

北京市
特级教师论综合丛书



理科综合例析与模拟

物理

刘千捷 编著

中国书店



北京市特级教师论综合丛书

理科综合 例析与模拟

物 理

刘千捷 编著

中 国 书 店

北京市特级教师论综合丛书
编辑工作委员会

主任委员:鲁杰民

副主任委员:康振明 刘振贵

委员:杨正肃 姚家祥 蒋佩锦 张铁城 刘千捷
宫喜华 林镜仁 杨子坤 王树声

北京市特级教师论综合丛书

理科综合 例析与模拟

刘振贵 刘千捷 林镜仁 编著

出版 中国书店

地址 北京市宣武区琉璃厂东街 115 号

邮编 100050

印刷 北京市朝阳区小红门印刷厂

开本 787×1092 1/16 字数:792 千字

版次 2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月第一次印刷

印张 34.75

印数 0 0001-13000

书号 ISBN7-80663-80663-067-8/G·180

定价 49.50 元(全四册)

前 言

高考考试制度的改革,已经进入了全面推广的阶段,2002年全国绝大多数省市自治区将实行“3+x”理科综合和“3+x”文科综合的考试方案。面对这一新事物,考生们急需准确、深入地了解它,在备考阶段也难免会产生这样、那样的困惑。

作为从教时间不少于40年、指导学生高考复习年头也比较长的一些老教师,我们感到有责任对考生进行帮助,帮助他们走出困惑、走向成功。为此,我们联手合作编写了这套丛书,给考生们以指导、帮助,给他们的学科指导教师以参考。

在动笔之前,我们深入细致地研讨了有关的文件、资料,分析了改革试验单位使用的高考试卷。本丛书的编写,严格按照“3+x”综合考试模式的要求,全面准确地论述了学科内部的知识结构和知识的综合应用,物理、化学、生物、历史、地理、政治各科,还重点论述了跨学科知识的联系和综合应用,全丛书突出了综合运用知识解决客观问题的能力训练。我们有这样的自信:这套丛书应当是考生的良师,是他们的指导教师的益友。

这是一套丛书,各册有一个大体一致的结构形式。但是,在求大同的同时,又略存小异。即:考虑各学科的自身特点、各分册的自身特点。比如文科分册,理科分册与语文、数学、英语分册略有差异,语文、数学、英语虽合为一册,在结构体例上也会小有不同。

这套丛书是编写者多年数学经验的体现,但文化的共有性又决定了它不可避免地要吸收他人的研究成果,由于条件的限制,不便一一致谢,特在此说明并表示谢意,以示不敢掠美。

由于认识水平和时间的制约,本丛书肯定会存在一些需要提高和完善之处,敬请读者指正,我们将在再版时予以修订。但是,应考生只要真正把握了这套书的内容,就为进入高等学校的大门打下了坚实的基础,就踏上了一条成功之路。

编 者

2001. 9



王树声
地理特级教师

1949年毕业于北京师范大学地理系
北京师大附中地理系特级教师
首都师大地理系及北京教育学院地
理系兼职教授



姚家祥
语文特级教师

1961年毕业于华东师范大学中文系
1981年起任北京市海淀区教师进修
学校语文教研员



林镜仁
生物特级教师

1962年毕业于北京师范大学生物系
北京市教研部兼职教研员



刘千捷
物理特级教师

1963年毕业于北京师范学院物理系
北京八中物理特级教师



刘振贵
化学特级教师

毕业于北京石油大学
北京师范大学实验中学化学特级教师
北京化学奥林匹克高级教练



蒋佩锦
数学特级教师

1963年毕业于北京师范大学数学系
北京五中数学教师 北京数学会理事
北京市东城区名师导学团成员



杨子坤
历史特级教师

1959年毕业于北京师范大学历史系
北京师大附中特级教师
北京教育学院历史系兼职教授
全国中学历史教学研究会常务理事



张铁城
英语特级教师

1962年毕业于北京外国语学院
北京钢院附中英语特级教师
北京高考英语口语考试主考教师



康振明
政治特级教师

北京市东城区教研科研中心副主任
北京市东城区中学教研室主任

目 录

一、2001 年高考物理试题分析及 2002 年高考预测	(1)
1.2001 年高考物理试题预测.....	(1)
2.2002 年高考展望.....	(9)
二、物理学科内综合例析	(11)
1.力学知识内的综合.....	(11)
2.电学内知识的综合、力学、电学综合.....	(22)
3.热综合问题.....	(38)
三、高考物理最新模拟试题	(46)
高考物理模拟试卷(一).....	(46)
高考物理模拟试卷(二).....	(51)
高考物理模拟试卷(三).....	(57)
高考物理模拟试卷(四).....	(63)
高考物理模拟试卷(五).....	(68)
高考物理模拟试卷(六).....	(74)
高考物理模拟试卷(七).....	(80)
四、模拟试题参考答案与提示	(85)

