

2002年新版

海淀名师导学

海淀名题导练

海淀名卷传真

海淀名校链接

海淀备考 3+X

理科综合

啊！我考上
名牌大学了。



联合主编

化学特级教师	孙贵恕
数学特级教师	赵大梯
物理特级教师	王杏村
语文特级教师	张光珞
英语特级教师	林生香

民族出版社

北京市海淀区教育局特高级教师编写组
编写



理科综合

主 编

孙贵恕 北京海淀区教师进修学校副校长
王杏村 北京理工大学附中校长
北京科利华软件集团

化学特级教师
物理特级教师
副总裁

副主编

覃代伦 民族出版社民族教育编辑室主任
孙秉伟 首都师范大学出版社

副编审
编 审

编 写

郑合群 北京海淀育英中学高级教师
吕佳良 北京海淀卫国中学高级教师

海淀区物理学科带头人
海淀区化学学科带头人

何贯虹 满英杰 朱光英 苏秀珍

民族出版社

总 策 划 高贺福
编 委 会 主 任 赵建新
编委会副主任 阿里木江 朴文哲 高建中 孙贵恕 张光路 赵大悌 王杏村
委 员 赵建新 阿里木江 朴文哲 高建中 阿不都热合曼·阿拜
杨仁佳 高贺福 李有明 覃代伦 魏穆紫 孙秉伟 吴景岚
张光路 张光曜 孙贵恕 于仰民 于化行 吴凤茹 李东玖 赵大悌
王杏村 林生香
总 主 编 孙贵恕 张光路 赵大悌 王杏村 林生香
副 总 主 编 覃代伦 高贺福 李有明 王连云 高存明 司延亭 史明逊
李亚兰 孙秉伟
审 订 魏穆紫 陈 博 白 方 吴景岚 汤一原 吴 迪 孙秉伟 胡德荣
王连云 司延亭 高存明 王 薇 王 琴 史明逊 李亚兰 杜进富
张成水 傅 桦 宋爱国
总 发 行 人 高贺福 李有明 沙吾提·萨拉伊丁 牙库甫
监 印 才让加 朱月娥 张晓强 石小娟
工 作 人 员 覃代伦 彭素娥 千日 王欣 张国兵 姚晓丹 傅肇霞

图书在版编目 (CIP) 数据

海淀备考 3+X, 理科综合/孙贵恕, 王杏村主编. —北京: 民族出版社, 2002.2
ISBN 7-105-04937-5

I. 海… II. ①孙…②王… III. 理科 (教育) —课程—高中—试题—升学参考资料
IV. G632.479

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 006471 号

民族出版社出版发行
(北京市和平里北街 14 号 邮编 100013)

<http://www.e56.com.cn>

迪鑫印刷厂印刷

各地新华书店经销

2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月北京第 1 次印刷
开本 787×1092 毫米 1/16 印张: 19.625 字数: 376 千字
印数: 0001—5000 册 定价: 23.80 元

该书如有印装质量问题, 请与本社发行部联系退换
(总编室电话: 64212794; 发行部电话: 64211734)

目 录

第一部分

高考“3+X”物理导学导练总复习

第一单元 运动和力	(1)
“3+X”综合复习	(1)
“3+X”综合点拨	(5)
“3+X”题型剖析	(8)
“3+X”针对性训练	(12)
第二单元 动量 机械能	(16)
“3+X”综合复习	(16)
“3+X”综合点拨	(18)
“3+X”题型剖析	(19)
“3+X”针对性训练	(21)
第三单元 机械振动和机械波	(24)
“3+X”综合复习	(24)
“3+X”综合点拨	(26)
“3+X”题型剖析	(27)
“3+X”针对性训练	(29)
第四单元 电场 磁场	(32)
“3+X”综合复习	(32)
“3+X”综合点拨	(35)
“3+X”题型剖析	(35)
“3+X”针对性训练	(38)
第五单元 稳恒电流	(41)
“3+X”综合复习	(41)
“3+X”综合点拨	(42)
“3+X”题型剖析	(43)
“3+X”针对性训练	(46)

第六单元 电磁感应 交流电 电磁振荡和电磁波 ...	(48)
“3+X”综合复习	(48)
“3+X”综合点拨	(50)
“3+X”题型剖析	(51)
“3+X”针对性训练	(53)
第七单元 热学	(56)
“3+X”综合复习	(56)
“3+X”综合点拨	(58)
“3+X”题型剖析	(59)
“3+X”针对性训练	(61)
第八单元 光学 原子和原子核	(63)
“3+X”综合复习	(63)
“3+X”综合点拨	(67)
“3+X”题型剖析	(68)
“3+X”针对性训练	(69)

