

大学物理习题集

D A X U E W U L I X I T I J I

郭龙 龙光芝◎主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

大学物理习题集

04-44
209

主 编 郭 龙 龙光芝

副主编 罗中杰 陈 刚 陈琦丽 韩艳玲 王希成

程永进 张光勇

编 委(按姓氏笔画排序)

万 森	万珍珠	马 科	王希成	王美娟
王清波	左小敏	左谨平	石铁刚	龙光芝
吕 涛	刘忠池	汤型正	李铁平	杜秋姣
杨 勇	吴 娟	何开华	张光勇	陈 刚
陈 玲	陈洪云	陈琦丽	周俐娜	罗中杰
苑新喜	郑安寿	郭 龙	黄宏伟	程永进
韩艳玲	魏有峰			

014058327



华中科技大学出版社

中国·武汉



北航

C1745301

04-44
209

图书在版编目(CIP)数据

大学物理习题集/郭龙,龙光芝主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.7

ISBN 978-7-5680-0233-2

I. ①大… II. ①郭… ②龙… III. ①物理学-高等学校-习题集 IV. ①O4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 152435 号

大学物理习题集

郭 龙 龙光芝 主编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:周芬娜

封面设计:刘 卉

责任校对:张会军

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印部

印 刷:仙桃市新华印务有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9

字 数:239 千字

版 次:2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:20.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

(质点运动学)

- 1-1 有一物体做直线运动,它的运动方程为 $x=5t^2-2t^3$, x 单位为米, t 单位为秒。则:(1)第2秒内的平均速度为 _____ m/s;(2)第3秒末的速度为 _____ m/s;(3)第1秒末的加速度为 _____ m/s²;(4)这物体所做运动的类型为 _____。

- 1-2 一质点在 xOy 平面内运动,其运动方程为以下五种可能:

(1) $x=2t, y=19-3t$; (2) $x=3t, y=17-4t^2$; (3) $x=t, y=19-2/t$;

(4) $x=5\cos 6t, y=6\sin 6t$; (5) $x=4\sin 5t, y=4\cos 5t$ 。

那么表示质点做直线运动的方程是 _____, 做圆周运动的方程是 _____, 做椭圆运动的方程是 _____, 做抛物线运动的方程是 _____, 做双曲线运动的方程是 _____。

- 1-3 质点沿半径为 0.100 m 的圆周运动,其角位移 θ 随时间 t 的变化规律是 $\theta=2+5t^3$, 在 $t=2$ s 时,它的法向加速度 $a_n =$ _____ m/s², 切向加速度 $a_t =$ _____ m/s²。

- 1-4 质点在 xOy 平面内运动,其运动方程为: $x=9-2t^2, y=2t$ 。计算:(1)什么时刻,其速度与位矢正好垂直?(2)什么时刻,加速度与速度间夹角为 45° ?



图 1-3 题

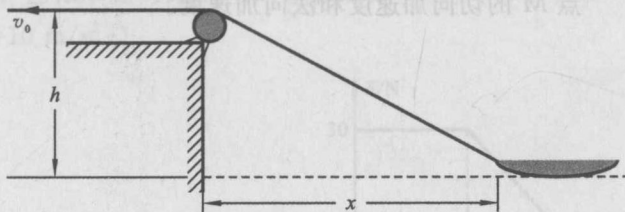
题 1-3 图
 题 1-4 图
 题 1-5 图

- 1-5 两辆车 A、B 在同一公路上做直线运动, 方程分别为 $x_A = 2t + t^2$, $x_B = t^2 + t^3$, 若同时发车, 则: (1) 刚离开出发点 ($t=0$) 时, 哪辆车行驶的速度快? (2) 出发后什么时刻两车行驶距离相等? (3) 什么时候 B 车相对 A 车的速度为零?

