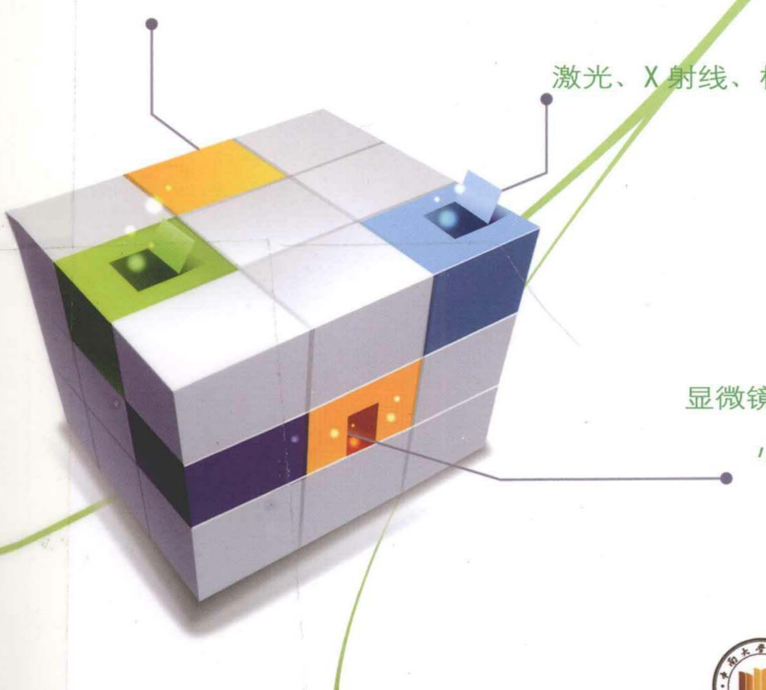
YIYONGWULIXUE
XUEXIZHIDAO

医用物理学学习指导

⊙ 主编　李旭光　谢　定



中南大學出版社
www.csupress.com.cn

医用物理学
学习指导

医用物理学学习指导

主编　李旭光　谢　定

中南大學出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

医用物理学学习指导/李旭光,谢定主编. —长沙:中南大学出版社,2012.6

ISBN 978-7-5487-0540-6

Ⅰ.医… Ⅱ.①李…②谢… Ⅲ.医用物理学-高等学校-教学参考资料 Ⅳ.R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 127085 号

医用物理学学习指导

李旭光 谢 定 主编

□责任编辑 陈应征
□责任印制 文桂武
□出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482
□印 装 长沙理工大印刷厂

□开 本 787×1092 1/16 □印张 9.75 □字数 237 千字
□版 次 2012 年 7 月第 1 版 □2012 年 7 月第 1 次印刷
□书 号 ISBN 978-7-5487-0540-6
□定 价 23.00 元

内容简介

本书是按照教育部高等学校物理基础课程教学指导委员会制定的“理工科大学物理课程教学基本要求”，结合医药类专业物理课程的特点编写而成的。全书共15章，按与之配套的教材的内容体系分基本要求、本章提要、典型例题、思考题与习题解答、自测题五部分，同时还附了二套模拟测试题及答案。本书适合高等医药院校各专业使用，也可供其他专业的师生作为参考。

前　言

《医用物理学》是高等医学院校一门重要的基础理论课程。它所阐述的基本概念、基本规律和基本方法，不仅是学生继续学习专业课程的基础，而且也是培养和提高学生科学素质、科学思维方法、科技创新能力的重要手段。为了适应医学教育改革的发展，全面推进素质教育，更好地贯彻少而精的原则，让学生能用较少的时间掌握较多的现代医学所需的物理知识，提高学生自学能力和分析问题、解决问题的能力。我们按照教育部高等学校物理基础课程教学指导委员会制定的“理工科大学物理课程基本要求”，结合医药类专业物理课程的特点，编写了《医用物理学学习指导》这本教材，是李旭光、谢定主编的21世纪高等学校规划教材《医用物理学》的配套教材。