高考“3+X”化学导学导练总复习

一、基本概念和基本理论	(72)
“3+X”综合复习	(72)
“3+X”综合点拨	(82)
“3+X”题型剖析	(94)
“3+X”针对性训练	(96)
二、常见元素的单质及其重要化合物	(99)
“3+X”综合复习	(99)
“3+X”综合点拨	(106)
“3+X”题型剖析	(111)
“3+X”针对性训练	(112)
三、有机化学基础	(115)
“3+X”综合复习	(115)
“3+X”综合点拨	(117)
“3+X”题型剖析	(126)
“3+X”针对性训练	(127)
四、化学实验	(131)
“3+X”综合复习	(131)
“3+X”综合点拨	(131)

“3 + X”题型剖析·····	(137)
“3 + X”针对性训练·····	(139)
五、化学计算 ·····	(142)
“3 + X”综合复习·····	(142)
“3 + X”综合点拨·····	(142)
“3 + X”题型剖析·····	(146)
“3 + X”针对性训练·····	(147)

高考“3 + X”生物导学导练总复习

绪 论 ·····	(150)
“3 + X”综合复习·····	(150)
“3 + X”综合点拨·····	(150)
第一章 细胞 ·····	(152)
第一节 细胞的化学成分·····	(152)
“3 + X”综合复习·····	(152)
“3 + X”综合点拨·····	(153)
第二节 细胞的结构和功能·····	(154)
“3 + X”综合复习·····	(154)
“3 + X”综合点拨·····	(155)
第三节 细胞的分裂·····	(156)
“3 + X”综合复习·····	(156)
“3 + X”综合点拨·····	(157)
“3 + X”针对性训练·····	(158)
第二章 生物的新陈代谢 ·····	(164)
第一节 新陈代谢的概述·····	(164)
“3 + X”综合复习·····	(164)
“3 + X”综合点拨·····	(165)
第二节 绿色植物的新陈代谢·····	(166)
“3 + X”综合复习·····	(166)
“3 + X”综合点拨·····	(167)
“3 + X”针对性训练·····	(168)
第三节 动物的新陈代谢·····	(173)
“3 + X”综合复习·····	(173)
“3 + X”综合点拨·····	(174)
“3 + X”针对性训练·····	(174)
第三章 生物的生殖和发育 ·····	(179)

第一节 生物的生殖	(179)
“3+X”综合复习	(179)
第二节 生物的发育	(180)
“3+X”综合复习	(180)
“3+X”综合点拨	(180)
“3+X”针对性训练	(181)
第四章 生命活动的调节	(187)
第一节 植物的生命活动调节	(187)
“3+X”综合复习	(187)
第二节 动物的生命活动调节	(187)
“3+X”综合复习	(187)
“3+X”综合点拨	(188)
“3+X”针对性训练	(189)
第五章 遗传和变异	(193)
第一节 遗传物质的基础	(193)
“3+X”综合复习	(193)
“3+X”综合点拨	(194)
第二节 遗传的基本规律及伴性遗传	(194)
“3+X”综合复习	(194)
“3+X”综合点拨	(196)
第三节 生物的变异	(197)
“3+X”综合复习	(197)
“3+X”综合点拨	(197)
“3+X”针对性训练	(198)
第六章 生命的起源和生物的进化	(204)
“3+X”综合复习	(204)
“3+X”针对性训练	(204)
第七章 生物与环境	(208)
第一节 生物与环境的关系	(208)
“3+X”综合复习	(208)
第二节 种群、群落和生态系统	(209)
“3+X”综合复习	(209)
第三节 环境保护	(209)
“3+X”综合复习	(209)
“3+X”针对性训练	(210)

第二部分

海淀 2002 年“3 + X”高考综合模拟训练及测试

海淀 2002 年“3 + X”高考物理综合能力模拟试卷(一)	(215)
海淀 2002 年“3 + X”高考物理综合能力模拟试卷(二)	(221)
海淀 2002 年“3 + X”高考化学综合能力模拟试卷(一)	(227)
海淀 2002 年“3 + X”高考化学综合能力模拟试卷(二)	(234)
海淀 2002 年“3 + X”高考生物综合能力模拟试卷(一)	(241)
海淀 2002 年“3 + X”高考生物综合能力模拟试卷(二)	(247)
海淀 2002 年“3 + X”理科综合能力测试题(一)	(254)
海淀 2002 年“3 + X”理科综合能力测试题(二)	(262)
海淀 2002 年“3 + X”理科综合能力测试题(三)	(271)