- 1-6 在与速率成正比的阻力影响下, 一个质点具有加速度 $a = -0.5v$, 求需多长时间才能使质点的速率减小到原来速率的一半。

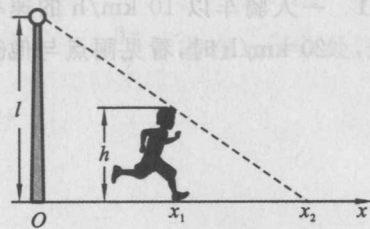
- 1-7 做半径为 R 的圆周运动的质点, 速率与时间的关系为 $v = ct$ (式中的 c 为常数, t 以秒计), 求: (1) $t=0$ 到 t 时刻质点走过的路程。 (2) t 时刻质点加速度的大小。

1-8 离水面高为 h 的岸边,有人用绳拉船靠岸,船在离岸 x 米处,如图所示,当人以 v_0 米/秒恒定的速率收绳时,试求船的速度和加速度的大小。



题 1-8 图

1-9 一路灯距地面高度为 l ,身高为 h 的人以速率 u_0 在路灯下匀速慢跑,如图所示,求:(1)人的影子中头顶的移动速率 u ; (2)影长增长的速率 v 。



题 1-9 图

- 1-10 质点 M 在水平面内的运动轨迹如图所示, OA 段为直线, AB 、 BC 段分别为不同半径的两个 $1/4$ 圆周。设 $t=0$ 时, M 在 O 点, 已知运动方程为 $s=8t+2t^3$, 求 $t=2\text{ s}$ 时刻, 质点 M 的切向加速度和法向加速度。

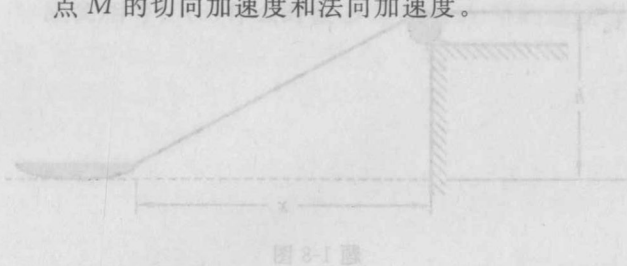
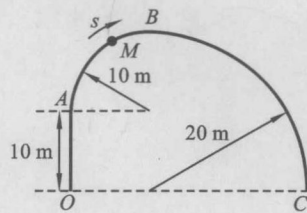


图 8-1 题



题 1-10 图

- 1-6 在与速度成正比的阻力影响下, 一个质点具有加速度 $a = -0.5v$, 求需多长时间才能使质点的速率减小到原来速率的一半。
- 1-7 做半径为 r 的圆周运动的质点, 速度与时间的关系为 $v = at$ (式中的 a 为常数, 以 m/s^2 计), 求: (1) $t=0$ 到 t 时刻质点走过的路程; (2) t 时刻质点加速度的大小。

- 1-11 一人骑车以 10 km/h 的速率自东向西运动时, 看见雨点垂直落下, 当他的速率增加到 20 km/h 时, 看见雨点与他行进的方向成 135° 角下落, 求雨点对地的速度。

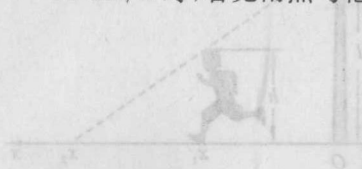
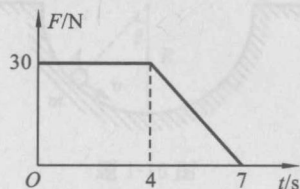


图 2-1 题

- 1-7 做半径为 r 的圆周运动的质点, 速度与时间的关系为 $v = at$ (式中的 a 为常数, 以 m/s^2 计), 求: (1) $t=0$ 到 t 时刻质点走过的路程; (2) t 时刻质点加速度的大小。

(质点动力学)

- 1-12 质量 m 为 10 kg 的木箱放在地面上, 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。已知木箱与地面间的摩擦系数 μ 为 0.1, 求 t 为 4 s 和 7 s 时, 木箱的速度大小。($g=10 \text{ m/s}^2$ 。)



题 1-12 图

- 1-13 某质点质量 $m=2.00 \text{ kg}$, 沿 x 轴做直线运动, 受外力 $F=8+\frac{9x}{2}$ 。若在 $x_0=0$ 处, 速度 $v_0=0$, 求该物体移到 $x=2.00 \text{ m}$ 处时速度的大小。

