高等中医药院校教材

习题精选

A B C D E

主编 邵建华 顾柏平

物理学

习题精选

WULIXUE

XITI JINGXUAN

上海科学技术出版社

高等中医药院校教材
习题精选

主编・邵建华　顾柏平

物理学

习题精选

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理学习题精选 / 邵建华,顾柏平主编. —上海:上海科学技术出版社,2014.1
(高等中医药院校教材习题精选)
ISBN 978-7-5478-2102-2

Ⅰ.①物… Ⅱ.①邵…②顾… Ⅲ.①物理学—中医院校—习题集 Ⅳ.①04-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 280888 号

物理学习题精选
主编/邵建华　顾柏平

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版
(上海钦州南路 71 号　邮政编码 200235)
上海世纪出版股份有限公司发行中心发行
200001　上海福建中路 193 号　www.ewen.cc
苏州望电印刷有限公司印刷
开本 787×1092　1/32　印张 8.375　字数 200 千
2014 年 1 月第 1 版　2014 年 1 月第 1 次印刷
ISBN 978—7—5478—2102—2/O·32
定价:18.00 元

编委名单

主　编

邵建华　上海中医药大学

顾柏平　南京中医药大学

副主编

李　光　长春中医药大学

韦相中　广西中医药大学

黄　浩　福建中医药大学

郭晓玉　河南中医学院

王　勤　贵阳中医学院

刘海英　辽宁中医药大学

主　审

侯俊玲　北京中医药大学

编　委

（按姓氏笔画排序）

王　贺　黑龙江中医药大学
王文龙　长春中医药大学
王冬梅　黑龙江中医药大学
王立普　邢台医学高等专科学校
孔志勇　山东中医药大学
叶　红　上海中医药大学
刚　晶　辽宁中医药大学
刘　慧　成都中医药大学
杨林静　云南中医学院
张　莉　北京中医药大学
张灵帅　河南中医学院
林　蓉　上海中医药大学
俞　允　福建中医药大学
高建平　甘肃中医学院
柴　英　大连医科大学中山学院
凌高宏　湖南中医药大学

钱天虹 安徽中医药大学

鲁玮瑗 首都医科大学

蒋良平 大连大学

学术秘书

彭春花 上海中医药大学

编写说明

本书是普通高等中医药类“十二五”规划教材(全国高等教育中医药类精编教材)《物理学》的配套教学用书。由于学时有限，为了便于学生学习，掌握主要的内容而编写了本书。本书按《物理学》的章节顺序一一对应编写，便于学生与教材同步使用。每章包括内容提要、习题解答、课外练习三部分，且在全书最后附有课外练习的参考答案。全书具有以下几个特点：(1)内容提要部分给出每章主要的知识点，便于学生归纳总结学习的内容；(2)习题解答部分详尽地给出每章对应习题的解题过程，降低了学生的解题困惑；(3)课外练习部分选用了中医药院校一线教师多年收集的经典习题，有单选题、判断题、填空题、简答题和计算题，目的在于启发和引导学生积极思考，开拓思路；(4)参考答案部分同样给出了课外练习的全部解题过程，方便学生进行对照和分析。

本书在编写过程中得到了上海科学技术出版社、上海中医药大学以及参编学校领导和同行专家的关心和支持，同时我们借鉴了同行的教材，在此一并表示感谢。

本教材的不妥之处，恳请专家、教师和同学给予批评指正，以便再版时修订和改进。

编委会

2013 年 11 月

目　录

第一章
力学基础知识

【内容提要】

1. 刚体力学

刚体　无论在多大的外力作用下，物体的形状和大小都不发生改变。

平动　当刚体运动时，刚体内任一条直线，在运动过程中始终彼此平行。

刚体的定轴转动　刚体运动过程中，其上各个质点都围绕同一直线做圆周运动，且转轴固定不动。

角速度 $$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$$

角加速度 $$\beta = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}$$

转动动能 $$E_{\mathrm{k}} = \frac{1}{2} I\omega^2$$

转动惯量　物体所有质点的质量与其转动半径的平方的乘积之和。

$$I = \sum \Delta m_i r_i^2 \text{ 或 } I = \int r^2 \mathrm{d}m = \int r^2 \rho \mathrm{d}V$$

