

大学物理

自测练习

华东理工大学大学物理教研室 编

DAXUE WULI ZICE LIANXI

 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

大学物理自测练习

华东理工大学大学物理教研室 编

 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

大学物理自测练习 / 华东理工大学大学物理教研室编.

—上海:华东理工大学出版社,2016.4

ISBN 978-7-5628-4557-7

I. ①大… II. ①华… III. ①物理学—高等学校—
习题集 IV. ①04-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 049650 号

策划编辑 / 周颖

责任编辑 / 周颖

装帧设计 / 裘幼华

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址:上海市梅陇路 130 号,200237

电话:021-64250306

网址:press.ecust.edu.cn

邮箱:press_zbb@ecust.edu.cn

印刷 / 上海展强印刷有限公司

开本 / 787mm×1092mm 1/16

印张 / 7.75

字数 / 189 千字

版次 / 2016 年 4 月第 1 版

印次 / 2016 年 4 月第 1 次

定价 / 20.00 元

版权所有 侵权必究

编 委 会

顾问: 阴其俊 钱水兔

主编: 陆 慧

编者(以拼音字母为序):

房 毅 冯晓娟 陆 慧 汪 溶 谢海芬 张 孟

前 言

大学物理是高等学校理工科专业一门重要的基础理论课。本课程所传授的基本概念、基本理论和基本方法,不仅是学生后续专业学习的基础,而且对培养学生自主学习、自由探索和勇于创新的能力具有不可替代的作用,是构成学生科学素养的重要组成部分。

大学物理表现为容量大、概念多、理论性和抽象性强、高等数学应用多等特点,成为许多学生大学阶段课程学习的难点。一般情况下,要在课堂上达到对教学内容的完全理解是比较困难的。课后的习题练习是学生掌握和巩固物理知识要点、学习分析问题和解决问题的方法技巧、提高物理学习能力的重要途径,合理的习题配置对教学目标的实现起着至关重要的作用。

本书是在原“大学物理自测与拓展”练习的基础上,根据近二十年的应用和多次修改积累的经验,重新修订而成。全书依据课程内容教学顺序,分为质点力学、刚体力学、振动、波动、热学、电磁学、光学和近代物理等不同模块,精心设计自测练习题,并在最后部分给出期末考试样卷。每套练习题包括选择、填空、计算等题型,由浅入深、全面覆盖每个模块需要掌握的基本概念、基本理论,以及基本方法和解题技巧。帮助学生在练习和求解过程中,提升分析问题、解决问题的能力,梳理总结所学物理知识,抓住重点、领悟本质,也使学生在课程进行的每一阶段都能通过自测练习及时检验评价自己的学习成果。此外,每一套自测练习题的设计编写均参考与结合了本课程标准化考试的组题要求和组题形式,也聚集了编委们长期从事大学物理教学与研究实践的经验,具有较强的针对性和指导性。

本书由华东理工大学大学物理教研室组织编写与修订,具体负责各章节编写修订的教师分别为谢海芬(第1、2章)、冯晓娟(第3、4章)、房毅(第5、6章)、汪溶(第7、8、9、10章)、陆慧(第11、12章)、张孟(第13章),全书由陆慧统稿、定稿。在此要特别感谢大学物理课程资深教师阴其俊、钱水兔等在本书编写及修订中所做的重要工作及指导,感谢教研室长期从事大学物理教学的葛自明、陈建华、章登宏、刘百祥、谢湘华、路明、赵丽霞等老师,他们为本书编写提供了许多宝贵的意见和建议。

限于编者水平,书中难免有疏漏之处,敬请读者不吝指正。

编者

2016年2月

目 录

练习 1 质点力学	1
练习 2 刚体力学	7
练习 3 振动	13
练习 4 波动	19
练习 5 热学(1)	26
练习 6 热学(2)	32
练习 7 真空中的静电场	38
练习 8 静电场中的导体和电介质	44
练习 9 稳恒电流的磁场	50
练习 10 磁介质、电磁感应	56
练习 11 光的干涉	62
练习 12 光的衍射与偏振	68
练习 13 狭义相对论与量子物理	73
练习 14 大学物理(上)往届期末考试卷(1)	78
练习 15 大学物理(上)往届期末考试卷(2)	84
练习 16 大学物理(下)往届期末考试卷(1)	89
练习 17 大学物理(下)往届期末考试卷(2)	95
附 录 参考答案	101

