

国家级示范高中



启东中学内部讲义 高考物理专题教程

走向清华、北大

江苏省启东中学是国家级示范高中，近年来，全校高考成绩始终在全省乃至全国处于领先地位。在2001年高考中，全校理科生平均分为597.12，文科生平均分为593.40，分列江苏省第三和第一位；全校本科上线率达99.6%，重点大学的上线率达96.9%，列江苏省第一位；学校的一个班中，有12名同学考取清华大学，3名同学考取北京大学，该班高考平均分高达646分，列全国第一；全校有39人列入教育部公布的2001年保送生名单，遥遥领先于全国所有重点中学。

丛书主编 / 启东中学校长 王生

奥林匹克

江苏省启东中学

QIDONG FOREIGN LANGUAGE SCHOOL

中国大百科全书出版社

启东中学内部讲义

高考物理专题教程

Gao Kao Wu Li Zhuan Ti Jiao Cheng

《启东中学内部讲义》编委会

丛书主编:王生 (江苏省启东中学校长兼党总支书记、特级教师、教育管理博士)

丛书副主编:王安平 (江苏省启东中学党总支副书记)

黄炳勳 (江苏省启东中学副校长)

钱宏达 (江苏省启东中学副校长)

徐慕家 (江苏省启东中学党总支副书记)

丛书执行主编:张国声 (江苏省启东中学教育科学研究室副主任)

丛书编委:王生 王安平 黄炳勳 钱宏达 徐慕家 杨正杰 陈杰 陈仲刘

黄菊 卢卫忠 黄祥 范小辉 沈平 陆斌 汤宏群 张国声

顾云松 邢正贤 邢标 吴伟丰 陈允飞 谢光明 邱志明 曹瑞彬

本册主编:邢标

本册编委:邢标 王健森 张辉 王浴敬 陆建红

(以上作者分别为江苏省启东中学各学科特高级教师及奥赛金牌教练)

* * * * *

丛书总编:毛文凤 (华东师范大学哲学博士)

中国大百科全书出版社

图书在版编目(CIP)数据

启东中学内部讲义·高考物理专题教程/王生主编. - 北京:中国大百科全书出版社,2002.1

ISBN 7-5000-6517-5

I. 高… II. 王… III. 物理课-高中-升学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 084682 号

责任编辑:王玉玲

封面设计:可一

启东中学内部讲义
高考物理专题教程

*
中国大百科全书出版社出版发行

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

(北京阜成门北大街 17 号 邮编:100037)

安徽芜湖金桥印刷有限责任公司印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 14.75 字数 240 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-10,000 册

ISBN 7-5000-6517-5/C·414

定 价:16.50 元

序

王生

“3+X”是我国高校招生考试制度改革的重要举措，这一举措在考试内容上突出了对学生能力和综合素质的考查。这一改革的根本目的是为了全面推进以德育为核心，以创新精神和实践能力培养为重点的素质教育，从而减轻学生过重负担，提高教学质量和效果。

教学质量是怎么来的？教学质量是在教学过程中产生的，备课、上课、作业、辅导、复习、考查等若干教学环节，环环相扣组成教学单元；若干教学单元首尾相接组成一定的教学周期；若干教学周期循环往复，螺旋上升，构成完整的教学过程。我们这套高考复习资料就是从如何进一步地提高教学质量入手，配以我校广大教师对新高考模式的深入研究编写的，因而具有极强的针对性、指导性、实战性。

近几年来，江苏省启东中学全面贯彻党的教育方针，把“坚持全面发展，培养特色人才，为学生的终身发展奠基”作为自己的办学理念，积极实施素质教育，教育教学工作一年一个新台阶，创造出一个又一个让世人瞩目、使国人鼓舞的辉煌业绩。学校连续多年在全国数、理、化、生等学科竞赛中独占鳌头，高考本科上线率接近100%，其中重点大学上线率超过95%。继去年我校创造了一个班有10名同学考取清华大学的奇迹后，2001届高三取得的成绩更是令人惊叹不已：一个班有12名同学考取清华大学，3名同学考取北京大学，班高考平均分达646分；在教育部公布的今年符合保送条件的学生名单中，我校以39人遥遥领先于全国所有重点中学；2001届全校理科均分597.12，文科均分593.40，比省平均线高出97.12分和113.4分，分别列全省第三、第一，本科上线率达99.6%，其中重点大学上线率达96.9%。

2001年7月上旬，从土耳其安塔利亚市和美国华盛顿分别传来喜讯，在刚刚结束的第32届国际中学生物理奥林匹克竞赛和第42届国际中学生数学奥林匹克竞赛中，我校高三学生施陈博和陈建鑫双双夺得金牌，这是我校继毛蔚、陈宇翔、蔡凯华、周璐同学在国际中学生学科竞赛中夺得两金两银之后，在素质教育中取得的又一丰硕成果，三年取得“四金二银”的优秀成绩，为我校教育创下新的辉煌。

