

总策划 何舟



海淀
黄冈
启东

尖子生题

全析全解 与 优化设计

高中理科综合

做题 80%
你就是尖子生

做题 100%
你就上名牌大学

吉林教育出版社



海淀
黄冈
启东

尖子生题

全析全解与优化设计

高中理科综合

总主编 李新黔 南秀全 王 生
主 编 陈进前 (特级教师)
撰 稿 陈进前 张琰珍 张赛婷
陈一林 张小勇

(吉)新登字 02 号

封面设计:周建明

责任编辑:王世斌 李江丽

海淀·黄冈·启东

尖子生题

全析全解与优化设计
高中理科综合

总策划 何舟

本册主编 陈进前(特级教师)

★
吉林教育出版社 出版发行

临沂市沂蒙印刷厂印刷 新华书店经销

★
开本:880×1230毫米 1/32 印张:9.875 字数:308千字
2002年10月第2版第2次印刷 本次印数:10000册

ISBN 7-5383-1991-3/G·1741

定价:13.80元

凡有印装问题,可向承印厂调换

WO DE MING PIAN

姓名 _____

班级 _____

我喜欢的格言 _____



海淀·黄冈·启东
尖子生题全析全解与优化设计

编委会

总策划: 何舟(著名文教图书策划人)

总主编:

李新黔 北京人大附中特级教师、海淀区兼职教研员

南秀全 湖北省黄冈市教研室特级教师

王生 江苏省启东中学校长、博士、特级教师

主编团

特级教师

王仁元	凤良仪	孙汉洲	孙学文	卢克虎	许允
朱建廉	肖江汉	肖家芸	张香菊	张继光	张福俭
陈光立	陈进前	何志奇	吴先声	吴庆芳	吴金根
胡全	俞晶晶	徐学根	袁玲君	袁联珠	贾广善
贾忠慈	夏清明	童为凯	虞晔如	蔡肇基	潘娉婷
潘慰高	薛大庆				

教研员与名师

万庆炎	邓海祖	尹荣年	石世权	叶兵	孙友红
朱茵	朱立鸿	乔膺福	陈俊	陈宗杰	陆静
肖雨	邱祖辉	张鸿亮	杨盛楠	林为炎	郭庆申
卓和平	晋晔	姚日余	章美珍	龚颖潮	董维良
蒋尚华	蒋桂林	谢平	谢娟	蔡廷林	臧继玉

尖子
生题

目 录

第一章 理解和推理的能力

考点归纳	(1)
基础题	(2)
拓展题	(6)
综合创新题	(13)
单元训练优化设计题库(一)	(25)

第二章 设计和完成实验的能力

考点归纳	(53)
基础题	(54)
拓展题	(59)
综合创新题	(78)
单元训练优化设计题库(二)	(84)

第三章 获取知识的能力

考点归纳	(123)
基础题	(124)
拓展题	(128)
综合创新题	(140)
单元训练优化设计题库(三)	(144)



**第四章 分析综合的能力**

考点归纳	(177)
基础题	(178)
拓展题	(181)
综合创新题	(200)
单元训练优化设计题库(四)	(205)

参考答案

第一章	(242)
第二章	(257)
第三章	(273)
第四章	(290)

尖子
生题

第一章

理解和推理的能力

考点归纳

对于物理、化学和生物等自然科学来说,每一门学科中都有许多重要的概念、规律、原理等,许多涉及到多学科的理科综合试题,其考查的重点就是对物理、化学和生物等学科的基本知识的理解能力。考查能力离不开知识的载体作用,离开了知识的积累,能力就很难形成。强调对物理、化学和生物等自然科学基本知识的考查,并不是要求学生死记硬背自然科学的某些专业名词、术语,而是要求学生能够解释和说明自然科学基本知识的含义,并能用适当的形式(如文字、公式、图或表)进行表达。并能够正确解释和说明自然科学的有关现象和问题,即不仅“知其然”,还能“知其所以然”。这个目标分为四条:

1. **理解自然科学的基本概念、原理和规律。**自然科学的概念是自然科学领域最基本的学科语言表述单位。观察和分析自然现象,理解自然科学的主要概念、原理和规律是掌握自然科学的基础,是形成科学思维的正确途径。