练习 1 质点力学

一、选择题

1. 质点做曲线运动, \vec{r} 表示位置矢量, s 表示路程, a_t 表示切向加速度, 下列表达式中, 正确的为()

- (A) $dv/dt = a$ (B) $dr/dt = v$
 (C) $ds/dt = v$ (D) $|d\vec{v}/dt| = a_t$

2. 一质点在某时刻的位置矢量为 $\vec{r}(x, y)$, 其加速度大小表达正确的为()

- (A) dr^2/dt^2 (B) $d^2\vec{r}/dt^2$
 (C) $d^2|\vec{r}|/dt^2$ (D) $\sqrt{(d^2x/dt^2)^2 + (d^2y/dt^2)^2}$

3. 一质点在 xOy 平面内运动, 其运动方程为 $x = 3t, y = 5 + 4t^2$ 。当质点的运动方向与 x 轴成 45° 角时, 它的速率为()

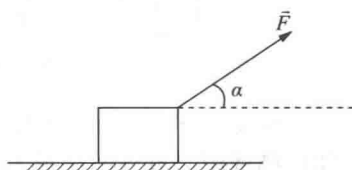
- (A) 3 (B) $2\sqrt{2}$
 (C) 5 (D) $3\sqrt{2}$

4. 一质点从静止开始沿半径为 3m 的圆周做匀变速圆周运动。当切向加速度和法向加速度大小相等时, 该质点走过的路程是()

- (A) 3 (B) 1.5
 (C) 3π (D) 1.5π

5. 平面上放一个质量为 m 的物体, 已知物体与地面的滑动摩擦因数为 μ , 在力 \vec{F} 的作用下, 物体向右运动, 如图所示。欲使物体有最大的加速度, 则力与水平方向夹角 α 应满足()

- (A) $\tan\alpha = \mu$ (B) $\sin\alpha = \mu$
 (C) $\cos\alpha = \mu$ (D) $\cot\alpha = \mu$

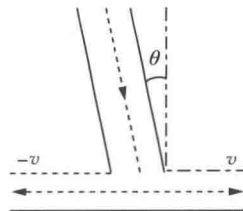


题-(5)图

6. 在相对地面静止的坐标系内, A、B 两船都以 $1\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速率匀速行驶, A 船沿 x 轴正向行驶, B 船沿 y 轴正向行驶。今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系 (x, y 方向的单位矢量用 \vec{i}, \vec{j} 表示), 那么在 B 船上的坐标系中, A 船的速度 (以 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 为单位) 为()

- (A) $\vec{i} + \vec{j}$ (B) $-\vec{i} + \vec{j}$
 (C) $-\vec{i} - \vec{j}$ (D) $\vec{i} - \vec{j}$

7. 速度为 v 的水流在两平面间流动, 遇到一平面挡板后分为左、右两路支流。支流速率仍为 v , 设挡板表面是光滑的, 水从两平面间流出的总流量(单位时间流过横截面的水的质量)为 q , 水流与挡板的夹角为 θ , 水流作用于挡板上的作用力大小为()



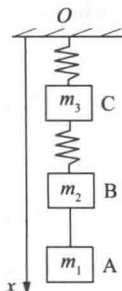
题一(7)图

- (A) qv (B) $qv \sin\theta$
(C) $qv \cos\theta$ (D) 0

8. 某飞船静止于空间某位置时, 宇航员(连衣物 $m=140\text{kg}$)出舱“走”出飞船 8m, 他用长绳与船相连。当他拉绳回舱时, 船体($M=3500\text{kg}$)移动的距离为()

