲；剪切；扭转；复合载荷

7. 沃尔夫 (Julius Wolff)；应力；应变；功能适应性

8. 主动；张力

9. 长度；主动

10. 循环；疲劳损伤；载荷；减少；增加

四、简答题

1. 答：在力学中，把静止状态、匀速直线运动状态以及匀速转动状态均称为平衡状态。当物体处于平衡状态时，物体所受的外力的矢量和与外力矩的矢量和都必须为零。

2. 答：若一个物体同时受到几个外力的作用，如果这些外力的作用点为一点，或这些外力的作用线或作用线的延长线相交于一点，则这些外力所构成的力系称为共点力系。对于共点力系来说，如果它们的合力等于零，可以证明，它们的合力矩也必然等于零。因此，物体在共点力作用下，处于平衡状态时所应该满足的条件，可以简化为共点力系的矢量和为零。

3. 答：把垂直作用在物体某截面上的内力 F 与该截面面积 S 的比值，定义为物体在此截面处所受的正应力。我们定义物体在正应力作用下单位长度所发生的改变量，即比值 $\frac{\Delta l}{l_0}$ 为正应变。当物体发生正应变时，在正比极限范围内，正应力 σ 与正应变 ε 的比值，称为杨氏 (Young's) 模量 E ，它们之间的关系为 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$ 。

4. 答：黏弹性物质的基本特征为，当黏弹性物质发生应变时，应变不是立即达到稳定状态，而是经历一个动态过程。即对黏弹性物体有恒定应力时，它开始有一迅速的较大应变。而随后有一缓慢的继续应变过程，最后才达到具有恒定应变量的稳定状态，这种现象称为蠕变。也就是说，保持黏弹性物质有恒定应力时，其应变有一个随时间不断增大最后才达到恒定值的过程。

若要使黏弹物质迅速达到恒定的应变值,则相应的应力一开始要大些,然后才能逐步减小到稳定值。也就是说,在发生恒定应变的情况下,黏弹性物质所受应力有一个随时间不断减小最后才达到恒定值的过程,这种现象称为应力松弛,或称应力弛豫现象。

当对黏弹性物体做周期性加载和卸载,则加载时的应力-应变关系曲线同卸载时的应力-应变关系曲线不相重合,这一现象称为滞后,或称迟滞。一般说来,开始几次循环加载所得到的应力-应变关系曲线彼此不重合,经多次循环加载后,应力-应变关系曲线才能达到稳定,并且加载时与卸载时的应力-应变关系曲线能形成一个闭合环,此闭合环称为滞后环,或称迟滞环。滞后环的大小与周期性加载、卸载的速度有关。滞后环所围面积代表黏弹性物体在周期性应变过程中所损耗的能量。不同的黏弹性物质,在相同的循环加载速度下其滞后环的面积大小不同,表示其损耗的能量也不相等。

5. 答:肌肉包括骨骼肌、心肌和平滑肌三种,心肌的收缩由机体自主控制,与意念无关,骨骼肌可随意收缩,称为随意肌。在临床上,是将整个心脏的容积与其内部血压间的关系,即当血压改变 Δp 时,心室的容积改变 ΔV ,比值 $\frac{\Delta V}{\Delta p}$ 则称为心室顺应性。心室顺应性是判定心脏舒张过程中力学性能的一个很有意义的指标。

6. 答:希尔方程 $(T+a)(\nu+b)=b(T_0+a)$ 与实际气体的范德瓦尔斯方程形式相似,方程右边是常量,方程左边具有功率的意义。从这一观点看,希尔方程的物理意义是,它说明由生化反应释放能量,其释放速率是恒定值。

五、计算题

1. 解:由 $G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{F \cdot d}{S \cdot \Delta x}$ 得

$$G = \frac{9.8 \times 10^2 \times 2.0 \times 10^{-2}}{(2.0 \times 10^{-2})^2 \times 1.0 \times 10^{-3}} = 4.9 \times 10^7 \text{ Pa}$$