一、2001 年高考物理试题分析及 2002 年高考预测

当今正是高考改革时期,确定了“有利于选拔高素质人才,有利于促进中学素质教育”的目标。试题朝着综合性、应用性方向发展,强调联系实际,强调试题的创新意识;改以知识立意为主命题为以能力立意为主命题。打破封闭的学科观念。

高考物理试题充分体现了上述改革方向,率先减少选择题的权重,增加论述、计算题的权重,试题充分联系实际,体现创新意识。

1.2001 年高考物理试题分析

(一)概述

题型、题量与去年相同:全卷共 22 题,其中选择题 10 题(共 40 分),填空题 3 题(共 15 分),实验题 3 题(共 20 分),论述、计算题 6 题(75 分),内含力学 63 分、电学 51 分、热学 15 分、光学 13 分、原子和原子核 8 分。

试题易、中、难题比例基本与《考试说明》一致,稍偏难,难度仍是 0.50 左右(得分率 50%,理想难度应是 0.55),主要是部分试题风格变化较大,考生思想准备不足。

试题注重基础,近一半试题是来源于课本而稍加变形的基础题和常见题。

试题的综合性明显加强,即使是选择题,每个选择题所含的知识点都是多个。

试题注重联系实际,第 4、8、11、19、21 题都紧密联系实际,尤其是第 19 题,以当年发生的重大事件:“和平号”空间站于今年 3 月 20 日成功坠落在南太平洋海域为背景材料,设计出综合应用力学、热学众多知识的试题。

试题具有创新意识,第 10、15、16、19、21、22 题都体现了创新,有的体现在数学能力上,有的体现在能否独立、灵活地面对新情境问题(常称为“生题”)的分析解决上,有的体现在对过程的准确分析上。

(二)试题分析

(1)试题的综合性明显加强

试卷的长度(题量)少了,有充分的时间对每个题分析思考,因此试题的综合性明显加强,这也是考查把握知识的内在联系能力的需要。

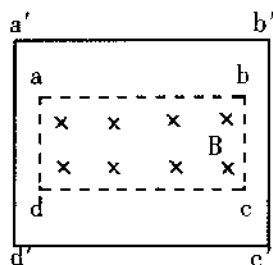
第 1 题就要求判断四个核反应方程中四个未知粒子(中子、氦核、 α 粒子、质子);第 2 题则考查了理想变压器所有(电压、电流、电功率)的规律,第 3 题虽然是熟知的 X 射线管,却融进了被电压“加速的电子打到阳极,会产生包括 X 光在内的各种能量的光子,其中光子的能量最大值等于电子的动能”。首先要求判断出 X 光子就是“能量最大值”,然后根据

$$eU = \frac{1}{2} m_e v^2 = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

来判断正确的选项。

再看第 5 题, 原题如下:

如图所示, 虚线框 $abcd$ 内为一矩形匀强磁场区域, $ab=2bc$, 磁场方向垂直于纸面; 实线框 $a'b'c'd'$ 是一个正方形导线框, $a'b'$ 边与 ab 平行。若将导线框匀速地拉离磁场区域, 以 W_1 表示沿平行于 ab 边的方向拉出过程中外力所做的功, W_2 表示从同样速率沿平行于 bc 边的方向拉出过程中外力所做的功, 则



- (A) $W_1=W_2$ (B) $W_2=2W_1$ (C) $W_1=2W_2$ (D) $W_2=4W_1$

从 1993 年开始, 每年都有导线框穿过有界磁场 (包括匀速穿过及在恒力作用下穿过) 的试题, 就是问题具有综合性。

本题不但涉及感应电动势 $E=Blv$ 、感应电流 (欧姆定律) $I=E/R$ 、安培力 $F=IBl=B^2l^2v/R$ 、平衡和功等基础知识, 还要求对两种方式把导线框匀速拉出磁场区域进行比较, 其知识的信息量 and 能力要求, 突出的就是综合性

$$W = Fd = \frac{B^2 l^2 dv}{R} \quad (l_2=2l_1, d_1=2d_2 \text{ 选项 B 正确})$$

第 6、7 题也是如此。第 9 题如下:

9. 细长轻绳下端拴一小球构成单摆, 在悬挂点正下方 $\frac{l}{2}$ 摆长处有一个能挡住摆线的钉子 A, 如图所示。现将单摆向左方拉开一个小角度, 然后无初速地释放。对于以后的运动, 下列说法中正确的是 ()



- (A) 摆球往返运动一次的周期比无钉子时的单摆周期小
(B) 摆球在左、右两侧上升的最大高度一样
(C) 摆球在平衡位置左右两侧走过的最大弧长相等
(D) 摆线在平衡位置右侧的最大摆角是左侧的两倍

又是两种情况的比较。选项 A 讨论的是周期, 无钉时: $T=$

$2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$; 有钉时: $T=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}+\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$, 可得 $T < T_0$ 。判断选项 B 的正确性, 就要用到机械能