理科综合能力测试涉及的自然科学的基本概念、原理和规律在高中阶段的各科教学大纲中已经列出,如物理学中的凸透镜成像原理、牛顿定律,化学中的元素周期表、化学平衡及其移动,生物学中的细胞分裂周期、遗传规律等。所谓理解自然科学的基本概念、原理和规律,就是不但要知道它们的含义,还要知道它们的前因后果,适用条件,以及相关概念之间的联系和区别。

2. **定性及定量描述、解释和说明自然科学的有关现象和规律,能认识和应用概念、规律的表达形式(包括文字表达和数学表达)。**无论是物理、化学和生物学中都常要用到数学方法来处理一些问题,也常要用到图像、表格等形式来表达和描述某些规律,所以培养这方面的能力是物理、化学和生物等学科学习的一个重要任务之一。

3. **了解自然科学发展的最新成就和成果及其对社会发展的影响。**通常这一条内容课本中是没有的,常出现在报刊杂志和广播电视等新闻媒体中。如化学中的新元素或新材料的合成与应用,生物学中的人类基因组计划。

4. **能够根据已知的知识和题目给定的事实和条件,抽象、归纳相关信息,对自然科学问题进行逻辑推理和论证,得出正确的结论或作出正确的判断。并能把**





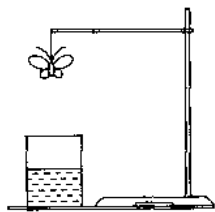
推理过程正确地表达出来。

基础题

题 1 我国某著名学者在潜心研究后认为：创造 = 需要 × (设想)²。这表明，设想在创造思维中起着重要作用。下列各题均与设想有关。

(1)若在宇宙飞船的太空实验室(失重条件下)进行以下实验,其中最难完成的是()。

- A. 将金粉和铜粉混合
- B. 将牛奶加入水中混合
- C. 蒸发食盐水制取食盐晶体
- D. 用漏斗、滤纸过滤除去水中的泥沙



(2)学生用滤纸折成一只纸蝴蝶并在纸蝴蝶上喷洒某种试剂,挂在铁架台上。另取一只盛有某种溶液的烧杯,放在纸蝴蝶的下方(如上图所示)。过一会儿,发现纸蝴蝶的颜色由白色转变为红色,喷洒在纸蝴蝶上的试剂与小烧杯中的溶液分别是()。

	A	B	C	D
纸蝴蝶上的喷洒液	石蕊	酚酞	酚酞	石蕊
小烧杯中的溶液	浓盐酸	浓氨水	氢氧化钠溶液	浓硫酸

(3)在烧杯中加入水和苯(密度:0.88g/cm³)各 50mL。将一小粒金属钠(密度:0.97g/cm³)投入烧杯中。观察到的现象可能是()。

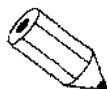
- A. 钠在水层中反应并四处游动
- B. 钠停留在苯层中不发生反应
- C. 钠在苯的液面上反应并四处游动
- D. 钠在苯与水的界面处反应并可能做上、下跳动

(4)“摇摇冰”是一种即用即冷的饮料。吸食时将饮料罐隔离层中的化学物质和水混合后摇动即会制冷。该化学物质是()。

- A. 氯化钠
- B. 固体硝酸铵
- C. 固体氢氧化钠
- D. 生石灰

思维拓展 题中四个小题中,都提出了一个假设情景,解答时要紧扣假设情景,用有关的学科知识进行分析研究。

优化训练 (1)将金粉和铜粉混合、将牛奶加入水中混合、蒸发食盐水制取食盐晶体等实验受重力影响较小,在失重条件下也可进行。但过滤实验中,水溶液是在重力作用下透过滤纸从漏斗下端流出的,在失重条件下,很难进行过滤实验。答案应选 D。



(2)从实验装置图中可看出,盛在烧杯中的溶液应具有挥发性。从题干中可知喷洒在纸蝴蝶上的试剂应是无色的。综合这两点可从待选答案中选出 B。

(3)苯不溶于水,水的密度比苯的密度大,所以 50mL 水和 50mL 苯混合后,水与苯分层,苯浮在上层。由于金属钠的密度比水的密度小、比苯的密度大,所以在烧杯中投入金属钠颗粒时,钠会沉入苯层与水层的交界处,钠跟水反应产生氢气,气泡吸附在钠表面,又会使金属上浮,释放出气泡后又下沉,如此做上、下运动。所以答案应选 D。

