

含 最新全国统一命题考试试题及参考答案

高等教育自学考试同步辅导/同步训练

全国高等教育自学考试指定教材辅导用书

物理 (工)

邓肯/总主编

孙胜兰/主编

公共课程

梯田自考



最新版

中央民族大学出版社

含 最新全国统一命题考试试题及参考答案

高等教育自学考试同步辅导/同步训练

全国高等教育自学考试指定教材辅导用书

物理 (工)

公共课程

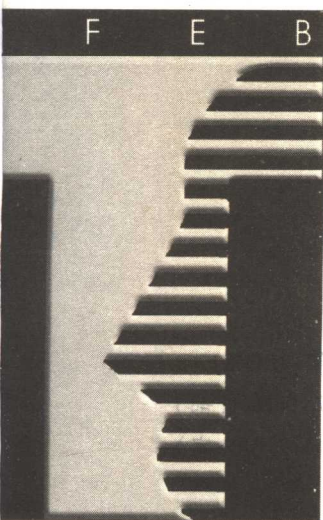
总主编 邓肯

主编 孙胜兰

副主编 徐汉者

徐力

茅麟川



中央民族大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理 (工) / 孙胜兰主编. — 北京: 中央民族大学出版社, 2005. 12

(高等教育自学考试同步辅导/同步训练. 公共课程/邓肯主编)
ISBN 7-81108-100-8

I. 物... II. 孙... III. 物理学—高等教育—自学考试—自学参考资料 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 130708 号

高等教育自学考试同步辅导/同步训练 (公共课程)

总 编 邓 肯

责任编辑 吴 云

封面设计 马钢工作室

出 版 者 中央民族大学出版社

北京市海淀区中关村南大街 27 号 邮编: 100081

电话: 68472815 (发行部) 传真: 68932751 (发行部)

68932218 (总编室) 68932447 (办公室)

发 行 者 全国各地新华书店

印 刷 者 北京拓瑞斯印务有限公司

开 本 850 × 1168 (毫米) 1/32 印张: 99.75

字 数 2800 千字

印 数 3000 册

版 次 2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-81108-100-8/A · 30

定 价 198.00 元

版权所有 翻印必究



“梯田”系列自考辅导图书是全国自考命题研究中心力邀北京大学、清华大学、中国人民大学、北京师范大学、中国政法大学、北京外国语大学、武汉大学、华东师范大学、浙江大学、南开大学、山东大学等主考院校的权威专家执笔，紧扣“自学考试大纲”和“指定教材”编写，遵循自学的学习特点和规律，以教育测量学的重要理论为指导，为莘莘学子打造的专门用于备考的辅导用书。

本书是全国高等教育自学考试指定教材《物理（工）》的配套辅导用书。

本书的编写依据：

全国高等教育自学考试指导委员会组编的指定教材《物理（工）[附：物理（工）自学考试大纲]》（丁俊华主编，辽宁大学出版社出版）。

编写具体内容所做的重要基础工作：

1. 深入分析研究考试大纲的要求和新命题精神；
2. 深入分析研究最新高等教育自学考试全国统一命题考试的题型、分值分布、答题要求及评分标准。
3. 广泛分析自考生在学习和实际解答试卷中存在的问题，有针对性地进行全面辅导和同步训练，使考生彻底掌握重点与难点。

本书结构及显著特点：

1. 本书按考试大纲规定的考核知识点及能力层次要求为线索分章辅导，将该章中的所有知识点按统考的各种题型编写在同步练习中，同时配有参考答案。题型及题序与最新全国统考试题完全一致。编写中力求做到点面结合，突出重点。

2. 精心设计的考试预测试卷，题型、题序、题量与最新全国统考试题完全一致。是作者综合全书、结合考试大纲要求精选出的数

道“押题”，一定程度上反映了考试趋势，同时亦检测考生对于本课程的掌握程度。

3. 汇编最新全国统考试题及参考答案。考生可以了解到最新的全国统考试题的发展动态。

编写高质量的全国高等教育自学考试辅导用书，是一项长期的、艰难而具有深刻意义的社会助学工作，编写过程中不断得到社会各界的大力支持与关怀，在此深表谢意。

使该书在使用中不断提高和日臻完善，是我们永远的目标。

敬请读者批评指正。

编 者

WULI GONG

目 录

第一篇 力 学

第一章 质点运动学和牛顿运动定律	(1)
内容提示	(1)
典型例题解析	(7)
同步练习	(23)
参考答案	(31)
第二章 守恒定律	(36)
内容提示	(36)
典型例题解析	(41)
同步练习	(54)
参考答案	(62)