守恒: $\frac{1}{2}mv^2=mgh$, 得出选项 B 是正确的, 以下用到几何关系: $h=l(1-\cos\theta)$; 由于 h 相同, l 不同, 得到左、右摆角不同, 虽然右侧的摆角大些, 但不是左侧摆角的 2 倍, 从而由弧长 $s=l\theta$, 顺而判断选项 C 也是不正确的, 这也就是一个选择题所要求的知识含量和能力。

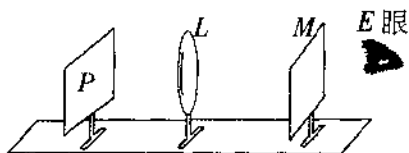
第 13 题则更多地体现对推理能力和数学能力的综合要求, 首先要求依据同一直线上三个点电荷都处于静止, 来判断三个点电荷带电性质的关系, 还要求依据平衡及距离关系, 运用库仑定律, 求出它们的电量大小之比, 求三个电量大小之比, 不但要求具有熟练地数学运算能力, 还要求比的技巧。

以上仅以小题为例,就可见试题的综合性,不但要求准确地理解和把握知识,还要求把握知识的内在联系,不但是知识的综合,还是各种能力要求的体现。

(2)试题要求独立、灵活地运用所学的知识

“独立、灵活”是高考物理能力要求的核心和灵魂,学习时要独立思考,运用时要灵活。

第4题是“P字形发光物经透镜L在毛玻璃光屏M上成一实像,观察者在E处”所看的形状(在q、p、d、b四个选项中选正确的)。学习时,仅在同一平面内做文章,尽管“过光心的光线不改变方向”这句话可以背得滚瓜烂熟,但是却很少把它与倒立的实像相联系(学习缺少独立思考)。于是本题会有很多考生仅记“倒立”,而不知道左、右也颠倒的道理。



这种能力要求充分体现在实验题中。2001年《高考说明》,仅在实验能力一项中作了修改:要求“独立、灵活”地用所学实验知识“解决问题”,今年高考充分体现了这一变化。

第14题:某同学以线状白炽灯为光源,利用游标卡尺两脚间形成的狭缝观察光的衍射现象后,总结出以下几点:

- a.若狭缝与灯丝平行,衍射条纹与狭缝平行
- b.若狭缝与灯丝垂直,衍射条纹与狭缝垂直
- c.衍射条纹的疏密程度与狭缝的宽度有关
- d.衍射条纹的间距与光的波长有关

以上几点中,你认为正确的是_____。

这是课本(大纲)要求的必做的实验,只要按要求做过,就可以确定选项a、c是正确的,b不正确,选项d却不是仅通过实验观察可以判断的,因为中学不具备进行这项实验的条件。为了判断此选项正确与否,就要求综合相关知识,独立思考、灵活判定。从发生明显衍射的条件看,要求狭缝的宽度与光的波长可比拟,我们所选狭缝的宽度是 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ (10^{-4}m),而可见光的波长范围在 $(0.4\sim 0.8)\times 10^{-6}\text{m}$,为了可“比拟”,显然波长越长的光衍射现象越明显,即衍射条纹之间的间距较大,用眼睛可分辨,或者联想双缝干涉实验,对同一装置,波长越长的光所形成的干涉条纹,相邻两明纹(或暗纹)的距离越大。可知选项d是正确的。

第15题:给出小车沿斜面向下作匀加速直线运动,要求利用打点计时器获得的打点的纸带,来测出小车的加速度。这是课本有的。题目还要求测出小车运动中所受的阻力小,由牛顿定律

$$mgsin\alpha - f = ma \quad \text{得} \quad f = m(gsin\alpha - a)$$

为此还要用天平称出小车的质量,以及斜面的倾角 α 或直接测出 $sin\alpha$ 。这就要求或是用量角器测量 α ,查表得到 $sin\alpha$ 值;或是测出斜面在意两点的距离 l 及这两点所对应的高度差 h ,于是 $f = m(g\frac{h}{l} - a)$,本题测出 $sin\alpha$ 并不难,却是从未做过的,这种命题方式,是近两年

试题的明显特征。

对独立、灵活地运用所学知识解决问题的能力要求,最突出地体现在第10题这样的“生题”上,原题如下:

10.如图所示,在平面 xy 内有一沿水平轴 x 正向传播的简谐横波,波速为 3.0m/s ,频率为 2.5Hz ,振幅为 $8.0\times 10^{-2}\text{m}$ 。已知 $t=0$ 时刻 P 点质元的位移为 $y=4.0\times 10^{-2}\text{m}$,速度沿 y 轴正向。 Q 点在 P 点右方 $9.0\times 10^{-1}\text{m}$ 处,对于 Q 点的质元来说,