在实行高校招生制度改革的过程中,更新教学资料、改革教学方法、探索教学模式、提高教学质量是摆在广大教育工作者面前的一项重要而紧迫的工作。为此,我们组织学校一线教师系统整理编写了这套高考一、二、三轮复习资料,该套资料全面总结了我校近几年来高三一线教师教学方面的智力成果,较好地应答了在新的高考形势下,如何提高学生的知识水平、能力水平和素质水平。总结这些经验,将会使名校的教育资源在更大范围内得以推广和利用,同时也方便了很多一直向我校索要试卷及资料的其他兄弟学校。因此,这套丛书的编写工作,我觉得很有意义。

全套资料按高三的教学和复习进度,分成一、二、三轮,其中每轮又分语文、数学、英语、政治、历史、地理、物理、生物、化学、文科综合、理科综合和文理大综合等分册。各册编写教师经过不断推敲、反复斟酌,认真梳理,努力使各分册从形式到内容都适应高考的要求。全套资料从培养学生创新能力和实践能力出发,精编、精选、精析了大量试题,其中包括了我们学校这么多年来之所以取得骄人战绩的“内部原创题”,现在我们把这些经验和“秘笈”毫无保留地奉献出来,希望它们能成为广大考生叩开大学之门的成功法宝。

最后,我们由衷地企盼这套由我们学校第一次正式出面组织编写的高考复习资料能对广大备考师生有所裨益,同时也希望广大师生多提宝贵意见和建议,我们将及时修订改正,推陈出新,奉献社会。

(作者系江苏省启东中学校长兼党总支书记、特级教师、教育管理博士)

编写说明

《启东中学内部讲义·高考各科专题教程》丛书，共分语文、数学、英语、物理、化学、生物、政治、历史、地理九个分册。各分册的编写人员均是我们启东中学从事高三教学的骨干教师，我们根据多年来实际带班复习的经验，以专题归类的形式把高中各科繁杂的内容明晰化、条理化、概念化、规律化；专题关注各学科高考重点、热点、难点，突出学科知识在时代、社会、科技中的运用，专题后面配有强化训练，让同学们在训练中熟记考试内容，掌握应试技巧，提高综合素质。

丛书编写依据《教学大纲》和《考试说明》的要求，贴近教学实际，贴近高考，充分体现了高考二轮复习的系统性、深刻性、启发性、层次性和科学性，有很强的可操作性。

丛书编写过程中，我们注重学科知识点与面的结合，试题编制巧妙，题型新颖，设计规范，立意创新，答案科学，资料详实，并最大程度地体现今后高考改革命题方向，实为广大高考师生不可或缺的参考资料。

由于时间的限制，及作者本身认识和实践水平所限，本丛书中定有许多不足和疏漏之处，恳请广大读者提出批评和修改意见。

编者

目 录

专题一 力和运动	/1
第1讲 物体的运动	/1
第2讲 力与直线运动	/9
第3讲 力与曲线运动	/19
力和运动专题综合测试	/27
专题二 动量和能量	/30
第4讲 功和能	/30
第5讲 动量和动量守恒	/39
第6讲 动量和机械能综合	/45
动量和能量专题综合测试	/56
专题三 机械振动和机械波	/59
第7讲 机械振动与机械波	/59
机械振动和机械波专题综合测试	/68
专题四 热学	/71
第8讲 热学综合	/71
热学专题综合测试	/80
专题五 电磁学中的“场”	/83
第9讲 电场	/83
第10讲 磁场和复合场	/93
电磁学中的“场”专题综合测试	/102
专题六 电磁学中的“路”	/105
第11讲 直流电路	/105
第12讲 交流电路及LC振荡电路	/113
电磁学中的“路”专题综合测试	/122
专题七 电磁感应与电磁学	/125
第13讲 电磁感应与电磁学综合	/125
电磁感应与电磁学专题综合测试	/134
专题八 光学与原子物理	/137
第14讲 几何光学	/137
第15讲 物理光学、原子物理综合专题	/146
光学与原子物理专题综合测试	/155
专题九 实验	/157
第16讲 高中物理实验概述和演示实验	/157
第17讲 高中物理学生实验	/165
实验专题综合测试	/181
专题十 物理与有关学科综合例举	/185
能力测试、单元综合测试参考答案及说明	/195