第三部分

参考答案及评分标准

物理“3 + X”针对性训练参考答案和评分标准	(280)
化学“3 + X”针对性训练参考答案和评分标准	(282)
生物“3 + X”针对性训练参考答案和评分标准	(284)
海淀 2002 年“3 + X”高考物理综合能力模拟试卷(一)	
参考答案及评分标准	(288)
海淀 2002 年“3 + X”高考物理综合能力模拟试卷(二)	
参考答案及评分标准	(291)
海淀 2002 年“3 + X”高考化学综合能力模拟试卷(一)	
参考答案及评分标准	(295)
海淀 2002 年“3 + X”高考化学综合能力模拟试卷(二)	
参考答案及评分标准	(297)
海淀 2002 年“3 + X”高考生物综合能力模拟试卷(一)	
参考答案及评分标准	(298)
海淀 2002 年“3 + X”高考生物综合能力模拟试卷(二)	
参考答案及评分标准	(299)
海淀 2002 年“3 + X”理科综合能力测试卷(一)参考答案及评分标准	(300)
海淀 2002 年“3 + X”理科综合能力测试卷(二)参考答案及评分标准	(302)
海淀 2002 年“3 + X”理科综合能力测试卷(三)参考答案及评分标准	(304)

第一部分

高考“3+X”物理导学导练总复习

第一单元 运动和力

“3+X”综合复习

一、质点的运动

机械运动、质点的概念、区分位移和路程：位移是高中物理学引入的第一个矢量，由位移矢量再引出速度矢量，再引出加速度矢量。理解时刻和时间（间隔）。

二、直线运动

1. 匀速直线运动、区分速度和速率、掌握位移公式 $s = vt$ 、理解 $s-t$ 图和 $v-t$ 图。速度表 (Speedindicator) 指示的是(瞬时)速率。

2. 变速直线运动

(1) 平均速度 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 求平均速度必须明确，它是在哪段时间内的或是在哪一段位移上的。

(2) 瞬时速度，指的是质点在某一时刻或某一位置的速度。它是表示物体运动状态(快慢和方向)的物理量。

3. 匀变速直线运动

$$v = v_0 + at \quad (\text{末速公式}) \leftrightarrow \text{加速度 } a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (\text{位移公式})$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as \quad (\text{辅助公式})$$

$$s = \frac{v_0 + v}{2} t \quad (\text{用平均速度求位移的公式})$$

上述公式中共出现五个物理量：初速度 v_0 、末速度 v 、加速度 a 、时间 t 和位移 s 。四个方程中只有两个是独立的，因此匀变速直线运动问题有确定的解，必须是以上五个物理量中知道其中任意三个，求其他两个。

掌握匀变速直线运动的速度——时间图象($v-t$ 图)，为一过坐标原点($v_0 = 0$)或不



过坐标原点 ($v_0 \neq 0$) 的倾斜的直线。直线和横轴夹角 α 的正切 $\tan \alpha$ 在数值上等于加速度 a ；直线和横轴围成的面积 s 在数值上表示位移 s_0 。

三、运动的合成和分解

质点对于人所选定的参考系有可能同时参与几个彼此独立的运动，每一个独立的运动都叫分运动，而质点对于参考系的实际运动叫合运动。已知各分运动求合运动，叫做运动的合成。反过来，已知合运动求分运动，叫做运动的分解。运动的合成和分解包括：

(1) 位移的合成与分解：图 P-1(a) 中， s_1 、 s_2 为分位移， s 为合位移；

(2) 速度的合成与分解：图 P-1(b) 中， v_1 、 v_2 为分速度， v 为合速度；

(3) 加速度的合成与分解：图 P-1(c) 中， a 是单摆在竖直平面内由最大位移处向平衡位置振动过程中的加速度， a_t 是单摆沿切线方向的(分)加速度——在单摆的简谐运动中指向平衡位置， a_n 是单摆沿半径方向的(分)加速度——单摆沿圆弧运动的向心加速度，在过平衡位置时， $a_t = 0$ ， $a = a_n$ 。

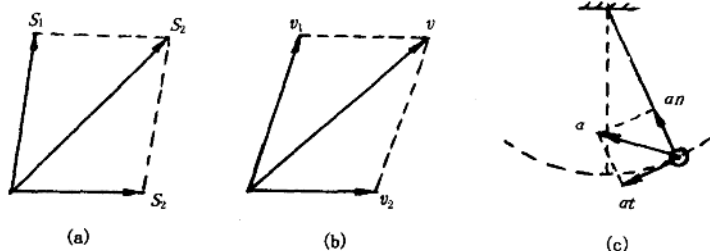


图 P-1

四、曲线运动

曲线运动中质点的速度方向沿运动轨迹的切线方向。凡是曲线运动，必有加速度。

1. 平抛运动(匀变速运动)