(A)在 $t=0$ 时,位移为 $y=-4.0\times 10^{-2}\text{m}$

(B)在 $t=0$ 时,速度沿 y 轴负方向

(C)在 $t=0.1\text{s}$ 时,位移为 $y=-4.0\times 10^{-2}\text{m}$

(D)在 $t=0.1\text{s}$ 时,速度沿 y 轴正方向

依题可得该波的周期 $T=1/f=0.4\text{s}$,波长 $\lambda=v/f=1.2\text{m}$,由此可知 P 、 Q 两点相距 $9.0\times 10^{-1}\text{m}=\frac{3}{4}\lambda$ 。由振幅 $A=8.0\times 10^{-2}\text{m}$, P 点质元的位移 $y=4.0\times 10^{-2}\text{m}=\frac{A}{2}$,可画出在 $t=0$ 时的波形图(见图示),不难判断出 Q 处质元此刻的速度方向是沿 y 轴负方向的(选项 B 正确),而且它的位移肯定不是负值(选项 A 不正确),若要准确地判断 Q 处质元位移的大小,仅用平

时所熟练用过的方法是做不到的,本题对独立、灵活地解题能力要求就体现在这里,它要求把波形图视正弦函数图线处理,即一个波长视为 360° ,注意到振幅为 A , $t=0$ 时 P 处质元的位移值为 $A/2$,从图线中看到 C 处于峰值(A),视为 90° 对应的值,则 P 对应的角度为 150° ,而 P 、 Q 间相差 270° ($\frac{3}{4}\lambda$),可见 $t=0$ 时 Q 点质元的位移为 $y_Q=\frac{3}{2}A$,同样道理可画出 $t=0.1\text{s}(T/4)$ 的波形图(图中虚线)后,即可作出正确判断(只有选项 C 正确)。本题对灵活运用数学解决物理问题的能力要求是较高的。

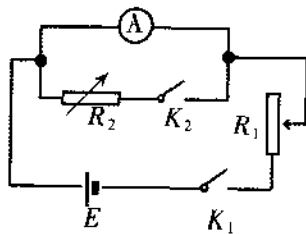
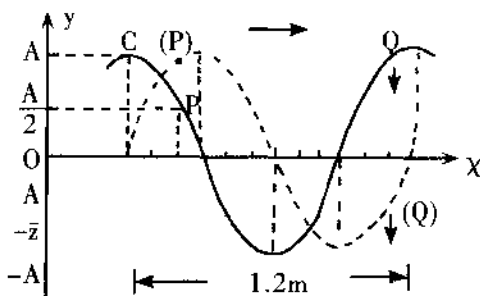
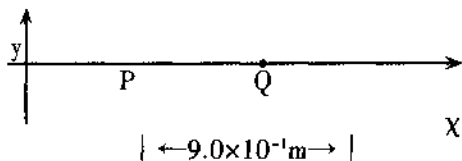
(3)设置新情境试题,充分体现创新意识

设置新情境试题,体现在试题给出一些从未学过的知识,并以此设置考查点。

如第16题是利用图示电路来近似测定电流表 A 的内阻 R_A ,所用的方法称为半值法。步骤如下:①只闭合 K_1 ,调节 R_1 使电流表读数为其量程 I_0 (满刻度);②保持 R_1 不变,再闭合 K_2 ,调节 R_2 ,使电流表读数等于 $I_0/2$ 。然后读出 R_2 的值,则 $R_A \approx R_2$ 。

试题首先要求把实物图连成实验电路。这体现实验重操作的考查理念。本文不作评论。

然后试题给出从未学过的相对误差 $=\frac{R_A-R_2}{R_A}$ 的概念,并要求导出它与电源电动势 ε 、



I_0 及 R_A 的关系式(答案是 $\frac{R_A - R_2}{R_A} = \frac{I_0}{\varepsilon} R_A$)。推导如下:

不计电源内电阻,则由①、②两步骤得

$$\frac{\varepsilon}{R_1 + R_A} = I_0 \quad (\text{即 } R_1 = \frac{\varepsilon}{I_0} - R_A)$$

$$\frac{\varepsilon}{R_1 + \frac{R_2 + R_A}{R_A + R_2}} \cdot \frac{R_2}{R_A + R_2} = \frac{I_0}{2}$$

可得 $R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2} = I_0$ (只有 $R_1 \gg R_2$, 才有 $R_A \approx R_2$)

代入 $R_1 = \frac{\varepsilon}{I_0} - R_A$, 得 $\frac{R_A - R_2}{R_A} = \frac{I_0}{\varepsilon} R_A$

问题虽是全新的,但运用的知识却是熟知的,只是对数学推导能力要求较高而已。

同样,第 21 题也是如此,原题如下:

21.(13 分) 在一密封的啤酒瓶中,下方为溶有 CO_2 的啤酒,上方为纯 CO_2 气体。在 20°C 时,溶于啤酒中的 CO_2 的质量为 $m_A = 1.050 \times 10^{-3} \text{kg}$,上方气体状态 CO_2 的质量为 $m_B = 0.137 \times 10^{-3} \text{kg}$,压强为 $P_0 = 1$ 标准大气压,当温度升高到 40°C 时,啤酒中溶解的 CO_2 的质量有所减少,变为 $m'_A = m_A - \Delta m$,瓶中气体 CO_2 的压强上升到 p_1 已知: $\frac{m'_A}{m_A} = 0.60 \times \frac{p_1}{p_0}$,啤酒的体积不因溶入 CO_2 而变化,且不考虑容器体积和啤酒体积随温度的变化,又知对同种气体,在体积不变的情况下 $\frac{p}{T}$ 与 m 成正比,试计算 p_1 等于多少标准大气压(结果保留两位有效数字)。