第二篇 热 学

第三章 气体动理论	(68)
内容提示	(68)
典型例题解析	(72)
同步练习	(77)
参考答案	(83)
第四章 热力学基础	(88)
内容提示	(88)
典型例题解析	(93)
同步练习	(103)
参考答案	(109)

第三篇 电磁学

第五章 静电场	(113)
---------------	-------

内容提示	(113)
典型例题解析	(120)
同步练习	(138)
参考答案	(153)
第六章 稳恒电流的磁场	(167)
内容提示	(167)
典型例题解析	(172)
同步练习	(185)
参考答案	(200)
第七章 电磁感应与电磁场	(212)
内容提示	(212)
典型例题解析	(216)
同步练习	(233)
参考答案	(247)

第四篇 振动、波动、波动光学

第八章 机械振动	(261)
内容提示	(261)
典型例题解析	(264)
同步练习	(274)
参考答案	(282)
第九章 机械波	(297)
内容提示	(297)
典型例题解析	(301)
同步练习	(308)
参考答案	(315)
第十章 电磁振荡与电磁波	(322)
内容提示	(322)
典型例题解析	(323)
同步练习	(324)
参考答案	(325)

第十一章 波动光学	(328)
内容提示	(328)
典型例题解析	(334)
同步练习	(345)
参考答案	(358)

第五篇 近代物理基础

第十二章 狭义相对论基础	(367)
内容提示	(367)
典型例题解析	(370)
同步练习	(375)
参考答案	(381)
第十三章 波和粒子	(389)
内容提示	(389)
典型例题解析	(392)
同步练习	(398)
参考答案	(401)

第六篇 专题选读

专题 I 激光技术	(404)
内容提示	(404)
同步练习	(405)
参考答案	(406)
专题 II 原子核	(408)
内容提示	(408)
典型例题解析	(410)
同步练习	(411)
参考答案	(411)
专题 III 半导体	(413)
内容提示	(413)
同步练习	(414)

参考答案	(414)
专题Ⅳ 超导电性	(416)
内容提示	(416)
同步练习	(416)
参考答案	(417)
专题Ⅴ 宇宙学简介	(418)
内容提示	(418)
同步练习	(418)
参考答案	(419)
专题Ⅵ 粒子物理简介	(420)
内容提示	(420)
同步练习	(420)
参考答案	(421)

第七篇 测量误差与数据处理的基本知识

测量误差与数据处理的基本知识	(422)
内容提示	(422)
典型例题解析	(422)
考试预测试卷(一)	(430)
参考答案及评分标准	(438)
考试预测试卷(二)	(442)
参考答案及评分标准	(448)

附录

2005 年 10 月份高等教育自学考试全国统一命题考试	
物理(工)试题	(452)
2005 年 10 月份高等教育自学考试全国统一命题考试	
物理(工)试题参考答案及评分标准	(459)

第一篇 力 学

第一章 质点运动学和牛顿运动定律

内 容 提 示

一、质点运动学

1. 质点、参考系、坐标系

(1) 质点:在研究问题中,实际物体的大小和形状可略去,则把物体质量集中在质心的物体称为质点.质点是理想的物体,是力学中的一个理想模型.

(2) 参考系:用来描述物体运动而选用的另一个物体叫参考系.

(3) 坐标系:为定量地描述物体相对于参考系的运动情况,而在参考系上建立标明数量的坐标轴叫坐标系.

2. 位置矢量、运动方程、位移

(1) 位置矢量:简称位矢或矢径,它是描述质点在空间位置的物理量,是描述质点运动状态的参量之一.

$$\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$$

注意位置矢量在同一个参考系上建立不同的坐标系,其方向和大小都是不同的.

(2) 运动方程:位置矢量随时间的变化关系式即运动方程.

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

(3) 位移:质点在 $t - t + \Delta t$ 时间间隔内位置矢量的增量,即末位置矢量 $\boldsymbol{r}(t + \Delta t)$ 与初位置矢量 $\boldsymbol{r}(t)$ 的矢量差为位移.

$$\Delta\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t + \Delta t) - \boldsymbol{r}(t)$$

注意要严格区分位移和路程两个不同的概念,前者是矢量,后者

是标量;路程是质点所经过路径的长度,恒为正,一般情况下,位移的大小并不等于路程,即 $|\Delta \mathbf{r}| \neq \Delta s$

3. 速度、加速度

(1) 速度:是描述运动质点空间位置变化快慢及方向的物理量,也是描述质点运动状态的参量之一.