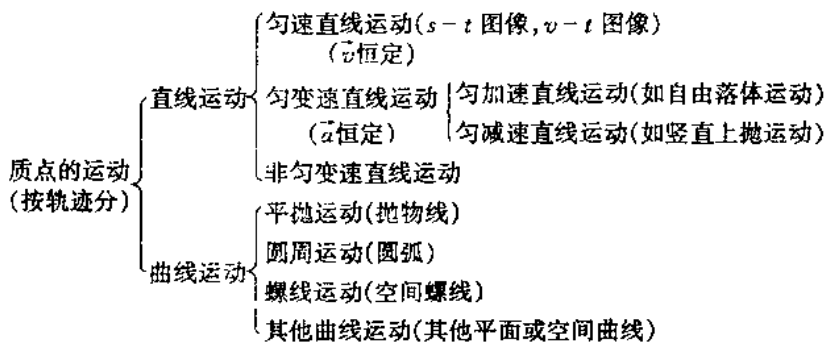
专题一 力和运动

第1讲 物体的运动

言 纳 要 求

1. 理解机械运动、质点的含义。
2. 熟练应用位移、路程、速度、加速度等物理量描述物体的运动。
3. 熟练应用公式定量描述匀速直线运动和匀变速直线运动。
4. 理解 $s-t$ 、 $v-t$ 图像意义。
5. 应用运动的合成和分解的知识分析曲线运动规律,并对平抛运动和匀速圆周运动进行定量计算。

知 识 结 构



热 点 导 析

1. 匀变速直线运动公式间的关系

描述一段直线运动的物理量有 v_0, v_t, s, t, a 等,任知其中三个量,可用公式一次性运算出其他物理量。

匀变速运动的基本公式有 $v_t = v_0 + at, s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$; 导出公式有 $v_t^2 - v_0^2 = 2as, s = \frac{v_0 + v_t}{2}t, s_n - s_{n-1} = at^2$ 等,每个公式均有四种物理量。五条公式中只能任取两条公式组成的方程组才无重解。

2. 匀变速直线运动的解题技巧

匀变速直线运动使用一套公式,用 \vec{a} 内部的正负号区别匀加速和匀减速直线运动。有关初速度为零的匀加速运动的比例式可简化解题过程。匀减速运动的最后时刻,速度减为零,可以用反方向的初速度为零的匀加速公式计算,同理如竖直上抛运动的上升阶段可按下降阶段来处理。

正确描绘运动轨迹,巧妙选取对应公式,借助图像分析过程是解答运动学问题的常规思路。

3. 曲线运动的基本特点

曲线运动的加速度一定不为零。

平抛运动是匀变速曲线运动,平抛运动的初速度、末速度和速度增量方向各不相同。平抛运动的飞行

时间只由竖直方向决定。平抛运动的水平射程由竖直高度和水平初速度共同决定。包括匀强电场中带电粒子的类平抛运动在内同类运动均有如下特点,即末速度的反向延长线一定通过初速度方向上水平射程的中点。

匀速圆周运动问题的最大特点是周期性和重复性。匀速圆周运动角速度矢量恒定,线速度和向心加速度方向时刻在变化。

等距螺旋线运动可看成轴线方向的匀速直线运动和垂直轴线平面内的匀速圆周运动的合运动。处理复杂的运动过程可采用运动的分解。

典型例析

【例1】 物体以 12ms^{-1} 的速度冲上倾角为 30° 的斜面后,沿斜面向上做加速度值为 6ms^{-2} 的匀减速直线运动,求物体的位移为 9m 时的速度。

【解析】 物体沿倾角为 30° 的斜面向上运动,加速度的大小为 6ms^{-2} ,说明斜面粗糙,物体沿斜面上滑和下滑阶段加速度大小不等。

设物体与斜面间动摩擦因数为 μ

$$\text{则: } -g\sin\theta - \mu g\cos\theta = -6 \quad \text{①}$$

$$\mu = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

物体从斜面最高点下滑的加速度

$$a' = g\sin\theta - \mu g\cos\theta = 4\text{ms}^{-2} \quad \text{②}$$

对物体上升阶段应用运动学公式

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as \quad \text{③}$$

将 $v_0 = 12\text{ms}^{-1}$ $a = -6\text{ms}^{-2}$ $s = 9\text{m}$ 代入③式

得 $v_t = 6\text{ms}^{-1}$

同理,物体沿斜面上升的最大位移为:

$$s_{\max} = \frac{0^2 - v_0^2}{2a} = 12\text{m}$$

所以物体从最高点下滑 3m 时对原始出发点位移为 9m

$$v_t' = \sqrt{2a's} = \sqrt{2 \times 4 \times 3} = 2\sqrt{6}\text{ms}^{-1}$$

因 v_t' 与初速度反向,所以应取 $-2\sqrt{6}\text{ms}^{-1}$

【说明】 解答匀变速运动中可能有往复的运动,一定要注意转折点前后物体的受力情况是否相同,若相同,可用连续的匀变速运动解,若不同,应分段求解。运动学问题求出的解还应与物体的实际运动情况相符。如汽车以 20ms^{-1} 初速开始刹车,加速度为 -4ms^{-2} ,求刹车后 4 秒末和 6 秒末的位移,应分别为 48m 和 50m ,而不应均取 48m 。

