

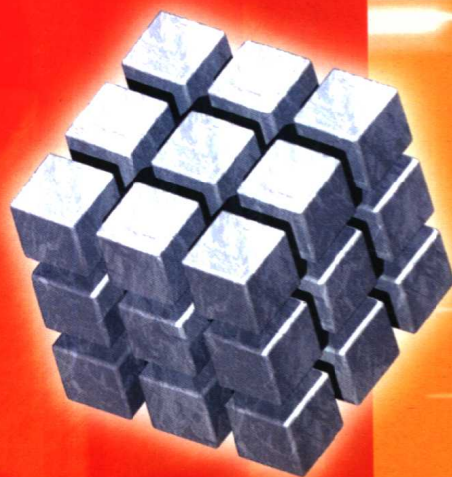
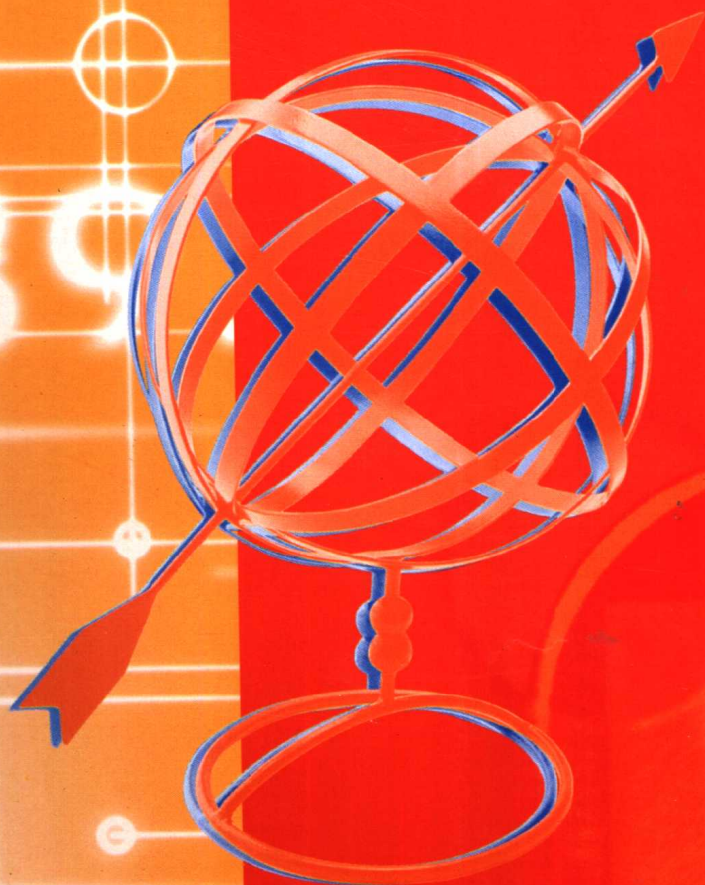
理科综合

最新

高考 题型 分析与预测

姜启时 主编

- ▶ 理科综合题型分析与高考预测
- ▶ 理科综合命题模式与解题指导
- ▶ 综合能力测试专题分析
- ▶ 理科综合能力测试模拟



上海教育出版社



责任编辑 张 渔
封面设计 张国梁

图书在版编目(CIP)数据

高考题型分析预测. 理科综合 / 姜启时主编. —上海:
上海教育出版社, 2002.3
ISBN 7-5320-8193-1

I. 高... II. 姜... III. 理科(教育) — 课程 — 高中 — 升学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第016238号

最新 高考题型分析与预测

名家·名社·名辅
信息量大·测试题多且全面

高考题型分析与预测——理科综合

姜启时 主编

上海世纪出版集团 出版发行
上海教育出版社

易文网: www.ewen.cc

(上海永福路123号 邮政编码: 200031)

各地新华书店经销 上海书刊印刷有限公司印刷

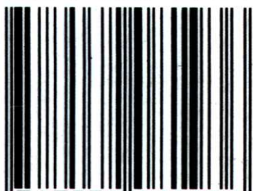
开本 787×1092 1/16 印张 15.75 字数 374,000

2002年3月第1版 2002年3月第1次印刷

印数 1—10,100 本

ISBN 7-5320-8193-1/G·8256 定价: 16.00 元

ISBN 7-5320-8193-1



9 787532 081936 >

易文网: www.ewen.cc

前言

“3+X”高考改革提出了新的要求:“三个切入点”——自然现象的观察与分析、实验的设计及数学方法的应用;“四大能力”——理解能力、推理能力、综合能力及联系实际能力。为适应高考基础知识复习和能力培养的要求,本书精选典型的综合能力测试题进行题型分析,并科学预测了“3+X”命题趋向,引导考生有效地备考复习,所选题目着眼于“3+X”命题要求,注意跨学科能力的提高。全书以网络形式构建成有机整体,经纬相间,纲举目张,体现了综合复习的最佳策略,预测性和实用性是本书的特点。

本书篇章设计介绍如下:

第一部分 理科综合题型分析与高考预测 通过物理、化学和生物综合题的分析,突出了学科间的交叉渗透。例题紧扣最新考试说明,瞄准最新科技动态,将各学科知识与生活、生产和社会实际密切联系。通过例题分析,提高学生的理解能力和综合分析能力。精选的同步训练题,注意各科知识的宏观把握和学科间知识的有机渗透,注重发展学生的创新能力。

第二部分 理科综合命题模式与解题指导 编者结合“3+X”高考复习的经验教训,分析了理科综合的命题模式、考查方式,介绍了理科综合题的复习策略,剖析了综合能力测试中常见的信息题、实验设计题、开放性试题的解题思路,引导学生有效地进行备考复习。这部分内容有助于考生掌握学习技巧、应试秘诀,提高复习效率。教学实践告诉我们,用以往“题海战术”的旧门票,是不能登上“3+X”高考航船的。“3+X”复习必须改变观念,重视综合能力的培养、重视解题策略的领会。