本书分章编写，每章均由以下部分组成：基本要求、本章提要、典型例题、思考题与习题解答、自测题。

“基本要求”部分，以教学大纲为主，要求学生明确本章的重点和难点，分清掌握、理解和了解的内容；“本章提要”部分提示教学内容的要点，引导学生复习本章的基本内容和重点内容；“典型例题”部分帮助学生总结解题方法和解题技巧；“思考题与习题解答”部分，给出每题的详细解答，供学生与自己所作解答对比使用；“自测题”部分，通过选择题、填空题和计算题等的练习，强化学生对所学知识的掌握，自测题给出了答案。书后附有两套模拟试题及答案，以供学生自测。

本学习指导是复习《医用物理学》内容的有力工具，可以使学生掌握教材中的重点、难点及需了解的内容，使学生能在学习中掌握物理学知识，做到学有所获。

本书由李旭光、谢定主编，参加编写的人员有李旭光、欧阳俊、谭小红、曾小青、谢定。在编写过程中得到中南大学物理与电子学院和中南大学出版社的大力支持，在此一并表示感谢！

由于编者的水平有限，疏漏和错误之处在所难免，恳请广大老师和读者批评指正。

编　者

目　录

第一章　力学基本定律

一、基本要求

1. 掌握描述质点运动状态的方法，掌握参照系、位移、速度、加速度、角速度和角加速度的概念。

2. 掌握牛顿运动定律、转动定律，理解惯性系和非惯性系、保守力和非保守力的概念。

3. 掌握动量守恒定律、动能定理、角动量守恒定律。

4. 理解力、力矩、动量、动能、功、转动惯量和角动量的概念。

5. 了解生物组织的力学性质。

二、本章提要

1. 运动方程

$$\vec{r}=\vec{r}(t)=x(t)\vec{i}+y(t)\vec{j}+z(t)\vec{k}$$

2. 速度

平均速度　$\vec{v}=\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$　　速度　$\vec{v}=\dfrac{d\vec{r}}{dt}$

平均速率　$\bar{v}=\dfrac{\Delta s}{\Delta t}$　　速率　$v=\dfrac{ds}{dt}$

3. 加速度

平均加速度　$\vec{a}=\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$　　加速度　$\vec{a}=\dfrac{d\vec{v}}{dt}=\dfrac{d^2\vec{r}}{dt^2}$

4. 圆周运动

角速度 $\omega=\dfrac{d\theta}{dt}=\dfrac{v}{R}$　　角加速度　$\beta=\dfrac{d\omega}{dt}=\dfrac{d^2\theta}{dt}$

切向加速度 $a_\tau=\dfrac{dv}{dt}=R\beta$　　法向加速度　$a_n=\dfrac{v^2}{R}=R\omega^2$

5. 牛顿运动定律

牛顿第一定律：任何物体都保持静止或匀速直线运动状态，直至其他物体所施的力迫使它改变这种运动状态为止。

牛顿第二定律：物体受到作用力时所获加速度的大小与物体所受合外力的大小成正比，与物体质量成反比，加速度 a 的方向与合外力 F 的方向相同，即 $\vec{F}=m\vec{a}=\dfrac{d\vec{P}}{dt}$。

牛顿第三定律：力总是成对出现的。当物体 A 以力 F_1 作用于物体 B 时，物体 B 也必定以力 F_2 作用于物体 A，F_1 和 F_2 总是大小相等，方向相反，作用在一条直线上。