① 平均速度:质点在 Δt 时间内位移 $\Delta \mathbf{r}$ 与 Δt 的比值定义为平均速度.

$$\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t)}{\Delta t}$$

② 瞬时速度(简称速度):质点位置矢量对时间的变化率.

$$\begin{aligned}\mathbf{v} &= \frac{d\mathbf{r}}{dt} \\ &= \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} + \frac{dz}{dt}\mathbf{k}\end{aligned}$$

这里要注意区别平均速度和平均速率两个不同的概念.一般来说,它们的量值是不同的,如质点绕闭合路径一周的平均速度为零,而平均速率却不为零.只有当质点作速度方向不变的直线运动时,它们的量值才相等.

(2) 加速度:是描述质点运动速度变化快慢的物理量.

① 平均加速度. $\bar{\mathbf{a}} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$

② 瞬时加速度(简称加速度) 质点速度对时间的变化率.

$$\begin{aligned}\mathbf{a} &= \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2} \\ &= \frac{dv_x}{dt}\mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt}\mathbf{j} + \frac{dv_z}{dt}\mathbf{k} \\ &= \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\mathbf{k}\end{aligned}$$

4. 几种典型的质点运动

(1) 直线运动.

① 匀速直线运动.

运动方程 $x = x_0 + vt$

速度 $v = \text{恒量}$

加速度 $a = 0$

② 匀变速直线运动.

运动方程 $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

速度 $v = v_0 + a t$

加速度 $a = \text{恒量}$

直线运动中的问题可归纳为两大类型:一类是已知质点的直线运动方程,求质点的位矢、位移、速度和加速度,这类问题主要用微分法即可;另一类是已知加速度和初始条件,求速度和运动方程,这类问题用积分法.这里要注意物理图象和数学工具的有机结合.

(2) 抛体运动(y 轴向上为正).

运动方程 $\mathbf{r} = v_0 \cos \theta \cdot t \mathbf{i} + (v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2) \mathbf{j}$

速度 $\mathbf{v} = v_0 \cos \theta \cdot \mathbf{i} + (v_0 \sin \theta - g t) \mathbf{j}$

加速度 $\mathbf{a} = -g \cdot \mathbf{j}$

这里要注意写抛体运动方程时,一定要注明你所建立的坐标系,在相应的坐标系下建立相应的运动方程.

(3) 圆周运动.

① 描述圆周运动的角量.

角坐标(角位置) $\theta(t)$

角位移 $\Delta \theta = \theta(t + \Delta t) - \theta(t)$

角速度 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

角加速度 $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

角量和线量的关系 $s = r\Delta\theta$

$$v = r\omega$$

$$a_\tau = r\alpha$$

② 圆周运动的加速度.

总加速度 $\mathbf{a} = \mathbf{a}_n + \mathbf{a}_\tau$

法向加速度 $a_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$ 方向沿半径指向圆心.

切向加速度 $a_\tau = \frac{dv}{dt}$ 方向沿轨道切线方向.

5. 相对运动

已知两个参考系相对平动时

位置矢量的变换 $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{r}'$

速度变换 $\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}'$

加速度变换 $\mathbf{a} = \mathbf{a}_0 + \mathbf{a}'$

以上变换如图 1 - 1 所示:

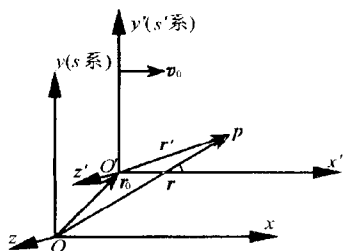


图 1 - 1

不同的参考系对同一物体运动的描述是不同的. 所以在研究相对运动问题时, 首先要明确哪个是被描述客体, 哪个是运动参照系 (S' 系), 哪个是静止参考系 (S 系), 再利用以上变换就可进行具体计算了.

我们经常遇到的比较简单的一种情况是: S' 系相对于 S 系作匀速直线运动, $v_0 = \text{恒量}$, $a_0 = 0$, $a = a'$, 即在两个相对作匀速直线运动的参考系中质点具有相同的加速度.