力矩　　　$M = Fd = Fr\sin\varphi,\ \boldsymbol{M} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}$

刚体的转动定律　转动刚体在外力矩的作用下，所获的角加速度 $\boldsymbol{\beta}$ 的大小与作用在刚体上的外力矩 $\boldsymbol{M}$ 的大小成正比，与刚体的转动惯量 I 成反比，方向与合外力矩方向相同。

$$\boldsymbol{M} = I\boldsymbol{\beta}$$

角动量　　　$\boldsymbol{L} = I\boldsymbol{\omega}$

角动量定理　定轴转动刚体所受到的外力矩的冲量矩，等于刚体从 t_1 到 t_2 时间内角动量的增量。

$$\int_{t_1}^{t_2} M\mathrm{d}t = \int_{\omega_1}^{\omega_2} \mathrm{d}(I\omega) = I\omega_2 - I\omega_1 = L_2 - L_1 = \Delta L$$

角动量守恒定律　当刚体所受的合外力矩等于零时，刚体的角动量(或动量矩)等于恒量。

$$L = I\omega = \text{恒量}$$

陀螺的进动角速度 $\Omega = \dfrac{mgl}{L} = \dfrac{mgl}{I\omega}$

陀螺的进动角速度 Ω 与质心的位置 l 成正比，与转动惯量 I 和自转角速度 ω 成反比。

2. 物体的弹性

正应变　　　$\varepsilon = \dfrac{\Delta l}{l_0}$

正应力　　　$\sigma = \dfrac{F}{S}$

张应力(压应力)的方向与物体的横截面积垂直，称为正应力，相应的应变统称为正应变。

体应变　　　$\theta = \dfrac{\Delta V}{V_0}$

体应力　使体积变化的应力，可以用压强 p 表示。

切应变　$$\gamma = \frac{\Delta x}{d} = \tan\varphi$$

切应力　$$\tau = \frac{F}{S}$$

杨氏模量　$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{Fl_0}{S\Delta l}$$

体变模量　$$K = -\frac{\Delta p}{\theta} = -V_0\frac{\Delta p}{\Delta V}$$

压缩系数或压缩率　$$k = \frac{1}{K} = -V_0\frac{\Delta p}{\Delta V}$$

切变模量　$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{Fd}{S\Delta x}$$

弹性势能　在弹性限度内，物体在外力的作用下会发生弹性形变，外力对弹性物体所做的功是以弹性势能的形式储存在弹性物体中，即外力所做的功转变为弹性物体的形变势能。

$$E_P = A = \frac{1}{2}kx^2$$

3. 骨骼和肌肉的力学性质

希尔方程　$$(T+a)(v+b) = b(T_0+a)$$

式中，T_0 是初始张力，a、b 为常数。

【习题解答】

1-1　一飞轮从静止开始做匀加速转动，经 10 s 后角速度达到 40 rad·s^{-1}，求转轮的角加速度及在 10 s 内转轮转过的角度。

解　$$\beta = \frac{\omega-\omega_0}{t} = \frac{40-0}{10} = 4\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$$

因为 $\theta=\omega_0 t+\frac{1}{2}\beta t^2$，所以有 $\theta=\frac{1}{2}\beta t^2=\frac{1}{2}\times 4\times 10^2=$ 200 rad。

1－2　长为 l，质量为 m 的均匀细棒，其转轴通过棒的中心并与棒成 θ 角，求棒对此轴的转动惯量。

解　如图 1－1 所示，建立 OX 轴，O 点为棒的中点。在其上取长为 $\mathrm{d}x$、距 O 点为 x 的质量元 $\mathrm{d}m$，$\mathrm{d}m=\frac{m}{l}\mathrm{d}x$，其绕转轴 PP' 的转动惯量