【例2】 自高为 h 的塔顶自由落下 A 物,同时 B 物从塔底以初速度 v_0 竖直上抛,且 A 、 B 两物在同一竖直线上运动,不计空气阻力,试讨论 A 、 B 在下列情况下相遇时 v_0 应满足的条件。

- A. B 在上升途中与 A 相遇
- B. B 在上升到最高点时与 A 相遇
- C. B 在下降途中与 A 相遇
- D. B 即将着地时与 A 相遇

【解析】 两物在空中相遇的条件是两物在同一段时间内发生的位移大小之和为 h 。其中在 B 的最高点相遇是 B 分别在上升和下降阶段相遇的转折点。而 B 即将着地时与 A 相遇是两物在空中相遇的边界点。

所以先解 B. 设两物在 B 最高点相遇时已运动 t 秒

$$\text{即: } v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 + \frac{1}{2} g t^2 = h \quad \text{①}$$

$$t = \frac{v_0}{g} \quad \text{②}$$

$$\text{由①②得: } v_0 = \sqrt{gh} \quad \text{③}$$

若 $v_0 > \sqrt{gh}$, 则相遇点离 A 起始点更近, 到相遇所用时间更短, 即相遇时 B 还在上升阶段. 同理, B 下降阶段相遇的条件之一为 $v_0 < \sqrt{gh}$ ④

B 物速度不能太小, 否则 B 着地时, A 还未追上 B, A 还处在高空中.

$$\text{其临界条件为: } \frac{2v_0}{g} = t_{\text{上抛点}} = t_{\text{自由下落}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}} \quad \text{⑤}$$

若 $v_0 < \sqrt{\frac{gh}{2}}$ 则 A、B 两物不能在空中相遇.

答 A. $v_0 > \sqrt{gh}$

B. $v_0 = \sqrt{gh}$

C. $\sqrt{\frac{gh}{2}} < v_0 < \sqrt{gh}$

D. $v_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

【说明】 相遇和追及问题是运动学中常见的一种题型, 有往复运动的追及和相遇不能只代公式. 应分析具体过程, 找出转折点(临界点).

再如: 一摩托车最大速度为 30ms^{-1} , 要求它从静止开始出发在 3min 内追上前面 1000m 处以 20ms^{-1} 匀速前进的汽车, 试求摩托车的最小加速度 a . 本题应分析出 3min 内摩托车可能有从匀加速到匀速的转折点.

$$\text{即有: } \frac{v_m^2}{2a} + v_m(t - \frac{v_m}{a}) = 1000 + 20t \quad \text{将 } v_m, t \text{ 代入即可知 } a = 0.56 \text{ms}^{-2}$$

若 $a > 0.56 \text{ms}^{-2}$ 则在 3min 内即可追上.

【例 3】 有一小船位于 60m 宽的河边, 从这里起, 在下游 80m 处河流变成瀑布. 假设河水的流速为 5ms^{-1} , 为了使小船能安全渡河, 船相对于静水的速度不能小于多少?

【解析】 为使小船不滑到瀑布处而达对岸, 如图 1-1-1 所示, $\vec{v}_{\text{舟岸}}$ 速度方

向与岸夹角应有 $\alpha \geq \arctg \frac{60}{80}$

$$\text{其临界为 } \alpha_0 = \arctg \frac{3}{4} = 37^\circ$$

如图所示, 在速度合成三角形中, 当 $\vec{v}_{\text{舟水}}$ 方向垂直 OA 时有最小值

$$v_{\text{舟水min}} = v_{\text{水岸}} \cdot \sin \alpha = 5 \times 0.6 = 3 \text{ms}^{-1}$$

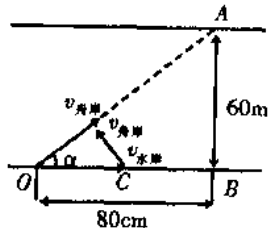


图 1-1-1

【说明】 本题为运动的合成问题. 正确地作出速度合成示意图, 是解答该类问题基础性环节, 在解答过程中应正确利用几何关系、三角函数关系、有关极值知识.

本题的典型错解为: $v_{\text{舟水min}} = v_{\text{水岸}} \cdot \text{tg} \alpha = 5 \times \frac{6}{8} = 3.75 \text{ms}^{-1}$. 这是因为未能认识到 C 为定点, 由 C 向 OA 作垂线才是正确的极小值.

