

高考第二轮复习用书

理 科 综 合

物理



金

浙江科学技术出版社



高考第二轮复习用书

理科综合

物 理 点 金

主 审 吴加澍 郑志湖 周 琰 郑青岳

沈信民 吴 昱

主 编 赵海勇 徐顺福 丁新法 顾公为

副主编 陈新华 郑晓丹 林先明 虞忠林

徐长明 张岳君 黄水华

浙江科学技术出版社





主 审 吴加澍 郑志湖 周 珑 郑青岳 沈信民 吴 昱

主 编 赵海勇 徐顺福 丁新法 顾公为

副主编 陈新华 郑晓丹 林先明 虞忠林 徐长明 张岳君 黄水华

编 委 (按姓氏笔画为序)

丁新法 王丽娟 方碧云 叶庭福 朱柏夫 朱寿坤 刘银奎
李恭宁 励箭生 吴 昱 吴加澍 何赛君 张寿康 张岳君
陆小爱 陈 琴 陈东晓 陈跃钢 陈新华 林先明 周 珑
郑青岳 郑晓丹 赵 明 赵海勇 钱张林 徐长明 徐顺福
黄水华 郭文教 董炳土 舒更新 楼松年 虞忠林 潘光水
戴满国

图书在版编目(CIP)数据

高考第二轮复习用书. 理科综合. 物理点金/赵海勇等,
主编. —2版(修订本). —杭州:浙江科学技术出版社,
2005.11

ISBN 7-5341-2780-7

I.高… II.赵… III.物理课-高中-升学参考
资料 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 125739 号

*

高考第二轮复习用书

理科综合

物理点金

主 编 赵海勇 徐顺福 丁新法 顾公为

*

浙江科学技术出版社出版

杭州出版学校印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本:787×1092 1/16 总印张:36.75 总字数:960 000

2004 年 12 月 第 1 版

2005 年 11 月 第 2 版

2006 年 2 月 第 6 次印刷

ISBN 7-5341-2780-7

总定价:48.00元(共三册)

封面设计 孙 菁

责任编辑 周伟元 梁 峥

版权所有 盗版必究

电话:0571-85170300-61715



前言

一本好的高考复习用书,就是你通过高考的有力助手。

为帮助广大考生在高考物理复习过程中进一步提高物理能力,浙江科学技术出版社邀请我省重点中学的一线特、高级教师,在物理高考命题研究专家的指导下,精心编写了这本《物理点金》。

《物理点金》吸收了2004版《高考第二轮复习用书——物理点金》中一些突出的优点,根据高考物理的特点和命题走向,严格以《普通高等学校招生全国考试大纲·理科综合》为依据,采用专题形式修订再版。

《物理点金》共分5个部分:回顾与预测、考点剖析与专题训练、实验操作与设计、综合训练与能力提升、高考模拟试卷。其中第二、三、四部分为18个专题,每个专题由考点巩固、考题剖析、答题指津、能力训练4个部分构成。

“考点巩固”,对本专题所涉及知识结合考试大纲规定的考试内容,以网络或图表形式表现出来,明确它的内涵、外延及具体要求,加深对考点的理解和把握。

“考题剖析”,精心挑选了近几年经典高考题,剖析注重通性通法,以收举一反三、触类旁通之效;然后点评,指出常见错误。让学生通过例题,尽快熟悉高考题型及常规或简便的解题思路、方法和技巧,避免解题出现错误,使第二轮复习真正起到综合能力显著提高的作用。

“答题指津”,对主要知识点作深入分析,总结规律,以及强调知识的应用,解题技巧等,让学生把所学知识形成能力。

“能力训练”,大部分习题为编著者在教学一线中积累的自创题与改编题。总的原则是降低起点、增加坡度,习题设计反映高考的重点、难点和高考新方向,命题思路与高考试题接近,强调高考考点的覆盖面,力求体现针对性、实效性、预测性和指导性。通过训练,让学生检验自己对本专题知识掌握的程度,做到心中有数,有目的和有方向地去查漏补缺。考虑到不同学校的学生使用,还配备了一些对解题能力要求较高的习题,旨在训练考生思维的严密性、敏捷性、发散性、收敛性等,以增强对知识的综合运用能力。

《物理点金》,力求准确反映考纲精神,全面覆盖考点内容,正确把握命题趋势,仿真编拟题目,仿真训练检测。愿《物理点金》助你成功,分享你的快乐!

参加本书编写的人员在物理高考复习指导方面有着丰富的实践经验和一定的理论研究水平,这在很大程度上保证了本书具有良好的针对性、科学性、实用性和有效性。本书在编写过程中得到了有关专家、学者、有关学校领导的关心和支持,在此一并表示真挚的谢意。

尽管本书凝聚着群体的智慧和经验,也尽管我们的工作十分努力,但疏漏甚至错误之处可能存在,敬请广大读者不吝赐教。

编者
2005年10月



目 录

第一部分 回顾与预测	1
第二部分 考点剖析与专题训练	5
专题一 力与平衡	5
专题二 力与运动	12
专题三 万有引力与天体运动	21
专题四 动量与能量	29
专题五 机械振动与机械波	37
专题六 热现象与热力学定律	45
专题七 带电粒子在电场中的运动	49
专题八 电路的分析与计算	59
专题九 磁场与电磁感应	67
专题十 交变电流、电磁场与电磁波	77
专题十一 光的反射与折射	82
专题十二 光的波动性、量子论初步与原子核	90
第三部分 实验操作与设计	97
专题十三 实验基本操作与数据处理	97
专题十四 演示实验与设计性实验	110
第四部分 综合训练与能力提升	120
专题十五 力学综合	120
专题十六 带电粒子在复合场中的运动	128
专题十七 信息题与评价题	137
专题十八 实践题与探索题	147
第五部分 高考模拟试卷	157
高考模拟试卷 I	157
高考模拟试卷 II	162
高考模拟试卷 III	167
高考模拟试卷 IV	172

第一部分 回顾与预测

一、近6年高考理综卷物理试题的主要特点

浙江省从2000年高考开始采用理科综合考试,至今已有6年了。从近6年浙江省采用的高考理科综合试卷(简称理综卷)的统计情况看,物理学科在理综卷中所占的分值趋于稳定,已经连续3年都是120分。表1.1是对近6年浙江省采用的理综卷物理试题涉及知识点的统计结果。