6. 惯性系和非惯性系

牛顿运动定律成立的参考系称为惯性系。牛顿运动定律不成立的参考系称为非惯性系。

7. 变力的功

$$W=\int\vec{F}\cdot d\vec{r}=\int(F_x dx+F_y dy+F_z dz)$$

保守力的功 $W_{ab}=-\Delta E_p=E_{pa}-E_{pb}$

8. 动能定理

$$W=E_{k2}-E_{k1}=\Delta E_k$$

9. 功能原理

$$W_{外}+W_{非保守内力}=E-E_0$$

10. 机械能守恒定律

$$\Delta E_k=-\Delta E_p(条件\ W_{外}+W_{非保守内力}=0)$$

11. 冲量

$$\vec{I}=\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}dt$$

12. 动量定理

$$\vec{I}=m\vec{v}_2-m\vec{v}_1=\Delta\vec{p}$$

质点系的动量定理 $p_{系统末态}-p_{系统初态}=\Delta p$

13. 动量守恒定律

$$\vec{p}=\sum_{i=1}^{n}\vec{p}_i=恒矢量\quad(条件\ \sum_i\vec{F}_i=0)$$

14. 定轴转动的角量描述

$$\theta=\theta(t)\qquad\omega=\frac{d\theta}{dt}\qquad\beta=\frac{d\omega}{dt}$$

15. 转动定律

$$M=J\frac{d\omega}{dt}=J\beta$$

（其中：力矩 $\vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}$；转动惯量 $J=\sum\Delta m_i r_i^2$）

16. 定轴转动力(矩)做的功

$$W=\int_{\theta_1}^{\theta_2}Md\theta$$

17. 定轴转动中的动能定理

$$W=\frac{1}{2}J\omega_2^2-\frac{1}{2}J\omega_1^2\quad(其中\ E_k=\frac{1}{2}J\omega^2\ 为转动动能)$$

18. 刚体的机械能守恒定律

$$E_k+E_p=\frac{1}{2}J\omega^2+mgh_c=常量(条件：只有重力做功)$$

19. 刚体的角动量定律

$$\int_{t_1}^{t_2}Mdt=L_2-L_1$$

（其中角动量：$L = J\omega$；冲量矩：$\int_{t_1}^{t_2} M\mathrm{d}t$）

20. 角动量守恒定律

$$L = L_0 = \text{常量}（\text{条件：合外力矩 } M = 0）$$

21. 陀螺进动角速度

$$\omega_P = \frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{d}t} = \frac{mgr_c}{L}$$

三、典型例题

例 1－1　已知质点的运动方程为 $x = 6t^2 - 2t^3$，式中 t 以秒计，x 以米计，试求：(1)质点在第 2 秒内的平均速度；(2)第 3 秒末的速度；(3)第 1 秒末的加速度。

解：利用速度和加速度的定义可求得

$$v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 12t - 6t^2$$

$$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 12 - 12t$$

(1)第 2 秒内的平均速度是指从 $t = 1\mathrm{s}$ 到 $t = 2\mathrm{s}$ 时间间隔内的平均速度，即

$$\bar{v} = \frac{x(2) - x(1)}{2 - 1} = \frac{6 \times 2^2 - 2 \times 2^3 - (6 \times 1^2 - 2 \times 1^3)}{2 - 1} = 4(\mathrm{m \cdot s^{-1}})$$

(2)第 3 秒末的速度是指 $t = 3\mathrm{s}$ 时刻的瞬时速度，将 $t = 3\mathrm{s}$ 代入速度表达式有

$$v|_{t=3} = 12 \times 3 - 6 \times 3^2 = -18(\mathrm{m \cdot s^{-1}})$$

(3)第 1 秒末的加速度是指 $t = 1\mathrm{s}$ 时刻的瞬时加速度，将 $t = 1\mathrm{s}$ 代入加速度表达式有

$$a|_{t=1} = 12 - 12 \times 1 = 0$$

说明：在直线运动中位移、速度和加速度等矢量通常不采用矢量形式表示，而在标量前用正负表示方向。

例 1－2　一质量为 m 的汽车沿一水平直线运动，刹车后汽车受到与速度成正比的阻力作用，设阻力系数为 k，刹车时的初速度为 v_0，求刹车后的运动方程和汽车最多能行进的最远距离。

解：由牛顿第二定律和已知条件可得

$$m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = -kv$$

对上式分离变量并两边积分

$$\int_{v_0}^{v} \frac{\mathrm{d}v}{v} = \int_0^t \left(-\frac{k}{m}\right)\mathrm{d}t$$