【例 4】 如图 1-1-2 所示, 斜面倾角为 37° , 从斜面上的 O 点分别以 $2v_0$ 和 v_0 平抛 A、B 两小球, 不计空气阻力, 也不计小球与斜面及地面的碰撞反弹, 求 A、B 两球的水平射程的比值.

【解析】 小球的水平射程取决于平抛物体的初速和飞行时间, A、B 两球初速度关系已为定值, 而飞行时间又取决于飞行的竖直高度。当 A、B 两球均落在水平地面上时, 飞行时间等。 $\frac{t_A}{t_B}$ 取最小值 1。当 A、B 两球均落在斜面上时, $\frac{t_A}{t_B}$ 取最大值, 当 A 落地面、B 落斜面时, $\frac{t_A}{t_B}$ 取中等值, 所以 A、B 两球水平射程之比为一取值范围。

当两球均落于水平地面上时, t_A 等。

$$\frac{x_A}{x_B} = \frac{2v_0 t}{v_0 t} = 2$$

当两球均落于斜面上时,

$$\tan 37^\circ = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$$

$$\therefore t_A : t_B = 2 : 1$$

$$\frac{x_A'}{x_B'} = \frac{2v_0 t_A}{v_0 t_B} = 4 \quad \text{答: A、B 两球水平射程之比取值范围为 [2, 4]。}$$

【说明】 平抛运动是匀变速曲线运动, 正确理解飞行高度决定飞行时间, 初速度和飞行高度共同决定水平射程。并推广到同类的类平抛运动, 基本规律不变, 只是将 g 换成等效加速度 a 。

【例 5】 如图 1-1-3 所示, 悬挂在竖直平面内某一点的木质小球(可看成质点)悬线长为 l , 球的质量为 M , 一颗质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 射入球中而未射出, 随后小球在竖直平面内运动, 悬线始终不发生松弛, 求子弹初速度 v_0 的大小应满足的条件。

【解析】 球 M 绕悬点旋转不发生松弛的条件为

转角 $\leq 90^\circ$ 或作完整竖直平面内圆周运动

当转角 $\leq 90^\circ$ 时, 据机械能守恒:

$$\frac{1}{2}(M+m)v_1^2 = (M+m)gl \quad v_1 = \sqrt{2gl}$$

再由 m 与 M 作用过程中动量守恒得: $v_{10} = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gl}$

当做完整竖直平面内圆周运动时,

$$\text{圆周最高点据向心力公式 } (m+M)g = (M+m)\frac{v_2^2}{l}$$

$$\therefore v_2' = \sqrt{gl}$$

再由机械能守恒得:

$$\frac{1}{2}(M+m)v_2'^2 + (M+m)g2l = \frac{1}{2}(M+m)v_2^2$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{5gl}$$

最后由 m 与 M 作用过程中动量守恒得: $v_{20} = \frac{M+m}{m} \sqrt{5gl}$

即 v_0 应满足的条件为 $v_0 < \frac{M+m}{m} \sqrt{2gl}$

$$v_0 \geq \frac{M+m}{m} \sqrt{5gl}$$

【说明】 竖直平面内不计阻力的非匀速圆周运动遵守机械能守恒, 能通过最高点的临界条件为 $v \geq \sqrt{gl}$ (线), $v \geq 0$ (杆), 若改为在其他星球上或倾角为 θ 的光滑斜面上做等效圆周运动, 则 g 分别换成 g' 和 $g \cdot \sin\theta$ 。

圆周运动的多解性又是一个值得注意的问题, 如做圆周运动的物体即时速度要与初速垂直, 则应转过

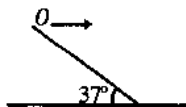


图 1-1-2



图 1-1-3

圆周不断扩大。

【说明】 本题还有其他求证方法。

本题还可扩展到不受同一竖直平面的限制(其他条件不变),则可证明抛出后 t 秒时各球均在以起抛点下方 $\frac{1}{2}gt^2$ 为圆心, v_0t 为半径的球面上;还可与某些大型焰火图案相联系起来一起分析。

能力测试

一、选择题(至少有一选项符合题意)