表 1.1

类 型	涉 及 知 识 点
已考5年的知识点有4个	1. 牛顿定律的运用(2000年14分、2001年4分、2002年25分、2004年18分、2005年16分,共计77分) 2. 动能、动量定理(2000年9分、2001年8分、2002年9分、2003年14分、2005年14分,共计54分) 3. 机械波、横波图像(2000年5分、2001年3分、2003年6分、2004年3分、2005年6分,共计23分) 4. 磁场对运动电荷的作用、洛伦兹力、带电粒子在匀强磁场中的运动(2000年16分、2001年8分、2002年12分、2003年2分、2005年6分,共计44分)
已考4年的知识点有5个	1. 万有引力定律的应用(2001年14分、2003年15分、2004年12分、2005年6分,共计47分) 2. 功、功率(2001年6分、2002年9分、2003年4分、2004年2分,共计21分) 3. 闭合电路欧姆定律(2001年2分、2002年6分、2004年6分、2005年6分,共计20分) 4. 导体切割磁感线时的感应电动势、右手定则(2001年2分、2002年6分、2004年10分、2005年6分,共计24分) 5. 光的折射、折射定律、全反射和临界角(2001年6分、2002年6分、2003年6分、2005年6分,共计24分)
已考3年的知识点1个	匀变速直线运动(2003年8分、2004年8分、2005年6分,共计22分)

从以上的统计情况可以看出,高考命题呈现以下3个特点:

1. 试题突出重点知识的考查,不回避热点问题

从对6年高考物理试题分析可知,已考5年的知识点有4个,已考4年的知识点有5个,已考3年的知识点有1个,已考2年的知识点有13个,已考1年的知识点有27个,6年来总共在高考试卷中出现过的知识点有50个。2005年考试大纲中列出考查的知识点共有131个,6年来没有考查到的知识点有81个,考查到的知识点只有考试大纲规定知识点的38%。每年平均所考的知识点都只有18个左右,覆盖率还不到2005年考试大纲规定知识点的14%,2005年理综卷物理试题未考到的专题有“交变电流”、“电磁场和电磁波”、“光的波动性和微粒性”、“原子和原子核”等4个专题内容。由此可知,高考命题已不太注重知识的覆盖面,并不回避中学物理的重点问题及热点问题,如电学实验一直是高考命题的热点。对重点知识的考核始终没有间断,如牛顿定律的运用、动能定理、横波图像、带电粒子在匀强磁场中的运动等热点问题并不回避,并以大比分给予考查。试题的改革和创新意识不断得到加强,计算题等大题均采用综合创新题,选择题大多采用改编题,没有出现超纲现象。2005年高考对光学、原子物理、热学、机械波仍以选择题出现,大题仍然考力学和电磁学的主干知识,对于一些中学必须掌握的基本概念和基本规律,高考试卷中都得到了充分的体现,试题容易使学生上手。2005年理综试卷首次设置了不定项选择题,物理计算题的整体难度与2004年相比基本持平,物理试题整体难度略高于2004年理综卷物理试题。

2. 重视实验操作能力和设计思想的考查

物理是一门以实验为基础的学科,这一点在每年的高考试卷中均得到了充分的体现。2000年、



2001年、2002年、2003年实验题均为1题,2004年和2005年实验题均为2题,且实验题的分值约占物理试题总分的14%。实验题以考试大纲中规定的学生实验为背景,考查学生的实验操作能力和设计实验的能力,考查学生运用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理问题。实验题考查更重视实验设计思想的掌握,体现了“出活题,考能力”,“让只有真正做过实验的人才能做得出来”。

3. 淡化跨学科综合,注重学科内综合

由于受到试卷题量的限制,试题涉及的知识点对考试大纲规定的知识点覆盖率较低,但试卷也体现出尽量提高试题知识点的覆盖率。每年的近12道物理题就有6道左右涉及综合运用知识点进行解题,近6年高考理综卷中综合题占物理部分总题量的50%,这些试题不仅可以提高对考查知识点的覆盖面,还可以考查学生的综合运用知识的能力。近4年理科综合试卷仍属于“拼盘式”,也就是说物理、化学、生物3科相互独立,淡化了跨学科综合。

4. 提高了试题的开放度

试题的解答过程开放。试题中许多题可以有多种解法,尤其是大比分的计算题,不管你用什么方法解题,只要方法可行都可以给分。所提供的评分标准并没有每一步的参考分数,而是由评卷组老师在考虑各种解法的基础上,根据具体要求客观给分。

试题结果开放性。从2005年开始将选择题从单项选择改为不定项选择,减少因考试技巧好而得分的可能性,增加了答案的开放性。提高了对考生掌握物理概念准确程度的要求,考生得分的难度提高,使物理学科在高考的选拔功能上进一步得到加强。同时,降低了对考生的记忆要求,如

2005年理综卷第20题中直接给出公式: $R = \frac{mv}{Bq}$ 。

二、2006年高考预测

1. 重视重点内容和热点知识的考查

中学所学的重点内容和热点知识,既是学生继续学习的不可缺少的基础,也是学生解决实际问题的基础,因此这些重点知识在高考中是不会回避的。如牛顿定律的应用、万有引力定律的应用、动能定理、闭合电路欧姆定律、带电粒子在电

场或磁场中的运动等内容。由于高考理综卷物理部分的题量在12题左右,可能会继续加强题目的综合性,提高知识点的覆盖率。

2. 可能会采用新题型进行考查

近几年高考新题型不断涌现,上海物理卷从2002年开始出现了评价题,现已连续4年使用评价题进行考查,且以大比分出现。2002年上海物理卷评价题为8分、2003年的评价题为10分、2004年的评价题为8分、2005年的评价题为10分;2005年广东高考物理试题也出现分值为13分的评价题。由于评价题能减少考生的偶然失误,考查学生的纠错能力,促进考生在学习时进行题后思考,养成考生反思的习惯,因此评价题的出现受到了学生、教师的好评。近几年全国各地试卷中还出现不同类型的信息题。以高科技为背景的信息题可以考查学生从题干中提取有用信息的能力,考查学生即学即用的能力,有效防止学生陷于题海,减轻学生的学习负担,促进师生对高科技知识的重视。近几年高考物理试题中的信息题以选择题形式出现较多,但也有以其他形式出现的信息题,如2004年上海物理卷出现以扫描隧道显微镜为背景的信息题就以填空题形式出现。

在今后的高考中,可能还会出现信息题和评价题,会继续采用不定项选择题,计算题不会仅限于一种解答而保持答卷的开放度。理综卷物理试题的难度可能会与2005年基本持平,难度提高的可能性不大。

3. 重视实验设计思想的考查

2004年和2005年采取2道实验题进行考查,实验题的第1题直接考核学生的实验技能,考查时尽量采用学生经过操作才能答题的题目;第2题考查的是以学生实验为背景的设计性实验,注重考查学生的实验设计思想。由于采用全新背景考查设计性实验,往往会增加试卷的难度,而导致理综卷物理试题难度的大幅提高,因此,采用全新背景的设计性实验进行考查的可能性不大。可能会在直接考查考生的实验操作或数据处理能力的同时,继续以学生实验为背景考查设计性实验,并且会更注重实验的设计思想的考查。实验考查占整个物理试题的比例会保持稳定。