得

$$\ln\frac{v}{v_0} = -\frac{kt}{m}$$

$$v = v_0 \mathrm{e}^{-\frac{kt}{m}}$$

因为

$$v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$$

所以

$$x = \int_0^t v\mathrm{d}t = \int_0^t v_0 \mathrm{e}^{-\frac{kt}{m}}\mathrm{d}t = \frac{mv_0}{k}\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{kt}{m}}\right)$$

当 $t \to \infty$ 时，可得汽车能行进最远距离为

$$x_{\max} = \frac{mv_0}{k}$$

例 1－3 一根均质链条质量为 m，总长为 l，一部分放在摩擦系数为 μ 的桌子上，另一部分从桌面下垂，问：(1) 当下垂长度 a 为多大时，链条开始下滑？(2) 当下垂长度为 a 时开始下滑，链条全部离开桌面瞬时的速率为多少？

解：(1) 首先分析当链条下垂长度为 a 时，两部分链条的受力情况，见图 1－3b，要使链条下滑，下滑部分的重力必须大于或等于桌上部分所受的摩擦力，即有

$$\frac{m}{l}ag \geqslant \mu\frac{m}{l}(l-a)g$$

解得 $a \geqslant \frac{\mu l}{1+\mu}$，即当下垂长度 a 为 $\frac{\mu l}{1+\mu}$ 时，链条开始下滑。

(2) 链条下滑后设下垂部分为 x，两部分链条的受力分析如图 1－3c 所示，然后分别应用牛顿第二定律列出方程

$$\frac{m}{l}xg - T = \frac{m}{l}xa_2$$

$$T - \mu\frac{m}{l}(l-x)g = \frac{m}{l}(l-x)a_1$$

因为

$$a_1 = a_2 = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$

由上面三式可得

$$\frac{m}{l}xg - \mu\frac{m}{l}(l-x)g = m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$

上式两边乘以 $\mathrm{d}x$ 并求积分

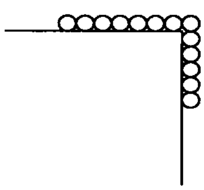
$$\int_0^v v\mathrm{d}v = \int_a^l\left[\frac{x}{l}g - \frac{\mu}{l}(l-x)g\right]\mathrm{d}x$$

两边积分有

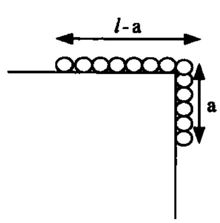
$$\frac{1}{2}v^2 = \frac{l^2-a^2}{2l}g - \frac{\mu(l-a)^2}{2l}g$$

把 $a = \frac{\mu l}{1+\mu}$ 代入上式并化简解得

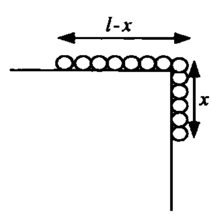
$$v = \sqrt{\frac{gl}{1+\mu}}$$



例 1－3a 图



例 1－3b 图



例 1－3c 图

例 1-4　一飞轮的直径为 0.3m，质量为 5kg，边缘绕有绳子。现有恒力拉绳子的一端，使其由静止均匀地加速，经 0.5s 后角速度达到 10 转/秒。假设飞轮可看作实心圆柱体，求：

(1)飞轮的角加速度及在这段时间内转过的圈数；

(2)拉力的大小及在这段时间内拉力所做的功；

(3)开始拉动后，$t=10\text{s}$ 时飞轮的角速度和轮边缘上一点的速度和加速度。

解：(1)飞轮做匀加速转动且初角速度为零，则有 $\beta=\dfrac{\omega}{t}=\dfrac{10\times2\pi}{0.5}=125.6(\text{rad}\cdot\text{s}^{-2})$

飞轮在 0.5s 内转过的圈数为 $N=\dfrac{\theta}{2\pi}=\dfrac{\beta t^2}{4\pi}=\dfrac{125.6\times0.25}{4\pi}=2.5$