平抛运动可以看成是水平方向的匀速运动和竖直方向的自由落体运动的合成。平抛运动的规律为(图 P-2)

$$\begin{aligned} \text{坐标} \begin{cases} \text{水平位移 } x = v_0 t, \\ \text{竖直位移 } y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} & \quad \text{位移 } s = \sqrt{x^2 + y^2} \\ \text{速度} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = g t \end{cases} & \quad v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2} \\ \text{加速度 } a = g & \quad \tan \theta = \frac{g t}{v_0} \end{aligned}$$

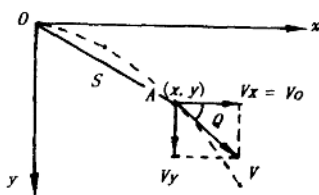


图 P-2

2. 匀速圆周运动(非匀变速运动或变加速运动)

$$\text{角速度 } \omega = \frac{\theta}{t} (\text{rad/s 或 } 1/\text{s}) \quad (\text{线)速度 } v = \frac{s}{t}$$

周期 T ，用周期表示角速度和线速度

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad v = \frac{2\pi r}{T} = r\omega$$

匀速圆周运动的加速度 a 时刻沿半径指向圆心(因此取名向心加速度)，如图 P-3 所



示,其大小为:

$$a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = v\omega$$

五、力 物体的平衡

1. 力是物体间的相互作用,力有三要素,力是矢量。力学中常见的三种力“重力、弹力、摩擦力”的特点。

2. 力的合成与分解

力的合成与分解是一种等效的概念,是所有矢量的运算法则。如图 P-4(a) 所示,力的合成与分解都遵循平行四边形定则,也可简化为三角形定则,如图(b) 所示。

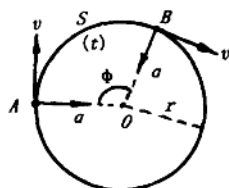


图 P-3

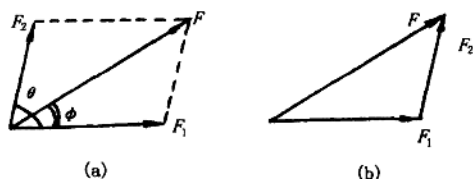


图 P-4

(1) 力的合成:合力大小 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

方向:合力 F 与其中一个分力 F_1 的夹角为 θ (图 P-4(a)), $\tan\theta = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$ 。当 $\theta = 90^\circ$ 时, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$, 特别注意 F, F_1, F_2 是否构成勾股数;当 $F_1 = F_2$ 时,上述 F 的一般式简化为 $F = 2F_1\cos\frac{\theta}{2}$ (平行四边形化为菱形)

(2) 力的分解:是力的合成(矢量的加法)的逆运算。已知力 F , 求它的两个分力 F_1, F_2 , 解是不定的,或者说有无数组解。要有确定的解,必须附加条件。其中用的最多的是已知力 F 和它的两个分力的方向,求这两个分力的大小。特别是当两个分力的方向互相垂直时,就构成所谓正交分解法。通常选两个互相垂直的方向(往往是自然方向)把一个力分解。如图 P-5 所示,把力 F 沿 x 轴和 y 轴分解成两个分力 F_x 和 F_y , 有时为方便起见而不画箭头。 F_x, F_y 也称力 F 的“分量”: $F_x = F\cos\varphi, F_y = F\sin\varphi, \tan\varphi = F_y/F_x$ 。

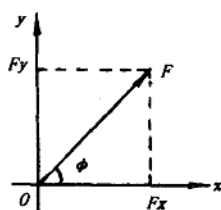


图 P-5

3. 物体的平衡

(1) 在共点力作用下物体的平衡条件是它所受的合力为零。用公式表达为

$$\vec{F}_{\text{合}} = \sum_i \vec{F}_i = 0 \quad (\text{矢量式}) \quad \text{或} \quad \begin{cases} F_x = \sum_i F_{ix} = 0 \\ F_y = \sum_i F_{iy} = 0 \end{cases} \quad (\text{标量式})$$

(2) 有固定转动轴的物体的平衡条件是它所受力矩的代数和为零。用公式表达为

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0 \quad \text{或} \quad \sum_i M = 0$$