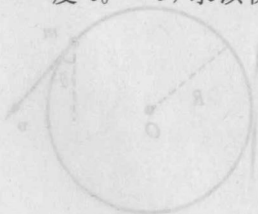
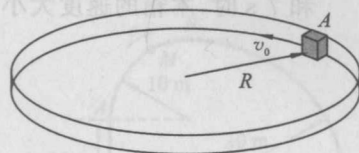


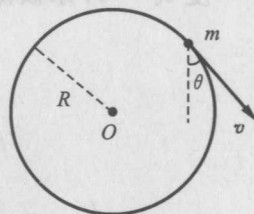
图 1-13

- 1-14 光滑的水平桌面上放置一固定的圆环带,半径为 R ,一物体贴着环带的内侧运动,如图所示,物体与环带间的滑动摩擦系数为 μ_k ,设物体在某一时刻经 A 点时的速率为 v_0 ,求:(1) t 时刻物体的速率;(2)从 A 点开始所经过的路程。



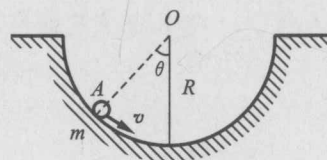
题 1-14 图

- 1-15 质量为 m 的物体在竖直平面内沿着半径为 R 的圆形轨道做圆周运动。设 t 时刻物体瞬时速度的大小为 v ,速度的方向与竖直方向成 θ 角(如图所示)。求:(1) t 时刻物体的切向加速度 a_t 和法向加速度 a_n ; (2) t 时刻物体对轨道的压力的大小 N 。



题 1-15 图

- 1-16 如图所示,质量为 m 的球 A 沿着中心在 O 、半径为 R 的光滑半圆形槽下滑。当 A 滑到图示的位置时,其速率为 v ,钢球中心与 O 的连线 OA 和竖直方向成 θ 角,求此时球对槽的压力和钢球的加速度。



题 1-16 图

- 1-17 质量为 m 的静止物体在 $t=0$ 时刻自较高的空中开始下落,它除受重力外,还受到一个与速度成正比的阻力的作用,比例系数为 $\alpha > 0$ 。求:(1) t 时刻该物体的下落速度;(2)该下落物体的最大速度 $v_{\max}$ 。

1-18 以初速率 v_0 从地面竖直向上抛出一质量为 m 的小球, 小球除受重力外, 还受一个大小为 kmv^2 的粘滞阻力 (k 为常数, v 为小球运动的速率), 求当小球回到地面时的速率。



图 1-13



图 1-14

一质量为 m 的物体在光滑的水平面上运动, 其速度为 v , 方向与水平面的夹角为 θ , 求该物体在水平面上的加速度 a_x 和法向加速度 a_n 。(2) 时刻物体对地面的速度 v 和加速度 a 的大小和方向。(3)



图 1-15

(动量和角动量) 虽离现内近景明太离空, 圆圈的鼠常非个一景前将的动蛋网大动星甚雷御 4-5

- 2-1 一步枪在射击时, 子弹在枪膛内受到的推力满足 $F = 1.28 \times 10^4 (1 - 10^3 t)$ 的规律, 已知击发前子弹的速率为零, 子弹出枪口时的速度为 800 m/s , 受到的推力变为零。求:
 (1) 子弹受到的冲量? (2) 子弹的质量为多少克?

- 2-6 一质量为 $10.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的子弹, 在枪膛中前进时受到的合力 $F = 1.28 \times 10^4 (1 - 2x)$ (N), 试计算子弹在枪口的速度。

当, m 式量很的干而味曰。用非的代引非小育的 V 对重某壳只 P 子弹的动蛋个一好期 4-5

求, σ 式更数, 相且点某随动蛋, σ 式更数, σ 式更数, 相点 A 的动量现非 V 已随动蛋



然蛋外动网达图), σ 离现直垂的, σ 离现直垂的 V 对重物壳

(, 离直的行平向式, σ 式更

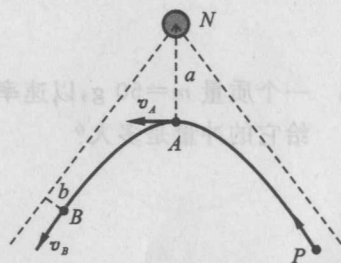
- 2-2 一个质量 $m = 50 \text{ g}$, 以速率 $v = 20 \text{ m/s}$ 做匀速圆周运动的小球, 在 $1/4$ 周期内向心力加给它的冲量是多大?