(2)实心圆柱体的转动惯量为 $J=\dfrac{1}{2}mr^2$，由刚体的转动定律 $M=J\beta$ 可得

$$Fr=\frac{1}{2}mr^2\beta\text{，所以 }F=\frac{1}{2}mr\beta=\frac{1}{2}\times5\times0.15\times125.6=47.1(\text{N})$$

由刚体的转动动能定理，可得这段时间内拉力所做的功为

$$W=\frac{1}{2}J\omega^2=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times5\times0.15^2\times(20\pi)^2=111(\text{J})$$

(3)当 $t=10\text{s}$ 时，飞轮的角速度为

$$\omega=\beta t=125.6\times10=1256(\text{rad}\cdot\text{s}^{-1})$$

轮边缘上一点的速度为

$$v=\omega r=1256\times0.15=188.4(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$$

轮边缘上一点的加速度为

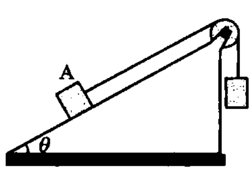
$$a_\tau=\beta r=125.6\times0.15=18.84(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})\text{，方向指向切线方向}$$

$$a_n=\omega^2r=1256^2\times0.15=236630(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})\text{，方向指向圆心}$$

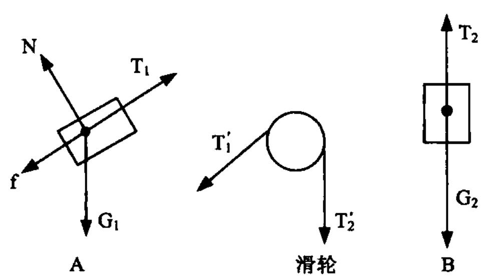
合加速度几乎与法向加速度相同。

例 1-5　如例 1-5 图所示装置，定滑轮的半径为 r，绕转轴的转动惯量为 J，滑轮两边分别悬挂质量为 m_1 和 m_2 的物体 A、B。A 置于倾角为 θ 的斜面上，它和斜面间的摩擦系数为 μ，若 B 向下做加速运动时，求：(1)其下落的加速度大小；(2)滑轮两边绳子的张力。(设绳的质量及伸长均不计，绳与滑轮间无滑动，滑轮轴光滑)

解：由于绳与滑轮无相对运动，由运动状态分析，A 和 B 的加速度大小相等，滑轮边缘上一点的切向加速度也与 A、B 的加速度相等。分别对 A、B 和滑轮进行受力分析，如例 1-5a 图所示，应用隔离体法，由牛顿第二定律和刚体的转动定律有



例 1-5 图



例 1-5a 图

物体 A

$$m_1 g\cos\theta = N$$

$$T_1 - f - m_1 g\sin\theta = m_1 a$$

$$f = \mu N$$

物体 B $\qquad m_2 g - T_2 = m_2 a$

滑轮 $\qquad T'_2 r - T'_1 = J\beta$

又有 $\qquad T_1 = T'_1 \quad T_2 = T'_2 \quad a = r\beta$

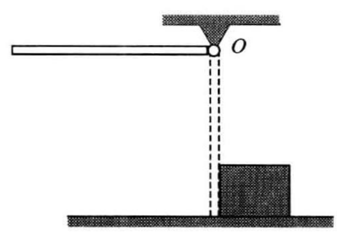
联立上面各式得

$$a = \frac{m_2 g - m_1 g\sin\theta - \mu m_1 g\cos\theta}{m_1 + m_2 + J/r^2}$$

$$T_1 = \frac{m_1 m_2 g(1 + \sin\theta + \mu\cos\theta) + (\sin\theta + \mu\cos\theta) m_1 gJ/r^2}{m_1 + m_2 + J/r^2}$$

$$T_2 = \frac{m_1 m_2 g(1 + \sin\theta + \mu\cos\theta) + m_2 gJ/r^2}{m_1 + m_2 + J/r^2}$$

例 1-6 长为 l 质量为 m 的匀质杆，可绕过垂直于纸面的 O 轴转动，令杆到水平位置由静止摆下，在铅直位置与质量为 $m/2$ 的物体发生完全弹性碰撞，碰后物体沿摩擦系数为 μ 的水平面滑动，试求此物体滑过的距离 s。