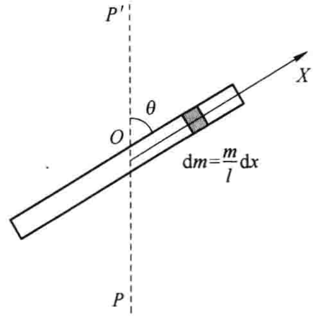

图　1－1

$$\mathrm{d}I=(x\sin\theta)^2\cdot\frac{m}{l}\mathrm{d}x$$

则
$$I=\int \mathrm{d}I=2\int_0^{\frac{l}{2}}\frac{m}{l}\sin^2\theta\cdot x^2\mathrm{d}x$$

$$I=\frac{1}{12}ml^2\sin^2\theta$$

1－3　质量均匀分布的圆盘，半径为 R，质量为 M'，使它绕通过盘心与盘面垂直的转轴转动，若在盘边缘上挂一质量为 m 的重物，试求此圆盘的角加速度及圆盘边缘上切向加速度（摩擦力不计）。

解　物体 m 对绳的拉力为 T，下落的加速度为 a_t（即圆盘边缘的切向加速度），物体 m 匀加速下落的同时圆盘也做匀加速转动。根据转动定律有

另外还列出
$$M=I\beta$$

$$M=TR$$

$$I=\frac{1}{2}M'R^2$$

$$a_t = R\beta$$

$$mg - T = ma_t$$

解由上面五个方程组成的方程组可得

$$a_t = \frac{2m}{2m + M'}g \qquad \beta = \frac{2m}{(2m + M')R}g$$

1-4 被固定的发动机飞轮转动惯量为 2 000 kg·m^2,在恒外力矩的作用下,该飞轮从静止开始转动,经过 100 s 后,转速达 20 rev·s^{-1},求:(1)外力矩的大小;(2)此刻的转动动能的大小;(3)经过 100 s 时,发动机飞轮转过的圈数。

解 在恒外力矩作用下的飞轮做匀加速转动,由 $\omega = \omega_0 + \beta t$ 可得

$$\beta = \frac{\omega}{t} = \frac{20 \times 2\pi}{100} = 0.4\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$$

(1) 由 $M = I\beta$ 可得

$$M = 2\,000 \times 0.4\pi = 800\pi \text{ N} \cdot \text{m}$$

(2) 由 $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$ 可得

$$E_k = \frac{1}{2} \times 2\,000 \times (40\pi)^2 = 1.6 \times 10^6 \pi^2 \text{ J}$$

(3) 由 $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\beta t^2$ 可得

$$\theta = \frac{1}{2}\beta t^2 = \frac{1}{2} \times 0.4\pi \times 100^2 = 2\,000\pi \text{ rad}$$

转过的圈数

$$N = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{2\,000\pi}{2\pi} = 1\,000 \text{ 圈}$$

1-5 将绳绕在半径 R=1 m,质量 m=100 kg 的圆盘上,在

绳的一端施加 20 N 的拉力，此圆盘绕过盘心垂直于盘面的定轴转动。求：(1)圆盘的角加速度；(2)当线拉下 5 m 时，圆盘所得到的动能。

解 圆盘对通过盘心垂直于盘面的轴的转动惯量为

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 1^2 = 50\ \mathrm{kg \cdot m^2}$$

(1) 由转动定律 $M = I\beta$ 得

$$\beta = \frac{M}{I} = \frac{FR}{I} = \frac{20 \times 1}{50} = \frac{2}{5}\ \mathrm{rad \cdot s^{-2}}$$

(2) 外力矩所做的功等于圆盘动能的增加，即

$$E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = Fl = 20 \times 5 = 100\ \mathrm{J}$$

1-6 一水平转台绕竖直定轴转动，每 10 s 转一周。转台对轴的转动惯量为 1 200 kg · m²。一质量为 80 kg 的人，开始站在台的中心，随后沿半径向外跑去，试求：当人离转台中心 2 m 时，转台的角速度。