课本只要求一定质量的理想气体状态方程,本题却是“变质量”的,但题中给出适用变质量问题规律: $\frac{m'_A}{m_A} = 0.60 \times \frac{p_1}{p_0}$ (对溶于啤酒中 CO_2)

$$\frac{p}{T} \propto m \text{ (对啤酒上方的 } \text{CO}_2 \text{ 气体)}$$

[第二个规律就是在 V 、 M 一定下的克拉珀龙方程中 $pV = \frac{m}{M} RT$, R 是摩尔气体常量]

题目要求除根据所给的关系外,能分析出 CO_2 的总质量不变,即

$$m_A + m_B = m'_A + m'_B \quad (m_A, m_B \text{ 已知})$$

又 $m'_A = 0.60 \times \frac{p_1}{p_0} m_A$, $m'_B = \frac{p_0}{T_0} \cdot \frac{T_1}{p_1} m_B$, 由这三个关系式可求出 p_1 。

题目新,应该说不应属于难题,但抽样得分率却只有 44%,可见“新情境”本身就提高了难度,这给今后的教学提出了新的课题。

设置新情境,体现创新意识,还在于改变思维定势,提出新的要求,试题的第 20 题就是这样的。

20.(13 分) 如图 1 表示,一对平行光滑轨道放置在水平面上,两轨道间距 $l = 0.20 \text{m}$,电

阻 $R=1.0\Omega$; 有一导体杆静止地放在轨道上, 与两轨道垂直, 杆及轨道的电阻皆可忽略不计, 整个装置处于磁感强度 $B=0.50\text{T}$ 的匀强磁场中, 磁场方向垂直轨道面向下, 现用一外力 F 沿轨道方向拉杆, 使之做匀加速运动, 测得力 F 与时间 t 的关系如图 2 所示, 求杆的质量 m 和加速度 a 。

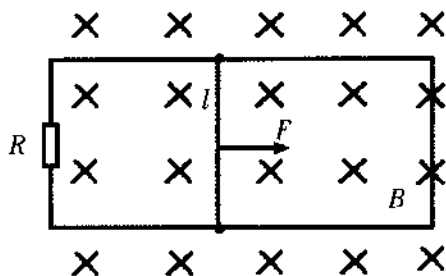


图 1

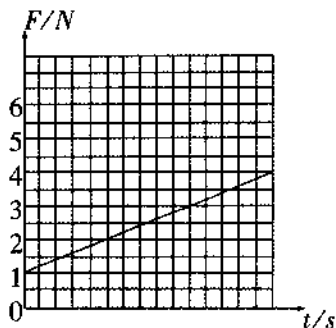


图 2

本题的“新”有两点, 一是情境新, 二是方法新, 按“习惯”本题所涉及的问题, 导体杆是在水平恒力作用下, 作加速度逐渐减小的加速运动, 到加速度为零时, 速度达最大值, 以后作匀速运动, 于是形成了一种思维定势, 有安培力参与的运动, 很难是匀变速运动, 除非外力是变化的, 本题恰就在“除非”上做的文章。所给的外力不是恒力, 而是线性增大的外力 F 。

导体杆所受安培力

$$f = IBl = \frac{Blv}{R} \cdot Bl = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

由牛顿定律得

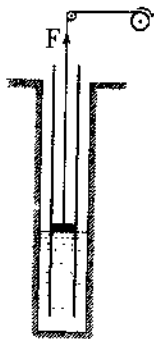
$$F - f = ma, \text{ 有 } F = ma + \frac{B^2 l^2}{R} at$$

要求出导体杆的质量 m 和匀加速运动的加速度 a , 除 B 、 l 、 R 是已知条件外, 还需要到用图 2 的图线, 从图线上选两组 F 、 t 所对应的值, 代入关系式, 联立求得 m 、 a 。

利用图线选点求解, 是实验处理数据获得结论的方法, 这样的方法, 平常缺乏练习, 也是高考中首次出现。

无疑第 22 题是难度最高的试题(得分率不足 3%)

22. (13 分) 一个圆柱形的竖直的井里存有一定量的水, 井的侧面和底部是密闭的, 在井中固定地插着一根两端开口的薄壁圆管, 管和井共轴, 管下端未触及井底。在圆管内有一不漏气的活塞, 它可沿圆管上下滑动, 开始时, 管内外水面相齐, 且活塞恰好接触水面, 如图所示。现用卷扬机通过绳子对活塞施加一个向上的力 F , 使活塞缓慢向上移动, 已知管筒半径 $r=0.100\text{m}$, 井的半径 $R=2r$, 水的密度 $\rho=1.00\times 10^3\text{kg/m}^3$, 大气压 $p_0=1.00\times 10^5\text{Pa}$ 。求活塞上升 $H=9.00\text{m}$ 的过程中拉力