(4)生石灰、固体氢氧化钠溶于水的过程是明显的放热过程。氯化钠溶于水的热效应不明显。固体硝酸铵溶于水是一个明显的吸热过程。应选 B。

题 2 下列说法中正确的是()。

- A. 纳米材料是指一种称为“纳米”的新物质制成的材料
- B. 绿色食品是指不含任何化学物质的食品
- C. 生物固氮是指植物通过叶面直接吸收空气中的氮气
- D. 光导纤维是以二氧化硅为主要原料制成的

题 1 “纳米”是长度单位,不是一种新物质;不含化学物质的食品是不存在的;生物固氮主要是在某些植物的根部进行的。

D。

题 3 只要知道下列哪一组物理量,就可以估算出气体分子间的平均距离?()。

- A. 阿伏加德罗常数、气体的摩尔质量和质量
- B. 阿伏加德罗常数、气体的摩尔质量和体积
- C. 该气体的密度、体积和摩尔质量
- D. 阿伏加德罗常数、该气体的摩尔质量和密度

题 2 阿伏加德罗常数是联系宏观世界和微观世界的桥梁,具有代表性的关系式有:设分子的质量为 m ,则 $M = N_A \cdot m$;设物质的摩尔体积为 V ,则每个分子占有体积为 $V_0 = \frac{V}{N_A}$ (此式对固体和液体可以近似理解为每个分子的体积,对气体可以理解为每个分子平均占有的空间体积)。另外,物质的密度 $\rho = m/V$,利用这些关系式,再利用体积公式,就可对本题的各选项进行选择。

题 1 已知气体的摩尔质量和质量,可以求出物质的量,再知道阿伏加德罗常数,只能求出分子总数,故 A 错。已知阿伏加德罗常数和气体的摩尔质量和体积,无法求得分子总数,故 B 错。已知气体密度和体积及摩尔质量,只能求出摩尔数,不知阿伏加德罗常数,无法求分子总数,故 C 错。已知阿伏加德罗常数及该气





体的摩尔质量和密度,可以求出该气体的摩尔体积。选 D。

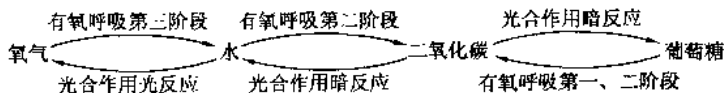
题 4 让一只鼠吸入含有放射性 ^{18}O 的氧气,该鼠体内最先出现标记氧原子的是()。

- A. 丙酮酸 B. 二氧化碳 C. 乳酸 D. 水

思路分析 熟悉动物体内有氧呼吸、无氧呼吸的过程,熟悉常见有机化合物的结构。

解题思路 进入动物细胞内的氧气,在有氧呼吸的第三阶段参与反应:与有氧呼吸第一、第二阶段产生的[H]结合生成水,同时产生大量的能量。故鼠体内最先出现标记氧原子的是水。但是由于第三阶段产生的水,又可能参与了第二阶段的反应(丙酮酸+水 \rightarrow 二氧化碳+[H]+能量),结果有氧呼吸的产物即二氧化碳中也会有标记的氧原子。

若题干中的“鼠”改作“在适宜条件下的绿色植物”,其体内关于氧原子的转移途径可用下图来表示:



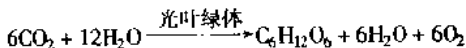
答案选 D。

题 5 藻和草履虫在光下生活于同一溶液中。已知草履虫每星期消耗 0.10mol 葡萄糖,藻每星期消耗 0.12mol 葡萄糖。现在该溶液中每星期葡萄糖的净产量为 0.25mol。这一溶液中每星期氧的净产量是()。

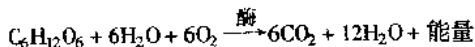
- A. 0.03mol B. 0.18mol C. 1.50mol D. 2.82mol