第三部分 综合能力测试专题分析 关注与人类密切相关的焦点问题,例如:环境保护、能源开发、高新科技、生命科学、西部大开发等。这部分专题信息丰富、材料新颖、富有时代气息。这部分系统研究了“文理大综合”问题,培养考生运用所学知识多角度、多层面分析实际问题的能力。专题选取了卫星发射、航空航天、人类对宇宙的认识及科学·技术·社会(STS)等内容,使物理、化学、生物、政治、历史、地理各科知识交叉渗透,体现了科学精神与人文精神的和谐统一,以此来拓宽考生的思维空间,提高创新能力。本书适用“3+理综/文综”地区,对“3+文理大综合”地区同样适用。

本书由江苏、广东、湖北、上海等省市的“3+X”命题专家和中青年教学骨干共同编写,汇集了编者对综合能力测试的最新研究成果,编者撰写的有关综合能力测试的论文分别发表于《理科考试研究》、《中学物理教学参考》、《物理教学》、《中学化学教学参考》、《生物学教学》、《考试》、《科学时报》等刊物。在本书的编写过程中,编者本着对考生高度负责的态度,章章推敲、题题细审,力求做到实用和完美。

如何编写理科综合的复习指导用书,我们的探索还是初步的,希望广大师生提出宝贵意见,以便再版时不断完善。

编者 2002年1月于江苏海门

目 录

第一部分 理科综合题型分析与高考预测	1
一、物理与理科综合	1
二、化学与理科综合	25
三、生物与理科综合	55
四、物理、化学与生物综合	83
第二部分 理科综合命题模式与解题指导	95
一、理科综合命题模式	95
二、理科综合解题方法	102
三、开放性试题的解法	107
四、理科综合的热点问题	112
五、理科综合的创新能力考查	121
六、理科综合的实验能力考查	127
第三部分 综合能力测试专题分析	135
一、能源的开发和利用	135
二、生态环境保护	142
三、高新科学技术	151
四、人类对宇宙的认识	161
五、自然科学的应用	170
参考答案及提示	178
附录 1 2001 年高考理科综合能力测试(全国卷)	206
附录 2 2001 年高考综合能力测试(广东、河南卷)	217
附录 3 2001 年高考综合能力测试试卷·理科使用(上海卷)	224
附录 4 2002 年上海市春季高考综合能力测试试卷	235

第一部分 理科综合题型分析与高考预测

一、物理与理科综合

理科综合题是以中学所学的理、化、生等知识为载体,将多科知识渗透、交叉、综合而成的一种新题型,强调能力立意,以综合能力涵盖以往的学科能力,多以现实生活中的理论问题和实际问题立意命题。这些试题大多着眼于社会的热点、焦点问题,要求学生注意对事物整体结构、功能和作用的认识,以及对事物变化过程的综合分析和理解,考查学生综合运用多学科知识解决实际问题的能力和创新能力。根据近年综合科目测试的情况结合最新考试说明,今年的综合科目测试仍将以能力考查为重点,强调综合能力和创新能力,取材于社会热点,密切联系实际,设置新颖情景,重视基础知识的深层次理解,强调基础知识的灵活运用与迁移运用,知识结构突出重点,不过分注重覆盖面,注重对推理能力的考查。

物理学中几乎每一个重要的知识点都与现代科技紧密相关,如:万有引力、圆周运动与GPS全球定位系统、人造卫星、航天飞船,热学与低温超导,电场与静电除尘,磁性材料与计算机的记忆芯片,电磁感应现象与磁悬浮列车、IC卡,光的全反射与光纤通信,激光全息与身份证、商标的防伪标志,核能与核电站等。物理学与生活的联系也是丰富多彩的,如:家用电器(电视、音响、冰箱、空调、微波炉等),体育运动(跑、跳、投等),医疗器械(心脏起搏器、B超、CT机、核磁共振等),天气现象(台风、闪电、厄尔尼诺现象等),代步工具(自行车、轮船、汽车、飞机等)等。

物理学科是一门重要的基础学科,物理学研究方法、思维形式具有通用性和普遍性,对理科综合试题的分析起着重要的借鉴作用。物理学上的许多重要方法,例如:模拟法、整体法、隔离法、等效法、临界法、分解与合成法、假设法、图像法等都可以迁移到理科综合题的解题过程中去,以物理方法入手,综合运用其他学科知识,使问题得解。

1. 物理学科内综合

物理学科内综合主要有以下几种:(1)力学——热学综合,以气体为联结物质的联结体问题,由于气体在体积变化中压强一般是变化的,因此,气体对外做功问题一般用动能定理或功能关系进行处理。(2)力学——电学综合,静电场中带电粒子的平衡与运动,磁场力(安培力、洛伦兹力)与金属棒(带电粒子)的运动问题,这一类综合题往往以基本带电体为研究对象,通常将重力、电场力、磁场力综合一起,构成空间复合场问题,难度和思维量都较大。(3)力学——光学、原子物理学综合,原子核外电子的圆周运动,核在衰变过程中动量、能量问题,解决方法多以圆周运动向心力公式的运用为主。光的直线传播与质点的运动往往组成结合类问题。除此之外,还有力、热、电、光、原子物理等几个方面相综合的试题,解题时必须弄清问题属于哪几部分综合,找准解题切入口。

【精典题型分析】

【例1】(2001年高考理科综合·全国卷) 太阳现正处于主序星演化阶段。它主要是由

电子和 1H 、 4He 等原子核组成。维持太阳辐射的是它内部的核聚变反应,核反应方程是 $2e + 4\text{H} \rightarrow \text{He} + \text{释放的核能}$,这些核能最后转化为辐射能。根据目前关于恒星演化的理论,若由于聚变反应而使太阳中的 1H 核数目从现有数减少10%,太阳将离开主序星阶段而转入红巨星的演化阶段。为了简化,假定目前太阳全部由电子和 1H 核组成。

(1) 为了研究太阳演化进程,需知道目前太阳的质量 M 。已知地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$,地球质量 $m = 6.0 \times 10^{24} \text{kg}$,日地中心的距离 $r = 1.5 \times 10^{11} \text{m}$,地球表面处的重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$,1年约为 3.2×10^7 秒。试估算目前太阳的质量 M 。

(2) 已知质子质量 $m_p = 1.6726 \times 10^{-27} \text{kg}$, 4He 质量 $m_\alpha = 6.6458 \times 10^{-27} \text{kg}$,电子质量 $m_e = 0.9 \times 10^{-30} \text{kg}$,光速 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。求每发生一次题中所述的核聚变反应所释放的核能。