- (A) 0.308m (B) 0.320m (C) 0.160m (D) 0.154m

9. 质量分别为 m_1, m_2, m_3 的三个物体 A、B、C 用一根细绳和两根轻弹簧连接并悬于固定点 O , 如图所示, 取向向下为 x 轴正向, 开始时系统处于平衡状态, 后将细绳剪断, 则在刚剪断瞬时, 物体 B 的加速度大小为()

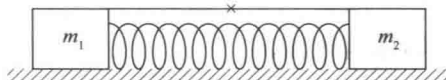


题一(9)图

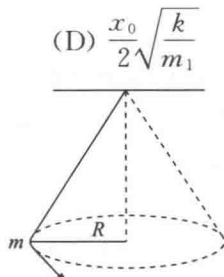
- (A) g (B) $\frac{m_1}{m_2}g$
(C) $\frac{m_1}{m_2+m_3}g$ (D) 0

10. 如图所示, 质量分别为 m_1 和 m_2 的两木块, 中间夹一质量不计的弹簧(没有固定连接), 弹簧压缩一段 x_0 后用线扎住, 放在光滑水平面上。设 $m_1=2m_2$, 弹簧的弹性系数为 k , 则烧断扎线后, m_1 离开弹簧的速度是()

- (A) $x_0\sqrt{\frac{k}{6m_1}}$ (B) $2x_0\sqrt{\frac{k}{m_1}}$ (C) $x_0\sqrt{\frac{k}{3m_1}}$ (D) $\frac{x_0}{2}\sqrt{\frac{k}{m_1}}$



题一(10)图



题一(11)图

11. 如图所示, 圆锥摆的摆球质量为 m , 速率为 v , 圆半径为 R , 当摆球在圆轨道上运动一周时, 摆球所受重力的冲量大小为()

- (A) $2\pi Rmg/v$ (B) $\sqrt{(2mv)^2 + (2mg\pi R/v)^2}$
(C) 0 (D) $2mv$

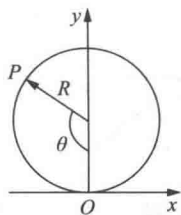
12. 已知地球质量为 M , 半径为 R 。现有一质量为 m 的物体, 在离地面高度为 $3R$ 处, 以地球和物体为系统, 若取地面为势能零点, 则系统的引力势能为()

- (A) $-\frac{GMm}{3R}$ (B) $\frac{3GMm}{4R}$ (C) $-\frac{GMm}{4R}$ (D) $-\frac{3GMm}{4R}$

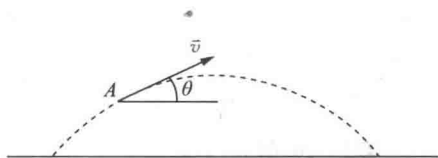
二、填空题

1. 一质点从 O 点出发, 以匀速率 v_0 做顺时针圆周运动, 圆半径为 R , 当它转过 θ 角度时

位移大小为_____，这段时间内平均速度的大小为_____，在 P 点瞬时速度的大小为_____。



题二(1)图



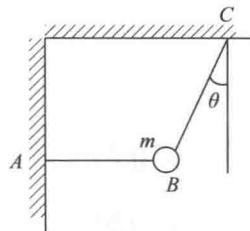
题二(2)图

2. 一物体做如图所示的斜抛运动,测得在轨道 A 点处速度的大小为 v ,其方向与水平方向成 θ 角。则物体在 A 点的切向加速度为_____,法向加速度为_____,轨道的曲率半径 ρ 为_____。

3. 在半径为 $2m$ 的圆周上运动的质点,其速率与时间的关系为 $v=3t^2$,则 t 从 $0s$ 到 $2s$ 时质点走过的路程 $s(t)=$ _____, $t=1s$ 时刻质点的切向加速度 $a_t=$ _____, $t=1s$ 时刻质点的法向加速度 $a_n=$ _____。

4. 一质点以初速 v_0 做直线运动,所受阻力的大小与其速率成正比,比例系数为 k ,则质点速率减为其初速的一半所需的时间为_____,在这段时间内质点前进的距离为_____,其前进的最大距离为_____。