三、高考复习建议

1. 重视理解, 夯实基础知识

只有理解的东西才能真的记住它, 才可能灵活应用它。复习时只有深入理解概念、规律, 力求对物理知识、方法的掌握和理解达到一个新的层次, 才能准确解答不同物理情境下出现的物理问题。复习时, 应该逐条落实考试大纲中“知识内容表”上的要求, 对于基本概念应该知道: 为何要引入、如何定义、它的公式和单位怎样、它与其他物理量之间的联系与区别等, 特别要注意相近概念的区别, 如位移与路程、速度、速度变化与加速度、磁感应强度、磁通量与磁通量的变化率等。对于一个基本规律应该知道: 为什么要引进这个规律、它的内容是什么、它在什么情况下成立、它有什么特点、它与其他规律之间有什么联系等, 如将动量守恒定律作为动量定理的特例来理解, 将机械能守恒定律作为动能定理的特例来理解。对一个公式, 不仅要把其中物理量的准确物理意义弄清楚, 而且要掌握公式是怎样得到的, 如带电粒子垂直进入匀强磁场中做圆周运动的半径公式等。

2. 做好归纳, 构建知识网络

复习中可以按照知识进行归纳, 抓住主干知识, 构筑起一条整个中学物理的知识主线。如对力学知识的复习时, 可以将力学部分归纳为“三个观点”: 力的观点、动量的观点、能的观点, 分别涉及牛顿运动定律、动量定理和动量守恒定律、动能定理和机械能守恒定律, 这些都是高考要着重考查的主干知识。近几年高考学科内综合不断加强, 这需要我们提高解决综合问题的能力, 在复习时应注意各知识点之间的联系, 熟悉这些知识点的各种考查方式。

归纳典型的物理模型, 总结解决物理问题的方法、技巧、题型、答题的典型错误及产生的原因。在解决新问题时要注意联想与该问题有关的规律、解决相似问题时常用的方法和过去遇到过的相似情境, 比较新旧情境有什么相同点, 有什么本质的变化, 得出基本的解题思路, 辨别“形同质异”与“形异质同”的题目, 收集各种解题方法。如处理静力学问题, 可以选择合适的研究对象进行受力分析, 然后用合成或正交分解的方法来解决。通常

处理三力平衡时, 可先根据力的合成画出平行四边形, 选定半个四边形——三角形, 然后解直角三角形或应用正弦定理、余弦定理就可以了。如在处理动力学内容时, 若涉及某一时刻的问题, 只能用牛顿第二定律来解决; 若涉及时间的一个过程可用动量定理; 若涉及位移的一个过程可用功、能关系; 若这个过程中的力是恒力, 那么还可用牛顿第二定律结合匀变速直线运动的公式来解决。解题时可以先全过程、整体考虑两个守恒定律——动量守恒定律或机械能守恒定律, 再考虑分段、局部物体应用动量定理或动能定理。这些方法的掌握需要靠平时的培养, 仅在高考中这样做是不现实的。总结解答不定项选择题、计算题的解题技巧, 重视信息题、评价题等新题型的答题方法。归纳听课笔记中教师指出的典型错误, 归纳以前试卷中做错的题, 发现在审题时、在确定研究对象时、在受力分析和运动情况分析时、在物理规律选择时和应用规律时易犯的错误。对平时做错的题, 仅靠记忆的方法记住正确的解答, 这是徒劳无益的, 需要通过自己独立的思考, 研究答题时产生错误的原因, 才能防止错误再次发生。

3. 强化训练, 养成良好答题规范

物理只有在一定练的基础上才能对它的概念、规律方法有自己的理解, 才能找到解决问题的灵感。但盲目地练, 会导致遇到似曾相识的题, 却找不到正确的解题思路。在复习时要规范练、练规范。

养成严谨思维的习惯。在求解物理问题时, 应具备良好的思维习惯。如在审题时画出状态、过程的示意图, 将抽象的文字条件形象化、具体化; 在涉及势能计算时, 先确定零势能标准; 在涉及同一直线上的矢量运算时, 规定出正方向, 用标量运算代替矢量运算; 运算后对数字结果进行复核等。在答题时, 一般先确定研究对象, 再对研究对象进行受力分析和过程分析, 然后选择物理规律进行解题。有些同学没有养成良好的思维习惯, 希望一步到位而欲速不达。

养成规范答题的习惯。在答计算题时, 有些考生由于整个解题中只有公式没有文字说明而导致丢分, 有些考生由于在整个解题过程中只有文字叙述而没有讲清物理原理、规律而导致丢分。2005



年理综卷物理计算题有 55 分,不少考生由于答题不规范而丢分。在解答计算题时,要研究解答中所使用的语言,尽量使答题语言的表达恰到好处。

养成题后反思的习惯。在复习的最后阶段,往往天天在做题,如果不善于整理,会觉得题目千变万化,所以在这段时间里,最主要的工作是整理解题思路。每做一道题不要急于对答案,而应该想一想:理解题意是否正确、审题时应该注意什么、怎样分析物体的运动过程、怎样选择物理规律、是不是有其他的解题方法、这道题与某道题或某些题相同点在什么地方、不同点在什么地方,养成做一题整理一次思路的习惯。

4. 关注实验,重视设计思想的掌握

高考物理的实验题基本是在教材规定的基础上略加变形,即使是设计型实验试题,其方法和思路也可以在教材中找到模型。在复习实验时,应将实验问题与有关理论知识结合起来思考,重点提高实验操作和设计实验的能力。

在复习学生实验时,要弄清每个实验的目的、原理,理解其操作方法和过程,客观分析结果,并能准确完成每个实验的实际操作,做好实验分析

报告。

在复习演示实验时,重点放在怎么做和会产生怎样的现象,换用别的仪器能产生相同的现象吗以及采用另外的操作是否也会产生相同的实验现象等上面。

在复习设计性实验时,可采取以学生实验为背景,突出实验设计思想的复习,掌握设计实验的基本思路,养成对设计方案进行反思的习惯。在设计实验方案的过程中,应全面考虑实验问题,首先根据要求和给出的条件,构思相关的物理情境,确定实验原理、需要测定的物理量和实验器材,设计实验步骤和实验数据记录表。对设计的实验方案,还应思考下列问题:方案所依据的原理是否符合物理规律,是否在误差允许的范围之内,是否能设计误差较小的方案,设计的实验是否便于操作、读数及进行数据处理,实验方案是否会对仪器、器材或人身造成危害。要特别注意电表的量程、用电器的额定电流、额定电压以及额定功率等。有条件的同学应对设计的方案进行操作,在实验操作中修正设计方案。