例 1-6 图

解： 杆由水平位置下摆到铅直位置过程中，只有重力做功，由杆和地面上的物体组成的系统机械能守恒，有

$$\frac{1}{2}mgl = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3}ml^2\omega_0{}^2$$

解得 $\qquad \omega_0 = \sqrt{\frac{3g}{l}}$

杆和质量为 $m/2$ 的物体所组成的系统，在碰撞时，合外力矩为零，角动量守恒，又因为是完全弹性碰撞，动能也守恒，有

$$\frac{1}{3}ml^2\omega_0 = \frac{1}{3}ml^2\omega + l\,\frac{m}{2}v$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{3}ml^2\omega_0{}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3}ml^2\omega^2 + \frac{1}{2} \times \frac{m}{2}v^2$$

由上面两式解得

$$v = \frac{4}{5}\omega_0 l$$

碰撞后物体沿摩擦系数为 μ 的水平面滑动时，由动能定理有

$$\frac{1}{2} \times \frac{m}{2}v^2 = \mu\,\frac{m}{2}gs$$

解得 $\qquad s = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{16\omega_0{}^2 l^2}{2 \times 25\mu g} = \frac{16 \times 3gl^2}{50\mu gl} = \frac{24l}{25\mu}$

四、思考题与习题解答

1－1　回答下列问题：(1)位移和路程有何区别？两者何时量值相等？何时并不相等？(2)平均速度和平均速率有何区别？速度与速率有何区别？

答：(1)位移是矢量，是由初始位置指向终点位置的有向线段。路程是标量，是质点沿轨迹运动所经路径的长度。当质点作单向的直线运动时两者数值相等。除此之外二者不相等。路程的大小大于位移的大小。(2)平均速度是位移除以时间，是矢量。平均速率是路程除以时间，是标量。一般来说，平均速率大于平均速度的大小。速度是位置矢量对时间的一阶导数，是矢量。速率是路程对时间的一阶导数，是标量。瞬时速度的大小等于瞬时速率。

1－2　$|\Delta\vec{r}|$与Δr有无不同？$\left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right|$和$\left|\frac{dr}{dt}\right|$有无不同？$\left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right|$和$\left|\frac{dv}{dt}\right|$有无不同？其不同在哪里？

解：(1)$|\Delta\vec{r}|$是位移的模，Δr是位置矢量的模的增量，即$|\Delta\vec{r}| = |\vec{r}_2-\vec{r}_1|$，$\Delta r = |\vec{r}_2| - |\vec{r}_1|$；

(2)$\left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right|$是速度的模，即$\left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right| = |\vec{v}| = \frac{ds}{dt}$。

$\frac{dr}{dt}$只是速度在径向上的分量。

(3)$\left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right|$表示加速度的模，即$|\vec{a}| = \left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right|$，$\frac{dv}{dt}$是加速度$\vec{a}$在切向上的分量。

1－3　下列表述有错误吗？如有错误，请改正。

(1)$\Delta\vec{r} = r_2 - r_1$；　　(2)$\Delta\vec{r} = \vec{v}dt$；

(3)$d\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$；　　(4)$d\vec{I} = td\vec{F}$；

(5)$\Delta\vec{I} = \vec{F}\Delta t$；　　(6)$W = \vec{F}\cdot d\vec{r}$；

(7)$W = \int_a^b \vec{F}\times d\vec{r}$；

(8)$\vec{F}\cdot d\vec{r} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$，$\Delta W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$。

答：上述表述均有错，每式分别应改为

(1)$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$；　　(2)$\Delta\vec{r} = \int_{t_1}^{t_2}\vec{v}dt$；

(3)$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$；　　(4)$d\vec{I} = \vec{F}dt$；

(5)$\Delta\vec{I} = \overline{\vec{F}}\Delta t$；　　(6)$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r}$；

(7)$W = \int_a^b \vec{F}\cdot d\vec{r}$；

(8)$\int_{r_1}^{r_2}\vec{F}\cdot d\vec{r} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$，$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$。

