高等院校教材同步辅导及考研复习用书

Spark 星火·燎原

丛书主编 马德高

Physics

物理学
辅导及习题精解

（马文蔚·第五版 上下册）

本册主编 谭金凤 李红艳 王凤翔

典型例题分析 + 教材习题答案 + 同步自测练习

赠《物理学重要公式及定理》手册

延边大学出版社

丛书主编 马德高

物理学
辅导及习题精解

（马文蔚·第五版 上下册）

本册主编 谭金凤 李红艳 王凤翔

延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理学辅导及习题精解：马文蔚第5版 / 马德高主编. -- 延吉：延边大学出版社，2011.7

ISBN 978-7-5634-1781-0

Ⅰ. ①物… Ⅱ. ①马… Ⅲ. ①物理学—高等学校—教学参考资料 Ⅳ. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第136202号

物理学辅导及习题精解

主编：马德高
责任编辑：何　方
出版发行：延边大学出版社
社址：吉林省延吉市公园路977号　　**邮编**：133002
网址：http://www.ydcbs.com
E-mail：ydcbs@ydcbs.com
电话：0433-2732435　　**传真**：0433-2732434
印刷：肥城新华印刷有限公司
开本：880×1230　1/32
印张：16.5　**字数**：320千字
版次：2011年7月第1版第1次印刷
ISBN 978-7-5634-1781-0

定价：19.80元

前　言

《物理学》是高等学校理工科非物理专业最重要的一门公共课之一。东南大学等七所工科院校编写，马文蔚、解希顺、周雨青改编的《物理学》是一套深受读者欢迎并多次获奖的优秀教材，被全国许多院校采用。经过历次修订后的第五版，保持了其一贯的体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点，并根据近代物理学发展的潮流，做了相应的调整，进一步强调提高学生的综合素质并激发学生的创新能力。为帮助、指导广大读者学好这门课程，我们编写了这本与马文蔚等改编的《物理学》（第五版）完全配套的《物理学辅导及习题精解》，以帮助加深对基本概念的理解，加强对基本解题方法与技巧的掌握，进而提高学习能力和应试水平。

本书共分十五章。章节的划分与教材一致。每章包括四大部分内容：

一、知识结构及内容小结：先用网络结构图的形式揭示出本章知识点之间的有机联系，以便于学生从总体上系统地掌握本章知识体系和核心内容；然后用表格形式简要对每节涉及的基本概念和基本公式进行了系统的梳理，并指出理解与应用基本概念、公式时需注意的问题以及各类考试中经常考查的重要知识点。

二、经典例题解析：精选部分反映各章基本知识点和基本方法的典型例题，并按照题型分类，给出了详细解答，以提高读者的综合解题能力。

三、教材问题及习题全解：对教材里该章节全部问题及习题作详细解答，与市面上答案不全的某些参考书有很大的不同。在解题过程中，对部分有代表性的习题，设置了“思路探索”以引导读者尽快找到解决问题的思路和方法；安排有“方法点击”来帮助读者归纳解决问题的关键、技巧与规律。有的习题还给出了一题多解，以培养读者的分析能力和发散思维能力。

四、同步自测题及参考答案：精选有代表性、测试价值高的题目，以检

测学习效果，提高应试水平。

全书内容编写系统、新颖、清晰、独到，充分体现了如下三大特色。

一、知识梳理清晰、简洁：直观、形象的图表总结，精炼、准确的考点提炼，权威、独到的方法归纳，将教材内容抽丝剥茧、层层展开，呈现给读者简明扼要、层次分明的知识结构，便于读者快速复习、高效掌握，形成稳固、扎实的知识网，为提高解题能力和数学思维水平夯实基础。

二、能力提升迅速、持续：所有重点、难点、考点，统统归纳为一个个在考试中可能出现的基本题型，然后针对每一个基本题型，举出丰富的精选例题、考研例题，举一反三、深入讲解，真正将知识掌握和解题能力提升高效结合、浑然一体，一举完成。