思路分析 综合观察光合作用和呼吸作用(有氧呼吸)的总反应式可知,每形成 1mol 的葡萄糖净产量,同时肯定净产生 6mol 的氧气。

解题思路 光合作用的反应式是:



而有氧呼吸的总反应式是:



所以从物质的净产量(可以为正值,也可以是负值)来看,形成每 1mol 的葡萄糖净产量,同时肯定净产生 6mol O_2 。所以答案应当为: $0.25\text{mol} \times 6 = 1.50\text{mol}$ 。题中提供的草履虫和藻每星期所消耗的葡萄糖量,实际上是多余信息,答案选 C。

题 6 超声波是指频率在 20000Hz 以上的高频弹性波,次声波是指频率低于 20Hz 的低频弹性波。已知人体内脏器官的振荡频率为 4Hz ~ 18Hz。在强度较大





且强度相同的情况下,对人体伤害最大是()。

- A. 声波 B. 超声波 C. 次声波 D. 它们对人体的伤害是相同的

解析 本题通过对波的频率与人体器官频率的比较,考查“共振”现象。共振是一种自然现象。有的学生不懂得什么情况下声波对人体伤害最大,会错选了D。

解答 比较本题给出的三种波,只有次声波的频率接近或等于人体内脏器官的固有频率,因此在声波强度相同的情况下,次声波对人体伤害最大。答案选C。

例7 某旅游团乘车从西安出发,沿青藏公路行至西藏某地海拔4500 m处,此时人们普遍出现呼吸急促、头晕眼花、浑身乏力等现象。请回答下列问题:

(1)出现上述现象的主要生理原因是什么?

(2)从人体血液循环系统角度来看,生活在该地区的人会逐步出现哪些适应性变化?

(3)此时,人体主要进行_____呼吸,还进行_____呼吸,后者的产物是_____,化学式为_____。

(4)某人一次深呼吸吸进 400cm^3 的氧气,试估算吸进的氧气分子总数(取一位有效数字)。

(5)在这种条件下,人们携带的可乐易拉罐会出现什么现象?并估算易拉罐内外压强差是多少?(提示:大气压随海拔高度增加而减少的经验公式为 $p_z = p_0 \cdot e^{-z/8000}$, $e = 2.718$)

解析 要从高海拔地区大气稀薄这一实际出发解答本题。高原现象是由于空气稀薄造成的。第(5)小题根据题给的经验公式计算即可获得答案。

解答 (1)海拔较高,空气稀薄,氧气含量低,造成人体缺氧。

(2)血液中的红细胞和血红蛋白含量增多,以便能携带和运输更多的氧气。

(3)因为只是空气稀薄,氧气含量低,人体的呼吸作用主要还是有氧呼吸,只是在身体的局部进行无氧呼吸,后者的产物是乳酸,化学式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 。

(4)因为是估算,所以可以认为吸气时近似为标准状况,而标准状况下,1 mol 气体的体积为22.4L,分子数为 6.02×10^{23} 个。所以, $n = \frac{400 \times 10^{-3}}{22.4} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.1 \times 10^{22}$ (个)。

(5)由经验公式 $p_z = p_0 \cdot e^{-z/8000}$, $z = 4500$ 代人,近似计算可得 $p_z = 0.57p_0$,故内外压强差为 $\Delta p = p_0 - p_z = 0.43p_0$,即内外压强差为0.43个标准大气压。因此,人们携带的可乐易拉罐会出现膨胀甚至于胀破的现象。

例8 将酵母研磨并离心分离后,得到上清液(含细胞质基质)和沉淀物(含细胞



器)。把等量上清液、沉淀物和未经离心处理的匀浆分别放入甲、乙、丙三个试管中,分别进行以下4项独立的实验。(实验一、二、三由供选答案中选择正确的一项的代号填充,实验四简答)