上述平衡条件也可叙述为：所有顺时针力矩的和等于所有逆时针力矩的和。即

$$\sum M_{\text{顺}} = \sum M_{\text{逆}}$$

六、牛顿运动定律

1. 牛顿第一定律指明，在不受外力作用的情况下，物体将保持静止状态或匀速直线运动。惯性是自然界一切物体的固有属性——物体具有保持自身运动状态不变的性质。实际上，我们看到的物体静止或做匀速直线运动，是物体受了平衡力的作用。

2. 牛顿第二定律指明，物体加速度的大小跟合外力的大小成正比，跟物体本身的质量成反比。加速度的方向跟合外力的方向相同。用公式表达为 $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

或 $\vec{F} = m\vec{a}$ 写成标量式为
$$\begin{cases} F_x = \sum_i F_{ix} = ma_x \\ F_y = \sum_i F_{iy} = ma_y \end{cases}$$

如果选取加速度 a 的方向为 x 轴，则上式可写成

$$\begin{cases} F_x = \sum_i F_{ix} = ma \\ F_y = \sum_i F_{iy} = 0 \end{cases}$$

① 牛顿第二定律具有瞬时性：某一时刻的外合力 $F_{\text{合}}$ 对应看某一时刻的加速度 a 。 $F_{\text{合}}$ 变则 a 也变； $F_{\text{合}}$ 不变则 a 也不变。

② 牛顿第二定律进一步揭示出，质量是物体惯性大小的唯一量度。这一点直接从该定律的表达式 $\vec{a} = \vec{F}/m$ 看出：同样大小的力 F 作用在质量 m 的不同物体上时，质量 m 大的物体其加速度 a 小。

3. 牛顿第三定律指明的是物体间作用的相互性，以及作用力与反作用力之间的关系： $F_{12} = -F_{21}$

式中 F_{12} 为物体 1 对物体 2 的作用力， F_{21} 为物体 2 对 1 的作用力。

作用力和反作用力是同种性质的力，它们同时产生同时消失。作用力和反作用力是作用在两个不同物体上的，它们根本谈不上平衡，它们会各自产生各自的效果。

七、万有引力定律 人造地球卫星

1. 万有引力定律
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

其中引力恒量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 。该公式适用于①两个质点；②一个质点与一个均质球， r 为质点到球心的距离；③两个均质球， r 为两球的球心距。

2. 人造卫星

用万有引力定律处理人造地球卫星问题，实质上就是用牛顿第二定律把万有引力定律和匀速圆周运动的运动学规律（尤其是向心加速度 $a = v^2/r = \omega^2 r$ ）联系起来，列出方程：

$$G = \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r} \quad \text{由于} \quad a = \omega^2 r = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$



所以上述牛顿第二定律的方程改写为 $G \frac{Mm}{r^2} = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} r$

上面两方程中 m 为卫星的质量, M 表示地球质量, r 表示卫星匀速圆周运动的半径(从卫星到地心的距离), T 为卫星的周期。

由上述方程可得人造卫星线速度的表达式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

可见,卫星绕地球运行的速率 v 跟卫星运转半径 r 的平方根成反比。即 r 越小,线速度 v 越大; r 越大,线速度 v 越小。特别是,在地面附近运行的卫星,其圆轨道半径 r 近似等于地球半径 $R_{地}$,它的线速度大小称为第一宇宙速度,它等于

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_{地}}} = \sqrt{\frac{GM}{R_{地}^2} \cdot R_{地}} = \sqrt{gR_{地}}$$

取 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $R_{地} = 6400 \text{ km} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$, 得 $v_1 = 7.9 \times 10^3 \text{ m/s} = 7.9 \text{ km/s}$ 。

“3+X”综合点拨

一、重视位移这一概念,注意区分位移和路程

1. 位移是在某一运动过程中,从起点指向终点的有向线段。位移是矢量,它既有大小又有方向。如图 P-6(a) 所示,质点从 A 点出发,沿曲线先后运动到 B 点和 C 点。那么,从 A 点运动到 B 点这一过程的位移是有向线段 $\vec{AB}(\vec{s}_1)$;从 B 点到 C 点的位移是有向线段 $\vec{BC}(\vec{s}_2)$;而从 A 到 C 点的位移则是有向线段 $\vec{AC}(\vec{s})$ 。并且有

$$\vec{s}_1 + \vec{s}_2 = \vec{s} \quad (\text{矢量和})$$

因此,谈到位移,必须明确是从哪一点(起点)到哪一点(终点)的。弄错起点或终点,考虑位移时就会出错。

2. 在直线运动中,涉及位移时也可能遇到麻烦。如图 P-6(b) 所示,在距地面某一高度处的 A 点,以速度 v_0 将一小球竖直上抛。不计空气阻力,小球的位移 h 按公式