三、内容深入浅出、易学易用：为适应广大学子的不同需求，本书进行了科学的编排，方便考生不仅可以在有教师指导的情况下使用更是自学备考的必备用书。

同时我们根据教学的实际需要，在第八章后面和本书最后附赠两套第一学期期末考试试题和第二学期期末考试试题，所有题目均选自重点高校的期末试题库，题量、体例、分值及难易程度安排合理科学，用以方便读者进行阶段检测，及教师作为出题参考。

本书注意博采众家之长，参考了多本同类书籍，吸取了不少养分。在此向这些书籍的编著者表示感谢。由于我们水平有限，书中疏漏与不妥之处，在所难免，敬请广大读者提出宝贵意见，以便再版时更正、改进。

编者

目 录

第 1 章 质点运动学

本章知识结构及内容小结

【本章知识结构】

质点运动的描述

线量

- 位置矢量 $\boldsymbol{r}=x\boldsymbol{i}+y\boldsymbol{j}+z\boldsymbol{k}$
- 速度 $\boldsymbol{v}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$
- 加速度 $\boldsymbol{a}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}$
- 位移 $\Delta\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}_2-\boldsymbol{r}_1$
- 平均速度 $\boldsymbol{v}=\dfrac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}$
- 平均加速度 $\overline{\boldsymbol{a}}=\dfrac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t}$

角量

- 角位置 $\theta=\theta(t)$
- 角速度 $\omega=\dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$
- 角加速度 $\alpha=\dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}$
- 角位移 $\Delta\theta=\theta_2-\theta_1$
- 平均角速度 $\overline{\omega}=\dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$
- 平均角加速度 $\overline{\alpha}=\dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$

线量与角量的关系

$$v=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\quad a_t=R\alpha\quad a_n=R\omega^2$$

基本运动形式

- 匀变速率圆周运动
  $$a_t=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=R\alpha$$
  $$a_n=\frac{v^2}{R}=R\omega^2$$
- 抛体运动
  $$x=v_{0x}t$$
  $$y=v_{0y}t-\frac{1}{2}gt^2$$
- 匀速率圆周运动
  $$a_t=0$$
  $$a_n=\frac{v^2}{R}=R\omega^2$$

【本章内容小结】

1. 质点运动的描述

名　称	内　容	说　明
位置矢量（位矢）	$\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}(t)$ 它是从所选定的坐标原点指向质点所在位置的有向线段。	位矢是描述质点位置的物理量。
运动方程	运动方程在直角坐标系中的表示式 $\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}(t)=x(t)\boldsymbol{i}+y(t)\boldsymbol{j}+z(t)\boldsymbol{k}$	它给出了任意时刻质点的位置。
位移 $\Delta\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}_2-\boldsymbol{r}_1$	它是从质点初始时刻位置指向终点时刻位置的有向线段。 位移在直角坐标系中的表示式 $\Delta\boldsymbol{r}=(x_2-x_1)\boldsymbol{i}+(y_2-y_1)\boldsymbol{j}+(z_2-z_1)\boldsymbol{k}$	位移是描述质点位置变化大小和方向的物理量。 注意 $\lvert\Delta\boldsymbol{r}\rvert$ 与 Δr 的区别。
速度	平均速度 $\overline{\boldsymbol{v}}=\dfrac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}$ 速度（瞬时速度） $\boldsymbol{v}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}=\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i}+\dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j}+\dfrac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{k}$	速度是描述质点位置变化快慢和方向的物理量。 注意：瞬时速度的大小不等于瞬时速率，平均速度的大小不等于平均速率。
加速度	平均加速度 $\overline{\boldsymbol{a}}=\dfrac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t}$ 加速度（瞬时加速度） $\boldsymbol{a}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=\dfrac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}$ 加速度在直角坐标系中的表示式 $\boldsymbol{a}=\dfrac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i}+\dfrac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j}+\dfrac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{k}$ 加速度在自然坐标系中的表示式 $\boldsymbol{a}=\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{e}_t+\dfrac{v^2}{R}\boldsymbol{e}_n$	加速度是描述质点速度变化快慢和方向的物理量。
注释：位置矢量、位移、速度、加速度等都具有矢量性、瞬时性、叠加性和相对性。		