(1)实验一:向三个试管中分别滴加等量的葡萄糖溶液,甲、乙、丙中的最终产物分别是_____。

(2)实验二:向三个试管中分别滴加等量的丙酮酸,甲、乙、丙中的最终产物分别是_____。

(3)实验三:在隔绝空气的条件下,重复实验一,甲、乙、丙中的最终产物分别是_____。

(4)实验四:向三个试管中加入等量的萤光素(萤火虫尾部提取的可以发光的物质)。重复实验一和实验二,从理论上讲,发萤光最强的是实验_____中的_____试管。

A. 水和二氧化碳 B. 乙醇和二氧化碳 C. 水和氧气 D. 无反应

实验分析 本题涉及下列主要知识点:有氧呼吸和无氧呼吸的过程、条件和场所。有的学生会由于没有弄清各个实验的目的而做错題。

优化解答 (1)~(3)利用葡萄糖进行的有氧呼吸的过程可用下表来表示:

步骤	场所	物质变化		能量变化
		反应物	产物	
第一阶段	细胞质基质	葡萄糖	丙酮酸、[H]	释放少量能量
第二阶段	线粒体	丙酮酸、水	二氧化碳、[H]	释放少量能量
第三阶段	线粒体	[H]、氧气	水	释放大量能量

无氧呼吸的第一阶段与有氧呼吸的第一阶段相同,然后继续在细胞质基质中进行以后的变化:丙酮酸 \rightarrow 酒精和二氧化碳,并释放出能量。

发萤光最强的试管应该是形成ATP最多的试管,也就是释放能量最多的试管。

答案:(1)B、D、A;(2)B、A、A;(3)B、D、B;

(4)从理论上讲,发萤光最强的是实验一中的丙试管。

拓展题

题9 酶具有极强的催化功能,其原因是()。

- A. 增加了反应物之间的接触面 B. 降低了底物分子的活化能
C. 提高了反应物分子中的活化能 D. 降低了底物分子的自由能



思路分析 将化学中有关催化剂的知识运用到解释生物体中酶的作用原理。催化剂只能改变反应的活化能,但不能改变反应物分子所具有的能量。有的学生不理解这一点会错选 D。还有学生由于不理解活化能概念,错选了 C。

化题 一个反应体系中,任何反应物分子都有进行化学反应的可能,但并非全部反应物分子都能进行反应。因为在反应体系中各个反应物分子所具有的能量高低不同,只有那些所含能量达到或超过一定数值的分子,才能发生反应,这些分子称为活化分子。使一般分子成为活化分子所需的能量(即激活态与基态之间的能量差)称为活化能。酶是生活细胞产生的一类具有生物催化作用的特殊蛋白质,它与化学催化剂一样,其作用机理是降低了反应物分子的活化能。从而改变所催化的化学反应的速率,而反应前后本身的化学性质和质量没有变化。选 B。

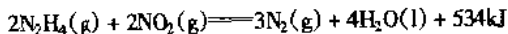
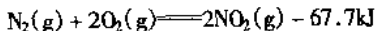
题 10 用 ^{32}P 和 ^{15}N 标记的噬菌体侵染大肠杆菌,然后进行测定,在子代噬菌体的化学成分中可测到()。

- A. 有 ^{15}N B. 有 ^{32}P
C. 有 ^{32}P 和 ^{15}N D. 没有 ^{32}P 和 ^{15}N

思路分析 熟悉 DNA 的复制过程及 DNA 的成分。有的学生只考虑到磷元素或氮元素会错选 A 或 B,实际上是不完整的。

化题 噬菌体侵染大肠杆菌时,注入细菌细胞内的是噬菌体的 DNA,而 DNA 所含的元素中有 P 和 N。再者,由于 DNA 的复制是一种半保留复制,亲代 DNA 分子的一条脱氧核苷酸链还保留在子代 DNA 分子中。因此,子代噬菌体的化学成分中可测到亲代 DNA 分子所含的 ^{32}P 和 ^{15}N 。选 C。

题 11 NO_2 做氧化剂可以使 N_2H_4 燃烧,提供热量,两者反应生成 N_2 和 H_2O 。已知:



若将质量为 100kg,初速度为 10m/s 的气球发射到空中,使其最终速率为零,0.1mol 的 N_2H_4 做燃料,则气球最后在空中的高度是()。

- A. 55.6m B. 58.2m C. 56.8m D. 51.6m

思路分析 化学中有关反应热计算与物理学科能量守恒之间的综合。根据能量守恒可得出,当气球到达最高点时,化学反应中放出的能量加上起始时气球的动能之和就等于气球的势能。