运动学部分解题步骤大致如下:

- (1) 弄清题意, 明确已知条件和所求的问题;
- (2) 依题意, 选择合适的坐标系;
- (3) 列出运动方程或有关的公式, 进行运算;
- (4) 检验结果的正确性和合理性, 并作讨论.

二、牛顿运动定律

1. 牛顿第一定律 (也称惯性定律)

(1) 内容: 任何物体都要保持静止或匀速直线运动状态, 除非它受到作用力而被迫改变这种状态.

(2) 第一定律涉及的两个重要概念.

力:物体之间的一种相互作用.从力的效果上说明力是改变物体运动状态的原因,而不是维持物体运动的原因.

惯性:任何物体都具有保持其原有的运动状态不变的特性——惯性.

2. 牛顿第二定律

(1) 内容:物体受到外力作用时,所获得的加速度 a 的大小与外力 F 的大小成正比,与物体的质量 m 成反比;加速度方向与外力的方向相同.

(2) 数学表达式. $F = ma$

在直角坐标系下的分量式为

$$F_x = ma_x \quad F_y = ma_y \quad F_z = ma_z$$

自然坐标系下的分量式为

$$F_\tau = ma_\tau = m \frac{dv}{dt} \quad F_n = ma_n = m \frac{v^2}{r}$$

应用牛顿第二定律解题的基本步骤和方法:

- ① 根据题意确定研究对象(采用隔离体法).
- ② 确定惯性参考系,建立适当的坐标系,并对每个物体进行受力分析,画受力分析图.
- ③ 列牛顿第二定律方程分量式并解之.
- ④ 讨论结果的合理性.

3. 牛顿第三定律

(1) 内容:当物体 A 以力 F 作用于物体 B 时,物体 B 必定同时以大小相等,方向相反的同一性质的力 F' 沿同一直线作用于 A 上.

(2) 数学表达式: $F = -F'$

应注意:

① F 和 F' 是作用在两个物体上的力,因此受力分析时不能抵消,它不是平衡力.② F 和 F' 是同一性质的力,且它与物体是否运动无关,只要物体间有相互作用就有作用力与反作用力存在.

牛顿运动定律是从大量实验中总结概括出来的,因此它也有成立条件:

① 第一、第二定律仅仅适用于惯性系,而第三定律没有涉及运动的描述,因此它适用于任何参考系.② 物体的运动速度要远远小于光速($v \ll c$),即平时所说的低速情况下.

三、几种常见的力

1. 万有引力

任何物体之间都存在着相互吸引力叫万有引力。

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} r_0$$

式中 $G = 6.670 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$, 称为万有引力常量。

2. 重力

地球对其表面附近物体的引力称为重力。

$$P = mg$$

3. 弹性力

两物体相互接触, 彼此发生形变, 形变物体力图恢复原来形状, 此时它们之间的作用力叫做弹性力。常见的有压力、支撑力、弹力等等。这里着重讲一下弹簧的弹性力, 如图 1-2 所示:

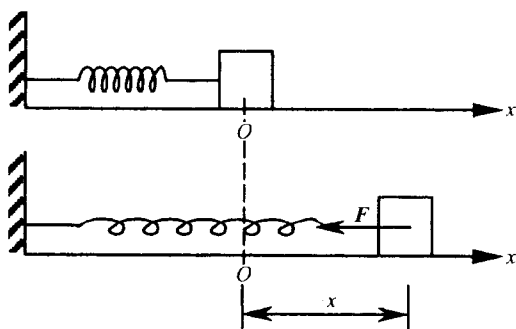


图 1-2

$$F = -kx$$

k 为弹簧劲度系数, “-” 表示弹性力方向与位移方向相反。

4. 摩擦力

(1) 滑动摩擦力. $f = \mu N$

滑动摩擦力比较简单, 其方向永远与运动方向相反。

(2) 静摩擦力: 其产生于两相互接触的物体之间存在相对运动的趋

势情况下,静摩擦力大小是可变的,它的最大值称为最大静摩擦力.

$$f_{\max} = \mu_0 N$$

μ_0 为静摩擦系数, N 为正压力. 静摩擦力 f 介于 0 和 $f_{\max}$ 之间, 即:

$$0 \leq f \leq f_{\max}$$

f 随外力的变化而变化, 一般情况它要比滑动摩擦力复杂, 因此处理时要小心.