2. 圆周运动

名　称	内　容	说　明
角坐标(角位置)	$\theta=\theta(t)$	描述质点位置的物理量。
角位移	$\Delta\theta=\theta_2-\theta_1$	描述质点角位置变化的物理量。
角速度	$\omega=\dfrac{d\theta}{dt}$	描述质点角位置变化快慢的物理量。
角加速度	$\alpha=\dfrac{d\omega}{dt}=\dfrac{d^2\theta}{dt^2}$	描述质点角速度变化快慢的物理量。
角量与线量的关系	$ds=Rd\theta$ $v=\dfrac{ds}{dt}=\omega R$ 切向加速度 $a_t=\dfrac{dv}{dt}=R\alpha$ 法向加速度 $a_n=\dfrac{v^2}{R}=R\omega^2$	匀速率圆周运动： 角速度 $\omega=$ 常量， 匀变速率圆周运动： 角加速度 $\alpha=$ 常量。

3. 运动学求解的两类问题及解题方法

名　称	内　容	说　明
第一类问题	由已知的运动方程求速度和加速度。	用求导法。
第二类问题	由已知质点的速度或加速度及初始条件，求质点的运动方程。	用积分法。
注释：在实际求解中，可由题目的已知条件和要求解的物理量，判断属于哪一类问题。不同类型的问题采用不同方法求解。另外，应选择合适的坐标系，一般采用直角坐标系，但对圆周运动或曲线运动采用自然坐标系更方便进行数学运算。		

4. 相对运动

名　称	内　容	说　明
速度变换公式	质点相对静止坐标系 S 的速度为 $\boldsymbol{v}$，相对运动坐标系 S′ 的速度为 $\boldsymbol{v}'$，S′ 系相对 S 系的平动速度为 $\boldsymbol{u}$，则 $\boldsymbol{v}=\boldsymbol{v}'+\boldsymbol{u}$	$\boldsymbol{v}$ 叫做绝对速度，$\boldsymbol{v}'$ 叫做相对速度，$\boldsymbol{u}$ 叫做牵连速度。

5. 考试要点

Ⅰ. 位矢、位移、速度和加速度等描述质点运动的一些物理量的定义和性质(相对性、矢量性、瞬时性),借助直角坐标系计算质点做平面运动时的上述物理量。
Ⅱ. 直线运动、抛体运动和圆周运动的基本规律,圆周运动中角量与线量的关系。
Ⅲ. 速度变换公式,简单的相对运动问题。

经典例题解析

例1 已知质点的运动方程为 $\boldsymbol{r} = 2t\boldsymbol{i} + (19 - 2t^2)\boldsymbol{j}$ 式中 r 以米计,t 以秒计,试求:(1) 轨道方程;(2) $t = 1$ s时质点的速度和加速度。

【思路探索】 此题已知运动方程求速度和加速度,属于运动学第一类问题,用求导法求解。

解:(1) 因 $x = 2t, y = 19 - 2t^2$,消去时间 t 得轨道方程

$$y = 19 - \frac{1}{2}x^2$$

(2) 对运动方程求导,得到任意时刻的速度

$$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i} + \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j} = 2\boldsymbol{i} - 4t\boldsymbol{j}$$

对速度求导,得到任意时刻的加速度

$$\boldsymbol{a} = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i} + \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j} = -4\boldsymbol{j}$$

$t = 1$ s时 $\boldsymbol{v} = 2\boldsymbol{i} - 4\boldsymbol{j} \quad \boldsymbol{a} = -4\boldsymbol{j}$