- 下列哪种情况是可能出现的 ()
 - 物体的加速度增大时,速度反而减小
 - 物体的速度为零时,加速度却不为零
 - 物体的加速度不为零且始终不变,速度也始终不变
 - 物体的加速度大小和速度大小均保持恒定
- 关于运动的合成与分解,下列说法正确的是 ()
 - 合运动与它的分运动,具有等时性
 - 合运动是曲线运动,则它的分运动至少有一个是曲线运动
 - 合运动是匀变速运动,则它的分运动一定都是匀变速运动
 - 两个分运动是直线运动,则其合运动一定是直线运动
- 一只气球以 10m/s 的速度匀速上升,某时刻在气球正下方距气球 6m 处有一小石子以 20m/s 的初速度竖直上抛,则下述正确的是(g 取 10m/s^2 ,不计空气阻力) ()
 - 石子能追上气球
 - 石子追不上气球
 - 若气球上升速度为 9m/s ,其余条件不变,则石子在抛出后 1s 末追上气球
 - 若气球上升速度为 7m/s ,其余条件不变,则石子到达最高点时,恰追上气球
- 地球的卫星 a 的运动周期是卫星 b 的周期的 $2\sqrt{2}$ 倍,则卫星 a 的向心加速度是卫星 b 的向心加速度的 ()
 - $\frac{1}{4}$ 倍
 - $\frac{1}{6}$ 倍
 - $\frac{1}{8}$ 倍
 - $\frac{1}{16}$ 倍
- 如图 1-1-6 是三个质点 A 、 B 、 C 的运动轨迹,它们同时从 N 点出发同时到达 M 点,下列说法中正确的是 ()
 - 三个质点从 N 到 M 的平均速度相同
 - 三个质点从 N 到 M 所通过的路程相同
 - 到达 M 点时 A 的速率最大
 - 在某时刻 A 的运动方向一定与 B 的运动方向相同,但不一定与 C 的运动方向相同
- 某人站在一个半径为 R 的星球上以速度 v_0 竖直上抛一物体,经 t 秒钟后落回抛出点,那么该星球的卫星绕它运转一周所需的最短时间为 ()
 - $2\pi\sqrt{\frac{Rt}{v_0}}$
 - $\pi\sqrt{\frac{2Rt}{v_0}}$
 - $\frac{2\pi R}{v_0}$
 - $\sqrt{\frac{2Rt}{v_0}}$
- 某同学身高 1.8m ,在运动会上他参加跳高比赛,起跳后身体横着越过了 1.8m 高度的横杆,据此可估算出他起跳时竖直向上的速度大约为(取 $g = 10\text{ms}^{-2}$)
 - 2ms^{-1}
 - 4ms^{-1}
 - 6ms^{-1}
 - 8ms^{-1}

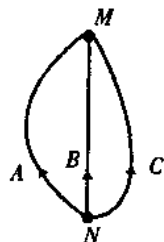


图 1-1-6

(1999 年上海高考题)

二、填空题

8. 从高 h 处以初速 v_1 水平抛出小球 1, 同时从地面以速度 v_2 竖直上抛小球 2, 不计空气阻力, 两球能在空中相遇, 如图 1-1-7 所示, 则小球从抛出到相遇所用的时间为 _____, 抛出时两球间的水平距离为 _____。

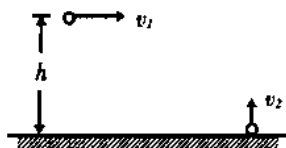


图 1-1-7

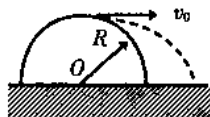


图 1-1-8

9. 如图 1-1-8 所示, 在半径为 R 的半圆柱顶端有一个物体, 当该物质的水平速度 v_0 为 _____ 时它恰不沿圆柱面运动, 它的落地点离圆心 O 的距离为 _____。

10. 如图 1-1-9 所示, 高为 h 的车厢在平直轨道上匀减速向右行驶, 加速度大小为 a , 车厢顶部 A 点处有油滴滴落到车厢地板上, 车厢地板上 O 点位于 A 点正下方, 则油滴滴落地点在 O 点的 _____ (填“左”、“右”)方, 离 O 点距离为 _____。(1993 年上海高考题)

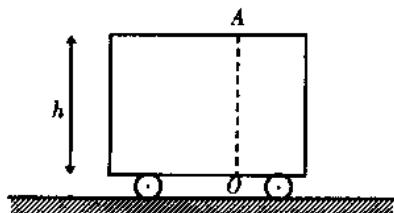


图 1-1-9

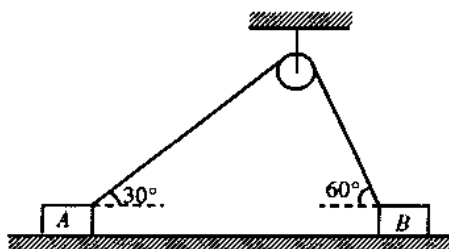


图 1-1-10

11. 如图 1-1-10 所示, 重物 A 、 B 由无弹性绳子牵着, 跨过定滑轮处于图中实线位置, 此时绳恰好拉紧, 重物静止在水平面上, 用外力水平向左推 A , 当 A 的水平速度为 v_A 时, 此时 B 的速度 $v_B =$ _____。