(3) 又知地球上与太阳光垂直的每平方米截面上,每秒通过的太阳辐射能 $w = 1.35 \times 10^3 \text{W/m}^2$ 。试估算太阳继续保持在主序星阶段还有多少年的寿命。

(估算结果只要求一位有效数字。)

【解析】(1) 估算太阳的质量 M

设 T 为地球绕日心运动的周期,则由万有引力定律和牛顿定律可知

$$G \frac{mM}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

地球表面处的重力加速度

$$g = G \frac{m}{R^2}$$

由①、②式联立解得

$$M = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \frac{r^3}{R^2 g}$$

以题给数值代入,得 $M = 2 \times 10^{30} \text{kg}$

(2) 根据质量亏损和质能公式,该核反应每发生一次释放的核能为

$$\Delta E = (4m_p + 2m_e - m_\alpha)c^2$$

代入数值,解得

$$\Delta E = 4.2 \times 10^{-12} \text{J}$$

(3) 根据题给假定,在太阳继续保持在主星序阶段的时间内,发生题中所述的核聚变反应的次数为

$$N = \frac{M}{4m_p} \times 10\%$$

因此,太阳总共辐射出的能量为

$$E = N \cdot \Delta E$$

设太阳辐射是各向同性的,则每秒内太阳向外放出的辐射能为

$$\epsilon = 4\pi r^2 w$$

所以太阳继续保持在主星序的时间为

$$t = \frac{E}{\epsilon}$$

由以上各式解得

$$t = \frac{0.1M(4m_p + 2m_e - m_\alpha)c^2}{4m_p \times 4\pi r^2 w}$$

以题给数据代入,并以年为单位,可得

$$t = 1 \times 10^{10} \text{ 年} = 1 \text{ 百亿年}$$

[答案] (1) $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ (2) $\Delta E = 4.2 \times 10^{12} \text{ J}$ (3) $1 \times 10^{10} \text{ 年}$

[题型分析] 本题以太阳为研究对象,考查了万有引力定律、匀速圆周运动、爱因斯坦质能方程及太阳寿命估算,涉及到地理上的恒星演化知识,但解题所用规律均为物理学的内容,可看作是物理学科内综合题。本题考查了对主序星、红巨星概念的理解,将宏观(太阳)与微观(轻核聚变)巧妙结合,以此来考查学生的综合分析能力。解题关键:估算太阳寿命要弄清太阳质量与核聚变中的质量亏损的关系。本题考生失误情况:①审题不清,本题要求最后结果取1位有效数字,部分考生用2位甚至3位有效数字运算,浪费了许多时间。②理解能力弱,对红巨星的概念没有理解清楚,使解题受阻。

考生回答这一类题的困难是没有现成公式可用,不知如何下手。本题要求学生通过物理情景的分析,应用已有的知识,自己去建立计算公式,这一类能力考查型试题是今后高考命题的重要题型。

[例2](2000年高考理科综合) 如图1-1,直角三角形的斜边倾角为 30° ,底边BC长为 $2L$,处在水平位置,斜边AC是光滑绝缘的。在底边中点O处放置一正电荷Q。一个质量为 m 、电量为 q 的带负电的质点从斜面顶端A沿斜边滑下,滑到斜边上的垂足D时速度为 v 。试问:

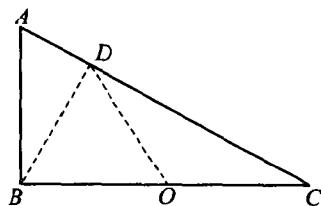


图 1-1

(1) 在质点的运动中不发生变化的是 ()

- ① 动能
- ② 电势能与重力势能之和
- ③ 动能与重力势能之和
- ④ 动能、电势能、重力势能三者之和

A. ①②

B. ②③

C. ④

D. ②

(2) 质点的运动是

()

A. 匀加速运动

B. 匀减速运动

C. 先匀加速后匀减速的运动

D. 加速度随时间变化的运动

(3) 该质点滑到非常接近斜边底端C点时速率 v_c 为多少? 沿斜面向下的加速度 a_c 为多少?

[解析] (1) C (2) D

(3) 因 $BD = \frac{BC}{2} = BO = OC = OD$, 则B、C、D三点在以O为圆心的同一圆周上, 是O点处点电荷Q产生的电场中的等势点, 所以, q 由D到C的过程中电场力做功为零。由机械能守恒定律,

$$mgh = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

其中 $h = \overline{BD} \sin 60^\circ = \overline{BC} \sin 30^\circ \sin 60^\circ = 2L \times \frac{1}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}L}{2}$

得 $v_C = \sqrt{v^2 + \sqrt{3}gL}$

质点在 C 点受三个力的作用:电场力 $f = \frac{kQq}{L^2}$, 方向由 C 指向 O 点;重力 mg , 方向竖直向下;支撑力 N , 方向垂直于斜面向上。

根据牛顿定律,有

$$mg \sin \theta - f \cos \theta = ma_C$$

$$mg \sin 30^\circ - \frac{kQq}{L^2} \cos 30^\circ = ma_C$$

得 $a_C = \frac{1}{2}g - \frac{\sqrt{3}kQq}{2mL^2}$

【答案】 (1) C (2) D (3) $v_C = \sqrt{v^2 + \sqrt{3}gL}$, $a_C = \frac{1}{2}g - \frac{\sqrt{3}kQq}{2mL^2}$

【题型分析】 本题为力学和电学综合题,涉及到物体受力分析、运动分析、加速度、速度、电势、电场力做功、重力势能、动能、电势能等知识,本题物体受变力作用,运动过程较复杂,从能量角度入手较为方便。本题考查了考生的综合分析能力。

【例 3】 如图 1-2 所示,气缸由两个横截面不同的圆筒连接而成。活塞 A、B 被轻质刚性细杆连接在一起,可无摩擦移动。A、B 的质量分别为 $m_A = 12\text{kg}$ 和 $m_B = 8.0\text{kg}$, 横截面积分别为 $S_A = 4.0 \times 10^{-2}\text{m}^2$ 和 $S_B = 2.0 \times 10^{-2}\text{m}^2$, 一定质量的理想气体被封闭在两活塞之间,活塞外侧大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 。