速度大小 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 4.47$ m/s

速度方向与轴夹角

$$\theta = \arctan\left(\frac{v_y}{v_x}\right) = -63°26'$$

加速度大小

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 4 \text{ m/s}^2$$

加速度方向与轴正方向相反。

例2 已知质点的运动方程为 $x = 2t, y = 6 - 2t^2$,求:(1) 轨道方程;(2) $t = 1$ s和 $t = 2$ s之间的位移 $\Delta\boldsymbol{r}$ 和 $\boldsymbol{v}_{平}$;(3) $t = 2$ s时的速度和加速度。

【思路探索】 此题属于运动学第一类问题,由运动方程可求得轨道方程和 $\Delta\boldsymbol{r}$,根据平均速度的定义式求出 $\boldsymbol{v}_{平}$,然后用求导法求出速度和加速度。

解:(1) 由 $\begin{cases} x = 2t \\ y = 6 - 2t^2 \end{cases}$ 消去 t 的轨道方程 $y = 6 - \dfrac{x^2}{2}$

(2) 由位矢 $\boldsymbol{r}=2t\boldsymbol{i}+(6-2t^2)\boldsymbol{j}$，代入 $t=1$ s 和 $t=2$ s 得

$$\boldsymbol{r}_1=2\boldsymbol{i}+4\boldsymbol{j},\boldsymbol{r}_2=4\boldsymbol{i}-2\boldsymbol{j}$$

所以
$$\Delta\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}_2-\boldsymbol{r}_1=(x_2-x_1)\boldsymbol{i}+(y_2-y_1)\boldsymbol{j}=2\boldsymbol{i}-6\boldsymbol{j}$$

$$\boldsymbol{v}_{平}=\frac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}=2\boldsymbol{i}-6\boldsymbol{j}$$

(3) 由 $\boldsymbol{v}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}=2\boldsymbol{i}-4t\boldsymbol{j}$，代入 $t=2$ s 得 $\boldsymbol{v}_2=2\boldsymbol{i}-8\boldsymbol{j}$，$\boldsymbol{a}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=-4\boldsymbol{j}$

例 3 已知某质点的运动方程为 $x=3\cos4t,y=3\sin4t$(SI)，该质点的切向加速度和法向加速度大小各为多少?

【思路探索】 此题属于运动学第一类问题，可由质点的运动方程求得速度的大小及切向加速度，再进一步求出法向加速度。

解：由运动方程 $x=3\cos4t,y=3\sin4t$

消去 t 得轨迹方程

$$x^2+y^2=3^2$$

即质点作半径为 3 的圆周运动。

又 $v_x=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=-12\sin4t,v_y=\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}=12\cos4t$

所以
$$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=12\ \mathrm{m/s}$$

切向加速度为

$$a_t=0\ \mathrm{m/s^2}$$

法向加速度为

$$a_n=\frac{v^2}{R}=48\ \mathrm{m/s^2}$$

例 4 一匀质圆盘，半径 $R=1$ m，绕通过圆心垂直盘面的固定竖直轴转动。$t=0$ 时，$\omega_0=0$，其角加速度按 $\alpha=t/2$ 的规律变化。问 t 为何值时圆盘边缘某点的加速度与半径成 45° 角?

【思路探索】 此题属于自然坐标表示下的运动学的第二类问题，可由角加速度 $\alpha=t/2$ 求出角速度 ω，进一步求出法向加速度和切向加速度，再由圆盘边缘某点的加速度与半径成 45° 角，即 $a_t=a_n$ 求出时间 t。

解：(1) 由 $\mathrm{d}\omega/\mathrm{d}t=\alpha$ 可求出质点作圆周运动的角速度

$$\int_0^{\omega}\mathrm{d}\omega=\int_0^t\frac{t}{2}\mathrm{d}t$$

$$\omega=\frac{t^2}{4}$$

在自然坐标系中，质点法向加速度和切向加速度分别为

$$a_n=R\omega^2=\frac{Rt^4}{16}$$

$$a_t=R\alpha=\frac{Rt}{2}$$

圆盘边缘某点的加速度与半径成 45° 角，即 $a_t=a_n$，所以

$$t = 2\ \text{s}$$

例 5 已知一质点由静止出发，它的加速度为 $\boldsymbol{a} = 10t\boldsymbol{i} + 15t^2\boldsymbol{j}$，试求 $t = 2$ s 时质点的速度和位置。