三、计算题

12. 为了安全, 在公路上行驶的汽车之间应保持必要的距离, 已知某高速公路的最高限速 $v = 120\text{km/h}$ 。假设前方车辆突然停止, 后车司机从发现这情况, 经操纵刹车, 到汽车开始减速所经历的时间 (即反应时间) $t = 0.50\text{s}$ 。刹车时汽车受到阻力的大小 f 为汽车重力的 0.40 倍。该高速公路上汽车间的距离 s 至少应为多少 (取重力加速度 $g = 10\text{ms}^{-2}$)? (1999 年全国高考题)

13. 一网球运动员在离开网的距离为 12m 处沿水平方向发球, 发球高度为 2.4m , 网的高度为 0.9m , (1) 若网球在网上方 0.1m 处越过, 求网球的初速度。(2) 若按上述初速度发球, 求网球落地点到网的距离。

14. 如图 1-1-11 所示, 长为 l 的轻杆可绕其一端点 O 在竖直平面内做匀速圆周运动, 其另一端固定一小球 A , 当 A 运动到水平面上方, 杆与水平方向成 θ 角处时, 另一小球 B 从同一位置自由落下, 要使球 A 和 B 能再次相遇, A 球的线速度应为多少?

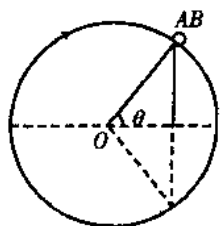


图 1-1-11

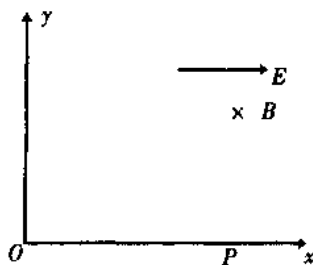


图 1-1-12

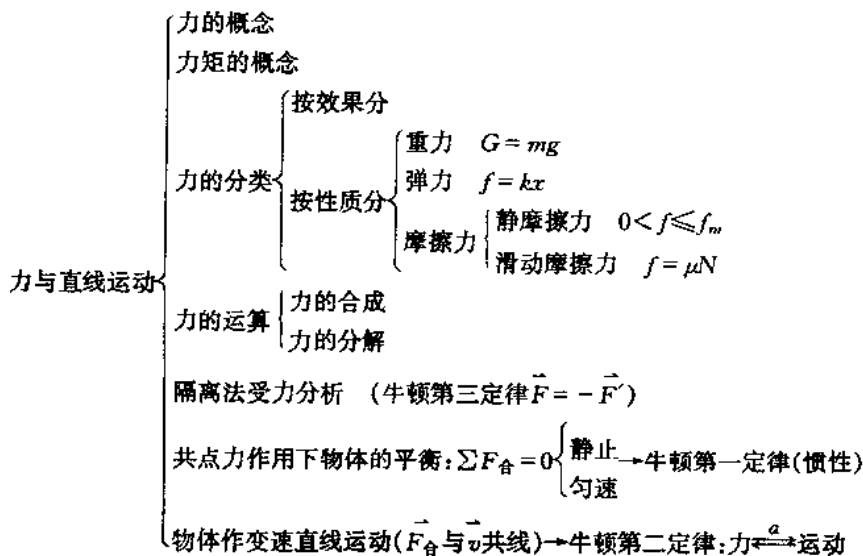
15. 如图 1-1-12 所示, 在 xOy 竖直平面内, 有沿 $+x$ 方向的匀强电场和垂直 xOy 平面指向纸内的匀强磁场, 匀强电场的场强 $E = 12 \text{ N/C}$, 匀强磁场的磁感强度 $B = 2 \text{ T}$, 一质量 $m = 4 \times 10^{-5} \text{ kg}$, 电量为 $q = 2.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的带电微粒, 在 xOy 平面内做匀速直线运动, 当它过原点 O 时, 匀强磁场被撤去, 经一段时间后到达 x 轴上 P 点, 求 P 点到原点 O 的距离和微粒由 O 到 P 运动时间。

第2讲 力与直线运动

考纲要求

1. 理解力和力矩的概念,能熟练应用直角三角形知识对力进行合成和分解运算。
2. 利用共点力作用下物体静止和匀速直线运动的条件(合力为零)来解答有关静力学问题。
3. 熟练掌握弹力、摩擦力的性质和特点,并应用牛顿运动定律分析匀变速直线运动物体的动力学特征。能简单分析非匀变速直线运动某些变化规律。
4. 理解惯性定律和牛顿第三定律,并能对竖直方向做变速运动物体的超、失重进行简单运算。

知识结构



考点导析

1. 力的性质

力是物体对物体的作用,这一定义体现了力的物质性和相互性,也是判断一力是否存在和理解牛顿第三定律的基础;力的矢量性要求力运算必须遵守平行四边形法则;力作用的瞬时性在牛顿第二定律中得到了体现;还有力对空间和时间的积累性及作用的独立性体现在动量定理和动能定理中。