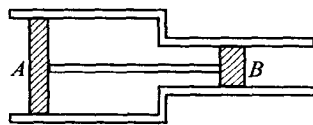


图 1-2

(1) 气缸水平放置达到如图 1-2 所示的平衡状态,求气体的压强。

(2) 已知此时气体的体积 $V_1 = 2.0 \times 10^{-2}\text{m}^3$ 。现保持温度不变,将气缸竖直放置,达到平衡后如图 1-3 所示,与图 1-2 相比,活塞在气缸内移动的距离为多少? 取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

【解析】 (1) 气缸处于图 1-2 位置时,设气缸内气体压强为 p_1 。

对于活塞和杆,力的平衡条件为:

$$p_0 S_A + p_1 S_B = p_1 S_A + p_0 S_B$$

解得 $p_1 = p_0 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$

(2) 气缸处于图 1-3 位置时,设气缸内气体压强为 p_2 。

对于活塞和杆,力的平衡条件为:

$$p_0 S_A + p_2 S_B + (m_A + m_B)g = p_2 S_A + p_0 S_B$$

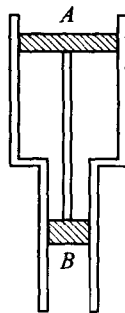


图 1-3

$$\text{所以 } p_2 = p_0 + \frac{(m_A + m_B)g}{S_A - S_B} = 1.0 \times 10^5 + \frac{(12 + 8.0) \times 10}{4.0 \times 10^{-2} - 2.0 \times 10^{-2}} \\ = 1.1 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

设 V_2 为气缸处于图 1-3 位置时缸内气体的体积。

由玻意耳定律, 可得

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{p_1}{p_2} V_1 = \frac{1.0 \times 10^5}{1.1 \times 10^5} \times 2.0 \times 10^{-2} = \frac{20}{11} \times 10^{-2} (\text{m}^3)$$

由几何关系,可得

$$V_1 - V_2 = l(S_A - S_B)$$

$$\text{所以 } l = \frac{V_1 - V_2}{S_A - S_B} = \frac{2.0 \times 10^{-2} - \frac{20}{11} \times 10^{-2}}{4.0 \times 10^{-2} - 2.0 \times 10^{-2}} \approx 9.1 \times 10^{-2} (\text{m}) = 9.1 \text{cm}$$

【答案】 (1) $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 9.1 cm

【题型分析】 本题利用活塞面积不等的气缸内气体的状态变化命题,涉及到气体定律、力的平衡、压强压力计算等知识,考查学生整体思维能力。这类试题将气体定律与牛顿运动定律、动量守恒定律相结合,组成形式多样的力学——热学综合题,考查学生的综合分析能力,在近几年高考中的出现率近 100%。

【例4】如图1-4所示的电路中, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 200\Omega$, $R_3 = 80\Omega$, $C = 20\mu\text{F}$, 电源电动势为12V, 内电阻不计。若电容器带电量为 $4 \times 10^{-5}\text{C}$, 则电阻 R_4 的阻值为 ()

- A. 40Ω
B. 80Ω
C. 100Ω
D. 400Ω

【解析】 由电容定义式和已知条件可得两极板的电势差:

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{4 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}} = 2(\text{V})$$

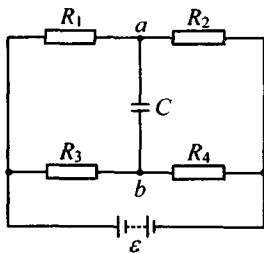


图 1-4

设电源负极电势为零,由 R_1 、 R_2 串联电路不难算出 a 点电势

$$U_a = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 \times 200}{100 + 200} = 8(\text{V})$$

若电容器上极板带正电,则下极板的电势 U_b 为 6V,则

$$U_b = \frac{\mathcal{E}R_4}{R_3 + R_4}, R_4 = \frac{U_b}{\mathcal{E} - U_b}R_3 = \frac{6}{12 - 6} \times 80 = 80(\Omega)$$

若电容器上极板带负电,则下极板的电势 U_b 为 10V,同理可计算出 R_4 为 400Ω 。

【答案】 B、D

【题型分析】 本题将电流电路与电容相综合,考查电容概念及电路规律。正确判断电路连接图是正确分析的前提,一些同学常认为图 1-4 是网络电路,感到无从下手。在分析时

应明确稳定的直流电不能通过电容器,此时电容可视作断路,图 1-4 是混联电路,由于电源内阻不计,路端电压保持不变,又可将混联电路当作两个串联电路分别计算,从而使问题简化。

分析时还应注意,题中只交代电容带电数量,没有说明各个极板带电的性质,于是本题应有两解,本题考查了思维的广泛性。

【例 5】 如图 1-5 所示,在 x 轴上方有垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感强度为 B ,在 x 轴下方有沿 y 轴负方向的匀强电场,场强为 E 。今将一个质量为 m ,带负电 $-q$ 的粒子从 y 轴上的 P 点处静止释放,粒子的重力不计。若粒子恰能垂直打在直立于 x 轴上 $x = L$ 处的屏上,则 P 点纵坐标 y_P 是多少?

【解析】 根据动能定理可求得粒子进入磁场时的速率 v

$$qEd = \frac{1}{2}mv^2$$

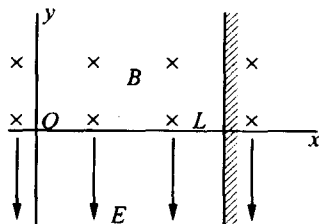


图 1-5

若粒子在磁场中转过 k 个半圆,最后一次进入磁场后又转 $\frac{1}{4}$ 圆周而垂直打到屏上,则应有

$$r = mv/qB$$

$$L = (2k+1)r \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

而 P 点的纵坐标 $y_P = -d$

由此解得。

【答案】 $y_P = -qB^2L^2/2mE(2k+1)^2 \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$