5. 质量为 m 的小球用轻绳 AB 和 BC 系住,如图所示。今剪断 AB ,则在剪断瞬间,小球的加速度大小为_____,绳 BC 中的张力大小为_____。

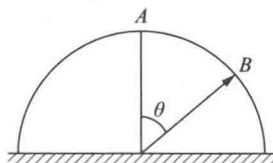


题二(5)图

6. 有一质量 $m=0.5kg$ 的质点,在 xOy 平面内运动,其运动方程为 $\vec{r}=(2t+2t^2)\vec{i}+3t\vec{j}$,则质点在 $0\sim 2s$ 内,外力对质点所做的功_____,外力的方向为_____,所受的冲量大小为_____,在 $t=1s$ 时,力对质点的瞬时功率 $P=$ _____。

7. 质量为 $1kg$ 的质点,位矢 $\vec{r}=t\vec{i}+t^2\vec{j}$,则 $t=2s$ 时,质点对坐标原点的角动量 $\vec{L}=$ _____,质点所受合力对坐标原点的力矩 $\vec{M}=$ _____。

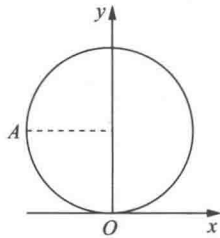
8. 如图所示,光滑球面半径为 R ,一质量为 m 的质点置于球面的顶点 A 处。则质点从静止滑落至 B 点时的加速度大小 $a=$ _____,质点离开球面时的位置 $\theta=$ _____(设球面固定不动)。



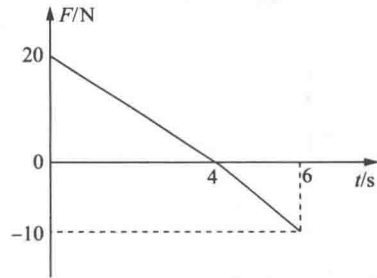
题二(8)图

9. 一吊车底板上放一质量为 $10kg$ 的物体,若吊车底板加速上升,加速度大小为 $a=2+t$ (单位为 SI 标准),则 $2s$ 内吊车底板给物体的冲量大小 $I=$ _____, $2s$ 内物体动量的增量大小 $\Delta P=$ _____。

10. 一质点在如图所示坐标系中做半径为 $2m$ 的圆周运动,其中有一力 $\vec{F}=2(x\vec{i}+y\vec{j})$ 作用在该质点上。则该质点从坐标原点 O 反时针方向经 $\frac{3}{4}$ 圆周到达 A 的过程中,力 F 所做的功为_____。



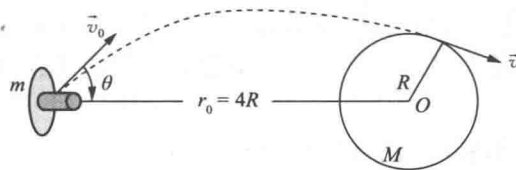
题二(10)图



题二(11)图

11. 质量为 2kg 的物体, 在水平拉力 F 的作用下由静止开始沿直线运动, 其拉力随时间的变化关系如图所示。若已知物体与地面间的摩擦因数 μ 为 0.2 , 那么在 $t=4\text{s}$ 时, 物体的速度大小为 _____, 在 $t=6\text{s}$ 时, 木箱的速度大小为 _____。($g=10\text{m/s}^2$)

12. 发射一宇宙飞船去考察一行星 (M, R), 当飞船静止于空间距行星中心 $4R$ 时, 以 v_0 发射一仪器 (质量为 m)。要使仪器恰好掠着行星表面着陆, $\theta =$ _____, 着陆滑行初速度 $v =$ _____ (发射后不计其他物体对仪器的作用)。