2. 解:由 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$ 得

$$\Delta l_{\text{铜}} = \frac{F \cdot l_{0\text{铜}}}{S \cdot E_{\text{铜}}} = \frac{500 \times 8}{5 \times 10^{-5} \times 1.10 \times 10^{11}} = 7.27 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\Delta l_{\text{钢}} = \frac{F \cdot l_{0\text{钢}}}{S \cdot E_{\text{钢}}} = \frac{500 \times 4}{5 \times 10^{-5} \times 2.00 \times 10^{11}} = 200 \times 10^{-4} \text{ m}$$

3. 解:(1) 由 $\sigma = \frac{F}{S}$ 得

$$F = 12 \times 10^7 \times 5 \times 10^{-4} = 6.0 \times 10^4 \text{ N}$$

(2) 由 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F}{S \cdot \varepsilon}$ 得

$$\varepsilon = \frac{F}{E \cdot S} = \frac{4.5 \times 10^4}{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-4}} = 1.0 \times 10^{-2}$$

4. 解: 由 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$ 得

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot E} = \frac{900 \times 0.60}{6.0 \times 10^{-4} \times 9 \times 10^9} = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

5. 解: 由 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l}$ 得

$$E_1 = \frac{F_1 \cdot l_0}{S \cdot \Delta l} = \frac{10 \times 0.20}{50 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-2}} = 2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$E_2 = \frac{F_2 \cdot l_0}{S \cdot \Delta l} = \frac{200 \times 0.20}{50 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-2}} = 4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

6. 解: 由 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ 得

$$E = \frac{3600}{2 \times 10^{-7}} = 1.8 \times 10^{10} \text{ Pa}$$

7. 解: (1) 由 $\sigma = \frac{F}{S}$ 得

$$\sigma = \frac{300}{4.8 \times 10^{-4}} = 6.25 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) 由 $\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot E}$ 得

$$\Delta l = \frac{300 \times 0.28}{4.8 \times 10^{-4} \times 9 \times 10^9} = 1.9 \times 10^{-5} \text{ m}$$

8. 解: (1) 由 $M = r \times F$ 得

$$\text{力矩大小: } M = 0.2 \times 200 = 4.0 \times 10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

力矩方向: 从正面观察为逆时针方向。

(2) 由于左右手同时对脊柱产生大小相等、方向相反的力矩, 所以脊柱所受的合力矩为零。

(3) 由 $\sigma = \frac{F}{S}$ 得

$$\sigma = \frac{200 \times 2}{1.44 \times 10^{-4}} = 2.78 \times 10^6 \text{ Pa}$$

9. 解: 由 $M = r \times F$ 得

$$\text{力矩大小: } M = 6.5 \times 10^{-1} \times 100 \times 2 = 1.3 \times 10^2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

力矩方向: 从右侧观察为顺时针方向。

10. 解: (1) 该材料的正比极限为 $2.2 \times 10^8 \text{ Pa}$;

(2) 该材料的弹性极限为 $3.0 \times 10^8 \text{ Pa}$;

(3) 该材料的抗张强度为 $5.0 \times 10^8 \text{ Pa}$ 。

11. 解: (1) 腰脊所受到的竖直压力为

$$F = 400 \text{ N}$$

(2) 腰脊所受到的力矩为

$$\text{力矩大小: } M = 400 \times 0.26 \times \sin 30^\circ = 5.2 \times 10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

力矩方向: 从右边观察为顺时针方向。

12. 解: 由 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 得

$$v = \sqrt{2gh} \quad (1)$$

又有

$$F \cdot t = mv \quad (2)$$

$$F \geq p \cdot S \quad (3)$$

将式 (1)、(2)、(3) 联立求解得

$$h \geq \frac{p^2 S^2 t^2}{2m^2 g} = \frac{(1.7 \times 10^8)^2 \times (0.4 \times 10^{-4})^2 \times (1 \times 10^{-3})^2}{2 \times 1^2 \times 10} = 2.31 \text{ m}$$

球离地面的至少高度为: $H = h + 1.80 = 2.31 + 1.80 = 4.11 \text{ m}$