第二部分 考点剖析与专题训练

专题一 力与平衡

【考点巩固】

1. 平衡状态物体的特征与相关知识点

平衡状态物体受力的特征为物体所受合力为零;运动特征为静止或匀速直线运动状态。主要考查:力的概念、重力、弹力、摩擦力、电场力、磁场力的性质,物体的受力分析,力的正交分解法与平行四边形定则,共点力作用下物体的平衡规律等。

2. 高考考查方式与趋势

力与物体的平衡是每年高考的必考内容,也是近几年频繁出现的热点。对于理综卷,由于试卷的题量减少,着重考查学生综合运用知识解决问题的能力,本专题与动力学、动量、机械能、电磁学结合考查计算题的趋势明显。如2002年理综卷中第30题,要解出最后结果必须先根据力与平衡知识求得两球最后静止的位置;2003年理综卷中第34题,涉及滑动摩擦力做功的问题;2004年浙江理综卷第24题,两金属杆沿竖直金属导轨匀速向上运动,考生必须解决两杆的平衡问题,才能解此题;2005年全国理综卷Ⅰ考查了物体的平衡与机械能的综合知识。

3. 本专题常用解题策略

(1)单个物体的平衡问题。单个物体的研究对象是物体本身,首先对物体进行受力分析,对个别难判断的力(如弹力是否存在、杆子弹力的方向、摩擦力是否存在与方向等),要根据平衡状态下合力为零的特点来判断。如果物体受4个或4个以上的力,可采用正交分解法解题;如果物体受3个力作用,而且力的方向不变,则既可以采用正交分解法,也可以采用平行四边形定则;对物体受3个力作用,其中2个力的方向在改变的动态平衡类问题,则采用平行四边形(或三角形)定则解题比较简单。

(2)2个及以上物体的平衡(2个均静止、2个都做匀速运动或1个静止1个匀速运动)。一般采用先取整体为研究对象进行受力分析,然后取1个受力相对少的物体作研究对象进行受力分析,再用正交分解法解题。

(3)物体的平衡与动力学、动量、机械能、电磁学等相结合的综合题。该类题目对学生综合应用能力要求较高,增加了题目的难度。如2005年全国理综卷Ⅰ第24题浙江抽样难度系数达0.17。该类题目文字多、物理情境较复杂,考生有一定的畏难心理。但实际上这类题目一般都有同样的规律:由物体的平衡状态和物体的动态过程组成,过程中可以有电场力、磁场力等。通过画物理情境图,分段研究其受力情况和运动情况,清晰静态及动态过程的物理规律,挖掘隐含条件,然后寻找各物理规律间的关系。解决此类题目必须通过一定的题量训练,较佳的方案是训练与总结的有机结合,主要总结解题过程中的思维障碍。

【考题剖析】

例1 (2005年上海卷)如图1.1所示的皮带传动装置,下列说法正确的是()

- A. A轮带动B轮沿逆时针方向转动
- B. B轮带动A轮沿逆时针方向转动
- C. C轮带动D轮沿顺时针方向转动
- D. D轮带动C轮沿顺时针方向转动

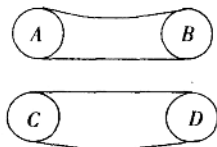


图 1.1

剖析 该题较灵活,没有直接考查轮子或皮带所受摩擦力的方向,而是考查摩擦力的实际情况。解此题的关键要搞清楚主动轮通过皮带带

动从动轮,带动从动轮的一根皮带应该是绷直的。故正确选项为 B、D。

思维诊断 高考取材与日常生活相关是一种趋势,解决此类题的关键是对各知识点在生活中的应用要了解,特别要关注教材中的小实验及阅读材料。

例 2 (2005 年四川、云南、陕西、甘肃卷)如图 1.2 所示,在倾角为 θ 的光滑斜面上有 2 个用轻质弹簧相连接的物块 A、B,它们的质量分别为 m_A 、 m_B ,弹簧的劲度系数为 k ,C 为一固定挡板。系统处于静止状态,现开始用一恒力 F 沿斜面方向拉物块 A 使之向上运动,求物块 B 刚要离开 C 时物块 A 的加速度 a 和从开始到此时物块 A 的位移 d ,重力加速度为 g 。

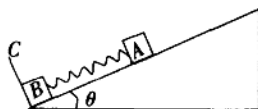


图 1.2

剖析 令 x_1 表示未加力 F 时弹簧的压缩量,由胡克定律和牛顿定律可知:

$$m_A g \sin \theta = k x_1 \quad (1)$$

令 x_2 表示 B 刚要离开 C 时弹簧的伸长量, a 表示此时 A 的加速度,由胡克定律和牛顿定律可知:

$$k x_2 = m_B g \sin \theta \quad (2)$$

$$F - m_A g \sin \theta - k x_2 = m_A a \quad (3)$$

由②、③式可得:

$$a = \frac{F - (m_A + m_B) g \sin \theta}{m_A} \quad (4)$$

由题意,

$$d = x_1 + x_2 \quad (5)$$

由①、②、⑤式可得:

$$d = \frac{(m_A + m_B) g \sin \theta}{k} \quad (6)$$

思维诊断 本题是物体平衡与动力学的综合题。一些学生碰到综合题就怕,实际上解此类题的关键是搞清楚物体的状态规律与过程规律。初始状态 A 物块静止很清楚, B 物块末状态加速情境也比较清楚,难点是挖掘隐含条件,即 B 物块在末状态刚要离开板 C 时的物理含义。考生在做此类题时不要轻易放弃,尽量表达好已清晰的物

理规律。

【答题指津】

例 1 一个重力为 mg 的小圆环套在一个竖直放置的半径为 r 的光滑大圆环上。小圆环由一根劲度系数为 k ,自然长度(原长)为 L ($L < 2r$) 的轻小弹簧(弹簧质量忽略不计)系着。弹簧的另一端固定在大圆环的最高点 A 处,如图 1.3 所示。求:当小圆环静止时,弹簧与竖直方向之间的夹角 β 为多大?