【题型分析】 本题以带电粒子在电场和磁场中的运动为例,综合考查了电场、磁场知识,需要运用类平抛运动规律、匀速圆周运动规律分析问题。粒子在电场中静止释放后,受电场力作用加速运动,进入磁场后做匀速圆周运动,转半周后又进入电场,经历减速和反向加速后,再次进入磁场而发生偏转……如此重复,最终垂直打在屏上,其轨迹如图 1-6 所示,明确了粒子的运动图景,就不难根据相应规律给出解答。本题结果是含有 k 的通式,考查了学生的空间想象能力和思维的广泛性。

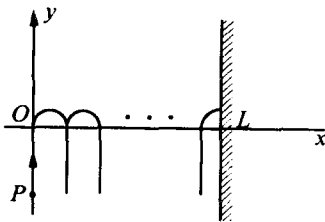


图 1-6

【例 6】 伦琴射线管中,阴极与对阴极间所加电压为 $3 \times 10^4 \text{ V}$, 求伦琴射线管所产生的 X 射线的最短波长。若阴极与对阴极间电流为 10 mA , 求每秒钟从对阴极最多发射 X 射线的光子数。

【解析】 每个 X 射线的光子由一个电子撞击而产生,电子从阴极到对阴极在电场加速下得到的动能全部转变为光子能量时, X 射线频率最高,波长最短。

电子最大动能 $E_{km} = eU$, 全部转变为光子能量 $h\nu$ 。

$$\text{所以: } eU = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{所以: } \lambda = \frac{hc}{eU} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^4} \text{ m} = 4.1 \times 10^{-11} \text{ m}$$

设每秒钟最多发射 n 个 X 射线光子, 则:

$$ne = q = I \cdot t$$

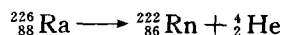
$$\text{所以: } n = \frac{It}{e} = \frac{10 \times 10^{-3} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{16} (\text{个})$$

[答案] 6.25×10^{16} 个

[题型分析] 本题联系科技实际, 以伦琴射线管为载体, 综合了电流知识和光子理论, 考查学生应用电流做功、光电效应等知识解决跨学科问题的能力。本题中 X 射线的“最短波长”应从光电效应中能量角度上去理解。近几年综合科目测试经常出现联系当今科技的试题, 平时应注意培养应用所学知识分析这类问题的能力。

[例 7] 一个静止的 $^{226}_{88}\text{Ra}$ 核, 处于匀强磁场中。当它发生 α 衰变时, 产生的 α 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 其轨道半径为 $r_1 = 0.30\text{m}$, 设衰变时所释放的 γ 光子对衰变过程的影响可忽略。(1) 求反冲核的轨道圆半径 r_2 ; (2) 设这一反应过程中释放的能量为 4.8MeV , 求 α 粒子及反冲核所获得的动能 E_{k1} 和 E_{k2} 。

[解析] 镭核的 α 衰变方程为



反冲核就是氡核 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 。设 α 粒子和氡核的速度大小分别为 v_1 和 v_2 , 根据动量守恒定律, 有

$$m_1 v_1 + m_2 (-v_2) = 0, \text{ 即 } m_1 v_1 = m_2 v_2$$

α 粒子和反冲核做匀速圆周运动, 洛伦兹力即其向心力:

$$\begin{cases} Bq_1 v_1 = \frac{m_1 v_1^2}{r_1} \\ Bq_2 v_2 = \frac{m_2 v_2^2}{r_2} \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} r_1 = \frac{m_1 v_1}{Bq_1} \\ r_2 = \frac{m_2 v_2}{Bq_2} \end{cases}$$

$$\text{所以 } r_1 : r_2 = \frac{m_1 v_1}{Bq_1} : \frac{m_2 v_2}{Bq_2} = q_2 : q_1$$

$$r_2 = \frac{q_1}{q_2} r_1 = \frac{2}{86} \times 0.30 = 7.0 \times 10^{-3} (\text{m})$$

$$\text{由 } E_{k1} : E_{k2} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 : \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = v_1 : v_2 = m_2 : m_1$$

$$\text{及 } E_{k1} + E_{k2} = \Delta E = 4.8\text{MeV}$$

可解出

$$E_{k1} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \Delta E = \frac{222}{4 + 222} \times 4.8 = 4.7 (\text{MeV})$$

$$E_{k2} = \Delta E - E_{k1} = 0.10 \text{MeV}$$

[答案] (1) $7.0 \times 10^{-3} \text{m}$ (2) $E_{k1} = 4.7 \text{MeV}$ (3) $E_{k2} = 0.10 \text{MeV}$

[题型分析] 本题为力学、电磁学、原子物理学的综合题,内容涉及动量守恒定律、带电粒子在磁场中的运动、能量守恒定律、原子核的衰变等知识,考查的知识面很广泛,考查学生归纳、推理的综合能力。

【同步训练】

1. 中国第一座跨度超千米的特大悬索桥——江阴长江大桥主跨 1385m,桥全长 3071m,桥下通航高度为 50m,两岸的桥塔高 196m,横跨长江南北两岸的两根主缆,绕过桥塔顶鞍座由南北锚锭固定,整个桥面和主缆的 4.8 万吨重量都悬在这两根主缆上,如图 1-7。

(1) 每根主缆上的张力约为 ()

- A. 2.4 万吨 B. 6 万吨
C. 12 万吨 D. 24 万吨

(2) 大桥用很长的引桥,其目的是 ()

- A. 减少摩擦力 B. 减少正压力
C. 减少下滑力 D. 使桥型美观

(3) 当汽车以 36km/h 的速度行驶在桥中央

时,设该处曲率半径为 200m,汽车对桥的压力与汽车重力之比为 ()

- A. 1 : 1 B. 19 : 20 C. 21 : 20 D. 1999 : 2000

2. 2000 年底,我国宣布已研制成功一辆高温超导磁悬浮高速列车的模型车,该车的车速已达到每小时 500 公里,可载 5 人。图示为磁悬浮原理,图中 A 是圆柱形磁铁, B 是用高温超导材料制成的超导圆环,将超导圆环 B 水平放在磁铁 A 上,它就能在磁力的作用下悬浮在磁铁 A 的上方。

