



系列丛书 **之 题**
全真优秀竞赛试



学科竞赛完全设计

XUEKEJINGSAIWANQUANSHEJI

(1998-2003) 全真优秀

竞赛试题精编



高中物理

学科主编 刘汉文

中国少年儿童出版社



系列丛书 ● 题
全真优秀竞赛试

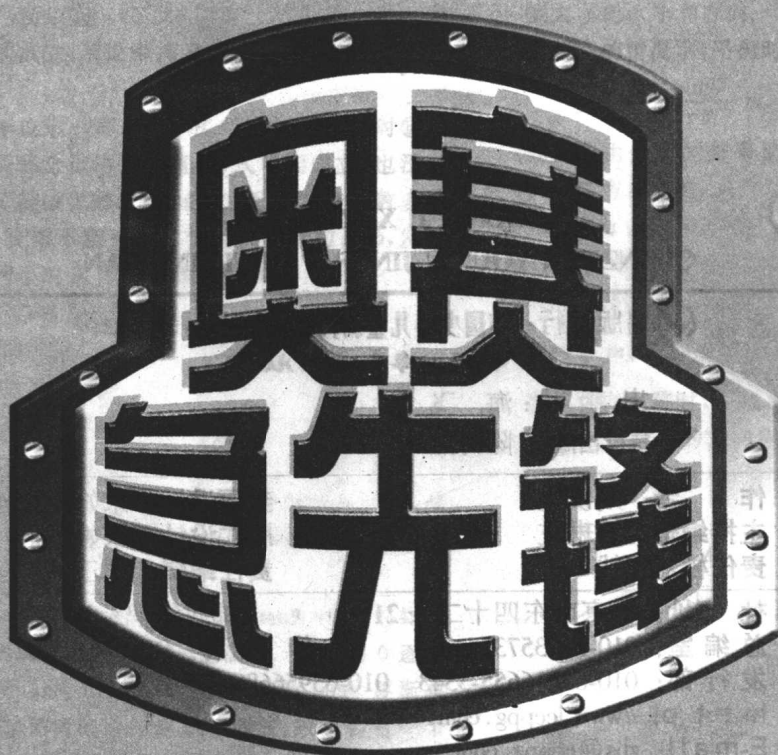


学科竞赛完全设计

XUEKEJINGSAI WANQUAN SHEJI

(1998—2003) 全真优秀

竞赛试题精编



高中物理

学科主编：刘汉文

本册主编：徐 辉



中国少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

奥赛急先锋全真优秀竞赛试题精编. 高中物理/
刘汉文主编; 徐辉编. —北京: 中国少年儿童出版
社, 2004

ISBN 7-5007-7013-8

I. 奥... II. ①刘... ②徐... III. 物理课—
高中—试题 IV. G632.479

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 030941 号

AOSAI JI XIANFENG

QUANZHEN YOUXIU JINGSAI SHITI JINGBIAN

 出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

出版人: 海 飞

执行出版人: 陈海燕

作 者: 刘汉文
主持编辑: 石琳芝
责任校对: 钱 进

封面设计: 宋娉婷
版式设计: 宋娉婷
责任编辑: 刘玉珍

社 址: 北京市东四十二条 21 号 邮政编码: 100708
总 编 室: 010-64035735 传 真: 010-64012262
发 行 部: 010-65016655-5343 010-65956688-27
h t t p: //www.ccppg.com.cn
E-mail: zbs@ccppg.com.cn

印刷: 北京金特印刷有限责任公司 经销: 新华书店

开本: 787×1092 1/16 印张: 7.25
2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 1 次印刷
字数: 194 千字 印数: 10,000 册

ISBN 7-5007-7013-8/G·5387

高中 (数、英、生、物、化) 5 册总定价: 66 元

图书若有印装问题, 请随时向印务部退换。

使用说明

暨前言

为了引导读者更好地选择和使用这套精品图书，还是让我们先从奥林匹克说起。

国际数学奥林匹克 (International Mathematical Olympiad 简称 IMO)，是一种国际性的以中学数学为内容，以中学生为参赛对象的竞赛活动。第一届国际数学奥林匹克于 1959 年夏天在罗马尼亚举行。我国的数学竞赛活动始于 1956 年，当时在著名数学大师华罗庚教授的亲自参与并指导下，在北京、上海、天津、武汉四大城市举办了我国第一届数学竞赛。1985 年我国首次正式派代表参加国际奥林匹克数学竞赛，并取得骄人的成绩。

经过 40 多年的发展，奥林匹克竞赛活动已经远远超出了一门学科竞赛的意义，它已在竞赛的基础上形成了自己特有的人才培养模式；形成了自己特有的教材、辅导书系列，形成了一套完整的竞赛考试、评估机制。而它的培养和评估机制，不仅对于各种门类的学科竞赛，并且对于我们的课堂教授、教材制订都有着极大的参考价值。

奥林匹克教材及辅导图书相对于现行的课内教材而言，最大的优势就在于——

○它承认并适应学生的个体差异，在培养个人特长、开发个人潜能、造就拔尖人才方面具有独特的功能。

更为可喜的是，数学学科的竞赛活动影响并带动了物理学、化学、生物学、计算机科学、俄语、英语等学科的竞赛活动，培养了大批有个性有天赋的学生。

我们研究竞赛的意义在哪里？

1、用精英的标准要求自己，是成为精英的开始。

竞赛是精英选拔的重要方式，特别是奥林匹克这样的具有强大号召力的大型比赛，更是集中了精英的智慧，它所采用的评判体系、评判标准，对于我们新的人才培养和选拔机制的形成都具有巨大的引导作用和前瞻性。

2、棋高一着，先行一步掌握中、高考新题型。

竞赛题的魅力在于“难”。“难题”，一种是指综合性强的题，另一种是指与实际联系比较密切、应用性强的题。而这两类题，正是近年素质教育中强调的最新的命题趋势，在中、高考命题中的比例也逐年增加。解析综合性强的题需要把学过的知识有机地联系在一起，有时还需要用到其他学科的知识进行整合。解析实际应用型的题，需要从大量事实中找出事物的遵循规律。征服了这两类难题，对于中、高考命题中出现的新题、难题，自然可以棋高一着，应对自如了。