化题 起始时,气球的动能为 $\frac{1}{2}mv^2$, N_2H_4 燃烧时放出的能量为 $10^3 \times (534 - 67.7) \times 0.1\text{kJ}$,气球到达最高点时的势能为 mgh 。根据能量守恒定律可得



出:

$$\frac{1}{2}mv^2 + 10^3 \times \left(534 - 67.7 \times \frac{1}{2} \right) \times 0.1 = mgh$$

把有关数据代入可解得 $h = 51.6\text{m}$ 。答案选 D。

题 12 具有单双键交替长链(如:… —CH=CH—CH=CH—CH=CH—…) 的高分子有可能成为导电塑料。2000 年诺贝尔(Nobel)化学奖即授予开辟此领域的 3 位科学家。下列高分子中可能成为导电塑料的是()。

- A. 聚乙烯 B. 聚丁二烯 C. 聚苯乙烯 D. 聚乙炔

思路剖析 从题给的结构简式可看出,该导电塑料是高分子化合物,它的单体是乙炔。有的学生不能抓住单体和高分子中链接的关系而错选 A。

优化解答 分析高分子的结构表达式,可发现分子中的重复单元是“—CH=CH—”,联系有机化学中加聚反应原理,可得出其单体是 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 。所以其名称是聚乙炔。选 D。

题 13 下列粒子从初速为零的状态经过加速电压为 U 的电场后,哪种粒子的速度最大?()。

- A. 氦的原子核 B. 氘核 C. α 粒子 D. 钠离子

思路剖析 找出与决定运动速度有关的因素。有的学生没有弄清题给几种粒子的组成,造成错解。如有的学生不知道氦的原子核即是质子,选不出正确答案。

优化解答 带电粒子从初速为零经过电场加速,其动能的获得是电场力做功的结果,由动能定理可知:

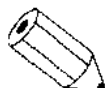
$$qU = \frac{1}{2}mv^2, \text{得到 } v = \sqrt{2qU/m}$$

所以,在由相同电压加速的前提下,末速度由带电粒子的荷质比决定。选 A。

题 14 人工诱变育种就是人们利用物理和化学的方法处理植物的_____或_____,诱导其产生_____。其中的物理方法是利用激光和各种射线,如_____,_____等。化学方法中常用的化学药剂有_____,硫酸二乙酯、乙烯亚胺。硫酸二乙酯的结构式为_____。

思路剖析 联系生物学中有关基因突变的因素进行分析综合。硫酸是一种二元酸,硫酸二乙酯是两个乙醇跟一个硫酸分子反应所生成的酯。有的学生由于不熟悉这一点而错写了硫酸二乙酯的结构简式。

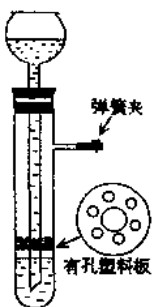
优化解答 试题主要考查生物学知识,其中也涉及了某些物质的化学结构,所以也可以看作是生物与化学之间的跨学科综合题。人工诱变育种的遗传原理是诱发生物(细胞)发生基因突变,而基因突变是发生在细胞内进行 DNA 复制时,所



以,人工诱变育种所处理的对象应该是细胞分裂比较旺盛的时期或器官。物理方法所利用的激光和各种射线应具有足够强的能量,才能引起基因突变,如 γ -射线、X-射线、紫外线、中子流。 α -射线、 β -射线、红外线的能量是不足以引起诱变的。

答案:种子;幼苗;基因突变; γ -射线、X-射线、紫外线、中子流(上述四项中任意两项);秋水仙素, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{SO}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 。

题 15 用右图所示的装置制取氢气,在塑料隔板上放粗锌粒,漏斗和带支管的试管中装稀硫酸溶液,若打开弹簧夹,则酸液由漏斗流下,试管中液面上升与锌粒接触,发生反应,产生的氢气由支管导出;若关闭弹簧夹,则试管中液面下降,漏斗中液面上升,酸液与锌粒脱离接触,反应自行停止。需要时再打开弹簧夹,又可以使氢气发生。这是一种仅适用于室温下随制随停的气体发生装置。



回答下列问题:

(1)为什么在关闭弹簧夹时试管中液面会下降?