1－4　两个圆盘用密度不同的金属制成的，但质量和厚度都相等，问哪个圆盘具有较大的转动惯量？飞轮的质量主要分布在边缘上，有什么好处？

答：密度小的圆盘的转动惯量大。因为 $m=\rho\pi r^2 d$，$J=\frac{1}{2}mr^2$，所以密度小的半径大，转动惯量也大。飞轮的质量主要分布在边缘上，可增加飞轮的转动惯量，飞轮转动过程中，它的惯性就大，转得平稳些，受到外力矩作用时，更能保持原来的运动状态。

1-5　将一个生蛋和一个熟蛋放在桌上旋转，就可以判断哪个是生的，哪个是熟的，为什么？

答：如果鸡蛋转动得很顺利和转得久些，则为熟鸡蛋；反之，如果转动得不顺畅的，则为生鸡蛋。因为熟蛋被扭动时，蛋白蛋黄与蛋壳一同被扭动，故转得顺利。反之，生蛋被扭动时，只是蛋壳受力，而蛋白和蛋黄几乎未受力。由牛顿第一定律（惯性定律）可知，蛋白和蛋黄因惯性几乎停留不动。于是，蛋壳的转动就被蛋白和蛋黄拖慢了。

1-6　陀螺的运动有哪些特点？

答：陀螺的运动是定点运动，是在重力矩作用下的运动。一方面陀螺的自身轴绕竖直轴转动，另一方面，陀螺又绕自身轴转动。重力矩只改变陀螺角动量的方向，不改变陀螺角动量的大小。

1-7　质点沿 x 轴运动，其加速度和位置的关系为：$a=2+6x^2$(SI)，质点在 $x=0$ 处，速度为 $10\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，试求质点速度与坐标的关系式。

解：因为由物体的加速度和速度定义有 $a=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}v\mathrm{d}x}{\mathrm{d}x\mathrm{d}t}=v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}$

分离变量：$$v\mathrm{d}v=a\mathrm{d}x=(2+6x^2)\mathrm{d}x$$
两边积分得
$$\frac{1}{2}v^2=2x+2x^3+c$$

由题知，$x=0$ 时，$v_0=10$，代入上式有 $c=50$

于是 $$v=2\sqrt{x^3+x+25}\ (\mathrm{m\cdot s^{-1}})$$
即为质点速度与坐标的关系式。

1-8　飞轮半径为 0.4m，自静止启动，其角加速度 $\beta=0.2\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$，求 $t=2\mathrm{s}$ 时，边缘上各点的速度、法向加速度和切向加速度。

解：(1) 飞轮边缘上的点做圆周运动，于是有 $v=\omega r$，即有飞轮边缘各点的速率为
$$v=\omega r=r\beta t$$

当 $t=2\mathrm{s}$ 时，$v=0.4\times0.2\times2=0.16(\mathrm{m/s})$

(2) 当 $t=2\mathrm{s}$ 时，由 (1) 可知飞轮边缘各点的法向加速度和切向加速度分别为
$$\vec{a}_n=\frac{v^2}{r}\vec{n}=r\omega^2\vec{n},\ \vec{a}_\tau=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\vec{\tau}=r\beta\tau$$

即　$a_n=r\omega^2=0.4\times(0.2\times2)^2=0.064(\mathrm{m/s^2})$

$a_\tau=r\beta=0.4\times0.2=0.08(\mathrm{m/s^2})$

1-9　质量为 0.25kg 的物体，受力 $F=t\vec{i}$(SI) 的作用，在 $t=0$ 时刻，该物体以 $v=2\vec{j}\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 的速度通过坐标原点，求物体的运动方程。

解：由已知条件物体的加速度为 $\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m}=4t\vec{i}$

考虑初条件，于是有 $$\vec{v}=\int_0^t\vec{a}\mathrm{d}t=\int_0^t 4t\vec{i}\mathrm{d}t=2t^2\vec{i}+2\vec{j}$$