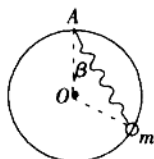


图 1.3

解析 选取小圆环为研究对象,将其隔离,作受力分析:小圆环受重力 mg 、大圆环对它的沿半径方向的支持力 N 以及弹簧对它的拉力 F 的作用,显然,

$$F = k(2r \cos \beta - L)$$

简解 1 运用正交分解法。如图 1.4 所示,建立直角坐标系,以小圆环所在位置为坐标原点,过原点沿水平方向为 x 轴,沿竖直方向为 y 轴。

$$x \text{ 方向: } N \sin 2\beta = F \sin \beta$$

$$y \text{ 方向: } F \cos \beta = mg + N \cos 2\beta$$

解得:

$$\beta = \arccos \frac{kL}{2(kr - mg)}$$

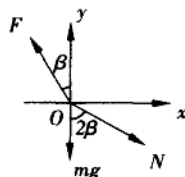


图 1.4

简解 2 用平行四边形法。如图 1.5 所示,小圆环在 3 个力 F 、 mg 、 N 作用下处于平衡状态,则 F 与 N 的合力 mg' 竖直向上,并满足平行四边形定则。三角形 AOB 与三角形 DBC 相似,必有对应边成比例。

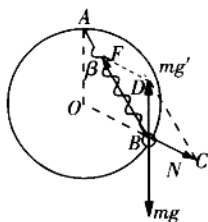


图 1.5

$$\frac{F}{2r\cos\beta} = \frac{mg}{r} = \frac{N}{r} \quad \beta = \arccos \frac{kL}{2(kr-mg)}$$

指津 该题考查了弹力方向、胡克定律、平行四边形定则。容易搞错的是大圆环对小圆环弹力的方向。当物体在 3 个力作用下处于平衡状态,并且所受 3 个力之间无直角关系,一般采用平行四边形法比较简单。

例 2 在一用绝缘材料制作的、倾角为 θ 的斜面上放置一个质量为 m 、电量为 $+q$ 的小滑块,如图 1.6 所示。滑块与斜面的动摩擦因数为 μ ($\mu < \tan\theta$)。整个装置处在匀强磁场中,磁感应强度为 B ,方向垂直斜面向上。当小滑块在斜面上运动并达到稳定状态时,其速度的大小和方向怎样?

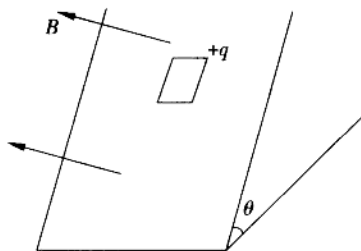


图 1.6

解析 由于 $\mu < \tan\theta$, 物体重力沿斜面的分力大于静摩擦力, 所以滑块下滑, 下滑过程中物体受重力、弹力、摩擦力、洛伦兹力作用, 当合力为零时, 滑块达到稳定的速度, 由平衡条件可求得速度的大小和方向。滑块在斜面内的受力情况如图 1.7 所示, 滑块达到稳定速度时, 沿斜面方向合力为零。由力平衡条件得:

$$F_f + F_{\text{洛}} = m^2 g^2 \sin^2 \theta$$

$$F_f = \mu mg \cos \theta \quad F_{\text{洛}} = Bqv$$

解以上三式得:

$$v = \frac{mg}{Bq} \sqrt{\sin^2 \theta - \mu^2 \cos^2 \theta}$$

设速度与重力沿斜面向下的分力 $mg \sin \theta$ 之间

的夹角为 φ , 则:

$$\cos \varphi = F_f / mg \sin \theta = \mu \cot \theta$$

即:

$$\varphi = \arccos(\mu \cot \theta)$$

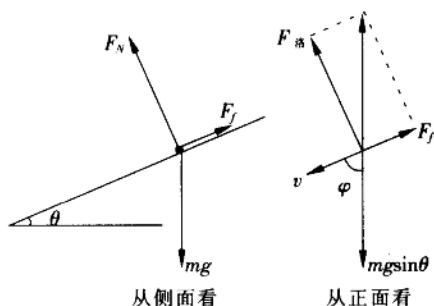


图 1.7

指津 解答本题的关键是: 运用“摩擦力 F_f 与速度 v 反向, $F_{\text{洛}}$ 与 v 垂直”寻找力的方向间的关系, 当受力为立体模型时, 分解到某一平面进行力的处理。本题以洛伦兹力、滑动摩擦力、力平衡条件为知识依托, 考查综合应用知识的能力和空间想像的能力。

例 3 2002 年 3 月, 我国北方地区遭遇了近 10 年来最严重的沙尘暴天气, 现把沙尘上扬后的情况简化为如下情景: v 为竖直向上的风速, 沙尘颗粒被扬起后悬浮在空中(不动), 这时风对沙尘的作用力相当于空气不动而沙尘以速度 v 竖直向下运动时所受的阻力, 此阻力可用下式表达, 即 $f = a \rho A v^2$ 。其中 a 为一系数, A 为沙尘颗粒的截面积, ρ 为空气密度。

(1) 若沙尘的密度 $\rho_s = 2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 沙尘颗粒为球形, 半径 $r = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$, 地球表面处空气密度 $\rho_0 = 1.25 \text{ kg/m}^3$, $a = 0.45$, 试估算在地面附近, 上述 v 的最小值 v_1 。

(2) 假定空气密度 ρ 随高度 h 的变化关系为 $\rho = \rho_0(1 - Ch)$, 其中 ρ_0 为 $h = 0$ 处空气密度, C 为一常量, $C = 1.18 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$, 试估算当 $v = 9.0 \text{ m/s}$ 时扬沙的最大高度(不考虑重力加速度随高度的变化)。

解析 (1) 在地面附近, 沙尘扬起要能悬浮在空中, 则空气阻力至少应与重力平衡, 即:

$$a \rho A v_1^2 = mg \quad \text{①}$$

式中 m 为沙尘颗粒的质量, 而:

$$A = \pi r^2 \quad \text{②}$$





所以:

$$m = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 \quad (3)$$

得:

$$v_1 = \sqrt{\frac{4\rho_0 g r}{3\rho_0}} \quad (4)$$

代入数据,得:

$$v_1 = 4.0 \text{ m/s} \quad (5)$$

(2) 用 ρ_k 、 h 分别表示 $v=9.0 \text{ m/s}$ 时扬沙到达的最高处的空气密度和高度,则有:

$$\rho_k = \rho_0 (1 - Ch) \quad (6)$$

此时①式应为:

$$\rho_k A v^2 = mg \quad (7)$$

由②③⑥⑦式可解得:

$$h = \frac{1}{C} \left(1 - \frac{4\rho_0 g}{3av^2 \rho_0} \right)$$

代入数据,得:

$$h = 6.8 \times 10^3 \text{ m}$$

指津 本题考查分析能力、已知新规律的应用能力。

例 4 3 根不可伸长的相同的轻绳,一端系在半径为 R 的圆环 1 上,固定点彼此间距相等。另一端穿过半径为 R 的圆环 3,用同样的方式系在半径为 $2R$ 的圆环 2 上,如图 1.8(a) 所示,圆环 1 固定在水面上,整个系统处于平衡,3 个圆环的粗细和材料一样,试求圆环 2 的中心和圆环 3 的中心的距离。