【思路探索】 此题已知加速度求速度和位置，属于运动学第二类问题，用积分法求解。

解：取质点的出发点为坐标原点，由题意可知

$$a_x = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 10t$$

$$a_y = \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = 15t^2$$

对上式分别积分，并代入初始条件 $t = 0$ 时，$v_{0x} = v_{0y} = 0$ 得

$$v_x = \int_0^t a_x \mathrm{d}t = \int_0^t 10t\mathrm{d}t = 5t^2$$

$$v_y = \int_0^t a_y \mathrm{d}t = \int_0^t 15t^2 \mathrm{d}t = 5t^3$$

即 $$\boldsymbol{v} = 5t^2\boldsymbol{i} + 5t^3\boldsymbol{j}$$

将 $t = 2$ s 代入上式得 $$\boldsymbol{v} = 20\boldsymbol{i} + 40\boldsymbol{j}$$

又因为

$$v_x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 5t^2$$

$$v_y = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = 5t^3$$

对上式积分，并代入初始条件 $t = 0$ 时，$x_0 = y_0 = 0$ 得

$$x = \int_0^t v_x \mathrm{d}t = \int_0^t 5t^2 \mathrm{d}t = \frac{5}{3}t^3$$

$$y = \int_0^t v_y \mathrm{d}t = \int_0^t 5t^3 \mathrm{d}t = \frac{5}{4}t^4$$

即 $$\boldsymbol{r} = \frac{5}{3}t^3\boldsymbol{i} + \frac{5}{4}t^4\boldsymbol{j}$$

将 $t = 2$ s 代入上式得 $$\boldsymbol{r} = \frac{40}{3}\boldsymbol{i} + 20\boldsymbol{j}$$

例 6 一质点做一维运动，其加速度为 $a = kx$，k 为正值常数。开始时，$x = x_0$，$v = v_0$，求质点位置的速度。

【思路探索】 此题属于运动学第二类问题，由于加速度为位置坐标的函数，可先分离变量(或变量代换) 再用积分法求解。

解：将加速度变换为

$$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x} \cdot \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x} = kx$$

将上式分离变量后积分，并代入初始条件 $t = 0$ 时，$x = x_0$，$v = v_0$ 得

$$\int_{v_0}^{v} v\mathrm{d}v = \int_{x_0}^{x} kx\mathrm{d}x$$

即
$$v^2 = v_0^2 + k(x^2 - x_0^2)$$
$$v = \sqrt{v_0^2 + k(x^2 - x_0^2)}$$

例 7 质点沿半径为 2.0 m 的圆周自静止开始运动，角速度为 $\omega = 4t^2$，试求：(1) $t = 1$ s 时，速率为多少？(2) $t = 1$ s 时，加速度的大小？(3) $t = 3$ s 时，质点转过的圈数。

【思路探索】 可由圆周运动的线速度与角速度关系得出速率，然后求出切向加速度、法向加速度和总加速度大小。本题不是匀加速圆周运动，所以不能用匀加速圆周运动的公式求解。

解：(1) $t = 1$ s 时的速率为
$$v = \omega R = 8t^2 = 8 \text{ m/s}$$

(2) 由角加速度的定义得 $\alpha = \dfrac{d\omega}{dt} = 8t$，$t = 1$ s 时，

切向加速度 $$a_t = \frac{dv}{dt} = 16t = 16 \text{ m/s}^2$$

法向加速度 $$a_n = \omega^2 R = 32t^4 = 32 \text{ m/s}^2$$

总加速度 $$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 16\sqrt{5} \text{ m/s}^2$$