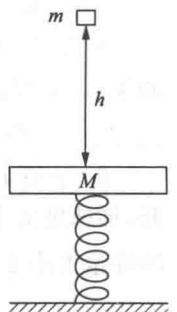


题二(12)图

三、计算题

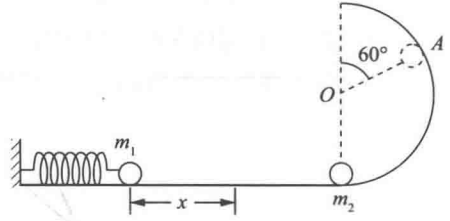
1. 如图所示, 一质量可忽略, 弹性系数为 k 的竖直弹簧一端与质量为 M 的水平木板连接, 另一端与地面固定。一质量为 m 的泥块自距木板 M 上方 h 处自由落到木板上。求:

- (1) 泥块与平板一起向下运动的最大位移;
- (2) 弹簧对地面的最大压力。



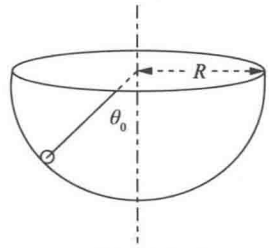
题三(1)图

2. 两个质量均为 m 的小球, 开始外力使弹性系数为 k 的弹簧压缩某一段距离 x , 然后释放, 将小球 m_1 弹射出去, 并与静止的小球 m_2 发生弹性碰撞, 碰后小球 m_2 沿半径为 R 的圆轨道上升, 达到 A 点恰与圆环脱离, A 与竖直线成 $\theta = 60^\circ$, 不计摩擦, 试求弹簧被压缩的距离 x 。



题三(2)图

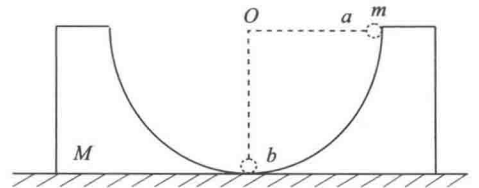
3. 将一个质点沿半径为 R 的光滑半球碗内表面水平地投射, 碗保持静止。初始时质点的位置如图所示, 设 v_0 是小球恰能到达碗口所需要的初速度, 试求初速度 v_0 与初始位置 θ_0 的关系。



题三(3)图

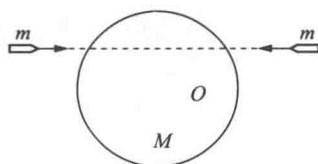
4. 如图所示, 质量为 m 的物体从质量为 M 的圆弧槽顶点 a 静止滑下, 设圆弧槽半径为 R , 不计摩擦。求:

- (1) 物体 m 到达槽底端 b 时, 物体和槽的速度;
- (2) 物体 m 从 a 到 b 过程中, 物体对槽所做的功;
- (3) 物体 m 到达 b 时对槽的压力;
- (4) 对于地面参考系, m 的运动轨道在 b 点的曲率半径 ρ 。



题三(4)图

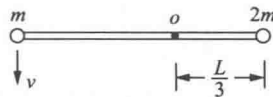
7. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴 O 转动, 如图所示, 射来两个质量相同、速度大小相同、方向相反并在一条直线上的子弹, 子弹射入圆盘并且留在盘内, 则子弹射入后的瞬间, 圆盘的角速度()



题一(7)图

- (A) 不变 (B) 减小
(C) 增大 (D) 不能确定

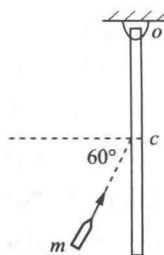
8. 质量分别为 m 和 $2m$ 的两物体(都可视为质点), 用一长为 L 的轻质刚性细杆相连, 系统绕通过杆且与杆垂直的竖直固定轴 O 转动, 已知 O 轴离质量为 $2m$ 的质点的距离为 $\frac{L}{3}$, 质量为 m 的质点线速度为 v , 且与杆垂直, 则该系统对转轴的角动量(动量矩)大小为()



题一(8)图

- (A) mLv (B) $\frac{1}{3}mLv$
(C) $\frac{1}{2}mLv$ (D) $\frac{4}{3}mLv$

9. 如图所示, 一匀质细杆可绕通过上端与杆垂直的水平光滑固定轴 O 旋转, 初始状态为静止悬挂。现有一个同质量速度为 140m/s 的子弹与水平夹角为 60° 打击细杆中点并留在杆内, 则杆的中点的速度为()



题一(9)图

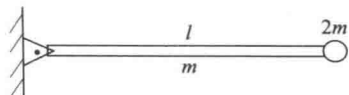
- (A) 60m/s
(B) 30m/s
(C) 15m/s
(D) $30\sqrt{3}\text{m/s}$

10. 一花样滑冰者, 开始自转时, 她的角速度为 ω_0 , 其动能为 E_0 , 然后她将手臂收回, 转动惯量减少至原来的 $\frac{1}{3}$, 此时她的角速度变为 ω , 动能变为 E , 则有关系()

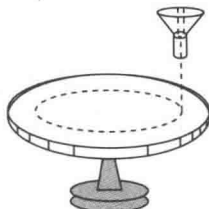
- (A) $\omega = 3\omega_0, E = E_0$ (B) $\omega = \omega_0/3, E = 3E_0$
(C) $\omega = 3\omega_0, E = 3E_0$ (D) $\omega = \omega_0/3, E = E_0$

二、填空题

1. 一质量为 m , 长为 l 的细杆, 其一端连接一质量为 $2m$ 的小球, 另一端可绕垂直于杆的水平轴自由转动, 如图所示。把杆拉到水平位置静止释放时, 体系的角加速度 $\alpha =$ _____, 体系质心加速度 $a_c =$ _____。



题二(1)图



题二(2)图

2. 一个圆台在恒力的作用下, 绕过圆心而垂直于台面的转轴做定轴转动。当沙子开

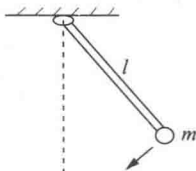
始从平台上方的漏斗中流下而落在台面时(如图所示),平台的转动状态量(填“增加”“不变”或“减少”):角速度_____,角加速度_____,转动动能_____,对转轴的角动量_____。

3. 半径为 0.2m , 质量为 1kg 的匀质圆盘, 可绕过圆心且垂直于盘的轴转动。现有一变力 $F=t^2$ (F 的单位为 N , t 的单位为 s) 沿切线方向作用在圆盘边缘上。若圆盘最初处于静止状态, 那么它在第 2s 末的角加速度 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$, 角速度 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. 一转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动, 初角速度为 ω_0 , 设它所受的阻力矩与转动角速度的平方成正比, 比例系数为 k (k 为正的常数), 当 $\omega = \frac{\omega_0}{2}$ 时, 圆盘的角加速度 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$, 从开始制动到 $\omega = \frac{\omega_0}{2}$ 所经历的时间 $t = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

5. 一力矩 M 作用于转动惯量为 J 的飞轮上, 使该轮得到角加速度 α_1 , 如撤去这一力矩, 此轮的角加速度为 $= \underline{\hspace{2cm}}$ 。(设飞轮受到的摩擦力矩恒定)

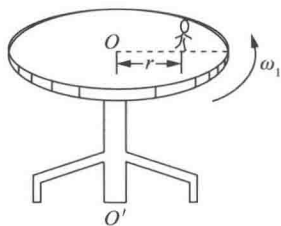
6. 一长为 l , 质量为 $2m$ 的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内做定轴运动, 在杆的另一端固定着一质量为 m 的小球, 如图所示, 现将杆由水平位置无初转速地释放, 则杆刚被释放时的角加速度 $\alpha_0 = \underline{\hspace{2cm}}$, 杆与水平方向夹角为 60° 时的角加速度 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



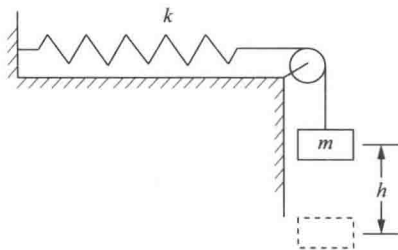
题二(6)图

7. 一飞轮以角速度 ω_0 绕轴旋转, 飞轮对轴的转动惯量为 J , 另一同方向旋转以 $\omega_0/2$ 角速度旋转飞轮突然被啮合到同一个轴上, 该飞轮对轴的转动惯量为前者的两倍, 啮合后这个系统的角速度 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$, 啮合过程中转动动能变化 $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. 有一半径为 R 的匀质圆形水平转台, 可绕通过盘心 O 且垂直于盘面的竖直固定轴 OO' 转动, 转动惯量为 J 。台上有一人, 质量为 m 。当他站在离转轴 r 处时 ($r < R$), 转台和人一起以 ω_1 的角速度转动, 如图所示。若转轴处摩擦可以忽略不计, 当人沿半径 r 的圆周相对圆台以速率 v 顺时针走动时, 转台转动的角速度 $\omega_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



题二(8)图



题二(9)图

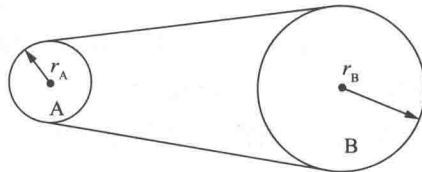
9. 如图所示, 弹簧的弹性系数为 k , 滑轮的转动惯量为 J , 半径为 R , 物体的质量为 m , 开始时系统静止, 弹簧无伸长(处于自然状态), 当物体下落距离 $h = \underline{\hspace{2cm}}$ 时, 滑轮的角速度最大。当物体下落距离 $h' = \underline{\hspace{2cm}}$ 时, 滑轮的角速度为零。

10. 两飞轮 A 和 B 由皮带连在一起, 飞轮转动时, 皮带与飞轮无相对滑动, 已知 $r_B = 2r_A$, $m_B = 2m_A$, 飞轮 A 、 B 均可看成匀质圆盘, 则 A 与 B 对应的转动惯量、角速度、角加速度、转动

动能和角动量之比为

$$J_A : J_B = \underline{\hspace{2cm}}, \omega_A : \omega_B = \underline{\hspace{2cm}}, \alpha_A : \alpha_B = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$E_{kA} : E_{kB} = \underline{\hspace{2cm}}, L_A : L_B = \underline{\hspace{2cm}}。$$

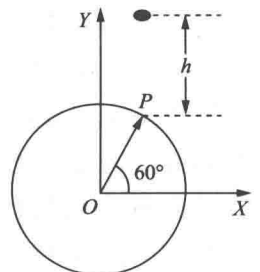


题二(10)图

三、计算题

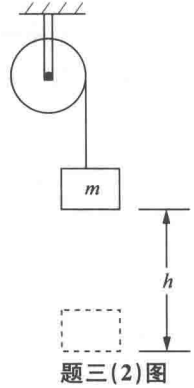
1. 如图所示,一质量为 m 的质点位于质量为 $2m$ 半径为 R 的匀质圆盘边缘 P 点正上方高度 h 处,今质点自由下落与静止的圆盘在 P 点相碰并粘住,设圆盘可以绕垂直 XOY 平面的中心轴转动,

- 求:(1) 碰撞后瞬间盘的角速度 ω_0 ;
 (2) P 转到 X 轴时盘的角速度 ω 和角加速度 α 。



题三(1)图

2. 如图所示,用落体法测飞轮转动惯量。不同重物 m 下落相同高度 h 所用时间分别为 t_1 和 t_2 。设滑轮阻力矩为常量,绳与轮间无滑动,绳不可伸长,飞轮的半径为 R 。求飞轮对通过中心轴的转动惯量表达式。如已知: $R=0.5\text{m}$, $h=2\text{m}$, $m_1=8\text{kg}$, $t_1=16\text{s}$, $m_2=4\text{kg}$, $t_2=25\text{s}$, 则飞轮转动惯量为多少?



3. 如图,一轻绳绕过半径为 R 的定滑轮,此滑轮轴光滑,质量为 $m/4$,均匀分布在其边缘上。绳子的一端有一质量为 m 的人抓住了绳端,而在绳的另一端系了一质量为 $m/2$ 的重物 B。则人从静止开始以匀速 u (相对绳) 向上爬时,经过时间 t ,重物 B 上升的速率为多少? (设绳与滑轮间无相对滑动。)