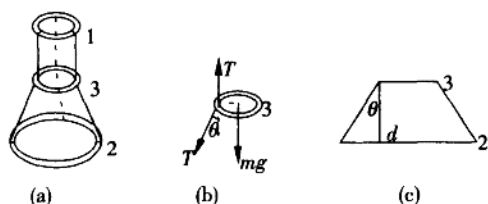


图 1.8

解析 设圆环 1、3 的质量为 m , 则圆环 2 的质量为 $2m$, 绳的拉力为 T , 由整体法(圆环 2 和 3)有:

$$3T = mg + 2mg \quad T = mg$$

分析圆环 3 的受力, 如图 1.8(b) 所示:

$$3T = mg + 3T \cos \theta \quad \cos \theta = 2/3$$

由图 1.8(c) 知:

$$d = R \cot \theta = \frac{2\sqrt{5}}{5} R$$

指津 本题的难点是空间想像能力、多个物体平衡状态时研究对象的选取。

例 5 如图 1.9 所示, 质量为 M 的大斜面体放在水平地面上, 倾角为 θ 。今有质量为 m 的玩具汽车在斜面上匀速向上运动, 斜面体保持静止。

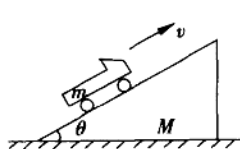


图 1.9

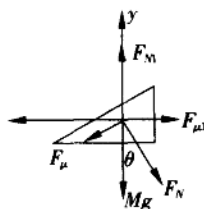


图 1.10

(1) 若玩具汽车是电动的, 自行匀速驶上斜面, 则地面对 M 的支持力 F_{N1} 和地面对 M 的静摩擦力 $F_{\mu 1}$ 各多大?

(2) 若玩具汽车无动力, 是人用沿斜面的拉力 F 使其匀速上行的, 则地面对 M 的支持力 F_{N2} 和地面对 M 的静摩擦力 $F_{\mu 2}$ 各是多大?

解析 (1) 隔离小车, 根据平衡条件得:

$$F_{\mu} = mg \sin \theta \quad F_N = mg \cos \theta$$

再研究斜面体 M , 受力如图 1.10 所示。

水平方向:

$$F_{\mu} \cos \theta - F_N \sin \theta - F_{\mu 1} = 0$$

即:

$$mg \sin \theta \cos \theta - mg \cos \theta \sin \theta - F_{\mu 1} = 0$$

故:

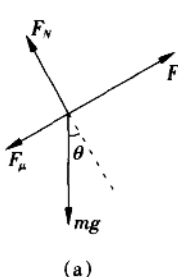
$$F_{\mu 1} = 0$$

竖直方向:

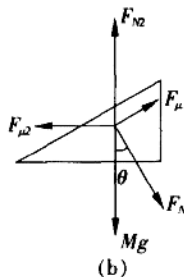
$$F_{N1} - Mg - F_{\mu} \sin \theta - F_N \cos \theta = 0$$

故: $F_{N1} = Mg + mg \sin^2 \theta + mg \cos^2 \theta = (M + m)g$

(2) 隔离小车, 受力如图 1.11(a) 所示。



(a)



(b)

图 1.11

由平衡条件得:

$$F = mgsin\theta + F_{\mu} \quad F_N = mgcos\theta$$

再隔离 M , 受力如图 1.11(b) 所示。根据平衡条件:

水平方向:

$$F'_{\mu}cos\theta + F'_Nsin\theta - F_{\mu_2} = 0$$

故:

$$F_{N_2} = (F - mgsin\theta)cos\theta + mgcos\theta sin\theta = Fcos\theta$$

竖直方向:

$$F'_{N_2} + F'_{\mu}sin\theta - Mg - F'_Ncos\theta = 0$$

故:

$$\begin{aligned} F_{N_2} &= Mg - (F - mgsin\theta)sin\theta + mgcos\theta cos\theta \\ &= Mg - Fsin\theta + mgsin^2\theta + mgcos^2\theta \\ &= (M + m)g - Fsin\theta \end{aligned}$$

指津 本题解答均采用隔离法, 要求学生有规范正确的受力分析能力及运算能力, 如果能充分理解匀速运动与静止状态等效, 采用整体法能迅速求解。一般情况下, 若多个物体处在平衡状态, 可先取整体法, 后用隔离法。

【能力训练】

说明: $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。(除第 18 题外)

1. 一只小昆虫从仰放的半球面形小碗内的最低点沿碗壁向上缓缓爬行, 在其滑落之前的爬行过程中的受力情况是()

- A. 弹力逐渐减小
- B. 摩擦力逐渐增大
- C. 摩擦力逐渐减小
- D. 碗对小昆虫的作用力不变

2. 如图 1.12 所示, 甲、乙两位同学做拔河游戏, 两人分别用伸平的手掌托起长凳的一端, 保持凳子水平, 然后各自向两侧拖拉。若凳子下表面各处的粗糙程度相同, 且在乙端的上表面放 4 块砖, 则下列判断正确的是()

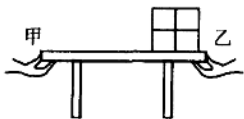


图 1.12

- A. 凳子向甲方移动
- B. 凳子向乙方移动
- C. 凳子在原处不会被移动
- D. 凳子向体重大的一方移动

3. 如图 1.13 所示, 一倾斜的金属框架上放有一根金属棒, 由于摩擦力的作用, 金属棒在没有磁场时处于静止状态。从 t_0 时刻开始, 给框架区域加一个垂直于框架平面斜向上的、由零开始随时间均匀增强的匀强磁场, 到时刻 t , 棒开始运动, 在 t_0 到 t 这段时间内, 金属棒所受()

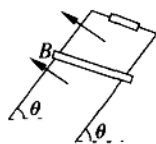


图 1.13

- A. 弹力保持不变
- B. 摩擦力不断减小
- C. 摩擦力先减小后增大
- D. 安培力增大

4. 如图 1.14 所示, 两个弹簧的质量不计, 劲度系数分别为 k_1, k_2 , 它们一端固定在质量为 m 的物体上, 另一端固定在 P, Q 上, 当物体平衡时上面的弹簧(k_2)处于原长。若把物体的质量换为 $2m$ (其他条件不变, 且两弹簧均在弹性限度内), 当物体再次平衡时, 物体从第一次平衡时下降的距离 x 为()