(2)这种制气装置在加入反应物前,怎样检查装置的气密性?

(3)从下列三个反应中选择一个可以用这种随制随停的制气装置制取的气体。填写下表中的空白。

①大理石与盐酸反应制取二氧化碳;②黄铁矿与盐酸反应制取硫化氢;③用二氧化锰催化分解过氧化氢制取氧气。

气体名称	收集方法	检验方法

(4)食盐跟浓硫酸反应制取氯化氢气体不能用这种装置随制随停。试说明理由。

命题者以中学化学实验中有关气体制取实验为落点,要求考生用物理、化学两门学科的知识来解释实验问题,从中考查综合运用多学科知识解决问题的能力。有关气体制取的化学实验往往会涉及到物理学中有关大气压强的知识内容。其实这与化学实验中常用的启普发生器的原理是相通的。对于第(2)小题,许多学生虽然能回答,但答不完整,要点不全,造成扣分。对于第(4)小题有的学生不会从浓硫酸、食盐的物理性质和反应过程的放热现象加以分析。

这是一例综合运用物理与化学两门学科知识解决问题的试题,第(1)和(2)两小题主要是要求解题者用物理学中有关气体压强的知识来解决化学实验问题。第(3)和(4)两小题主要是化学学科内综合。

(1)关闭弹簧夹时,反应产生的气体使试管中液面上的压力增加,液体被压入



长颈漏斗中,所以液面下降。

(2)塞紧橡皮塞,夹紧弹簧夹后,从漏斗注入一定量的水,使漏斗内的水面高于试管内的水面,停止加水后,漏斗中与试管中的液面差保持不再变化,说明装置不漏气。

(3)如下表。

气体名称	收集方法	检验方法
二氧化碳	向上排空气法	通入澄清石灰水中使石灰水变浑浊
硫化氢	向上排空气法	有臭鸡蛋味(其他合理答案也行)

(4)此反应需要加热,食盐呈粉末状。

题 16 容积为 V_1 的烧瓶中有 N 个氮分子和质量为 m g 的氩气,另一容积为 V_2 的烧瓶中有压强为 p 的氧气,将两烧瓶接通后,问混合气体的压强是多少? 设气体的温度 T 保持不变。

思路分析 由于氩气是惰性气体,氮气和氧气在常温常压下不会发生化学反应,故三种气体混合前后,物质的量未发生变化,遵守理想气体状态方程和道耳顿分压定律。题中涉及到气体物质的体积、物质的量、分子数等之间的转化,有的学生不能熟练应用这些物质质量之间的转化关系而出错。

解题思路 根据道耳顿分压定律,混合气体的压强等于组成混合气体的各种气体的分压强之和,分别计算三种气体在两烧瓶接通后,体积为 $V_1 + V_2$ 情况下的分压强。

氮气的分压强为 $p_1, p_1 = \frac{N}{N_A} \cdot \frac{RT}{V_1 + V_2}$, N_A 是阿伏加德罗常数。

氩气的分压强为 $p_2, p_2 = \frac{m}{M} \cdot \frac{RT}{V_1 + V_2}$, M 是氩气的摩尔质量。

氧气的分压强是 $p_3, p_3 = \frac{pV_2}{V_1 + V_2}$

混合后气体压强为 $p, p = p_1 + p_2 + p_3$

所以, $p = \frac{1}{V_1 + V_2} (pV_2 + RTN/N_A + RTm/M)$

还要注意,本题直接利用理想气体状态方程或克拉珀龙方程也可解答。

题 17 已知太阳每秒辐射出 3.8×10^{26} J 的能量。问:

(1)太阳每秒损失多少吨质量?

(2)假设太阳放射出的能量是由于“燃烧氢”的热核反应 $4\text{H} \rightarrow \text{He} + 2\text{e} + 2\nu$ 提供,这一热核反应放出 28MeV 的能量,式中 e 为电子, ν 为中微子。中微子是一种质量远小于电子质量,穿透力极强的中性粒子。试计算地球上与太阳光垂直的