A. 在 B 放入磁场的过程中, B 中将产生感应电流,当稳定后,感应电流消失。

B. 在 B 放入磁场的过程中, B 中将产生感应电流,当稳定后,感应电流仍存在。

C. 如 A 的 N 极朝上, B 中感应电流的方向如图 1-8 所示。

D. 如 A 的 N 极朝上, B 中感应电流的方向与图中所示的相反。

3. 有一块玻璃砖,上、下两面都打磨得很光滑,且两面是平行的。有一束光线从空气入射玻璃砖,在下面给出的四个光路图中,可能发生的光路图是

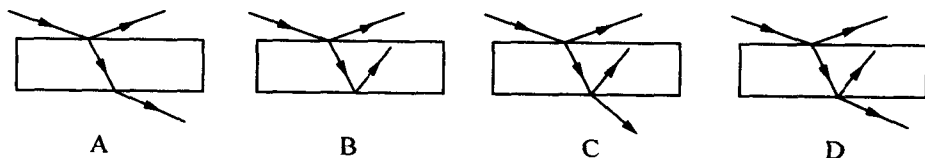


图 1-8

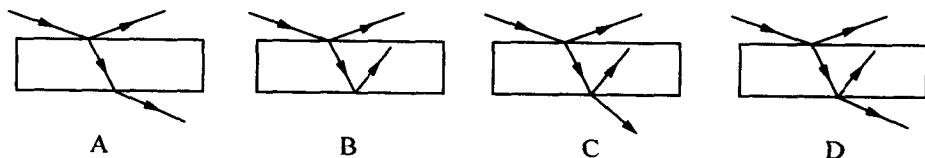


图 1-9

4. 如图 1-10, 一束光线射到一个玻璃球体上, 该玻璃圆球的折射率是 $\sqrt{3}$, 光线的入射角是 60° 。求该束光线射入玻璃球后第一次从玻璃球射出的方向。

5. 在真空室内, 速度为 $v = 6.4 \times 10^7 \text{ m/s}$ 的电子束连续地沿两平行导体极板的中心线射入, 如图 1-11 所示。极板长 $L = 8.0 \times 10^{-2} \text{ m}$, 两极板间的距离 $d = 5.0 \times 10^{-3} \text{ m}$, 两极板不带电时, 电子束将沿中心线射出极板。今在两极板间加上 50 Hz 的交变电压 $U = U_0 \sin 100\pi t \text{ V}$, 发现有时有电子从两极板之间射出, 有时则无电子从两极板间射出。若有电子射出的时间间隔与无电子射出的时间间隔之比 $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 2:1$, 则所加的交变电压的最大值 U_0 为多大? 已知电子的质量为 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 电量为 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

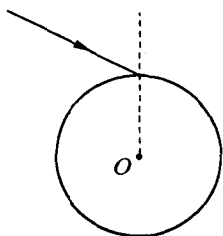


图 1-10

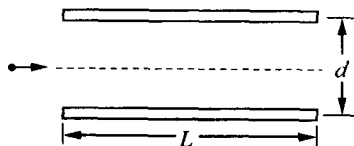


图 1-11

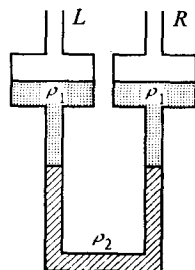


图 1-12

6. 图 1-12 是一种用于测量微小压差的 U 型管压强计, 细管的横截面积都是 a , 粗管的横截面积都是 A , 管内盛有密度分别是 ρ_1 和 ρ_2 的两种互不相溶的液体。当两臂液体上方气体的压强相等时, 每种液体的液面都处在同一高度。问: 当密度为 ρ_2 的液面的高度差为 h 时, 两臂液面上方气体的压强差为多少? 已知在使用过程中, 两粗管中都只有密度为 ρ_1 的液体, 而没有密度为 ρ_2 的液体。

7. 已知火箭发动机产生的推力 F 等于火箭在单位时间内喷出的推进剂的质量 J 与推进剂速度的乘积, 即 $F = Jv$ 。质子火箭发动机喷出的推进剂是质子, 这种发动机用于外层空间中产生小的推力来纠正卫星的轨道或姿态。设一台质子发动机喷出质子流的电流 $I = 1 \text{ A}$, 用于加速质子的电压 $U = 5 \times 10^4 \text{ V}$, 试求该发动机的推力 F 。已知质子的质量是 $m = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 电量为 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

8. 将氢原子中电子的运动看作是绕氢核做匀速圆周运动, 这时在研究电子运动的磁效应时, 可将电子的运动等效为一个环形电流, 环的半径等于电子的轨道半径 r 。现对一氢原子加上一外磁场, 磁场的磁感应强度大小为 B , 方向垂直电子的轨道平面。这时电子运动的等效电流用 I_1 来表示。现将外磁场反向, 但磁场的磁感应强度大小不变, 仍为 B , 这时电子运动的等效电流用 I_2 来表示。假设在加上外磁场以及外磁场反向时, 氢核的位置、电子运动的轨道平面以及轨道半径都不变, 求外磁场反向前后电子运动的等效电流的差, 即 $|I_1 - I_2|$ 等于多少? 用 m 和 e 表示电子的质量和电量。

2. 物理与化学综合

物理、化学的综合主要涉及到自然现象, 原子核及原子结构, 气态物质的物理及化学变化(气态方程、气体压强及气体反应、气体摩尔体积等), 电学与电化学(原电池和电解池与电流强度、电量的关系), 电解质溶液的电离与导电性, 压强、温度、光、电磁波对化学反应速率

的影响,化学反应中的质量、能量、电量守恒,化学键、分子结构与物理中密度、熔点、沸点的关系,能量转化与守恒、物质守恒(如热学与热化学、力学与化学反应等),物理、化学实验的交叉点,环境保护和人类生存条件,工农业生产和生活实际,新能源、新材料、现代科技及现代生活等交叉、渗透及综合知识,凡是与这一课题相关的知识都会成为理化综合测试命题的热点。

【精典型题分析】

【例1】图1-13是测量带电粒子质量的仪器工作原理示意图。设法使某有机化合物的气态分子导入图中所示的容器A中,使它受到电子束轰击,失去一个电子成为正一价的分子离子。分子离子从狭缝 s_1 以很小的速度进入电压为 U 的加速电场区(初速不计),加速后,再通过狭缝 s_2 、 s_3 射入磁感强度为 B 的匀强磁场,方向垂直于磁场区的界面 PQ 。最后,分子离子打到感光片上,形成垂直于纸面且平行于狭缝 s_3 的细线。若测得细线到狭缝 s_3 的距离为 d ,