(3) 由角速度的定义 $\omega = \dfrac{d\theta}{dt}$ 得，$\theta = \int_0^\theta d\theta = \int_0^t \omega dt = \int_0^3 4t^2 dt = 36$ rad

$t = 3$ s 时，质点转过的圈数为 $n = \dfrac{\theta}{2\pi} = \dfrac{36}{2\pi} = \dfrac{18}{\pi}$

例 8 静止时，乘客发现雨滴下落方向偏向车头，偏角为 30°；当火车以 $v = 35$ m/s 的速率沿水平直路行驶时，车上乘客发现雨滴下落方向偏向车尾，偏角为 45°。假设雨滴相对于地的速度保持不变，试计算雨滴相对地的速度大小。

【思路探索】 关于相对运动，必须明确速度是相对那个参考系而言的。火车的速度是相对地面参考系的，而乘客观察到的雨滴速度是雨滴相对火车参考系而言的。对运动学中的相对运动问题，一般须建立坐标系，然后用速度合成公式求解。

解：由相对速度公式：$\boldsymbol{v}_{雨\to地} = \boldsymbol{v}_{雨\to车} + \boldsymbol{v}_{车\to地}$

矢量图如图 1-1 所示，在 x、y 方向投影式为
$$\begin{cases} v_{雨\to地}\sin30° + v_{雨\to车}\sin45° = v_{车\to地} = 35 \text{ m/s} \\ v_{雨\to地}\cos30° = v_{雨\to车}\cos45° + 0 \end{cases}$$

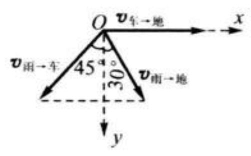

图 1-1

联立以上两式，解得
$$v_{雨\to地} = \frac{v_{车\to地}}{\cos30° \cdot \tan45° + \sin30°} = \frac{35}{\frac{\sqrt{3}}{2} \times 1 + \frac{1}{2}} = 25.6 \text{ m/s}$$

本章教材问题及习题全解

问题全解

1-1 在一艘内河轮船中,两个旅客有过样的对话:

甲:我静静地坐在这里好半天了,我一点也没有运动。

乙:不对,你看看窗外,河岸上的物体都飞快地向后掠去。船在飞快前进,你也在很快地运动。

试把他们讲话的含义阐述得确切一些。究竟旅客甲是运动,还是静止?你如何理解运动和静止这两个概念。

答:甲、乙两人的话都是对的,只是他们所选的参考系不同而已。自然界中所有的物体都在不停的运动着,绝对静止不动的物体是没有的。选取的参考系不同,对物体运动情况的描述也有所不同。若以轮船为参考系,静静坐在船里的旅客甲是静止的;若以河岸上的物体为参考系,旅客甲随船在飞快前进,当然是运动的。

1-2 有人说:"分子很小,可将其当作质点;地球很大,不能当作质点"。对吗?

答:这种说法是错误的。因为定义质点并不是只看物体本身的大小,而是看物体的大小和形状的变化,对物体运动的影响是否大,若能忽略这些影响,就可以看作质点。地球是很大,但在研究地球公转时,由于日地距离远大于地球半径,地球上各点相对于太阳的运动可以看作是相同的,此时当然可以把地球当作质点。

1-3 已知质点的运动方程为$\boldsymbol{r}=x(t)\boldsymbol{i}+y(t)\boldsymbol{j}$,有人说其速度和加速度大小分别为$v=\dfrac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$,$a=\dfrac{\mathrm{d}^2r}{\mathrm{d}t^2}$,其中$r=\sqrt{x^2+y^2}$。你说对吗?