2. 力和运动

物体的运动性质取决于初始条件和物体的受力情况及相互关系;物体做直线运动和曲线运动的区别在于是否和速度共线;物体做匀变速运动还是非匀变速运动取决于力是否恒定;物体的速率是增加、减小还是不变取决于力与即时速度是夹角、钝角还是直角。对物体的受力情况和运动情况作出正确的分析和判断是解答动力学问题的关键。物体的加速度是运动学量和动力学量间联系的桥梁。对于较复杂的物理过程,应注意画出相关的运动示意草图和各阶段的受力图。

3. 物体的平衡条件

物体平衡分共点力平衡和固定转动轴平衡,条件分别为合力为零和合力矩为零。二力合力为零必等值反向;三力合力为零常作成二力合力与第三力等值反向,也可用拉密定理、解直角三角形、解相似三角形等方法解。四个及四个以上力合力为零更多采用正交分解法。

典型例析

【例1】 如图1-2-1所示,跨过定滑轮的轻绳两端,分别系着物体A和B,物体A放在锐角为 θ 的斜面上,已知A质量为 m ,A物与斜面最大静摩擦力是与斜面间弹力的 μ 倍($\mu < \tan\theta$),滑轮摩擦不计,物体A要静止在斜面上,物体B质量的取值范围为多少?在A静止的前提下,斜面体与地面间摩擦情况又如何?

【解析】 本题是静力学问题,运用平衡条件及正交分解法是解答该类问题的主要方法。

先以B为研究对象,因为B静止

所以有: $T = m_B g$ ①

再以A为研究对象,若A处于上滑的临界状态,

有: $T_1 = f_m + mg \sin\theta$ ②

而 $f_{\max} = \mu N$ ③

$N = mg \cos\theta$ ④

由①②③④可得: $m_B = m(\sin\theta + \mu \cos\theta)$ ⑤

同理,若A处于将要下滑的临界状态

则有: $T_2 + f_m = mg \sin\theta$ ⑥

由①③④⑥可得:

$m_B = m(\sin\theta - \mu \cos\theta)$ ⑦

由⑤⑦可得 m_B 应满足的条件为:

$m(\sin\theta - \mu \cos\theta) \leq m_B \leq m(\sin\theta + \mu \cos\theta)$

在A静止的前提下,A和滑轮支架对斜面体的总作用力竖直向下,A、B和斜面C整体对地面只有向下的压力,地面与C间无摩擦力。

【说明】 处理静力学问题,首先要选取适当的研究对象,进行受力和力的运算,其中摩擦力为被动力,要根据物体所受的其他力和所处的状态正确判断。隔离法和整体法的巧妙使用可简化解题步骤。如本题中A物加速下滑,则对A、B、C进行整体分析可知,整体中有成员有向左的加速度分量,地面对斜面体C应有向左的摩擦力。

【例2】 空间探测器从某一星球表面竖直升空,已知探测器质量为500kg(设为恒量),发动机推力为恒力,探测器升空后发动机因故障突然关闭,如图1-2-2所示是探测器从升空到落回星球表面的速度-时间图像,则由图像可判断该探测器在星球表面所能达到的最大高度是多少?发动机工作时的推力又为多少?

【解析】 本题是根据图像来表达有关已知条件的。正确理解 $v-t$ 图像各段斜率、各转折点、各块面积的含义是解答本题的关键。

由图可知,空间探测器在 $t_1 = 8$ 秒时具有最大即时速度,

$t_2 = 24$ 秒时才达到最大高度,且其最大高度为图像中 $\triangle OAB$ 的面积,即 $h_{\max} = \frac{1}{2} \times 24 \times 40 \text{m} = 480 \text{m}$

空间探测器在8秒内在推动和星球重力作用下加速上升,在8秒后只在星球重力作用下减速上升和加速回落。

第一阶段加速度 $a_1 = \frac{40-0}{8-0} \text{ms}^{-2} = 5 \text{ms}^{-2}$

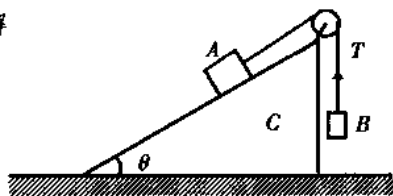


图 1-2-1

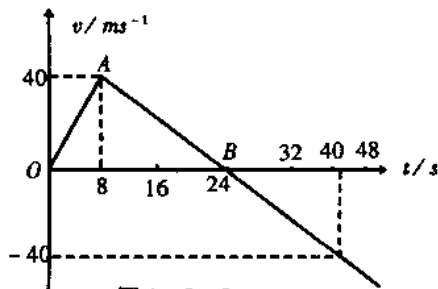


图 1-2-2