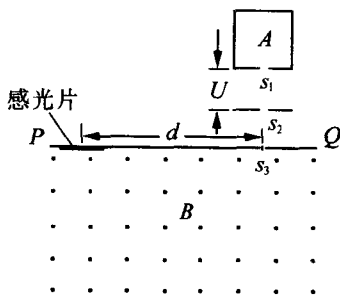


图 1-13

(1) 导出分子离子的质量 m 的表达式。

(2) 根据分子离子的质量数 M 可以推测有机化合物的结构简式。若某种含 C、H 和卤素的化合物的 M 为 48, 写出其结构简式。

(3) 现有某种含 C、H 和卤素的化合物,测得两个 M 值,分别为 64 和 66。试说明原因,并写出它们的结构简式。

在推测有机化合物的结构时,可能用到的含量较多的同位素的质量数如下表:

元 素	H	C	F	Cl	Br
含量较多的同位素的质量数	1	12	19	35, 37	79, 81

【解析】(1) 求分子离子的质量

以 m 、 q 表示离子的质量、电量,以 v 表示离子从狭缝 s_2 射出时的速度,由功能关系可得

$$\frac{1}{2}mv^2 = qU \quad ①$$

射入磁场后,在洛仑兹力作用下做圆周运动,由牛顿定律可得

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \quad ②$$

式中 R 为圆的半径,感光片上的细黑线到 s_3 缝的距离

$$d = 2R \quad ③$$

解得

$$m = \frac{qB^2 d^2}{8U} \quad ④$$

(2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$

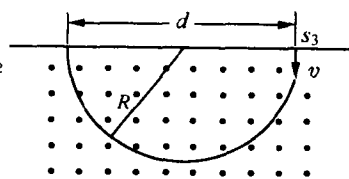


图 1-14

(3) 从 M 的数值判断该化合物不可能含 Br 而只可能含 Cl, 又因为 Cl 存在两个含量较多同位素, 即 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl , 所以测得题设含 C、H 和卤素的某有机化合物有两个 M 值, 其对应的分子结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{35}\text{Cl}$ (或 $\text{CH}_2\text{CH}^{37}\text{Cl}$), $M = 64$; $\text{CH}_3\text{CH}_2^{37}\text{Cl}$, $M = 66$ 。

【答案】 (1) $m = \frac{qB^2d^2}{8U}$ (2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$ (3) $M = 64$ 时, $\text{CH}_3\text{CH}_2^{35}\text{Cl}$ (或 $\text{CH}_2\text{CH}^{37}\text{Cl}$); $M = 66$ 时, $\text{CH}_3\text{CH}_2^{37}\text{Cl}$

【题型说明】 本题涉及的知识点有: 带电粒子在电场中加速、在磁场中偏转的知识, 以及同位素、有机化合物结构的推断等知识。本题属于系统包容式综合题, 各小问题之间有联系, 但可用单学科知识独立求解。本题考生失误情况: 审题不透彻, 将题中 d 误认为粒子转动半径, 部分考生推理归纳能力弱, 已知质量不能推出化合物的结构。这一类考查综合能力、演绎推理能力的试题反映了综合测试的趋向。

【例 2】 一种观点认为百慕大三角区之谜是水合天然气引起的。在海底, 由于温度低、压力大, 动植物遗体腐烂而产生的天然气与水结合, 形成固体状态的水合天然气。当这些水合天然气稳定的条件受到破坏, 它们就可分解出气态天然气, 上升的气泡流导致海底压力变小, 更多的固态水合天然气汽化, 这一连锁反应而导致的大量天然气气泡使海水密度变小, 浮力骤然下降, 从而使船舶沉入海底, 若飞机飞入这个地带, 则可引爆天然气而坠入海中。

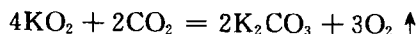
一艘水上排水量为 990 吨、水下排水量为 1200 吨, 最大潜水深度为 250 米的潜艇在该地区海面下 100 米处巡航, 突遇海水密度骤降 (假如潜艇所在处海水的密度由 1.03 吨/米^3 骤变为 0.9 吨/米^3), 5 秒后潜艇发现此情况并立即采取措施, 以最快速度排泄艇内贮水舱中的水。当它刚止住自己的加速下坠时已在水面下 200 米处, 不计阻力, 问:

(1) 潜艇舱内各空气过滤口放了盛有 Na_2O_2 颗粒的装置, 请说明该装置的用途并说明原理, 写出化学反应方程式。有时潜艇也用 KO_2 代替 Na_2O_2 , 这有什么好处? 试通过简单分析说明。

(2) 潜艇采取措施前 5 秒内下坠了多少位移? 5 秒末的速度多大?

(3) 假如潜艇一直保持排水速度不变, 它做什么运动? 加速度大小如何变化? 能否摆脱葬身海底的厄运?

【解析】 (1) 吸收艇内 CO_2 , 同时放出 O_2



从以上方程式可知, 相同质量的 KO_2 比 Na_2O_2 放出的 O_2 多。

(2) 潜水艇的质量为 $m = 990 \times 10^3 \text{ 千克}$, 在水下由于贮水舱中装有水, 其质量 $M = 1200 \times 10^3 \text{ 千克}$, 在通常情况 (巡航) 下, 所受的浮力也为 Mg 。但由于海水状况的突然变化, 使其浮力骤减。由:

$$\rho_1 V = 1200 \text{ 吨} \quad ①$$

$$\rho_2 V = x \text{ 吨} \quad ②$$

$$x = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times 1200 = \frac{0.9}{1.03} \times 1200 = 1048.5 \text{ 吨}$$

即向上的浮力由 $1200 \times 10^3 \text{ g}$ 牛变为 $1048.5 \times 10^3 \text{ g}$ 牛,使得总质量为 1200 吨的潜艇(包括舱中的水)以加速度 a 下沉。由牛顿第二定律知:

$$1200 \times 10^3 \text{ g} - 1048.5 \times 10^3 \text{ g} = 1200 \times 10^3 a$$

$$a = 1.26 \text{ 米/秒}^2 \quad (g \text{ 取 } 10 \text{ m/s}^2)$$

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 1.26 \times 25 = 15.75 (\text{米})$$