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

计算。当小球位于抛出点 A 的上方($t < 2v_0/g$)时, $h > 0$ (例如小球过 B 点);当小球运动至 A 点下方($t > 2v_0/g$)时, $h < 0$ (例如小球过 C 点)。

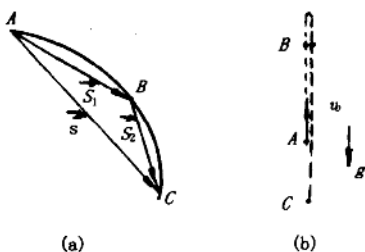


图 P-6

二、深入理解加速度这一概念,注意区分速度和加速度

加速度按下式定义或度量: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ 写成标量式为 $a = \frac{v - v_0}{t}$

a 是速度变化 $\vec{v} - \vec{v}_0$ 和所用时间 t 的比值。它表示运动质点速度变化的快慢和变化的方向,它是速度对时间的变化率。 a 是连系运动学和动力学的“桥”。

从运动学的角度看,有加速度的条件是有速度变化。从动力学的角度看,有加速度的

条件是质点受到的合外力不为零。物体的速度很大,但加速度可能为零。物体的速度(瞬时)等于零,但加速度可能不为零。

加速度 a 与合外力 $F_{\text{合}}$ 存在着瞬时正比关系(牛顿第二定律),而速度 v 则与合外力 $F_{\text{合}}$ 没有直接的关系。由关系式 $v - v_0 = at$ 可以看出,发生速度变化($v - v_0 \neq 0$)有两个必要条件,一要有加速度(合外力不为零),二要持续一段时间 t 。

三、运动的合成与分解有两条基本特性

1. 合运动与分运动具有对时间的共有性(也称等时性):根据运动的合成与分解的概念可知,合运动通过合位移的时间与各分运动通过各分位移的时间是共有的,当然这些时间也一定是相等的。

2. 运动的互不相干原理:每一个分运动都遵从牛顿第二定律,与其他分运动是否存在无关。这是力的独立作用原理(每一个分力各自产生分加速度,与其他分力的存在与否无关)在运动学中的体现。

3. 掌握典型的运动合成的情况:

(1) 在同一条直线上的两个直线运动的合成一定是直线运动。例如:竖直上抛运动可以看成是一个竖直向上的匀速直线运动(速度等于上抛的初速)和自由落体运动的合成。

(2) 两个互成角度(正交或斜交)的匀速直线运动的合运动,仍然是匀速直线运动。例如,在匀速流动的河水中,船相对水做匀速直线运动渡河,则船相对于岸也是匀速直线运动。

(3) 一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动二者正交或斜交,它们的合运动不再是直线运动,而是抛物线运动。最典型的例子是平抛和斜抛物体的运动,电学中带电粒子垂直射入匀强电场后的运动等。

(4) 两个正交或斜交的匀变速直线运动的合成,结果一定是匀变速运动。但轨迹可能是直线,也可能是曲线(抛物线)!这一点最容易搞错。特举例如下:

在图 P-7(a) 中,质量为 m 的小球带正电,电量为 q ,用丝线悬挂于沿水平方向的匀强电场中,场强为 E ,小球处于静止状态。这时,小球在重力 mg 、电场力 qE 及丝线拉力 T 的共同作用下平衡。如果突然烧断丝线,小球将沿 mg 与 qE 的合力 $F_{\text{合}}$ 的方向做初速度为零的匀加速直线运动,这个运动可以看成是水平方向初速度为零、加速度为 $a_{11} = qE/m$ 的匀加速直线运动,与竖直方向的自由落体运动的合运动,合运动的加速度为 $a = \sqrt{g^2 + (\frac{qE}{m})^2}$

图 P-7(b) 所示的情况是把图(a)中的初始条件做了变动:把小球拉到与平衡位置成

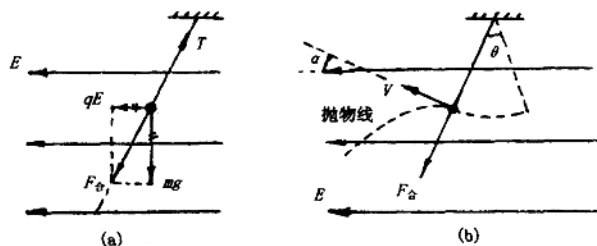


图 P-7



θ 角的位置,然后无初速地释放,待小球以速度 v 经过平衡位置时再把丝线烧断。此后,小球将做抛物线运动,实际上小球同时参与了两个运动:水平方向上是初速为 $v \cos \alpha$ 的匀加速直线运动($a_{11} = qE/m$),竖直方向为初速是 $v \sin \alpha$ 的上抛运动。可见,这两个正交的匀变速直线的合运动不再是直线运动,而是曲线运动。