答:不对。质点在Oxy平面内作曲线运动时,运动方程为$\boldsymbol{r}=x(t)\boldsymbol{i}+y(t)\boldsymbol{j}$随时间变化,$r=\sqrt{x^2+y^2}$是$t$时刻位置矢量$\boldsymbol{r}$的大小。质点的速度为$\boldsymbol{v}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$,质点的加速度为$\boldsymbol{a}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=\dfrac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}$,质点的速度和加速度其大小分别为

$$v=|\boldsymbol{v}|=\left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right|=\sqrt{\left(\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\right)^2}$$

$$a=|\boldsymbol{a}|=\left|\frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}\right|=\sqrt{\left(\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}\right)^2+\left(\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}\right)^2}$$

因为$|\mathrm{d}\boldsymbol{r}|\neq\mathrm{d}r$,所以$v\neq\dfrac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$,$a\neq\dfrac{\mathrm{d}^2r}{\mathrm{d}t^2}$。

1-4 在习题1-5中,有人认为:船速为$v=v_0\cos\theta$,由此得出的答案是错误的。你知道错在哪里吗?

答:错误地认为船沿水面的速度是收绳速度的一个分量。该题中绳速 $\boldsymbol{v}_0$ 是指收绳的速度,其实绳上各点速度,不仅大小不同,方向也不同,只有系在船上的绳端和船连在一起的部分,速度与船速相同。既然船速与系在船上的绳端速度相同,船速就不会是绳速的一个分量。

1-5　如果一质点的加速度与时间的关系是线性的,那么,该质点的速度和位矢与时间的关系是否也是线性的呢?

答:质点的速度和位矢与时间的关系都不是线性关系。因为 $\boldsymbol{a}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}$,若加速度与时间的关系是线性的,积分求得的速度和位矢与时间的关系显然都不是线性关系。

1-6　一人站在地面上用枪瞄准悬挂在树上的木偶。当击发枪机,子弹从枪口射出时,木偶正好从树上由静止自由下落。试说明为什么子弹总可以射中木偶?

答:因为子弹在竖直方向上的运动和木偶的运动一样,都是由静止自由下落。

1-7　一质点作匀速率圆周运动,取其圆心为坐标原点。试问:质点的位矢与速度、位矢与加速度、速度与加速度的方向之间有何关系?

答:质点的位矢方向沿半径向外,速度的方向沿圆周切向,即位矢与速度的方向始终是垂直的;匀速率圆周运动质点的加速度方向指向圆心,即位矢与加速度的方向相反;速度与加速度的方向也始终彼此垂直。

1-8　在《关于两门新科学的对话》一书中,伽利略写道:"仰角(即抛射角)比 45°增大或减小一个相等角度的抛体,其射程是相等的"你能证明吗?

答:设仰角为 θ,增减角为 φ,则 $\theta=45^\circ+\varphi$,斜抛运动的运动方程为

$$x=v_0t\cos\theta,\ y=v_0t\sin\theta-\frac{1}{2}gt^2$$

令 $y=0$ 并消去 t 得

$$x=\frac{v_0^2}{g}\sin2\theta=\frac{v_0^2}{g}\sin(90^\circ\pm2\varphi)=\frac{v_0^2}{g}\cos2\varphi$$

所以对于 $\theta=45^\circ+\varphi$ 和 $\theta=45^\circ-\varphi$ 都有相等的射程。

1-9　下列说法是否正确:

(1) 质点作圆周运动时的加速度指向圆心;

(2) 匀速圆周运动的加速度为恒量;

(3) 只有法向加速度的运动一定是圆周运动;

(4) 只有切向加速度的运动一定是直线运动。

答:加速度的产生,是由于质点的运动速度发生了变化。无论是速度的大小还是速度的方向,只要发生变化都会产生加速度。在自然坐标系中,切向加速度反映速度大小的变化,法向加速度反映速度方向的变化。

(1) 错误。质点作圆周运动时,除了有法向加速度外,还有切向加速度,加速度并不指向圆心。只有在匀速圆周运动中,加速度才指向圆心。

(2) 错误。匀速圆周运动中,加速度虽指向圆心,但方向时刻是变化的,所以加速度是变量。