解 人站在台中心时的转动惯量 $I_1 = 1\,200\ \mathrm{kg \cdot m^2}$，转速为 $\omega_1 = \frac{2\pi}{10} = 0.2\pi\ \mathrm{rad \cdot s^{-1}}$。当人跑到距台中心 2 m 处时的转动惯量 $I_2 = I_1 + mr^2 = 1\,200 + 80 \times 2^2 = 1\,520\ \mathrm{kg \cdot m^2}$，此时角速度设为 ω_2，根据角动量守恒定律可得

$$\omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1 = \frac{1\,200}{1\,520} \times 0.2\pi = 0.158\pi\ \mathrm{rad \cdot s^{-1}}$$

1-7 系统由圆盘 A 和 B 组成，开始时，盘 A、B 是分开的，盘 A 的角速度为 ω_0，盘 B 静止，盘 A 的转动惯量为盘 B 的一半。两者的轴由离合器控制，两者衔接到一起后，产生了 2 000 J 的热，求原来盘 A 的动能为多少？

解 设两者衔接到一起后的共同角速度为 ω,根据角动量守恒定律有

$$I_A\omega_0=(I_A+I_B)\omega$$

$$\omega=\frac{1}{3}\omega_0 \tag{1-1}$$

根据能量守恒得

$$\frac{1}{2}I_A\omega_0^2=\frac{1}{2}(I_A+I_B)\omega^2+2\ 000 \tag{1-2}$$

将式(1-1)代入式(1-2)得

$$E_A=\frac{1}{2}I_A\omega_0^2=3\ 000\ \mathrm{J}$$

1-8 松弛的肱二头肌是一条长 0.20 m、横截面积为 50 cm^2的均匀柱体,若使其伸长 2.0 cm 时,所需要的力为 10 N。当它处于挛缩状态而主动收缩时,产生相同的伸长量需 200 N 的力。上述两种状态下求它的杨氏模量。

解 由 $E=\frac{\sigma}{\varepsilon}=\frac{Fl_0}{S\Delta l}$ 得

$$E_1=\frac{F_1l_0}{S\Delta l_1}=\frac{10\times0.20}{50\times10^{-4}\times2.0\times10^{-2}}=2.0\times10^4\ \mathrm{Pa}$$

$$E_2=\frac{F_2l_0}{S\Delta l_2}=\frac{200\times0.20}{50\times10^{-4}\times2.0\times10^{-2}}=4.0\times10^5\ \mathrm{Pa}$$

1-9 某人右手肱骨的长度为 0.28 m,横截面面积为 4.8 cm^2,若用右手竖直举起重 300 N 的物体,试求:(1)右手所受到的正应力 σ;(2)右肱骨缩短的长度 Δl。

解 (1)由 $\sigma=\frac{F}{S}$ 得

$$\sigma=\frac{300}{4.8\times10^{-4}}=6.25\times10^5\ \mathrm{Pa}$$

(2) 由 $\Delta l = \dfrac{Fl_0}{SE}$ 得

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

【课外练习】

一、单选题

1. 做定轴转动的刚体,在每 1 s 的时间间隔内,角速度都增加 $\dfrac{\pi}{2}$ rad·s^{-1},此刚体的运动为(　　)。

A. 匀加速转动　　B. 匀速转动

C. 匀减速转动　　D. 不能确定

2. 如图 1-2 所示,均匀细杆 PQ 在竖直平面内绕 P 轴自由转动,当细杆 PQ 从水平位置开始摆下至竖直位置,角加速度变化为(　　)。

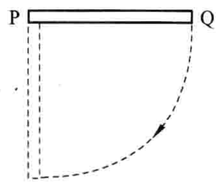

图　1-2

A. 始终不变

B. 由小变大

C. 由大变小

D. 恒等于零

3. 有两个共轴的圆盘 M 和 N。M 盘和 N 盘是分开的,盘 N 静止,盘 M 的角速度为 ω_0。两者接合后的共同角速度为 $\dfrac{1}{3}\omega_0$。已知盘 M 绕该轴的转动惯量为 I_M,则盘 N 绕该轴的转动惯量 I_N 等于(　　)。

A. $4I_M$　　B. $3I_M$　　C. $2I_M$　　D. I_M