四、用牛顿定律解题的要点和技巧

1. 明确两大类基本问题

2. 理解初始条件:初速度 v_0 、起始坐标(x_0, y_0)。合外力 F 相同,只因 v_0 不同,运动轨迹可能是直线,也可能是曲线。为了求出位移,必须知道初始坐标(x_0, y_0), x_0, y_0 不一定是零。

3. 用牛顿定律解题的大体步骤:

(1) 确定研究对象:根据解决问题的需要来选取研究对象。它可以是一个物体,也可以是物体的一部分,还可以是几个物体组成的系统。只分析研究对象(也叫隔离体)的受力情况。在力学范围内,找力的顺序是“一重二弹三摩擦”;在整个高中物理的范围内,找力的顺序是“一场力、二接触力”。

(2) 画出研究对象的受力图,必要时画出运动图(v, a 的方向)。 v 的方向可以帮助你找出摩擦力、阻力的方向; a 的方向可帮你找出合外力的方向——以利于找出未知的力,或列牛顿第二定律的方程——通常以 a 的方向定为正方向为方便。

(3) 往往选两个互相垂直的自然方向(水平方向和竖直方向,或轨迹的切线方向和法线方向),列出运动方程:

$$\begin{cases} \sum F_x = ma_x \\ \sum F_y = ma_y \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} \sum F_x = ma \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

(4) 解方程,检验解的正确性。必要时,对解做出分析、讨论。

五、超重和失重的研究

关键是建立正确的概念及找到行之有效的方法:

1. 超重和失重指的是不是物体所受重力 mg 的变大或变小(在空间某一不大的区域内, g 值不变,因而重力 mg 也不变)。超重和失重的物理实质是:物体对支持物的压力或对悬挂物的拉力(也称“视重”)的变大或变小。

2. 在超重或失重现象中,起决定作用的是加速度,而速度不起作用:出现超重或失重现象的条件是物体及其关联物(支持物或悬挂物)相对于地面做加速运动。是超重还是失重,要看加速度的方向,与速度方向无关。

(1) 如果升降机或宇宙飞船的加速度竖直向上(包括加速上升或减速下降两种情况),如图 P-8 所示,则物体处于超重状态。

(2) 如果升降机的加速度竖直向下,如图 P-9 所示,则物体处于失重状态。

请读者注意图 P-8、P-9 中,列牛顿第二定律方程的技巧:根据运动图中 a 的方向(即合力方向)列方程(选 a 的方向为正方向):合外力等于 ma 。这样可以使方程中的 a, g, N 都代表矢量的大小,避免出现“负号”——易导致错误。



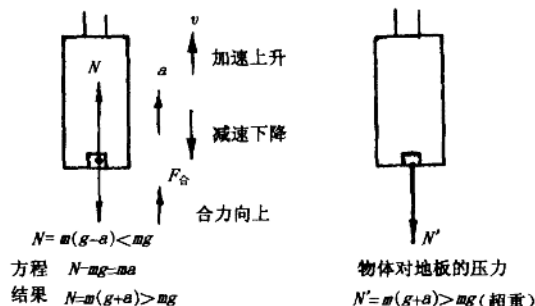


图 P-8

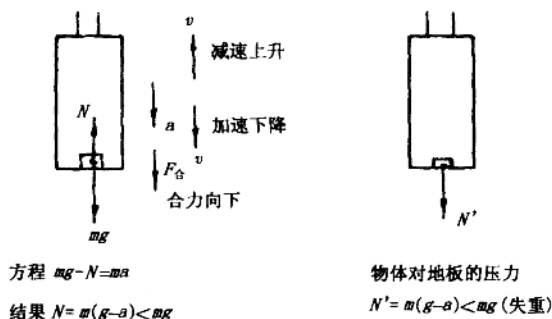


图 P-9

“3+X” 题型剖析

【例1】 1999年11月20日我国成功发射和回收了“神舟”号实验飞船。该火箭起飞时质量为 $2.02 \times 10^5 \text{ kg}$ ，起飞推力为 $2.75 \times 10^6 \text{ N}$ ，火箭发射塔高 100 m 。则火箭起飞时的加速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ ；在火箭推力不变的情况下，若不考虑空气阻力及火箭质量的变化，火箭起飞后，经 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$ 飞离火箭发射塔。(参考公式及常数： $F_{\text{合}} = ma$ ， $v_t = v_0 + at$ ， $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ， $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