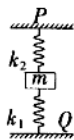


图 1.14

- A. $mg / (k_1 + k_2)$
- B. $mgk_1k_2 / (k_1 + k_2)$
- C. $2mg / (k_1 + k_2)$
- D. $2mgk_1k_2 / (k_1 + k_2)$

5. 把有鳞的硬骨小鱼放在盛有水和空气的密封容器里, 小鱼能浮在水中任何位置, 现把该容器固定在航天飞机的货舱内。当助推火箭点火启动, 航天飞机开始竖直升空, 经时间 t , 速度达到 v , 设小鱼的质量为 m , 在这个过程中容器里的小鱼()

- A. 将被挤在容器底部或一侧面
- B. 仍能悬浮在水中任何位置
- C. 受到容器的压力为 $m \frac{v}{t}$
- D. 受到容器的压力为 $m \left(\frac{v}{t} + g \right)$

6. 如图 1.15 所示, 一圆柱形容器上部的圆筒较细, 下部的圆筒较粗且足够长, 容器的底是一可

沿圆筒无摩擦移动的活塞 S , 用细绳通过测力计 F 将活塞提着, 容器中盛水。开始时, 水面与上圆筒的开口处在同一水平面, 在提着活塞的同时使活塞缓慢地下降。在这一过程中, 测力计的读数()

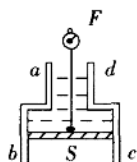


图 1.15

- A. 先变小, 然后保持不变
- B. 一直保持不变
- C. 先变大, 然后变小
- D. 先变小, 然后变大

7. 一只小球被两根轻绳拉住, 如图 1.16 所示。绳 AB 水平, 绳 CA 与水平方向夹角为 θ , 此时绳 CA 上的拉力为 F_1 , 现将绳 BA 烧断, 球开始摆动, 当小球摆至悬点 C 的正下方时, 绳 CA 上的拉力为 F_2 , 则两力大小之比 $F_1:F_2$ 为()

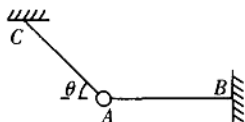


图 1.16

- A. $1:(3\sin\theta-2\sin^2\theta)$
- B. $1:(\sin\theta+2\sin^2\theta)$
- C. $2\sin^2\theta:1$
- D. $2\sin\theta(1-\sin\theta):1$

8. 如图 1.17 所示, 物块 M 通过与斜面平行的细绳与小物块 m 相连, 斜面的倾角 α 可以改变, 讨论物块 M 对斜面的摩擦力的大小, 则有()

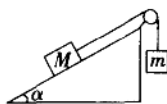


图 1.17

- A. 若物块 M 保持静止, 则 α 角越大, 摩擦力一定越大
- B. 若物块 M 保持静止, 则 α 角越大, 摩擦力不一定越大
- C. 若物块 M 沿斜面下滑, 则 α 角越大, 摩擦力一定越大
- D. 若物块 M 沿斜面下滑, 则 α 角越大, 摩擦力一定越小

9. 如图 1.18 所示, 轻绳一端系在质量为 m 的物体 A 上, 另一端系在一个圆环上, 圆环套在粗糙竖直杆 MN 中, 现用水平拉力 F 拉绳子上一点 O , 使物体 A 从图中实线位置缓慢下降到虚线位置, 圆环仍保持在原来位置不变, 则在这一过程中, 环对杆的摩擦力 F_1 和环对杆的压力 F_2 的变化情况是()

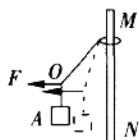


图 1.18

- A. F_1 保持不变, F_2 逐渐增大
- B. F_1 逐渐增大, F_2 保持不变
- C. F_1 逐渐减小, F_2 保持不变
- D. F_1 保持不变, F_2 逐渐减小

10. 如图 1.19 所示, 在质量为 M 的物体内有光滑的圆形轨道, 有一质量为 m 的小球在竖直平面内沿圆轨道做圆周运动, A 与 C 两点分别是轨道的最高点和最低点, B, D 两点与圆心在同一水平面上。小球在运动过程中, 物体 M 静止于地面, 则关于物体 M 对地面的压力 N 和地面对 M 摩擦力的方向, 下列说法正确的是()

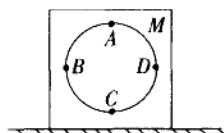


图 1.19

- A. 小球运动到 A 点时, $N > Mg$, 摩擦力方向向左
- B. 小球运动到 B 点时, $N = Mg$, 摩擦力方向向右
- C. 小球运动到 C 点时, $N > (M+m)g$, 地面对 M 无摩擦
- D. 小球运动到 D 点时, $N = (M+m)g$, 摩擦力方向向左

11. 如图 1.20 所示, 实线表示在竖直平面内的匀强电场的电场线, 电场线与水平方向的夹角为 α , 水平方向的匀强磁场与电场正交。有一带电液滴沿斜向上的虚线 l 做直线运动, l 与水平方向的夹角为 β , 且 $\alpha > \beta$ 。下列说法中正确的是()

- A. 液滴一定做匀速直线运动
- B. 液滴一定带负电
- C. 电场线方向一定斜向下

D. 液滴也有可能做匀变速直线运动



图 1.20

12. 如图 1.21, 已知 $m_A = \frac{1}{2}m_B = \frac{1}{3}m_C = 1\text{kg}$, 物体 A、B、C 及地面间的动摩擦因数均为 $\mu=0.1$, 轻绳与滑轮间的摩擦可忽略, 轻绳两端分别与 A、C 两物体相连接, 若要将 C 物慢慢拉出, 则加在 C 上的拉力至少为 _____ N。

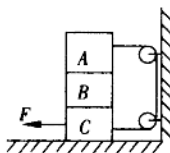


图 1.21

13. 如图 1.22, 带电小球 A、B 带等量异种电荷, 两球间用绝缘轻丝线连接, A 又被另一绝缘轻丝线悬挂于 O 处。当将此装置移入自左水平向右的匀强电场中, 已知小球质量均为 m , 所带电量的绝对值均为 q , A、B 间线长为 l , 电场强度为 E , 则稳定后, 线 OA 中的张力 $T_1 =$ _____, AB 中的张力 $T_2 =$ _____。

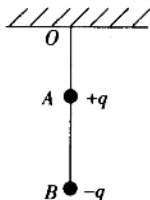


图 1.22

14. 如图 1.23(a) 所示, 一根轻绳上端固定在 O 点, 下端拴一个重为 G 的钢球 A, A 处于静止状态。现对球施加一个水平向右的外力 F , 使球缓慢偏移, 在移动过程中, 可以认为球始终处于平衡状态, 如果外力 F 方向始终水平, 最大值为 $2G$, 试求:

- (1) 轻线张力 T 大小的取值范围;
- (2) 在图 1.23(b) 中画出轻线张力与 $\cos\theta$ 的

关系图像。

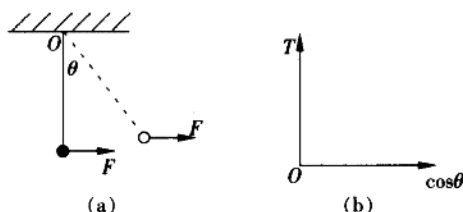


图 1.23

15. 如图 1.24 所示, 两个相同的气球充满氢气, 带有等量同种电荷, 各系一根细绳, 两绳等长。细绳下端系上 $4.0 \times 10^{-3}\text{kg}$ 的重物后气球匀速漂浮着, 两球中心间距为 0.6m , 每根绳长为 0.5m , 不计空气阻力, 静电力常量 $k=9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, 求:

- (1) 细绳张力多大?
- (2) 每个气球的带电量为多少?

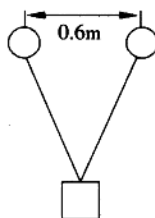


图 1.24

16. 如图 1.25 所示, 固定在匀强磁场中的水平导轨 ab 、 cd 的间距 $L_1=0.5\text{m}$, 金属棒 ad 与导轨左端 bc 的距离 $L_2=0.8\text{m}$, 整个闭合回路的电阻为 $R=0.2\Omega$, 匀强磁场的方向竖直向下穿过整个回路。 ad 杆通过细绳跨过定滑轮接一个质量 $m=0.04\text{kg}$ 的物体, 不计一切摩擦。开始时绳子刚好拉直但无张力, 现使磁感应强度从零开始以 0.2T/s 的变化率均匀地增大, 求经过多长时间物体 m 刚好能离开地面?

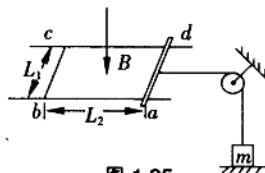


图 1.25

17. 如图 1.26 所示, 在光滑的水平杆上, 穿两个重均为 2N 的球 A、B, 在两球之间夹一弹簧, 弹簧的劲度系数为 10N/m , 用两条等长的细线将球 C 与 A、B 相连, 此时弹簧被压缩了 10cm , 两条线间



的夹角为 60° , 求:

- (1) 球 C 的重力多大?
- (2) 杆对球 A 的支持力多大?

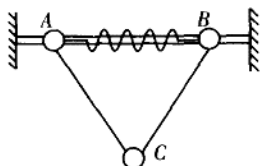


图 1.26

18. 物理学家密立根在 1911 年曾以著名的油滴实验推断出自然界存在元电荷, 并推算出元电荷的带电量。下面让我们追溯这个实验过程, 并提出问题。水平放置的平行板电容器两极板间的距离为 d , 在上极板的中间开一小孔, 使质量为 m 的带电油滴从这个小孔落到电容器中, 忽略空气浮力, 当电容器上没加电压时, 由于空气阻力与速度大小成正比(设比例系数为 k), 经过一段时间, 即可观察到油滴以恒定的速率 v_1 在空气中缓慢降落。

(1) 若在电容器上加电压 u (下极板为正), 可见到油滴以恒定速率 v_2 缓慢上升, 试求油滴所带电量(设重力加速度为 g , 电量由 d, u, k, v_1, v_2 等已知量表示)。

(2) 若电容器上不加电压, 油滴在电容器内以恒定的速率 v_1 下降某一竖直距离所需时间为 t_1 ; 加了电压 u 后, 油滴以恒定速率 v_2 上升同一竖直距离所需时间为 t_2 , 则油滴的带电量可表达为 $A \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$ 。试用已知量 d, g, u, t_1 及油滴质量 m 来表示 A 。

(3) 若撤除电容器上的电压, 使油滴以恒定的速率下降一段距离, 然后向电容器内照射 X 射线以改变油滴的带电量, 又在电容器上加上电压 u , 测定该油滴匀速上升同一竖直距离所需时间为 t_2 。依此类推, 多次实验的结果表明 $\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}$ 总是 0.00535s^{-1} 的整数倍。由此可推论: 自然界中一定存在元电荷。

已知该实验中测得的一组数据如下:

$$d = 2.0 \times 10^{-2} \text{m}, m = 3.2 \times 10^{-16} \text{kg}, t_1 = 11.9 \text{s}, u = 25 \text{V},$$

并取 $g = 9.8 \text{m/s}^2$, 试由此计算元电荷的带电量(取两位有效数字)。

专题二 力与运动

【考点巩固】

1. 本专题高考要求

力与运动是经典物理学中最重要、最基本的规律, 是动力学的基础。近几年高考对这部分知识的考查从侧重于对单个物体的分析和计算演变为对多个相关物体的分析和计算, 且运动过程比较隐蔽, 运动形式比较复杂。力与运动的内容每年必考, 且在高考试题中的比例相当大, 所出现的题型也相当丰富, 有选择题、填空题、实验题、计算题; 在知识方面有与直线运动相结合的问题, 也有与曲线运动相结合的问题。除了本专题单独命题外, 还往往与动量、能量、带电粒子的运动、通电导体棒的运动和电磁感应等内容联系起来综合考查, 以考查学生多方面的能力, 如推理能力、综合分析能力、实验处理能力、用数学工具处理物理问题的能力等。

在近几年的高考中, 力与运动部分出题的频率相当高, 已渐渐成为热点之一, 这是现代教学提倡培养学生的创新精神和实践能力在高考试题中的体现。解决这类问题要注意从实际生活、科技、生产等背景中抽象出物理模型, 利用学过的知识求解。在复习时应该掌握以力的分析和运动分析为出发点, 注意运用和掌握力的独立作用原理、运动独立性原理去解决复杂运动的基本方法。

2. 本专题复习时应注意的问题

(1) 理解牛顿运动定律的深层含义, 把握力与运动的根本关系是本专题的难点之一。在扎实掌握运动学基本公式的前提下, 对研究对象进行正确的受力情况分析和运动状态、运动过程分析, 再灵活运用公式, 提高解题的效率是本专题的又一个难点。力与运动的关系是牛顿定律的核心, 力和加速度相联系, 而与速度不直接联系, 这一点需要深刻理解。根据质点受力与初始条件, 判断质点运动轨迹与运动类型特点, 是检验是否掌握牛顿定律的试金石, 特别是研究圆周运动问题以及带电粒子运动问题。

(2) 在本专题中要防止出现以下几个方面错误: 第一, 对力与运动的关系理解不透彻, 只凭直