典型例题解析

例 1-1 有一质点沿 x 轴作直线运动, 它的运动方程为:

$$x = 2t - t^2$$

试问: 哪些时间间隔质点沿 x 轴正方向运动? 哪些时间间隔质点沿 x 轴负方向运动? 并画出 $x-t$ 、 $v-t$ 、 $a-t$ 曲线.

解 质点的速度 $v = \frac{dx}{dt} = 2 - 2t$ (m/s)

质点的加速度 $a = \frac{dv}{dt} = -2$ (m/s²)

当 $t = 1$ s 时, 由 $v = 2 - 2t = 0$ 得质点的速度为零, 即当 $0 < t < 1$ s 时, 质点沿 x 轴正方向运动; 当 $t > 1$ s 时, 质点沿 x 轴负方向运动.

质点运动的 $x-t$ 、 $v-t$ 、 $a-t$ 曲线如图 1-3 所示:

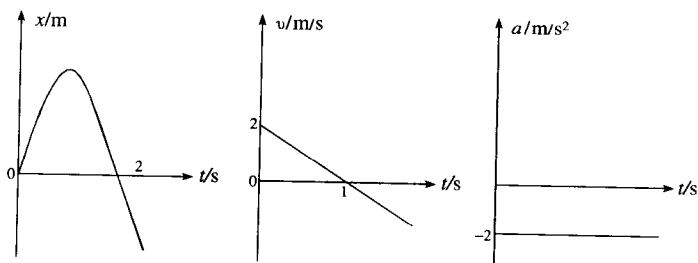


图 1-3

这类问题在分析时,关键是要找到质点速度方向改变的時刻,而

这一切又要求同学们会利用已学的知识:即已知 $x(t)$ 求 $v(t)$ 、 $a(t)$ 的表达式,从而得出正确的结论.此题是运动学部分的第一类问题.

例 1-2 已知质点运动方程 $\mathbf{r} = (2t - 3t^2)\mathbf{i} + (-4t^2 + t^3)\mathbf{j}$, $\mathbf{r}$ 的单位为 m, t 的单位为 s, 试求:

- (1) $t = 2\text{s}$ 时质点的坐标, 从 $t = 0$ 到 $t = 2\text{s}$ 质点的位移;
- (2) 前 2s 内质点的平均速度和平均加速度;
- (3) $t = 2\text{s}$ 时质点的速度和加速度.

解 由运动方程, 用微分法可求得速度和加速度的表达式分别为:

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = (2 - 6t)\mathbf{i} + (-8t + 3t^2)\mathbf{j}$$

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -6\mathbf{i} + (-8 + 6t)\mathbf{j}$$

- (1) 将 $t = 2\text{s}$ 代入运动方程得: $\mathbf{r}_2 = -8\mathbf{i} - 8\mathbf{j}$

同理可得 $t = 0$ 时, $\mathbf{r}_0 = 0$

而 $t = 0$ 到 $t = 2\text{s}$ 的位移由定义为

$$\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_0 = -8\mathbf{i} - 8\mathbf{j}$$

(2) 由平均速度的定义 $\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t}$ 可得 $t = 0$ 到 $t = 2\text{s}$ 的平均速度为

$$\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_0}{\Delta t} = \frac{-8\mathbf{i} - 8\mathbf{j}}{2} = -4\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$$

根据平均加速度的定义 $\bar{\mathbf{a}} = \frac{\Delta\mathbf{v}}{\Delta t}$, 需先求 $\Delta\mathbf{v} = \mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_0$, 因 $\mathbf{v}_0 = 2\mathbf{i}$,

$$\begin{aligned}\mathbf{v}_2 &= -10\mathbf{i} - 4\mathbf{j}, \text{ 所以 } t = 0 \text{ 到 } t = 2\text{s} \text{ 的平均加速度 } \bar{\mathbf{a}} = \frac{\Delta\mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_0}{\Delta t} \\ &= \frac{-12\mathbf{i} - 4\mathbf{j}}{2} = -6\mathbf{i} - 2\mathbf{j}\end{aligned}$$

- (3) 将 $t = 2\text{s}$ 代入 $\mathbf{v}(t)$ 、 $\mathbf{a}(t)$ 的表达式得

$$\mathbf{v}_2 = -10\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$$

$$\mathbf{a}_2 = -6\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$$

例 1-3 已知一质点沿 x 轴运动, 其加速度 $a = 6t(\text{SI})$, 已知 t