5 秒末的速度为: $V = at = 1.26 \times 5 = 6.3 \text{ m/s}$

(3) 潜艇以恒定的速度排水,所受浮力不变,而质量在不断变小,所受重力也相应减小,当 $Mg > F_{\text{浮}}$ 时,艇的加速度仍然是向下的,只是加速度越来越小,即做加速度变小的加速运动;当 $Mg = F_{\text{浮}}$ 时,加速度变为零;而后 $Mg < F_{\text{浮}}$,此时,艇将做 a 越来越大的减速运动(加速度方向向上,而速度仍然向下,直到速度变为零,而后速度变为向上)。

很明显,当潜艇以最快速度排水时,潜艇在 200 米处停住,那么以恒定的排水速度排水就很有可能葬身海底。

【题型分析】 物理与化学综合主要涉及自然现象,本题以百慕大三角区的潜艇为背景命题,考查了潜艇的位移、速度、加速度,空气过滤物质的化学原理等知识,这类并列式综合题可以运用相关学科知识分别解决。本题解题关键:知道潜水艇的封闭环境,需要不断补充 O_2 和排除(吸收掉) CO_2 气体,对于本题的物理过程,关键在于水的密度突变,导致浮力变小,使潜艇加速下沉。考生容易失误的有:①在计算艇的下降加速度时,只考虑潜水艇的质量,而不考虑潜水艇内水舱中还有水一起随艇下降;②在分析潜水艇以恒定速度排水时的运动情况时,不能认真、仔细地分析 $Mg > F_{\text{浮}} \rightarrow Mg = F_{\text{浮}} \rightarrow Mg < F_{\text{浮}}$ 的整个过程;③当从 $Mg = F_{\text{浮}} \rightarrow Mg < F_{\text{浮}}$ 时,艇的速度方向不会立即改变,仍向下运动(a 向上),要经过一段时间后,才能反向运动。

【例 3】 正常人心脏在一次搏动中泵出血液 70mL,推动血液流动的平均压强为 $1.6 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。设心脏主动脉的内径约 2.5cm,每分钟搏动 75 次,求:

(1) 心脏推动血液流动的平均功率是多大?

(2) 血液从心脏流出的平均速度是多大?

(3) 把一种对人体无害,但不能透出血管的 9mg 试剂,由静脉一次性注入人体内,在安静情况下,经过一定的时间后抽取血样检查,发现该试剂浓度已稳定在 2 mg/L ,则此人全部循环血量通过心脏一次的时间需多长?

(4) 有人设计以 Pt 和 Zn 为电极材料,埋入人体内作为某些心脏病人的心脏起搏器的能源。它依靠人体内体液中含有一定浓度的溶解氧、 H^+ 和 Zn^{2+} 进行工作,请写出两极反应的方程式。

【解析】 (1) $W = n p \Delta V = 75 \times 1.6 \times 10^4 \times 70 \times 10^{-6} = 84 (\text{J})$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{84}{60} = 1.4 (\text{W})$$

(2) 每分钟心脏输出血量为

$$V = n \Delta V = 75 \times 70 \times 10^{-6} = 5.25 \times 10^{-3} (\text{m}^3)$$

心脏主动脉横截面积 S 为

$$S = \pi r^2 = 3.14 \times (1.25 \times 10^{-2})^2 = 4.9 \times 10^{-4} (\text{m}^2)$$

$$\text{所以, } v = \frac{l}{t} = \frac{V}{S \cdot t} = \frac{5.25 \times 10^{-3}}{4.9 \times 10^{-4} \times 60} = 0.18 (\text{m/s})$$

$$(3) \text{ 此人循环血量为 } V_1, \text{ 则 } \frac{V_1}{1} = \frac{9}{2}$$

$$\text{所以, } V_1 = 4.5 (\text{L}) = 4.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{循环一次的时间为 } t = \frac{4.5 \times 10^{-3}}{5.25 \times 10^{-3} \times 60} = 51 (\text{s})$$

(4) 形成原电池时,较活泼的金属作负极。故,负极: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$; 正极: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。

[答案] (1) 1.4W (2) 0.18m/s (3) 51s (4) 详见解析

[题型分析] 这道题在强调学科之间渗透的同时,要求学生从多角度、多层次运用多种方法,分析和解决有关理论问题和实际问题。本题“以人为本”组织题材,题型新颖,涉及的知识有物理学上做功和功率、化学上的原电池,其中心脏功率的计算,构思巧妙,需要将气体做功的方法迁移过来,进行创新思维。

[例4] 利用光电管产生光电流可实现自动控制和信号变换。

(1) 光电管的阳极常用活泼的碱金属制成,原因是这些金属 ()

A. 导电性好 B. 逸出功小 C. 发射电子多 D. 电子动能大

(2) 产生光电流,入射光必须具备的条件 ()

A. 光强度足够大 B. 光频率足够大 C. 光波长足够大 D. 照射时间足够长

(3) 光电管的感光材料铯是碱金属,下列关于铯的叙述正确的是 ()

A. 光电管内抽成真空主要有利于光的进入

B. 可以电解熔融的氯化铯制取铯

C. 氢氧化铯是一种强碱

D. 进入光电管的光信号越强,效果越好

[解析] (1) 光电管是利用光电效应来实现光信号向电信号转变的,阳极所用的金属材料,要求在光照时,电子容易逸出,即要求逸出功小。

(2) 产生光电效应的条件是入射光的频率必须大于截止频率。

(3) 光电管抽真空,主要防止碱金属氧化。

进入光电管的光过强,容易使铯老化,故 D 选项错误。

[答案] (1) B (2) B (3) B、C

[题型分析] 本例是物理、化学知识交叉综合题,内容涉及光电效应的条件(物理知识),光电管材料(化学知识),光电管的使用注意点(理化知识交叉)。这类理化综合题的解决,要抓准切入点,判断是物理问题,还是化学问题。

[例5] 核电站中使用核反应堆使重核裂变,将释放出的巨大能量转换成电能。

(1) 完成下列核反应式:

