

加强试题创新 突出理论联系实际

——2014年全国高考理科综合能力测试试题评析

■ 李化生

摘要: 2014年全国高考理科综合能力测试在素材的选取、情境的呈现方式、设问角度等方面进行创新,考查学生综合运用知识解决实际问题的能力。试卷突出自然科学的特点,加强实验能力和探究能力的考查,引导学生实践能力的培养。

关键词: 高考;理科综合;实际问题;探究能力

【中图分类号】G405

【文献标识码】A

【文章编号】1005-8427(2014)11-0009-8

2014年全国高考理科综合能力测试符合考试大纲和考试说明的要求,既保持了良好的连续性和稳定性,又体现了创新性和灵活性。试卷能力考查全面,整体难度合理,区分度好,有利于高校选拔人才,有利于中学实施素质教育,有利于推进课程标准的深入实施。

试卷立足对生物、化学、物理三个学科的主干知识、基本能力和学科素养的考查,加强试题创新,突出理论联系实际能力的要求。试题在素材的选取、信息呈现方式、设问角度等方面进行创新,将试题情境与科学研究进展、生活实际以及学生的兴趣紧密联系,考查学生利用基本的学科知识、思想和方法分析和解决实际问题的能力;试题突出自然科学的特点,加强对于学生实验能力和综合探究能力的考查,对中学科学教学起到积极的引导作用。

1 坚持科学性,确保试题的规范和准确

高考理综试卷在命题过程中,始终坚持科学性第一的原则,在题材的选取、情境的剪裁、设问的设

计、答案的制定等各个方面都严格遵循这一原则。如何处理试题的科学性与考生所知之间的不一致也是命题者面临的挑战,对待这类问题,命题者始终将科学性放在第一位。

多年来,生物学科在命题中有时会遇到科学性与考生所知之间不是十分一致的问题,这类问题大致可归纳为如下三种情况:一是就某一问题来说,考生的所知是不完全的。比如,效应T细胞的作用,考生所知的可能是:“效应T细胞可以与被抗原入侵的宿主细胞密切接触,使这些细胞裂解死亡”。而命题过程中所给的试题答案则是在考生所知的基础上,强调了“识别”,即“效应T细胞可以识别并与被抗原入侵的宿主细胞密切接触,使这些细胞裂解死亡。”即命题者认为加上了“识别”才是科学准确的。这样的试题设计原则对考生未来的学习非常重要,同时也有助于引导教师在教学中努力给学生传授更科学的知识。二是就某一知识来说,考生是不知道的。比如,杂交瘤细胞中有几个细胞核、染色体数目最多有几条的问题。为了保证试题设问

【作者简介】李化生,教育部考试中心(北京 100084)

的科学,在设问中加上了“最多”两个字,之所以加上这两个字,因为在细胞融合过程中染色体可能会发生丢失,这一点大多数考生可能是不知道的。但本题考查的关键点不是考生不知道的知识内容即染色体丢失的问题,并且考生不知道染色体丢失这一内容,不影响他们的答题。三是考生所知并不是十分科学的。比如,对于学习大纲版教材的考生来说,关于基因的结构,他们所知的可能是“原核生物的基因中没有内含子。”但据报道:部分原核生物的基因中也是有内含子的。因此如果试题基于“原核生物的基因中没有内含子”来进行设问和给予答案便是不科学准确的。

2 注重基础知识,创新试题设计

高考理科综合试卷在注重基本知识和基本技能考查的同时,稳步创新试题设计,通过设置新颖的情境、设问角度的变化,调控试题的难度,要求学生根据所提供的材料和所学知识,发现问题和分析问题,并利用学科专业术语解决相关问题,较好地考查学生的探究能力和解决新问题的能力。

例如,生物(海南卷)的第30题,围绕“测定不同泡制天数泡菜中亚硝酸盐含量”这一实验来设计问题,要求考生完善实验步骤、据图指出泡菜中亚硝酸盐含量随时间的变化趋势、并写出参与泡菜制作的产酸菌。该题注重了与现实生活的密切联系,这也是生物学科高考命题始终坚持的理念。然而,与往年有所不同的是,2014年的生物试题更强调了对生物学概念等基本内容的考查。比如,在课标甲卷中,明确考查了“非特异性免疫的特点是____”,“效应T细胞的作用是____”;课标乙卷明确设置了“细胞核的功能可概括为____”,等等。这种设计方式与以往试卷中所见到的填空题或变形填空题相比,要求考生能够更加完整地表达一种思想或观点,这是考生需要加强的素质和能力,也是考生未来从事科学研究所需要的重要能力。事实上,在高考生物

试卷中,对于考生的书写量多少为适宜的问题,是有过讨论的。曾由于考虑阅卷这一环节,或者说阅卷的方便,将考生答案的书写量适当做了“减法”处理,如将书写量较大题目的答案调整成“变形的填空题”,后者要求考生从空格后面的提示中选择一个正确的答案。然而,综合起来看,适当的增加书写量,考查考生完整地表达自己的想法或观点的能力是非常有价值的。

化学试题中的有机化学试题在问题设计上不仅注重对基本概念、有机物的结构、性质反应等内容的考查,而且在设问上进行创新:要求学生利用已有的有机知识,同时吸取试题的信息,设计并完成有机物的合成路线。这种类型的设问方式会给中学有机化学的教学产生积极的引导作用。例如在课标乙卷中的38题要求学生完成从苯到N-异丙基苯胺的合成路线。海南卷的18题要求学生利用环己烯合成1,3-环己二烯,课标甲卷中的38题要求学生完成从环己烷到环己酮的合成路线,大纲卷的30题要求学生从丙烷到丙烯的合成。分析这些试题可以看出,海南卷中的试题设问更加接近大学中有机化学中的合成路线试题,答案也更加开放。甲卷和大纲卷中的试题考查内容更加基础,其涉及的内容均是中学有机化学中已经学习过的反应和条件。乙卷的38题对学生的能力要求最高,学生要分析和领悟题目提供的硝基苯的还原成胺以及希夫碱的反应条件信息,同时将这些信息利用到N-异丙基苯胺的合成中。这种试题形式在全国卷中是首次出现,但可以看出命题者为实现平稳过渡,没有让学生直接全面地设计合成路线,而是采取了路线合成设计填空的方式,保证了在创新的基础上实现了难度的稳定。

3 呈现真实问题情境,考查综合应用能力

在课堂评价和大规模教育考试中,试题情境的“真实”(authentic)设计受到广泛的重视。高考理科

综合一直重视理论联系实际问题的设计,不断拓宽素材选取的范围。如物理学科,从科学研究的背景立意,将试题与科学研究前沿的实际进展相联系;或从人们熟悉的日常生活中的实际场景,提炼出相关的问题;或将试题与学生经常从事的游戏、活动等联系起来。化学学科,以生活以及化工生产的真实过程为问题情境,以多模块的化学知识为载体,将化学研究的基本思想与方法、基本概念与原理、重要物质的性质与应用巧妙融合于试题之中。通过设置新颖的问题情境,提升对学生综合运用所学知识,考查分析和解决化学实际问题的能力。设计理论联系实际的问题,符合理科学科的特点,体现了贴近时代、贴近社会、贴近生活的课程标准理念,引导学生关心身边的科学现象和问题,关注社会的发展和进步,从而促进学生应用意识和实践能力的培养。

例1:(2014年全国课标甲卷第24题)2012年10月,奥地利极限运动员菲利克斯·鲍姆加特纳乘气球升至约39 km的高空后跳下,经过4分20秒到达距地面约1.5 km高度处,打开降落伞并成功落地,打破了跳伞运动的多项世界纪录。取重力加速度的大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

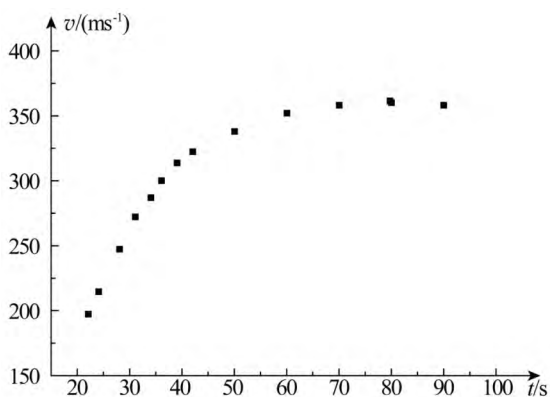


图1

(1)若忽略空气阻力,求该运动员从静止开始下落至1.5 km高度处所需的时间及其在此处速度的大小;

(2)实际上,物体在空气中运动时会受到空气的阻力,高速运动时所受阻力的可近似表示为 $f = kv^2$,其中 v 为速率, k 为阻力系数,其数值与物体的形状、横截面积及空气密度有关。已知该运动员在某段时间内高速下落的 $v-t$ 图像如图1所示。若该运动员和所带装备的总质量 $m = 100 \text{ kg}$,试估算该运动员在达到最大速度时所受阻力的阻力系数。(结果保留1位有效数字)

本题以极限运动员高空跳伞为背景,给出运动员下落速度随时间的实际变化曲线,要求考生估算该运动员在达到最大速度时所受空气阻力的阻力系数;并通过对比,分析空气阻力对高速运动物体的影响。试题重点考查了学生对自由落体运动、速度-时间图像与牛顿第二定律的理解和应用。试题没有复杂的计算,难度不大,但要求学生能够从速度-时间图像中读取所需要的关键数据。试题素材来自考生感兴趣的体育运动,数据真实,贴近生活,可激发学生对物理的兴趣。

例2:(2014年全国课标乙卷第19题)太阳系各行星几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳做圆周运动。当地球恰好运行到某地外行星和太阳之间,且三者几乎排成一条直线的现象,天文学称为“行星冲日”。据报道,2014年各行星冲日时间分别是:1月6日木星冲日;4月9日火星冲日;5月11日土星冲日;8月29日海王星冲日;10月8日天王星冲日。已知地球及各地外行星绕太阳运动的轨道半径如表1所示,则下列判断正确的是

表1 地球及各地外行星绕太阳运动的轨道半径

	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
轨道半径(AU)	1.0	1.5	5.2	9.5	19	30

- A. 各地外行星每年都会出现冲日现象
- B. 在2015年内一定会出现木星冲日
- C. 天王星相邻两次冲日的时间间隔为土星的一半

D. 地外行星中,海王星相邻两次冲日的时间间隔最短

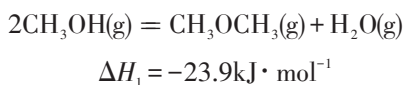
本题紧密联系“行星冲日”的天文现象,简洁地给出了相应的背景资料,要求学生依据所学物理规律进行判断、估算和预测,考查了学生运用开普勒定律或引力定律、圆周运动规律来分析和理解实际的天体运动的能力,有利于提高学生学习物理的兴趣和积极性。试题形式设计新颖,要求学生能从题中的文字描述及表中数据选择性地提取有效信息,并进行定性分析或半定量判断。如果考生能灵活地针对所给数据及选项的特点进行合理估算,则对于本题关键的B选项的判断将变得较为容易,不至于陷入烦琐的计算。试题素材和数据真实、准确,原创性强,对不同层次的考生有很好的区分。

例3:(2014年全国课标乙卷第28题)乙醇是重要的有机化工原料,可由乙烯气相直接水合法或间接水合法生产。回答下列问题:

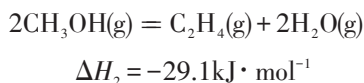
(1)间接水合法是指先将乙烯与浓硫酸反应生成硫酸氢乙酯($C_2H_5OSO_3H$),再水解生成乙醇。写出相应反应的化学方程式_____。

(2)已知:

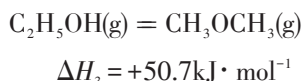
甲醇脱水反应



甲醇制烯烃反应



乙醇异构化反应



则乙烯气相直接水合反应 $C_2H_4(g) + H_2O(g) = C_2H_5OH(g)$ 的 $\Delta H =$ _____ $kJ \cdot mol^{-1}$ 。与间接水合法相比,气相直接水合法的优点是_____。

(3)图2为气相直接水合法中乙烯的平衡转化率与温度、压强的关系(其中 $n_{H_2O}:n_{C_2H_4} = 1:1$)。

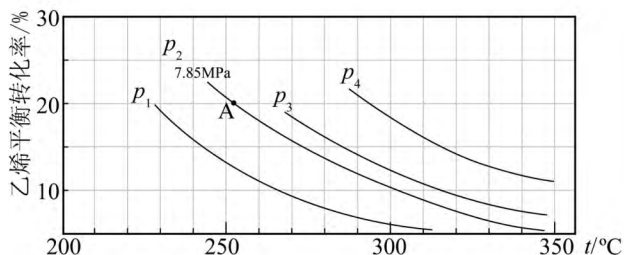


图2

① 列式计算乙烯水合制乙醇反应在图2中A点的平衡常数 $K_p =$ _____ (用平衡分压代替平衡浓度计算,分压=总压×物质的量分数)。

② 图中压强 (p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4) 的大小顺序为 _____,理由是_____。

③ 气相直接水合法常采用的工艺条件为:磷酸/硅藻土为催化剂,反应温度290°C、压强6.9 MPa, $n_{H_2O}:n_{C_2H_4} = 0.6:1$ 。乙烯的转化率为5%,若要进一步提高乙烯转化率,除了可以适当改变反应温度和压强外,还可以采取的措施有_____、_____。

该题对知识的综合考查和实际应用能力的考查尤其突出。试题以实际工业生产的乙烯水合制乙醇反应为情境,涉及化学反应方程式、热效应计算、平衡常数计算及影响因素分析等内容,涵盖高中化学原理部分几乎所有的主干知识。在内容和能力的综合考查方面具有以下几个特点:一是将有机化学反应基本类型——加成反应和水解反应迁移到无机物与有机物的反应,考查学生的信息归纳和迁移能力;二是以各物质平衡分压代替各物质的平衡浓度来表达和计算化学平衡常数,对于考生的临场吸收、消化新知识的能力具有较好的考查功能;三是根据题目中给出的信息分析乙烯气相直接水合法的优点、压力对化学平衡转化率的影响等,考查学生的运用化学专业术语分析和呈现结论的能力。

4 加强获取和利用信息的能力考查

近年来,理科综合试题通过扩大试题素材来

源、丰富试题呈现形式、增加试题信息的广度和深度等方式,进一步加强对考生获取信息、加工和处理信息、利用新信息分析和解决问题的能力。如今年的化学试题提供的信息来源丰富,不仅包括最新的科研成果或者深层次的化学知识,而且也包括新型的研究方法、新的数据呈现方式、新的工业生产过程以及新的应用;同时,信息形式多样,包括物质性质、化学方程式、物质参数表格以及转化流程图、反应装置图等形式。这些信息蕴含着解决试题的重要思路、数据和方法,如物质性质、物质形态、反应条件、反应产物、结构特征以及变化趋势等。这其中比较典型的是例4。

例4:(2014年全国课标乙卷第27题)次磷酸(H_3PO_2)是一种精细磷化工产品,具有较强还原性。回答下列问题:

- (1) H_3PO_2 是一元中强酸,写出其电离方程式_____。
- (2) H_3PO_2 及 NaH_2PO_2 均可将溶液中的 Ag^+ 还原为银,从而可用于化学镀银。
 - ① H_3PO_2 中,P元素的化合价为_____。
 - ② 利用 H_3PO_2 进行化学镀银反应中,氧化剂与还原剂的物质的量之比为4:1,则氧化产物为_____ (填化学式)。
 - ③ NaH_2PO_2 为_____ (填“正盐”或“酸式盐”),其溶液显_____ (填“弱酸性”、“中性”或“弱碱性”)。
- (3) H_3PO_2 的工业制法是:将白磷(P_4)与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成 PH_3 气体和 $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$,后者再与 H_2SO_4 反应。写出白磷与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的化学方程式_____。
- (4) H_3PO_2 也可用电渗析法制备,“四室电渗析法”工作原理如图3所示(阳膜和阴膜分别只允许阳离子、阴离子通过):
 - ① 写出阳极的电极反应式_____。
 - ② 分析产品室可得到 H_3PO_2 的原因_____。

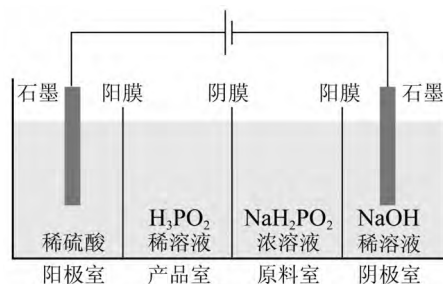


图3

③ 早期采用“三室电渗析法”制备 H_3PO_2 : 将“四室电渗析法”中阳极室的稀硫酸用 H_3PO_2 稀溶液代替,并撤去阳极室与产品室之间的阳膜,从而合并了阳极室与产品室。其缺点是产品中混有杂质,该杂质产生的原因是_____。

该题中关于“次磷酸是弱酸性和一元中强酸”信息的隐蔽性、陌生性和复杂性,对多数考生是一种挑战,只有归纳信息的本质与内涵,并与学过的知识相结合,才能找到回答问题的突破口,解决相关问题。在回答电离方程式、物质分类的判断时需要直接和间接使用题中一元中强酸的信息;而对于强还原性的信息,也需要直接和间接地多次使用才能完成镀银产物的判断以及“三室电渗析法”法缺点的分析。

同样,今年高考物理试题加强情境叙述中文字、数据、图表的融合,丰富了试题的呈现方式。在物理过程的叙述中,除了运用语言文字外,还提供实际过程的图像,增加材料信息的广度和深度,考查学生将物理概念、规律应用到复杂情境中的能力,有助于培养和加强学生从实际图像中提取有用信息、加工信息,并利用相关信息进行物理思考或推理的能力。例如:例1给出了极限运动员菲利克斯·鲍姆加特纳在某段时间内高速下落的实际的速度—时间图像,学生需要获取图像中的加速度信息,从而利用力的平衡方程得到所求的结果。例2给出了各个行星冲日的时间,并以表格形式给出了地外行星绕太阳运动的轨道半径的数据,考查了学生从中选取有用信息的能力。

5 设计新颖实验,凸显科学探究能力的考查

理科综合涵盖物理、化学和生物三门学科,均是以实验为基础的自然科学。实验是高中教学的重要内容,也是教学的重要方法和手段。课程标准强调突出自然学科特点,发挥实验在教学中的重要作用。新课程倡导科学探究,实质上是注重真正体现自然科学研究过程和方法的实验。课程改革后高考理综试题注重对实验探究能力的考查,要求考生灵活地运用学过的理论、实验方法、仪器去处理、分析、研究未做过的实验,能够设计比较简单的实验。这是高考理综试题体现课程标准理念、加强科学探究能力考查的重要方面。

2014年高考物理对实验及探究能力的考查进行了精心的设计,在考查基本实验技能的同时,着重考查了学生的科学探究能力,其中例5就是其中的典型。本题提出探究某弹簧的劲度系数 k 与其长度(圈数)的关系,这是在必做实验“测量弹簧的劲度系数”基础上的拓展。试题要求学生首先依据弹簧劲度系数的定义和表中给出的实验数据将数据补齐,考查学生对已有物理知识点的掌握程度;进而要求学生正确拟合实验数据,考查学生对于实验数据的处理能力;最终找出此弹簧的劲度系数 k 随其长度(或圈数)而变化的规律。本题通过一个简单的实例,展示了通过物理实验、探寻物理规律的一般程序,对于培养学生实事求是、严谨的科学素养有重要作用。

例5:(2014年全国课标甲卷第23题)某实验小组探究弹簧的劲度系数 k 与其长度(圈数)的关系。实验装置如图4(a)所示:一均匀长弹簧竖直悬挂,7个指针 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 、 P_6 分别固定在弹簧上距悬点0、10、20、30、40、50、60圈处;通过旁边竖直放置的刻度尺,可以读出指针的位置, P_0 指向0刻度。设弹簧下端未挂重物时,各指针的位置记为 x_0 ;挂有质量为0.100 kg的砝码时,各指针的位置记为 x 。测量结果及部分计算结果如表2所示(n 为弹簧的圈数,取重力加速度为 9.80 m/s^2)。已知实验所用弹簧总圈数为60,整个弹簧的自由长度为11.88 cm。

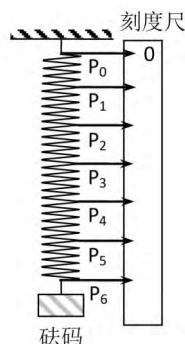


图4(a)

(1)将表中数据补充完整:①____,②____。

(2)以 n 为横坐标, $1/k$ 为纵坐标,在图4(b)给出的坐标纸上画出 $1/k-n$ 图像。

(3)图4(b)中画出的直线可近似认为通过原点。若从实验中所用的弹簧截取圈数为 n 的一段弹簧,该弹簧的劲度系数 k 与其圈数 n 的关系的表达式为 $k=$ ____N/m;该弹簧的劲度系数 k 与其自由长

表2 测量结果及部分计算结果

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
$x_0(\text{cm})$	2.04	4.06	6.06	8.05	10.03	12.01
$x(\text{cm})$	2.64	5.26	7.81	10.30	12.93	15.41
n	10	20	30	40	50	60
$k(\text{N/m})$	163	①	56.0	43.6	33.8	28.8
$1/k(\text{m/N})$	0.0061	②	0.0179	0.0229	0.0296	0.0347

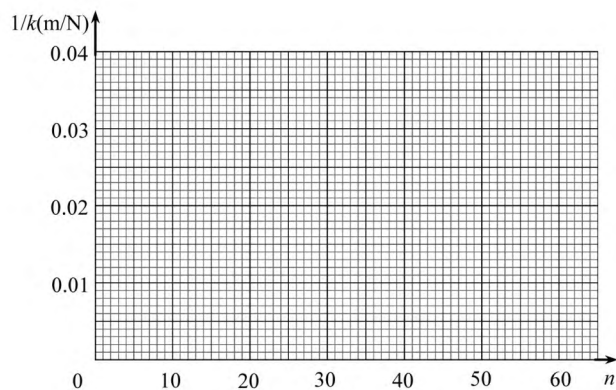


图4 (b)

度 l_0 (单位为 m) 的关系的表达式为 $k = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N/m}$ 。

再如高考化学试题中丰富了实验与探究能力的考查形式:非选择题继续保持一道注重考查实验与探究能力的试题,在选择题中增加了一道实验与探究试题。例如课标甲卷的第10题和第28题、课标乙卷的第12、13和26题、大纲卷的第6题和第29题、海南卷的第4、8和17题等均是选择题和非选择

题两种实验题的考查形式。其中例6对化学学科的探究能力的考查尤其突出:

例6:(2014年全国课标乙卷第13题)利用图5所示装置进行下列实验,能得出相应实验结论的是

该题将物质的性质、实验设计、实验现象和实验结论分析的内容以表格形式融于一体,考查了实验现象判断和分析归纳、得出结论的探究能力。从内容方面看,本题涉及的内容有难溶电解质的沉淀转化原理探究、电解质强弱比较和物质性质的研究。不仅考查了考生对物质性质的探究方法、探究原理的设计,还考查了水溶液中离子的变化条件和变化原理,其基本的探究框架如表3所示。

高考理科综合能力试题在注重基础知识的基础上,突出理科学科的特点,加强试题创新设计,重视实验设计和能力,注重对科学探究能力的考查;坚持理论联系实际,通过呈现真实的问题情境,考查学生应用所学知识解决真实问题的能力,有利于

选项	①	②	③	实验结论
A.	稀硫酸	Na_2S	AgNO_3 与 AgCl 的浊液	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$
B.	浓硫酸	蔗糖	溴水	浓硫酸具有脱水性、氧化性
C.	稀盐酸	Na_2SO_3	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液	SO_2 与可溶性钡盐均可生成白色沉淀
D.	浓硝酸	Na_2CO_3	Na_2SiO_3 溶液	酸性: 硝酸 > 碳酸 > 硅酸

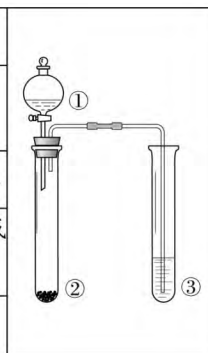


图5

表3 水溶液中离子的基本探究框架

确定探究目的	性质探究或者反应原理探究
试剂或者反应条件的选择	选择恰当的试剂、合适的浓度、温度或者压强,控制实验变量,保证实验现象的唯一性
设计实验装置	选择合适的实验仪器,考虑实验过程干扰物质的除杂,消除实验探究过程的干扰因素。
实验现象的分析与结论的形成	实验现象与实验目的的吻合程度包括: ①实验现象产生的反应或者原理; ②实验过程是否有干扰因素未排除 ③该现象对应的原理是特例还是通性

中学理科教学遵循教育规律,有力地推动了高中课程改革的深入实施。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物课程标准(实验)[M]. 北京:人民教育出版社,2003.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(实验)[M]. 北京:人民教育出版社,2003.
- [3] 教育部考试中心. 2014年普通高等学校招生全国统一考试大纲(理科·课程标准实验)[M]. 北京:高等教育出版社,2014.

- [4] 教育部考试中心. 2014年普通高等学校招生全国统一考试大纲的说明(理科·课程标准实验)[M]. 北京:高等教育出版社,2014.
- [5] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验)[M]. 北京:人民教育出版社,2003:8-9.
- [6] 李勇. 高考物理学科能力考查的路径和展望[J]. 课程·教材·教法,2011(12):66-70.
- [7] 阎金铎,郭玉英. 中学物理新课程教学概论[M]. 北京:北京师范大学出版社,2008:75-76.

Characteristics of Science Papers in 2014 College Entrance Examination

LI Huasheng

Abstract: Innovative methods of science papers in 2014 College Entrance Examination are explored in some aspects, such as selecting materials, context presentation, setting questions. These methods assess students' ability to solve practical problems with scientific knowledge. The papers highlight the characteristics of natural science, and strengthen assessments of experimental ability and inquiry ability to train students how to promote their practical ability.

Keywords: College Entrance Examination; Science Papers; Practical Problems; Inquiry Ability

(责任编辑 周黎明)

(上接第8页)

Characteristics of Liberal Arts Papers in 2014 College Entrance Examination

SHI Dizheng

Abstract: Liberal arts papers of 2014 College Entrance Examination consisted of History, Geography, Ideology and Politics. In this paper, the three subjects summarized and discussed innovative methods in different aspects. The subject of history expand the open questions, in order to fully demonstrate candidates' historical literacy and inquisition ability; the subject of geography showed an interesting new approach and unique perspectives, so as to foster independent thinking and geographical thinking; the subject of Ideology and Politics innovated the scoring method of open questions, multi-level rating scale, with the aim of evaluating the students' ability from all directions.

Keywords: College Entrance Examination; Liberal Arts; Open Questions; Multi-level Rating Scale

(责任编辑 吴四伍)