F 所做的功。(井和管在水面以上及水面以下的部分都足够长,不计活塞质量,不计摩擦,重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$)。

在活塞上升过程中,管内水面上升,同时管外水面下降。这一过程中,要注意到大气压只能支持 10m 高的水柱。因此依据题中给出的条件,活塞所移动的距离 ($H=9.00\text{m}$),要分成两个阶段 ($h\leq 7.5\text{m}$ 及 $h>7.5\text{m}$ 两阶段)处理,这是考生始料不及的,也是很难发现的陷阱。好在它是压轴题,本来就是要 90% 以上的考生不会做的。

以上仅从能力要求及试题特色两个方面对 2001 年高考物理试题进行了分析,并未全面逐题分析。

(三)几点体会——高考物理试题的变化趋势

(1)以能力立意为主命题初释

除本文已经涉及到的试题的综合性增强,对独立、灵活分析解决问题能力的要求,以及设置新情境问题等几个方面外,还有以下几个方面值得注意。

“非物理公式解题”,即定性半定性半定量地分析解决问题,如 2001 年试题中第 1、4、6、7、9、13(1)、14、15(2)等都属于这类问题,最说明问题的是 2000 年试题的第 14 题,这是一个涉及共轭法测凸透镜焦距的试题,试题明确表明考察“共轭”,给出“第一次成像的像距等于第二次成像的物距”的提示性内容。但是,众多考生却一门心思地从公式 $f=\frac{L^2-d^2}{4L}$ 出发,试图用测 L 、 d 来找解的途径,不注意题目给的情境,正因为如此,结果无功而返。物理公式是重要的,但不是万能的,如果只注意公式的应用,不重视对概念的理解,不注意规律的适用条件和适用范围,就不适应当今高考的需要。

“几何关系”是高考必设置的考点。2001 年的 18、22 题,以及第 11、12、9、5、4 等题都与几何关系有关。这也是“非物理公式解”的一种体现,历届高考凡大题中几何关系的环节,所赋的分值都是多的(18 题中几何关系 6 分,占总分的一半);近年的气态方程应用的试题中,最难的环节都是几何关系,试题中的几何关系因题而异,只有审题清楚,才能(有时还要配合草图)找到这一关系。因此,它本身就体现了对能力的要求。几何关系占分数权重最大的是 2000 年试题,第四大题共 75 分,几何关系占分超过 23 分。

能量转化与守恒、功能关系是物理学重要研究线索。牢牢把握功能关系,树立能量转化与守恒的观念,是高中应做到的。与之有关的规律有:动能定理、机械能守恒定理;热和功、“热力学第一定律”;焦耳定律;光电效应方程;能级跃迁公式;爱因斯坦质能方程等。这些都是针对具体问题的功能关系,能的转化与守恒,问题是它不能包括一切,正因为如此,近年高考就以功能关系、能量转化与守恒为依据,设置新情境试题,如 2001 年第 19、22 题;还有 2000 年试题中第 13 题(涉及氯化钠电离过程中能量转化与做功的题)。2001 年理科综合能力测试中第 31 题,也是本着这一原则设置的。

以上都说明单靠记住物理公式,会用公式解题,是远远不够的,要深刻理解知识的内涵,会独立、灵活运用知识解决问题,才是应具有素质,才符合高考选拔高素质人才的需要。

(2)关于论证、表述能力

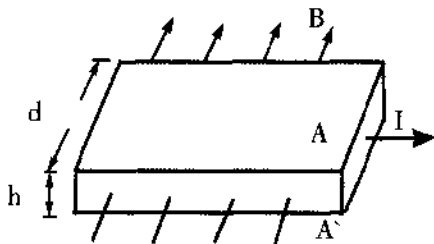
1997年修改《考试说明》时,在能力要求中增加了“论证”、“表达”的内容。1999年正式表明对这方面能力的要求。

“论证”包括推导证明和解中论证两个方面。

1999年考“推导动量守恒定律”和“推导动能定理”(广东),2000年及2001年春季招生试题,都是“推导临界角跟折射率的关系”,这些都是来源于课本的,这是一个方面。

另一个方面的推导证明要求更高,那就是像今年第16题第(2)问那样。给出一个新的“相对误差”概念($\frac{R_A - R_2}{R_A}$),然后提出推导要求,这类推导证明在2000年理科综合能力测试中的第29题就已经初露锋芒。原题如下:

如图所示,厚度为 h ,宽为 d 的导体板放在垂直于它的磁感强度为 B 的匀强磁场中,当电流(方向垂直于 B)通过导体板时,导体板的上侧面 A 与下侧面 A' 间会产生电势差 U ,这种现象称为霍尔效应,实验表明,当磁场不太强时,有(I 为电流强度)



$$U = k \frac{IB}{d} \quad (k \text{ 为霍尔系数})$$

(1)判断 A 、 A' 两侧面的电势高低关系。

(2)当电势差稳定为 U 时,设电流是由电子定向移动形成的,电子平均定向移动的速度为 v ,电子电量为 e , n 为单位体积中自由电子数,求证: $k = \frac{1}{ne}$ 。

[第(1)问注意到是自由电子自右向左定向移动形成电流,因而在洛伦兹力作用下偏向 A 侧面使得 A' 侧面电势高于 A 侧面电势]

第(2)问的推导证明,由霍尔效应所表现的电子所受电场力与洛伦兹力平衡,即

$$e \frac{U}{h} = evB \quad \text{得 } U = vBh$$

加以题中给出的 $U = k \frac{IB}{d}$, 可得 $k = \frac{vhd}{I}$ 。

余下就是解决电流强度 I 的微观表达式: $I = nehdv$,即可得到 $k = \frac{1}{ne}$ 。

这种推导证明的模式,叫作题目在课本之外,知识在课本之内。

解题过程中的论证,也是高考中新的考点,如2001年第22题。这种论证要求最突出的是2001年(春季)试题第22题,原题如下(稍有改动):

如图所示,在光滑水平地面上并放着两块相同的木板 A 和 B ,长都是 $l = 1.00\text{m}$,在 A 的左端放有一小金属块 C ,它的质量与一块木板的质量相等,现使小金属块 C 以初速度 $v_0 = 2.00\text{m/s}$ 开始沿木板 A 向右运动,金属块与两木板间的动摩擦因数 $\mu = 0.10$,取 $g = 10\text{m/s}^2$



s^2 ,求右边木板 B 最后的速度。

本题 14 分,评分标准要求论证 C 能进入木板 B ,又未从 B 的右端滑出。这一论证占 8 分,充分体现对论证的要求。

“表述”能力也包括两个方面,其一,直接叙述概念、规律,如两次春季试题都有“什么是临界角”、“什么是全反射”。

“表述”的另一个方面是指明条件、说明原因、叙述步骤(作图或实验步骤)等,如 1997 年试题中,对“验证玻意耳定律”实验设问:为什么实验过程要“堵橡皮帽”,“不用手握住针管读数”,又如近两年高考试题中的实验题,都要求叙述实验步骤。

论证,表述是新的能力要求,也是中学教学的薄弱环节,增加对这一能力的要求,不但使能力要求日臻完善,而且促进了中学素质教育。

(3)关于联系实际

联系实际包括联系高科技领域实际和联系生产生活实际。近年联系实际题的明显增加,是高考试题的重要变化趋势,体现了促进中学素质教育的“指挥棒”作用。

近年高考试题常有在高科技背景下设置的试题,如 2001 年试题的第 8 题,第 19 题;2000 年试题的第 1、10、22 题,这类试题“帽子”很大,但“帽子”下面是熟面孔,这类试题打破了高科技的神秘性,提供了科学的方法,激发了学生探索科学奥秘的兴趣。

无容质疑,课本中有许多与高科技息息相关的内容,如几乎每年高考试题都有的关于人造地球卫星,特别是同步卫星的问题;涉及电场力与洛伦兹力综合应用的“速度选择器”、“质谱仪”、“粒子回旋加速器”、“磁流体发电”、“霍尔效应”等,无一不是当今高科技的应用。其它诸如“超导体”,“电磁波谱”,“放射性同位素的应用”等等,不一枚举。学习时应注意充分利用教材中为我们准备的涉及高科技的内容,一方面巩固所学知识,另一方面又不致把知识束之高阁,达到学有所用的目的。

联系生产、生活实际,更为我们提供了广阔的学以致用天地,为教与学指明了方向。

2.2002 年高考展望

“3+2”模式的高考已经画上句号,全面地“3+X”考试将会以不同模式在全国进行,绝大多数省、市采用的是“3+文综(理综)”的模式。

从已经实行两年的“理科综合能力测试”看,试卷含物理、化学和生物三科内容,总分 300 分,考试时间 150 分钟,其中物理占 40% 的分数,即 120 分左右,试卷中 24 个选择题中有 9 个是物理题,另外还有各占 20 多分的三个大题,其中一个是实验题,还有一个与化学或生物合成的一个大题,试题中各科溶于一题的不过 2~3 个题,试题要比单科试题容易得多,基本无难题,当然最难的还是物理题。

预计 2002 年的理科综合试题仍保持今年的模式、风格和难度水平、不会有明显变化,因为众多对“理科综合能力测试”的评价文章,大谈试题容易的优点,从演变上看 2001 年

要比 2000 年的试题略容易(特别是其中的物理试题)。

至于含理、化、生、史、地、政的大综合测试,更是略高于会考的试题,只有平时学习积累扎实,甚至无须准备,即可取得较好的成绩。

基于上述分析,提供以下建议,供参考。

(一)适应综合测试的需要,全面调整复习计划

改变过去针对单科复习的安排,调整到适应综合测试的需要。首先要“把好自己的门”,即搞好单科复习,使基础更扎实,注意能力和方法培养,大胆舍弃针对单科复习的难题、繁题,重视实验。其次,鼓励学生“走出门”,关心科学、技术的发展,涉猎类似《十万个为什么》、《科学与社会》的书籍,注意身边的物理(如家用电器),教师适当地“串串门”,即注意与物理相关的科学,如化学、生物、地学、天学等,教师素质的全面发展,是理科综合能力测试为我们提出的新课题。

(二)使复习更有效、更有针对性

(1)要立足中等难度试题,高考试题中真正体现考知识、考能力,有利于高校录取的是中等难度试题。高考试题中中等难度试题所比例也是最大的。中等偏难存在会与不会的差异;中等偏易大家都会,也存在能否会的错与不错的差异,因此,在打好基础的前提下,舍弃大量难题、繁题,在中等难度题上多下功夫,应有的复习策略。

(2)立足消灭错误,从某种意义上讲,整个复习过程就是弥补薄弱环节、消灭错误的过程,每消灭一个习惯性错误,就向理想的高校大门前进了一步。高考的成功者是会的不丢分的人。对待任何错误,都不能用“下次注意”来敷衍,要认真分析错误原因,找到解决办法,2001 年试题第 11 题,考的是利用回声测量距离的问题,仅是“经 1.00 秒钟第一次听到回声,又经过 0.50 秒钟再次听到回”,来求“两峭壁间的距离”,一个“又经过”的考点,就使 40% 多的考生误入了“陷阱”,需知考题经常是针对常见错误设置的。

(3)重视“非重点”内容的复习。力学、电学知识是重点,试题中占比例较大。但除此以外的非重点知识也有近 1/3 的比例,试题总是要出的,这些内容或是偏于记住,或是易于把握,只有投入应有的精力,其回报是丰厚的。

(4)重视实验。历届高考作为大题,实验题得分率往往最低,原因是对实验的复习,投入得不够,重视实验应从高一开始,认真做好实验,每次考试都考实验,到高三复习,更应从开始就涉及实验复习,不能等到来年 4 月,才作为专题复习实验。

以上建议供参考。

二、物理学科内综合例析

理科综合能力测试首先是学科内的综合,就物理而言,力学包含力与运动关系,功和能的关系,冲量和动量的关系三大重点知识,以及机械波,这些知识的综合常构成试题的重点,电学知识内的综合,力学与电学、力学与热学、力、热、电、光、原子知识都有综合的交汇点,数学知识在物理学中的灵活运用,也常是设置试题的重要环节。

1. 力学知识内的综合

例 1 一个物体作加速运动,则

- A. 它的速度大小一定变化 B. 它的速度方向一定变化
C. 它所受的合力的冲量一定不为零 D. 它所受的合力的功一定不为零

解析 “一个物体作加速运动”,可能是直线运动,也可能是曲线运动,联想所学过的各种加速运动,经总结可知:当合外力方向跟物体速度同方向或反方向时,物体的加速运动只改变速度大小不改变方向;当合外力方向跟物体的速度方向垂直时,只改变物体速度方向,不改变速度大小,匀速率圆周运动就是这样的典型。同样匀速率圆周运动也表明物体所受的合力(向心力)对它不做功,但因速度(矢量)方向不断变化,表明合力的冲量不为零,一个力作用在物体上,发生了一段时间和位移,这个力不一定做功,但一定有冲量,注意矢量与标量的区分。

本题只有选项 C 正确。

一个题包含众多概念和规律,从能力上要求准确把握概念,对比区分相近的概念,要充分理解规律的内涵,通过复习总结,把握知识的内在联系。

例 2 如图 1 所示,在水平桌面的两边有相距为 L 的两块挡板 M 、 N , 在 L 的中点处并排放着两个质量皆为 m 的小物体 1 和 2, 它们与桌面间的动摩擦因数分别为 μ_1 和 μ_2 , $\mu_1=2\mu_2$, 现使物体 1 向左、物体 2 向右以大小相同的初速度开始运动。若要它们刚好不相碰,问它们所走的路程各是多少? 设物体与挡板碰撞前后的速度大小相等。

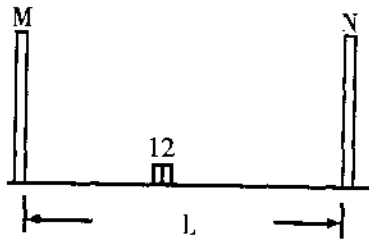


图 1

解析 由牛顿第二定律得

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

又 $\mu_1=2\mu_2$, 可见 $a_1=2a_2$, 两物体以相同大小的初速度 v_0 作匀减速运动, 且物体 1 先停下, 由

$$v_0^2 = 2a_1 s_1 = 2a_2 s_2$$

可见

$$s_2 = 2s_1$$

①