- 2-7 一长方体蓄水池, 面积为 $S = 50 \text{ m}^2$, 贮水深度为 $h_1 = 2 \text{ m}$, 假定水平面离于地面的高度为 $h_2 = 10 \text{ m}$, 求: (1) 将这池水全都抽到地面上来, 抽水机需做功多少? (2) 若抽水机的功率为 80 W , 输入功率为 $P = 2.5 \text{ kW}$, 则抽光这池水需要多长时间?

图 1-5 图

- 2-3 哈雷彗星绕太阳运动的轨道是一个非常扁的椭圆,它离太阳最近的距离是 $r_1 = 8.75 \times 10^{10}$ m,此时它的速度是 $v_1 = 5.46 \times 10^4$ m/s,它离太阳最远时的速率是 $v_2 = 9.08 \times 10^2$ m/s,这时它离太阳的距离 r_2 是多少?

- 2-4 假设一个运动的质子 P 只受某重核 N 的有心排斥力的作用。已知质子的质量为 m ,当它运动到与 N 相距最近的 A 点时,距离为 a ,速度为 v_A ,运动到某点 B 时,速度为 v_B ,求此时重核 N 到速度 v_B 的垂直距离 b 。(图左侧的长虚线为与 v_B 方向平行的直线。)



题 2-4 图

(功和能) 质量为 m 的物体从静止开始沿光滑斜面下滑, 斜面倾角为 θ , 求物体下滑距离 s 时的速度 v 和动能 E_k 。

- 2-5 有一运送砂子的皮带以恒定的速率 v 水平运动, 砂子经一静止的漏斗垂直落到皮带上, 忽略机件各部位的摩擦及皮带另一端的其它影响, 试问: (1) 若每秒有质量为 $M' = dM/dt$ 的砂子落到皮带上, 要维持皮带以恒定速率 v 运动, 需要多大的功率? (2) 若 $M' = 100 \text{ kg/s}$, $v = 0.5 \text{ m/s}$, 水平牵引力多大? 所需功率多大?

2-6 一质量为 $10.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的子弹, 在枪膛中前进时受到的合力 $F = 1.28 \times 10^4 (1 - 2x)$ (N), 试计算子弹在枪口的速度。

2-7 一长方体蓄水池, 面积为 $S = 50 \text{ m}^2$, 贮水深度为 $h_1 = 2 \text{ m}$ 。假定水平面低于地面的高度是 $h_2 = 10 \text{ m}$, 求: (1) 要将这池水全部抽到地面上来, 抽水机需做功多少? (2) 若抽水机的功率为 80% , 输入功率为 $P = 2.5 \text{ kW}$, 则抽光这池水需要多长时间?

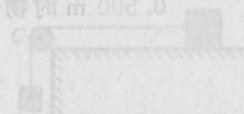


图 2-3 题

2-8 有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 竖直放置, 下端悬一质量为 m 的小球, 先使弹簧为原长, 而小球恰好与地接触, 再将弹簧上端缓慢地提起, 直到小球刚能脱离地面为止。在此过程中外力所做的功为_____。

2-9 有一人造地球卫星, 质量为 m , 在地球表面上空 2 倍于地球半径 R 的高度沿圆轨道运行, 用 m, R , 引力常数 G 和地球的质量 M 表示: (1) 卫星的动能_____; (2) 卫星的引力势能_____。

2-10 某弹簧不遵守胡克定律, 若施力 F , 则相应伸长 x , 力与伸长的关系为: $F = 2x + 3x^2$ (SI)。(1) 求将弹簧从伸长 $x_1 = 0.500$ m 拉伸到伸长 $x_2 = 1.000$ m 时所需做的功; (2) 将弹簧横放在水平光滑桌面上, 一端固定, 另一端系一个质量为 1.000 kg 的物体, 然后将弹簧拉伸到伸长 $x = 1.000$ m, 再将物体由静止释放, 求当弹簧回到伸长 $x_1 = 0.500$ m 时物体的速率。