3、知识与能力并重，积累与探究互进，不仅“学会”，而且“会学”。

竞赛是源于课堂而高于课堂的，所以要能应对自如地解答竞赛题，就须正确处理知识积累与能力培养、打好基础与研究难题的关系。知识的占有是能力形成的基础，掌握知识的速度与质量依赖于能力的发展。只有打好坚实的基础，才会具有研究难题、探究未知的能力。所以，竞赛要求学生的品质，不仅是“学会”，更重要的是“会学”，也就

是我们一直在提的研究性学习。

4. 课后加餐，课内加分：自学的成功，在课堂学习中得到检验。

对于学生来说，课后的练习和自学的成功，如果能够在课堂学习和课内测试中得到验证，是最具说服力的，也是真正让学生在奥赛的先进命题理念和训练方式中受益的表现。真正熟练并理解了竞赛题的解题技巧，学生必然能增强学习的兴趣和动力，在平时的考试中游刃有余。

因此，我们集成了近年国内外竞赛和中高考的优秀试题；并且对这一批优秀试题的解题思路、方法进行了总结归纳，给出全新的解题方略。

竞赛和课堂的关系

为了恰当处理竞赛和课堂学习的关系，本书作者认真研究了最新的中小学教学大纲和考纲，参照各版本的中小学教材，在知识层面上，进行了严格的年级设计，对应课堂教学进行针对性训练和提高；在能力层面上，遵循竞赛规则，帮助学生真正实现内在能力的强化，不仅能自如应对各类升学考试，而且能够在学科竞赛中取得名次，获得全面的自信提升！

奥赛急先锋

正是因为《奥赛急先锋——新概念学科竞赛完全设计》丛书在体例设计和内容编写上的高起点、新视角和实效确凿性，这套书自2002年推出伊始便好评如潮，随后我们推出了姊妹套系《奥赛急先锋——题库》和《奥赛急先锋——ABC卷》，读者纷纷反映受益匪浅。结合读者和市场的反馈，我们今年在修订和完善原套系的同时，又增添了一个新品种《奥赛急先锋——宝真优秀竞赛试题精编》。这四套书在内容上互为补充，在功能上互相促进。

○从基础做起，内强筋骨，稳扎稳打。

《奥赛急先锋——新概念学科竞赛完全设计》

从各科各阶段的知识要点出发，理清重点知识及运用，在此基础上给出范例剖析，着重进行思路分析。每章节配有典型练习题，都是优秀竞赛题和精选的中高考试题。

	语文	英语	数学	物理	化学	生物
高一						
高二						
高三						
全一册	高中计算机信息工程			高中语文基础		
	高中语文阅读			高中语文写作		
				高中生物		

○最丰富、最具有针对性、个性化的训练方案，会做题还会选择，真正让学生聪明起来！

《奥赛急先锋——ABC卷》

本套丛书以知识要点分列章节，每章节提炼黄金讲解，随后给出A、B、C三个等级的测试卷，即基础级、提高级、综合能力级。每一级的测试都以试卷的形式给出，不同水平级的学生可以针对性地选择训练，同一学生在不同的学习阶段也可以合理搭配使用，拥有属于自己的个性化方案。

	语文	英语	数学	物理	化学	生物
高一	☺	☺	☺	☺	☺	☺
高二	☺	☺	☺	☺	☺	☺
高三	☺	☺	☺	☺	☺	
全一册						

○以解题法为纲领，从题库里选择你所需要的，从答案里寻找你所不知道的。

《奥赛急先锋——题库》

以知识点划分章节，每章从归纳而成的高度精炼的黄金解题法出发，讲解方法后，再给出试题来检验学生对方法的掌握。习题根据难度分为A级、B级、C级。与丰富的题量相比，答案更加丰富多彩，解析思路，解读命题方法，指导应试策略，全面而且精确。每章最后给出综合练习。可以说，《题库》在大量的练习的基础上帮助学生达到了最高效的训练效果。

	语文	英语	数学	物理	化学	生物
高一			☺	☺	☺	
高二			☺	☺	☺	
高三			☺	☺	☺	
全一册						

注：第一期已推出数学，第二期推出物理和化学
其他各科正在制作中

○在最真实的赛场上展现你最大能量的才华，帮助你更清楚地了解自己！

《奥赛急先锋——全真优秀竞赛试题精编》

精选自近几年全国市级以上（包括市级）的各个学科优秀竞赛试题，部分学科还收录了2004年最新试题。我们邀请了具有多年奥赛教学经验的一线老师对每一套试题做出科学评析、理清竞赛和平时学习的重点，联系中高考试题，从学生的角度分析讲解。

	数学	英语	物理	化学	生物
高中					

《奥赛》系列丛书由刘汉文总体策划并担任丛书主编，由周向霖、金新等担任学科主编，由北京、浙江、江苏、湖北等重点中小学的奥赛教练及特、高级教师编写，尤其是湖北黄冈市教研室的著名老师们的加盟，更给了我们质量和信心的保证！

丛书的推出，意味着我们的工作进入了一个崭新的阶段；我们希望听到的是读者的意见和建议，我们希望看到的是每一位读者的成功，我们希望做到的是全心全意为学生和读者服务！

欢迎来函或致电与我们联系，无论是建议、咨询还是购书，我们都热忱地感谢您的关心和支持！

编者

2004年4月

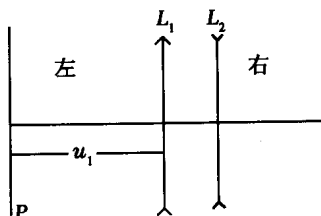
目 录

2003 年全国中学生物理竞赛预赛试题	(1)(32)
2003 年全国中学生物理竞赛复赛试题	(2)(35)
2002 年全国中学生物理竞赛预赛试题	(4)(40)
2002 年全国中学生物理竞赛复赛试题	(6)(45)
2002 年全国中学生物理竞赛决赛试题	(8)(49)
2001 年全国中学生物理竞赛预赛试题	(9)(53)
2001 年全国中学生物理竞赛复赛试题	(11)(56)
2001 年全国中学生物理竞赛决赛试题	(12)(61)
2000 年全国中学生物理竞赛预赛试题	(15)(67)
2000 年全国中学生物理竞赛复赛试题	(17)(70)
2000 年全国中学生物理竞赛决赛试题	(19)(76)
1999 年全国中学生物理竞赛预赛试题	(21)(82)
1999 年全国中学生物理竞赛复赛试题	(23)(85)
1999 年全国中学生物理竞赛决赛试题	(24)(89)
1998 年全国中学生物理竞赛预赛试题	(26)(96)
1998 年全国中学生物理竞赛复赛试题	(29)(99)
1998 年全国中学生物理竞赛决赛试题	(30)(102)
参考解答	(32—108)

2003 年全国中学生物理竞赛预赛试题

全卷共七题，总分为 140 分

- 一、(20 分) 两个薄透镜 L_1 和 L_2 共轴放置 (如图所示), 已知 L_1 的焦距 $f_1 = f$, L_2 的焦距 $f_2 = -f$, 两透镜间距离也是 f . 小物体位于物面 P 上, 物距 $u_1 = 3f$.



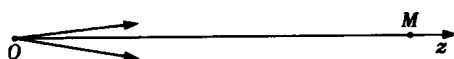
第 1 题图

- 小物体经这两个透镜所成的像在 L_2 的 _____ 边, 到 L_2 的距离为 _____, 是 _____ 像 (虚或实)、_____ 像 (正或倒), 放大率为 _____.
- 现在把两透镜位置调换, 若还要给定的原物体在原物处成像, 两透镜作为整体应沿光轴向 _____ 边移动距离 _____. 这个新的像是 _____ 像 (虚或实)、_____ 像 (正或倒), 放大率为 _____.

- 二、(20 分) 一个氢放电管发光, 在其光谱中测得一条谱线的波长为 $4.86 \times 10^{-7} \text{ m}$. 试计算这是氢原子中电子从哪一个能级向哪一个能级 (用量子数 n 表示) 跃迁时发出的? 已知氢原子基态 ($n=1$) 的能量为 $E_1 = -13.6 \text{ eV} = -2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$, 普朗克常量为 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

- 三、(20 分) 在野外施工中, 需要使质量 $m = 4.20 \text{ kg}$ 的铝合金构件升温. 除了保温瓶中尚存有温度 $t = 90.0^\circ\text{C}$ 的 1.200 kg 的热水外, 无其他热源. 试提出一个操作方案, 能利用这些热水使构件从温度 $t_0 = 10.0^\circ\text{C}$ 升温到 66.0°C 以上 (含 66.0°C), 并通过计算验证你的方案. 已知铝合金的比热容 $c = 0.880 \times 10^3 \text{ J} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$, 水的比热容 $c_0 = 4.20 \times 10^3 \text{ J} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$, 不计向周围环境散失的热量.

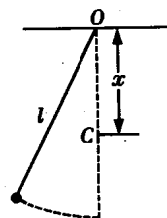
• $^\circ\text{C})^{-1}$, 不计向周围环境散失的热量.



第 4 题图

- 四、(20 分) 从 z 轴上的 O 点发射一束电量为 q ($q > 0$)、质量为 m 的带电粒子, 它们速度的方向分布在以 O 点为顶点、 z 轴为对称轴的一个顶角很小的锥体内 (如图所示), 速度的大小都等于 v . 试设计一种匀强磁场, 能使这束带电粒子会聚于 z 轴上的另一点 M , M 点离开 O 点的距离为 d . 要求给出该磁场的方向、磁感应强度的大小和最小值. 不计粒子间的相互作用和重力的作用.

- 五、(20 分) 有一个摆长为 l 的摆 (摆球可视为质点, 摆线的质量不计), 在过悬挂点的竖直线上距悬挂点 O 的距离为 x 处 ($x < l$) 的 C 点有一固定的钉子, 如图所示, 当摆摆动时, 摆线会受到钉子的阻挡. 当 l 一定而 x 取不同



第 5 题图

值时, 阻挡后摆球的运动情况将不同. 现将摆拉到位于竖直线的左方 (摆球的高度不超过 O 点), 然后放手, 令其自由摆动, 如果摆线被钉子阻挡后, 摆球恰巧能够击中钉子, 试求 x 的最小值.

- 六、(20 分) 质量为 M 的运动员手持一质量为 m 的物块, 以速率 v_0 沿与水平面成 α 角的方向向前跳跃 (如图所示). 为了能跳得更远一点, 运动员可在跳远全过程中的某一位置处, 沿某一方向把物块抛出. 物块抛出时相对运动员的速度的大小 u 是给定的, 物块抛出后, 物块和运动员都在同一竖直平面内运动.

- 若运动员在跳远的全过程中的某时刻 t_0 把物块沿与 x 轴负方向成某 θ 角的方向抛出, 求运动员从起跳到落地所经历的时间.

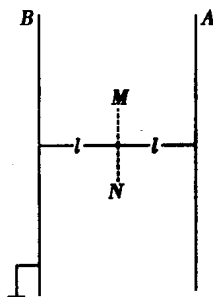


第6题图

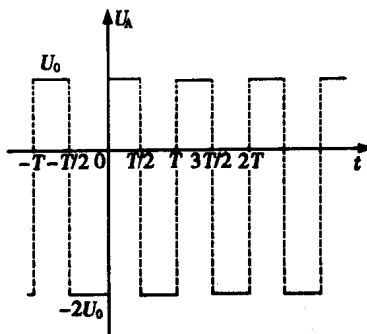
2. 在跳远的全过程中, 运动员在何处把物块沿与 x 轴负方向成 θ 角的方向抛出, 能使自己跳得更远? 若 v_0 和 u 一定, 在什么条件下可跳得最远? 并求出运动员跳的最大距离.

七、(20分) 图1中A和B是真空中的两块面积很大的平行金属板, 加上周期为 T 的交流电压, 在两板间产生交变的匀强电场. 已知B板电势为零, A板电势 U_A 随时间变化的规律如图2所示, 其中 U_A 的最大值为 U_0 , 最小值为 $-2U_0$. 在图1中, 虚线MN表示与A、B板平行等距的一个较小的面, 此面到A和B的距离皆为 l . 在此面所在处, 不断地产生电量为 q 、质量为 m 的带负电的微粒, 各个时刻产生带电微粒的机会均等. 这种微粒产生后, 从静止出发在电场力的作用下运动. 设微粒一旦碰到金属板, 它就附在板上不再运动, 且其电量同时消失, 不影响A、B板的电压. 已知上述的 T 、 U_0 、 l 、 q 和 m 等各量的值正好满足等式 $l^2 = \frac{3}{16} \frac{U_0 q}{2m} (\frac{T}{2})^2$.

若在交流电压变化的每个周期 T 内, 平均产生 320 个上述微粒, 试论证在 $t=0$ 到 $t=T/2$ 这段时间内产生的微粒中, 有多少微粒可到达A板 (不计重力, 不考虑微粒之间的相互作用).



第7题图1



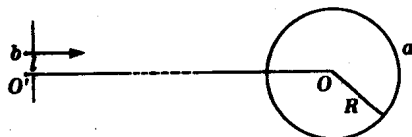
第7题图2

2003年全国中学生物理竞赛复赛试题

全卷共七题, 总分为 140 分

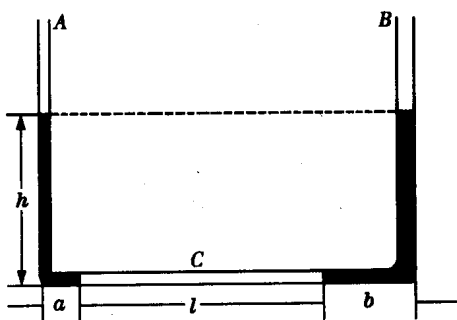
- 一、(15分) 图中 a 为一固定放置的半径为 R 的均匀带电球体, O 为其球心. 已知取无限远处的电势为零时, 球表面处的电势为 $U=1000\text{ V}$. 在离球心 O 很远的 O' 点附近有一质子 b , 它以 $E_k=2000\text{ eV}$ 的动能沿与 $O'O$ 平行的方向射向 a . 以 l 表示 b 与 $O'O$ 线之间的垂直距离, 要

使质子 b 能够与带电球体 a 的表面相碰, 试求 l 的最大值. 把质子换成电子, 再求 l 的最大值.



第1题图

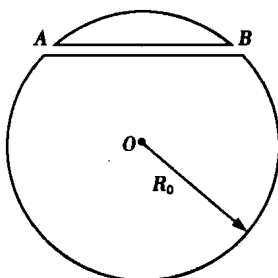
- 二、(15分) U形管的两支管A、B和水平管C都是由内径均匀的细玻璃管做成的, 它们的内径与管长相比都可忽略不计. 已知三部分的截面积分别为 $S_A = 1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$, $S_B = 3.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$, $S_C = 2.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$. 在C管中有一段空气柱, 两侧被水银封闭. 当温度为 $t_1 = 27^\circ\text{C}$ 时, 空气柱长为 $l = 30 \text{ cm}$ (如图所示), C中气柱两侧的水银柱长分别为 $a = 2.0 \text{ cm}$, $b = 3.0 \text{ cm}$, A、B两支管都很长, 其中的水银柱高均为 $h = 12 \text{ cm}$. 大气压强保持为 $p_0 = 76 \text{ cmHg}$ 不变. 不考虑温度变化时管和水银的热膨胀. 试求气柱中空气温度缓慢升高到 $t = 97^\circ\text{C}$ 时空气的体积.



第2题图

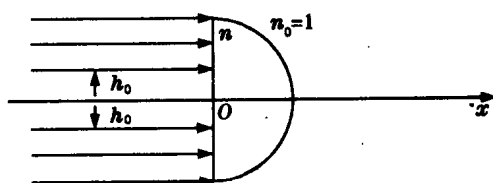
- 三、(20分) 有人提出了一种不用火箭发射人造地球卫星的设想. 其设想如下: 沿地球的一条弦挖一通道, 如图所示. 在通道的两个出口处A和B, 分别将质量为M的物体和质量为m的待发射卫星同时自由释放, 只要M比m足够大, 碰撞后, 质量为m的物体, 即待发射的卫星就会从通道口B冲出通道; 设待发卫星上有一种装置, 在待发卫星刚离开出口B时, 立即把待发卫星的速度方向变为沿该处地球切线的方向, 但不改变速度的大小. 这样待发卫星便有可能绕地心运动, 成为一个人造卫星. 若人造卫星正好沿地球表面绕地心做圆周运动, 则地心到该通道的距离为多少? 已知 $M = 20 \text{ m}$, 地球半径 $R_0 = 6400 \text{ km}$. 假定地球是质量均匀分布的球体, 通道是光滑的, 两物体间的碰撞是弹性的.

- 四、(20分) 如图所示, 一半径为R、折射率为n的玻璃半球, 放在空气中, 平表面中央半径为 h_0 的区域被涂黑. 一平行光束垂直入射到此平面上, 正好覆盖整个表面. Ox为以球心O为原点, 与平面垂直的坐标轴. 通过计算, 求



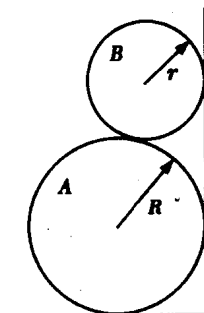
第3题图

出坐标轴Ox上玻璃半球右边有光线通过的各点(有光线段)和无光线通过的各点(无光线段)的分界点的坐标.



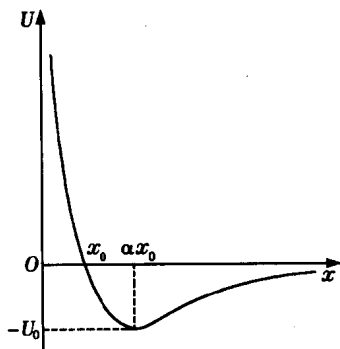
第4题图

- 五、(22分) 有一半径为R的圆柱A, 静止在水平地面上, 并与竖直墙面相接触. 现有另一质量与A相同, 半径为r的较细圆柱B, 用手扶着圆柱A, 将B放在A的上面, 并使之与墙面相接触, 如图所示, 然后放手.



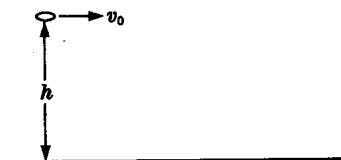
第5题图

- 已知圆柱A与地面的静摩擦系数为0.20, 两圆柱之间的静摩擦系数为0.30. 若放手后, 两圆柱体能保持图示的平衡, 问圆柱B与墙面间的静摩擦系数和圆柱B的半径r的值各应满足什么条件?
- 六、(23分) 两个点电荷位于x轴上, 在它们形成的电场中, 若取无限远处的电势为零, 则在正x轴上各点的电势如图中曲线所示, 当 $x \rightarrow 0$ 时, 电势 $U \rightarrow \infty$; 当 $x \rightarrow \infty$ 时, 电势 $U \rightarrow 0$; 电势为零的点的坐标为 x_0 , 电势为极小值 $-U_0$ 的点的坐标为 ax_0 ($a > 2$). 试根据图线提供的信息, 确定这两个点电荷所带电荷的符号、电量的大小以及它们在x轴上的位置.



第 6 题图

七、(25 分) 如图所示, 将一铁饼状小物块在离地面高为 h 处沿水平方向以初速 v_0 抛出. 已知物块碰地弹起时沿竖直方向的分速度的大小与碰前沿竖直方向的分速度的大小之比为 e ($e < 1$). 又知沿水平方向物块与地面之间的滑动摩擦系数为 μ ($\mu \neq 0$); 每次碰撞过程的时间都非常短, 而且都是“饼面”着地. 求物块沿水平方向运动的最远距离.



第 7 题图

2002 年全国中学生物理竞赛预赛试题

全卷共七题, 总分为 140 分

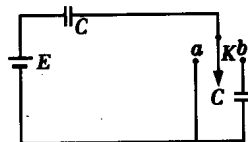
一、(15 分) 2002 年 3 月我国北方地区遭遇了近 10 年来最严重的沙尘暴天气. 现把沙尘上扬后的情况简化为如下情景: v 为竖直向上的风速, 沙尘颗粒被扬起后悬浮在空中(不动). 这时风对沙尘的作用力相当于空气不动而沙尘以速度 v 竖直向下运动时所受的阻力, 此阻力可用下式表达 $f = \alpha \rho A v^2$

其中 α 为一系数, A 为沙尘颗粒的截面积, ρ 为空气密度.

1. 若沙粒的密度 $\rho_s = 2.8 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 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 $\rho_0 = 1.25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $\alpha = 0.45$, 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 $h = 0$ 处的空气密度, C 为一常量, $C = 1.18 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$, 试估算当 $v = 9.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时扬沙的最大高度. (不考虑重力加速度随高度的变化)

二、(20 分) 图示电路中, 电池的电动势为 ϵ , 两个电容器的电容皆为 C , K 为一单刀双掷开关, 开始时两电容器均不带电.



第 2 题图

1. 第一种情况, 先将 K 与 a 接通, 达到稳定, 此过程中电池内阻消耗的电能等于 _____; 再将 K 与 a 断开而与 b 接通, 此过程中电池供给的电能等于 _____.
2. 第二种情况, 先将 K 与 b 接通, 达到稳定, 此过程中电池内阻消耗的电能等于 _____; 再将 K 与 b 断开而与 a 接通, 此过程中电池供给的电能等于 _____.

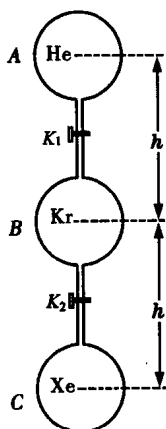
三、(20 分) 据新华社报道, 为了在本世纪初叶将我国的航天员送上太空, 2002 年 3 月 25 日 22 时 15 分, 我国成功地发射了一艘无人试验飞船. 在完成预定任务后, 飞船于 4 月 1 日 16 时 51 分安全着陆, 共绕地球飞行 108 圈.

1. 飞船的名称是什么?
2. 飞船在运行期间, 按照地面指挥控制中心

的指令成功地实施了数百个动作, 包括从椭圆轨道变换成圆轨道等. 假如把飞船从发射到着陆的整个过程中的运动都当作圆周运动处理, 试粗略估计飞船离地面的平均高度. 已知地球半径 $R = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$, 地球表面处的重力加速度 $g = 9.80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

四、(20分) 如图所示, 三个

绝热的、容积相同的球状容器 A、B、C, 用带有阀门 K_1 、 K_2 的绝热细管连通, 相邻两球球心的高度差 $h = 1.00 \text{ m}$. 初始时, 阀门是关闭的, A 中装有 1 mol 的氦 (He)、B 中装有 1 mol 的氪 (Kr)、C 中装有 1 mol 的氙 (Xe), 三者的温度和压强都相同, 气体均可视为理想气体. 现打开阀门 K_1 、 K_2 , 三种气体相互



第4题图

混合, 最终每一种气体在整个容器中均匀分布, 三个容器中气体的温度相同. 求气体温度的改变量. 已知三种气体的摩尔质量分别为

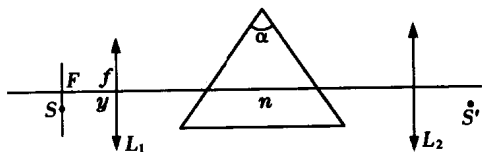
$$\mu_{\text{He}} = 4.003 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\mu_{\text{Kr}} = 83.8 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\mu_{\text{Xe}} = 131.3 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

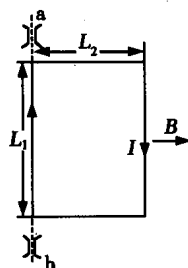
在体积不变时, 这三种气体任何一种每摩尔温度升高 1 K, 所吸收的热量均为 $3R/2$. R 为普适气体常量.

五、(20分) 图中, 三棱镜的顶角 α 为 60° , 在三棱镜两侧对称位置上放置焦距均为 $f = 30.0 \text{ cm}$ 的两个完全相同的凸透镜 L_1 和 L_2 . 若在 L_1 的前焦面上距主光轴下方 $y = 14.3 \text{ cm}$ 处放一单色光源 S , 已知其像 S' 与 S 对该光学系统是左右对称的. 试求该三棱镜的折射率.



第5题图

六、(20分) 一个长为 L_1 , 宽为 L_2 , 质量为 m 的矩形导电线框, 由质量均匀分布的刚性杆构成, 静止放置在不导电的水平桌面上, 可绕与线框的一条边重合的光滑固定轴 ab 转动, 在此边中串接一能输出可变电流的电流源 (图中未画出). 线框处在匀强磁场中, 磁场的磁感应强度 B 沿水平方向且与转轴垂直, 俯视图如图所示. 现让电流从零逐渐增大, 当电流大于某一最小值 $I_{\min}$ 时, 线框将改变静止状态.

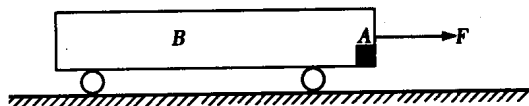


第6题图

1. 求电流值 $I_{\min}$.

2. 当线框改变静止状态后, 设该电流源具有始终保持恒定电流值 I_0 不变 ($I_0 > I_{\min}$) 的功能. 已知在线框运动过程中存在空气阻力, 试分析线框的运动状况.

七、(25分) 如图所示, 在长为 $l = 1.0 \text{ m}$ 、质量为 $m_B = 30.0 \text{ kg}$ 的车厢 B 内的右壁处, 放一质量 $m_A = 20.0 \text{ kg}$ 的小物块 A (可视为质点), 向右的水平拉力 $F = 120.0 \text{ N}$ 作用于车厢, 使之从静止开始运动. 测得车厢 B 在最初 2.0 s 移动的距离 $s = 5.0 \text{ m}$, 且在这段时间内小物块未与车厢壁发生过碰撞. 假定车厢与地面间的摩擦忽略不计, 小物块与车厢壁之间的碰撞是弹性的. 求车厢开始运动后 4.0 s 时, 车厢与小物块的速度.

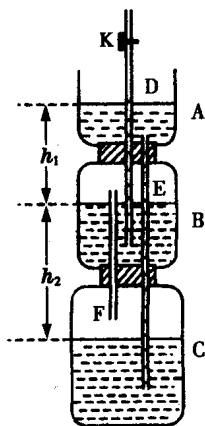


第7题图

2002 年全国中学生物理竞赛复赛试题

全卷共七题，总分为 140 分

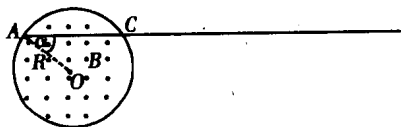
- 一、(20 分) 某甲设计了一个如图所示的“自动喷泉”装置，其中 A、B、C 为三个容器，D、E、F 为三根细管。管栓 K 是关闭的。A、B、C 及细管 D、E 中均盛有水，容器水面的高度差分别为 h_1 和 h_2 ，如图所示。A、B、C 的截面半径为 12 cm，D 的半径为 0.2 cm。甲向同伴乙说：“我若拧开管栓 K，会有水从细管口喷出。”乙认为不可能。理由是：“低处的水自动走向高处，能量从哪儿来？”甲当即拧开 K，果然见到有水喷出，乙哑口无言，但不明自己的错误所在。甲又进一步演示。在拧开管栓 K 前，先将喷管 D 的上端加长到足够长，然后拧开 K，管中水面即上升，最后水面静止于某个高度处。



第 1 题图

1. 论证拧开 K 后水柱上升的原因。
2. 当 D 管上端足够长时，求拧开 K 后 D 中静止水面与 A 中水面的高度差。
3. 论证水柱上升所需能量的来源。

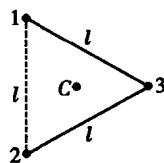
- 二、(18 分) 在图中，半径为 R 的圆柱形区域内有匀强磁场，磁场方向垂直图面指向纸外。磁感应强度 B 随时间均匀变化，变化率 $\Delta B/\Delta t = K$ (K 为一正值常量)。圆柱形区外空间中没有磁场，沿图中 AC 弦的方向画一直线，并向外



第 2 题图

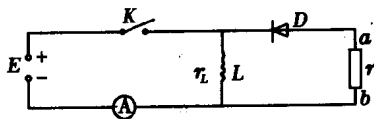
延长，弦 AC 与半径 OA 的夹角 $\alpha = \pi/4$ 。直线上有一任意点，设该点与 A 点的距离为 x ，求从 A 沿直线到该点的电动势的大小。

- 三、(18 分) 如图所示，在水平光滑绝缘的桌面上，有三个带正电的质点 1、2、3，位于边长为 l 的等边三角形的三个顶点处，C 为三角形的中心。三个质点的质量皆为 m ，带电量皆为 q 。质点 1、3 之间和 2、3 之间用绝缘的轻而细的刚性杆相连，在 3 的连接处为无摩擦的铰链。已知开始时三个质点的速度为零，在此后运动过程中，质心不动，当质点 3 运动到 C 处时，其速度大小为多少？

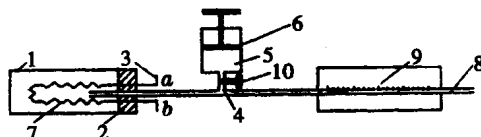


第 3 题图

- 四、(18 分) 有人设计了下述装置用以测量线圈的自感系数。在图中，E 为电压可调的直流电源，K 为开关，L 为待测线圈的自感系数， r_L 为线圈的直流电阻，D 为理想二极管， r 为用电阻丝做成的电阻器的电阻，A 为电流表。将图 1 中 a、b 之间的电阻丝装进图 2 所示的试管 1 内。图 2 中其他装置见图下说明。其中注射器筒 5 和试管 1 组成的密闭容器内装有某种气体（可视为理想气体），通过活塞 6 的上下移动可调节毛细管 8 中有色液柱的初始位置，调节后将阀门 10 关闭，使两边气体隔开。毛细管 8 的内直径为 d 。



第 4 题图 1

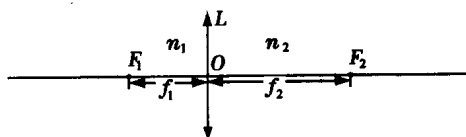


第 4 题图 2

已知在压强不变的条件下,试管中每摩尔气体的温度升高 1 K 时,需要吸收的热量为 C_p ,大气压强为 p . 设试管、三通管、注射器和毛细管皆为绝热的,电阻丝的热容不计. 当接通开关 K 后,线圈 L 中将产生磁场,已知线圈中储存的磁场能量 $W = \frac{1}{2}LI^2$, I 为通过线圈的电流,其值可通过电流表 A 测量. 现利用此装置及合理的步骤测量线圈的自感系数 L .

1. 简要写出此实验的步骤.
2. 用题中所给出的各已知量 (r 、 r_L 、 C_p 、 d 等) 及直接测得的量导出 L 的表达式.

- 五、(20 分) 薄凸透镜放在空气中时,两侧焦点与透镜中心的距离相等. 如果此薄透镜两侧的介质不同,其折射率分别为 n_1 和 n_2 ,则透镜两侧各有一焦点(设为 F_1 和 F_2),但 F_1 、 F_2 和透镜中心的距离不相等,其值分别为 f_1 和 f_2 . 现有一薄凸透镜 L ,已知此凸透镜对平行光束起会聚作用,在其左右两侧介质的折射率及焦点的位置如图所示.

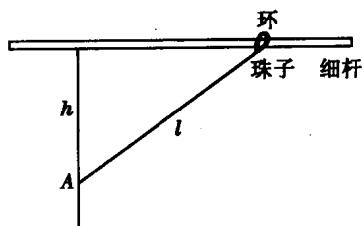


第 5 题图

1. 试求出此时物距 u , 像距 v , 焦距 f_1 、 f_2 四者之间的关系式.
 2. 若有一傍轴光线射向透镜中心,已知它与透镜主轴的夹角为 θ_1 ,则与之相应的出射线与主轴的夹角 θ_2 多大?
 3. f_1 , f_2 , n_1 , n_2 四者之间有何关系?
- 六、(20 分) 在相对于实验室静止的平面直角坐标系 S 中,有一个光子,沿 x 轴正方向射向一个静止于坐标原点 O 的电子. 在 y 轴方向探测到一个散射光子. 已知电子的静止质量为 m_0 ,光速为 c ,入射光子的能量与散射光子的能量之差等于电子静止能量的 $1/10$.
1. 试求电子运动速度的大小 v ; 电子运动的方向与 x 轴的夹角 θ ; 电子运动到离原点距离为 L_0 (作为已知量) 的 A 点所经历的时间 Δt .

2. 在电子以 1 中的速度 v 开始运动时,一观察者 S' 相对于坐标系 S 也以速度 v 沿 S 中电子运动的方向运动(即 S' 相对于电子静止),试求 S' 测出的 OA 的长度.

- 七、(26 分) 一根不可伸长的细轻绳,穿上一粒质量为 m 的珠子(视为质点),绳的下端固定在 A 点,上端系在轻质小环上,小环可沿固定的水平细杆滑动(小环的质量及与细杆摩擦皆可忽略不计). 细杆与 A 在同一竖直平面内. 开始时,珠子紧靠小环,绳被拉直,如图 1 所示. 已知:绳长为 l , A 点到杆的距离为 h ,绳能承受的最大张力为 T_d ,珠子下滑过程中到达最低点前绳子被拉断. 求细绳被拉断时珠子的位置和速度的大小(珠子与绳子之间无摩擦).



第 7 题图 1



第 7 题图 2

注:质点在平面内做曲线运动时,它在任一点的加速度沿该点轨道法线方向的分量称为法向加速度 a_n ,可以证明, $a_n = v^2/R$, v 为质点在该点时速度的大小, R 为轨道曲线在该点的“曲率半径”. 所谓平面曲线上某点的曲率半径,就是在曲线上取包含该点在内的一段弧,当这段弧极小时,可以把它看作是某个“圆”的弧,则此圆的半径就是曲线在该点的曲率半径. 如图 2 中曲线在 A 点的曲率半径为 R_A ,在 B 点的曲率半径为 R_B .

2002 年全国中学生物理竞赛决赛试题

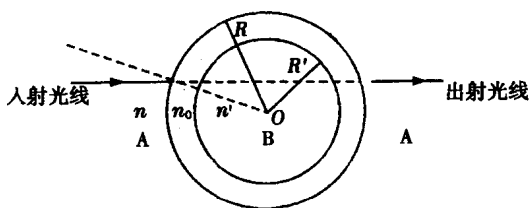
全卷共六题，总分为 140 分

- 一、(15 分) 1. 一根长为 l_0 、横截面积为 S 的匀质圆柱体，在地面上静止时测得其密度为 ρ_0 。当圆柱体沿轴线方向以速度 $v=0.9c$ 相对于地面做匀速运动时，相对地面上的观测者再计算其密度 ρ 等于多少。（ c 为光速）。

2. 有一个电子，已知它的德布罗意波（物质波）是波长为 λ 、向 x 的正方向传播的平面波。它的动量 P_x 等于多少？它的坐标 x 如何？

- 二、(25 分) 在折射率为 n 的介质 A 中有一半径为 R 的球形气泡，气体的折射率为 n_0 。现在在气泡中再放一个与气泡同心的由透明介质 B 构成的球，并令一均匀平行光束射向气泡。

1. 如果任意一条在介质 A 中射向气泡表面的入射光线在通过各介质界面时的入射角和折射角都满足 $\sin\theta \approx \theta$ 的条件，且该光线再进入介质 A 时能沿原入射光线方向行进，如图所示。求介质 B 的折射率 n' 和 B 球的半径 R' 必须满足的关系式。



第 2 题图

2. 如果两球面间的介质不是气体而是一种透明液体（其折射率仍用 n_0 表示），并要求任何入射角和折射角的数值都不大于 0.1 弧度，则符合此条件的入射光束占射至外球面上的光束的百分比为多少？

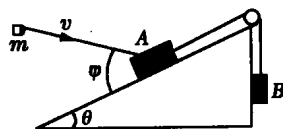
- 三、(20 分) 历史上曾有人利用在地球位于其公转轨道的不同位置处从地球上测得的木星的卫星周期，首次求出了光的传播速度。现已知离木星最近的一个卫星——木卫 I 的周期 $T_0 =$

42.5 小时，在地球公转轨道上各处从地球上测得的木卫 I 的所有周期值中，最大的比 T_0 多 15 秒，最小的比 T_0 小 15 秒。假定地球、木星的公转轨道是同一平面内的圆轨道，木卫 I 绕木星的运动轨道也是该平面内的圆轨道；地球的轨道半径 $R_E = 1.5 \times 10^8$ km，木星的轨道半径 $R_J = 7.8 \times 10^8$ km，木卫 I 的轨道半径 $R_I = 4.2 \times 10^5$ km。

1. 试分析论证：测得木卫 I 周期最大值和最小值时，相对木星而言，地球位于其公转轨道的何处附近以及地球、木星和木卫 I 的运动对测量周期的影响。

2. 利用这些数据并合理近似求出光的传播速度 c 。

- 四、(25 分) 如图所示，在倾角为 θ 的固定斜面顶端有一轻质定滑轮，一轻绳跨过滑轮，其两端分

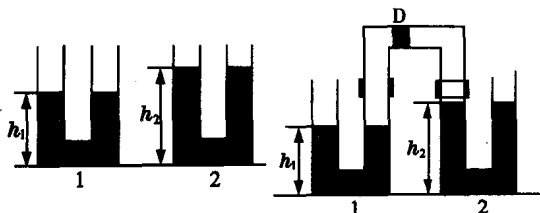


第 4 题图

别与物体 A、B 相连，物体 A 位于斜面上，连接 B 的轻绳竖直下垂，二者均处于静止状态。已知 A、B 的质量分别为 $m_A = 0.150$ kg， $m_B = 0.100$ kg，A 与斜面间的动摩擦因数和静摩擦因数均为 $\mu = 0.20$ ， $\theta = 30^\circ$ 。现在有一质量为 $m = 0.010$ kg 的子弹沿与斜面成 φ 角的方向射入 A，射入前的速度 $v = 20.0$ m/s，射入后留在 A 中，射入过程的时间极短。当 $\varphi = 45^\circ$ 时，试定量说明子弹射入后系统运动的全过程。滑轮转轴处的摩擦可忽略不计，即 $g = 10$ m/s²。如果 φ 不是 45° ，而是 45° 到 90° 之间的任意角，则射入过程结束时 A 的速度如何？

- 五、(25 分) 如图 1 所示，有两个截面为 S 的相同 U 形管 1、2，其内分别装有高度为 h_1 和 h_2 、密度为 ρ 的液体。现用同样截面的导管将两者在大气中密接起来，如图 2 所示。导管中有一活塞 D，它把管中气体分成长度皆为 L_0 的两部分，每部分中气体的压强皆为大气压 p_0 。活塞与管壁间的最大静摩擦力为 F 。现向 U

形管1开口端缓慢注入一定量的同种液体,达到平衡时U形管2的左侧液面高度变为 h_3 .试求注入液体的体积.

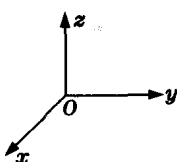


第5题图1

第5题图2

六、(30分)在空间某区域中,可能存在匀强电场和匀强磁场,也可能只存在两者之一或都不存在.现在此区域中,建立 $Oxyz$ 坐标系如图所示.

1. 已知一质量为 m 电量为 q 的质子1以大小为 v_1 的速度在该区域中沿 z 轴正方向运动时,测得其加速度 $a_1 = 0$.



第6题图

试根据质子1运动提供的信息,判断该区域中电场强度 E 和磁感强度 B 的大小和方向有哪些可能.把判断的结论写出来.

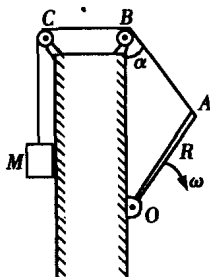
要求:若不存在电场或磁场,用 $E=0$ 或 $B=0$ 表示;若存在电场或磁场,电场强度和磁感强度的大小分别用它在 $Oxyz$ 坐标系中的分量 E_x, E_y, E_z 或 B_x, B_y, B_z 来表示;电场强度和磁感强度的方向凡是可用它与坐标轴正方向之间的夹角来表示的都用它们来表示,规定夹角是由坐标轴正方向沿小于(或等于) 180° 的夹角转到要考查的矢量方向.(在本小题中,不要求写出理由或推理过程)

2. 简要写出得出以上结论的理由和推理过程.
3. 现又知另一质子2以大小为 $v_2 = \sqrt{2}v_1$ 的速度在该区域中的 yz 平面内沿与 y 轴正方向和 z 轴正方向都成 $\alpha = 45^\circ$ 的方向运动时,测得此时质子2的加速度大小为 a_2 ,方向沿 x 轴的负方向.试再结合质子2运动提供的信息,对上面第1小题中你所得的各种结论作进一步的分析,最后判断出该区域中电场强度 E 和磁感强度 B 的大小和方向有哪些可能.电场强度和磁感强度的大小和方向的表示方法与第1小题的要求相同.(本小题不要求写出理由或推理过程)

2001年全国中学生物理竞赛预赛试题

全卷共七题,总分为140分

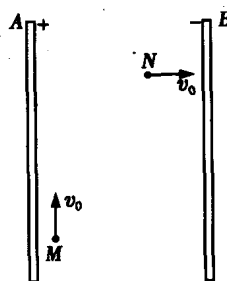
- 一、(15分)如图所示,杆OA长为 R ,可绕过O点的水平轴在竖直平面内转动,其端点A系着一跨过定滑轮B、C的不可伸长的轻绳,绳的另一端系一物块M.滑轮的半径可忽略,B在O的正上方,OB之间的距离为 H .某一时刻,



第1题图

刻,当绳的BA段与OB之间的夹角为 α 时,杆的角速度为 ω ,求此时物块M的速率 v_M .

- 二、(15分)两块竖直放置的平行金属大平板A、B,相距 d ,两板间的电压为 U .一带正电的质点从两板间的M点开始以竖直向上的初速度 v_0 运动,当它到达电场中某点N点时,速度变为水平方向,大小仍为 v_0 ,如图所示.



第2题图

求M、N两点间的电势差.(忽略带电质点对