剖析：本题的特点主要是结合我国当代科学技术的发展。火箭的理论和技術都是很复杂的，但在本题假设的条件下，用高中力学知识不难解出答案。起飞时，火箭受竖直向上的推力 F 及竖直向下的重力 mg ，据牛顿第二定律列方程。

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{F - mg}{m} = \frac{F}{m} - g = \frac{2.75 \times 10^6}{2.02 \times 10^5} - 9.8 = 3.8 (\text{m/s}^2)$$

推力、质量都认为不变，加速度也不变，火箭起飞后做匀加速直线运动(初速 $v_0 = 0$)。据位移公式 $s = \frac{1}{2} at^2$ ，得飞离发射塔的时间 $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 100}{3.8}} \approx 7.3 (\text{s})$

【答案】 3.8 , 7.3



【例2】某消防队员从一平台上跳下,下落2m后双脚触地。接着他用双腿弯曲的方法缓冲,使自身重心又下降了0.5m,在着地过程中地面对他双脚的平均作用力估计为

()

- A. 自身所受重力的2倍 B. 自身所受重力的5倍
C. 自身所受重力的8倍 D. 自身所受重力的10倍

剖析:本题的第一道“关卡”是能分清前后两个不同的物理过程:(1)下落2m为自由落体运动;(2)着地后重心又下降了0.5m,这是减速运动。在此过程中,人除受重力外,还受地面给他的向上的作用力。此题有一定难度,主要是难在对第二个过程的处理上,该过程按匀减速直线运动计算,算出的加速度是平均加速度,然后再用牛顿定律求出地面对人双脚的平均作用力。下面为解算过程:

第一阶段自由落体运动的末速度 v 可用辅助公式求出

$$v^2 = 2gh \quad \cdots \cdots \textcircled{1} \quad \text{其中 } h = 2\text{m}$$

第二阶段做匀减速运动的加速度大小 a ,可由辅助公式求得

$$v_i^2 - v_0^2 = -2as \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

注意这里的 v_0 就是自由落体运动的末速 v ,而这里的末速 $v_i = 0$ 。 $s = 0.5\text{m}$

由①和②解出平均加速度的大小 $a = \frac{v^2}{2s} = \frac{2gh}{2s} = g \frac{h}{s} = g \cdot \frac{2}{0.5} = 4g$

在向下的匀减速运动中,人的加速度 a 朝上,如图 P-10 所示。据牛顿第二定律,地对人双脚的平均作用力 $\bar{N}$ 与人自身所受的重力 mg 的合力也向上。以向上为正方向,列出牛顿第二定律的方程:

$$\bar{N} - mg = ma \quad \cdots \cdots \textcircled{3}$$

解得 $\bar{N} = m(g + a) = 5mg$

【答案】 B

【例3】据报道,某航空公司有一架飞机,在正常航线上做水平飞行。由于突然受到强大的竖直气流的作用,使飞机在10s内下降的高度为1700m,造成众多乘客和机组人员的伤害事故。如果只考虑飞机在竖直方向上的运动,且认为这一运动是匀变速直线运动,取 $g = 10\text{m/s}^2$,为使乘客不脱离座椅,乘客所系安全带必须提供的拉力应是乘客体重的

()

- A. 1倍 B. 1.7倍 C. 2.4倍 D. 3.4倍

剖析:本题涉及我国高速发展的航空事业。理论联系实际。应用所学知识观察、分析、处理现实问题,是应变能力和创新能力的体现。

本题已说明,飞机的下降运动可认为是竖直方向的匀变速直线运动。确切地说,是飞机沿竖直方向做初速为零的匀加速直线运动。据运动的互不相干原理,飞机水平飞行的速度不影响竖直方向的运动。由位移公式 $s = \frac{1}{2}at^2$,解得竖直向下的加速度

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 1700}{10^2} = 34(\text{m/s}^2) = 3.4g$$

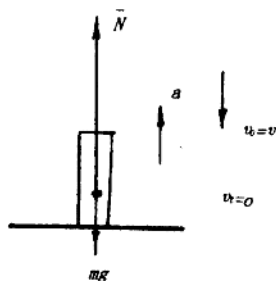


图 P-10