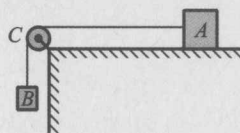
2-11 一质量为 m 的质点在 xOy 平面上运动, 其位置矢量为 $\mathbf{r} = q\cos\omega t\mathbf{i} + p\sin\omega t\mathbf{j}$, 式中 p, q, ω 是正值常数, 且 $p > q$ 。求: (1) 质点在点 $P(0, p)$ 和点 $Q(q, 0)$ 处的动能; (2) 质点所受的作用力 $\mathbf{F}$, 以及当质点从点 P 运动到点 Q 的过程中的分力 F_x 和 F_y 分别做的功。

(刚体力学基础)

3-1 一飞轮的转动惯量为 J , 在 $t=0$ 时角速度为 ω_0 , 此后飞轮经历制动过程, 阻力矩 M 的大小与角速度 ω 的平方成正比, 比例系数 $k > 0$, 当 $\omega = \omega_0/3$ 时, 飞轮的角加速度 $\beta =$ _____, 从开始制动到 $\omega = \omega_0/3$ 时, 所经过的时间 $t =$ _____。

3-2 一个滑轮, 半径为 10.00 cm , 其转动惯量为 $1.00 \times 10^{-2}\text{ kg} \cdot \text{m}^2$, 有一变力 $F = 0.200t + 0.300t^2\text{ (N)}$, 沿切线方向作用在滑轮的边沿上, 滑轮所受力矩为 _____ $\text{N} \cdot \text{m}$ 。如果滑轮最初处于静止状态, 则在 3.00 s 后的角速度为 _____ rad/s 。

3-3 如图所示, 滑块 A , 重物 B 和滑轮 C 的质量分别为 $m_A = 50\text{ kg}$, $m_B = 80\text{ kg}$ 和 $m_C = 20\text{ kg}$, 滑轮半径为 $R = 0.100\text{ m}$, $J_0 = m_C R^2/2$, A 与桌面之间, 滑轮与轴承间均无摩擦, 绳的质量可不计, 绳与滑轮间无相对滑动。求滑块 A 的加速度及滑轮两边绳中的张力。



题 3-3 图

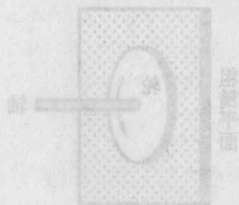
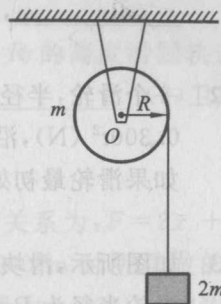


图 3-7 题

3-7 氧分子对垂直于两氧原子连线的对称轴的转动惯量为 $1.94 \times 10^{-40}\text{ kg} \cdot \text{m}^2$, 氧分子质量为 $5.30 \times 10^{-26}\text{ kg}$ 。若氧气中有一个氧分子具有 100 m/s 的平动速率, 且这个分子的转动动能是其平动动能的 $2/3$, 这个分子转动角速度大小为 _____ rad/s 。

3-8 一人手执两个哑铃, 两臂平伸坐在以 ω_0 角速度旋转的转轴上, 摩擦可不计, 现突然将两臂收回, 转动惯量为原来的 $1/4$, 则收缩后的转动动能是收缩前的 _____ 倍。

- 3-4 如图所示,一半径为 R 、质量为 m 的均匀圆盘,可绕水平固定光滑轴转动,转动惯量为 $J = mR^2/2$,现以一轻绳绕在轮边缘,绳的下端挂一质量为 $2m$ 的物体,求圆盘从静止开始转动后,它转过的角度和时间的关系。



题 3-4 图

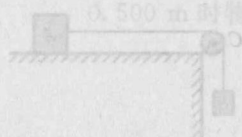


图 3-3 图

- 3-5 以力 F 将一块粗糙平面紧压在轮上,平面与轮之间的滑动摩擦系数为 μ , 轮的初角速度为 ω_0 , 求轮转过多少角度时停止转动? 已知轮的半径为 R , 质量为 m , 可视为匀质圆盘, 转动惯量为 $J = mR^2/2$; 轴的质量忽略不计; 压力 F 均匀分布在轮面上。



题 3-5 图